Universidad de Huelva

Departamento de Ciencias Agroforestales

Evaluación agronómica de la adaptación de variedades de fresa ("Fragaria x ananassa" Duch.) a diferentes ambientes culturales

Memoria para optar al grado de doctor
presentada por:

Juan Jesús Medina Mínguez

Fecha de lectura: 10 de abril de 2003

Bajo la dirección de los doctores:

José Manuel López Aranda
José López Medina

Huelva, 2010

ISBN: 978-84-92944-25-5
D.L.: H 252-2010

TESIS
UHU
2003
17.1

Universidad de Huelva 2009

TESIS
UHU
2003
17.1

UNIVERSIDAD DE HUELVA

Departamento de Ciencias Agroforestales

TESIS DOCTORAL

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA ADAPTACIÓN DE VARIEDADES DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch.) A DIFERENTES AMBIENTES CULTURALES

Volumen I

Directores: Dr. José Manuel López Aranda

Dr. José López Medina

Doctorando: Juan Jesús Medina Mínguez

Huelva, 2003

Universidad de Huelva 2009

UNIVERSIDAD DE HUELVA

Departamento de Ciencias Agroforestales

TESIS DOCTORAL

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA ADAPTACIÓN DE VARIEDADES DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch.) A DIFERENTES AMBIENTES CULTURALES

Tesis Doctoral presentada por Juan Jesús Medina Mínguez
para optar al grado de Doctor

Doctorando
Juan Jesús Medina Mínguez

V° B° Co-director
Dr. José Manuel López Aranda

V° B° Co-director y tutor
Dr. José López Medina

Universidad de Huelva 2009

D. José Manuel López Aranda, Jefe de Proyectos-Investigador del Departamento de Agricultura del Litoral del Centro de Investigación y Formación Agraria de Churriana – Málaga y D. José López Medina, Profesor Titular de Universidad del Departamento de Ciencias Agroforestales de la Universidad de Huelva,

INFORMAN:

Que el trabajo "Evaluación agronómica de la adaptación de variedades de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) a diferentes ambientes culturales", realizado por D. Juan Jesús Medina Mínguez, bajo nuestra dirección, se considera finalizado y puede ser presentado para su exposición y defensa como Tesis Doctoral.

Fdo.: José Manuel López Aranda.

Fdo.: José López Medina.

Huelva, 15 de Enero de 2003.

Universidad de Huelva 2009

A mis padres, por todo
lo que han hecho por mi.

A Tere y a mis hijos:
Jesús, Daniel, Isabel, Teresa,
Ester, Esteban, Francisco y Juan Pablo,
por todo el tiempo que les robé.

Universidad de Huelva 2009

AGRADECIMIENTOS

Me resulta difícil expresar con palabras mis sentimientos de profundo agradecimiento a todas las personas y entidades, que de una forma o de otra han contribuido a la elaboración de esta tesis. Agradezco:

Al Dr. José Manuel López Aranda y al Dr. José López Medina, por su fenomenal dirección en la realización de este trabajo, por su disponibilidad ante todas mis dudas y por su cercanía y amistad.

Al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria que gracias al proyecto INIA sc 94-033-C2 permitió la financiación y desarrollo de esta tesis.

Al Centro de Investigación y Formación Agraria "Las Torres y Tomejil" de Alcalá del Río (Sevilla), por poner a mi disposición la Finca Experimental "El Cebollar", adscrita al mismo, para todo lo que necesitase.

Al Dr. Fernando Flores Gil por su inigualable ayuda a la hora del análisis de los datos obtenidos.

Al Dr. José Federico Sánchez Sevilla, por su disponibilidad a la hora de resolver mis problemas informáticos y sobretodo por su colaboración en la búsqueda de bibliografía.

A los doctores Fernando Romero, Antonio Arjona y Francisco Perea, compañeros y amigos, por su ánimo incondicional para la finalización de este trabajo.

A Antonio Medina Lama, mi tío, pionero del cultivo moderno de la fresa en España, por haberme inculcado su amor sin medida por la fresa.

A Paloma Bravo, Julio Volante, Aniceto Santiago y Manuel Ángel Ramírez, ingenieros técnicos agrícolas, por su colaboración en la toma de datos.

Universidad de Huelva 2009

A Luis Miranda, compañero cercano con quien compartí tantos momentos, por su entera disponibilidad para conmigo.

A todas las personas que colaboraron en los trabajos de campo en la Finca Experimental "El Cebollar": Juan Teba, Valle, Fernando, Leo, Manoli, Toñi, Rafaela, Manuel Mª y Fernando Muñiz..

Universidad de Huelva 2009

ÍNDICE

1.- Introducción y Objetivos. 1

2.- Revisión bibliográfica especifica. 4

2.1.- Las variedades de fresa. Situación varietal. 4

2.1.1- Tipos varietales. 4

2.1.2.- Influencia del fotoperíodo y la temperatura en los distintos tipos varietales. 8

2.1.3.- Panorama varietal en España. 19

2.2.- Desinfección de suelos. 21

2.2.1.- El uso de bromuro de metilo. 23

2.2.2.- El uso de la solarización de suelos. 30

2.3.- Forzado del cultivo. 40

2.3.1.- Acolchado. 41

2.3.2.- Cobertura plástica. 47

2.3.3.- La plasticultura en Huelva. 54

2.4.- Fechas de plantación. 56

2.4.1.- Tipo de plantas. Sistemas de plantación. 56

2.4.2.- Interacción entre distintos sistemas de plantación. 62

2.4.3.- Fechas de plantación con plantas fresca en reposo vegetativo. 67

2.5.- Modelos estadísticos de adaptación de variedades en fresa. 71

3.- Material y Método. 74

3.1.- Material vegetal ensayado. 74

3.2.- Localización de los ensayos. 77

3.3.- Preparación del terreno. Solarización. 78

3.4.- Forzado del cultivo. 79

3.4.1.- Instalación del acolchado. 79

3.4.2.- Instalación de los microtúneles. 80

3.5.- Fechas de plantación. 81

3.6.- Técnicas de cultivo llevadas a cabo en los ensayos. 81

3.6.1.- Abono de fondo. 81

3.6.2.- Riegos. Instalación y aplicación. 82

Universidad de Huelva 2009

3.6.3.- Abonado de cobertera. 84
3.6.4.- Recolecciones. Clasificación por categorías comerciales. 84
3.7.- Diseño experimental. 85
3.8.- Caracteres observados. 87
3.8.1.- Porcentaje de supervivencia. 87
3.8.2.- Inicio de floración. 88
3.8.3.- Inicio de fructificación. 88
3.8.4.- Producción precoz. 88
3.8.5.- Porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz. 88
3.8.6.- Producción total. 88
3.8.7.- Porcentaje de 2ª categoría de la producción total. 89
3.8.8.- Peso medio de los frutos de 1ª categoría. 89
3.8.9.- Dureza de los frutos. 89
3.9.- Análisis estadístico. 89
3.9.1.- ANOVAS. 89
3.9.2.- ANOVA combinado. 91
3.9.3.- Interacción genotipo x ambiente (GXE). 94
3.9.4.- Comparación de medias. 97

4.- Resultados y Discusión. 98
4.1.- Porcentaje de supervivencia. 98
4.1.1.- Campaña 95/96. 98
4.1.2.- Campaña 96/97. 100
4.1.3.- Análisis combinado. 101
4.1.4.- Análisis GXE. 106
4.2.- Inicio de floración. 108
4.2.1.- Campaña 95/96. 108
4.2.2.- Campaña 96/97. 110
4.2.3.- Análisis combinado. 113
4.2.4.- Análisis GXE. 117
4.3.- Inicio de fructificación. 121
4.3.1.- Campaña 95/96. 121
4.3.2.- Campaña 96/97. 124
4.3.3.- Análisis combinado. 126
4.3.4.- Análisis GXE. 132

Universidad de Huelva 2009

4.4.- Producción precoz. 136
4.4.1.- Campaña 95/96. 136
4.4.2.- Campaña 96/97. 139
4.4.3.- Análisis combinado. 143
4.4.4.- Análisis GXE. 150
4.5.- Porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz. 153
4.5.1.- Campaña 95/96. 153
4.5.2.- Campaña 96/97. 156
4.5.3.- Análisis combinado. 159
4.5.4.- Análisis GXE. 165
4.6.- Producción total. 168
4.6.1.- Campaña 95/96. 168
4.6.2.- Campaña 96/97. 172
4.6.3.- Análisis combinado. 177
4.6.4.- Análisis GXE. 183
4.7.- Porcentaje de 2ª categoría de la producción total. 186
4.7.1.- Campaña 95/96. 186
4.7.2.- Campaña 96/97. 190
4.7.3.- Análisis combinado. 192
4.7.4.- Análisis GXE. 199
4.8.- Peso de los frutos de 1ª categoría. 202
4.8.1.- Campaña 95/96. 202
4.8.2.- Campaña 96/97. 204
4.8.3.- Análisis combinado. 208
4.8.4.- Análisis GXE. 212
4.9.- Dureza de los frutos. 215
4.9.1.- Campaña 95/96. 215
4.9.2.- Campaña 96/97. 217
4.9.3.- Análisis combinado. 219
4.9.4.- Análisis GXE. 221
4.10. Resumen general de resultados. 224

5.- Conclusiones. 228

6.- Bibliografía. 230

Universidad de Huelva 2009

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-RE. Lanzamiento y progenie de las principales variedades californianas de "día neutro". 7
Tabla 2.-RE. Superficie acolchada para cultivos agrícolas. 41
Tabla 3.-RE. Superficie de cultivo bajo macrotúneles e invernaderos en la región mediterránea. 50
Tabla 1.-MM. Resumen de características de las variedades ensayadas. 75
Tabla 1-MMbis. Resumen de características de las variedades ensayadas. 76
Tabla 2.-MM. Parámetros físico-químicos del suelo. Análisis previo. 77
Tabla 3.-MM. Calidad del agua de riego. Análisis previo. 83
Tabla 4.-MM. Riegos. Duración y frecuencia semanal. 83
Tabla 5.-MM. Abonado de cobertera. Unidades aportadas por tiempo. 84
Tabla 6.-MM. Croquis de la primera repetición del ensayo en la primera campaña. 87
Tabla 7.-MM. ANOVA para cada variable. 91
Tabla 8.-MM. ANOVA combinado. 93
Tabla 9.-MM. Claves de identificación de los diferentes ambientes. 95
Tabla 10.-MM. Análisis de la varianza simplificado. 96
Tabla 1.-RD. ANOVA del % de supervivencia de la campaña 95/96. 98
Tabla 2.-RD. ANOVA del % de supervivencia de la campaña 96/97. 100
Tabla 3.-RD. ANOVA del % de supervivencia de las dos campañas. 102
Tabla 4. RD. ANOVA del % de supervivencia para el modelo simplificado. 105
Tabla 5.-RD. ANOVA del inicio de floración de la campaña 95/96. 108
Tabla 6.-RD. ANOVA del inicio de floración de la campaña 96/97. 110
Tabla 7.-RD. ANOVA del inicio de floración para las dos campañas. 114
Tabla 8.-RD. ANOVA del inicio de floración para el modelo simplificado. 118
Tabla 9.-RD. ANOVA del inicio de fructificación de la campaña 95/96. 121
Tabla 10.-RD. ANOVA del inicio de fructificación para la campaña 96/97. 124
Tabla 11.-RD. Comparación de medias del inicio de fructificación (días) para la cubierta. 125
Tabla 12.-RD. Comparación de medias del inicio de fructificación (días) para la fecha de plantación. 125
Tabla 13.-RD. Comparación de medias del inicio de fructificación (días) para variedades. 126
Tabla 14.-RD. ANOVA del inicio de fructificación de las dos campañas. 127
Tabla 15.-RD. ANOVA del inicio de fructificación para el modelo simplificado. 133
Tabla 16.-RD. ANOVA de la producción precoz de la campaña 95/96. 136
Tabla 17.-RD. ANOVA de la producción precoz de la campaña 96/97. 139

Universidad de Huelva 2009

Tabla 18.-RD. Comparación de medias de la producción precoz (gr./planta) para la desinfección de suelo. 140
Tabla 19.-RD. ANOVA de la producción precoz de las dos campañas. 143
Tabla 20.-RD. ANOVA de la producción precoz para el modelo simplificado. 150
Tabla 21.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz de la campaña 95/96. 153
Tabla 22.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz de la campaña 96/97. 156
Tabla 23.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz de las dos campañas. 160
Tabla 24.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz para el modelo simplificado. 166
Tabla 25.-RD. ANOVA de la producción total de la campaña 95/96. 168
Tabla 26.-RD. ANOVA de la producción total de la campaña 96/97. 172
Tabla 27.-RD. Comparación de medias de la producción total (gr./planta) para la desinfección de suelo. 173
Tabla 28.-RD. ANOVA de la producción total de las dos campañas. 177
Tabla 29.-RD. ANOVA de la producción total para el modelo simplificado. 183
Tabla 30.RD.- ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción total de la campaña 95/96. 186
Tabla 31.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción total de la campaña 96/97 190
Tabla 32.-RD. Comparación de medias del porcentaje de 2ª categoría de la producción total para la desinfección de suelo. 191
Tabla 33.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción total de las dos campañas. 193
Tabla 34.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción total para el modelo simplificado. 199
Tabla 35.-RD. ANOVA del peso de los frutos de 1ª categoría de la campaña 95/96. 202
Tabla 36.-RD. ANOVA del peso de los frutos de 1ª categoría de la campaña 96/97. 204
Tabla 37.-RD. ANOVA del peso de los frutos de 1ª categoría de las dos campañas. 208
Tabla 38.-RD. ANOVA del peso de los frutos de 1ª categoría para el modelo simplificado. 212
Tabla 39.-RD. ANOVA de la dureza de los frutos de la campaña 95/96. 215
Tabla 40.-RD. Comparación de medias de la dureza de los frutos (gr.) para la cubierta. 216
Tabla 41.-RD. Comparación de medias de la dureza de los frutos (gr.) para la fecha de plantación. 216

Universidad de Huelva 2009

Tabla 42.-RD. Comparación de medias de la dureza de los frutos (gr.) para las variedades. 217
Tabla 43.-RD. ANOVA de la dureza de los frutos de la campaña 96/97. 218
Tabla 44.-RD. Comparación de medias de la dureza de los frutos (gr.) para la desinfección de suelo. 218
Tabla 45.-RD. ANOVA de la dureza de los frutos de las dos campañas. 219
Tabla 46.-RD. ANOVA de la dureza de los frutos para el modelo simplificado. 222
Tabla A1. % Supervivencia. Campaña 95/96. 260
Tabla A2. Nº de días para el inicio de floración. Campaña 95/96. 261
Tabla A3. Nº de días para el inicio de fructificación. Campaña 95/96. 262
Tabla A4. Producción precoz (gr./planta). Campaña 95/96. 263
Tabla A5. % de la producción precoz de 2ª categoría. Campaña 95/96. 264
Tabla A6. Producción total (gr./planta). Campaña 95/96. 265
Tabla A7. % de la producción total de 2ª categoría. Campaña 95/96. 266
Tabla A8. Peso de los frutos de 1ª categoría (gr.). Campaña 95/96. 267
Tabla A9. Dureza de los frutos de 1 ª categoría (gr.). Campaña 95/96. 268
Tabla A10. % Supervivencia. Campaña 96/97. 269
Tabla A11. Nº de días para el inicio de floración. Campaña 96/97. 270
Tabla A12. Nº de días para el inicio de fructificación. Campaña 96/97. 271
Tabla A13. Producción precoz (gr./planta). Campaña 96/97. 272
Tabla A14. % de la producción precoz de 2ª categoría. Campaña 96/97. 273
Tabla A15. Producción total (gr./planta). Campaña 96/97. 274
Tabla A16. % de la producción total de 2ª categoría. Campaña 96/97. 275
Tabla A17. Peso de los frutos de 1ª categoría (gr.). Campaña 96/97. 276
Tabla A18. Dureza de los frutos de 1 ª categoría (gr.). Campaña 96/97. 277
Tabla A19. % de supervivencia de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96. 278
Tabla A20. % de supervivencia de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96. 278
Tabla A21. % de supervivencia de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 278
Tabla A22. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 279
Tabla A23. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 279
Tabla A24. % de supervivencia en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 279
Tabla A25. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas

Universidad de Huelva 2009

en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96. 279
Tabla A26. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96. 280
Tabla A27. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 280
Tabla A28. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 280
Tabla A29. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 280
Tabla A30. Nº de días necesarios para el inicio de floración en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 281
Tabla A31. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96. 281
Tabla A32. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96. 281
Tabla A33. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 282
Tabla A34. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 282
Tabla A35. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 282
Tabla A36. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 282
Tabla A37. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96. 283
Tabla A38. Producción precoz (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96. 283
Tabla A39. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 283
Tabla A40. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 284
Tabla A41. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 284
Tabla A42. Producción precoz (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 284
Tabla A43. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96. 284
Tabla A44. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades plantadas

Universidad de Huelva 2009

en fecha normal y tardía en la campaña 95/96. 285
Tabla A45. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 285
Tabla A46. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 285
Tabla A47. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 285
Tabla A48. % de 2ª categoría de la producción precoz en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 286
Tabla A49. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96. 286
Tabla A50. Producción total (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96. 286
Tabla A51. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 287
Tabla A52. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 287
Tabla A53. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 287
Tabla A54. Producción total (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 287
Tabla A55. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96. 288
Tabla A56. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96. 288
Tabla A57. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 288
Tabla A58. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 289
Tabla A59. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 289
Tabla A60. % de 2ª categoría de la producción total en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 289
Tabla A61. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96. 289
Tabla A62. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96. 290

Universidad de Huelva 2009

Tabla A63. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 290
Tabla A64. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 290
Tabla A65. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 290
Tabla A66. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 291
Tabla A67. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96. 291
Tabla A68. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96. 291
Tabla A69. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 292
Tabla A70. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96. 292
Tabla A71. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 292
Tabla A72. Dureza (gr.) de los frutos en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96. 292
Tabla A73. % de supervivencia de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97. 293
Tabla A74. % de supervivencia de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97. 293
Tabla A75. % de supervivencia de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 293
Tabla A76. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 294
Tabla A77. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 294
Tabla A78. % de supervivencia en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 294
Tabla A79. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97. 294
Tabla A80. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97. 295
Tabla A81. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 295

Universidad de Huelva 2009

Tabla A82. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 295
Tabla A83. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 295
Tabla A84. Nº de días necesarios para el inicio de floración en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 296
Tabla A85. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97. 296
Tabla A86. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97. 296
Tabla A87. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 297
Tabla A88. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 297
Tabla A89. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 297
Tabla A90. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 297
Tabla A91. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97. 298
Tabla A92. Producción precoz (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97. 298
Tabla A93. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 298
Tabla A94. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 299
Tabla A95. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 299
Tabla A96. Producción precoz (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 299
Tabla A97. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97. 299
Tabla A98. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97. 300
Tabla A99. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 300
Tabla A100. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 300

Universidad de Huelva 2009

Tabla A101. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 300
Tabla A102. % de 2ª categoría de la producción precoz en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 301
Tabla A103. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97. 301
Tabla A104. Producción total (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97. 301
Tabla A105. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 302
Tabla A106. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 302
Tabla A107. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 302
Tabla A108. Producción total (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 302
Tabla A109. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97. 303
Tabla A110. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97. 303
Tabla A111. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 303
Tabla A112. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 304
Tabla A113. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 304
Tabla A114. % de 2ª categoría de la producción total en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 304
Tabla A115. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97. 304
Tabla A116. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97. 305
Tabla A117. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 305
Tabla A118. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 305
Tabla A119. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 305

Universidad de Huelva 2009

Tabla A120. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 306
Tabla A121. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97. 306
Tabla A122. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97. 306
Tabla A123. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 307
Tabla A124. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97. 307
Tabla A125. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 307
Tabla A126. Dureza (gr.) de los frutos en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97. 307
Tabla A127. % de supervivencia de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas. 308
Tabla A128. % de supervivencia de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas. 308
Tabla A129. % de supervivencia de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 308
Tabla A130. % de supervivencia de las variedades en cada campaña. 309
Tabla A131. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 309
Tabla A132. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 309
Tabla A133. % de supervivencia en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 309
Tabla A134. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña. 309
Tabla A135. % de supervivencia para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña. 310
Tabla A136. % de supervivencia en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña. 310
Tabla A137. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas. 310
Tabla A138. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas. 310
Tabla A139. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 311
Tabla A140. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades en cada campaña. 311

Universidad de Huelva 2009

Tabla A141. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 311
Tabla A142. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 311
Tabla A143. Nº de días necesarios para el inicio de floración en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 312
Tabla A144. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña. 312
Tabla A145. Nº de días necesarios para el inicio de floración para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña. 312
Tabla A146. Nº de días necesarios para el inicio de floración en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña. 312
Tabla A147. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas. 312
Tabla A148. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas. 313
Tabla A149. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 313
Tabla A150. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades en cada campaña. 313
Tabla A151. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 314
Tabla A152. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 314
Tabla A153. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 314
Tabla A154. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña. 314
Tabla A155. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña. 314
Tabla A156. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña. 314
Tabla A157. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas. 315
Tabla A158. Producción precoz (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas. 315
Tabla A159. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 315

Universidad de Huelva 2009

Tabla A160. Producción precoz (gr./planta) de las variedades en cada campaña. 316
Tabla A161. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 316
Tabla A162. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 316
Tabla A163. Producción precoz (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 316
Tabla A164. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña. 316
Tabla A165. Producción precoz (gr./planta) para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña. 317
Tabla A166. Producción precoz (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña. 317
Tabla A167. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas. 317
Tabla A168. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas. 317
Tabla A169. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 318
Tabla A170. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades en cada campaña. 318
Tabla A171. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 318
Tabla A172. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 318
Tabla A173. % de 2ª categoría de la producción precoz en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 319
Tabla A174. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña. 319
Tabla A175. % de 2ª categoría de la producción precoz para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña. 319
Tabla A176. % de 2ª categoría de la producción precoz en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña. 319
Tabla A177. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas. 319
Tabla A178. Producción total (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas. 320
Tabla A179. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 320

Universidad de Huelva 2009

Tabla A180. Producción total (gr./planta) de las variedades en cada campaña. 320
Tabla A181. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 321
Tabla A182. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 321
Tabla A183. Producción total (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 321
Tabla A184. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña. 321
Tabla A185. Producción total (gr./planta) para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña. 321
Tabla A186. Producción total (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña. 321
Tabla A187. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas. 322
Tabla A188. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas. 322
Tabla A189. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 322
Tabla A190. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades en cada campaña. 323
Tabla A191. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 323
Tabla A192. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 323
Tabla A193. % de 2ª categoría de la producción total en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 323
Tabla A194. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña. 323
Tabla A195. % de 2ª categoría de la producción total para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña. 324
Tabla A196. % de 2ª categoría de la producción total en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña. 324
Tabla A197. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas. 324
Tabla A198. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas. 324
Tabla A199. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 325

Universidad de Huelva 2009

Tabla A200. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades en cada campaña. 325
Tabla A201. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 325
Tabla A202. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 325
Tabla A203. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 326
Tabla A204. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña. 326
Tabla A205. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña. 326
Tabla A206. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña. 326
Tabla A207. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas. 326
Tabla A208. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas. 327
Tabla A209. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 327
Tabla A210. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas en cada campaña. 327
Tabla A211. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas. 328
Tabla A212. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 328
Tabla A213. Dureza (gr.) de los frutos en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas. 328
Tabla A214. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña. 328
Tabla A215. Dureza (gr.) de los frutos para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña. 328
Tabla A216. Dureza (gr.) de los frutos en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña. 328
Tabla A217. AMMI para % de supervivencia. 329
Tabla A218. AMMI para el nº de días necesarios para el inicio de floración. 330
Tabla A219. AMMI para el nº de días necesarios para el inicio de fructificación. 331
Tabla A220. AMMI para la producción precoz (gr./planta). 332
Tabla A221. AMMI para el % de 2ª categoría de la producción precoz. 333
Tabla A222. AMMI para la producción total (gr./planta). 334
Tabla A223. AMMI para el % de 2ª categoría de la producción total. 335
Tabla A224. AMMI para el peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría. 336

Universidad de Huelva 2009

Tabla A225. AMMI para la dureza (gr.) de los frutos. 337
Tabla A226. Resumen de las diferencias significativas del test F para el análisis combinado. 338
Tabla A227. Coeficientes de correlación para las dos campañas. 341
Tabla A228.- Variedades ensayadas por nuestro equipo de trabajo desde 1990. 342
Tabla A229.- Variedades registradas hasta finales de 2002 en OCVV. 348
Tabla A230.- Variedades en vías de registro hasta finales de 2002 en OCVV. 349
Tabla 1.-AD. Especies del género Fragaria, nivel de ploidía y distribución. 350
Tabla 2.-AD. Especies del género Fragaria, nivel de ploidía y distribución. 351
Tabla 3.-AD. Porcentaje de disminución de cosecha en función de la conductividad eléctrica (C.E.) del extracto de saturación del suelo. 361
Tabla 4.-AD. Porcentaje de disminución de cosecha en función del contenido en sales del extracto de saturación. 362
Tabla 5.-AD. Disminución de cosecha en función de la salinidad del agua de riego (Verdier, 1987). 364
Tabla 6.-AD. Disminución de cosecha en función de la salinidad del agua de riego (Bernstein, 1964). 365
Tabla 7.-AD. Extracciones de nutrientes (Kg./ha) en el cultivo de la fresa. 375
Tabla 8.-AD. Producción mundial de fresas en miles de Tm./año. 388
Tabla 9.-AD. Producción europea de fresas en miles de Tm./año. 394
Tabla 10.-AD. Superficie de cultivo de fresa (hectáreas) en Andalucía. 397
Tabla 11.-AD. Producción española de fresas (Tm./año x 1.000). 398
Tabla 12.-AD. Porcentaje de ocupación varietal de la fresa en Huelva. 408
Tabla 13.-AD. Superficie (hectáreas) de fresa cultivada en España y Huelva. 408
Tabla 14.-AD. Alternativas al BM (Tratamientos). Fresa (Huelva). 1997/2001. 416
Tabla 15.-AD. Alternativas al BM (Tratamientos). Viveros (Castilla-León). 1998/2002. 427

Universidad de Huelva 2009

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 99
Gráfico 2.-RD. Desinfección de suelo vs. Variedad. 101
Gráfico 3.-RD. Campaña vs. Fecha de plantación. 103
Gráfico 4.-RD. Campaña vs. Variedad. 104
Gráfico 5.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 104
Gráfico 6.-RD. AMMI del % de supervivencia. 106
Gráfico 7.-RD. Cubierta vs. Variedad. 109
Gráfico 8.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 109
Gráfico 9.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 111
Gráfico 10.-RD. Cubierta vs. Variedad. 112
Gráfico 11.-RD. Campaña vs. Cubierta. 115
Gráfico 12.-RD. Campaña vs. Variedad. 116
Gráfico 13.-RD. Cubierta vs. Variedad. 117
Gráfico 14.-RD. AMMI del inicio de floración. 118
Gráfico 15.-RD. Cubierta vs. Variedad. 122
Gráfico 16.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 123
Gráfico 17.-RD. Campaña vs. Cubierta. 128
Gráfico 18.-RD. Campaña vs. Fecha de plantación. 129
Gráfico 19.-RD. Campaña vs. Variedad. 129
Gráfico 20.-RD. Cubierta vs. Variedad. 130
Gráfico 21.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 131
Gráfico 22.-RD. AMMI del inicio de fructificación. 133
Gráfico 23.-RD. Cubierta vs. Variedad. 137
Gráfico 24.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 138
Gráfico 25.-RD. Cubierta vs. Variedad. 140
Gráfico 26.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 142
Gráfico 27.-RD. Campaña vs. Cubierta. 144
Gráfico 28.-RD. Campaña vs. Fecha de plantación. 145
Gráfico 29.-RD. Desinfección de suelo vs. Cubierta. 146
Gráfico 30.-RD. Campaña vs. Variedad. 147
Gráfico 31.-RD. Cubierta vs. Variedad. 148
Gráfico 32.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 149
Gráfico 33.-RD. AMMI de la producción precoz. 151
Gráfico 34.-RD. Cubierta vs. Variedad. 154
Gráfico 35.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 155
Gráfico 36.-RD. Desinfección de suelo vs. Variedad. 157

Universidad de Huelva 2009

Gráfico 37.-RD. Cubierta vs. Variedad. 158
Gráfico 38.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 159
Gráfico 39.-RD. Campaña vs. Cubierta. 161
Gráfico 40.-RD. Campaña vs. Variedad. 162
Gráfico 41.RD.- Cubierta vs. Variedad. 163
Gráfico 42.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 164
Gráfico 43.-RD. Campaña vs. Fecha de plantación. 165
Gráfico 44.-RD. AMMI del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz. 166
Gráfico 45.-RD. Cubierta vs. Variedad. 169
Gráfico 46.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 171
Gráfico 47.-RD. Cubierta vs. Variedad. 174
Gráfico 48.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 175
Gráfico 49.-RD. Campaña vs. Cubierta. 178
Gráfico 50.-RD. Campaña vs. Variedad. 180
Gráfico 51.-RD Cubierta vs. Variedad. 181
Gráfico 52.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 182
Gráfico 53.-RD. AMMI de la producción total. 184
Gráfico 54.-RD. Cubierta vs. Variedad 187
Gráfico 55.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 189
Gráfico 56.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 191
Gráfico 57.-RD. Cubierta vs. Campaña. 194
Gráfico 58.-RD. Fecha de plantación vs. Campaña. 195
Gráfico 59.-RD. Campaña vs. Variedad. 196
Gráfico 60.-RD. Cubierta x Variedad. 197
Gráfico 61.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 198
Gráfico 62.-RD. AMMI del porcentaje de 2ª categoría de la producción total. 200
Gráfico 63.-RD. Cubierta vs. Variedad. 203
Gráfico 64.-RD. Cubierta vs. Variedad. 205
Gráfico 65.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 206
Gráfico 66.-RD. Cubierta vs. Fecha de plantación. 207
Gráfico 67.-RD. Campaña vs. Cubierta. 209
Gráfico 68.-RD. Campaña vs. Variedad. 210
Gráfico 69.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad. 211
Gráfico 70.-RD. AMMI del peso de los frutos de 1ª categoría. 213
Gráfico 71.-RD. Campaña vs. Cubierta. 220
Gráfico 72.-RD. Campaña vs. Variedad. 221
Gráfico 73.-RD. AMMI de la dureza de los frutos. 222
Gráfico A1. Temperaturas de la campaña 95/96. 339

Universidad de Huelva 2009

Gráfico A2. Temperaturas de la campaña 96/97. 339
Gráfico A3. Precipitaciones de la campaña 95/96. 340
Gráfico A4. Precipitaciones de la campaña 96/97. 340

Universidad de Huelva 2009

1.- Introducción y Objetivos.

El cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) se ha extendido por todo el mundo en las tres últimas décadas. La producción mundial de fresas se ha visto incrementada desde unos niveles próximos a un millón setecientas mil toneladas / año (Tm./año) a finales de los setenta a más de tres millones de Tm./año en la actualidad. Por continentes, Europa y América, gracias al gran potencial productivo de los Estados Unidos y en especial de California, se reparten un alto porcentaje de esta producción. En ambos continentes se concentra el 76% de la producción mundial. Merece mención aparte el caso de España donde se ha multiplicado por 54 la producción desde 1965 hasta 2001; pasándose de unas 6.000 Tm./año a más de 325.000 Tm./año lo que supone más del 24% de la producción anual europea y más del 10% de la producción mundial. España con estas producciones es el segundo productor sólo superado por Estados Unidos que, con cerca de 760.000 Tm./año, aporta el 24% de la producción mundial (FAO, 2002).

El rendimiento y la calidad del fruto de la fresa se ven influidos por la interacción de múltiples factores de muy distinta naturaleza tales como fotoperíodo, temperatura, período de latencia, resistencia a enfermedades, momento de plantación y desinfección del suelo de cultivo. Como resultado de la acción individual de cada uno de estos factores, más la interacción de todos ellos sobre la planta, se produce el efecto de la diferente respuesta de adaptación de una determinada variedad a diferentes zonas de características agroambientales distintas. Se trata pues de un cultivo de microclima (Bartual, 1995).

En la provincia de Huelva el cultivo de la fresa es relativamente reciente y, en general, poco documentado. El material vegetal utilizado en las primeras plantaciones de las que se tiene referencia, a finales de los años cuarenta principios de los cincuenta, correspondía a la variedad francesa "Madame Moutot" de forma mayoritaria. A mediados de los sesenta se introducía la primera colección de variedades no europeas; en concreto de origen californiano, entre las que se encontraban: "Shasta", "Lassen", "Fresno" y "Tioga". Esta última presentaba unas excelentes prestaciones agronómicas y de adaptación, de tal modo que acabó desplazando a "Madame Moutot" y se instalaba como la variedad que monopolizó el cultivo de la fresa en Huelva. A principios de los años ochenta, en otra colección de material vegetal de origen californiano, aparecían las

Universidad de Huelva 2009

primeras variedades de día neutro: "Hecker", "Brighton" y "Aptos" junto a dos variedades de día corto: "Pajaro" y "Douglas" (Aguilar, 1985). Esta última, "Douglas", desplazaba a "Tioga" y ocupó mayoritariamente los cultivos de la zona hasta el último tercio de los años ochenta cuando fue sustituida por la variedad "Chandler". Esta variedad, igual que sus antecesoras no europeas, era también de origen californiano, en concreto de la Universidad de California. Se continuaba así con una tradicional tendencia monovarietal en la zona y así a "Chandler" la reemplazaba otra variedad del mismo origen como era "Oso Grande", a partir de 1993, alcanzando su máximo apogeo en la campaña 1995-1996 (López-Aranda, 1996a). Actualmente es masivamente cultivada la variedad "Camarosa" que sustituyó a "Oso Grande" en la campaña 1997-1998 (López-Aranda, 1998).

En la zona de Huelva, el manejo del cultivo evolucionaba paralelamente al material vegetal, al menos en las primeras décadas. En los años cincuenta, el cultivo era de secano sub-húmedo, localizado en zonas bajas próximas a arroyos, o bien en zonas de umbría donde la humedad del suelo permanece durante más tiempo. El cultivo tenía un carácter plurianual y las plantaciones se ampliaban o renovaban con los estolones hijos de las mismas plantas que el año anterior o anteriores habían servido para producir frutos. A partir de los años sesenta, se comenzó a plantar no ya en suelo desnudo sino en caballones acolchados con plástico, además surgían los primeros sistemas de desinfección de suelos y riego por aspersión y el cultivo comenzaba a tener carácter anual. Se hacía evidente un inicial interés de los agricultores por la sanidad y calidad del material vegetal empleado. Este conjunto de innovaciones se fue implantando poco a poco a lo largo de los años sesenta y setenta hasta que se generalizó (Aguilar, 1985). Con el paso del tiempo, estas innovaciones terminaron perfilándose con el riego por goteo y el forzado del cultivo mediante la instalación de láminas de polietileno transparente, sustentadas por pequeños arquillos metálicos encima del caballón de plantación, dando lugar a los llamados microtúneles o tunelillos. En el inicio de los años ochenta aparecían también los forzados con macrotúneles, construidos a base de grandes arcos que acogen bajo sí varios caballones; han llegado a ser utilizados en el 20% de la superficie total cultivada (DAP, 1996; estimación propia).

A mediados de los noventa, época de inicio de esta Tesis Doctoral, comenzaba a tomar carta de naturaleza en la zona la necesidad de restricción y final prohibición del uso del Bromuro de metilo, como consecuencia del Protocolo de Montreal, dado su alto

Universidad de Huelva 2009

potencial de capacidad destructiva de la capa de ozono; dicho biocida era y es el desinfectante de suelo masivamente usado en Huelva. La estructura varietal de la zona de Huelva se encontraba en un delicado momento de pre-transición desde la variedad "Oso Grande" a "Camarosa", en esos años, aún poco caracterizada su capacidad de adaptación a la zona. Además, existía un gran desconocimiento de dicha capacidad respecto a las variedades europeas de reciente registro y lanzamiento, ya que desde la desaparición del material vegetal europeo en los años cincuenta-sesenta no se había intentado su nueva introducción. Con el fin de estudiar la capacidad de adaptación de ese nuevo material vegetal a situaciones de cultivo diversas, se decidió la realización de esta Tesis Doctoral con el siguiente objetivo general:

- Evaluación agronómica del comportamiento de diferentes variedades de fresa en distintos ambientes agronómicos

Este objetivo general se pretende conseguir por medio de los siguientes objetivos parciales:

a) Determinación de la mejora que conlleva la desinfección de suelo en distintas variedades de fresas.
b) Evaluación del cultivo protegido frente al cultivo al aire libre.
c) Caracterización de la incidencia de las fechas de plantación en diferentes variedades de fresa.
d) Estudio de la interacción G x E.

Universidad de Huelva 2009

2.- Revisión bibliográfica especifica.

2.1.- Las variedades de fresa. Situación varietal.

2.1.1.- Tipos varietales.

Las variedades de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) muestran diferentes tipos de respuesta al fotoperíodo y al termoperíodo. Cada tipo de respuesta ha dado lugar a un tipo de cultivares (variedades comerciales) que es necesario conocer y distinguir. Las variedades de "día corto" diferencian yemas de flor cuando los días llegan a ser cortos y las temperaturas son bajas a finales de verano o principio de otoño. Las diferentes fases de su desarrollo tienden a ser separadas: floración, fructificación y emisión de estolones, en esta secuencia. Las variedades "reflorecientes" (o remontantes) diferencian yemas de flor más libremente en días largos (durante todo el verano) que en días cortos. Los estolones se producen desde principios de primavera hasta que se paran por las bajas temperaturas en otoño.

En contraste con las plantas de "día corto" las variedades "reflorecientes" producen menos estolones y tienden a formar múltiples coronas; de hecho existe una línea de opinión que fundamenta el uso de la micropropagación sólo en las variedades "reflorecientes" para salvar este defecto natural de multiplicación vegetativa (López-Aranda y Medina, 1996). Las variedades de "día neutro" se ven relativamente no afectadas por la longitud del día (fotoperíodo) y por las temperaturas (termoperíodo); fructificarán siempre que las temperaturas sean suficientemente altas para mantener crecimiento. Los estolones se producen durante el verano y continúan hasta el principio de los días cortos. No entran en reposo bajo condiciones de días cortos si prevalecen temperaturas favorables.

Esos grupos de respuesta al foto y termoperíodo, que dan lugar a una clasificación varietal agronómicamente importante, deben usarse sólo a modo de conveniencia y sin deber esperar límites claros entre ellos. De modo que también se recoge otra categoría intermedia entre plantas de "día corto" y "reflorecientes" que incluye a variedades tales como "Aiko", "Red Gaunlet" o "Soquel", las cuales, al ser

Universidad de Huelva 2009

cultivadas, conforme más cálidas son estas condiciones su comportamiento es más de tipo "reflorecientes"; de otra parte, es frecuente la subclasificación de "día neutro" o de "día ligeramente neutro" o de día "fuertemente neutro". Por último hay muchos autores y técnicos que identifican sencillamente las variedades "reflorecientes" con las variedades de "día neutro" en una única clasificación.

Para entender correctamente la influencia del fotoperíodo en los diferentes tipos varietales, hay que tener en cuenta la importancia del termoperíodo. La temperatura afecta a todos los estados de crecimiento y de desarrollo y puede modificar drásticamente las respuestas a la longitud del día. Ello es suficiente para explicar el carácter muy relativo de la clasificación propuesta: día corto, día neutro y reflorescente. Los límites entre los grupos no son discretos, hay un continuo de respuesta, además la confusión de tipos puede incrementarse cuando se utiliza un genotipo en un clima (agroambiente) diferente para el que fue obtenido. A los efectos prácticos que nos interesan, en áreas de importancia del cultivo en zonas templadas, la clasificación principal es la dicotómica: variedades de día corto y de día neutro.

En el epígrafe 8.1.2. de la ADENDA, relativo al comportamiento anual de la planta de fresa, se hace un repaso somero a toda una serie de factores que condicionaban este comportamiento y que ahora se analizan con más detenimiento.

Variedades de día corto

Hay un acuerdo general en aceptar que las denominadas variedades de día corto o variedades de cosecha única, tienen su inducción floral en condiciones de día corto y temperaturas bajas (finales de verano/otoño). Producen estolones vigorosamente hasta que los días se acortan hasta 12/14 horas. Bajo condiciones de día corto, incluso con el estolonado ya parado, el desarrollo de coronas y hojas continuará mientras que las condiciones sean favorables.

Universidad de Huelva 2009

Variedades de día neutro y reflorecientes

Los términos "día neutro" y "refloreciente" se suelen usar como sinónimos, como se ha indicado. Aunque hay fuertes discusiones científicas sobre el tema; algunos autores como Guttridge (1985) señalan que las variedades "reflorecientes" o de fructificación perpetua son mejor descritas si se les denomina de "día neutro"; otros autores señalan que ambos tipos son similares pero distintos (Pritts y Worden, 1988). Otros, sin embargo, señalan que las variedades de "día neutro" son realmente un nuevo tipo de fresas que no debe confundirse con las variedades "reflorecientes" que existen desde antiguo y no han sido adaptadas convenientemente para la producción comercial (Hilmelrick, 1984).

Quizás aquí esté la clave, mientras que las variedades "reflorecientes" son producto de una selección natural en zonas continentales y nórdicas, las variedades de "día neutro" con comportamiento fisiológico y productivo similar, son producto de la mejora genética tradicional que busca la ruptura de la dependencia del fotoperíodo para incrementar las épocas de mercado y su obtención es, hoy por hoy, el mayor objetivo de una gran parte de equipos de mejora genética en EEUU, Canadá y varios países de Europa. Las variedades propiamente "reflorecientes" o "remontantes" no tienen importancia agronómica, al menos desde la perspectiva de los países de clima templado.

Es bien conocido que las primeras variedades de "día neutro" ("Hecker", "Brighton", "Aptos") fueron difundidas en 1979 por Bringhurst y Voth en la Universidad de California; y obtenidas a partir de una hibridación de la variedad "Shasta" con *Fragaria virginiana-glauca* que dio origen a la amplia gama actual donde están entre otras: "Fern", "Selva", "Muir", "Mrak", "Yolo", "Irvine", "Capitola", "Seascape", "Aromas", "Pacific" y "Diamante". Bringhurst (1985) señala la participación como ancestros de las variedades "Lassen" y "Shasta" y de *Fragaria virginiana-glauca* y los años de obtención y difusión de sus más importantes variedades de día neutro (Tabla 1.-RE).

Universidad de Huelva 2009

Tabla 1.-RE. Lanzamiento y progenie de las principales variedades californianas de "día neutro".

Variedad	Año Origen	Año Difusión	Progenie (%) Lassen	Shasta	*F. Virginiana-glauca*
Fern	1972	1983	15,6	3,1	3,1
Selva	1975	1983	14,1	3,1	3,1
Muir	1975	1987	14,1	3,1	3,1
Mrak	1975	1987	17,2	3,1	3,1
Yolo	1975	1987	7,8	3,1	3,1
Irvine	1982	1988	22,7	1,6	1,6
Seascape	1983	1989	22,7	1,6	1,6
Capitola	1983	1989	23,8	1,6	1,6

Volviendo a una sencilla definición de las variedades de día neutro decimos que son aquellas que no se ven afectadas por el fotoperíodo y que pueden fructificar siempre que la temperatura sea suficiente para mantener crecimiento. Los tipos de día neutro florecerán, fructificarán y estolonarán simultáneamente (al menos teóricamente). Producirán una cosecha continuada desde primavera hasta otoño (según climas) con varios picos de cosecha a lo largo del período de cultivo. Los jóvenes estolones de las plantas de "día neutro" florecerán durante la primera estación (en contraste con los de las plantas de día corto y reflorecientes) incluso sin haber llegado a enraizar. Por otra parte, los términos que anteriormente mencionábamos de "día ligeramente neutro" o de "día fuertemente neutro" se utilizan para calificar la capacidad reproductiva de las variedades. Las de "día fuertemente neutro" tendrán muchas inflorescencias por corona, aunque el número total de inflorescencias, por planta, a un tiempo, pueda ser menor que en las de "día ligeramente neutro". En definitiva, las de "día fuertemente neutro" serán más capaces de reflorecer sin períodos de parada.

Un criterio que suele usarse para determinar el carácter de "día neutro" de un determinado material es la cantidad y precocidad de su floración. Las selecciones de "día neutro" pueden identificarse porque florecen en tres meses desde el semillero, mientras que no lo hacen ni las variedades de "día corto" ni las "reflorecientes" (Bringhurst y Voth, 1981). El sector fresero andaluz nunca se ha interesado seriamente por las posibilidades de las variedades de "día neutro" en las condiciones de cultivo de Huelva;

Universidad de Huelva 2009

aunque en los últimos tiempos podría ser diferente (Refoyo, com. pers.) con objeto de cubrir otros nichos comerciales en Europa y/o la utilización de este tipo varietal en el incipiente cultivo fuera de suelo.

2.1.2.- Influencia del fotoperíodo y la temperatura en los distintos tipos varietales.

El fotoperíodo (F) puede influir tanto a las estructuras vegetativas como a las reproductivas de la planta en los puntos de crecimiento. Por lo tanto, afecta a la producción de flores y hojas y también puede modificar la elongación de los estolones, el área foliar y la longitud de los pecíolos. La temperatura de preacondicionamiento (frío) puede también afectar a la respuesta de la planta y a la promoción del crecimiento vegetativo a expensas del desarrollo reproductivo. Todos los factores citados deben ser considerados, cuando se desee evaluar la respuesta de las variedades a las condiciones ambientales. Se seguirán las revisiones hechas por McPherson (1994), Larson (1994) y López-Aranda y Medina (1996).

Fotoperíodo

Las variedades de fresas se clasifican en base a sus respuestas fotoperiódicas, particularmente en relación con la inducción floral y la iniciación de las yemas florales. El tamaño de la hoja, la longitud de los pecíolos y el desarrollo de los estolones también son muy sensibles al fotoperíodo (F) y a la temperatura (T). En muchas variedades hay fuertes interacciones F x T en las que T modifica la respuesta al F. Aunque las respuestas vegetativas y reproductivas de las plantas de fresa a F y a T están bien documentadas, los procesos fisiológicos que las regulan aún no han sido aclarados completamente (López-Aranda, 1996b).

La inducción floral se refiere al proceso que ocurre en una hoja en exposición a las condiciones ambientales que tiene como resultado la producción de una yema de flor. La iniciación floral se refiere a los cambios fisiológicos y anatómicos que ocurren en el meristemo desde la iniciación hasta la antesis, en respuesta a una inducción floral (Durner y Poling, 1985).

Universidad de Huelva 2009

La mayor parte de las variedades de fresa son de día corto (SD), en las que la inducción floral ocurre con F de menos de 14 horas. Sin embargo, la mayoría de las variedades SD exhiben una respuesta SD facultativa, en la que la inducción floral ocurrirá más o menos continuamente sin tener en cuenta F, siempre que T esté por debajo de unos 15°C o 16°C (Guttridge, 1985).

Lovelidge y Beech (1989) señalan que la iniciación de flores se produce en variedades SD tanto en días cortos como largos si la temperatura ambiente permanece entre 6°C y 14°C. Por debajo de 5°C las plantas entran en latencia y por encima de 15°C se hacen vegetativas, bajo días largos. Por tanto, aunque las variedades SD pueden tener diferentes F críticos y un pequeño número de variedades SD son obligadas de producción única ("single-croppers"), con sólo una corta estación de fructificación por año, la mayor parte de las variedades SD florecerán con independencia de F con T moderadamente frías. No se sabe bien si un hábito de SD obligado es una característica varietal inherente o es el resultado de un excesivo vigor vegetativo debido al frío invernal.

Las temperaturas críticas han sido reseñadas entre 9°C y 18°C. A temperaturas más altas, el fotoperíodo se hace más crítico y su umbral se sitúa entre 11 y 16 horas. La longitud del día óptima, en contraste con la crítica, se sitúa entre 8 y 11 horas. El número de ciclos de día corto necesario para inducción floral se sitúa normalmente entre 7 y 14 días, pero puede ser superior a 23. Un enfriamiento previo puede retrasar la inducción hasta 9 semanas. La exposición continuada a ciclos inductivos induce nuevos inicios. Sin embargo, tras una exposición prolongada a días cortos, se establece una condición de reposo o latencia. Guttridge (1969) encontró que después del inicio, el desarrollo posterior de la inflorescencia es sensible al F; los días largos inducen emergencia precoz y mayores inflorescencias con más flores que en exposición continuada a días cortos.

Las variedades reflorecientes (EB) y/o de día neutro (DN) en general florecen con independencia de la longitud del día. Aunque T también modifica la respuesta de F de estos grupos varietales, son menos sensibles a las T altas que las variedades SD. Ya hemos indicado que algunos autores señalan tres grupos, distinguiendo entre variedades EB y DN en base a la promoción de flores en condiciones de día largo en variedades EB y al nulo efecto en variedades DN (Durner et al., 1984). Sin embargo, recordemos que

Universidad de Huelva 2009

otros consideran la división entre estos dos grupos subjetiva y mal definida (Galletta y Bringhurst, 1990 y Guttridge, 1969). Revisando precisamente trabajos de Durner et al. (1984) y Galletta y Bringhurst (1990) estos señalaron modelos de desarrollo floral similares para todos los tipos fotoperiódicos varietales en respuesta a un régimen F x T dado. Concluyeron que la mayor diferencia entre tipos fotoperódicos era una sensibilidad decreciente a las altas T desde SD a EB a DN. Por lo tanto, la floración en fresa se gradúa en un gradiente continuo desde SD obligadas de producción única (caso de la variedad "Fairfax") hasta SD facultativas pasando por los diferentes grados de EB o DN (Guttridge y Anderson, 1976; Nicoll y Galletta, 1987)

En las plantas reflorecientes (EB), la inducción de yema floral se produce principalmente cuando la longitud del día está por encima de 12 horas (Lareau et al., 1986). Las yemas de flor iniciadas al final de la primera fructificación a finales de Junio comienzan a aparecer en Agosto (en el hemisferio norte) para dar una cosecha a finales de verano. Las plantas EB continúan iniciando yemas de flor durante días cortos (menos de 12 horas) pero dichas yemas darán lugar a frutos muy pequeños que se producirán en la parte temprana de la siguiente estación. Las plantas EB son, por tanto, conocidas como variedades de dos cosechas.

En las plantas de día neutro (DN), a una temperatura media de 20 a 21°C, la floración se produce en ciclos regulares de 6 semanas con independencia de F. Por lo tanto, se puede producir desde primavera hasta otoño. Si persisten las temperaturas favorables, las plantas no se verán afectadas por un período de reposo y los estolones pueden florecer y producir fruto también. A ese respecto, una planta de día fuertemente neutro producirá fructificación fácilmente en sus estolones mientras que una planta de día ligeramente neutro no (Lareau et al., 1986). Las plantas DN no son verdaderamente de día neutro a altas temperaturas respecto a la floración. A una temperatura constante de 21°C, se encontró que las variedades de DN eran insensibles a F pero no lo eran a temperaturas superiores (Durner et al., 1984). Son plantas de día largo por encima de 22/18°C.

Los efectos del F en la inducción floral de la fresa ya fueros señalados por Sudds (1928) que observó un incremento de floración bajo un F de 8 horas en comparación con un F normal de mediados de verano de unas 15 horas en Pennsylvania. Darrow y Waldo

Universidad de Huelva 2009

(1933) reconocieron que la T era tan importante como el F en la regulación del crecimiento de la planta. A T por encima de 16°C el F crítico para la iniciación floral era de 10 horas. Se consideró que la latencia, o reposo, en algunas variedades era causada por una combinación de F cortos y T bajas. Este período de reposo fue roto mediante la exposición a T muy frías o, en algunas variedades, simplemente incrementando el F diario.

Para plantas mantenidas con F de 15 horas, día largo (LD), pero con un % de superficie foliar mantenida en condiciones de SD (10 horas de F), la iniciación floral es directamente proporcional al % de superficie foliar total expuesta a SD, mientras el desarrollo de los estolones fue inversamente proporcional. Plantas enteras mantenidas bajo LD no florecieron, pero se produjeron flores en estolones bajo LD con la planta madre unida a ellos pero en condiciones inductivas (SD). Estos experimento de Hartman (1947) fueron considerados como indicativos de que un estímulo de floración se había producido en las hojas y luego fue trasmitido desde la planta madre a sus estolones bajo las apropiadas condiciones de F. Sin embargo, otros estudios no consiguieron confirmar la presencia de tal estímulo transmisible (Guttridge, 1969; Jahn y Dana, 1966 y Leshem y Koller, 1964). La discrepancia entre los estudios, podría ser debida a diferencias varietales o a diferencias en el preacondicionamiento de las plantas.

Observando diversos regímenes de F, la inhibición floral sólo se produjo cuando el período de luz diario fue superior al período de oscuridad (14 y 10 horas, respectivamente) (Hartman, 1947). Con base en estos y otros estudios, se planteó la hipótesis de que una sustancia que inhibe la floración se producía en las hojas durante el período de luz; la floración sólo ocurriría si el inhibidor era agotado durante el período de oscuridad. Por lo tanto, se consideró a la duración del período de oscuridad, más que la del período de luz, como el factor que controlaba la iniciación floral. Sin embargo, Vince-Prue y Guttridge (1973) plantearon una hipótesis en la que la iniciación floral de la fresa no era promovida por las condiciones de SD, propiamente dichas, sino por un inhibidor floral producido bajo las condiciones LD. Por tanto, más que estímulo de floración en SD, la ausencia de condiciones LD libera a la fresa de la inhibición floral.

Se ha observado floración bajo luz continua (Guttridge, 1985 y Collins y Barker, 1964) donde se obtienen resultados que están en contradicción aparente con la mayoría

Universidad de Huelva 2009

de los estudios de regulación del F en la inducción floral de la fresa. Según Larson (1994) este fenómeno puede ser resultado del tipo de fuente de luz utilizada o de un estrés no previsto.

Se han realizado diversos experimentos de defoliación en plantas unidas a través de sus estolones que han demostrado la transmisión de un inhibidor floral y la promoción de crecimiento vegetativo desde las plantas donantes, mantenidas bajo condiciones LD, hacia las plantas receptoras, mantenidas bajos condiciones inductivas SD (Jahn y Dana, 1966; Guttridge, 1956; Guttridge, 1959a; Leshem y Koller, 1964; Thompson y Guttridge, 1960 y Guttridge, 1959b). La iniciación floral en respuesta a la defoliación varía con el tipo varietal fotoperiódico. La defoliación en verano de una variedad SD falló para promover iniciación floral, mientras que la defoliación de una variedad EB intensifica la iniciación floral (Mason, 1966 y 1967). Moore (1968) observó reducciones de rendimiento tras la defoliación y sugirió que la poda de hojas elimina la fuente de una sustancia promotora de la floración. En otro estudio, la defoliación produjo un incremento de la producción debido a un incremento en el número de coronas con flores iniciadas (Guttridge et al., 1961). En este caso, el incremento de floración se atribuyó a la eliminación de la fuente de un inhibidor floral, sustancia promotora del crecimiento localizada en las hojas.

El F tiene un gran efecto en el crecimiento vegetativo y morfología de la fresa, así la formación de estolones, la longitud del peciolo, y el área foliar se incrementan con F crecientes. Los efectos del F en la formación de estolones son dependientes de la variedad; por ejemplo, se ha demostrado que la variedad "Misionary" era mas sensible a LD que "Sparkle" o "Tennessee Beauty". Maas y Cathey (1987) señalaron que la formación de estolones, en respuesta a luz suplementaria varía según el tipo varietal; con exposición a LD, el desarrollo de estolones fue mayor en una variedad SD, intermedio en una variedad EB y no se produjo en una variedad DN, aunque se observó un incremento en coronas secundarias.

Darrow (1966) estableció que los estolones se inician en las variedades de día corto (SD) sólo cuando la longitud del día es de 12 horas o más y cuando las temperaturas se sitúan por encima de 10°C. Las coronas secundarias tienden a formarse más libremente cuando los días son demasiado cortos para los estolones y todavía

Universidad de Huelva 2009

demasiado largos para las yemas de flor. Himelrick (1984) era de la opinión que los días largos tienden a estimular la formación de estolones en los tres tipos fotoperiódicos de fresa, mientras que el estolonado puede inhibirse en plantas SD y DN por días cortos. Sin embargo, Durner et al. (1984) indicaron que hay neutralidad (de día) en la producción de estolones en plantas DN.

Con independencia del pre-acondicionamiento de la planta, el período de división celular en hojas de fresa en fase de expansión incrementa con el incremento de F. El número de células por hoja, el tamaño de hoja, y la longitud del peciolo incrementan con LD; mientras que con SD, la división celular cesa bruscamente tras la emergencia de la hoja, produciendo, con menos células por hoja, hojas más pequeñas con pecíolos más cortos. El efecto del F es principalmente debido a un incremento en el número de células antes que a un incremento del tamaño unitario de las mismas.

Se ha señalado que la división celular en las plantas superiores es promovida por el ácido giberélico (GA_3). Se ha intentado explicar la regulación del F sobre el crecimiento y desarrollo de la fresa basándose en la acción del GA_3 u otra actividad hormonal. La exposición a LD o GA_3 exógeno produjo respuestas similares; por ejemplo, inhibición floral, incremento de la formación de estolones, de la longitud de peciolo y tamaño de hoja. Más aún, se ha observado actividad cuasi GA_3 en extractos de tejidos de fresa y actividad GA_3 incrementada en plantas de fresa expuestas a LD o interrupción nocturna (Uematsu y Katsura, 1983). Sin embargo, giberelinas exógenas aplicadas en ausencia de LD o frío no sustituyeron completamente los factores endógenos que promueven la elongación de pecíolos (Guttridge, 1970).

Se ha determinado una marcada reducción de la auxina endógena en el momento de la inducción floral en fresa, como resultado de la propia inducción floral mas que como factor causante de la misma (Moore y Hough, 1962). Durner y Poling (1988) han sugerido que la iniciación floral en fresa está regulada por dos sustancias, un promotor del crecimiento reproductivo producido bajo condiciones SD, y un promotor del crecimiento vegetativo producido bajo condiciones LD. La producción de esas sustancias es proporcional a la cantidad de área foliar expuesta a condiciones SD o LD y la transmisión vía estolones sólo se produce desde las plantas viejas a las jóvenes.

Universidad de Huelva 2009

gama formada por: "Camarosa", "Carlsbad", "Cuesta", "Laguna" y "Sunset"; Planasa lanzaba su gama Cart: "Cartuno", "Cartdos", "Cartres" y "Cartcua"; la Universidad de Florida lanzaba su variedad "Sweet Charlie" y los principales obtentores italianos (ERSO y CIV) ponen en el mercado variedades mejor adaptadas a las condiciones del sur de España, como "Clea", "Nike" y "Miranda". En pleno declive de "Oso Grande" y fulgurante ascenso de "Camarosa", durante la campaña de 1996, aparecen otras nuevas variedades en la zona como es el caso de "Cegnidarem" y "Arena" de Planasa, nuestra "Andana" del INIA-IVIA-Junta de Andalucía y "Eris", "Tethis" y "Selene" del CIV italiano. Posteriormente, en 1998, en pleno dominio de "Camarosa" aparecen "Tudnew" de Planasa, "Gaviota" de la Universidad de California (que vino también con dos variedades de día neutro como son "Aromas" y "Diamante") y "Carisma" del INIA-IVIA-Junta de Andalucía-Viveros California. En 1999 se produce un vacío de novedades varietales apenas cubierto por la variedad australiana "Hope", que pasó de manera efímera por Huelva. A partir de 2000 se empieza a vislumbrar un cambio importante, en tanto que empiezan a aparecer empresas privadas de origen fundamentalmente estadounidense, que presentan nuevas variedades con una buena adaptación, a priori, al agroambiente onubense. En el 2000 aparece "Cal Giant 3" variedad de California Giant Inc., "Whitney" de DNA Plants, "Treasure", "Ruby" y "Gem Start" de J & P Florida, que en este año reseñado y en el 2001 pretenden restar superficie a "Camarosa" que sigue manteniéndose como variedad masivamente cultivada; sin embargo, ninguna de las expectativas creadas con ellas, que contemplaban nuevos usos comerciales se confirmaron. En 2001 vuelven a aparecer dos variedades de la Universidad de California "Ventana" y "Camino Real"; otras dos variedades del INIA-IVIA-Junta de Andalucía-Viveros California, "Medina" y "Marina" y por último "Chiflón" de Planasa. En 2002 estas cinco variedades extendieron su superficie, junto con "Candonga" también de Planasa, constituyendo en la actualidad las alternativas a "Camarosa". Las expectativas están lideradas por "Ventana" y en menor medida por "Medina" y "Camino Real" (Domínguez-Romero y Medina-Mínguez, J.J., 2002).

Nuestro equipo de trabajo ha ensayado en las condiciones ambientales de la provincia de Huelva, desde 1990, las variedades indicadas en la Tabla A228 del Anexo (Bartual et al., 1995, 1996, 1997 y 1998, Domínguez-Romero y Medina-Mínguez, J.J., 2002, López-Aranda, 1994, 1997 y 1998, López-Aranda y Medina, J.J., 1996, López-

Universidad de Huelva 2009

Aranda et al., 1992, 1993, 1994, 1995a, 1995b, 1996 y 1997, Ruiz-Nieto et al., 1997; Sbrighi et al., 1998).

Finalmente se aporta en las Tablas A229 y A230 la situación a finales de 2002, de la protección de obtenciones vegetales ante la Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales (OCVV), como mejor exponente de la situación actual en Europa. Se muestran por un lado las variedades de fresas ya registradas (Tabla A229) y por otro las que están en vías de registro ante la OCVV (Tabla A230).

2.2.- Desinfección de suelos.

La desinfección del suelo es una práctica fundamental en el cultivo de determinadas especies de interés agronómico, como es el caso de la fresa. Básicamente consiste en la aplicación al suelo, antes de la instalación del cultivo, de algún agente biocida de naturaleza física o química. Esta técnica se emplea tanto para el control de hongos como para el de ácaros, nematodos, insectos y malas hierbas.

La desinfección de suelos con productos químicos es llamada fumigación, cuando estos son volátiles, y su uso tiene más de un siglo de antigüedad. Las primeras aproximaciones a esta técnica se hicieron en Francia, en 1869, como respuesta a los efectos devastadores, que sobre la viña, estaba provocando el áfido *Phyllosera vastatrix*; estos efectos interesaron de manera alarmante a la economía francesa. En esa época, Paul Thenard concibió la idea de utilizar sulfuro de carbono en las primeras pruebas de fumigación de suelo contra este áfido. El sulfuro de carbono había sido utilizado con anterioridad como insecticida de graneros. Las primeras pruebas realizadas resultaron positivas para el control de la plaga; sin embargo, fueron negativas para las plantas debido a que provocaba una defoliación de las mismas. Posteriormente, a principios del siglo XX, se puso de manifiesto que la aplicación al suelo antes de la plantación, de productos que resultaban fitotóxicos como formaldehido, cloroformo, xileno, tolueno o fenol, originaban sobre las plantas efectos similares a los conseguidos con el sulfuro de carbono (Tietz, 1970).

Después de la I Guerra Mundial, se observó que en las zonas que habían sido contaminadas con el gas lacrimógeno cloropicrina, las plantas sufrían una importante

Universidad de Huelva 2009

estimulación en su crecimiento. Este hecho unido a los excedentes existentes, propició la investigación de su posible aplicación como desinfectante de suelos. Russel (1920) hizo referencia a su marcado efecto sobre la productividad del suelo, en tanto que inducía en la planta un desarrollo extraordinario del sistema radicular. Unos años más tarde, Matthews (1924) puso de manifiesto que la cloropicrina tenía unas excelentes propiedades como insecticida, nematicida y fungicida pudiendo devolver a los llamados "suelos cansados" su anterior productividad.

La cloropicrina comenzó a utilizarse en viveros, pero su propia naturaleza nociva e irritante y también corrosiva para determinados metales, así como la dificultad de manejo, impidió que su uso se generalizase. Sin embargo, en los años 50 del pasado siglo empezaron de nuevo la investigaciones para su uso al demostrarse su capacidad para controlar la verticilosis, principal problema con que se encontraba el cultivo de la fresa en aquella época (Wilhelm y Koch, 1956). Este hecho unido a una mejora en la manufactura, manejo y aplicación del producto generalizaron su uso que llega hasta nuestros días.

El bromuro de metilo (BM), es otro fumigante de suelos, cuyas propiedades inicialmente insecticidas fueron descubiertas por Le Goupil en 1932. Comenzó a usarse ya en los años 30 pero fue después de la II Guerra Mundial cuando su uso se fue generalizando; primero en Estados Unidos y después en el resto de países desarrollados. Además de su actividad insecticida, se demostró que el BM tenía una clara actividad nematicida, bactericida, herbicida y fungicida (South, 1994).

Durante 1957 y 1958 se concibió y probó la idea de mezclar el BM con la cloropicrina y se observó el efecto potenciador y sinérgico que un compuesto tiene sobre otro (Wilhelm et al., 1961). Paralelamente, se han desarrollado a lo largo del siglo XX otros productos fumigantes de suelos agrícolas de gran aplicación agrícola y en particular sobre el cultivo de la fresa; por ejemplo, los llamados generadores de metil isotiocianato (Metam Sodio, Metam Potasio, Dazomet), 1,3 dicloropropeno, dicloropropano, etc. y más recientemente, como consecuencia de la futura prohibición y uso de BM que más adelante se analiza, otros fumigantes de suelo tales como ioduro de metilo, bromuro de propargyl, oxido de propileno, dimetil disulfuro, azida sódica, etc., con una experimentación de su puesta a punto en el cultivo de la fresa en pleno desarrollo en los

Universidad de Huelva 2009

últimos años (ver epígrafe 8.6. de la ADENDA). Sin embargo, su revisión queda lejana de los objetivos de esta Tesis Doctoral. Por ello, en los siguientes epígrafes se desarrollará la revisión de las dos técnicas prototipos de desinfección de suelos agrícolas en general y de la fresa en particular, opuestas desde el punto de vista de su impacto sobre el medio ambiente. De una parte la técnica considerada como más eficiente y generalizada en la práctica de la desinfección de suelos en el cultivo de la fresa (aplicación de BM) y de otra su alternativa física, la solarización, cuyos efectos en diversas variedades es objeto de estudio en esta Tesis Doctoral. Finalmente, en la ADENDA se dedicará un amplio epígrafe a una completa actualización sobre las alternativas químicas al BM en el cultivo de la fresa.

2.2.1.- El uso de bromuro de metilo.

El consumo de BM a nivel mundial experimentó un incremento importante en el periodo comprendido entre 1984 y 1992, registrándose una subida del 60%, dejando dicho uso y consumo por encima de 72.000 Tm.. Alrededor del 79,5% se destinaba exclusivamente a la desinfección de suelos agrícolas (Price, 1996). Cuatro años después se estimaba que la producción mundial podía estar entre las 67.000 y las 70.000 toneladas (Jin y Jury, 1995).

La necesidad de la desinfección del suelo para el cultivo de la fresa surgió en California, después de un periodo de 70-80 años de cultivo intensivo durante el que aparecieron graves problemas de suelo que impedían alcanzar las productividades esperadas de las distintas variedades. Este cultivo intensivo de la fresa se inició en California alrededor de 1880 (Wilhelm y Sagen, 1975) y 40 años después, en 1920, las producciones unitarias no superaban 2 Tm./ha que, hacia 1950 y gracias al comportamiento de las nuevas variedades introducidas, llegaron a las 10-12 Tm./ha; pero siempre por debajo de las cosechas esperadas (Wilhelm y Paulus, 1980). En todos esos años, la búsqueda de nuevas zonas de cultivo era constante, desechándose suelos en los que con anterioridad se hubiesen cultivado tomates, patatas y algodón ya que en éstos las plantas de fresa sufrían repentinos colapsos y morían. Se identificó el agente causal de esta enfermedad en los años 30, *Verticillium sp.*, (Thomas, 1931). Pero además de la verticilosis, existían otros factores de naturaleza desconocida que impedían el cultivo eficiente en el mismo suelo durante sucesivos años. Este hecho fue interpretado como un

Universidad de Huelva 2009

agotamiento de los nutrientes del mismo, originando un desplazamiento del cultivo desde los valles hasta las faldas de las colinas, en las que los suelos sólo habían sido utilizados como pastos. Sin embargo, cuando aparecían inviernos húmedos, las plantas desarrollaban fatalmente la enfermedad denominada "estela roja" causada por *Phytphthora fragariae* (Wilhelm y Paulus, 1980). La baja productividad de la fresa en suelos muy fértiles para otros cultivos y la constante aparición de enfermedades radiculares propiciaron las investigaciones sobre enfermedades provocadas por patógenos de suelo, así como las posibles medidas que se podrían adoptar para el control de los mismos. A mediados de los años 50, la citada capacidad de la cloropicrina para el control de la verticilosis y sobre todo los positivos resultados en el control de patógenos de suelo, por parte de la mezcla BM y cloropicrina (Wilhelm et al., 1961), tuvo como consecuencia la utilización masiva de esta mezcla, una vez desarrollada la tecnología que permitía la inyección mecánica al suelo, a la vez que se cubría con una lámina plástica. La producción de la fresa se benefició de un incremento muy importante, estimado entre un 20 y un 40%. Poco años después, alrededor de 1965, casi el 100% del suelo empleado para el cultivo de la fresa en California era sistemáticamente tratado con la mezcla BM y cloropicrina antes de la implantación anual del mismo. Los aumentos de producción y la disminución de enfermedades provocadas por patógenos de suelo fueron tan espectaculares que se distingue, en el cultivo de la fresa en California, una era prefumigación y otra era de la fumigación (Wilhelm y Paulus, 1980).

Los efectos beneficiosos de la mezcla BM y cloropicrina no sólo se circunscriben al aspecto productivo, sino que es conocido su efecto positivo en el aumento del desarrollo de las plantas de fresa; como lo demuestran las experiencias de Moore et al. (1979) con 11 variedades de fresas que manifestaban un incremento general del vigor en relación con los controles no tratados. Por otro lado, el crecimiento de las raíces de la fresa también aumentaba en suelos fumigados con esta mezcla, llegándose a incrementar la densidad de las raíces entre un 19 y un 61% con respecto a los controles (Yuen et al., 1991). También se constató un aumento en el tamaño del fruto de un 16% (Moore et al. 1979).

El conjunto de efectos beneficiosos tiene al control de los hongos patógenos de suelo como la razón justificativa fundamental de su uso, en tanto, que la mayoría de la enfermedades provocadas por estos puede prevenirse mediante fumigación de suelo con

Universidad de Huelva 2009

BM y/o con cloropicrina (Wilhelm et al., 1961). Otro aspecto en el que la fumigación del suelo muestra un aspecto positivo, hace referencia a la absorción de nutrientes por las raíces. Las raíces de la plantas crecidas en suelos fumigados tienen mayor capacidad de absorción de cloruros, fosfatos, potasio y otros nutrientes (Rovira, 1976). Esto parece ser consecuencia del mayor desarrollo de la raíz en suelos desinfectados, como se ha demostrado al medir la densidad de raíces en plantas de fresas en suelos tratados (Yuen et al., 1991). En el caso de la fresa se sabe, que sólo las porciones jóvenes de la raíces en crecimiento activo y no suberizadas, son capaces de absorber nutrientes; éstas tienen una vida corta, entran en senescencia y mueren. El buen estado de la planta depende del equilibrio entre raíces muertas y su reemplazamiento (Wilhelm y Nelson, 1970). La fumigación de los suelos afecta positivamente a la renovación de las raíces y, por tanto, a la productividad. Del mismo modo se ha comprobado que en suelos fumigados las plantas responden mejor a la fertilización inorgánica. Por otro lado, los organismos del suelo eliminados por el tratamiento, liberan nitrógeno amoniacal de sus proteínas, que se acumulan en el suelo y tienden a persistir, ya que las propiedades bactericidas de los fumigantes provocan una parada temporal de la oxidación del nitrógeno amoniacal a nítrico; el nitrógeno queda en el suelo disponible para las plantas en una forma de lenta liberación (Wilhelm y Paulus, 1980).

La fumigación de suelos, con BM y/o con cloropicrina, también tiene una serie de efectos perjudiciales, que se hace más patente en unos cultivos que en otros. Es conocido que en California los suelos bromurados no se consideraban aptos para el cultivo del clavel, del ajo y de la remolacha azucarera. En el caso de los esquejes de clavel, sufrían fitotoxicidad en suelos tratados con BM debido a efecto de los productos de degradación del fumigante (Kempton y Maw, 1974). Este efecto puede evitarse si después del tratamiento y antes de la siembra se efectúa un riego superior a 30 mm. En el cultivo de la fresa, por el contrario, es difícil encontrar situaciones de fitotoxicidad.

Los fumigantes de suelos pueden esterilizarlos parcialmente, creando un vacío biológico. Este hecho favorece la rápida reinvasión por hongos u otros microorganismos procedentes de suelos adyacentes o de capas profundas, que al no encontrar competidores, pueden desarrollarse rápidamente. Se ha comprobado una rápida reinvasión por *Rhizoctonia solani* y *Pythium sp.* en suelos tratados con cloropicrina (Kreutzer, 1965). Este efecto conocido como efecto "boomerang" tiene dos vertientes;

Universidad de Huelva 2009

por una lado, se da el fenómeno de cambio de enfermedad que surge cuando el tratamiento controla a un determinado patógeno, propiciando el ataque de otro distinto (Haasis, 1952) y, por otro lado, el aumento de enfermedad que se manifiesta con un favorecimiento de la misma que se pretendía controlar, debido presumiblemente a la eliminación de competidores del organismo causal (Altman, 1970).

El BM es un potente agente metilante lo que le confiere un alto poder a la hora de atacar todos los grupos carboxilos, SH y aminos de los constituyentes de la materia viva. Así es conocido desde 1941 (Blackburn y Philips, citados por Price, 1996) el poder esterificante del BM en grupos carboxilos libres en colágeno y gelatina y de los grupos SH de las proteínas, repercutiendo en la estructura secundaria de las mismas. El ataque por metilación de los grupos aminos hace al ADN enormemente susceptible, siendo atacado al nivel de las bases púricas y pirimidínicas de los nucleótidos que lo constituyen. Finalmente, la liposolubilidad del BM le permite entrar con gran facilidad a través de los lípidos de membrana en el interior celular y poder actuar a nivel molecular como hemos señalado (Price, 1996). Tras la desinfección de un suelo con BM hay una parte de él que, generalmente, permanece en el suelo como bromo residual, este bromo es muy soluble y es fácilmente absorbido por las plantas. Conviene eliminarlo por lavados para lo cual es necesario un drenaje libre y la aplicación de agua suficiente. Existe gran evidencia de la acumulación de bromo en partes vegetativas y reproductoras de las plantas cultivadas, tras la fumigación con BM. La cantidad de bromo que se encuentra en el suelo influye directamente sobre su contenido en las plantas que se cultivan en dichos suelos. La absorción del bromo es muy activa en las primeras fases del crecimiento de las plantas, provocando concentraciones altas de bromo. A medida que la planta se desarrolla la concentración desciende debido, principalmente, a que disminuye la velocidad de absorción y se diluye al aumentar el peso de la planta. De acuerdo con esta dinámica de absorción, la planta concentra a lo largo de su desarrollo y hasta la recolección final, ciertas cantidades de bromo que merecen especial atención ya que pueden tener consecuencias variables en función de los niveles alcanzados. A concentraciones fisiológicas (bajas), se ha descrito que el bromo en las plantas puede ejercer efectos positivos como estimular la germinación en los granos de polen e incrementar el contenido de aminoácidos en maíz y cebada. A concentraciones elevadas se puede alterar el propio crecimiento y desarrollo de la planta, se puede ver afectado el proceso de

Universidad de Huelva 2009

absorción de nutrientes minerales, habiéndose descrito un incremento en la absorción de los iones fosfatos y una competencia en la de nitratos (Pons, 1984).

La acumulación en la planta del bromo no es uniforme, sino que varía en sus distintos órganos, estando tal acumulación relacionada con la intensidad de transpiración del órgano. Así, en general, las hojas acumulan mas bromo que los tallos, los frutos y las raíces. Las hojas más viejas y las más expuestas a la transpiración son las que concentran mayor cantidad (Pons, 1984). Esto está relacionado con la diferente acumulación de bromo existente en las distintas especies comestibles, según se aprovechen sus tubérculos, rizomas, frutos u hojas. La Organización Mundial de la Salud establece los valores máximos autorizados para el bromo entre 20-30 mg/kg. de vegetal (Pons, 1984).

Schnabel et al. (1995) estudiando como afecta la acumulación de bromo en *Lolium perenne* L. cultivado en suelos con desigual drenaje y con distinto abonado nitrogenado observaron que hay mayor acumulo de bromo en las plantas cultivadas en el suelo mejor drenado cuando no se ha hecho ningún aporte de nitrógeno. Además se pone de manifiesto que el 32% del bromo aplicado al suelo pasa a las plantas, en el caso de las plantas que crecen en suelo bien drenado un 38% y en el caso del suelo peor drenado un 27%.

Los trabajos de Yates et al. (1996) aclararon que después de una aplicación de BM al suelo, una buena parte del mismo se volatiliza rápidamente y pasa, a través del plástico, a la atmósfera; este valor los podemos estimar en un 61% de la dosis aplicada; el 39% restante, en el espacio de pocos días (11-12 días) se convierte en ión bromo. Este ión bromo está de manera natural en los suelos con una presencia de 10 mg/kg. de suelo y con ocasión de una fumigación puede llegar a 218 mg/kg. de suelo. La vida media del BM en el suelo está condicionado por el contenido en agua del mismo, cuando el contenido está en valores de entre 11,5% y 19,4% la vida media es de 12,5 días, pero este valor baja hasta 10,7 días en zona saturada de agua (Jin y Jury, 1995). La fresa es una especie considerada como poco susceptible al BM y que, además, absorbe menos bromo que otras plantas, pasando una pequeña proporción al fruto (Brown et al. 1979).

Dentro de los efectos perjudiciales del BM para el cultivo de la fresa y de otras especies cultivadas, se ha dejado para el final el efecto negativo que ejerce sobre la capa

Universidad de Huelva 2009

de ozono, que aún siendo un efecto negativo indirecto repercute finalmente en el desarrollo y futuro inmediato del cultivo que nos ocupa. Este principal efecto negativo de la desinfección con BM sólo o en mezcla con cloropicrina es uno de los motivos fundamentales para introducir en esta Tesis Doctoral como primer factor experimental la desinfección de suelos mediante solarización como prototipo de técnica respetuosa con el medio ambiente en el área de la agronomía.

Hasta 1991 el BM era un compuesto químico poco conocido, pero el descubrimiento, en ese mismo año, de su capacidad para interaccionar con el ozono, y por tanto, su potencial contribución en la disminución de la capa de ozono estratosférica, lo ha hecho verdaderamente popular a nivel de opinión pública y ha sido objeto de multitud de proyectos de investigación para la búsqueda de sustitutivos de todo tipo. En 1992, en Copenhague, tuvo lugar la IV Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal (acuerdo internacional que controla la producción y el consumo de sustancias que destruyen la capa de ozono) y en ella se decidió incluir al BM en la lista de sustancias destructoras de la capa de ozono. También se acordó que en Enero de 1995 los niveles de producción de BM no deberían ser mayores que los de 1991 (Price, 1996).

Antes de seguir con la problemática del Protocolo de Montreal, es interesante aportar una revisión sobre el BM y la capa de ozono. Los compuestos de bromo suponen en la atmósfera un 1%, en comparación con los compuestos de cloro, pero el potencial degradativo de los primeros frente a los segundos es del orden de 30 a 40 veces mayor según unos autores (Sing y Kanakidou, 1993) y de 30 a 100 veces mayor según otros (Wofsy et al., 1975; Prather et al., 1984; Albritton y Watson, 1992). Por otro lado, la vida media de estos compuestos de bromo es de 2 años, aproximadamente, frente a los 80-100 años de los clorofluorocarbonos (Majewski et al., 1995). Las fuentes del BM presentes en la atmósfera, son varias, así se estima que entre un 20% y un 50% es de origen antropogénico y entre un 50% y un 80% es de origen natural, sobre todo procedente de los océanos (Sing y Kanakidou, 1993). Pero una parte importante de lo producido por los océanos, entre un 60% y un 75% es degradado por la propia agua marina (Elliot y Rowland, 1993).

La distribución atmosférica del ozono, que juega un papel vital para el desarrollo de la vida en la Tierra como filtro de la radiación ultravioleta procedente del sol, es muy

Universidad de Huelva 2009

irregular. En la troposfera, la concentración del ozono es de 10.000-30.000 partes por billón; mientras que en la estratosfera (entre los 16 y 160 Km.), la concentración es de 10 partes por millón. Es en la estratosfera donde se encuentra el 90% del ozono de toda la atmósfera (Ristaino y Thomas, 1997).

Tras la IV Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal de 1992 en Copenhague, tuvo lugar en Viena, en Diciembre de 1995, la VII Reunión donde se acordó un primer plan de reducción para los países desarrollados, 3 años después de que se estableciese la eliminación del BM, eliminación que fue impulsada también por la EPA (Environmental Protection Agency) norteamericana. El plan de reducción era:

- Hasta el 1/1/2001 reducción del 25% en el consumo respecto al de 1991.
- Hasta el 1/1/2005 reducción del 50% en el consumo respecto al de 1991.
- Hasta el 1/1/2010 reducción del 100% en el consumo respecto al de 1991.

El umbral del 2010 se adelantaba en Septiembre de 1997 en la IX Reunión de las Partes del Protocolo y se trasladaba la eliminación al año 2005. Pero la promulgación de la Clean Air Acta en 1990 que permitía a la EPA norteamericana la prohibición de producción e importación de BM a 1 de Enero de 2001 en dicho país, era una muestra de lo que iba a suceder en la Unión Europea. Así en Julio de 1998, la Comisión Europea adoptaba una propuesta de Reglamento en la que se adelantaba al año 2001 la prohibición de uso y producción de BM (López-Aranda et al., 1998). Diversos factores de la coyuntura internacional hicieron que Europa retrasase esa prohibición. En efecto, el Reglamento CE nº 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de Junio de 2000, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono, fijaba definitivamente la prohibición de producción y uso de BM en todo el territorio de la Unión Europea al 31 de Diciembre de 2004. Dicho Reglamento establece un calendario de reducción de fabricación y uso de BM que finaliza en 2005 y establece una posibilidad de prórroga en ciertas condiciones muy especiales, denominada como "Usos críticos". Así, su artículo 3º establece que el nivel calculado de producción de BM en 1999 y 2000 no sobrepasará el 75% del nivel calculado de la producción de BM en 1991; en 2001 y 2002 no sobrepasará el 40% de dicho nivel y en 2003 y 2004 no se sobrepasará el 25% Este es el plan que actualmente esta en vigor (López-Aranda, 1999a; 1999b).

Universidad de Huelva 2009

Algunos países del norte de Europa han eliminado ya el uso del BM, como es el caso de Dinamarca y Holanda, mediante cultivos sin suelo y vapor de agua aunque los cultivos sin suelo pueden presentar graves problemas patológicos.

La inclusión, en 1992, del BM en la lista de sustancias destructoras de la capa de ozono, hacía necesario la puesta en marcha de distintos proyectos de investigación que tienen como objetivo la búsqueda de alternativas, a este compuesto químico que es, con diferencia, el más usado en el mundo para la desinfección de suelos. Tal situación nos llevó a contemplar en esta Tesis Doctoral, como se ha indicado anteriormente, la utilización de otro método de desinfección más acorde con el respeto al medio ambiente y con eficacia contrastada en países de clima templado: la solarización, que a continuación pasamos a describir.

2.2.2.- El uso de la solarización del suelo.

La solarización es una técnica de desinfección basada en el aprovechamiento de la radiación solar que, por calentamiento, eleva la temperatura de un suelo, con un contenido de humedad a capacidad de campo, previamente cubierto con una lámina de plástico transparente (generalmente polietileno, en adelante P.E.). Se persigue con ello la elevación de las temperaturas máximas del suelo hasta un nivel letal o subletal para los organismos patógenos (Katan, 1981).

La idea de la solarización tiene su base en las observaciones de técnicos agrícolas del Valle del Jordan (Israel), donde se seguía la práctica de acolchar el suelo con plásticos para evitar el efecto de las heladas sobre algunos cultivos. Se comprobó que en las zonas acolchadas se producían incrementos importantes en las temperaturas del suelo. Un equipo de investigadores israelíes estudió la posibilidad de controlar los patógenos del suelo, cubriéndolo con plásticos en la época más cálida y antes del comienzo del cultivo. El primer trabajo sobre la solarización se publicó en 1976 (Katan et al., 1976). y las investigaciones han proseguido tanto en el país de origen como en otros muchos de condiciones climáticas favorables. Precisamente miembros de nuestro equipo de trabajo publicaban en castellano la práctica de la solarización para el cultivo de la fresa, entre otros, en Israel y West Bank (territorios ocupados palestinos), a modo de divulgación hace más de veinte años (López-Aranda, 1980). No obstante, los principios de esta

Universidad de Huelva 2009

técnica eran conocidos antes de 1976; es sabido que el aprovechamiento de la energía solar para la agricultura se inició con el uso de invernaderos. Además, el calentamiento artificial del suelo mediante vapor de agua a altas temperaturas se ha empleado desde finales del siglo XIX para el control de patógenos de suelo en invernaderos.

El calentamiento por radiación solar del suelo cubierto con P.E. transparente se debe al efecto invernadero y depende de factores climáticos, edáficos y de las características de la cubierta plástica empleada. Al colocar el plástico sobre el suelo disminuye en éste la evaporación de agua a la atmósfera, se favorece la condensación en la cara interna del P.E., todo ello provoca una reducción de la transmisividad de la radiación de onda larga, por lo que el efecto invernadero se ve incrementado (Mahrer, 1979). Las propiedades térmicas de un suelo dependen de su color, textura y contenido en agua. El incremento de temperatura en un suelo húmedo cubierto con plástico se debe principalmente a la eliminación de la evaporación y parcialmente al efecto invernadero, aumentando la temperatura máxima del suelo con el contenido hídrico del mismo (Mahrer et al., 1984); mientras que en un suelo seco el principal mecanismo es el efecto invernadero, por lo que los incrementos de temperatura son menores.

En general, el suelo tiene una capacidad térmica relativamente alta y una baja conductividad. El resultado es una lenta penetración del calor, pero también una pérdida lenta, cuando por la noche se produce la inversión del gradiente de temperatura entre el suelo y la atmósfera. En todas las experiencias de solarización, las temperaturas máximas diarias se alcanzan en la capa superior del suelo (0-5 cm) y llegan a los 60°C (Pullman et al., 1981b). En capas más profundas las temperaturas máximas son menores, pero se mantienen durante más tiempo. De igual modo la diferencia entre temperatura máxima y mínima se va reduciendo con la profundidad. La efectividad de la solarización no solo depende de las temperaturas alcanzadas y el tiempo que se mantengan, sino también de los calentamientos sucesivos del suelo a lo largo de los días (Katan, 1980).

La solarización controla un amplio espectro de enfermedades del suelo, hongos, nematodos, bacterias y tiene un buen efecto herbicida; además origina complejos cambios en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo que repercuten positivamente en el desarrollo, en el crecimiento, en la calidad y en la cosecha de las plantas, siendo estos cambios evidentes a lo largo de varios años (Stapleton, 1994; Katan, 1981; Katan y

Universidad de Huelva 2009

De Vay 1991; De Vay et al., 1990). La solarización, además de desinfectar el suelo, reduce o elimina la necesidad de fumigación, elimina la existencia de residuos tóxicos e incrementa los niveles de nutrientes minerales disponibles en el suelo, como consecuencia de su acción sobre los componentes menos solubles de la materia orgánica. Por otro lado, provoca cambios en la microflora del suelo que tienen como consecuencia el desarrollo de organismo beneficiosos. Otros aspectos positivos tienen que ver con la conservación del agua en el suelo a lo largo del tiempo de aplicación de los plásticos y con el aprovechamiento de éstos como acolchado donde se desarrolle directamente el cultivo, con el consiguiente ahorro económico (Stapleton, 1994; Katan y De Vay, 1991).

La solarización sola o en combinación con otras técnicas, podría adoptarse como una técnica de control de patógenos y de plagas del suelo en una amplia gama de climas de sistemas de cultivos. Desde su inicio, en 1976, se ha probado y modificado, según las condiciones locales, en más de 50 países, entre los que figuran los Estados Unidos (California, Florida, Carolina del Norte y otros estados), Israel, Egipto, Francia, India, Irán, Siria, Grecia, Marruecos y Japón, entre otros, para el control de nematodos, hongos y malas hierbas en una amplía gama de cultivos (Hartz et al., 1993; Katan, 1984, 1981; Ristaino et al., 1996 y 1991; Stapleton, 1994, Wu, 1996; Chase et al., 1997). Afek, (1991) afirmó que la solarización reduce o elimina los niveles de patógenos o plagas presentes en el suelo, que los rendimientos pueden incrementarse de manera significativa y que su efecto puede persistir durante varios años.

La solarización del suelo ha resultado efectiva en un conjunto amplio de cultivos, como tomate, berenjena o pimienta en la zona norte de Florida y Carolina del Norte, en fresa, lechuga y otras hortalizas en California (Gamliel y Stapleton, 1993; Hartz et al. 1993; Ristaino et al., 1991) y en la producción de plantas de viveros en el sudeste de los Estados Unidos. También se ha demostrado su eficacia en otros cultivos como pistacho, almendra, zanahoria, ajo, cacahuete, patata, sandia, cebolla, alcachofa y judía (Katan y De Vay, 1991). Es importante resaltar que la eficacia de esta herramienta de control, está íntimamente vinculada a factores tales como clima, incidencia de radiación solar en los días de aplicación; textura y preparación del terreno y manejo del suelo.

A causa de su naturaleza pasiva, la solarización tiene limitado su ámbito de aplicación a zonas cálidas. Sin embargo, se han obtenido buenos resultados en zonas más

Universidad de Huelva 2009

húmedas, como las del sudeste de Estados Unidos, donde se han conseguido temperaturas de hasta 50°C a 5 cm de profundidad frente a los 36°C obtenidos en el suelo testigo. Otras modificaciones de tipo práctico se han llevado acabo en Texas y norte de Florida donde el plástico usado para la solarización, durante el verano, ha sido pintado de blanco y ha servido de acolchado para el cultivo de tomates y melones. En esa línea, en el Valle del Jordán se utiliza P.E. opaco (negro) para solarizar en los meses de más calor y posteriormente ser usada la lámina de P.E. como acolchado para el cultivo de hortalizas. Estas modificaciones representan también unas excelentes adaptaciones de la técnica para minimizar los gastos (Stapleton, 1996). Además se ha demostrado que los plásticos viejos, ya usados, son más eficientes que los nuevos porque las propiedades fotométricas de las láminas de P.E. cambian con el proceso de envejecimiento (Katan y De Vay, 1991).

Para a llevar a cabo la solarización, el proceso normal consiste en la aplicación de una lámina de P.E. al suelo, durante 4-6 semanas, en la época de mayor calor. Sin embargo, para realizar un uso óptimo, se podría alargar este tiempo o también ajustarlo al momento de plantación del cultivo en cuestión. Por otro lado, este tiempo puede ser reducido cuando se combine la solarización con otros pesticidas de naturaleza química o no (ver epígrafe 8.6. de la ADENDA). La preparación del suelo es esencial para el buen funcionamiento de la técnica; éste debe estar mullido, permitiendo una homogénea infiltración del agua en el mismo, y su superficie debe quedar completamente lisa para favorecer una íntima unión entre la lámina plástica y el suelo (Stapleton, 1996). Con el fin de dar al suelo la humedad idónea es recomendable regar con aspersión entre 1 y 4 días antes de la colocación del plástico. Alternativamente, pueden instalarse varias cintas de riego por goteo bajo la lámina de P.E. con el fin de mantener la humedad necesaria (Katan 1981). Los plásticos se aplican en bandas de unos 60 cm de ancho sobre la cama de plantación, o bien dispuestos unos al lado de otro y unidos por calor o pegados o enterrados en el suelo. Es aconsejable la colocación de los plásticos de manera continua con el fin de evitar el efecto borde, que pone de manifiesto la menor eficiencia del tratamiento por calor en las periferias de los plásticos frente a la eficiencia en las zonas centrales de los mismos. En este sentido la colocación de los plásticos en bandas presenta claras desventajas (Katan y De Vay, 1991). Actualmente los plásticos utilizados para la solarización son resistentes a los rayos ultravioleta y tienden a ser plásticos de 2 láminas (bi-capa) que simulan la solarización bajo condiciones de invernadero, obteniendo un

Universidad de Huelva 2009

aumento de entre 3 y 10°C frente a la temperatura conseguida con plásticos de una sola lámina (Katan y De Vay, 1991; De Vay et al., 1990).

La solarización ocasiona en el suelo cambios de tipo físico, químico y biológico como consecuencia de la elevación de temperaturas, entre 2 y 15°C frente al suelo no solarizado. Las temperaturas logradas en Israel durante los meses de Julio y Agosto a profundidades de 5 y 20 cm son de 45-55°C y 39-45°C respectivamente; en California a 5 cm de profundidad se obtenido valores de hasta 60°C (Katan, 1981) y en Florida a profundidades de 5, 15 y 25 cm temperaturas de 49,5, 46 y 41,5°C respectivamente (Chellemi et al., 1994). El éxito de la solarización se basa en el hecho de que la mayoría de las plantas, patógenos y plagas son incapaces de sobrevivir, largos períodos, a temperaturas por encima de 37°C. La sensibilidad al calor de estos organismos radica en la sensibilidad de las membranas celulares para funcionar a altas temperaturas y a la inactivación de determinados sistemas enzimáticos, especialmente de enzimas respiratorios (De Vay et al., 1990). Los patógenos pueden no eliminarse totalmente pero pueden quedar en una situación llamada subletal que los deja incapaces para dañar los cultivos. Por otro lado, a temperatura de suelo de 37°C la exposición requerida para la eliminación de un patógeno es de 2 a 4 semanas; sin embargo, a 47°C con una exposición de 1 a 6 horas es suficiente para eliminarlo (Katan y De Vay, 1991).

Entre los principales hongos controlados por la solarización pueden destacarse: *Verticillium sp* en tomate y patata (Katan 1980), *Fusarium sp.* en tomate, melón, cebolla (Katan, 1980) y fresa en campo al aire libre (Kodama y Fukui, 1982a) y en invernadero (Kodama y Fukui, 1982b), *Rhizoctonia solani* en patata y cebolla (Katan, 1980) y *Pythium ultimun* en algodón (Pullman et al., 1981b).

Por el contrario, hay patógenos que son resistentes a la solarización, como es el caso del hongo *Macrophomina phaseolina*, que sobrevive a todas las profundidades maestreadas después de 26 días de tratamiento (McCain et al., 1982). En el caso del complejo de podredumbre de la raíz del pepino, de etiología incierta pero relacionada con *Pythium sp.* y *Fusarium sp.*, la solarización no resulta eficaz para el control ni provoca un aumento de cosecha (Malathrakis, 1987).

Universidad de Huelva 2009

El aumento en el crecimiento y en la producción es un efecto que generalmente se observa en plantas crecidas en suelos parcialmente esterilizados; en principio, este hecho se explicó en base al control de los patógenos del suelo. Así, dicho control sería, al menos en parte, responsable del aumento de crecimiento y cosecha en suelos con patógenos conocidos. Mediante la solarización se consiguió reducir la incidencia de la podredumbre blanca de la cebolla en un 36%, lo que supuso un incremento de la cosecha de 568% (Abdel-Rahim et al., 1987b). La producción de gerbera también se incrementó mediante solarización al reducirse en un 45% la enfermedad de "podredumbre de raíz" de esta planta (Kaewruang et al., 1989). De igual modo el control de root knot y corky root hizo aumentar la cosecha de tomate en un 242% (Abdel-Rahim et al., 1987a) y el de *Verticillium* sp. y *Fusarium* sp. en algodón en un 60% y entre un 40-120%, respectivamente (Pullman et al., 1981b; Katan et al., 1983).

Los aumentos de crecimiento y producción se hacen también extensivos a suelos libres de patógenos conocidos; por ejemplo, en tomate y vid (Barbercheck y Von Broembsen, 1986), trigo y nabo (Rubin y Benjamín, 1983) y rábano, en el que además se obtuvo superior calidad (Vanacci et al., 1987). En fresas Locascio et al. (1999) observaron producciones estadísticamente similares a las obtenidas con métodos de tipo químico. También ocurre una mayor germinación y crecimiento en plántulas de algodonero, sorgo y tomate (Pullman et al., 1982). Para explicar este efecto beneficioso, se han propuestos algunos mecanismos, entre los que se puede citar incrementos en las concentraciones de macro y micronutrientes en el suelo, estimulación de rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas y eliminación de "patógenos menores" (o sub-letales) que estarían en relación con la llamada "fatiga o cansancio del suelo". Análisis de suelos solarizados revelan un mayor contenido en iones nitrato y amonio y en fósforo, magnesio, potasio y materia orgánica (Chen y Katan, 1980; Stapleton et al., 1983), aunque no se tiene la certeza de que estos cambios sean los responsables del incremento de desarrollo y producción.

La solarización afecta a un amplio rango de la microflora del suelo, pudiendo alterarse tanto cuantitativamente como cualitativamente. Algunas bacterias como *Pseudomonas fluorescens*, aumentan en raíces crecidas en suelos solarizados, pudiendo llegar a incrementarse hasta un 469% en relación al control sin solarizar (Stapleton y De Vay, 1982). Parece fuera de dudas que estas bacterias y sus metabolitos, ejercen un

Universidad de Huelva 2009

efecto beneficioso sobre el crecimiento de las plantas, debido a su antagonismo frente a numerosos hongos y bacterias patógenos de suelo (Defago y Hass, 1990). La solarización mejora el crecimiento y cosecha de plantas en monocultivo. Así, en terrenos de monocultivo disminuye la colonización de raíces por *Pseudomonas fluorescens*. La solarización revierte ese efecto, consiguiendo que raíces de plantas de algodonero en monocultivo alcancen buenos niveles de colonización (Gamliel et al., 1987).

El crecimiento de las plantas y la calidad de la cosecha pueden verse limitados también por "patógenos menores". Una mayoría de los trabajos sobre solarización en este sentido hacen referencia a la eliminación de *Pythium* sp. de los tejidos de la raíz y a un aumento de las micorrizas, que se muestran más termo tolerantes que otros grupos de hongos (Pullman et al., 1981a; Nair et al., 1990). En efecto, en los casos de monocultivo como la fresa en Huelva (caso de cultivo insistente de una misma especie vegetal año tras año en el mismo terreno), la actividad de estos "patógenos menores" o sub-letales alcanza cada vez mayor importancia para explicar el fenómeno de la "fatiga o cansancio" del suelo, incluso en ausencia de patógenos letales del suelo.

Dentro de las diferentes hipótesis para explicar este fenómeno: procesos alelopáticos, reducción de la actividad de la flora microbiana (principalmente la acción de las poblaciones de *Trichoderma*), cambios en la química del suelo (principalmente del Nitrógeno), la actividad de los patógenos sub-letales y con seguridad la resultante de todas ellas; la hipótesis de los patógenos sub-letales va alcanzando importancia decisiva para la explicación del fenómeno, con carácter general, gracias a los trabajos de diversos autores (Eshel et al., 2000; Gamliel y Katan, 1991; 1992a; 1992b; 1993) entre otros. En el caso de la fresa, esta actividad reductora del crecimiento y cantidad de cosecha en suelos repetidamente cultivados sin desinfección y en ausencia de patógenos letales tales como *P. cactorum* o *Verticillium* sp. ha comenzado a documentarse con bastante claridad en la línea de los anteriores autores, por parte de Martin (1997, 1998, 1999, 2000, 2001), Pinkerton et al. (2002), Wing et al. (1994) y Yuen et al. (1991). Estos autores han puesto en evidencia la responsabilidad de hongos encuadrados en el denominado "black root rot" de la fresa, principalmente *Pythium* spp. (el más importante *Pythium ultimum*), *Rhizoctonia* spp.y *Cylindrocarpon* spp., en ese fenómeno de la "fatiga o cansancio" del suelo y la consecuente bajada del tamaño de plantas y calidad de cosecha en cultivos de fresa sin desinfección de suelos a lo largo de los años.

Universidad de Huelva 2009

desinfección de suelos en la producción de fresa, utilizando solarización sola, BM en mezcla 98-2 y 67-33 con cloropicrina y otros fungicidas del suelo. Dicha autora estableció que la fumigación con BM y la solarización favorecían la precocidad e incrementaban la producción, aunque la solarización era menos eficaz en el control de una población de *Pythium* sp.. Los trabajos de Diéguez (1992), dieron lugar a la primera aplicación sistemática de la técnica de la solarización en el cultivo de la fresa en Huelva; esta actividad era continuada por la Tesis Doctoral que ahora se presenta y por las actividades sobre alternativas al BM que se describen en el epígrafe 8.6. de la ADENDA.

Se ha estudiado la solarización sola y combinada con Metam Sodio como técnica alternativa específica para este cultivo, (Hartz et al., 1993; Himelrick y Dozier, 1991), dichos tratamientos eran efectivos para el control de *Phytophthora cactorum y Verticillium dahliae* pero el control de malas hierbas y la producción en los tratamientos de solarización sola eran inferiores a los de BM. Sin embargo, la solarización sola incrementaba en un 12% aproximadamente la producción final y combinada con Metam Sodio en un 29% frente a los controles sin desinfección, durante dos años consecutivos (Hartz et al., 1993).

Igualmente, se estudiaron los efectos de la cloropicrina pura, Dazomet y Enzone, junto a los tratamientos de solarización sola y solarización combinada con Metam Sodio (Larson, 1995; Larson y Sterrett, 1994; Larson y Shaw, 1995a; Larson y Shaw, 1995b; Williams, 1996). Junto al BM, la cloropicrina obtenía los mejores resultados en producción y en control de hongos de suelo, aunque tuvo menor eficacia frente a malas hierbas, dichos autores sugieren el uso de Cloropicrina también en combinación con 1,3 dicloropropeno o en combinación con Metam Sodio; sin embargo, insistieron en una reducción del 10 al 15% de los rendimientos, tanto en fructificación como en vivero, de la mejor de las técnicas alternativas frente a la mezcla (67-33) de BM y cloropicrina.

Razik et al. (1989), establecieron tras una serie continuada de ensayos durante 3 años con solarización y BM que los rendimientos finales en fresa frente a las parcelas sin desinfectar, se incrementaron en un 14 y 13% durante el primer año, 52% y 58% durante el segundo año, 61% y 67% durante el tercero, respectivamente, concluían que

Universidad de Huelva 2009

la práctica de la solarización incrementa los rendimientos del cultivo de fresa incluso en presencia de patógenos letales de suelo. Por su parte, Prinzivalli et al. (2001), en ensayos de solarización con P.E. tranparente y de color verde, realizados en Marsala (Sicilia) con las variedades "Camarosa" y "Milsei-Tudla" establecieron importantes aumentos de producción y tamaño final de fruto que en parcelas sin solarizar. En la misma línea, Arcuti et al. (2001), en ensayos de solarización en el Metapontino, importante zona de cultivo de fresa del sur de Italia (Basilicata), establecieron, trabajando con nuevas variedades italianas "Paros" y "Tethis" y la californiana "Pajaro", entre otras de menor difusión, que en todos sus experimentos la solarización aportaba resultados superiores a los controles y similares o superiores a la fumigación con BM y a la enmienda orgánica con residuos de *Rapistrum rugosum* y *Phaseolus* en control de *Pythium* sp., producción y peso final del fruto.

Gamliel y Stapleton (1997) han sugerido la incorporación de enmiendas orgánicas para mejorar la eficacia de la solarización en el control de patógenos. Esta mejora es atribuida a la acción de los compuestos gaseosos liberados por la enmienda orgánica. Coelho et al. (1999) señalaron que la incorporación de residuos de col a la solarización no mejoró el control de 2 especies de *Phytophthora* presentes en el suelo. Sin embargo, Lodha et al. (1997) afirmaban que poblaciones de *Macrophomina phaseolina*, patógeno no controlado con la solarización, eran reducidas incorporando residuos de coliflor y mostaza. Ramirez y Munnecke (1985) afirmaban que la solarización combinada con residuos de col es más eficiente que la solarización sola en el control de *Fusarium oxisporum*, habiéndose detectado gases fungitóxicos responsables del resultado obtenido.

La adición de materia orgánica estimula la actividad de microorganismos que son antagonistas de determinados patógenos de las plantas, pero la incorporación de estas materias con una alta relación C:N puede afectar negativamente en la producción si no se lleva a cabo un aporte suplementario de nitrógeno. Esto ha sido observado en pimienta cultivada sobre suelo solarizado al que previamente se había incorporado un compost. Las plantas mostraban una falta grande de uniformidad mientras que el control de malas hierbas era excelente y el nivel de patógenos muy bajo. El problema se resolvió simplemente con el aporte de nitrógeno suplementario en la fertilización. (Chase, 2000).

Universidad de Huelva 2009

Así, comienza a aparecer un nuevo concepto de desinfección de suelos mediante métodos no químicos, que en nuestra opinión al menos en el cultivo de la fresa deben ir ligado íntimamente a la práctica de la solarización. La biofumigación utiliza los gases y otros productos resultantes de la biodegradación de las enmiendas orgánicas y residuos agroindustriales como fumigantes para el control de los organismos patógenos de los vegetales (Bello et al., 1999, 2001). Estos materiales incluyen el estiércol de ganado, residuos de industrias papeleras y forestales, industrias pesqueras y marisqueras, numerosos subproductos de agricultura, alimentación y otras industrias, así como residuos de plantas con compuestos alelopáticos (Hoitink, 1988). De la descomposición de tales materiales se desprenden compuestos nitrogenados (amonios, nitratos), ácidos orgánicos, sulfhídrico, y un gran número de sustancias volátiles (aldehídos, cetonas, entre otros) que son los responsables de la actividad biocida (Mian et al., 1982). Katan (1981) sugería que la adición de residuos orgánicos al suelo puede incrementar la eficacia de la solarización. Lacasa et al. (1999) pusieron de manifiesto en cultivos de pimiento del Campo de Cartagena (Murcia) que la biofumigación aplicada con solarización en los meses de verano fue eficaz para el control de patógenos; como efecto negativo observaron una pérdida en la biodiversidad del suelo.

Con la utilización de la solarización combinada con biofumigación, en post-scriptum de esta Tesis Doctoral (véase epígrafe 6.8. de la ADENDA), se han conseguido las siguientes mejoras en nuestros trabajos con la variedad de fresa "Camarosa" en Huelva: un aumento en el contenido de materia orgánica del suelo, la eliminación de buen número de malas hierbas (especialmente *Portulaca oleracea*, abundante en el verano) y un aumento en el desarrollo vegetativo y productivo de las plantas (13%), con respecto a lo obtenido con la solarización sola (Medina-Mínguez, 2002).

2.3.- Forzado del cultivo.

El forzado persigue la obtención de cosechas viables con altos rendimientos económicos y como base el uso de láminas de plástico y de otros compuestos de origen orgánico. Con tales materiales se mejora el balance energético y se consigue una aproximación a las condiciones óptimas de cultivo. El nivel de control ambiental que se

Universidad de Huelva 2009

logra es distinto de acuerdo con la técnica que se emplee; a saber: acolchado, túnel o invernadero (Acevedo, 1981).

2.3.1.- Acolchado.

Las primeras aplicaciones de plásticos en agricultura tuvieron lugar entre 1945 y 1950. Para el acolchado se han utilizado, principalmente, láminas de P.E. opaco (negro) y transparente y, en los últimos años, los coextruídos bicapas blanco/negro. La aparición de los films fotodegradables creó serias expectativas que no llegaron a materializarse al presentar serios problemas para una degradación total y uniforme. Además, surgieron otros tipos de films plásticos poco extendidos: los selectivos (absorben radiación fotosintéticamente activa y trasmiten la infrarroja) y los aluminizados o plateados (reducen el ataque de algunos insectos). El empleo de P.E. lineal en la fabricación de estos films, permite usar espesores muy reducidos; hasta 12 micras (Martín, 1995).

El acolchado es utilizado en un buen número de cultivos hortícolas e industriales; entre podemos señalar: fresa (Roudeillac, 1987; Campos et al., 1995), remolacha azucarera (Granados y Rossi, 1995), tomate (Gallego, 1995), girasol (Rossi y Moreno, 1995), melón, pepino, pimiento (Borrego et al., 1995), espárrago blanco (Robledo y Arroyo, 1995) y patata (Quesada et al., 1995). En la Tabla 2.-RE se aporta una estadística sobre el uso de material plástico para acolchado en agricultura a nivel mundial y a nivel de región mediterránea.

Tabla 2.-RE. Superficie acolchada para cultivos agrícolas (Martín, 1995).

En el mundo:

Zona	Superficie (has)
Europa Occidental	300.000
Europa Oriental	10.000
Africa/Medio Oriente	10.000
América	200.000
Asia/Oceanía	3.000.000
Total mundial	3.446.000

Universidad de Huelva 2009

En la cuenca mediterránea:

País	Superficie (has)	País	Superficie (has)
España	70.000	Israel	4.000
Francia	70.000	Egipto	2.025
Italia	5.000	Turquía	1.000
Portugal	8.000	Argelia	800
Marruecos	6.745	Túnez	55
Grecia	4.600	Otros	700
Total superficie acolchada: 192.925 Ha			

Con la práctica agronómica del acolchado se actúa sobre el suelo directamente, cambiando su temperatura, como consecuencia del efecto que ejerce el plástico sobre las radiaciones infrarrojas de onda larga, que emite el suelo hacia la atmósfera a lo largo de la noche. Esta radiación fluye en dirección inversa a la infrarroja de onda corta que recibe el suelo a lo largo del día (Roudeillac, 1987). La utilización del acolchado tiene, también como finalidad defender los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos adversos, que pueden producir desecación y enfriamiento del suelo, deterioro de la calidad de los frutos y problemas de erosión y lavado de nutrientes (Robledo de Pedro y Vicente, 1988; Liakatas et al., 1986; Ham et al., 1993).

Los films de plástico no han sido los únicos materiales usados para el acolchado de los cultivos; algunos materiales orgánicos compostados han sido y son usados actualmente con tal fin, entre ellos están la paja de cereales, gramíneas secas, hojas de árboles, aserrín, acículas y cáscara de pino, cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar (Roudeillac, 1987; Martins, 1983; Tessarioli, 1993). Pollard et al. (1989) ensayando diferentes tipos de materiales para cubrir túneles, en fresa, concluyeron que el acolchado con paja obtenía mejores producciones que en suelo desnudo, independientemente del material de cobertura usado para dichos túneles. Por su parte, Turner et al. (1993), observaron la eficacia del acolchado con paja en la supervivencia de plantas madres de fresa, que previamente a su plantación, habían sido sometidas junto a sus hijas, a un tratamiento de frío de −11°C en habitáculo controlado; aún cuando las plantas hijas, al ser plantadas, presentaban un mayor vigor, su supervivencia no presentaba una respuesta positiva cuando eran acolchadas con paja, al contrario de lo que sucedía con sus madres.

Universidad de Huelva 2009

Sin embargo, Lareau y Lamarre (1990) afirmaban que los materiales plásticos proporcionan mayores ventajas que los de origen vegetal; dichos autores estudiaron la producción, y otros parámetros relacionados con ella, en variedades de fresa de día neutro que habían sido acolchadas 7 días después de la plantación con P.E. negro y con paja; además del aumento de producción en el P.E. negro frente a la paja, se incrementaba el número de coronas así como el peso de las mismas; sin embargo, se apreció una bajada en el tamaño de los frutos en los tratamientos con acolchado plástico. El objetivo principal del acolchado es producir un aumento de temperatura en el suelo que promueva el crecimiento y la actividad radicular, lo que va a conllevar precocidad de cosecha (Tukey y Schoff, 1963; Robledo de Pedro y Vicente, 1988).

Gupta y Acharya (1994), ensayando acolchados de origen vegetal (acículas de pinos, hierba cortada y *Eupatorium sp.* cortado) y acolchados plásticos (P.E. negro y P.E. transparente) junto a un control con suelo desnudo; concluyeron que todos los tratamientos acolchados aumentaban la temperatura mínima del suelo a 5 cm de profundidad, respecto al control; además, el P.E. transparente elevaba significativamente la temperatura máxima del suelo, mientras que las acículas de pinos y la hierba cortada la reducían frente al control; respecto al desarrollo del sistema radicular, el mejor resultado se obtenía con el P.E. negro, seguido por las acículas de pino, el P.E. trasparente, la hierba cortada, el *Eupatorium sp.* cortado y el control a suelo desnudo. Martins (1983) evaluó el efecto de diferentes cubiertas de suelo plásticas (trasparente, azul translúcido y negro) y orgánicas (cáscara de arroz y acículas de pino) frente a suelo desnudo; no encontró diferencias significativas entre las producciones obtenidas en los acolchados plásticos y en el suelo desnudo, aún cuando observó una tendencia de mayor producción en los acolchados plásticos particularmente en el trasparente. Haynes (1987) trabajando con P.E. de distinto color: negro, blanco y trasparente, frente a control no acolchado, observó que durante el verano, la primavera y el principio del otoño las temperaturas medias máximas y mínimas mensuales se veían incrementadas en los acolchados trasparente y negro, frente al P.E. blanco y el control no acolchado. Tessarioli (1993) obtenía mayor producción precoz, peso medio de los frutos, desarrollo vegetativo de las plantas, área foliar, materia seca de la parte aérea y de las raíces en acolchado con P.E. negro frente a suelo desnudo.

Universidad de Huelva 2009

Por otro lado, Camargo e Igue (1973) y Passos (1997) verificaban peores producciones, con la variedad de fresa "Campinas", en suelos acolchados con P.E. negro que en suelos con acolchado de origen vegetal; en ambos casos, la bajada de producción estaba relacionada con el menor desarrollo de las plantas y la mayor incidencia de *Colletotrichum fragariae* en el acolchado plástico. Por su parte, Smith y Black (1987), Smith (1987) y Tanaka (1995) obtenían resultados similares, asociando a este patógeno la bajada de producción. Marumoto et al. (1991a) llevaron hasta el extremo las posibilidades del acolchado; para ello, ensayaron bloques con y sin acolchado plástico, y a la vez calentados o no; observaron que la temperatura del suelo, la actividad de las raíces y la biomasa microbiana de la rizosfera se incrementaba en los bloques que eran simultáneamente acolchados y calentados.

El acolchado plástico tiene una importante influencia en la humedad del suelo, cumpliendo un papel de barrera en el intercambio gaseoso del agua entre suelo y atmósfera, contribuyendo con ello a mantener un adecuado contenido hídrico en el horizonte superior del suelo (Sganzerla, 1995). Renquist et al. (1980) observaron que material vegetal de la variedad "Olympus", sometido a 3 regímenes de riego: bajo, medio y alto, en suelo acolchado con P.E. y no acolchado, presentaba producciones más altas y mejor desarrollo vegetativo en el suelo acolchado cuando el riego era inadecuado (bajo y medio). Haynes (1987), ensayando distintos tipos de P.E. frente a suelo desnudo, demostró que la humedad durante el verano y el otoño era más alta bajo el suelo acolchado que en el desnudo.

Gupta y Acharya (1994), afirmaban que todos los acolchados son eficientes en el mantenimiento de la humedad del suelo y en la eficiencia de riego; aunque en distinto nivel de eficiencia, así ésta se incrementa en un 121%, 86%, 80% y 62%, respectivamente, bajo P.E. negro, P.E. trasparente, acícula de pino e hierba cortada; sin embargo, no existe un incremento significativo en el *Eupatorium sp* frente al control. De igual modo, esta técnica favorece la protección de la estructura del suelo y previene las perdidas de nutrientes al disminuir la lixiviación; además, como consecuencia del aumento de humedad y temperatura se incrementa la mineralización y la disponibilidad de nitratos y sulfatos (Haynes, 1987). En consonancia con estos resultados, se situaba la producción y el desarrollo vegetativo de las plantas. Waggoner et al. (1960), igualmente observaron un aumento del nitrato disponible para las plantas en suelo acolchado con

Universidad de Huelva 2009

plástico frente al descubierto. En la misma línea de Haynes (1987), Marumoto et al. (1991a, 1991b) comprobaron que la absorción de N, P y K, la producción en gr./planta y el contenido en azúcares de los frutos se incrementaban en suelos que eran acolchados y calentados.

El desarrollo de malas hierbas bajo el acolchado depende de la permeabilidad del plástico a la luz, evitándose su crecimiento con el uso de láminas opacas de color negro; con otros colores (trasparente, naranja y gris humo) aparecen pero a veces no llegan a fructificar ya que el plástico termina sofocándolas a consecuencia de las altas temperaturas. También el plástico actúa de barrera de separación entre el suelo y la parte foliar de la planta, así se evita el contacto de los frutos directamente con el suelo reduciéndose la incidencia de algunas enfermedades fúngicas (Roudeillac, 1987; Aljaro y Cañoles, 1996)

Una diferencia sustancial en el tipo de plástico a utilizar reside en su color, ya que en función de éste se nos presentan distintos comportamientos de P.E. frente a la luz, el negro absorbiendo todas las radiaciones luminosas, reflejándolas todas el blanco y dejando pasar más del 80% el trasparente. En consecuencia, el mayor efecto de calentamiento se consigue con el trasparente y con él la mayor precocidad, pero su uso puede implicar problemas en el control de malas hierbas. El acolchado de P.E. trasparente colocado inmediatamente de la plantación es una de las técnicas más importantes en la producción invernal de fresas. Diversos trabajos han señalado que el plástico trasparente es de mayor utilidad en inviernos más fríos por su significativo aumento de la temperatura del suelo, lo que se traduce en mayor precocidad y mayor cosecha (Bringhurst y Voth, 1990; Voth, 1972; Galletta y Bringhurst, 1990). Voth y Bringhurst (1990), en trabajos realizados en California con distintas variedades, obtuvieron las mayores producciones con acolchado trasparente, para algunas variedades el aumento de producción suponía hasta un 60% más que en suelo desnudo. Cuando comparaban entre P.E. transparente y negro obtenían un aumento medio de la producción, a favor del transparente, del 23%, en las 6 variedades estudiadas; en algunas de ellas como "Selva", "Chandler" e "Irvine" este aumento de producción era del orden del 40%, 32% y 31%, respectivamente.

Universidad de Huelva 2009

Existen trabajos con otros films plásticos de color marrón y con bicapas blanco/negro y viceversa que son también utilizados con frecuencia en producción de fresa. Himelrick et al., (1992), con las variedades "Chandler" y "Selva" en Alabama, analizaron el efecto de distintos tipos de acolchados (P.E. trasparente, negro, bicapa negro/blanco, bicapa blanco/negro, marrón y control con suelo desnudo). La temperaturas más altas de suelo eran obtenidas bajo el P.E. trasparente seguido del negro; en el primero de los dos años de trabajo en la variedad "Chandler" se obtenía una producción total mas alta en todos los acolchados, encabezados por el P.E. transparente, frente al control con suelo desnudo, excepto cuando se usaba el film bicapa blanco/negro; en el segundo año no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. En el caso de la variedad de día neutro "Selva", solamente los tratamientos con acolchado transparente y negro obtuvieron producciones superiores al control con suelo desnudo durante el primer año; mientras que en el segundo año, al igual que en el caso de la variedad de día corto "Chandler" no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Resultados similares obtuvieron Fear y Nonnecke (1989) con variedades de día neutro plantadas en Junio en Iowa; la producción y la floración se vieron favorecidas en los tratamientos que moderaban la temperatura del suelo: acolchado con paja y bicapa blanco/negro, frente a al P.E. trasparente y negro; sin embargo, el mayor desarrollo vegetativo de las plantas tenía lugar en los tratamientos de acolchado con plástico trasparente.

Kongsrud (1994), estudió el comportamiento de distintas variedades, en el típico cultivo plurianual centroeuropeo, plantadas a diferente marco de plantación, con presencia o no de cobertura plástica y suelo acolchado o no; el acolchado se realizaba con P.E. negro, en una sola fila para la variedad "Senga Sengana". Se observaba un incremento del desarrollo vegetativo, medido al año de plantar, en los bloques con acolchado negro y cubiertos con plástico trasparente; sin embargo, el acolchado negro reducía el tamaño del fruto y también la producción en comparación con los bloques no acolchados. Las variedades "Korona" y "Bounty" se estudiaron con y sin acolchado marrón, aplicado también antes de la plantación; la plantación se hizo con una sola hilera de plantas por lomo y con dos hileras; en el primer caso, tanto el tamaño del fruto como la producción se incrementaron, en el primer año de cultivo, en los bloques acolchados, pero no se obtuvieron diferencias significativas para ambos parámetros en el segundo y

Universidad de Huelva 2009

tercer año. Cuando la plantación se hizo con dos hileras de plantas, el acolchado redujo la producción en el conjunto de los tres años.

López-Aranda et al. (1990c), en Huelva, comprobaron el comportamiento de distintos tipos de plásticos para acolchado en suelo previamente desinfectado con bromuro de metilo. Los tratamientos fueron: P.E. lineal transparente de 30 micras de espesor, P.E. de baja densidad transparente de 50 micras de espesor, copolímero EVA transparente de 50 micras de espesor y finalmente P.E. lineal negro de 25 micras de espesor. Concluyeron que no existían diferencias significativas entre los distintos tratamientos, ni en producción total ni precoz, aún cuando los mejores resultados los proporcionó el P.E. de baja densidad transparente de 50 micras de espesor.

El aumento de temperatura que se origina sobre la superficie del P.E. negro puede causar serios problemas, como quemaduras en las plantas jóvenes, hojas más rastreras y frutos que permanecen en contacto con él; sin embargo, el plástico negro, al actuar de una manera favorable sobre la estructura del suelo, produce mayores rendimientos y precocidad que en suelo no protegidos (Haddad y Villagrán, 1988; Robledo de Pedro y Vicente, 1988).

Finalmente, debemos señalar que la práctica del acolchado, de carácter plástico en general y de otros materiales vegetales en algunos sistemas de cultivo de gran tradición en determinadas áreas geográficas, está ampliamente aceptada desde hace años en la tecnología moderna; por ello, apenas existen trabajos de investigación y experimentación que opongan el cultivo acolchado (cualquiera que sea el tipo de cubierta) al cultivo en suelo desnudo. La práctica de cultivo de fresa en suelo desnudo, principalmente en ambientes de clima templado similares a la zona de Huelva, ha quedado reducida a huertos familiares sin carácter profesional y a muy pocas áreas deprimidas de países en vías de desarrollo.

2.3.2.- Cobertura plástica.

El uso de la cobertura plástica corre en paralelo al del acolchado y el principio de su utilización reside en el calentamiento del aire que rodea a una masa vegetal encerrada en una cubierta plástica permeable a las radiaciones solares diurnas. Esta ganancia

Universidad de Huelva 2009

térmica se ve incrementada por el calentamiento de los cuerpos existentes bajo el film y por el del propio suelo. De manera similar a lo que describíamos para el acolchado, la incidencia de radiaciones infrarrojas de onda corta favorece todo el proceso de calentamiento descrito, gracias a la permeabilidad a las mismas del plástico. Durante la noche se produce el flujo inverso de energía con radiaciones infrarrojas de onda larga, a las que el plástico de cubierta es impermeable. La impermeabilidad a estas radiaciones varía según la naturaleza del material utilizado (Roudeillac, 1987; Aljaro y Cañoles, 1996). La cobertura plástica también supone una disminución de la radiación solar en el interior de la estructura debido a la reflexión y absorción de luz por el material plástico. La reflexión está determinada por las condiciones de la superficie de cobertura (período de utilización, depósitos de polvo, etc.) y por el ángulo de incidencia de los rayos solares. Para un P.E. de baja densidad se estima una reducción de la radiación entre un 10 y un 35% (Farias et al., 1993a; Montero et al., 1985).

El microclima que se crea en el interior del túnel, donde se da un aumento de la temperatura del suelo y del aire, favorece el crecimiento de la parte aérea y del sistema radicular de las plantas y protege la floración de la heladas. Permite un ahorro en el consumo hídrico, como consecuencia de la bajada de la transpiración debido a la alta humedad en el interior del túnel y aumenta las necesidades de nutrientes. Algunos autores han citado como elemento negativo la aparición de un mayor desarrollo de malas hierbas y de determinadas plagas y enfermedades (Roudeillac, 1987; Aljaro y Cañoles, 1996). Otros autores (Sganzerla, 1995; Farias, 1993b) citan la necesidad de aireación con objeto de bajar la humedad en el interior túnel, fenómeno responsable del aborto de flores y de su mal cuajado; por otra parte, Sganzerla (1995) ha señalado una menor incidencia de plagas y enfermedades frente al cultivo al aire libre, así como un aumento de la productividad y del período de cosecha.

El cultivo protegido está extendido a gran escala en Europa e Israel, principalmente (Sganzerla, 1995). Existen distintos tipos de estructuras sobre las que se coloca la cobertura plástica: el túnel pequeño o tunelillo o microtúnel, el túnel grande o macrotúnel y el invernadero. En general, en las zonas agrícolas freseras de importancia la tradición y el desarrollo experimental se ha optado por una práctica uniforme, relacionada con el destino comercial dado a la producción y los costes de instalación; dicha práctica uniforme suele constar de cultivo acolchado al aire libre junto a un sistema

Universidad de Huelva 2009

uniforme de cultivo protegido. Este tipo de cultivo protegido suele ser, en general, macrotúnel e invernadero; por ejemplo, el invernadero es característico del cultivo en Holanda, Bélgica y Japón; el macrotúnel es característico de Francia e Italia; paradójicamente, en Estados Unidos (California y Florida) la forma mayoritaria es el aire libre; solamente la zona de Huelva tiene un modelo dicotómico: microtúnel y macrotúnel (ver epígrafe siguiente 2.3.3.). La creación de diferentes ambientes de cubierta suele ser frecuente en zonas de nueva introducción del cultivo, por ejemplo China (Ke Lin et al., 2001).

En el cultivo de la fresa las dimensiones del túnel pequeño deben permitir el desarrollo de la parte aérea, sin que las hojas y las flores toquen el plástico, así como favorecer la aireación. El elemento fundamental del tunelillo es un arco de hierro galvanizado que se coloca sobre el lomo previamente acolchado, dejando una luz sobre el mismo de entre 0,6 m y 1 m, aproximadamente, del nivel del suelo. La separación entre ellos y la abertura del arco varía según tradición de las diferentes zonas de cultivo (Roudeillac, 1987; Verdier, 1987). El túnel grande queda definido por una estructura no permanente que o bien se encuentra constituida por una sola hilera de arcos distanciados entre 2 y 3 m y fijados directamente al suelo, o bien lo está por una batería de hileras con arcos apoyados sobre una base a modo de V a 1 m del suelo (este tipo de estructura se denomina también como multitúnel). La anchura de estas hileras, en cualquiera de los dos casos, oscila entre los 4 y los 8,5 m (Roudeillac, 1987; Verdier, 1987; Scaglia et al., 1995). El tercer tipo de estructura utilizado para el cultivo de la fresa es el invernadero, que presenta una cierta variabilidad en el tipo de materiales usado en su construcción y en sus dimensiones. El invernadero se diferencia de los otros dos tipos de estructuras por su carácter de construcción permanente. Los postes de madera y los tubos de hierro galvanizado sujetos sobre bases de hormigón son los materiales más usados en su construcción (Roudeillac, 1987; Verdier, 1987).

El tipo de material plástico que tiene cada estructura presenta ligeras diferencias en cuanto a su naturaleza y grosor. Para el tunelillo se ha utilizado tradicionalmente el P.E. modificado (térmico), que lleva una determinada carga mineral, favoreciendo sus aptitudes térmicas; el copolímero EVA, fabricado a base de P.E. con un aditivo denominado acetato de etil vinilo y el film de PVC (cloruro de polivinilo). El comportamiento térmico del plástico copolímero EVA es intermedio entre el P.E.

Universidad de Huelva 2009

térmico y el PVC, retirado recientemente del mercado por problemas de contaminación medioambiental. El grosor de la lamina plástica varía desde 25 a 180 micras y puede presentar aberturas de ventilación, a modo de orificios perforados durante el proceso de fabricación, con diámetros y distribución muy variables. Para los túneles grandes o macrotúneles se utilizan materiales similares a los que se usan en los túneles pequeños, sin embargo el grosor de la lamina es mayor, oscilando entre las 125 y 200 micras. Finalmente para los invernaderos, además de los ya reseñados hay que añadir materiales rígidos como policarbonato, polimetacrilato de metilo, poliéster y cristal (Roudeillac, 1987; Verdier, 1987; Martín, 1995).

En 1995, la superficie protegida bajo túneles pequeños, en cultivos hortícolas como calabacín, fresa, melón, pepino, pimiento, sandía y tomate, en la cuenca del mediterráneo se situaba en un nivel de 90.000-91.000 has; destacando los siguientes países: España (17.000 has), Italia (16.000 has), Turquía (15.000 has), Egipto (11.200 has) y Francia (10.000 has). En esa misma zona geográfica, la superficie protegida por macrotúneles era de 27.600 has, con Italia (12.000 has) y Francia (5.500 has) como países mas importantes. Respecto a la superficie protegida bajo invernaderos, se estimaba un total de 66.000-67.000 has, siendo España (alrededor de 28.000 has) el país con mayor superficie de cultivo cubierta (Martín, 1995). En la Tabla 3.-RE se presenta una estadística de la superficie cubierta de macrotúneles e invernaderos, en 1994, en la cuenca del Mediterráneo y países adyacentes.

Tabla 3.-RE. Superficie de cultivo bajo macrotúneles e invernaderos en la región mediterránea (Martín, 1995).

País	has	País	has
España	28.350	Israel	2.500
Italia	24.300	Siria	2.000
Turquía	10.800	Túnez	1.425
Francia	9.100	Jordania	1.200
Marruecos	6.465	Líbano	1.100
ExYugoslavia	5.040	Egipto	800
Grecia	3.975	Chipre	200
Argelia	3.600	Malta	35
Portugal	2.605		
Total superficie cubierta: 103.395 has			

Universidad de Huelva 2009

La idoneidad de los distintos tipos de estructura de cubierta plástica ha sido objeto de diferentes trabajos. Así, Rosa et al. (1994) ensayaron varios tipos de estructuras: túneles grandes, túneles pequeños y túneles intermedios; y varios tipos de materiales de cobertura: P.E. normal, P.E. térmico y polipropileno, en comparación con el cultivo al aire libre. Los resultados que obtuvieron mostraron que los túneles grandes con materiales de buen efecto térmico son los más interesante en cuanto a precocidad (en plantación de Octubre) y a calidad. En una línea parecida Rossi et al. (1988) ensayaron, usando variedades de día neutro ("Fern", "Brighton" y "Cesena"), distintos tipo de films: doble capa Escorene, doble capa con P.E. exterior y copolímero EVA 18% interior, monocapa EVA 18%, bicapa con P.E. interior y EVA exterior y tricapa EVA 12%, frente al control de P.E. normal. Todos los films, excepto el control, presentaban un efecto positivo en la eficiencia térmica y no afectaban negativamente en la intensidad de luz. Los tratamientos más eficientes, tanto en precocidad como en producción total, fueron: monocapa EVA 15%, bicapa con EVA 15% exterior y P.E. interior y tricapa EVA 12%.

Keunen y Wijsmuller (1987) analizaron las ventajas y desventajas del uso de túneles grandes frente a túneles pequeños, tanto con variedades de día corto como de día neutro; concluyeron que los túneles grandes permiten elevar en un 25% la producción, con variedades de día corto, pero que tal aumento de producción y de ingresos no contrarresta los costes extras generados. En el caso de variedades de día neutro, en las que es posible cosechar dos veces al año, los túneles grandes permitían obtener una ligera ventaja económica. Posteriormente Turner et al. (1992) evaluaron producción, fecha de floración y supervivencia de dos variedades, una de día corto ("Bounty") y otra de día neutro ("Hecker"), en suelo acochado con paja de cebada y suelo desnudo y cubierto con un film plástico o no. Concluyeron que en inviernos con bajas temperaturas y pocas nevadas, el tratamiento de acolchado de paja con cubierta de plástico ofrecía la mejor protección invernal, permitiendo producciones de más del 600% frente al tratamiento no acolchado ni cubierto. Observaron diferencias significativas en la supervivencia de las dos variedades a favor de "Bounty", aún cuando no existían estas diferencias en lo relativo a la producción total. Igualmente se daba un adelanto de 6 días en la floración en los tratamientos cubiertos con plástico frente al que sólo eran acolchados con paja de cebada. En la misma línea, Moore et al. (1993) analizaron el

Universidad de Huelva 2009

comportamiento de 7 variedades cultivadas bajo cubierta plástica o no; la producción se veía incrementada en un 28% en los bloques cubiertos frente a los que no lo estaban; sin embargo, la producción de "Shuswap", una de las variedades más productivas de las ensayadas, no se veía incrementada con el forzado; mientras que "Hood", "Olympus" y "Benton", variedades de menor capacidad productiva, presentaban los mayores incrementos. Gast y Pollard (1989) también evidenciaban con sus resultados la eficiencia de la cobertura plástica; evaluaron con la variedad de día corto "Earliglow" el incremento del área foliar y del peso seco de las plantas, observaron un aumento del potencial productivo en la plantas cultivadas bajo cubierta. También, Onal (2000) ensayó en el sur de Turquía 5 variedades, entre ellas, "Camarosa" y "Miranda", comparando su comportamiento al aire libre y bajo macrotúnel; la cosecha bajo plástico resultaba 2-3 semanas más precoz y la producción superaba un 20% respecto al aire libre. Por su parte, Ke Lin et al. (2001), en la zona de Chongqing (China) ensayaron diversos tipos de macrotúneles y tunelillos en las variedades europeas: "Darselect", "Milsei-Tudla" y "Cartuno", en todos los casos las producciones finales en todos los tipos de macrotúneles fueron superiores a las obtenidas en tunelillos.

Sin embargo, se han obtenido resultados distintos a los anteriores; así, López-Galarza et al. (1993) estudiaron el comportamiento de 4 variedades, dos de día corto ("Chandler" y "Douglas") y 2 de día neutro ("Fern" y "Selva"), cuyas plantas habían sido enraizadas en macetas 5/6 meses antes de la plantación; dicha plantación se realizó bajo distintas estructuras y cubiertas: invernadero de poliéster climatizado, macrotúnel con P.E. de 200 micras de grosor, túnel pequeño con P.E. de 75 micras, y control con cultivo al aire libre. La producción comercial más alta y el mayor peso medio de los frutos, así como los porcentajes más bajos de frutos deformados aparecían en los bloques al aire libre; en general, en el invernadero y en los macrotúneles obtuvieron las producciones más bajas de frutos comerciales, además el macrotúnel dio los frutos más pequeños que el tunelillo y el invernadero. En el invernadero se obtenían los porcentajes más altos de frutos deformados. Dichos autores afirmaban la no presencia de una interacción significativa entre los tratamientos para los parámetros referidos.

Por otra parte, Paraskevopoulou-Paroussi et al. (1991) obtenían una tendencia similar a la de López-Galarza et al. (1993) para productividad pero no para calidad de frutos. Así la autora citada en trabajos realizados en la zona de Salónica (Grecia) con

Universidad de Huelva 2009

variedades de origen californiano ("Brighton", "Douglas", "Fern", "Toro" y "Pajaro"), bajo macrotúneles plásticos calefactados y al aire libre, obtuvieron casi el doble de rendimiento al aire libre que en los invernaderos; aunque en este caso, la calidad de fruto observada era similar para ambos tipos de cultivo.

En una línea de trabajos distinta a las anteriores Resende et al. (1993) y Resende y Maluf (1993), analizaron la respuesta de la cubierta plástica en 2 tipos de acolchados: P.E. negro y bagazo de caña; verificaron que cuando se cubre el cultivo se favorece la emisión de estolones con un descenso de la producción de frutos en el acolchado negro y además; por otra parte, el acolchado con bagazo de caña en cultivo con cubierta plástica proporcionaba las mayores producciones.

El momento de colocación del plástico constituye otro elemento de decisión importante, en este sentido López-Aranda et al. (1996b) estudiaron la respuesta de material vegetal de la variedad "Chandler" cultivado en tunelillos de copolímero EVA normal y copolímero EVA con un aditivo que evita la condensación de agua sobre el plástico; ambas cubiertas se instalaban en dos momentos distintos (una semana y un mes) tras la plantación. Los resultados mostraron una total ausencia de diferencias significativas entre los cuatro tratamientos en todas los parámetros productivos observados. Los mismos autores estudiaron la incidencia, sobre la variedad "Oso Grande" cultivada en tunelillos, de diferentes momentos de colocación del copolímero EVA; a los 10, 20, 30 y 40 días después de la plantación. Los resultados mostraron una mayor producción precoz en los bloques cubiertos a los 10 y 20 días frente los demás tratamientos; sin embargo, en la producción total y en la calidad del fruto no se observaron diferencias significativas.

Aljaro y Cañoles, (1996) analizaron el comportamiento de plantas cultivadas bajo invernadero y bajo túnel dentro del propio invernadero (doble cobertura). Cada uno de los bloques acogía parcelas experimentales con acolchado negro, trasparente y suelo desnudo. Los resultados evidenciaron la no existencia de ventajas agronómicas en el caso de doble cobertura, por otra parte se observaron diferencias significativas a favor de los tratamientos acolchados frente al suelo desnudo (en producción, en el número de frutos/planta y en peso medio de los frutos) y los resultados obtenidos en ambos tipos de acolchado fueron muy similares para las variables en estudio.

Universidad de Huelva 2009

2.3.3.- La plasticultura en el cultivo de la fresa en Huelva.

La plasticultura en la provincia de Huelva se iniciaba a finales de la década de los 50 en el cultivo de la fresa. Sus primeros usos estuvieron relacionados con el cultivo tradicional de la fresa con variedades europeas en suelo inicialmente desnudo. Como hemos indicado sus orígenes pueden coincidir con la lectura por parte de Medina-Lama de una publicación de carácter divulgativo que daba cuenta de las excepcionales ventajas que para los cultivos hortícolas estaba teniendo el uso de un derivado del petróleo que, en forma de láminas, se instalaba en ellos. Este incipiente desarrollo tecnológico impulsó no sólo a este cultivo sino que proporcionó una nueva visión de la agricultura y de sus posibilidades.

Los primeros plásticos que llegaron a Huelva para ser utilizados en la fresa procedían de Francia. El forzado que se llevaba a cabo consistía en la colocación de una estrecha banda de P.E. trasparente encima de una hilera de plantas instaladas directamente sobre el suelo; dichas bandas eran sujetadas por los laterales al suelo gracias a un aporque manual de tierra. La colocación de estas bandas no afectaba a todas las hileras de plantas sino que solo se forzaban hileras alternas. Este sistema exigía el levantamiento de la banda plástica con el objeto de poder realizar labores de escarda manual, recolección y otras operaciones relacionadas con el cultivo. Poco tiempo después este sistema evolucionó, siguiendo pautas de tecnología francesa, y se instalaron unas pequeñas estructuras triangulares bajo las bandas plásticas que permitían disponer de un espacio mucho mayor a la parte aérea de las plantas. Esta estructura, que podríamos denominar de tienda de campaña, estaba también fijada al suelo con aporques manuales de tierra por los laterales de las bandas, impedían la ventilación de las plantas y solo afectaba a hileras alternas.

La introducción de la tecnología californiana que hemos descrito en epígrafes anteriores (variedades, desinfección de suelos, cultivo en lomo o caballón y acolchado con P.E.) se cruzó de forma positiva con la ya no tan incipiente tecnología europea de forzado con cubierta plástica. Así, a modo de crisol, la zona de Huelva fue desarrollando y definiendo una forma propia de cultivo de fresa, usando materiales plásticos, que llegarían a ser característicos de esta zona; teniendo al P.E. opaco (negro) y al tunelillo,

Universidad de Huelva 2009

heredero del primitivo en tienda de campaña de influencia francesa, como una constante tecnológica en el forzado del cultivo. La incorporación del tunelillo mejoró de manera evidente el forzado existente hasta el momento. Era posible aprovechar además de las ventajas que el acolchado negro proporcionaban al suelo, las ventajas inherentes al calentamiento del aire, gracias al P.E. trasparente colocado sobre los arquillos semicirculares que servían de estructura a los tunelillos. Esta nueva forma de forzado daba opción a la ventilación de las plantas, algo que hasta la llegada de éstos era imposible realizar. Indirectamente esta mejora de la ventilación mejoró el cuajado de los frutos y facilitó la lucha contra determinadas plagas y enfermedades (Medina-Lama, com. pers.).

Nuestra experiencia sobre el desarrollo del cultivo en la zona, avalada por los datos aportados por diversos autores (Salas y Flores, 1985; Flores, com. pers.; Verdier, 1987; DAP, 1996) nos permite afirmar que el material plástico ha evolucionado con el curso de los años, en un principio era un P.E. normal (sin aditivos térmicos ni de larga duración) el que se utilizaba y posteriormente un P.E. térmico seguido de P.E. con aditivo a base de copolímero EVA. Actualmente se utiliza éste último de manera generalizada. La ventilación de los tunelillos ha llevado al desarrollo de diversas técnicas basada en la apertura de orificios de distintos diámetros, y colocados en un lateral del plástico o en los y a modo de hilera única, si son de mayor diámetro, o de varias si son de menor diámetro; según Verdier (1987) los orificios perforados no deben superar el 9%. En la actualidad coexisten los no perforados con los perforados, sobre todo con los de orificios de mayor diámetro.

El desarrollo de los macrotúneles coincidió con la introducción de la variedad "Douglas", en 1980. Surgió como una variante avanzada del tunelillo y tiene como objetivo resaltar, aún más, las ventajas que éste tiene. Las estructuras constructivas que surgieron, a poco de desarrollarse la técnica, tomaron dos caminos paralelos, por una lado los macrotúneles cerrados con plásticos y arcos enterrados en el suelo y con ventilación por los extremos; y por otro los llamados multitúneles, conjunto de varias hileras de arcos soportados por sus extremos por una V elevada, encima de los cuales están las laminas de plástico colocadas. Este tipo de estructura permite la ventilación lateral, por ambos lados de la lámina de plástico, y a lo todo lo largo de la misma. El material que se usa en orden de importancia es: el P.E. térmico y el P.E. con aditivo

Universidad de Huelva 2009

EVA. El grosor de estas láminas oscila entre 150 y 200 micras, mientras que las de los tunelillos es de manera más constante de 75 micras. Actualmente en Huelva la mayor parte de macrotúneles que se utilizan son del tipo multitúneles, que presentan un ancho estandarizado de 6,60 m, por hilera de arcos, y un largo variable. Hoy la totalidad de la superficie dedicada al cultivo de la fresa se realiza bajo acolchado y bajo cobertura plástica. La parte correspondiente a tunelillos supone entre un 75-80% del total, mientras que el resto, 20-25%, corresponde a multitúneles (DAP, 1996). Esto supone un consumo aproximado de 12.500 Tm. en plástico de cubierta y 3.500 Tm., en plástico de acolchado.

2.4.- Fechas de plantación.

Es posible la plantación en el cultivo de la fresa desde el principio de la primavera hasta el final del otoño. La elección de la fecha de plantación es muy variable en función de diversos factores, tales como el objetivo comercial, el tipo de planta que se va a utilizar, la técnica de cultivo, el clima de la zona y las características o tipo de las variedades utilizadas (Roudeillac, 1987).

2.4.1.- Tipos de plantas. Sistemas de plantación.

Básicamente existen cuatro tipos de plantas que caracterizan otros tantos sistemas de plantación: planta frigoconservada (en adelante planta frigo) o sistema de plantación estival; planta fresca en reposo vegetativo o sistema de plantación otoñal ("winter system"); planta fresca en actividad vegetativa o plantación estival con hojas ("green-plants"); y planta engrosada en vivero o sistema de plantación para recolección programada (Roudeillac, 1987). De manera adicional podemos señalar otros sistemas; uno que va alcanzando cada vez más notoriedad, planta con cepellón ("plug-plants") (Lareau y Lamarre, 1993), y otro típico de climas continentales ("matted row") muy utilizado en algunas áreas del noroeste de Estados Unidos (Nueva York, Maryland, etc.) y en el estado de Ontario (Canadá), que no precisa un tipo de planta concreto. Es el sistema denominado de planta enmarañada, que consiste en un tipo de plantación de cultivo plurianual en la que los estolones que se multiplican a partir de las plantas iniciales, a lo largo de los años, permanecen enraizados en los lomos de plantación, tradicionalmente acolchados con paja de cereales. De esa manera, se acumula sobre los

Universidad de Huelva 2009

lomos de cultivo una verdadera maraña de plantas en producción (Himelrick y Powell, 1996).

En el sistema de plantación estival, las plantas frigo son plantadas, según zonas, variedades y modos de cultivo, entre los meses de Marzo-Abril y Julio-Agosto, mostrándose aquellas plantadas en el principio de la primavera con mejor desarrollo vegetativo en los primeros estadios; esta circunstancia está en relación con la duración del período de conservación en cámara frigorífica y con las mejores condiciones climáticas de la primavera. Este tipo de material vegetal puesto en cultivo en tales fechas da origen a las llamadas plantaciones estivales (plantación de verano), características de zonas donde el factor producción total prevalece frente al carácter precocidad. En la modalidad de plantación estival se utilizan variedades de día corto y de día neutro. En el caso de variedades de día neutro es frecuente realizar la plantación entre Marzo y Junio, mientras que en variedades de día corto entre Mayo y Agosto (Roudeillac, 1987). Digamos antes de continuar que para la determinación de fechas se tomarán como referencia las relativas a las zonas de producción del hemisferio norte.

Si bien la técnica de frigoconservación de estolones de fresa es conocida desde hace muchas décadas (Aadmodt y Brierley, 1937; López-Aranda, 1991a), los primeros experimentos a gran escala con este tipo de plantación estival (plantación de verano) tuvieron lugar en el sur de California en 1952, con material frigoconservado de la variedad "Lassen" que había sido arrancado (recolectado) en vivero durante el mes de Febrero y almacenado a –2°C hasta el momento de la plantación en campo de fructificación en Septiembre. Estas plantas produjeron en 1953 frutos de mejor tamaño y calidad que las de plantaciones de Abril de 1952; sin embargo, la cosecha comenzó 10-20 días más tarde. Al año siguiente se puso en evidencia que cuando las plantas eran plantadas un mes antes, en Agosto, entraban en cosecha al mismo tiempo que las que habían sido plantadas en Abril, pero con mejor tamaño y calidad de fruto y con similares producciones totales. El éxito de las plantaciones estivales con planta frigo en California hizo que en 1968 más del 60% de la superficie cultivada fuera de esta modalidad (Voth, 1980). Este autor indicaba que el éxito de la plantación estival dependía de la determinación de la fecha óptima de plantación para cada variedad y la propia aptitud varietal ya que las necesidades de frío son cultivar dependientes. Las variedades con mayores requerimientos de frío deben ser plantadas más tarde y pueden mejorar la

Universidad de Huelva 2009

calidad de sus cosechas adelantando la fecha de colocación del acolchado. Habitualmente, la colocación del acolchado con P.E. en las plantaciones estivales, se realiza en la primera semana de Febrero y va precedida por la poda de las hojas a final de Enero. El adelanto excesivo de ambas actividades provoca que los primeros frutos sean pequeños y de superficie rugosa.

Los estudios sobre optimización de condiciones de frigoconservación de plantas de fresa en función de las características varietales son muy abundantes (López-Aranda, 1991a); la mayor parte de los trabajos establecen entre –2°C y 0°C el intervalo óptimo de conservación (Aoyagi et al., 1981; Fiedler y Weir, 1984; Guirea et al., 1981; Little et al., 1974; Merezco y Nadtochei, 1985; Panova, 1988; Trushechkin et al., 1975); solamente Nica y Guirea (1976) obtuvieron mejores resultados a +1,6°C con las viejas variedades "Senga Sengana", "Pocahontas" y Macherauch Frühe". Con el desarrollo de la técnica de frigoconservación, además de los trabajos de Voth (1980) citados, se realizaron numerosos ensayos de campo para determinar las fechas óptimas de plantación estival (Daubeny et al., 1976; Ivanov y Stoyanov, 1976; Risser y Vaillen, 1980; Tosi y Bargioni, 1975; Wienberg, 1968), los resultados mostraban una gran dispersión de fechas de plantación según zonas, latitudes y variedades. Sin embargo, para esta modalidad de cultivo, es seguro que el comportamiento de una variedad determinada en una zona concreta presenta notables variaciones según su fecha de plantación. Así, D'Anna y Curatolo (1986), estudiaron en plantas frigo de la variedad "Sequoia" plantadas en cuatro fechas: 15 de Junio, 15 de Julio, 15 de Agosto y 15 de Septiembre, la relación entre estas fechas y el número de coronas/plantas, así como la relación entre el número de coronas con el de flores y con la producción en gr./planta. Los resultados mostraron que conforme más tardía era la fecha de plantación menor era el número de coronas y que conforme mayor era el número de coronas mayor era el número de flores y mayor era la producción expresada en gr./planta. La plantación estival con planta frigo es el sistema típico de California.

El material vegetal denominado planta fresca en reposo vegetativo procede de viveros ubicados a más de 800 m de altitud, donde recibe sus requerimientos de frío siendo posteriormente arrancado (recolectado) en Octubre. Este tipo de plantas es cultivado para producción de frutos en zonas meridionales con inviernos suaves y primaveras soleadas. Las variedades de este tipo de plantas son precoces y habitualmente

Universidad de Huelva 2009

de día corto. La plantación se realiza a lo largo del mes de Octubre y principios de Noviembre. Este sistema de cultivo es denominado de plantación otoñal o invernal (winter system). Tiene un extendido uso en California y España, siendo el sistema habitual en la zona de Huelva, y junto con el sistema de plantación estival constituyen los dos tipos de plantación más importantes en el cultivo de la fresa (Roudeillac, 1987; Voth, 1989; Verdier, 1987).

Los primeros experimentos llevados a cabo con el sistema de plantación otoñal (winter system) comenzaron también en 1952, en California, de modo similar a lo ocurrido con el sistema de plantación estival. El primer año se utilizaron plantas procedentes de un vivero de baja altitud sobre el nivel del mar (bajura) apareciendo unas tasas de mortalidad del 35-40%. En los ensayos realizados posteriormente se prestó atención tanto a la latitud como a la altitud; así las plantas de los experimentos realizados entre 1954 y 1957 procedieron de viveros con una altura superior a los 1000 m (McArthur y Susanville). De estos trabajos se concluyó: a) que tanto en el caso de viveros de baja altitud como de altura es muy importante la madurez fisiológica de la planta, que presenta dos componentes bien diferenciados; por una parte el cumplimiento de los requerimientos de las horas frío necesarias para cada variedad y por otra la paulatina disminución en los niveles de nitrógeno durante Agosto, Septiembre y Octubre; b) que esta madurez es necesaria para soportar los rigores propios del arranque mecanizado, el envasado, la refrigeración y aún conservar el suficiente potencial para una adecuada productividad; c) que es importante refrigerar la planta con rapidez una vez arrancada del vivero, con el fin de evitar la deshidratación antes del envasado. La temperatura de conservación de estas plantas debe ser de 1°C (Voth, 1980).

Los trabajos de este importante autor, desde los primeros años cincuenta, sugerían que para todas las zonas de producción de California, con este sistema de plantación, había una fecha óptima para arrancar (recolectar) los viveros de altura y también para plantar en campo de fructificación, ambas coincidentes con primeros de Noviembre. Ahora bien, a efectos prácticos, al ser imposible arrancar y plantar el mismo día, el período mejor para ambas actividades sería el comprendido entre final de Octubre y primeros de Noviembre. Los nuevos medios de transporte hacen hoy día posible esta coincidencia de fechas de arranque-plantación. El propio Voth (1980), señalaba que a finales de los años setenta se producían en California 200 millones anuales de plantas

Universidad de Huelva 2009

procedentes de viveros de altura. El arranque de plantas frescas en estos viveros dura tres semanas, comenzando a partir de la segunda semana de Octubre (en los viveros de fresa españoles comienza a observarse un peligroso adelanto de la fecha de arranque hacia los últimos días de Septiembre que acercan a este sistema hacia el "green-plants" analizado en el próximo epígrafe); habitualmente, las plantas son conservadas en cámara frigorífica durante un máximo de 15 días, en el caso de las primeras plantas arrancadas, y un menor número de días conforme se retrasa la fecha de arranque. Los productores plantan entre el 20 de Octubre y el 5 de Noviembre (con la tendencia a adelantar las fechas en correlación con lo dicho anteriormente para el arranque en vivero; de hecho, esta tendencia generalizada y peligrosa de adelanto casi temerario de arranque-plantación es promovida desde las zonas de producción de fruto). En el sur de California se acolcha el cultivo con P.E. trasparente inmediatamente después de la plantación, en el sistema de plantación otoñal (winter system), para favorecer la producción temprana de frutos limpios. La plantación otoñal con planta fresca es el sistema típico de Huelva. Las actividades experimentales que componen esta Tesis Doctoral, su material y método y resultados, se enmarcan, lógicamente, en los principios de este sistema de plantación.

La planta fresca en actividad vegetativa, "green-plants", es puesta en cultivo al final del verano, en los meses de Agosto y Septiembre. Este sistema es propio de Florida y estados limítrofes, fundamentalmente, y el material vegetal procede de viveros de poca altitud sobre el nivel del mar, ubicados en zonas donde se da una situación climática favorable para el desarrollo precoz de los estolones y del sistema radicular. En este sistema de cultivo suele emplearse plantas que conservan sus hojas, a diferencia de los casos anteriores donde las plantas una vez cosechadas del vivero son sometidas a la eliminación de las hojas antes de proceder al envasado.

La plantación con hojas favorece el desarrollo vegetativo de las plantas, así como el adelanto del inicio de la cosecha; por el contrario, el mantener las hojas, comporta serios riesgos relacionados con la transmisión de posibles enfermedades fúngicas, plagas y virosis. Este sistema se ha utilizado también en Huelva en los años 90 (véase el epígrafe 8.3. de la ADENDA), pero dicha técnica no progresó (aunque en estos últimos años, con la tendencia a adelantar las fechas de plantación-arranque en vivero, comienza indirectamente a utilizarse). En este caso es habitual la proximidad entre el vivero y la parcela de plantación que permite minimizar la deshidratación de la planta (Roudeillac,

Universidad de Huelva 2009

1987; López-Aranda, 1996b), como es el caso del cultivo de la fresa en Israel o bien la utilización de viveros de baja altitud sobre el nivel del mar y elevada latitud situados en zonas de gran facilidad para el transporte aéreo; como es el caso de los viveros próximos al lago Ontario en la localidad de Simcoe (Canadá) que suministran tradicionalmente "green-plants" para los cultivos del Estado de Florida (véase epígrafe 8.3. de la ADENDA).

Con el objeto de encontrar soluciones al problema de deshidratación de este tipo de plantas en Florida, Duval et al. (2000) eliminaron parte del sistema radicular en plantas de la variedad "Sweet Charlie" que eran seleccionadas de las sacadas del vivero por presentar más de 12 cm de longitud de raíz. Unas eran podadas hasta dejar 4,5 cm de raíz, otras 9 cm y el resto no eran podadas. Determinaron el peso seco de la raíz que quedaba activa en cada grupo, a partir de una muestra al azar de las mismas, y estimaron la reducción, en porcentaje, del sistema radicular en las podadas hasta 4,5 cm y hasta 9 cm, con relación a las no podadas; un 60 y un 26%, respectivamente. Las plantas de los tres grupos fueron plantadas el 22 de Octubre y entre ellas no encontraron diferencias significativas ni en el índice de mortalidad, ni en la producción precoz (Diciembre y Enero), ni en la total. Concluyeron que esta técnica de eliminación del sistema radicular no resolvía los problemas de deshidratación propios de este sistema de plantación. Uno de los objetivos más importante de este sistema de plantación es obtener producción en períodos muy tempranos, final del otoño principios de invierno (Roudeillac, 1987; Duval et al., 2000).

La planta engrosada en vivero, multi-corona o "waiting-bed", es el último de los cuatro tipos básicos de plantas que pueden ser utilizados para el inicio de una plantación de fresas (Roudeillac, 1987). El sistema de plantación "waiting-bed" tiene una capacidad potencial de incrementar la amplitud de la campaña de producción en fresa Chercuitte et al. (1991); principalmente en latitudes altas, donde la época de recolección es muy corta (Jamieson, 1991). Por ejemplo, en latitudes superiores a 44° N, la fructificación y recolección se efectúan en 4 semanas, período que se reduce a pocos días a medida que se sube de paralelo. El vivero de la planta engrosada tiene como parte fundamental en su manejo favorecer la multiplicación de las coronas de la planta. Una vez que la planta llega a la etapa de parada vegetativa, a partir de Noviembre, está dispuesta para ser recolectada y ser plantada directamente bajo túnel, en el caso de variedades precoces, o

Universidad de Huelva 2009

bien ser conservada en cámara frigorífica a –2°C de donde son sacadas y plantadas escalonadamente según el programa de producción previsto. Entre la fecha de plantación y la de cosecha trascurren 7-8 semanas. Este tipo de plantación es propio de Holanda y Bélgica, donde se consideran los meses de Diciembre y Enero como los mejores para levantar las plantas del vivero, llamado también cama de espera, y conservar en cámara frigorífica. Gracias al elevado número de coronas por plantas los índices de producción por plantas son muy elevados (Roudeillac, 1987; Dijkstra, 1989).

2.4.2.- Interacción entre distintos sistemas de plantación.

La interacción de cada uno de los sistemas de plantación practicados en las distintas zonas productoras, muestra que tales caracterizaciones tienden a mostrar como discreto un proceso que es claramente continuo y que tan sólo facilita el conocimiento de lo más frecuente en cada lugar. La elección de un sistema de plantación está sujeta a los resultados obtenidos en función de objetivos agronómicos y comerciales; no sólo en la confrontación de unos tipos con otros, sino en el diseño de sistemas mixtos. En este sentido, Chandler et al. (1991) estudiaron el comportamiento de tres variedades, "Dover", "Pajaro" (día corto) y "Selva" (día neutro), que fueron plantadas en acolchado con P.E. negro en tres fechas distintas: 25 de Agosto, 22 de Septiembre y 22 de Octubre. Las fechas de plantación no afectaron al peso medio de los frutos, pero sí influyeron en la producción; variando el efecto según la variedad. Así, "Dover" presentó los valores más altos de producción comercial en la plantación de Agosto, pero también presentó los valores más altos de fruto no comercial; por el contrario en la plantación Septiembre presentó los valores más bajos. En el comportamiento de las variedades "Pajaro" y "Selva", observaron que en las plantaciones de Octubre y Agosto obtenían las producciones más altas. En esa línea, Wijsmuller (1987) comparó plantas frigo de las variedades "Elvira", "Korona", "Elsanta" y "Bogota", plantadas en cuatro fechas distintas: 27 de Junio, 11 de Julio, 25 de Julio y 8 de Agosto, junto a plantas frescas de las mismas variedades plantadas el 8 de Agosto. En las variedades "Elvira" y "Korona" las producciones más altas se obtuvieron con las plantas frigo plantadas el 27 de Junio; en las plantaciones de Julio las producciones frigo variaban muy poco con respecto a la planta fresca; presentando "Elsanta" y "Bogota" daños como consecuencia de la frigoconservación. Se obtuvieron las producciones más altas en las plantas frigo, para las distintas fechas de plantación, en el caso de "Elsanta" y "Bogota"; aún cuando la primera

Universidad de Huelva 2009

fecha de plantación frigo (Junio) presentaba producciones similares a la planta fresca (Agosto).

En definitiva, con el desarrollo de las técnicas de frigoconservación, hace años que se realizaron numerosos ensayos de comparación de comportamiento agronómico de estolones frigo y frescos en diferentes fechas de plantación; además de los ya citados podemos añadir trabajos en España (Álvarez-Prida y López-Rioboo, 1970; Wienberg, 1968); Italia (Bargioni y Tosi, 1975; Noto, 1977; Tosi, 1981), Estados Unidos (Voth y Bringhurst, 1970) y otros países (Bochud,1983; Cox, 1976; Degeyter, 1977; Lemaitre, 1974). En todos los casos, se observó un notable incremento de la producción en plantas frigoconservadas respecto a las plantas frescas. En particular, Wienberg (1968), comparando los sistemas de planta frigo y planta fresca en la variedad de día corto "Tioga" en las condiciones de la costa de Málaga (Algarrobo-Costa), señalaba que, con la tecnología de la época, el material vegetal fresco de dicha variedad tenía una capacidad productiva de 300-350 gr./planta de excelente calidad comercial (75% de frutos de primera categoría) y mayor precocidad que la del material vegetal frigoconservado; sin embargo, la capacidad productiva de este material vegetal frigo era de 500-700 gr./planta, calidad comercial inferior (sólo un 65% de frutos de primera categoría) y menor precocidad. En el epígrafe 8.3 de la ADENDA se puede encontrar una ampliación sobre este tema y sobre la polémica entre sistema de plantación frigo y fresca.

Türemis et al. (1997) estudiaron el comportamiento de 10 variedades ("Aliso", "Chandler", "Dana", "Dorit", "Elsanta", "Lester", "Redchief", "Tufts", "Vista" y "Brio") usando plantas frigo y plantas frescas previamente enraizadas en maceta (en Mayo-Junio) y plantadas en Julio. Observaron que la producción de las plantas frigo era significativamente mayor; aunque las plantas frescas tenían un mejor establecimiento inicial. Las producciones más altas la obtuvieron con "Dorit" y "Dana" frigo.

Caruso y D´Anna (1995) determinaron la época óptima de plantación en Sicilia de las variedades "Chandler", "Oso Grande", "Milsei-Tudla" y e "Irvine" (día neutro) con plantas frigo. Efectuaron bajo macrotúnel 4 fechas de plantación estival: 27 de Julio, 16 de Agosto, 5 de Septiembre y 25 de Septiembre. Observaron que la floración y el número de frutos/planta disminuyen cuando la plantación se hizo después del 16 de

Universidad de Huelva 2009

Agosto. Además concluyeron afirmando que "Irvine" presentaba las producciones más precoces y que "Milsei-Tudla" las aptitudes más favorables para sustituir a "Chandler".

Pritts y Eames-Sheably (1989) (en el estado de Nueva York), analizaron el comportamiento de dos variedades de día neutro "Tribute" y "Tristar", plantadas entre el 6 de Abril y el 29 de Junio con intervalos de tres semanas. Establecieron que las plantaciones posteriores al 18 de Mayo presentaban el máximo de producción al final de Septiembre y principios de Octubre, mientras que las plantaciones anteriores presentaron dicho máximo a finales de Agosto. El retraso en las fechas de plantación estuvo asociado a la reducción de la producción en ambas variedades (especialmente en "Tribute"), mientras que el tamaño del fruto tendía a incrementarse en las plantaciones más tardías. Malodobry (1987), también estudió la fecha óptima de plantación en variedades de día neutro, entre plantaciones ejecutadas a finales de Mayo, Julio y Septiembre. Concluyó, en la misma línea que los anteriores autores, que la plantación más temprana daba las producciones más altas. Sin embargo, Terrettaz y Carron (1995), en Suiza, en trabajos similares con la variedad británica "Pandora", no obtuvieron diferencias significativas en la producción el 15 de Mayo, 1 de Junio y 15 de Junio.

Human (1993), en Africa del Sur, comparó el comportamiento de 4 variedades, "Selekta", "Rolinda", Tioga" y "Parfaite" plantadas los días 1, 15 y 29 de Marzo en el primer año; y los días 17 y 21 Marzo y 4 de Abril en el segundo. Determinó la inexistencia de interacción entre variedades y fecha de plantación en cuanto a producción. La producción de todas las variedades fue significativamente menor en la última fecha de plantación en ambos años. El calibre del fruto no se vio afectado por la fecha de plantación en el primer año; pero si se dio interacción variedad x fecha de plantación en el segundo año. "Selekta", "Tioga" y "Rolinda" presentaron calibres similares para la primera y segunda fecha de plantación pero significativamente menores que los de la tercera, mientras que "Parfaite" presentaba calibres mayores en la segunda fecha que en las demás. (Obsérvese que esas fechas de plantación en el hemisferio sur equivalen al mes de Septiembre en el hemisferio norte).

La utilización de plantas engrosadas ha sido evaluada en Estados Unidos (Baumann y Daubeny, 1989). Las variedades "Hood", "Rainier", "Shuksan" y "Tótem" fueron plantadas en 6 fechas distintas entre Mayo y Julio, a intervalos de 10 días. En

Universidad de Huelva 2009

ninguna de las dos campañas en las que se realizó este trabajo aparecía interacción entre variedades y fechas de plantación. La variedad "Rainier" fue las más productiva, con casi el doble de la producción por planta del nivel de rentabilidad estimado para la zona; produjeron a ese nivel de rentabilidad mientras que "Hood" quedó manifiestamente por debajo. El peso medio de los frutos mostró similar comportamiento. Estos autores concluyeron que era claramente viable la introducción del sistema de plantación ensayado con las variedades "Rainier", "Shuksan" y "Totem". Este trabajo puede ser una demostración de la posibilidad de utilizar un determinado tipo de plantación con material vegetal fuera de las fechas de plantación para los que en su origen fue descrito.

Ese mismo tipo de evaluación de plantas engrosadas fue estudiado para las condiciones de Valencia en España por Maroto et al. (1996, 1997). Estos autores iniciaron sus trabajos con plantas de las variedades californianas "Irvine" y "Chandler" sacadas sucesivamente de cámara frigorífica (donde se habían depositado el 9 de Enero) y plantadas en la última semana de Enero, Febrero, Marzo y Abril. La producción y el peso medio del fruto disminuían conforme se retrasaba la fecha de plantación en ambas variedades. La producción de "Chandler" era superior y el peso medio del fruto fue similar en las dos variedades. Posteriormente, con material vegetal de "Chandler", "Irvine", "Pajaro" y "Vilanova" (las plantas se habían depositado en la cámara frigorífica el 29 de Diciembre), plantaron a mediados de Enero y en la primera semana de Febrero. La producción y el peso medio de los frutos fue significativamente más alto en la fecha de plantación más temprana. Entre las variedades, "Chandler" mostró las mejores aptitudes a lo largo de los dos años; después se situaron "Vilanova" y "Pajaro".

Esos autores, utilizando "Chandler", "Pajaro" y "Vilanova", completaron el trabajo anterior ensayando tres variantes del sistema de planta engrosada (a) plantas procedentes de vivero de bajura arrancadas en Diciembre y conservadas en cámara hasta la segunda semana de Septiembre; (b) plantas procedentes de vivero de altura donde se ha establecido "waiting bed" en Agosto, arrancándose el vivero el 20 de Diciembre y plantándose el 22 de Diciembre; (c) plantas procedente de vivero de bajura donde se estableció el "waiting bed" en Julio, arrancándose el 22 de Diciembre y se plantándose el mismo día). No aparecieron interacción entre variedades y tipos de plantas en ninguno de los parámetros considerados, ni en ninguna de las fechas de control establecidas. Las plantas del primer tratamiento (a) mostraron, significativamente, las producciones más

Universidad de Huelva 2009

altas y los frutos de mayor peso frente a los otros dos tratamientos (b) y (c) que mostraban producciones similares pero pesos medios de frutos mayores en la planta que procedía de viveros de altura. Con respecto a las variedades, "Chandler" mostró las mejores producciones y "Pajaro" las peores, mientras que los frutos de mayor tamaño correspondieron a "Vilanova".

En las condiciones de Valencia, López-Galarza et al. (1997), estudiaron el comportamiento de plantas engrosadas (sistema "waiting bed") de las variedades Chandler", "Oso Grande", "Pajaro" y "Vilanova", con diferente número de coronas (entre 1 y 5), plantadas a final de Diciembre. Observaron que el número de coronas no afectaba a la producción en "Oso Grande" y "Vilanova". En "Chandler" observaron un aumento lineal de producción conforme era mayor en número de coronas, mientras en "Pajaro" este aumento era exponencial. El peso medio de los frutos disminuyó linealmente con el número de coronas en "Oso Grande" y "Vilanova" y no afectaba a "Chandler" y "Pajaro".

Antes de finalizar con este repaso bibliográfico sobre el sistema de planta engrosada en vivero o sistema de plantación para recolección programada, debemos decir que la gran utilidad del material vegetal en este sistema es para el cultivo fuera de suelo; la evaluación de las características de este tipo de plantas "waiting bed", "tray-plants", "A+",etc., ha sido estudiada profusamente en Europa, principalmente en Bélgica y Holanda, por autores tales como P. Lieten al que nos remitimos; sin embargo, este sistema de plantación queda muy lejanos a los objetivos de campo de esta Tesis Doctoral y por ello finalizamos aquí esta breve revisión.

En nuestra opinión, la interacción entre distintos sistemas de plantación alcanza su cima en California Strawberry Advisory Board (1989), resumen anual en el que se evaluaba el comportamiento agronómico de las variedades de día neutro "Selva", "Muir" e "Irvine" (véase Tabla 1.-RE), usando 3 tipos de plantas: plantas de vivero de altura con hojas, plantas de vivero de bajura con hojas y plantas de viveros de bajura frigoconservadas. Las plantas de vivero de altura una vez arrancadas estuvieron en cámara frigorífica a 4°C durante 4 semanas para ser plantadas el 15 de Noviembre. Las plantas de vivero de bajura con hojas recibieron en cámara un tratamiento de frigoconservación durante 1 y 3 semanas, siendo plantadas el 7 de Diciembre y el 21 de

Universidad de Huelva 2009

Diciembre. Por último, se plantaron 4 tratamientos con plantas frigo que, procedentes del vivero de bajura, fueron arrancadas y conservadas por debajo de 0ºC durante varias semanas para finalmente ser plantadas el 15 y 28 de Febrero y el 15 y 28 de Marzo. Las plantas procedentes del vivero de altura obtuvieron las producciones más altas y los frutos de mayor calibre, así como la valoración más alta en la apariencia general. En general, las fechas de plantación más tardías obtuvieron las producciones totales más bajas; pero también dieron las producciones más altas a partir del 15 de Julio en adelante. Las producciones muy tardías, entre el 15 de Septiembre y el 15 de Octubre, se incrementaron con las plantaciones tardías en "Selva" pero no en "Irvine". Analizando las curvas de producción de las plantas que se plantaron el 15 de Noviembre con planta de altura, el 7 de Diciembre con planta de bajura y el 28 de Febrero con planta frigo de vivero de bajura, se observaba la perfecta complementariedad de las correspondiente a las dos primeras con la tercera; tanto para "Selva" como para "Irvine". Esa complementariedad era de tal modo que cuando la producción de las dos primeras fechas de plantación descendía a partir de primeros de Agosto, la tercera fecha iba adquiriendo su cenit. Estas alternativas en los sistemas de plantación permitieron vislumbrar la posibilidad de cosechar desde primeros de Marzo hasta mediados de Septiembre con variedades de día neutro para el centro de California; con la desventaja de que la calidad de los frutos sería ligeramente menor y que la producción total, para las plantas de fechas de plantación tardías, también sería menor.

2.4.3.- Fechas de plantación con plantas fresca en reposo vegetativo.

Las condiciones agroclimáticas de Huelva, similares en buena medida a las de California, permiten el desarrollo del cultivo con plantaciones otoñales que buscan la precocidad y la calidad de fruto como objetivos principales. Sin embargo, tanto en una como en otra zona, las más importantes del mundo en la producción de fruto para consumo en fresco, el ajuste de la fecha de plantación a lo largo del otoño (o al menos de los primeros dos tercios del mismo) es una cuestión importante a dilucidar.

En este sentido el citado California Strawberry Advisory Board (1989), resumen anual, mostró el comportamiento de las variedades "Chandler" (día corto) y "Selva (día neutro), plantadas en 2 fechas distintas el 25 de Octubre y el 9 y 15 de Noviembre (para "Chandler" y "Selva" respectivamente), con plantas procedentes de 4 viveros, 3 de ellos

Universidad de Huelva 2009

localizados entre los 1000 y los 1280 m de altitud y otro localizado en una zona más templada. En el caso de "Chandler" la producción total fue más alta en la fecha de plantación más temprana para todos los viveros, salvo el último; en este caso la producción para ambas fechas de plantación era similar. Para el tamaño del fruto, sin embargo, no apareció una tendencia clara a favor de ninguna de las dos fechas de plantación. En el caso de "Selva" los resultados fueron diametralmente opuestos ya que presentó producciones significativamente más altas en los 4 viveros para la fecha de plantación más tardía, ocurriendo exactamente lo mismo para el calibre de los frutos.

También se señalaba que al comparar plantas de las variedades "Chandler", "Parker" (día corto) e "Irvine" (día neutro), procedentes de vivero de altura, arrancadas el 17 de Octubre y plantadas en campo de fructificación a la semana y dos semanas siguientes (días 24 y 31 de Octubre), la variedad "Chandler" obtuvo en producción precoz (hasta el 1 de Abril), 42% más en la segunda fecha de plantación (31 de Octubre) frente a la primera (24 de Octubre); mientras que, de modo inverso, la producción total fue un 7,7% más en la primera fecha de plantación. El tamaño medio de los frutos era superior con la segunda fecha de plantación (31 de Octubre). La variedad "Parker" siguió la tendencia que "Chandler", aunque la diferencia de cosecha era 24% para la producción precoz y 8,4% para la total; además, el tamaño medio de los frutos fue el mismo para ambas fechas de plantación. En la variedad "Irvine" se dieron tendencias opuestas a las de las anteriores variedades; en producción precoz, se obtuvo un incremento del 10% y 24% en producción precoz y total para la primera fecha de plantación (24 de Octubre); en este caso no se veía afectado el tamaño medio de los frutos por la fecha de plantación. Trabajos complementarios realizados con material vegetal fresco procedente de viveros de altura de las variedades "Chandler" y "Oso Grande" en dos fechas de plantación (3 y 17 de Octubre), mostraron que "Chandler" en la fecha de plantación temprana (3 de Octubre) tuvo una producción precoz (hasta 1 de Abril) 32% superior a la segunda fecha de plantación (17 de Octubre); además, los valores obtenidos eran claramente superiores a los del anterior trabajo en "Chandler", "Parker" e "Irvine" con fechas de plantación en la ultima semana de Octubre. La producción total final resultó ser ligeramente más alta en la fecha de plantación más tardía. Para la variedad "Oso Grande", el efecto de la plantación más temprana (3 de Octubre) en la producción precoz supuso un incremento superior al 250%, mientras en la producción total solo era del 7,5%. El calibre de los frutos no presentó diferencias entre

Universidad de Huelva 2009

fechas de plantación para "Oso Grande" pero sí para "Chandler" con calibres superiores en la segunda fecha de plantación (17 de Octubre) (California Strawberry Advisory Board, 1989).

Por su parte, California Strawberry Advisory Board (1993), resumen anual, estableció que con un conjunto de variedades: "Carlsbad", "Camarosa", "Anaheim", "Laguna", "Chandler", "Oso Grande" y "Seacape", ensayadas en dos fechas de plantación: 29 de Septiembre y 20 de Octubre, en todas ellas se obtuvo una producción precoz y final con la fecha de plantación más temprana; siendo el tamaño de los frutos superior en esa primera fecha de plantación. Incluso en el caso de la variedad "Chandler" que como se ha podido observar en los trabajo anteriores siempre presentó calibres más altos en fechas de plantación más tardías.

López-Aranda et al. (1990c, 1996b), estudiaron el comportamiento de plantas de la variedad "Chandler" a lo largo de cuatro años. El material vegetal era plantado cada año en 2 fechas distintas una temprana entre el 11 y el 21 de Octubre y otra tardía entre el 8 y el 14 de Noviembre según los años. Estos trabajos se realizaron con plantas procedente de viveros de altura y con plantas de viveros de bajura plantadas con hojas (plantas fresca en actividad vegetativa). Los resultados mostraron que las plantas de viveros de altura dieron más producción, tanto precoz como final. La producción precoz (hasta el 1 de Abril) fue superior en los 4 años en los tratamientos de plantación más temprana (entre el 11 y el 21 de Octubre). Por otra parte, el material procedente de vivero de bajura (en actividad vegetativa) y plantación temprana tendió a dar los mayores porcentajes de frutos de menor tamaño. Además todas las plantaciones realizadas entre el 11 y el 21 de Octubre (fecha temprana), con material procedente de vivero de altura, dieron mejores prestaciones conjuntas de producción, precocidad y calidad que plantaciones de dichos viveros realizadas en fechas tardías (8-14 de Noviembre) o plantaciones de viveros de bajura realizadas en ambos períodos de plantación.

López-Aranda et al. (1997) estudiaron el comportamiento de 5 variedades: "Andana", "Arena", "Camarosa", "Oso Grande" y "Carisma" (ésta aún con la referencia de obtentor: selección avanzada "RB-11") que fueron plantadas en Huelva en 3 fechas de plantación: 11, 21 y 31 de Octubre. Además las plantas fueron cultivadas en 3 marcos de plantación: 25x25, 30x25 y 35x25 cm (separación en cm entre plantas en el líneo de

Universidad de Huelva 2009

plantación x separación en cm entre los dos líneos de plantas del lomo de cultivo). Las experiencias fueron realizadas en 2 localidades distintas que diferían fundamentalmente en la técnica de desinfección del suelo: Moguer con solarización del suelo y Cartaya con inyección de BM. Los resultados mostraron que la producción total en Moguer era más alta con la fecha de plantación más temprana, seguida significativamente por la segunda fecha y ésta a su vez seguida, igualmente con diferencias significativas por la tercera. Sin embargo en la otra localidad (Cartaya) aparecieron la segunda y tercera fechas de plantación con una producción significativamente más alta que la primera. Cuando se analizaron los datos en su conjunto se observó que no existían diferencias significativas entre los tratamientos. Al analizar los resultados correspondientes a la producción precoz, observaron que el comportamiento en ambas localidades era para esta variable mucho más parecido y que conforme se atrasaba la fecha de plantación la producción disminuía de manera significativa. Por otro lado, respecto al comportamiento de las variedades, tomado en su conjunto, presentó en su aptitud productiva a "Camarosa" como la más productiva, tanto en producción precoz como en total y a "Oso Grande" como la menos productiva en ambos casos; entre ellas se encontraron las otras tres variedades. En el análisis variedad a variedad observaron que "Camarosa", de manera evidente, mostró mayor producción total conforme más temprana era plantada; "Arena" mostraba una tendencia justamente contraria y las demás variedades ("Andana", "Oso Grande" y "Carisma") no llegaron a presentar una tendencia clara. En el análisis de la producción precoz, observaron que todas las variedades y en todo caso presentaron mayor producción conforme más temprano se plantó.

López-Medina et al. (2001) en un trabajo similar, estudiaron el comportamiento de las variedades "Andana", "Carisma" y "Camarosa", plantadas en 3 fechas: 11, 21 y 31 de Octubre y además en 3 marcos de plantación: 25x25, 30x25 y 35x25. Los resultados pusieron de manifiesto que la interacción variedad x fecha de plantación es significativa para todos los caracteres estudiados (producción total y precoz expresado tanto en gramos por planta como en kg por hectárea y porcentajes de segunda categoría total y precoz) salvo para el peso medio de los frutos. El análisis de está interacción reveló, que "Camarosa" estaba asociada a la fecha de plantación más temprana, en la que se obtenían tanto las producciones precoces más altas como las totales, así como los porcentajes de segunda categoría más bajos igualmente para la producción precoz y total. Por otro

Universidad de Huelva 2009

lado, "Andana" y "Carisma" estaban asociadas a fechas de plantación más tardías donde obtenían producciones precoces y totales más altas.

2.5.- Métodos estadísticos de adaptación de variedades en fresa.

Como se ha indicado en el apartado 1.- Introducción y objetivos, esta Tesis Doctoral se ha planteado para estudiar la capacidad de adaptación a ciertas variables de interés agronómico (producción, tamaño y firmeza de fruto, porcentaje de supervivencia, etc.) en diversas situaciones de cultivo (ambientes) de variedades de nueva introducción (genotipos). En definitiva, el contenido de este trabajo es un complejo ensayo de variedades durante dos años en condiciones estandarizadas y posibles de cultivo en la zona de Huelva. Se trata pues de conseguir un instrumento potente y fino capaz de aportar información fiable y abundante a la adaptación de variedades de fresa a diversos ambientes de cultivo. Los ensayos de adaptación de variedades de fresa son los más abundantes en la bibliografía internacional dedicada a este cultivo, por ello, no aportamos citas bibliográficas en este trabajo, por lo tedioso de su enumeración y lectura; sin embargo, la mayor parte de esta bibliografía utiliza como método estadístico el análisis de la varianza (ANOVA) estandarizado.

De hecho, no sólo los ensayos de adaptación varietal revisados para el cultivo de la fresa, sino en cualquier actividad experimental de campo y laboratorio en esta especie vegetal, los métodos estadísticos utilizados son los habituales análisis de varianza y comparación de medias. Sin embargo, es bien conocido en la experimentación de campo en especies vegetales hortícolas, y en particular en este cultivo, que la gran variabilidad de factores que influyen en el desarrollo de los ensayos (edáficos, climáticos, humanos, fisiológicos, patológicos, genéticos, etc.) van a provocar indefectiblemente interacciones entre factores de interés que van a quedar sin interpretación rigurosa o lo que es peor van a recibir una interpretación errónea.

En el cultivo de la fresa, y en general en actividades de campo relacionadas con la adaptación de genotipos a suelos desinfectados y no desinfectados en California, hemos podido revisar modelos estadísticos complejos adaptados por los autores al objetivo del trabajo (Fort y Shaw, 2000a, 2000b; Larson y Shaw, 1995a, 1995c, 1996; Pringle y Shaw, 1998; Shaw y Larson, 1996, 1999, 2001). También hemos podido revisar modelos

Universidad de Huelva 2009

de respuesta tridimensional que estudian el comportamiento de las variedades al fotoperíodo y termoperíodo Durner et al. (1986). Estos son los únicos ejemplos que hemos podido encontrar que van más allá de un simple análisis de varianza.

La resolución de interacciones simples (dos factores) significativas por el método gráfico que utilizaremos (véase Resultados y Discusión) no la hemos podido encontrar en trabajos de fresa en particular. Creemos que esta técnica estadística sencilla es útil para la explicación de interacciones de interés agronómico, siendo una importante herramienta para potenciar modelos experimentales de adaptación de variedades de fresa a diferentes agro ambientes. Es una sencilla pero importante herramienta que creemos aporta esta Tesis Doctoral. Se han usado numerosos métodos estadísticos en la búsqueda de las causas de interacciones; aunque las estrategias pueden diferir, esos métodos pueden llevar a las mismas o similares conclusiones para un determinado conjunto de datos, según se le quiera dar más importancia al rendimiento medio o a la estabilidad genotípica (Flores et al., 1998). En las últimas décadas se ha puesto a punto un nuevo modelo estadístico para la interacción genotipo x ambiente, el modelo AMMI (efectos principales aditivos e interacción multiplicativa) (Cubero y Flores, 1994; Zobel et al., 1988). El modelo AMMI es un análisis multivariante apropiado para analizar matrices de dos dimensiones. El AMMI comienza con un análisis de la varianza donde se calculan los efectos aditivos de cada factor principal y aplica a continuación un Análisis de Componentes Principales (ACP) donde son analizados los efectos no aditivos de la interacción (Cubero y Flores, 1994). El análisis AMMI1 se puede representar en un gráfico, denominado "biplot" (Zobel et al., 1988) que facilita el establecer inferencias sobre interacciones de determinadas variedades y ambientes usando el signo y la magnitud de los valores del ACP1.

Existen numerosas referencias de trabajos de investigación que han utilizado esta potente herramienta estadística; en general relacionados con la mejora genética y con la adaptabilidad de genotipos a diferentes ambientes (en ensayos plurianuales y multilocales) en especies de amplio cultivo (cereales, cultivos industriales, plantas forrajeras, etc.); por ejemplo, en trigo (Kaya et al., 2002; Alemayehu et al., 1999; Purchase et al., 2000); triticale (Motzo et al., 2001); cebada (Voltas et al., 1999 ; Pinnschmidt y Hovmoller, 2002); arroz (LongJiang et al., 2000; Vijayakumar et al., 2001); maíz (Laubscher et al., 2000; Álvarez y Ruiz de Galarreta, 1999); soja (Ariyo,

Universidad de Huelva 2009

1998); guisante (Taye et al., 2000), etc., aunque podrían haberse reseñado muchos más ejemplos de uso.

Pero en el caso de cultivos hortofrutícolas apenas hemos podido encontrar referencias. De ese modo sólo nuestro equipo de trabajo (o miembros de él) ha publicado trabajos con esta herramienta estadística. Así, López-Aranda et al. (1996b, 1997) presentaron, a nivel de divulgación, los resultados de 13 ensayos con 4 tratamientos consistentes en diferentes procedencias de viveros de la variedad "Chandler" en 5 localidades de Huelva y durante 3 años de cultivo utilizando la técnica AMMI; pero sobre todo, López-Medina et al. (1999), estudiaron la interacción genotipo x ambiente para resistencia a araña roja (*Tetranychus urticae*) de 11 clones de fresa cultivados en 6 agro-ambientes diferentes en Estados Unidos; para ello utilizaron dos técnicas de análisis: Análisis de Componentes Principales (APC) y AMMI. Ambas técnicas aportaron un camino útil para el análisis de la interacción. Además, López-Medina et al. (2001), utilizaron la técnica AMMI para el análisis de la interacción genotipo x ambiente de tres variedades "Camarosa", "Carisma" y "Andana" cultivadas durante 1997 y 1998 en 2 localidades de Huelva (Cartaya y Moguer), tal como se ha revisado en el anterior epígrafe (2.4.3.). El uso de AMMI en esta Tesis Doctoral es otra aportación novedosa para la consecución de los objetivos propuestos, y debería ser un instrumento habitual en los ensayos de adaptación de variedades a nuestras condiciones de cultivo.

Finalmente, en riguroso post-scriptum de esta Tesis Doctoral, debe señalarse, que ha comenzado a utilizarse un modelo de regresión (SREG) combinando genotipo (G) y la interacción genotipo x ambiente (GE) y se ha propuesto un (GGE) biplot para explicar datos de ensayos multi-ambientales (MET). Esta metodología estadística ha sido desarrollada por Yan et al. (2000) y Yan (2001) y puede aplicarse a diversos aspectos de la investigación de campo en el cultivo de la fresa, cuyos datos tengan una estructura de doble entrada, donde una entrada serían: genotipo, técnica de cultivo, etc. y la otra: ambiente, patógenos, marcadores moleculares, etc. Así, además de en los trabajos de genotipo x ambiente, nuestro equipo de trabajo ha comenzado a utilizar GGE biplots en ensayos sobre alternativas al BM en fresa (López-Medina, com. pers., datos no publicados).

Universidad de Huelva 2009

3.- Material y Método.

3.1.- Material vegetal ensayado.

El material vegetal utilizado está constituido por nueve variedades elegidas de entre las ensayadas en distintos experimentos de campo realizados por el Proyecto INIA SC 94-033-C2 y los Programas UE AIR-3-CT-920670 y Cost-Action 836 que acogen desde 1992 a la European Network for Strawberry Cultivar Evaluation (López-Aranda et al., 1994; López-Aranda et al., 1995a). Para efectuar la elección de estas nueve variedades se consideró el carácter de notoriamente conocida en la zona de algunas de ellas ("Chandler" y "Oso Grande"), la adaptación al agroambiente de la costa de Huelva, expresado principalmente en su precocidad y en su capacidad productiva, y la mayor variabilidad posible de orígenes de obtención.

Las plantas madres de cada una de las variedades, eran recibidas por el vivero colaborador, "Viveros California SL", procedentes de los distintos obtentores y se plantaban en el mes de Abril anterior a cada campaña de cultivo. El momento de la cosecha en vivero venía determinado por la fecha de plantación establecida en los campos de fructificación. El vivero ha estado ubicado en la localidad de Vinaderos en los alrededores de Arévalo (Ávila), situada a una altitud de 800 metros sobre el nivel del mar (m.s.m.) y cuyas coordenadas son: latitud N 41° 01′ 12′′ y longitud O 4° 46′ 30′′.

Las variedades estudiadas han sido: "Oso Grande", "Chandler", "Camarosa", "Milsei-Tudla", "Andana", "Miranda", "Nike", "Darboise" y "Maraprime". En la siguiente Tabla se describen alguna de sus características principales observadas en sus lugares de orígenes de obtención.

Universidad de Huelva 2009

Tabla 1.-MM. Resumen de características de las variedades ensayadas.

Variedad	Oso Grande	Chandler	Camarosa	Milsei-Tudla
Tipo	Día corto	Día corto	Día corto	Día corto
Obtentor	Universidad de California. USA.	Universidad de California. USA.	Universidad de California. USA.	Plantas de Navarra. España.
Cruzamiento	Parker x Cal.77.3-603	Douglas x C 55	Douglas x Cal 85.218-605	Parker x Chandler
Año cruzamiento	1981		1988	
Referencia obtentor	Cal. 81.43-603 (C 43)		Cal 88.24-603	
Lugar selección	Irvine (CA)			Cartaya (Huelva)
Planta				
Vigor	Muy elevado	Elevado	Muy elevado	Elevado
Produc-tividad	Media-Alta	Alta	Muy alta	Alta
Hoja				
Color	Verde intenso	Verde claro	Verde intermedio	Verde pálido
Tamaño	Medio-Grande	Medio-Grande	Medio-Grande	Medio
Flor				
Tipo	Hermafrodita	Hermafrodita	Hermafrodita	Hermafrodita
Corola	Grande	Media-Grande	Grande	
Inflores-cencias	Casi todas primarias	Sobresalen de la masa foliar		Erectas a nivel de la masa foliar
Fruto				
Tamaño	Grande	Medio	Grande	Muy Grande
Forma	Cuneiforme a cónica	Cónica alargada	Cónica a cónica ligeramente achatada	Cónica alargada
Color exterior	Rojo intenso a muy intenso	Rojo intenso brillante	Rojo intenso	Rojo intenso brillante
Color interior	Menos intenso a rosado-casi blanco	Rojo medio a intenso	Rojo intenso	Rojo intenso homogéneo
Firmeza	Alta	Media, ligeramente inferior a Oso Grande	Muy alta, más que Oso Grande y Chandler	Media, inferior a Oso Grande y Camarosa
Época de recolección	Media a precoz, algo más tardía que Chandler	Precoz	Muy precoz, más que Oso Grande y Chandler	Precoz

Universidad de Huelva 2009

Tabla 1-MMbis. Resumen de características de las variedades ensayadas.

Variedad	Andana	Miranda	Nike	Darboise	Maraprime
Tipo	Día corto	Día corto	Día corto	Día corto	Día corto
Obtentor	INIA-IVIA-Junta Andalucia.España	Consorzio Italiano Vivaisti.Italia	ERSO.Italia	Darbonne. Francia	Marionette. Francia
Cruzamiento	(Garriguette x Parker) x (Vilanova x Ribera)	Sel. Nº 5 x Santana	Douglas x Addie	Douglas x Garriguette	Garriguette x Santana
Año cruzamiento	1993		1985		
Referencia obtentor	RB-19		Sel. 85.46.1.		
Lugar selección	Moncada (Valencia)	Battipaglia (Salerno)	Cesena (Forli)		
Planta					
Vigor	Medio	Muy elevado	Muy elevado	Elevado	Medio
Producti-vidad	Muy elevada	Muy elevada	Elevada	Elevada	Media
Hoja					
Color	Verde oscuro	Verde medio	Verde claro		
Tamaño	Medio		Medio-Grande		
Flor					
Tipo	Hermafrodita	Hermafrodita	Hermafrodita		Hermafrodita
Corola	Media	Muy grande	Grande	Media	Media
Inflores-cencias	A nivel de la masa foliar	Por encima de la masa foliar	Muy alargada	A nivel de la masa foliar	A nivel de la masa foliar
Fruto					
Tamaño	Medio-Grande	Grande	Medio-Grande	Medio	Medio
Forma	Bicónica	Acorazonada	Cónica	Cuña corta	Acorazonada
Color exterior	Rojo muy intenso	Rojo anaranjado brillante	Rojo anaranjado brillante	Rojo intenso brillante	Rojo ligeramente anaranjado
Color interior	Rojo medio a intenso	Rojo anaranjado	Rojo claro a blanco	Rojo intenso	
Firmeza	Alta, más que Oso Grande y Chandler	Alta	Media-Alta		Rojo ligeramente anaranjado
Época de recolección	Media a precoz	Precoz	Precoz	Media a precoz	Media a precoz

Universidad de Huelva 2009

3.2.- Localización de los ensayos.

Los campos de ensayos para la realización de esta Tesis Doctoral se realizaron en las campañas 1995/96 y 1996/97. En ambas campañas, los campos de ensayos estuvieron ubicados en la Finca Experimental "El Cebollar", situada en plena zona de producción fresera del área oriental de la costa de Huelva. Dicha finca está localizada a 4,7 km al este de la localidad de Moguer y sus coordenadas son: latitud N 37° 14′ 25′′ y longitud O 6° 48′ 1′′. La altitud es de 57 m.s.m. La finca pertenece al Centro de Investigación y Formación Agraria (CIFA) "Las Torres y Tomejil" dependiente de la Dirección General de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

Los ensayos se establecieron en una parcela de suelo arenoso a la que se le realizó una analítica previa. Esta parcela sólo había sido cultivada en la campaña anterior con fresa. Se muestrearon los primeros 25 cm. de suelo en diversos puntos en recorrido en zig-zag. La muestra se analizó en el Laboratorio Agroalimentario de Huelva, dependiente de la Dirección General de Industria y Promoción Agroalimentaria de la Junta de Andalucía. En la siguiente Tabla se aportan los resultados del análisis físico-químico del suelo utilizado.

Tabla 2.-MM. Parámetros físico-químicos del suelo. Análisis previo.

Parámetro	Valor
Arena (%)	90,0
Limo (%)	2,8
Arcilla (%)	7,2
Clasificación de la textura	Arena
pH en agua suspensión 1 : 2,5	5,76
pH en cloruro potásico 1 : 2,5	4,76
Materia orgánica oxidable (%)	0,24
Nitrógeno orgánico (%)	0,024
Fósforo asimilable (ppm)	17,0 Bray
Potasio asimilable (ppm)	26,0
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g.)	2,02
Calcio de intercambio (meq/100 g.)	1,09
Magnesio de intercambio (meq/100 g.)	0,36
Potasio de intercambio (meq/100 g.)	0, 064
Prueba previa de sales 1/5 dS/m.	0, 051

Universidad de Huelva 2009

3.3.- Preparación del terreno. Solarización.

La solarización del suelo se inició con la preparación del terreno, una vez levantado el cultivo de la campaña anterior (fresas) existente en la parcela donde se desarrollaron los ensayos.

Una vez desechos los lomos, se dieron dos pases de subsolador, cruzados, seguidos de otros dos pases de grada y cultivador, ambos igualmente cruzados. Buscándose eliminar la posible suela del cultivo anterior, la disgregación máxima del suelo y la eliminación de los posibles restos vegetales. Se prestó especial atención a que el último pase de grada se diese en la misma dirección en la que iban a ser instaladas las bandas de plástico. La grada llevó una rastra, que optimizó la homogeneidad en la superficie del terreno, evitando la presencia de los surcos, propios de la labor que se realizó. Este fue un aspecto considerado especialmente, dada la vital importancia, que para la buena realización de ésta técnica de desinfección tiene la ausencia de cámaras de aire entre plástico y suelo que favorezcan la intima unión entre ambos.

A continuación se procedió a la instalación del sistema de riego por aspersión, con el cual se aportó, durante varios días y homogéneamente, el agua necesaria para llevar a capacidad de campo los primeros 50 cm. de suelo. Con posterioridad, se retiró el sistema de riego y se procedió a la instalación de la bandas de plástico de manera mecánica, que quedaron suficientemente tensas y enterradas por los bordes para evitar así la renovación del aire, que disminuiría la temperatura y resecaría el terreno. Esta técnica preparatoria de la solarización se hacía de acuerdo con lo indicado por Frápolli et al. (1994). El apero que se utilizó para la colocación del plástico es el habitualmente empleado en la desinfección de suelos con bromuro de metilo a todo terreno, al cual se le eliminaron las rejas inyectoras, quedando activo el sistema de desembobinado de la lámina plástica y el sistema de sellado al suelo. Dicho apero fue acoplado a un tractor de doble tracción de 70 cv. de potencia. La anchura de trabajo del apero fue de 3,30 m, dejando una separación entre las bandas colocadas de 60 cm.

El plástico permaneció en el suelo durante 6 semanas, tal como sugieren Frápolli et al., (1994), a lo largo del verano de 1995 y 1996. En la primera campaña, el plástico se instaló el 12 de Julio y fue retirado el 23 de Agosto, mientras que en el segundo año fue instalado el 15 de Julio y retirado el 26 de Agosto. A lo largo de ambos periodos de

Universidad de Huelva 2009

solarización del suelo se registraron las temperaturas con un termómetro de suelo manual a 15 cm. de profundidad, con una frecuencia de 2 horas, entre las 8:00 horas y las 20:00 horas.

El levantamiento del plástico se llevó a cabo de forma manual abriéndose el centro de la banda y sacando cada mitad independientemente. En este proceso se constató de manera visual como el suelo mantuvo, a lo largo del tiempo, la humedad.

Se utilizaron láminas de polietileno (P.E.) normal trasparente de 50 micras de espesor, para evitar posibles roturas por piedras u otros factores, contenidas en bobinas de 3,30 m de ancho sin plegar y con un peso de 65,5 kg/bobina.. Una vez colocadas las láminas de P.E. en el suelo dejaban libre un ancho útil de 2,70 m., quedando el resto enterrado por los dos bordes.

3.4.- Forzado del cultivo.

3.4.1.- Instalación del acolchado.

El acolchado se realizó siguiendo la técnica tradicional de la costa de Huelva descrita por Verdier (1987). Primero se aportó, mediante aspersión, el agua necesaria para reponer las perdidas por evaporación+infiltración sufridas tras el levantamiento de la lámina de P.E. para la solarización del suelo. A continuación se procedió a colocar el plástico de acolchado, de manera mecánica, sobre un lomo de 35 cm de altura. Al mismo tiempo se instalaba la cinta de riego por donde se aportaron tanto el agua como los nutrientes a lo largo del período de cultivo objeto del estudio. Después de extendido el plástico, con suficiente tensión para quedar pegado al lomo, y convenientemente enterrado por los bordes, se procedió, de manera manual, a la fijación del plástico al suelo por ambos extremos del lomo.

Todo el proceso de creación del lomo o caballón, de instalación de la cinta de riego y de extensión y enterrado, por los bordes, del plástico, se realizó con un solo pase. Para la instalación del acolchado se contó con un apero alomador, que consta de un bastidor con dos rejas, en su parte inferior, que levantan la tierra para que sea recogida por el cajón formador del lomo localizado inmediatamente detrás. En la parte superior se encuentran ubicadas dos barras horizontales que sostienen la bobina del

Universidad de Huelva 2009

plástico y de la cinta de riego. La barra que sostiene el plástico presenta un dispositivo en forma de rodillo que permite regular la tensión del plástico en su colocación. En la parte final hay dos ruedas de goma, de pequeño diámetro, que giran sobre dos rodillos permitiendo asentar la lamina de plástico justamente antes que otras dos rejas, colocadas una a cada lado de la maquina, vayan enterrando el plástico ya colocado. El apero fue acoplado a un tractor de doble tracción de 70 CV.

El ancho del lomo de cultivo era en su parte superior de 45 cm y en la inferior de 55 cm. La altura desde el pasillo era de 35 cm, la separación entre lomos de 1,15 m y el ancho de los pasillos de 60 cm. En ambas campañas el acolchado se realizó el 6 de Octubre. Se utilizó un film de P.E. lineal negro de 1,40 m de ancho y de un espesor de 40 micras, cargado sobre el apero alomador sin plegar y en bobinas de 60 kg.

3.4.2.- Instalación de los microtúneles.

Se adoptó el sistema de microtúnel o tunelillo, predominante en la zona, para la protección del cultivo (Verdier, 1987). La instalación se inicio con la colocación de los arquillos; unidades elementales de la estructura, formados por varillas semicirculares de hierro galvanizado de 2 m. de largo y 7 mm. de diámetro, que presentan un bucle a 20 cm de cada uno de los extremos; estos bucles sirven como tope a la hora de ser enterrados en el suelo y como anclaje de las cintas de rafia que dan consistencia a la estructura, fijando plástico y arquillo. Los arquillos fueron situados a 2,5 m de separación unos de otros y dispuestos de manera alternas en lomos colindantes. Cada arquillo dejo 60 cm de base en la horizontal del plano superior del lomo y 40 cm de separación entre dicho plano y el punto de mayor altura.

La colocación del plástico se hizo manualmente, desplazándose la lámina desde uno de los extremos de los diferentes pasillos, donde se colocó, oportunamente sobre borriquetes, la bobina de plástico sostenida por una barra. El plástico, una vez situado manualmente encima de la hilera de arquillos, se fijó mediante anudado a sendas estacas de madera instaladas en ambos extremos del lomo. Posteriormente en cada arquillo se colocó, por delante y por detrás, una cinta de rafia que permitió la fijación de éste con el plástico y facilitó la ventilación adicional cuando fue necesario.

Universidad de Huelva 2009

La cubierta plástica se instaló el 25 de Noviembre de 1995 la campaña 95/96 y el 26 del mismo mes de 1996, la 96/97. El plástico se retiró definitivamente el 26 y el 17 de Marzo en 1996 y 1997, respectivamente.

Se utilizó un film a base de P.E. transparente con aditivo copolímero EVA al 6% de 75 micras de espesor. El ancho de la lámina era de 1,50 m, y ésta se encontraba perforada con dos hileras paralelas de agujeros circulares de 8 cm de diámetro. Cada una de ellas estaba situada a 35 cm de los bordes. Los agujeros estaban separados entre sí 40 cm, dispuestos al tres bolillo. Se decidió la utilización de plástico tipo perforado frente al no perforado con objeto de favorecer la ventilación, facilitar la entrada de insectos polinizadores, mejorar el cuajado de los frutos y suavizar las temperaturas máximas diarias. La superficie de ventilación suponía el 1,67% del total.

3.5.- Fechas de plantación.

Para la elección de la fecha de plantación se siguieron los resultados de trabajos anteriores realizados por nuestro equipo de trabajo (López-Aranda et al., 1996). Se eligieron dos fechas de plantación separadas por un intervalo de 14 días; la primera de ellas, que podría considerarse óptima para la zona y la segunda de ellas algo tardía. En base a esto, se instalaron los campos de ensayo el 20 de Octubre y el 3 de Noviembre de 1995 en la primera campaña, y el 22 de Octubre y el 5 de Noviembre de 1996 en la segunda.

3.6.- Técnicas de cultivo llevadas a cabo en los ensayos.

3.6.1.- Abono de fondo.

Atendiendo a los resultados de los análisis de suelo iniciales (Tabla 2.-MM), al inicio de la primera campaña se procedió a la incorporación de abono orgánico de fondo, previamente procesado, con el producto comercial "Agrimartín Fe biológico" (materia orgánica) a razón de 8.500 kg./ha. De manera complementaria se hizo un aporte en fondo de elementos minerales con el complejo "Fertak 5-15-15 +15% de materia orgánica" a 425 kg./ha. Ambos se incorporaron el 26 de Septiembre de 1995. La distribución del abono orgánico se realizó con la ayuda de un repartidor de estiércol y la del abono mineral con una abonadora centrífuga.

Universidad de Huelva 2009

Al inicio de la campaña 96/97 sólo se hizo el aporte del abono orgánico con el mismo producto comercial pero a una dosis de 9.200 kg./ha. La incorporación se llevó acabo el 9 de Septiembre de 1996.

3.6.2.- Riegos. Instalación y aplicación.

Para la conducción del agua hasta las plantas desde la boca de riego más próxima, se instaló una tubería terciaria de P.E. (90 mm de diámetro) sobre la que se conectaron cada una de las cintas de riego previamente colocadas en la labor de alomado. Esta conexión se llevaba a cabo mediante una pequeña tubería de polietileno de 12 mm de diámetro.

Las características de las cintas de riego eran: Sistema: T-Tape. Modelo: TSX 506. Diámetro nominal: 16 mm. Grosor de pared: 0,15 mm. Distancia entre goteros: 20 cm. Presión de trabajo: 0,55 atmósfera. Caudal: 5 litros / hora / metro de cinta.

El agua de riego procedía de 2 pozos situados en las proximidades de la finca y era almacenada en una balsa reguladora de 200 m^3 de capacidad. Desde allí era impulsada por una bomba de 20 CV localizada en el cabezal de riego, hacia la parcela de ensayo, previo paso por un filtro de arena doble y un filtro de malla.

Antes del inicio de los trabajos de campo se procedía a analizar el agua de riego. Los resultados aportados por el Laboratorio citado en el apartado 3.2. fueron :

Universidad de Huelva 2009

Tabla 3.-MM. Calidad del agua de riego. Análisis previo.

Parámetro	Valor
Conductividad (dS/m.)	0,23
Calcio soluble (meq/l.)	0,43
Magnesio soluble (meq/l.)	0,60
Sodio soluble (meq/l.)	1,40
Potasio soluble (meq/l.)	0,051
Fosfatos solubles (meq/l.)	0,75
Carbonatos solubles (meq/l.)	0,00
Bicarbonatos solubles (meq/l.)	0,51
Cloruros (meq/l.)	1,75
Sulfatos (meq/l.)	0,25
SAR soluble (meq/l.)	1,97
Clasificación del agua	C2 S1
Boro (ppm)	0,5
Nitratos (ppm)	3
Nitritos (ppm)	0
Amonio (ppm)	0

El agua aportada al campo de ensayo la campaña 95/96 fue de 3.700 metros cúbicos/ ha. y la 96/97 de 4.200, estos consumos hídricos son habituales en la zona de cultivo. El reparto aproximado de este agua expresado como duración de cada riego y frecuencia semanal fue el siguiente:

Tabla 4.-MM. Riegos. Duración y frecuencia semanal.

Mes	Riegos/semana	Minutos/riego
Octubre	5	30
Noviembre	3-4	25
Diciembre	3	20
Enero	3	20
Febrero	4	25
Marzo	5	30
Abril	6	40
Mayo	6	50

Universidad de Huelva 2009

3.6.3.- Abono de cobertera.

El aporte de nutrientes a lo largo del cultivo se hizo a través del riego localizado con la ayuda de un tanque de fertilización de 80 litros de capacidad. El inicio del abonado era para ambas campañas el 15 de Noviembre y la finalización el 15 de Mayo.

La distribución de cada uno de los elementos, expresado en unidades fertilizantes por hectárea, era la siguiente:

Tabla 5.-MM. Abonado de cobertera. Unidades aportadas por tiempo.

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
Noviembre	20	0	0	0	0
Diciembre	20	7	11	6	2
Enero	20	10	22	8	2
Febrero	26	17	33	10	4
Marzo	30	15	44	12	4
Abril	30	12	44	10	4
Mayo	14	6	22	5	0
TOTAL	160	67	176	51	16

Como complemento, se aportaba anualmente un complejo de microelementos ("Folimicro Indalo") a razón de 5 kg./ha y un quelato de hierro ("Kelantren") a 5 l/ha. Además, también se aplicaron 200 litros de enmienda húmica líquida ("Lumbusol L 15% materia orgánica total"). Finalmente, debemos señalar que los abonos utilizados eran los habituales empleados en la zona de cultivo; a saber: nitrato amónico; nitrato potásico; nitrato cálcico; fosfato monoamónico; sulfato de magnesio; y los complejos: 17-5-19 y 15-5-30.

3.6.4.- Recolecciones. Clasificación por categorías comerciales.

La recolección de frutos comenzó en 1996 el 7 de Febrero y finalizó el 22 de Mayo contándose 17 recolecciones; el año siguiente se inició el 6 de Febrero para terminar el 21 de Mayo con 19 recolecciones realizadas. El tiempo medio entre dos recolecciones fue 6,22 y 5,78 días, respectivamente.

En cada una de las recolecciones se separaban dos categorías de frutos, una primera formada por los frutos de más de 18 mm. de diámetro, incluyendo las categorías Extra y "I" recogidas en la Orden de 10 de Febrero de 1984 del BOE, sobre

Universidad de Huelva 2009

calidad para fresones destinados al mercado interior; y otra segunda incluyendo la categoría "II", recogida en la misma orden, constituida por frutos que presentan un diámetro menor de 18 mm. La recolección se realizó manualmente, colocando cada categoría de frutos en envases separados. En los siguientes apartados, dichas categorías serán expresadas como 1ª y 2ª categoría, respectivamente; siendo la producción comercial la suma de ambas.

3.7.- Diseño experimental.

El diseño experimental elegido para los trabajos de campo, que es a su vez uno de los elementos más importantes de esta Tesis doctoral, era un dispositivo combinado en forma de bandas y parcelas divididas (strip-strip-split plot) con 3 repeticiones, idéntico en ambos años. Las fuentes de variación fueron las siguientes:

.- El primer factor, dispuesto en bandas (strip), presentó dos niveles:

Solarización del suelo.
No solarización del suelo.

.- El segundo factor, dispuesto en bandas (strip), presentó igualmente dos niveles:

Cultivo al aire libre.
Cultivo protegido.

.- El tercer factor presentó también dos niveles en parcelas divididas (split-plot):

1ª Fecha de plantación (Normal).
2ª Fecha de plantación (Tardía).

.- El cuarto factor presentó 9 niveles representados por las variedades citadas en el apartado 4.1.: "Oso Grande", "Chandler", "Camarosa", "Milsei-Tudla", "Andana", "Miranda", "Nike", "Darboise" y "Maraprime".

La parcela elemental estuvo constituida por un segmento de lomo de 3,7 m de largo, separada por 23 cm de la siguiente y de la antecesora en el mismo lomo y por 1,15 m de las situadas lateralmente. Cada parcela elemental contenía 30 plantas

Universidad de Huelva 2009

colocadas en dos filas y dispuestas al tresbolillo en el lomo; ambas hileras estaban separadas 20 cm. La separación entre plantas dentro de cada hilera fue de 23 cm. La superficie total de cada parcela elemental quedó ajustada en 4,2 metros cuadrados en consonancia con lo indicado por Galaszewski et al., (1995). El número total de parcelas elementales cada campaña fue de 216.

Cada parcela elemental llevaba asignada una etiqueta de identificación donde se mostraba una clave constituida por 3 letras y dos dígitos, que correspondían a las distintas variedades, a las diferentes condiciones de cultivo y a las repeticiones.

La primera letra identificaba a la variedad, iba de la A hasta la I:

A: "Oso Grande"
B: "Chandler"
C: "Camarosa"
D: "Milsei-Tudla"
E: "Andana"
F: "Miranda"
G: "Nike"
H: "Darboise"
I: "Maraprime"

La segunda letra definía si el cultivo era al aire libre o bajo tunelillo:

A: Cultivo al aire libre
T: Cultivo bajo tunelillo

La tercera letra hacia referencia a la desinfección del suelo:

S: Suelo solarizado.
N: Suelo no solarizado.

El primer número permitía identificar la repetición:

1: 1ª repetición.
2: 2ª repetición.
3: 3ª repetición

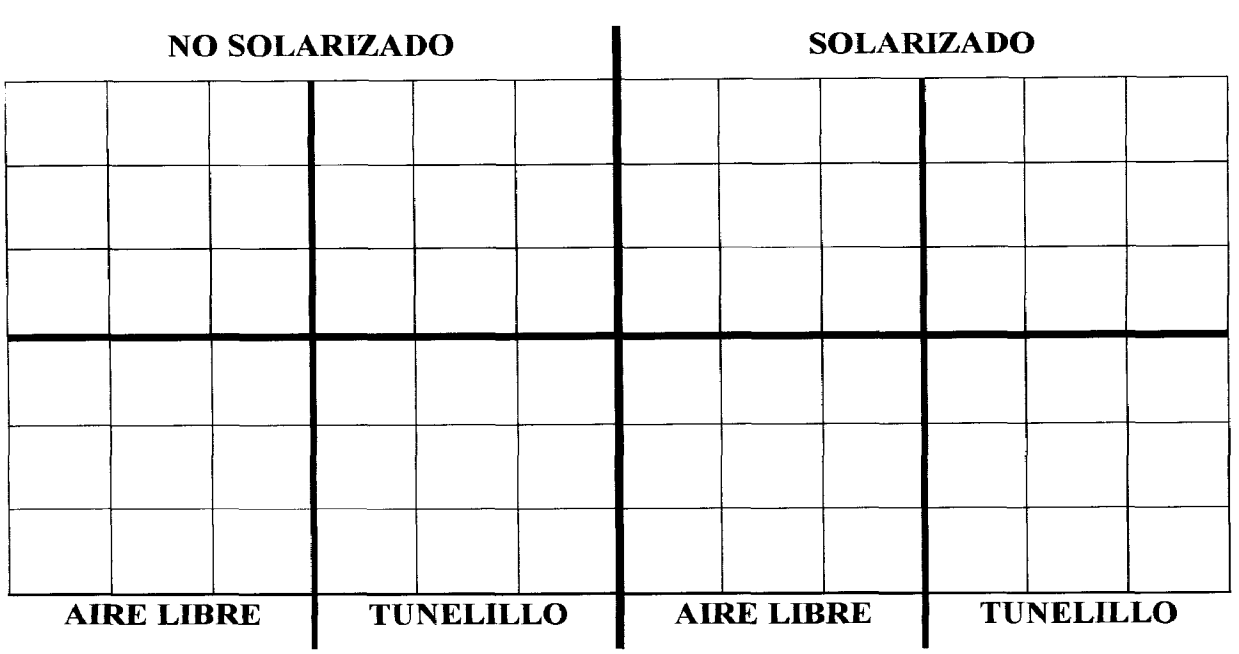
El segundo dígito hacía referencia a la fecha de plantación:

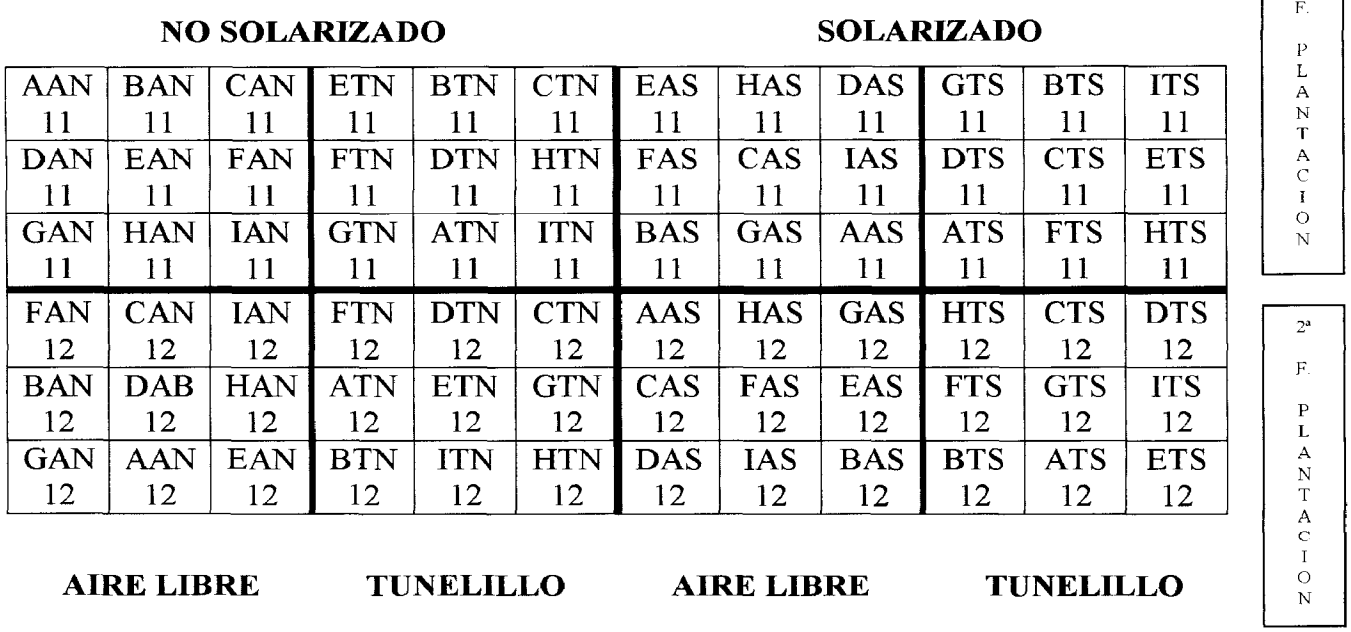
1: 1ª Fecha de plantación.
2: 2ª Fecha de plantación.

En los siguientes croquis se muestran la disposición en el campo de la primera repetición de la primera campaña de estudio:

Universidad de Huelva 2009

Tabla 6.-MM. Croquis de la primera repetición del ensayo en la primera campaña.





3.8.- Caracteres observados.

3.8.1.- Porcentaje de supervivencia.

Se define como % de supervivencia el porcentaje de plantas viables supérstites con respecto al número de plantas inicialmente plantadas por parcela elemental o repetición. Para la determinación de este valor se realizaron 3 conteos de plantas

Universidad de Huelva 2009

perdidas, a primeros de Diciembre, a mediados de Enero y a mediados de Marzo (European Network for Strawberry Cultivar Evaluation, 1995), con el objeto de conocer la dinámica de perdidas de plantas en el caso de que esto sucediera. Definitivamente para la determinación de este carácter se restó al número de plantas plantadas las perdidas en el momento del tercer conteo, y se expresó como porcentaje de plantas vivas con respecto a las inicialmente plantadas.

3.8.2.- Inicio de floración.

Se evaluó como el número días transcurridos desde la plantación, hasta que el 50% de la plantas de la parcela elemental tenían al menos 1 flor abierta (European Network for Strawberry Cultivar Evaluation, 1995).

3.8.3.- Inicio de fructificación.

Se evaluó como el número de días transcurrido desde la plantación hasta que la producción en la parcela elemental, expresada en gr./planta, fue mayor o igual a 20 (European Network for Strawberry Cultivar Evaluation, 1995).

3.8.4.- Producción precoz.

Se determinó como la producción total comercial (1ª y 2ª categoría) acumulada hasta el 31 de Marzo, según lo indicado por López-Aranda et al. (1996). Se expresó en gr./planta viva.

3.8.5.- Porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz.

Se calculó como el % de frutos producidos de 2ª categoría con respecto a la producción comercial acumulada hasta el 31 de Marzo (López-Aranda et al., 1996).

3.8.6.- Producción total.

Total de frutos comerciales producidos expresados en gr./planta viva.

Universidad de Huelva 2009

3.8.7.- Porcentaje de 2ª categoría de la producción total.

Se evaluó como el % de frutos producidos de 2ª categoría con respecto a la producción comercial total (López-Aranda et al., 1996).

3.8.8.- Peso medio de los frutos de 1ª categoría.

Para el cálculo del peso medio de los frutos, como indicador de su tamaño, se pesó una muestra de 20 frutos de 1ª categoría, tomados al azar, en 6 de las 17 y 19 recolecciones realizadas cada campaña; según la metodología desarrollada por nuestro equipo de trabajo; posteriormente se determinó la media. La frecuencia de recolecciones objeto de muestreo fue de 1 por cada 3 recolecciones. La decisión de tomar datos sólo sobre frutos de 1ª categoría, se fundamenta en la experiencia de nuestro equipo de trabajo a lo largo de varios años, donde se constató la inexistencia de diferencias significativas cada vez que se analizaban pesos medios de frutos de 2ª categoría.

3.8.9.- Dureza de los frutos de 1ª categoría.

La dureza de los frutos (firmeza de piel y pulpa) se determinó con un penetrómetro manual de 500 gramos de potencia al que previamente se le instaló un percutor de 3,5 mm de diámetro (López-Aranda et al., 1996). Se tomaron dos muestras a lo largo de cada campaña: una en la segunda semana de Marzo y otra en la segunda semana de Mayo. El tamaño de la muestra fue de 3 frutos característicos de cada parcela elemental. Sobre cada uno de los frutos se ejecutaron dos pinchazos a la altura del diámetro ecuatorial del mismo. Finalmente se analizó la media de ambos muestreos.

3.9.- Análisis estadísticos.

3.9.1.- ANOVAS.

Se efectuaron los análisis de la varianza independientes para cada uno de los años de estudio y para cada carácter. Estos fueron efectuados con los programas estadístico SX Statistix y SAS (SAS Institute, 1996). Previamente al análisis de la varianza se normalizaron los caracteres expresados en porcentajes, mediante la

Universidad de Huelva 2009

transformación arc sen $\sqrt{}$ x /100. El modelo lineal es el siguiente (Gómez y Gómez, 1984):

$$Y_{ijklm} = \mu + r_i + a_j + \varepsilon_{ij} + b_k + \varepsilon_{ik} + a*b_{jk} + \varepsilon_{ijk} + c_l + \varepsilon_{il} + a*c_{jl} + \varepsilon_{ijl} + b*c_{kl} + \varepsilon_{ikl} + a*b*c_{jkl} + \varepsilon_{ijkl} + d_m + a*d_{jm} + b*d_{km} + c*d_{lm} + a*b*d_{jkm} + a*c*d_{jlm} + b*c*d_{klm} + a*b*c*d_{jklm} + \varepsilon_{ijklm}$$

Y_{ijklm}: observación para la variedad *m*, plantada en la fecha *l*, bajo la cobertura *k*, en las condiciones de desinfección *j*, dentro de la repetición *i*.

μ: media general.

r_i: efecto de la repetición *i*.

a_j: efecto de la desinfección *j*.

ε_{ij}: error a

b_k: efecto de la cobertura *k*

ε_{ik}: error b

$a*b_{jk}$: interacción entre la desinfección *j* y la cobertura *k*.

ε_{ijk}: error ab

c_l: efecto de la fecha de plantación *l*.

ε_{il}: error c

$a*c_{jl}$: interacción entre la desinfección *j* y la fecha de plantación *l*.

ε_{ijl}: error ac

$b*c_{kl}$: interacción entre la cobertura *k* y la fecha de plantación *l*.

ε_{ikl}: error bc

$a*b*c_{jkl}$: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k* y la fecha de plantación *l*.

ε_{ijkl}: error abc

d_m: efecto de la variedad *m*.

$a*d_{jm}$: interacción entre la desinfección *j* y la variedad *m*.

$b*d_{km}$: interacción entre la cobertura *k* y la variedad *m*..

$c*d_{lm}$: interacción entre la fecha de plantación *l* y la variedad *m*.

$a*b*d_{jkm}$: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k* y la variedad *m*.

$a*c*d_{jlm}$: interacción entre la desinfección *j*, la fecha de plantación *l* y la variedad *m*.

$b*c*d_{klm}$: interacción entre la cobertura *k*, la fecha de plantación *l* y la variedad *m*

$a*b*c*d_{jklm}$: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k*, la fecha de plantación *l* y la variedad *m*.

ε_{ijklm}: error d

Universidad de Huelva 2009

En la Tabla 7.-MM se presenta el análisis de la varianza para cada variable, siendo *r* el número de repeticiones, *a* el número de desinfecciones de suelo, *b* el número de tipos de coberturas, *c* el número de fechas de plantación y *d* el número de variedades.

Tabla 7.-MM. ANOVA para cada variable.

Fuente de variación	Grados de libertad	CM	Test F
Repetición	(r-1)		
Desinfección suelo (A)	(a-1)	M1	M1/M2
Error a	(r-1)(a-1)	M2	
Cubierta (B)	(b-1)	M3	M3/M4
Error b	(r-1)(b-1)	M4	
A X B	(a-1)(b-1)	M5	M5/M6
Error ab	(r-1)(a-1)(b-1)	M6	
Fecha plantación (C)	(c-1)	M7	M7/M8
Error c	(r-1)(c-1)	M8	
A X C	(a-1)(c-1)	M9	M9/M10
Error ac	(r-1)(a-1)(c-1)	M10	
B X C	(b-1)(c-1)	M11	M11/M12
Error bc	(r-1)(b-1)(c-1)	M12	
A X B X C	(a-1)(b-1)(c-1)	M13	M13/M14
Error abc	(r-1)(a-1)(b-1)(c-1)	M14	
Variedad (D)	(d-1)	M15	M15/M23
A X D	(a-1)(d-1)	M16	M16/M23
B X D	(a-1)(d-1)	M17	M17/M23
C X D	(c-1)(d-1)	M18	M18/M23
A X B X D	(a-1)(b-1)(d-1)	M19	M19/M23
A X C X D	(a-1)(c-1)(d-1)	M20	M20/M23
B X C X D	(b-1)(c-1)(d-1)	M21	M21/M23
A X B X C X D	(a-1)(b-1)(c-1)(d-1)	M22	M22/M23
Error d	(r-1)(a-1)(b-1)(c-1)(d-1)	M23	

3.9.2.- ANOVA combinado.

El modelo combinado para las dos años es el siguiente (Gómez y Gómez, 1984):

$$Y_{nijklm} = \mu + y_n + r_i(y_n) + a_j + a*y_{nj} + \varepsilon_{ij} + b_k + b*y_{nk} + \varepsilon_{ik} + a*b_{jk} + a*b*y_{njk} + \varepsilon_{ijk} + c_l + c*y_{nl} + \varepsilon_{nil} + a*c_{jl} + a*c*y_{njl} + \varepsilon_{ijl} + b*c_{kl} + b*c*y_{nkl} + \varepsilon_{ikl} + a*b*c_{jkl} + a*b*c*y_{njkl} + \varepsilon_{ijkl} + d_m + a*d_{jm} + b*d_{km} + c*d_{lm} + d*y_{nm} + a*b*d_{jkm} + a*c*d_{jlm} + b*c*d_{klm} + a*d*y_{jmn} + b*d*y_{kmn} + c*d*y_{lmn} + a*b*c*d_{jklm} + a*b*d*y_{jkln} + a*c*d*y_{jlmn} + b*c*d*y_{klmn} + a*b*c*d*y_{jklmn} + \varepsilon_{ijklmn}$$

Universidad de Huelva 2009

Y_{nijklm}: observación para la variedad *m*, plantada en la fecha *l*, bajo la cobertura *k*, en las condiciones de desinfección *j*, dentro de la repetición *i* la campaña *n*.

μ: media general.

y_n: efecto de la campaña *n*

$r_{i(y_n)}$: efecto de la repetición *i* jerarquizada a la campaña *n*.

a_j: efecto de la desinfección *j*.

$a*y_{nj}$: interacción entre la desinfección *j* y la campaña *n*.

ε_{ij}: error a.

b_k: efecto de la cobertura *k*.

$b*y_{nk}$: interacción entre la cobertura *k* y la campaña *n*.

ε_{ik}: error b.

$a*b_{jk}$: interacción entre la desinfección *j* y la cobertura *k*.

$a*b*y_{njk}$: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k* y la campaña *n*.

ε_{ijk}: error ab

c_l: efecto de la fecha de plantación *l*.

$c*y_{nl}$: interacción entre la fecha de plantación *l* y la campaña *n*.

ε_{il}: error c

$a*c_{jl}$: interacción entre la desinfección *j* y la fecha de plantación *l*.

$a*c*y_{njl}$: interacción entre la desinfección *j*, la fecha de plantación *l* y la campaña *n*.

ε_{ijl}: error ac

$b*c_{kl}$: interacción entre la cobertura *k* y la fecha de plantación *l*.

$b*c*y_{nkl}$: interacción entre la cobertura *k*, la fecha de plantación *l* y la campaña *n*.

ε_{ikl}: error bc

$a*b*c_{jkl}$: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k* y la fecha de plantación *l*.

$a*b*c*y_{njkl}$: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k*, la fecha de plantación *l* y la campaña *n*.

ε_{ijkl}: error abc

d_m: efecto de la variedad *m*.

$a*d_{jm}$: interacción entre la desinfección *j* y la variedad *m*.

$b*d_{km}$: interacción entre la cobertura *k* y la variedad *m*..

$c*d_{lm}$: interacción entre la fecha de plantación *l* y la variedad *m*.

$d*y_{nm}$: interacción entre la variedad *m* y la campaña *n*.

$a*b*d_{jkm}$: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k* y la variedad *m*.

$a*c*d_{jlm}$: interacción entre la desinfección *j*, la fecha de plantación *l* y la variedad *m*.

$b*c*d_{klm}$: interacción entre la cobertura *k*, la fecha de plantación *l* y la variedad *m*

Universidad de Huelva 2009

a*d*y_{jmn}: interacción entre la desinfección *j*, la variedad *m* y la campaña *n*.

b*d*y_{kmn}: interacción entre la cubierta *k*, la variedad *m* y la campaña *n*.

c*d*y_{lmn}: interacción entre la fecha de plantación *l*, la variedad *m* y el año *n*.

a*b*c*y_{jklm}: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k*, la fecha de plantación *l* y la campaña *n*.

a*b*d*y_{jkln}: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k*, la variedad *m* y la campaña *n*.

a*c*d*y_{jlmn}: interacción entre la desinfección *j*, la fecha de plantación *l*, la variedad *m* y la campaña *n*.

b*c*d*y_{klmn}: interacción entre la cobertura *k*, la fecha de plantación *l*, la variedad *m* y la campaña *n*.

a*b*c*d*y_{jklmn}: interacción entre la desinfección *j*, la cobertura *k*, la fecha de plantación *l*, la variedad *m* y la campaña *n*.

ε_{ijklmn}: error d.

En la Tabla 8.-MM se presenta el análisis de la varianza combinado para cada variable, siendo *n* el número de años, *r* el número de repeticiones, *a* el número de desinfecciones de suelo, *b* el número de tipos de coberturas, *c* el número de fechas de plantación y *d* el número de variedades.

Tabla 8.-MM. ANOVA combinado.

Fuente de variación	Grados de libertad	CM	Test F
Campaña (Y)	(n-1)	M1	M1/M2
Repetición (Campaña)	n(r-1)	M2	
Desinfección suelo (A)	(a-1)	M3	M3/M5
A X Y	(a-1)(n-1)	M4	M4/M5
Error a	n(r-1)(a-1)	M5	
Cubierta (B)	(b-1)	M6	M6/M8
B X Y	(b-1)(n-1)	M7	M7/M8
Error b	n(r-1)(b-1)	M8	
A X B	(a-1)(b-1)	M9	M9/M11
A X B X Y	(a-1)(b-1)(n-1)	M10	M10/M11
Error ab	n(r-1)(a-1)(b-1)	M11	
Fecha plantación (C)	(c-1)	M12	M12/M14
C X Y	(c-1)(n-1)	M13	M13/M14
Error c	n(r-1)(c-1)(n-1)	M14	
A X C	(a-1)(c-1)	M15	M15/M17
A X C X Y	(a-1)(c-1)(n-1)	M16	M16/M17
Error ac	n(r-1)(a-1)(c-1)	M17	
B X C	(b-1)(c-1)	M18	M18/M20

Universidad de Huelva 2009

Fuente de variación	Grados de libertad	CM	Test F
B X C X Y	(b-1)(c-1)(n-1)	M19	M19/M20
Error bc	n(r-1)(b-1)(c-1)	M20	
A X B X C	(a-1)(b-1)(c-1)	M21	M21/M23
A X B X C X Y	(a-1)(b-1)(c-1)(n-1)	M22	M22/M23
Error abc	n(r-1)(a-1)(b-1)(c-1)	M23	
Variedad (D)	(d-1)	M24	M24/M40
A X D	(a-1)(d-1)	M25	M25/M40
B X D	(a-1)(d-1)	M26	M26/M40
C X D	(c-1)(d-1)	M27	M27/M40
D X Y	(d-1)(n-1)	M28	M28/M40
A X B X D	(a-1)(b-1)(d-1)	M29	M29/M40
A X C X D	(a-1)(c-1)(d-1)	M30	M30/M40
B X C X D	(b-1)(c-1)(d-1)	M31	M31/M40
A X D X Y	(a-1)(d-1)(n-1)	M32	M32/M40
B X D X Y	(b-1)(d-1)(n-1)	M33	M33/M40
C X D X Y	(c-1)(d-1)(n-1)	M34	M34/M40
A X B X C X D	(a-1)(b-1)(c-1)(d-1)	M35	M35/M40
A X B X D X Y	(a-1)(b-1)(d-1)(n-1)	M36	M36/M40
A X C X D X Y	(a-1)(c-1)(d-1)(n-1)	M37	M37/M40
B X C X D X Y	(b-1)(c-1)(d-1)(n-1)	M38	M38/M40
A X B X C X D X Y	(a-1)(b-1)(c-1)(d-1)(n-1)	M39	M39/M40
Error d	n(r-1)(a-1)(b-1)(c-1)(d-1)	M40	

3.9.3.- Interacción genotipo x ambiente (GxE).

Con el objeto de conocer el comportamiento de las distintas variedades en las diferentes condiciones agronómicas de cultivo a través de los años y a la vista de las interacciones significativas, se integraron las distintas fuentes de variación, salvo las variedades, dando lugar a 16 ambientes agronómicos combinados distintos [(desinfección x forzado x fecha de plantación x campaña) → (2 x 2 x 2 x 2)]. La clave identificativa de los citados ambientes se presentan con la ayuda de los croquis siguientes:

Universidad de Huelva 2009

Tabla 9.-MM. Claves de identificación de los diferentes ambientes.

Para los ocho ambientes de la primera campaña.

NO SOLARIZADO		SOLARIZADO		
AN11	TN11	AS11	TS11	1ª F. PLANTACION
AN21	TN21	AS21	TS21	2ª F. PLANTACION
AIRE LIBRE	**TUNELILLO**	**AIRE LIBRE**	**TUNELILLO**	

Para los ocho ambientes de la segunda campaña.

NO SOLARIZADO		SOLARIZADO		
AN12	TN12	AS12	TS12	1ª F. PLANTACION
AN22	TN22	AS22	TS22	2ª F. PLANTACION
AIRE LIBRE	**TUNELILLO**	**AIRE LIBRE**	**TUNELILLO**	

El modelo lineal del diseño simplificado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + a_j + r_{i(a_j)} + v_k + a^*v_{jk} + \varepsilon_{ijk}.$$

Y_{ijk}: observación para la variedad *k*, en el ambiente *j* dentro de la repetición *i*.

μ: media general.

a_j : efecto del ambiente *j*.

$r_{i(a_j)}$: efecto de la repetición *i* jerarquizada al ambiente *j*.

v_k: efecto de la variedad *k*.

a^*v_{jk}: interacción entre la variedad *k* y el ambiente *j*.

ε_{ijk}: error

Universidad de Huelva 2009

En Tabla 10.-MM se presenta el análisis de la varianza para cada una de las variables, siendo *e* el numero de ambientes, *v* el número de variedades y *r* el número de repeticiones:

Tabla 10.-MM. Análisis de la varianza simplificado.

Fuente de variación	**Grados de libertad**	**CM**	**Test F**
Ambiente (A)	(e-1)	M1	M1/M2
Repetición (Ambiente)	e(r-1)	M2	
Variedad (V)	(v-1)	M3	M3/M5
V X A	(e-1)(v-1)	M4	M4/M5
Error	e(r-1)(v-1)	M5	

Para el análisis de la interacción G x E entre los ambientes considerados y las variedades se utilizó el modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI) (Cubero y Flores, 1994) (véase epígrafe 2.5.).

El modelo es:

$$Y_{ij} = \mu + v_i + a_j + \sum \lambda_n \tau_{ik} \delta_{jk} + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij}: observación de la variedad *i* en el ambiente *j*.

μ: media general.

v_i: efecto principal varietal.

a_j: efecto principal ambiental.

λ_n: autovalor del eje *n* del ACP.

τ_{ik} y δ_{jk}: son los vectores propios unitarios varietales y ambientales asociados a λ_n

ε_{ij}: error.

El AMMI genera una familia de modelos con diferentes valores de N (*0....n*) que se inicia con el AMMI0, el cual sólo estima los efectos aditivos de variedades y ambiente sin incluir ningún eje del ACP en el modelo, se continua con el AMMI1 que combina los efectos aditivos del anterior con el efecto interacción estimado por el primer eje de ACP y así sucesivamente hasta completar el total del número de ejes que será el menor de *v* y *a*; el mejor modelo se selecciona en base a la variación explicada por los ejes del ACP (Cubero y Flores, 1994).

Universidad de Huelva 2009

El análisis AMMI1 se puede representar en un gráfico, denominado "biplot" (Zobel et al., 1988) que facilita el establecer inferencias sobre interacciones de determinadas variedades y ambientes usando el signo y la magnitud de los valores del ACP1. En dicho gráfico se muestran sobre el eje de abcisas las medias de los efectos principales y sobre el eje de ordenadas los valores del ACP1. Las variedades con valores del ACP1 cercanos a cero muestran una adaptación general a los ambientes testados. Sin embargo, los valores elevados del ACP1, de algunas variedades, reflejan una adaptación más especifica a ambientes con valores ACP1 del mismo signo. Por el contrario, la adaptación de una variedad será peor de los esperado en todo ambiente cuyo ACP sea de signo distinto. En el caso de que el mejor modelo AMMI incluya más de un eje, la evaluación y representación de la estabilidad varietal no es tan sencilla como en el modelo AMMI1.

3.9.4.- Comparación de medias.

La comparación de medias se hizo con el test de Scheffe . Para el estudio de las distintas interacciones que aparecieron significativas, se realizó un análisis gráfico de las mismas, cuando la interacción era simple (Cubero y Flores, 1994; Steel y Torrie, 1985).

Universidad de Huelva 2009

4.- Resultados y Discusión.

Los resultados se exponen agrupados, para cada uno de los caracteres observados, con la siguiente estructura:

1°) Se presenta el análisis de la varianza para la campaña 95/96 y, si procede, la comparación de medias junto al análisis Gráfico de las interacciones simples significativas.

2°) Se procede de forma análoga para la campaña 96/97.

3°) Se presenta el análisis combinado de ambas campañas (95/96 y 96/97) siguiendo el mismo esquema indicado en el apartado 1°).

4°) Por último, se expone el análisis de la interacción genotipo x ambiente (GXE) del modelo simplificado.

4.1.- Porcentaje de supervivencia.

4.1.1.- Campaña 95/96.

A continuación se presenta el ANOVA correspondiente a la primera campaña.

Tabla 1.-RD. ANOVA del % de supervivencia de la campaña 95/96.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	0.05012	0.02506			
Desinfección suelo(B)	1	2.805E-04	2.805E-04	0.03	0.8834	
A*B	2	0.02036	0.01018			
Cubierta (C)	1	0.03946	0.03946	1.10	0.4041	
A*C	2	0.07165	0.03583			
Fecha de plantación (D)	1	1.07778	1.07778	43.12	0.0224	*
A*D	2	0.04999	0.02500			
B*C	1	0.00175	0.00175	0.13	0.7548	
A*B*C	2	0.02727	0.01364			
B*D	1	2.526E-04	2.526E-04	0.06	0.8267	
A*B*D	2	0.00816	0.00408			
C*D	1	0.00172	0.00172	0.51	0.5492	
A*C*D	2	0.00673	0.00337			
B*C*D	1	2.042E-05	2.042E-05	0.00	0.9707	
A*B*C*D	6	0.03865	0.00644			
Variedad (E)	8	1.37388	0.17174	11.26	0.0000	***
B*E	8	0.04751	0.00594	0.39	0.9245	
C*E	8	0.09519	0.01190	0.78	0.6223	
D*E	8	0.96480	0.12060	7.91	0.0000	***
B*C*E	8	0.10863	0.01358	0.89	0.5277	
B*D*E	8	0.21349	0.02669	1.75	0.0926	
C*D*E	8	0.04632	0.00579	0.38	0.9296	
B*C*D*E	8	0.06175	0.00772	0.51	0.8508	
A*B*C*D*E	128	1.95247	0.01525			
TOTAL	215	6.24336				

Universidad de Huelva 2009

En la Tabla 1.-RD puede observarse que existen diferencias significativas al 5% entre las fechas de plantación y al $1^0/_{00}$ entre las variedades puestas en ensayo. Dado que la interacción también resulta significativa al $1^0/_{00}$ (ver Tabla 1.-RD), no se realiza la comparación de medias por ser ambos factores dependientes (Steel y Torrie, 1985), en este caso dicha interacción es estudiada gráficamente (Gráfico 1.-RD). Por otra parte, no aparecen diferencias significativas en la fuente de variación desinfección de suelo, como consecuencia de encontrarnos ante un suelo que nunca antes había sido desinfectado y que sólo había sido cultivado una sola campaña con anterioridad; sin embargo, en suelo no solarizado el % de supervivencia es mayor, casi en un 3 % (95,26% frente a 92,32%), que en suelo solarizado (véase Tabla A19 del Anexo). Tampoco aparecen diferencias significativas en el factor cubierta (tunelillo), que tiene que ver con la práctica realizada de colocar el forzado 22 y 36 días después de la plantación, período durante el cual tiene lugar la mayor mortandad de las plantas, y en el que tanto el tratamiento con plástico como el que está al aire libre permanecen en igual situación (al aire libre). Como puede comprobarse en la Tabla A21 del Anexo, el % supervivencia al aire libre (94,70%) es muy similar al obtenido en el tunelillo (95,98%).

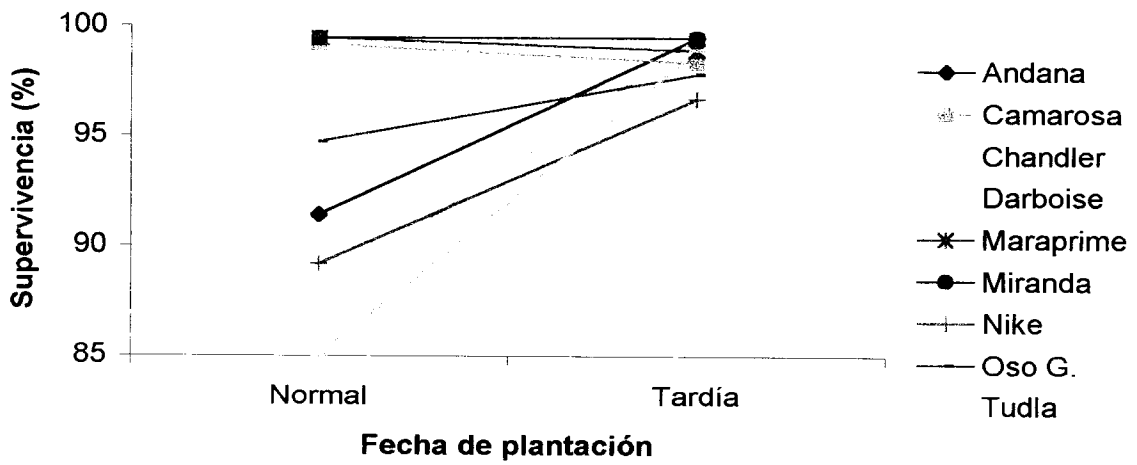


Gráfico 1.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

En el Gráfico 1.-RD se observa un grupo de 6 variedades: "Andana", "Chandler", "Darboise", "Nike", "Oso Grande" y "Milsei-Tudla" (en adelante sólo "Tudla") que presentan un mayor porcentaje de supervivencia en la segunda fecha de plantación; mientras "Camarosa" y "Maraprime" muestran los porcentajes más altos en la primera. "Miranda" no ve afectada su supervivencia por la fecha de plantación. Estas 3 últimas variedades se mostraron menos sensibles a la baja pluviometría del mes de

Universidad de Huelva 2009

Octubre de 1995 (véase Gráfico A3 del Anexo), mientras que el resto de las variedades resultaron menos resistentes. Para el conjunto de las variedades, la fecha de plantación normal presenta valores más bajos de supervivencia (92,33%) que la fecha de plantación tardía (98,36%). Estos resultados ponen de manifiesto que la supervivencia de las plantas se ve favorecida por la fecha de plantación tardía; sobretodo cuando hay ausencia de lluvias en el período de plantación. Igualmente, esto mismos resultados nos permiten constatar la importancia de las lluvias, a lo largo del mes de Octubre, para el arraigado de las plantas y su adecuada entrada en vegetación.

4.1.2.- Campaña 96/97.

En la Tabla 2.-RD se presenta el ANOVA para la segunda campaña.

Tabla 2.-RD. ANOVA del % de supervivencia de la campaña 96/97.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	0.02615	0.01307			
Desinfección suelo (B)	1	0.01771	0.01771	1.56	0.3382	
A*B	2	0.02272	0.01136			
Cubierta (C)	1	0.00748	0.00748	1.18	0.3916	
A*C	2	0.01273	0.00637			
Fecha de plantación (D)	1	0.00214	0.00214	1.55	0.3389	
A*D	2	0.00275	0.00138			
B*C	1	0.00782	0.00782	1.31	0.3716	
A*B*C	2	0.01198	0.00599			
B*D	1	4.511E-04	4.511E-04	0.21	0.6889	
A*B*D	2	0.00421	0.00210			
C*D	1	0.00226	0.00226	4.32	0.1732	
A*C*D	2	0.00105	5.227E-04			
B*C*D	1	0.01500	0.01500	4.22	0.1764	
A*B*C*D	6	0.00712	0.00356			
Variedad (E)	8	0.05128	0.00641	1.40	0.2029	
B*E	8	0.08158	0.01020	2.22	0.0297	*
C*E	8	0.05679	0.00710	1.55	0.1465	
D*E	8	0.05513	0.00689	1.50	0.1618	
B*C*E	8	0.02836	0.00355	0.77	0.6285	
B*D*E	8	0.05120	0.00640	1.40	0.2039	
C*D*E	8	0.01674	0.00209	0.46	0.8851	
B*C*D*E	8	0.02124	0.00266	0.58	0.7950	
A*B*C*D*E	128	0.58713	0.00459			
TOTAL	215	1.09099				

No existen diferencias significativas en ninguno de los cuatro tratamientos estudiados. Para la fuente de variación desinfección de suelo, los resultados ponen de manifiesto una gran igualdad entre el suelo no solarizado (99,20%) y el solarizado (99,66%) (véase Tabla A73 del Anexo). Similares son los resultados obtenidos para la

Universidad de Huelva 2009

fecha de plantación y el tipo de cubierta; así para la fecha de plantación normal el % de supervivencia es del 99,47% y para la tardía del 99,38% y para el cultivo al aire libre del 99,51% frente al 99,35% bajo tunelillo (véase Tabla A74 y Tabla A75 del Anexo). Para esta última fuente de variación es válido lo afirmado para la campaña 95/96, en tanto que el tratamiento tipo de cubierta tiene que ver con la práctica realizada de colocar el forzado 22 y 36 días después de la plantación, período durante el cual tiene lugar la mayor mortandad de las plantas, y en el que tanto el tratamiento con plástico como el que está al aire libre permanecen en igual situación (al aire libre). Por otra parte sí aparecen diferencias significativas al 5% en la interacción desinfección de suelo x variedad. Dicha interacción será estudiada gráficamente a continuación (Gráfico 2.-RD).

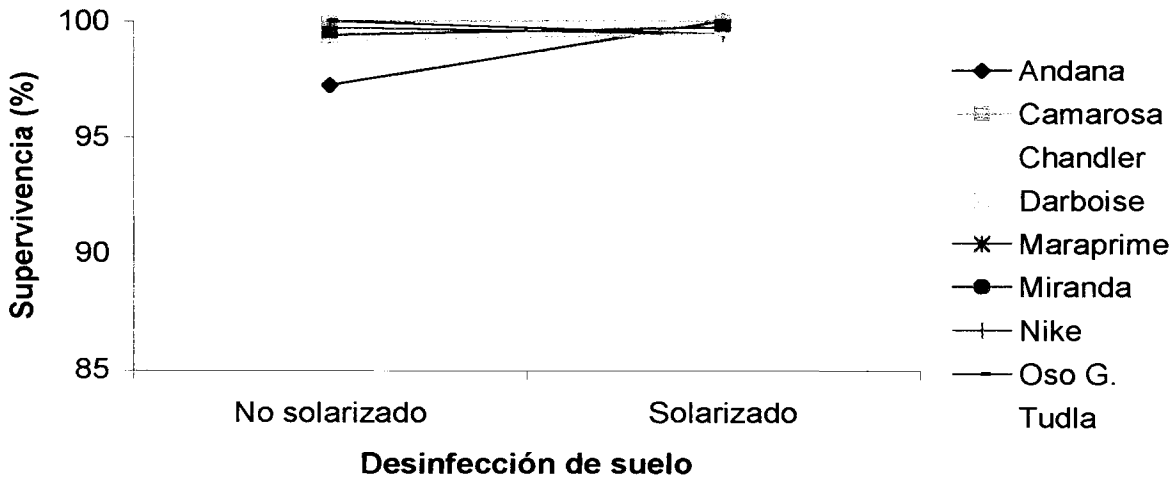


Gráfico 2.-RD. Desinfección de suelo vs. Variedad.

Se puede apreciar en el Gráfico 2.-RD cómo salvo "Oso Grande" y "Nike", que muestran una mayor supervivencia en el suelo no solarizado, y "Camarosa", que presenta los mismos valores, el resto de variedades: "Andana", "Chandler", "Darboise", "Maraprime", "Miranda" y "Tudla" tienen en el suelo solarizado mayor porcentaje de supervivencia. Estos datos ponen de manifiesto el efecto positivo de la solarización en la supervivencia de la mayoría de las variedades; sin embargo la diferencia entre ambas opciones es reducida, sólo un 0,46 %, la que existe entre el 99,20% obtenido para el suelo no solarizado y el 99,66% para el solarizado (véase Tabla A73 del Anexo).

4.1.3.- Análisis combinado.

En la Tabla 3.-RD se muestra el ANOVA para el conjunto de las dos campañas.

Universidad de Huelva 2009

Tabla 3.-RD. ANOVA del % de supervivencia de las dos campañas.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Campaña (A)	1	1.43139	1.43139	75.07	0.0010	**
Repetición (B)/Camp.(A)	4	0.07627	0.01907			
Desinfección suelo (C)	1	0.01122	0.01122	1.04	0.3651	
A*C	1	0.00676	0.00676	0.63	0.4724	
A*B*C	4	0.04308	0.01077			
Cubierta (D)	1	0.00629	0.00629	0.30	0.6141	
A*D	1	0.04065	0.04065	1.93	0.2374	
A*B*D	4	0.08438	0.02110			
Fecha de plantación (E)	1	0.49197	0.49197	37.31	0.0036	**
A*E	1	0.58795	0.58795	44.59	0.0026	**
A*B*E	4	0.05274	0.01319			
C*D	1	0.00847	0.00847	0.86	0.4053	
A*C*D	1	0.00109	0.00109	0.11	0.7559	
A*B*C*D	4	0.03925	0.00981			
C*E	1	6.894E-04	6.894E-04	0.22	0.6614	
A*C*E	1	1.429E-05	1.429E-05	0.00	0.9491	
A*B*C*E	4	0.01237	0.00309			
D*E	1	1.850E-05	1.850E-05	0.01	0.9270	
A*D*E	1	0.00396	0.00396	2.04	0.2268	
A*B*D*E	4	0.00778	0.00194			
C*D*E	1	0.00807	0.00807	1.04	0.3645	
A*C*D*E	1	0.00696	0.00696	0.90	0.3962	
A*B*C*D*E	4	0.03088	0.00772			
Variedad (F)	8	0.81650	0.10206	10.29	0.0000	***
A*F	8	0.60866	0.07608	7.67	0.0000	***
C*F	8	0.11620	0.01452	1.46	0.1698	
D*F	8	0.08829	0.01104	1.11	0.3549	
E*F	8	0.43290	0.05411	5.45	0.0000	***
A*C*F	8	0.01289	0.00161	0.16	0.9946	
A*D*F	8	0.06369	0.00796	0.80	0.6022	
A*E*F	8	0.58703	0.07338	7.40	0.0000	***
C*D*F	8	0.12202	0.01525	1.54	0.1437	
C*E*F	8	0.13764	0.01721	1.73	0.0902	
D*E*F	8	0.02001	0.00250	0.25	0.9790	
A*C*D*F	8	0.01498	0.00187	0.19	0.9914	
A*C*E*F	8	0.12704	0.01588	1.60	0.1241	
A*D*E*F	8	0.04305	0.00538	0.54	0.8250	
C*D*E*F	8	0.02944	0.00368	0.37	0.9350	
A*C*D*E*F	8	0.05356	0.00669	0.67	0.7151	
A*B*C*D*E*F	256	2.53960	0.00992			
TOTAL	431	8.76574				

En la Tabla 3.-RD se observa que no existen diferencias significativas en las fuentes de variación desinfección de suelo y tipo de cubierta. Sin embargo, en la primera de ellas se aprecia (véase la Tabla A127 del Anexo) que para el suelo solarizado el % de supervivencia (97,54%) es ligeramente más alto que para el tratamiento de suelo no solarizado (97,23%). Resultados similares se muestran para el tipo de cubierta, así las plantas cultivadas bajo tunelillo presentan un % supervivencia más altos (97,67%) que las que crecen al aire libre (97,11%). Por otra parte, puede observarse que existen diferencias significativas en los factores campaña y fecha de plantación al 1% y variedad al $1^{0}/_{00}$. Pero también resultan significativas las 3 posibles

Universidad de Huelva 2009

interacciones entre estos factores, así como la interacción doble; en todos los casos, salvo en la interacción campaña x fecha de plantación (significativa al 1%), el valor de significación es del $1^{0}/_{00}$. Como consecuencia de esto se procede a estudiar gráficamente las 3 interacciones simples. En primer lugar se analiza la interacción campaña x fecha de plantación (Gráfico 3.-RD).

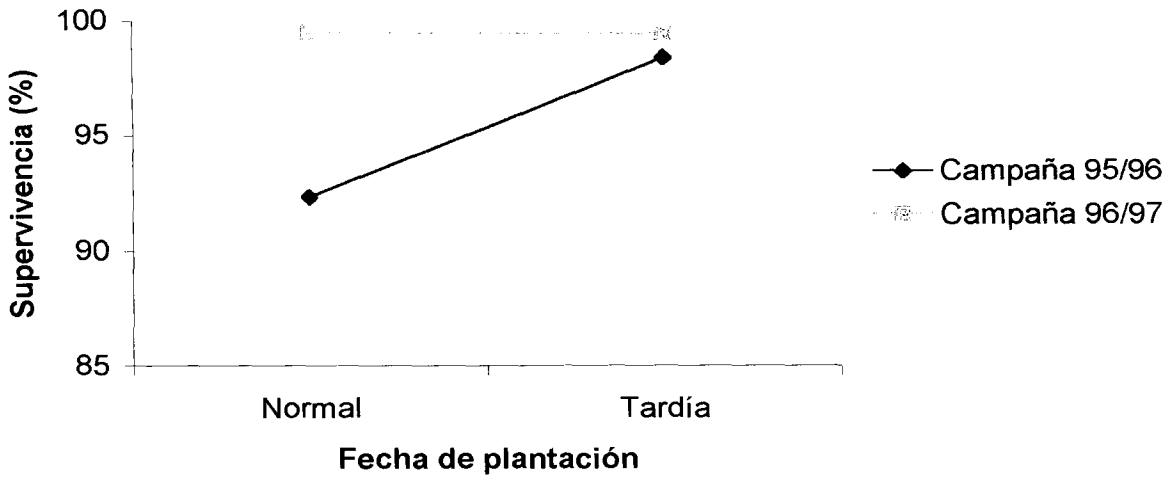


Gráfico 3.-RD. Campaña vs. Fecha de plantación.

A la vista del Gráfico 3.-RD se observa que el % de supervivencia se manifiesta mayor en la campaña 96/97 (99,43%) frente al 95,43% que muestra la campaña 95/96 y también mayor en la fecha normal, 95,90%, frente a la tardía, 98,87% (véase Tabla A135 del Anexo). Sin embargo, el comportamiento de este parámetro, según la fecha de plantación, presenta unos resultados claramente diferenciados de una campaña a otra; así en el campaña 95/96 se aprecia un claro ascenso de la supervivencia en la fecha de plantación tardía con respecto a la normal, pasando de un 92,33% a un 98,36% de supervivencia. Por otro lado, en la segunda campaña se aprecia un ligero descenso en la fecha de plantación tardía con respecto a la normal (99,47% a 99,38%) (véase Tabla A135 del Anexo).

Estos resultados aparecen como consecuencia de una pluviometría más alta en la fecha de plantación normal (mes de Octubre) de la campaña 96/97, que favorece el establecimiento de las plantas mejorando su enraizamiento; esta circunstancia no se daba en el mismo momento de plantación de la campaña 95/96 (véase Gráfico A3 y Gráfico A4 del Anexo).

La segunda interacción a analizar es campaña x variedad (Gráfico 4.-RD).

Universidad de Huelva 2009

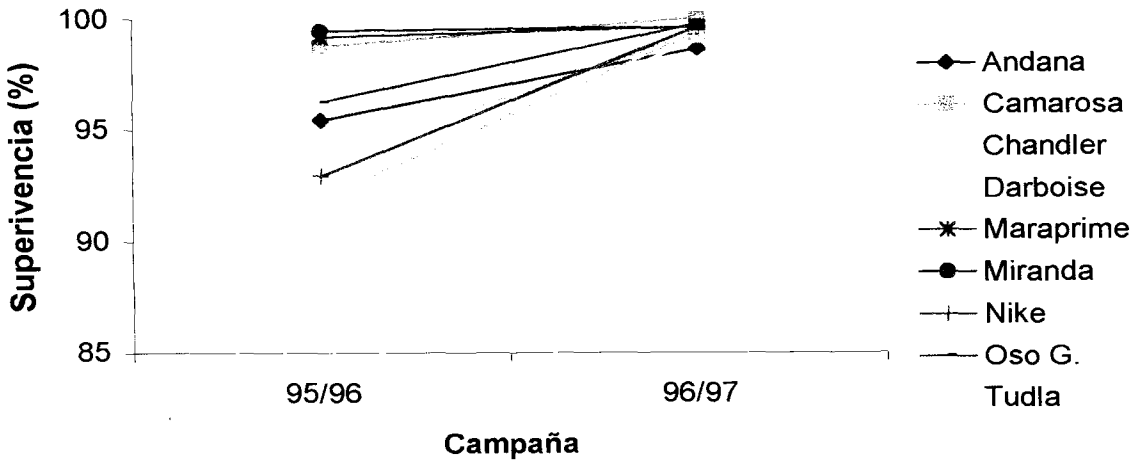


Gráfico 4.-RD. Campaña vs. Variedad.

En el Gráfico 4.-RD se observa que la supervivencia para el conjunto de las variedades ha sido mayor en la campaña 96/97, con un 99,43%, que para la campaña 95/96 (95,34%) (véase Tabla A130 del Anexo). Pero algunas variedades como "Maraprime", "Miranda" y, en menor grado, "Camarosa" han presentado unos resultados muy similares en ambas campañas. El resto de variedades tienen una mayor supervivencia en la segunda campaña, debido al mayor régimen pluviométrico en la fecha de plantación normal (Octubre) de la segunda campaña que favoreció la implantación del cultivo (véase Gráfico A3 y Gráfico A4 del Anexo).

Finalmente, se analiza la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 5.-RD).

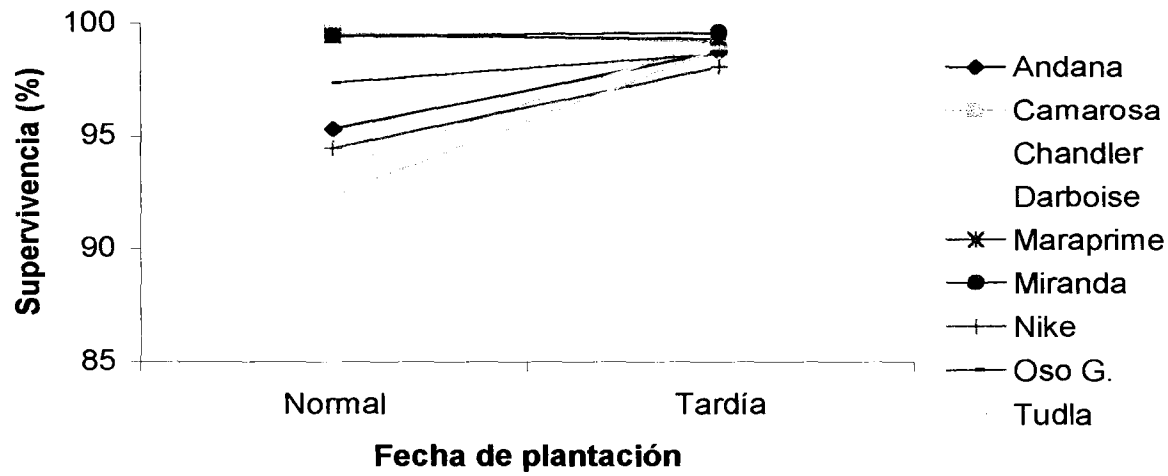


Gráfico 5.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

Universidad de Huelva 2009

En el Gráfico 5.-RD se puede observar como el % de supervivencia para el conjunto de las variedades ha sido mayor en la fecha de plantación tardía, siendo el % de supervivencia del 98,87%; para la fecha de plantación normal el valor es del 95,90%. De la misma manera que en las dos anteriores interacciones analizadas, la diferente pluviometría (véase Grafico A3 y Gráfico A4 del Anexo) en el momento de la primera fecha de plantación, más alta en la campaña 96/97, ha condicionado los % de supervivencia entre ambas fechas; así la fecha de plantación tardía, realizada en un período de temperaturas medias más bajas y pluviometría más alta (1ª semana de Noviembre) favorece el establecimiento de las plantas y por tanto aumenta el porcentajes de plantas viables (véase Gráfico A1, Gráfico A2, Gráfico A3 y Gráfico A4 del Anexo). Algunas variedades como "Miranda", "Maraprime" y "Camarosa" presentan valores muy similares para ambas fechas de plantación, y presentan una respuesta contraria a la mayoría de las variedades, incluso estas dos últimas variedades tienen valores ligeramente superiores de supervivencia para la primera fecha de plantación (véase Tabla A128 del Anexo).

4.1.4.- Análisis GXE.

A continuación se expone el ANOVA del modelo simplificado, resultante de considerar como ambiente cada uno de las 16 combinaciones de cultivo distintas que surgen en las dos campañas de estudio (Tabla 4.-RD).

Tabla 4.-RD. ANOVA del % de supervivencia para el modelo simplificado.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Ambiente (A)	15	2.60550	0.17370	16.03	0.0000	***
Repetición (B)/Ambiente (A)	32	0.34674	0.01084			
Variedad (C)	8	0.81650	0.10206	10.29	0.0000	***
A*C	120	2.45740	0.02048	2.06	0.0000	***
A*B*C	256	2.53960	0.00992			
TOTAL	431	8.76574				

En la Tabla 4.-RD se observa que existen diferencias significativas al $1^0/_{00}$, tanto entre variedades como entre ambientes y con el mismo nivel de significación aparece la interacción entre ambos. El análisis de esta interacción se realiza con el modelo AMMI, en concreto con el sub-modelo AMMI1, que se representa gráficamente a continuación, en el llamado "biplot" (Zobel et al., 1988) (Gráfico 6.-RD).

Universidad de Huelva 2009

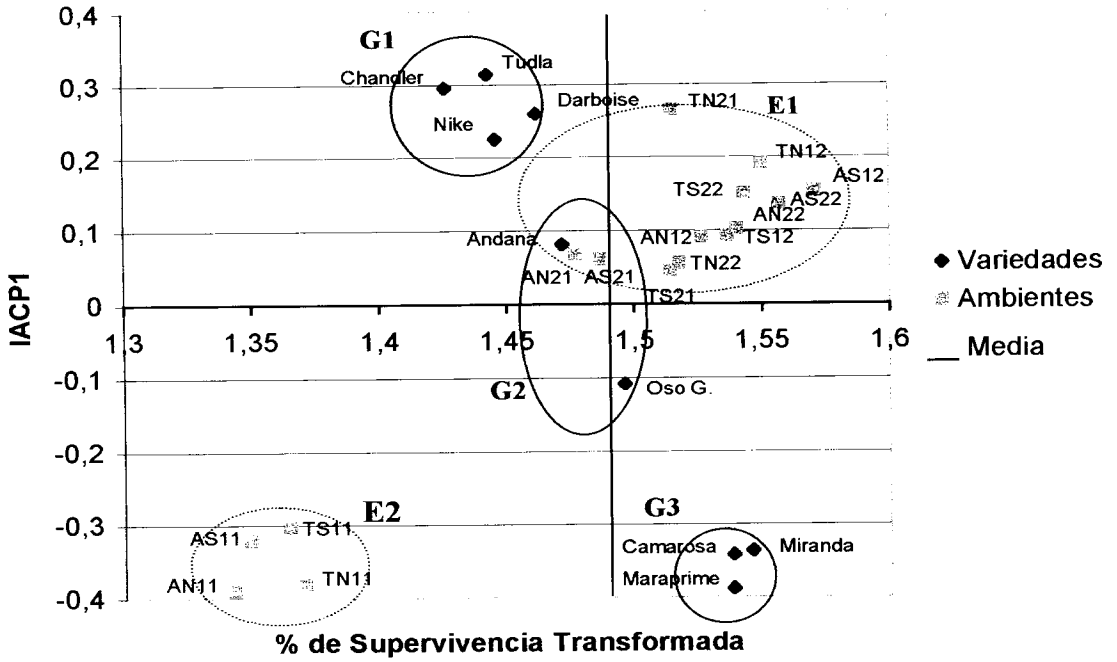


Gráfico 6.-RD. AMMI del % de supervivencia.

Se observan 3 grupos de variedades:

1) *Grupo 1* (G1): Incluye las variedades "Chandler", "Tudla", "Nike" y "Darboise". Se caracterizan por tener valores intermedios-altos de signo positivo en sus coordenadas IACP1, lo que pone de manifiesto una importante aportación a la interacción variedad x ambiente, y por presentar porcentajes de supervivencia por debajo de la media.

2) *Grupo 2* (G2): Incluye las variedades "Andana" y "Oso Grande" que presentan valores bajos de signo positivo, relativamente cercanos a cero, en sus coordenadas IACP1, siendo las más estables de las variedades. Presentan porcentajes de supervivencia próximos a la media.

3) *Grupo 3* (G3): Constituido por las variedades "Camarosa", "Miranda" y "Maraprime" que presentan valores intermedios-altos de signo negativo en sus coordenadas IACP1 (y como en el grupo 1 manifiestan una importante aportación a la interacción variedad x ambiente) y porcentajes de supervivencia por encima de la media.

Universidad de Huelva 2009

En cuanto a los ambientes se puede distinguir dos grupos:

1) *Grupo 1* (E1): Constituido por los ambientes AN21, TN21, AS21, TS21, AN12, TN12, AS12, TS12, AN22, TN22, AS22 y TS22 caracterizados por presentar valores de signo positivo en sus coordenadas IACP1 y porcentajes de supervivencia igual o por encima de la media, salvo AN21. De los doce ambientes, TS21 se muestra como el más estable y TN21 como el que más aporta a la interacción variedad x ambiente.

2) *Grupo 2* (E2): Incluye todos los ambientes de plantación normal de la campaña 95/96: AN11, TN11, AS11 y TS11, que presentan valores intermedios-altos de signo negativo en sus coordenadas IACP1 y porcentajes de supervivencia claramente por debajo de la media.

Las variedades comprendidas en el grupo (G1) presentaron los valores más bajos de supervivencia; sin embargo, presentan una asociación con ambientes de plantación tardía, cubiertos y sin solarizar.

En las variedades "Andana" y "Oso Grande", que constituyen el grupo (G2), se observa una buena estabilidad en los diferentes ambientes considerados dentro del grupo (E1), y de las que se puede esperar que presenten porcentajes de supervivencia intermedios.

Las variedades del grupo (G3) muestran el peor comportamiento en los ambientes AN11, TN11, AS11 y TS11, incluidos en el grupo (E2). Estas variedades aparecen como las más afectadas por las condiciones de baja pluviometría de la primera campaña (95/96) en la fecha de plantación normal (véase Grafico A3 del Anexo); sin embargo, para el resto de ambientes presentan valores de supervivencia por encima de la media, que ponen de manifiesto su buena adaptación a condiciones favorables.

Universidad de Huelva 2009

4.2.- Inicio de floración.

4.2.1.- Campaña 95/96.

A continuación se presenta el ANOVA correspondiente a la primera campaña.

Tabla 5.-RD. ANOVA del inicio de floración de la campaña 95/96.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	10.1204	5.06019	0.16	0.8609	
Desinfección suelo (B)	1	0.78241	0.78241	0.02	0.8889	
A*B	2	62.6204	31.3102			
Cubierta (C)	1	1477.89	1477.89	21.25	0.0440	*
A*C	2	139.120	69.5602			
Fecha de plantación (D)	1	330.042	330.042	7.98	0.1058	
A*D	2	82.6944	41.3472			
B*C	1	43.5602	43.5602	6.40	0.1272	
A*B*C	2	13.6204	6.81019			
B*D	1	51.0417	51.0417	1.05	0.4139	
A*B*D	2	97.5278	48.7639			
C*D	1	84.3750	84.3750	5.90	0.1357	
A*C*D	2	28.5833	14.2917			
B*C*D	1	190.782	190.782	23.83	0.0395	*
A*B*C*D	2	16.0093	8.00463			
Variedad (E)	8	6991.59	873.949	39.73	0.0000	***
B*E	8	194.593	24.3241	1.11	0.3636	
C*E	8	452.648	56.5810	2.57	0.0124	*
D*E	8	1576.33	197.042	8.96	0.0000	***
B*C*E	8	151.981	18.9977	0.86	0.5501	
B*D*E	8	115.333	14.4167	0.66	0.7312	
C*D*E	8	398.167	49.7708	2.26	0.0269	*
B*C*D*E	8	221.426	27.6782	1.26	0.2706	
A*B*C*D*E	128	2815.70	21.9977			
TOTAL	215	15546.6				

.

En la Tabla 5.-RD se observa que hay diferencias significativas al 5% (muy débiles) en el factor cubierta y al $1^0/_{00}$ entre variedades; pero los dos factores son dependientes entre sí según muestra la interacción, significativa al 5%, entre ambos; por tanto no se realiza la comparación de medias. Por otro lado la interacción de fecha de plantación x variedad aparece significativa al $1^0/_{00}$. Ambas interacciones serán analizadas gráficamente. No existen diferencias significativas en la fuente de variación desinfección de suelo, y ello puede ser debido al hecho de ser un suelo que nunca antes había sido desinfectado y que sólo había sido cultivado una sola campaña (precisamente con fresa); así, en suelo no solarizado el número de días para el inicio de floración es 61,17 prácticamente el mismo tiempo (61,05) que en suelo solarizado (véase Tabla A25 del Anexo).

Universidad de Huelva 2009

Primero se analizará la interacción cubierta x variedad (Gráfico 7.-RD).

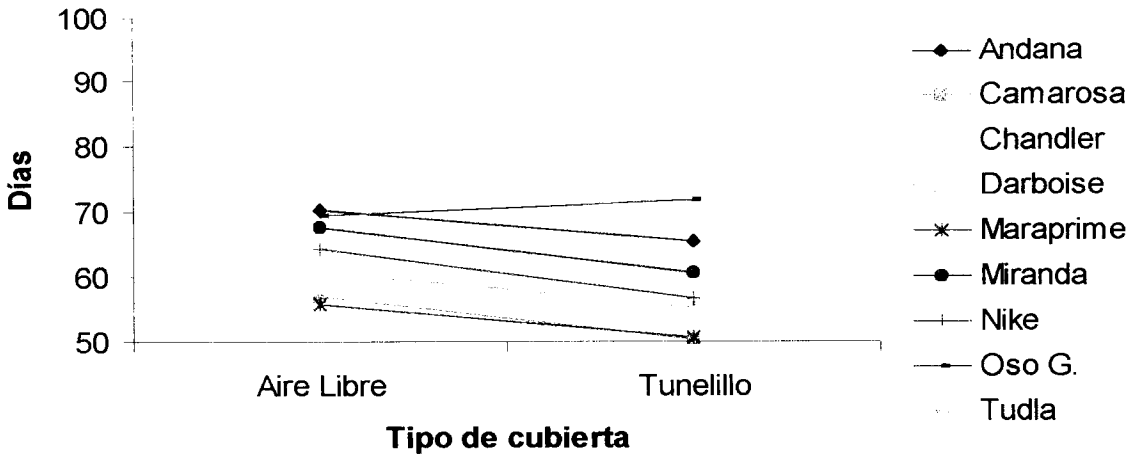


Gráfico 7.-RD. Cubierta vs. Variedad.

Se observa en el Gráfico 7.-RD que todas las variedades, a excepción de "Oso Grande", necesitan un menor número de días para entrar en floración cuando son cultivadas bajo tunelillo (58,49 días) que cuando lo son al aire libre (63,72 días), (véase Tabla A27 del Anexo). La variedad "Oso Grande" necesitó algo más de 2 días bajo tunelillo (71,67 días), con respecto al aire libre (69,33) días, (véase Tabla A27 del Anexo), mostrándose de esa forma insensible al aumento de temperatura bajo el tunelillo. Esta diferencia de algo más de 5 días, para entrar en floración bajo tunelillo vs. aire libre, está en la misma línea de los resultados citados por Turner et al. (1992) que obtenían 6 días de adelanto cuando cultivaban bajo cubierta. A continuación se estudiará la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 8.-RD).

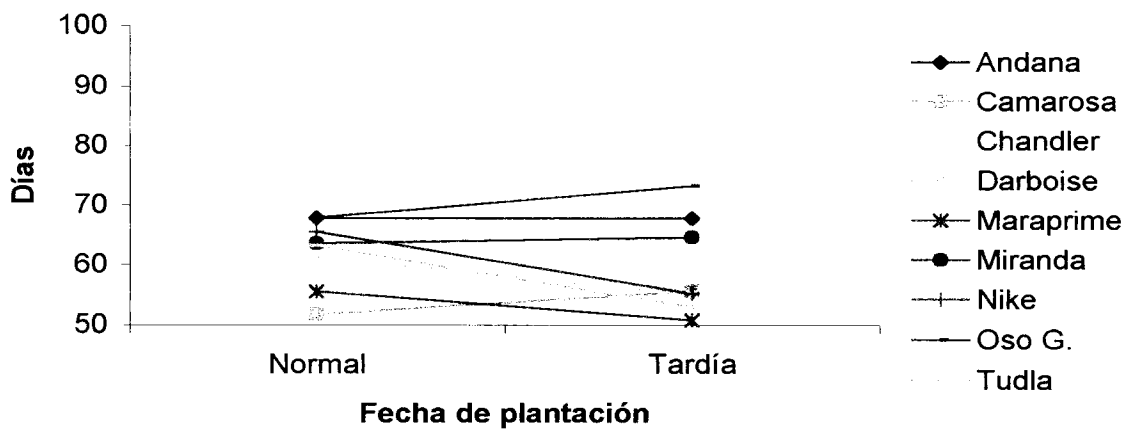


Gráfico 8.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

Universidad de Huelva 2009

Las variedades muestran, en el Gráfico 8.-RD, tendencias muy diferenciadas unas de otras para inicio de la floración, en función de si fueron plantadas antes o después. El conjunto de las variedades necesita 62,34 días cuando se plantan en la fecha de plantación normal, mientras para la fecha de plantación tardía este valor es 2,47 días más bajo, esto es 59,87 días (véase Tabla A26 del Anexo). Las variedades californianas "Camarosa" y "Oso Grande", adaptadas a las condiciones productivas de Huelva, y la italiana "Miranda" necesitan más días cuando son plantadas en la fecha tardía y por tanto los resultados muestran que sería aconsejable plantarlas antes con objeto de adelantar su inicio de floración; sin embargo, "Darboise", "Maraprime", "Nike" y "Tudla", todas ellas variedades europeas, menos adaptadas al cultivo en Huelva que las anteriores, salvo "Tudla", aparecen con una tendencia contraria, precisan más días cuando son plantadas antes, por lo que no es preciso adelantar su fecha de plantación para anticipar la entrada en floración. Por último "Andana" y "Chandler" (ésta de manera menos evidente) necesitan el mismo número de días para entrar en floración en las dos fechas de plantación; por tanto, a la luz de nuestros resultados 95/96, para estas variedades es menos importante, que para el resto, el momento de realizar la plantación.

4.2.2.- Campaña 96/97.

En la Tabla 6.-RD figuran los resultados del ANOVA para la campaña 96/97.

Tabla 6.-RD. ANOVA del inicio de floración de la campaña 96/97.

F.d.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	680.065	340.032	5.01	0.1664	
Desinfección suelo (B)	1	204.167	204.167	3.01	0.2250	
A*B	2	135.750	67.8750			
Cubierta (C)	1	9335.19	9335.19	136.71	0.0072	**
A*C	2	136.565	68.2824			
Fecha de plantación (D)	1	317.796	317.796	1.89	0.3026	
A*D	2	335.565	167.782			
B*C	1	185.185	185.185	3.42	0.2055	
A*B*C	2	108.176	54.0880			
B*D	1	25.3519	25.3519	0.18	0.7107	
A*B*D	2	277.620	138.810			
C*D	1	163.630	163.630	2.32	0.2673	
A*C*D	2	141.176	70.5880			
B*C*D	1	35.8519	35.8519	0.48	0.5596	
A*B*C*D	2	149.009	74.5046			
Variedad (E)	8	14942.6	1867.83	122.90	0.0000	***
B*E	8	79.7500	9.96875	0.66	0.7307	
C*E	8	274.231	34.2789	2.26	0.0274	*
D*E	8	283.787	35.4734	2.33	0.0225	*
B*C*E	8	215.065	26.8831	1.77	0.0885	
B*D*E	8	135.398	16.9248	1.11	0.3583	
C*D*E	8	302.954	37.8692	2.49	0.0152	*
B*C*D*E	8	169.898	21.2373	1.40	0.2030	
A*B*C*D*E	128	1945.41	15.1985			
TOTAL	215	30580.2				

Universidad de Huelva 2009

En la Tabla 6.-RD puede observarse que existen diferencias significativas al 1% en el factor cubierta y al $1^0/_{00}$ entre variedades, pero la interacción entre ambos aparece significativa al 5% por lo que no se puede realizar la comparación de medias. Por otra parte no aparecen diferencias significativas en las fuentes de variación desinfección de suelo y fecha de plantación; en la primera de ellas, se evidencia que el cultivar en suelo sin solarizar o previamente solarizado, afecta poco en la entrada en floración de las variedades estudiadas; los resultados muestran 76,26 días para suelo sin solarizar y 72,85 días para suelo solarizado (véase Tabla A76 del Anexo); tales resultados parecen insinuar el reducido efecto que en las primeras semanas de cultivo tiene la solarización del suelo sobre la planta y, en concreto, para su entrada en floración. En el caso de la fecha de plantación, los resultados muestran prácticamente los mismos valores para el tratamiento fecha normal (74,07 días), que para el tratamiento fecha tardía (75,04 días) (véase Tabla A80 del Anexo). Por todo ello, para el conjunto de las variedades estudiadas no es trascendente plantar antes o después si se desea adelantar la entrada en floración; sin embargo esta afirmación genérica será analizada, particularizando para cada variedad, en tanto que se observa, en la Tabla 6.-RD, cómo la interacción fecha de plantación x variedad es significativa al 5%. Las dos interacciones que aparecen con diferencias significativas se analizan gráficamente.

En primer lugar se empieza por la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 9).

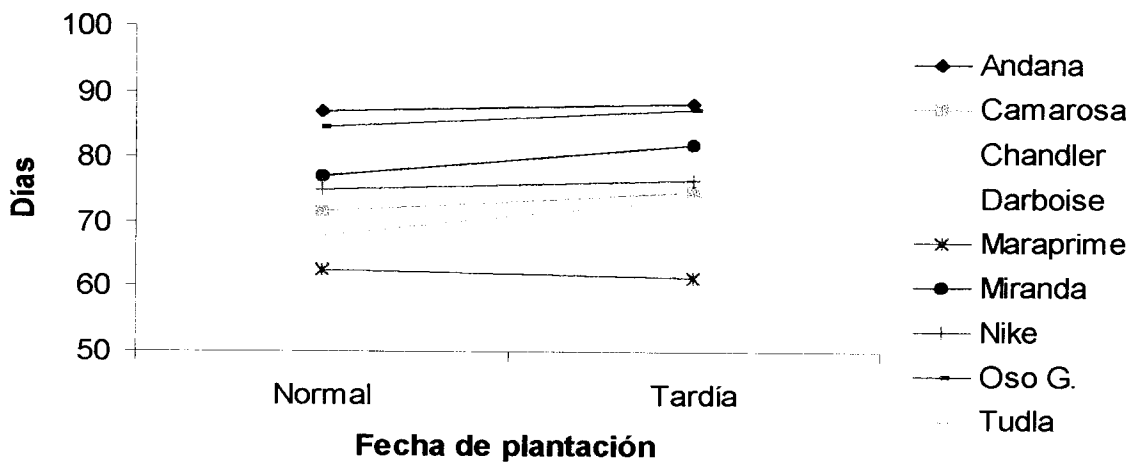


Gráfico 9.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

Se observa en el Gráfico 9.-RD que el número de días para entrar en floración, en cada fecha de plantación, para el conjunto de variedades, es muy similar (véase

Universidad de Huelva 2009

Tabla A80 del Anexo): 74,07 días para la fecha normal y 75,04 para la tardía. Las variedades francesas ("Darboise" y "Maraprime") necesitan menor número de días para entrar en floración que el resto de variedades en ambas fechas de plantación (véase Tabla A80 del Anexo). Además, las dos variedades citadas presentan una ligera tendencia a florecer antes conforme se retrasa su plantación, los resultados muestran como "Maraprime" necesita 61,42 días en la fecha de plantación tardía y 62,58 en la normal; "Darboise", igualmente, precisa 63,67 días para la fecha tardía y 64,25 para la normal. El origen de estas variedades, procedente de latitudes más al Norte que las de Huelva, con clima continental e inviernos más fríos, permite que desarrollen una buena actividad fisiológica a lo largo del invierno, en las condiciones de cultivo de la zona de estudio, que se expresa, por una parte en una menor exigencia de días para entrar en floración que el resto de las variedades estudiadas y, por otra parte, en necesitar un número de días muy similar, en ambas fechas de plantación, con tendencia a favor de la más tardía. Por otro lado, las otras 7 variedades, que presentan valores entre 68 y 87 días para la fecha normal y entre 70,28 y 88,08 días para la fecha tardía (véase Tabla A80 del Anexo), tienden a florecer antes cuando son plantadas antes, poniendo de manifiesto lo adecuado de plantarlas antes cuando se pretende acortar el tiempo de entrada en floración.

En segundo lugar se analizará la interacción cubierta x variedad (Gráfico 10.-RD).

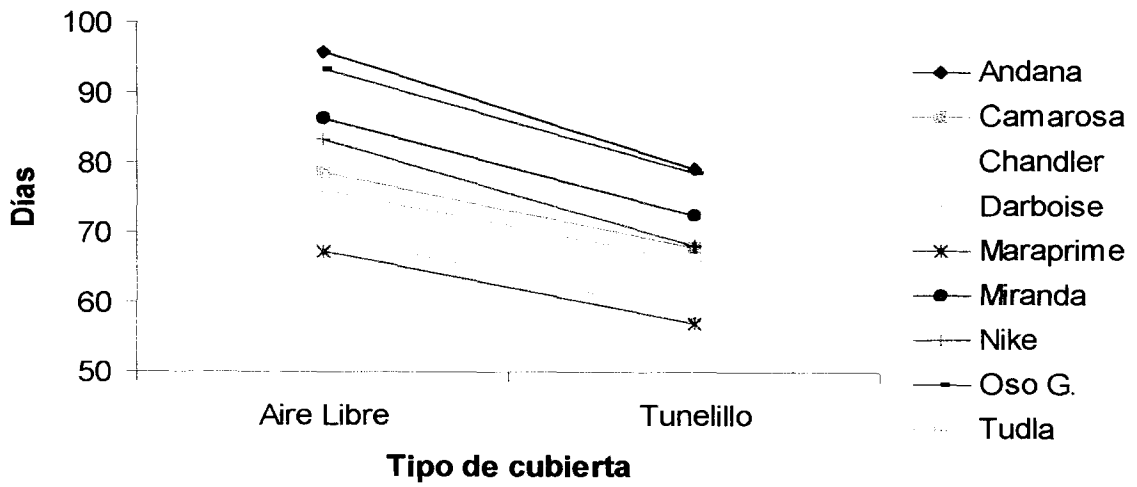


Gráfico 10.-RD. Cubierta vs. Variedad.

En el Gráfico 10.-RD puede observarse como todas las variedades necesitan menos días (68,71) para iniciar la floración cuando se cultivan bajo tunelillo, que

Universidad de Huelva 2009

cuando se hace al aire libre (80,40 días) (véase Tabla A81 del Anexo). La diferencia es de 11,69 días, el doble de lo descrito por Turner et al. (1992). Nuestros resultados muestran que las plantas que crecen bajo cubierta (tunelillo) adelantan de manera evidente su entrada en floración, como consecuencia del efecto protector del plástico, ante la lluvia, y el aumento de temperatura que se produce bajo el mismo. Por otro lado, en el conjunto de variedades encontramos dos grupos diferenciados en función de su respuesta. De una parte están "Camarosa", "Maraprime" y "Tudla" que necesitan en torno a 10 días más para florecer al aire libre que bajo cubierta; y por otra parte el resto, que precisan sobre 15 días (véase Tabla A81 del Anexo). Tales resultados nos permiten afirmar que las variedades "Andana", "Chandler", "Darboise", "Miranda", "Nike" y "Oso Grande" son las más beneficiadas por la cubierta de plástico.

4.2.3.- Análisis combinado.

En la Tabla 7.-RD se presenta el ANOVA resultante de las dos campañas. En ella puede observarse que existen diferencias significativas en los factores: campaña, cubierta y variedad al $1^0/_{00}$. Además resultan significativas las posibles interacciones entre los tres factores, con distintos niveles de significación, así, la interacción campaña x cubierta es significativa al 1%, la interacción campaña x variedad al $1^0/_{00}$ y la interacción cubierta x variedad al 5%; además, aparece significativa al $1^0/_{00}$ la interacción entre fecha de plantación x variedad. Del análisis de la varianza se desprende también que la interacción doble campaña x cubierta x variedad aparece con diferencias significativas al 1%, de igual manera que ocurre con la interacción cubierta x fecha de plantación x variedad. También la interacción doble campaña x fecha de plantación x variedad es significativa al $1^0/_{00}$. Por último la interacción triple campaña x desinfección de suelo x cubierta x variedad se presenta significativa al 5%. Por otra parte no aparecen diferencias significativas en las fuentes de variación desinfección de suelo y fecha de plantación; en la primera de ellas se evidencia que el cultivo en suelo sin solarizar o previamente solarizado, afecta poco en la entrada en floración de las variedades estudiadas; los resultados muestran 68,71 días para suelo sin solarizar y 66,95 días para suelo solarizado (véase Tabla A137 del Anexo), tales resultados hacen pensar en el reducido efecto, que en las primeras semanas de cultivo, tiene la solarización del suelo sobre la planta y en concreto para su entrada en floración. En el caso de la fecha de plantación los resultados muestran prácticamente los mismos valores para el tratamiento fecha normal (68,21 días) que para el tratamiento fecha tardía (67,45

Universidad de Huelva 2009

días) (véase Tabla A138 del Anexo). Por lo que para el conjunto de las variedades estudiadas no es trascendente plantar antes o después si se pretendiese adelantar la entrada en floración. Estas afirmaciones genéricas serán analizadas, particularizando para cada variedad, en tanto que las interacciones fecha de plantación x variedad y cubierta x variedad son significativas. Ante la imposibilidad de realizar la comparación de medias en los factores donde aparecen diferencias significativas, se procederá a estudiar gráficamente las tres interacciones simples (Gráficos 11.-RD, 12.-RD y 13.-RD).

Tabla 7.-RD. ANOVA del inicio de floración para las dos campañas.

F.d.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	P	
Campaña (A)	1	21717.5	21717.5	125.86	0.0004	***
Repetición (B)/Camp.(A)	4	690.185	172.546			
Desinfección suelo (C)	1	115.113	115.113	2.32	0.2023	
A*C	1	89.8356	89.8356	1.81	0.2496	
A*B*C	4	198.370	49.5926			
Cubierta (D)	1	9120.89	9120.89	132.34	0.0003	***
A*D	1	1692.19	1692.19	24.55	0.0077	**
A*B*D	4	275.685	68.9213			
Fecha de plantación (E)	1	0.05787	0.05787	0.00	0.9824	
A*E	1	647.780	647.780	6.20	0.0676	
A*B*E	4	418.259	104.565			
C*D	1	24.5579	24.5579	0.81	0.4199	
A*C*D	1	204.188	204.188	6.71	0.0607	
A*B*C*D	4	121.796	30.4491			
C*E	1	2.22454	2.22454	0.02	0.8851	
A*C*E	1	74.1690	74.1690	0.79	0.4241	
A*B*C*E	4	375.148	93.7870			
D*E	1	241.502	241.502	5.69	0.0755	
A*D*E	1	6.50231	6.50231	0.15	0.7154	
A*B*D*E	4	169.759	42.4398			
C*D*E	1	30.6134	30.6134	0.74	0.4376	
A*C*D*E	1	196.021	196.021	4.75	0.0948	
A*B*C*D*E	4	165.019	41.2546			
Variedad (F)	8	19959.7	2494.96	134.15	0.0000	***
A*F	8	1974.54	246.818	13.27	0.0000	***
C*F	8	121.449	15.1811	0.82	0.5901	
D*F	8	339.421	42.4277	2.28	0.0225	*
E*F	8	1032.00	129.001	6.94	0.0000	***
A*C*F	8	152.894	19.1117	1.03	0.4157	
A*D*F	8	387.458	48.4323	2.60	0.0095	**
A*E*F	8	828.116	103.514	5.57	0.0000	***
C*D*F	8	43.4213	5.42766	0.29	0.9674	
C*E*F	8	169.171	21.1464	1.14	0.3385	
D*E*F	8	407.810	50.9763	2.74	0.0065	**
A*C*D*F	8	323.625	40.4531	2.18	0.0297	*
A*C*E*F	8	81.5602	10.1950	0.55	0.8206	
A*D*E*F	8	293.310	36.6638	1.97	0.0501	
C*D*E*F	8	170.866	21.3582	1.15	0.3310	
A*C*D*E*F	8	220.458	27.5573	1.48	0.1632	
A*B*C*D*E*F	256	4761.11	18.5981			
TOTAL	431	67844.3				

Universidad de Huelva 2009

La primera interacción a analizar es campaña x cubierta (Gráfico 11.-RD).

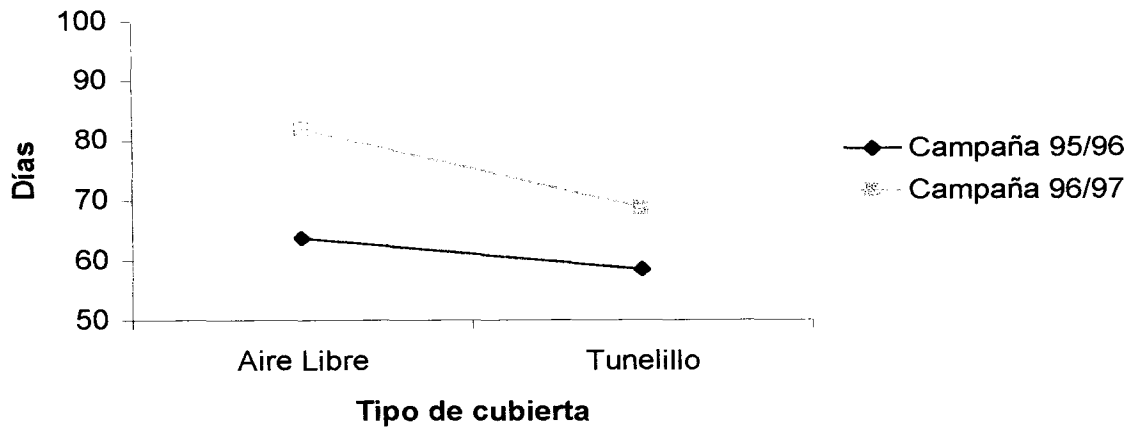


Gráfico 11.-RD. Campaña vs. Cubierta.

A la vista del Gráfico 11.-RD se observa como en la campaña 96/97 el inicio de la floración se retrasó con respecto a la 95/96 más de 13 días; así los resultados indican que el número de días para el inicio de floración en la primera campaña fue de 61,11; mientras que para la segunda fue de 74,56 (véase Tabla A146 del Anexo). Este retraso fue provocado por las intensas lluvias del mes de Diciembre de 1996 (más de 400 mm., ver Gráfico A4 del Anexo). Igualmente este fenómeno climático fue también el responsable del comportamiento diferencial que presentan las plantas en una campaña y otra cuando se cultivaban resguardadas bajo cubierta o no.

En la segunda campaña, las plantas al aire libre, con 80,40 días, vieron dificultado su desarrollo floral frente a las de tunelillo, que sólo precisaron 68,71. Sin embargo, en la primera campaña la ausencia de tal enorme pluviometría (ver Gráfico A4 del Anexo) permitió el inicio de la floración, en ambas condiciones de cultivo; con valores más parecidos: 58,49 días para el tunelillo y 63,72 para el aire libre (véase Tabla A146 del Anexo).

La segunda interacción simple objeto de estudio en este apartado es campaña x variedad que se analiza a continuación (Gráfico 12.-RD).

Universidad de Huelva 2009

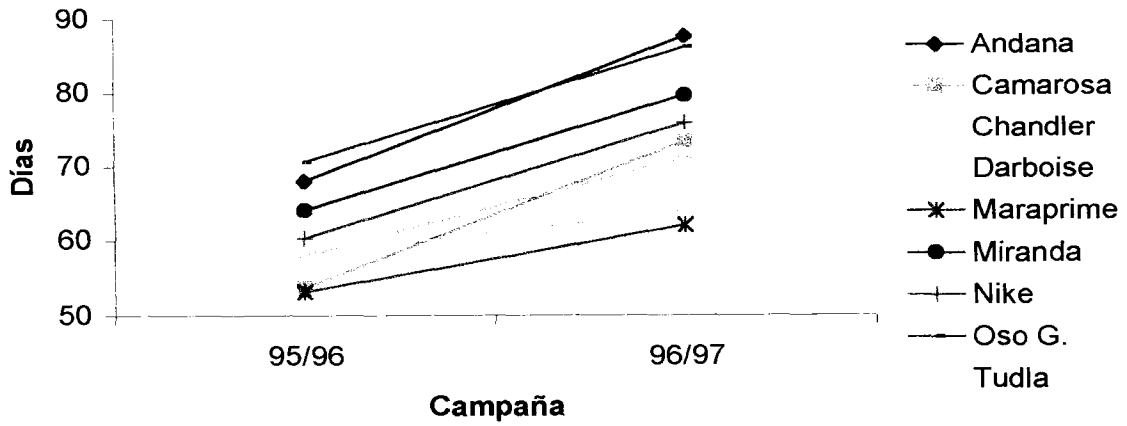


Gráfico 12.-RD. Campaña vs. Variedad.

En el Gráfico 12.-RD puede observarse como el inicio de la floración en la campaña 96/97 se retrasó, para el conjunto de las variedades, en 13,45 días, diferencia entre los 74,56 días precisos para esta campaña y los 61,11 para la 95/96 (véase Tabla A140 del Anexo). Tales resultados son debidos a la alta pluviometría en el mes de Diciembre de 1996, como se indicado en la discusión de la anterior interacción (véase Gráfico A4 del Anexo).

Las variedades francesas "Darboise" y "Maraprime" presentan un comportamiento distinto al resto, en tanto que sólo necesitaron entre 5,83 y 8,87 días más, respectivamente, la segunda campaña (véase Tabla A140 del Anexo). Esto pone de manifiesto su mayor adaptabilidad a condiciones de elevada pluviometría en el momento del inicio de la floración, dicha capacidad para florecer en condiciones climatológicamente adversas tiene que ver con su origen de obtención (Francia), de clima con inviernos más fríos que los de la zona costera de Huelva. El resto de las variedades entraron en floración durante la primera campaña entre 13 y 20 días antes que en la segunda; presentando las diferencias más altas las variedades "Camarosa" y "Andana", que manifiestan una aptitud muy distinta en función de la pluviometría caída cuando se inicia la floración (véase Tabla A140 del Anexo).

Por último, la tercera interacción simple objeto de estudio en este apartado es cubierta x variedad que se analiza a continuación (Gráfico 13.-RD).

Universidad de Huelva 2009

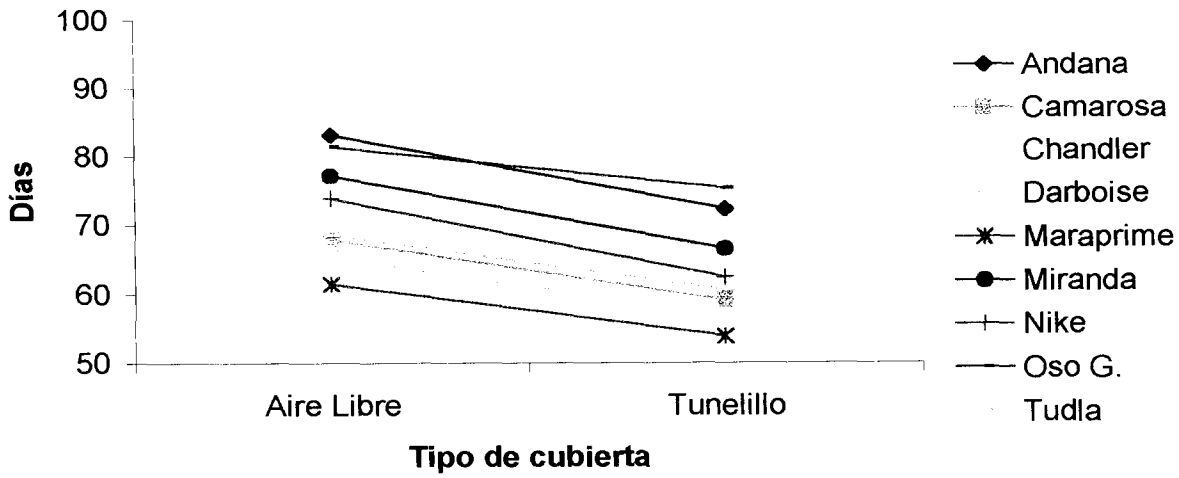


Gráfico 13.-RD. Cubierta vs. Variedad.

El Gráfico 13.-RD muestra que el conjunto de variedades necesita más días (72,06) para entrar en floración cuando se cultiva al aire libre que cuando se hace bajo tunelillo (63,60 días) (véase Tabla A139 del Anexo); esta diferencia es de 8.46 días, 2,46 más que los sugeridos por Tuner et al. (1992). Todo ello pone de manifiesto que las plantas que crecen bajo cubierta (tunelillo) adelantan de manera evidente su entrada en floración, como consecuencia del efecto protector del plástico, ante la lluvia y por el aumento de temperatura que se produce bajo el mismo.

Al aire libre el retraso de entrada en floración se centró en torno a 11 días en "Andana", "Chandler", "Miranda" y "Nike" mientras que en "Darboise", "Maraprime", "Tudla" y "Camarosa" dicho retraso se cifraba entre 7,63 y 8,75 días.

En la variedad "Oso Grande" se apreció un desfase en el inicio de floración de 2,62 días; ello pone de manifiesto que es la variedad menos favorecida por el cultivo bajo tunelillo a la hora de adelantar la entrada en floración (véase Tabla A139 del Anexo).

4.2.4.- Análisis GXE.

A continuación se expone el ANOVA del modelo simplificado, resultante de considerar como ambiente cada uno de las 16 combinaciones de cultivo distintas que surgen en las dos campañas de estudio (Tabla 8.-RD).

Universidad de Huelva 2009

Tabla 8.-RD. ANOVA del inicio de floración para el modelo simplificado.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Ambiente (A)	15	34163.2	2277.54	30.19	0.0000	***
Repetición (B)/Ambiente (A)	32	2414.22	75.4444			
Variedad (C)	8	19959.7	2494.96	134.15	0.0000	***
A*C	120	6546.11	54.5509	2.93	0.0000	***
A*B*C	256	4791.11	18.5981			
TOTAL	431	67844.3				

En la Tabla 8.-RD se observa que existen diferencias significativas al $1^0/_{00}$, tanto entre variedades como entre ambientes y con el mismo nivel de significación aparece la interacción entre ambos. El análisis de esta interacción se realizará con el modelo AMMI; en concreto con el sub-modelo AMMI1, que se representa gráficamente a continuación, en el llamado "biplot" (Gráfico 14.-RD).

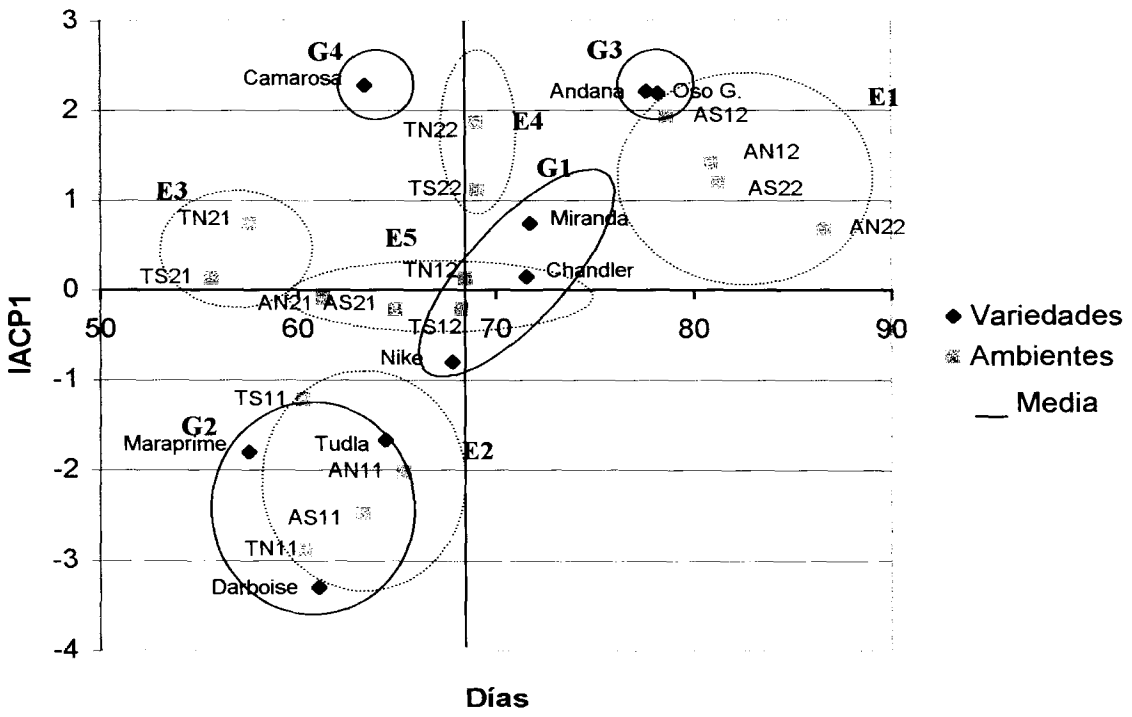


Gráfico 14.-RD. AMMI del inicio de floración.

Se pueden distinguir 4 grupos de variedades:

1) *Grupo 1* (G1): Constituido por las variedades "Miranda", "Chandler" y "Nike", caracterizadas por presentar valores bajos en sus coordenadas IACP1, siendo las más estables de las variedades, y por precisar un número de días para el inicio de la floración ligeramente por encima de la media, salvo "Nike".

Universidad de Huelva 2009

2) *Grupo 2* (G2): Incluye las variedades "Tudla", "Maraprime" y "Darboise". Se caracterizan por tener valores intermedios-altos de signo negativo en sus coordenadas IACP1, presentando una importante aportación a la interacción variedad x ambiente. Necesitan un número de días para el inicio de floración por debajo de la media.

3) *Grupo 3* (G3): Constituido por las variedades "Andana" y "Oso Grande" que presentan valores altos de signo positivo en sus coordenadas IACP1, lo que pone de manifiesto una importante aportación a la interacción variedad x ambiente. El número de días que necesitan para entrar en floración está claramente por encima de la media.

4) *Grupo 4* (G4): Incluye la variedad "Camarosa" que se caracteriza por presentar un valor alto de signo negativo en sus coordenadas IACP1, contribuyendo de manera importante a la interacción variedad x ambiente. El número de días que necesita para entrar en floración está por debajo de la media.

En lo que se refiere a los ambientes se pueden distinguir 5 grupos:

1) *Grupo 1* (E1): Constituido por todos los ambientes de la campaña 96/97 que incluyen el cultivo al aire libre: AN12, AS12, AN22 y AS22. Se caracterizan por tener valores intermedios de signo positivo en las coordenadas IACP1 y por presentar para el inicio de la floración un número de días por encima de la media.

2) *Grupo 2* (E2): Formado por todos los ambientes de la campaña 95/96 que incluyen la fecha de plantación normal: AN11, TN11, AS11 y TS11. Se caracterizan por mostrar valores de signo negativo en las coordenadas IACP1 y por presentar para el inicio de floración un número de días por debajo de la media.

3) *Grupo 3* (E3): Constituido por los dos ambientes de la campaña 95/96 que incluyen el cultivo bajo plástico en plantación tardía: TN21 y TS21. Están caracterizados por tener valores bajos de signo negativo en las coordenadas IACP1 y por presentar para el inicio de floración un número de días claramente por debajo de la media. De los dos ambientes, TS21 se muestra como el más estable.

Universidad de Huelva 2009

4) *Grupo 4* (E4): Constituido por los dos ambientes de la campaña 96/97 que incluyen el cultivo bajo plástico plantación tardía: TN22 y TS22. Están caracterizados por tener valores intermedios de signo positivo en las coordenadas IACP1 y por presentar para el inicio de floración un número de días muy próximo a la media.

5) *Grupo 5* (E5): Formado por los ambientes de la campaña 95/96 que incluyen cultivo al aire libre en plantación tardía y por los ambientes de la campaña 96/97 que incluyen cultivo bajo tunelillo en plantación normal, en ambas campañas independientemente de la desinfección del suelo: AN21, AS21, TN12 y TS12. Se caracterizan por mostrar valores muy bajos de signo negativo, menos TN12, en sus coordenadas IACP1, manifestándose como un grupo de ambientes muy estables. Presentan para el inicio de la floración un número de días entorno a la media y por debajo de la misma.

Las variedades del grupo (G1) muestran valores intermedios para el inicio de la floración y una asociación con los ambientes de grupo (E5) que aparecen como los más estables.

En el caso de las variedades comprendidas en el grupo (G2), que presentan los valores más bajos para entrar en floración, se observa una asociación con ambientes de la campaña 95/96 de plantación normal, incluidos en el grupo (E2), que ponen de manifiesto el buen comportamiento de las mismas, tanto si se cultivan al aire libre o en tunelillo, como si se hace en suelo solarizado o sin solarizar; tales resultados se han visto favorecido por la distribución de las lluvias en los meses de Noviembre y especialmente Diciembre (ver Gráfico A3 del Anexo) de esta primera campaña y que no se dieron en la 96/97.

En las variedades incluidas en el grupo (G3), que presentan los valores más altos para entrar en floración, se observa una asociación con ambientes de la campaña 96/97 al aire libre, que constituyen el grupo (E1); estos resultados son consecuencia de los más de 400 mm. de precipitación del mes de Diciembre de 1996 (ver Gráfico A4 del Anexo), que han afectado fundamentalmente a los tratamientos sin tunelillo.

La variedad "Camarosa", única integrante del grupo (G4), muestra valores intermedios para el inicio de la floración y una asociación con ambientes de plantación

Universidad de Huelva 2009

tardía, cubiertos y de la campaña 96/97, que presenta más alta pluviometría (ver Gráfico A4 del Anexo) y que han sido incluidos en el grupo (E4).

Se observa en el Gráfico 14.-RD como los ambientes del grupo (E3) presentan el menor número de días para el inicio de floración; este grupo (E3) se diferencia del (E4) sólo en el factor campaña que lo constituye y el diferente comportamiento de los mismos se encuentra también en los diferentes regímenes pluviométricos de las dos campañas, que han provocado un retraso en los ambientes afectados por la campaña 97/96 (ver Gráfico A3 y Gráfico A4 del Anexo).

4.3.- Inicio de fructificación.

4.3.1.- Campaña 95/96.

A continuación se expone el ANOVA correspondiente a la primera campaña.

Tabla 9.-RD. ANOVA del inicio de fructificación de la campaña 95/96.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	8.44444	4.22222	0.14	0.8755	
Desinfección suelo (B)	1	49.1157	49.1157	1.65	0.3271	
A*B	2	59.3704	29.6852			
Cubierta (C)	1	32438.0	32438.0	845.80	0.0012	**
A*C	2	76.7037	38.3519			
Fecha de plantación (D)	1	7408.45	7408.45	181.60	0.0055	**
A*D	2	81.5926	40.7963			
B*C	1	355.227	355.227	5.65	0.1407	
A*B*C	2	125.815	62.9074			
B*D	1	6.33796	6.33796	0.26	0.6589	
A*B*D	2	48.1481	24.0741			
C*D	1	0.11574	0.11574	0.02	0.9041	
A*C*D	2	12.4815	6.24074			
B*C*D	1	33.4491	33.4491	1.13	0.3997	
A*B*C*D	2	59.3704	29.6852			
Variedad (E)	8	7165.00	895.625	31.54	0.0000	***
B*E	8	146.593	18.3241	0.65	0.7398	
C*E	8	3823.20	477.900	16.83	0.0000	***
D*E	8	2226.43	278.303	9.80	0.0000	***
B*C*E	8	92.9815	11.6227	0.41	0.9136	
B*D*E	8	442.537	55.3171	1.95	0.0579	
C*D*E	8	1102.93	137.866	4.86	0.0000	***
B*C*D*E	8	259.593	32.4491	1.14	0.3392	
A*B*C*D*E	128	3634.74	28.3964			
TOTAL	215	59656.6				

Universidad de Huelva 2009

En la Tabla 9.-RD puede observarse que existen diferencias significativas al 1% en los factores cubierta y fecha de plantación y al $1^0/_{00}$ entre variedades; sin embargo, los 3 factores se presentan como dependientes, ya que aparecen significativas al $1^0/_{00}$, tanto la interacción cubierta x variedad como la interacción fecha de plantación x variedad; así mismo es significativa la interacción de los 3 factores, cubierta x fecha de plantación x variedad. Ambas interacciones simples serán analizadas gráficamente comenzando por la interacción cubierta x variedad (Gráfico 15.-RD). Por otra parte, puede observarse que no aparecen diferencias significativas en la fuente de variación desinfección de suelo, debido a que el suelo nunca antes había sido desinfectado y sólo había sido cultivado una campaña; sin embargo, en suelo sin solarizar el número de días para el inicio de fructificación (138,77) es ligeramente más alto que en suelo solarizado, 137,81 días (véase Tabla A31 del Anexo).

En primer lugar se analiza la interacción cubierta x variedad (Gráfico 15.-RD).

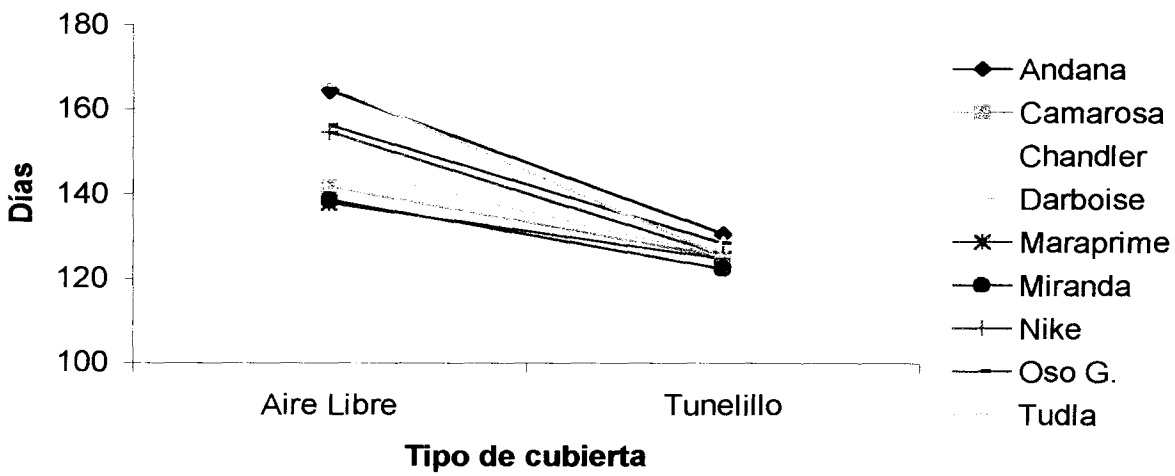


Gráfico 15.-RD. Cubierta vs. Variedad.

En el Gráfico 15.-RD puede observarse como todas las variedades necesitan menos días para entrar en fructificación (126,04) cuando son cultivadas bajo tunelillo, que cuando lo son al aire libre (150,55 días); siendo la diferencia media de 24,51 días (véase Tabla A33 del Anexo). Se evidencia el efecto positivo que el cultivo bajo tunelillo tiene para adelantar la fructificación en las variedades estudiadas, y ello es como consecuencia del aumento de temperatura que se produce bajo el mismo además del efecto protector que tiene la cubierta sobre la lluvia. Sin embargo, la respuesta de las variedades ha permitido agruparlas en 4 grupos. En un primer grupo se sitúan las

Universidad de Huelva 2009

variedades "Camarosa", "Maraprime" y "Miranda" que presentan un retraso de entre 13 y 16,5 días, cuando se cultivan al aire libre, siendo las que en menor medida se ven favorecidas por el tunelillo. En un segundo grupo están "Darboise" y "Chandler" donde el retraso se sitúa entre 21 y 23 días. En un tercer grupo encontramos a "Nike" y "Oso Grande" cuyo retraso está entre 27 y 29 días. Finalmente, en el cuarto grupo están las variedades "Tudla" y "Andana" que presentan un retraso al ser cultivadas al aire libre de 40 y 33 días, respectivamente; ambas variedades son las más favorecidas por el cultivo en tunelillo.

A continuación se analizará la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 16.-RD).

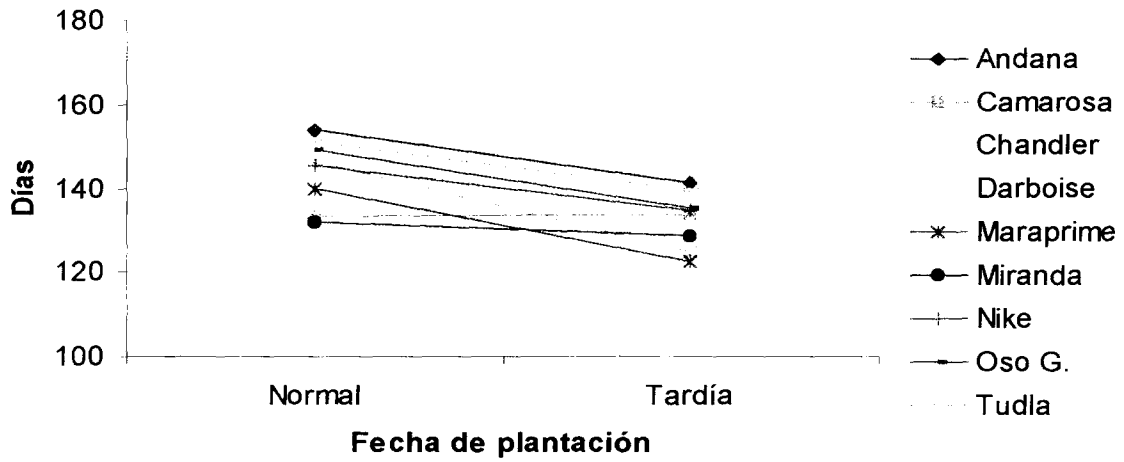


Gráfico 16.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

En el Gráfico 16.-RD puede observarse que todas las variedades, menos "Camarosa", precisan menos días para entrar en fructificación (132,44), cuando son plantadas en la fecha tardía, que cuando son plantadas en la fecha normal (144,15 días); la diferencia media es de 11,71 días (véase Tabla A32 del Anexo). La variedad "Camarosa" muestra el mismo número de días, 133,0 días para la fecha normal y 133,5 para la tardía. Aún cuando para "Camarosa" el inicio de fructificación no se vea afectado por las fechas de plantación estudiadas, para el conjunto de las otras ocho variedades estudiadas se hace evidente que el ser plantadas más tarde está en relación con el adelanto de la entrada en fructificación. La que en menor medida se muestra en consonancia con esta afirmación es la variedad "Miranda" ya que en la fecha de plantación más tardía necesita sólo 3 días menos que en la normal (128,75 y 131,75 días, respectivamente) (véase Tabla A32 del anexo). En la situación opuesta se sitúan

Universidad de Huelva 2009

las variedades francesas "Darboise" y "Maraprime", que adelantan en 21,5 y 17,4 días, respectivamente, su entrada en fructificación cuando son plantadas más tarde. Entre ambos grupos extremos se encuentran el resto de las variedades, que adelantan entre 10,7 y 14,5 días la entrada en fructificación, y que se pueden ubicar próximas a la media general de 11,71 días (véase Tabla A32 del anexo).

A la vista de estos resultados, podemos afirmar, que las variedades francesas presentan una mejor aptitud a la hora de iniciar la fructificación, lo cual va en consonancia con sus orígenes, en tanto que son variedades obtenidas y adaptadas en latitudes más altas que las de Huelva

4.3.2.- Campaña 96/97.

En la Tabla 10.-RD se presenta el ANOVA correspondiente a la campaña 96/97.

Tabla 10.-RD. ANOVA del inicio de fructificación para la campaña 96/97.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	106.120	53.0602	12.69	0.0730	
Desinfección suelo (B)	1	0.04167	0.04167	0.01	0.9296	
A*B	2	8.36111	4.18056			
Cubierta (C)	1	9666.78	9666.78	1437.04	0.0007	***
A*C	2	13.4537	6.72685			
Fecha de plantación (D)	1	3368.56	3368.56	297.10	0.0033	**
A*D	2	22.6759	11.3380			
B*C	1	5.67130	5.67130	0.25	0.6657	
A*B*C	2	45.0648	22.5324			
B*D	1	12.0417	12.0417	3.60	0.1983	
A*B*D	2	6.69444	3.34722			
C*D	1	11.1157	11.1157	1.39	0.3598	
A*C*D	2	16.0093	8.00463			
B*C*D	1	24.6713	24.6713	3.03	0.2239	
A*B*C*D	2	16.2870	8.14352			
Variedad (E)	8	2769.23	346.154	47.99	0.0000	***
B*E	8	58.4167	7.30208	1.01	0.4305	
C*E	8	101.509	12.6887	1.76	0.0906	
D*E	8	92.3981	11.5498	1.60	0.1300	
B*C*E	8	31.6204	3.95255	0.55	0.8194	
B*D*E	8	58.2500	7.28125	1.01	0.4326	
C*D*E	8	86.0093	10.7512	1.49	0.1661	
B*C*D*E	8	88.7870	11.0984	1.54	0.1494	
A*B*C*D*E	128	923.333	7.21354			
TOTAL	215	17533.1				

Se evidencian diferencias significativas al $1^0/_{00}$ en los factores cubierta y variedad y al 1% en el factor fecha de plantación. Los tres factores son independientes

Universidad de Huelva 2009

en tanto que las interacciones en las que participan no presentan diferencias significativas, por lo tanto se procederá a realizar la comparación de medias. El factor desinfección de suelo aparece sin diferencias significativas, lo que pone de manifiesto la nula incidencia de la solarización en el inicio de la fructificación.

En primer lugar se realiza la comparación de medias para el factor cubierta (Tabla 11.-RD).

Tabla 11.-RD. Comparación de medias del inicio de fructificación (días) para la cubierta.

Cubierta	$\bar{X}$	Grupos homogéneos
Aire Libre	127.82	a
Tunelillo	114.44	b

Las plantas que han crecido al aire libre han necesitado para entrar en fructificación 13,4 días más que las que han estado bajo tunelillo (véase Tabla 11.-RD). El aumento de temperatura obtenido bajo el tunelillo acelera el proceso de formación del fruto

En segundo lugar se realiza la comparación de medias para el factor fecha de plantación (Tabla 12.-RD).

Tabla 12.-RD. Comparación de medias del inicio de fructificación (días) para la fecha de plantación.

Fecha de plantación	$\bar{X}$	Grupos homogéneos
Normal	125.08	a
Tardía	117.19	b

Puede observarse como las plantas de fecha de plantación más tardía adelantan en 7,89 días el momento de inicio de la fructificación (véase Tabla 12.-RD). A la vista de estos resultados se evidencia que las plantas cuya fecha de plantación ha sido 14 días más tardía, han comenzado a dar fruto casi 8 días antes que la plantadas más pronto.

Universidad de Huelva 2009

Por último, se realiza la comparación de medias para el factor variedad (Tabla 13.-RD).

Tabla 13.-RD. Comparación de medias del inicio de fructificación (días) para variedades.

Variedad	$\bar{X}$	Grupos homogéneos
Andana	128.33	a
Chandler	123.42	b
Oso Grande	123.13	b
Miranda	122.46	bc
Tudla	121.50	bc
Nike	119.83	cd
Camarosa	118.33	de
Darboise	117.58	de
Maraprime	115.63	e

En la Tabla 13.-RD puede observarse que la variedad "Andana" se diferencia claramente del resto de variedades, en las que existen 4 grupos, dentro de los cuales no hay diferencias entre las medias. "Andana" necesita un mayor número de días para entrar en fructificación, mientras que las francesas "Darboise" y "Maraprime" lo hacen con un menor número de días.

4.3.3.- Análisis combinado.

En la Tabla 14.-RD se presenta el ANOVA combinado de las dos campañas. Puede observarse que existen diferencias significativas al $1^0/_{00}$ en las fuentes de variación campaña, cubierta, fecha de plantación y variedad; además, resultan significativas todas las posibles interacciones simples entre los cuatro factores, salvo en el caso de la interacción cubierta x fecha de plantación, donde no hay diferencias significativas; estas cinco interacciones lo son al $1^0/_{00}$ a excepción de campaña x fecha de plantación que es significativa al 5%. Por otro lado las interacciones dobles campaña x cubierta x variedad, campaña x fecha de plantación x variedad y cubierta x fecha de plantación x variedad aparecen significativas al $1^0/_{00}$, mientras que cubierta x fecha de plantación x variedad lo es al 5%. Finalmente se muestra significativa al $1^0/_{00}$ la interacción triple campaña x cubierta x fecha de plantación x variedad. También se observa en la Tabla 14.-RD que no aparecen diferencias significativas en la fuente de variación desinfección de suelo; así los resultados muestran valores muy parecidos para los tratamientos realizados: 129,96 días para suelo sin solarizar y 129,47 para suelo

Universidad de Huelva 2009

solarizado. Tales resultados hacen pensar en el reducido efecto que tiene la solarización del suelo sobre la planta y en concreto para su entrada en fructificación.

Tabla 14.-RD. ANOVA del inicio de fructificación de las dos campañas.

F.d.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	P	
Campaña (A)	1	31792.7	31792.7	1110.03	0.0000	***
Repetición (B)/Camp.(A)	4	114.565	28.6412			
Desinfección suelo(C)	1	26.0093	26.0093	1.54	0.2830	
A*C	1	23.1481	23.1481	1.37	0.3072	
A*B*C	4	67.7315	16.9329			
Cubierta (D)	1	38760.3	38760.3	1719.67	0.0000	***
A*D	1	3344.45	3344.45	148.38	0.0003	***
A*B*D	4	90.1574	22.5394			
Fecha de plantación (E)	1	10384.1	10384.1	398.36	0.0000	***
A*E	1	392.926	392.926	15.07	0.0178	*
A*B*E	4	104.269	26.0671			
C*D	1	135.565	135.565	3.17	0.1494	
A*C*D	1	225.333	225.333	5.27	0.0832	
A*B*C*D	4	170.880	42.7199			
C*E	1	17.9259	17.9259	1.31	0.3166	
A*C*E	1	0.45370	0.45370	0.03	0.8645	
A*B*C*E	4	54.8426	13.7106			
D*E	1	6.75000	6.75000	0.95	0.3854	
A*D*E	1	4.48148	4.48148	0.63	0.4721	
A*B*D*E	4	28.4907	7.12269			
C*D*E	1	0.33333	0.33333	0.02	0.9008	
A*C*D*E	1	57.7870	57.7870	3.06	0.1554	
A*B*C*D*E	4	75.6574	18.9144			
Variedad (F)	8	8035.99	1004.50	56.42	0.0000	***
A*F	8	1898.24	237.280	13.33	0.0000	***
C*F	8	64.4074	8.05093	0.45	0.8889	
D*F	8	1977.92	247.240	13.89	0.0000	***
E*F	8	1401.42	175.177	9.84	0.0000	***
A*C*F	8	140.602	17.5752	0.99	0.4469	
A*D*F	8	1946.80	243.350	13.67	0.0000	***
A*E*F	8	917.407	114.676	6.44	0.0000	***
C*D*F	8	60.1852	7.52315	0.42	0.9071	
C*E*F	8	300.574	37.5718	2.11	0.0352	*
D*E*F	8	595.250	74.4062	4.18	0.0001	***
A*C*D*F	8	64.4167	8.05208	0.45	0.8889	
A*C*E*F	8	200.213	25.0266	1.41	0.1935	
A*D*E*F	8	593.685	74.2106	4.17	0.0001	***
C*D*E*F	8	210.000	26.2500	1.47	0.1660	
A*C*D*E*F	8	138.380	17.2975	0.97	0.4592	
A*B*C*D*E*F	256	4558.07	17.8050			
TOTAL	431	108982				

Ante la imposibilidad de realizar la comparación de medias en los factores donde aparecen diferencias significativas, se procederá a estudiar gráficamente las 5 interacciones simples. La primera interacción a analizar es campaña x cubierta (Gráfico 17.-RD).

Universidad de Huelva 2009

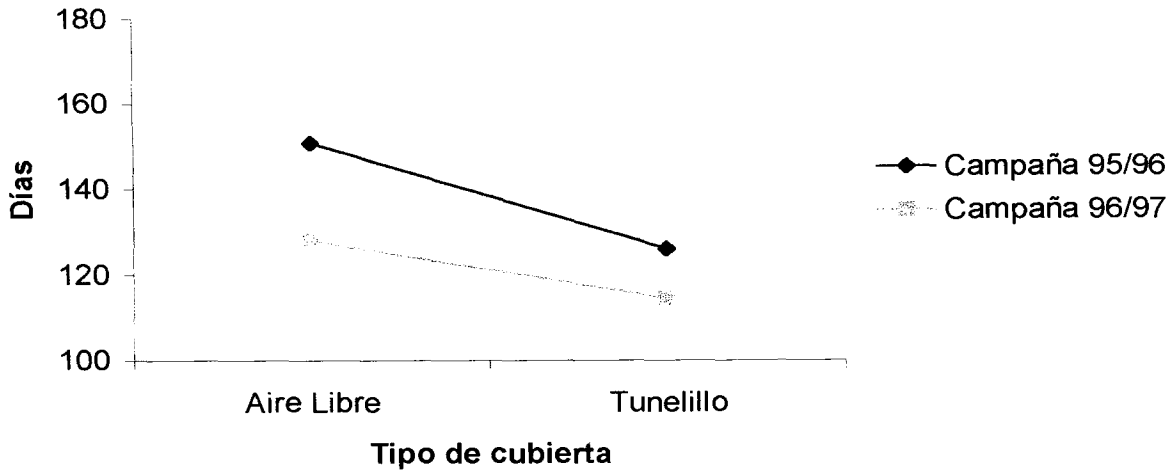


Gráfico 17.-RD. Campaña vs. Cubierta.

El Gráfico 17.-RD muestra cómo en la campaña 95/96, con 138,30 días, el inicio de fructificación se retrasó 17,17 días con respecto a 96/97 (121,13 días) (véase Tabla A156 del Anexo). Tal situación puede explicarse por la alta pluviometría de Diciembre de 1995 y, principalmente, de Enero de 1996, donde se registraron valores alrededor de los 400 mm; también influyeron las bajas temperaturas mínimas de Febrero de 1996 (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo). Estas circunstancias climáticas han condicionado, igualmente, la diferente respuesta obtenida en ambas campañas entre el cultivo desarrollado al aire libre y bajo tunelillo; así, se observa como en la primera campaña las plantas cultivadas al aire libre tuvieron un retraso de 22,73 días frente a las que lo hicieron en el tunelillo. En la segunda campaña, sin embargo, la inexistencia de tales circunstancias climáticas, hizo que la entrada en fructificación se redujese prácticamente a la mitad, en concreto a 11,6 días (véase Tabla A156 del Anexo).

La segunda interacción objeto de análisis es campaña x fecha de plantación (Gráfico 18.-RD). Se pone de manifiesto que en la primera campaña, las plantas entraron en fructificación mas tarde que en la segunda, como se ha observado y discutido en la anterior interacción. El retraso en la campaña 95/96 con respecto a la 96/97 fue de 19,07 días para la fecha de plantación normal y de 15,25 para la fecha de plantación tardía. El desfase entre la fecha tardía y la normal (11,7 días) en la primera campaña, es mayor que el existente en la segunda (7,9 días) (véase Tabla A155 del Anexo). La justificación de tales resultados, una vez más, es la alta pluviometría de los meses de Diciembre de 1995 y, sobretodo, de Enero de 1996, donde se registraron

Universidad de Huelva 2009

valores alrededor de los 400 mm, además de las bajas temperaturas mínimas del mes de Febrero de 1996 (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo).

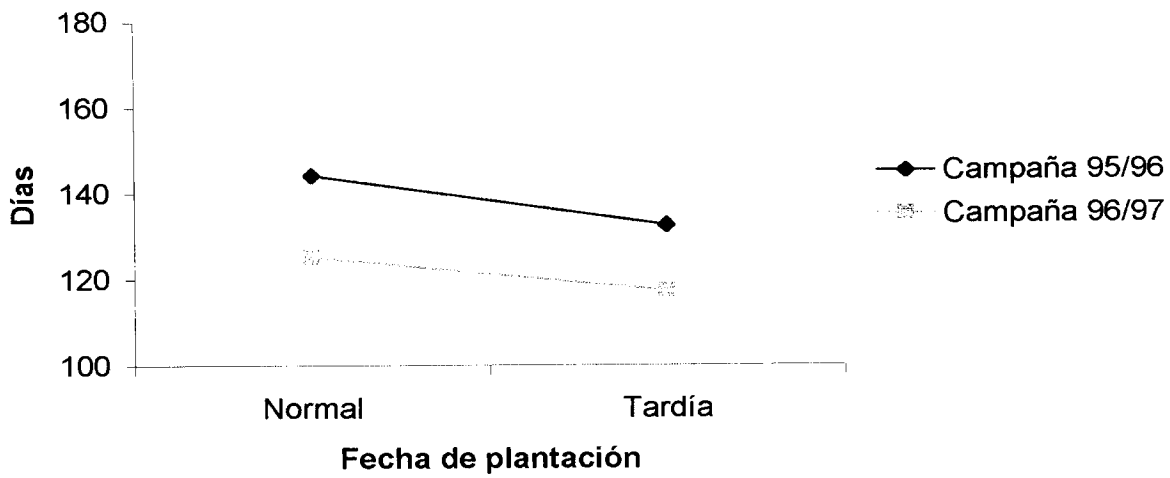


Gráfico 18.-RD. Campaña vs. Fecha de plantación.

A continuación se analiza la interacción campaña x variedad (Gráfico 19.-RD).

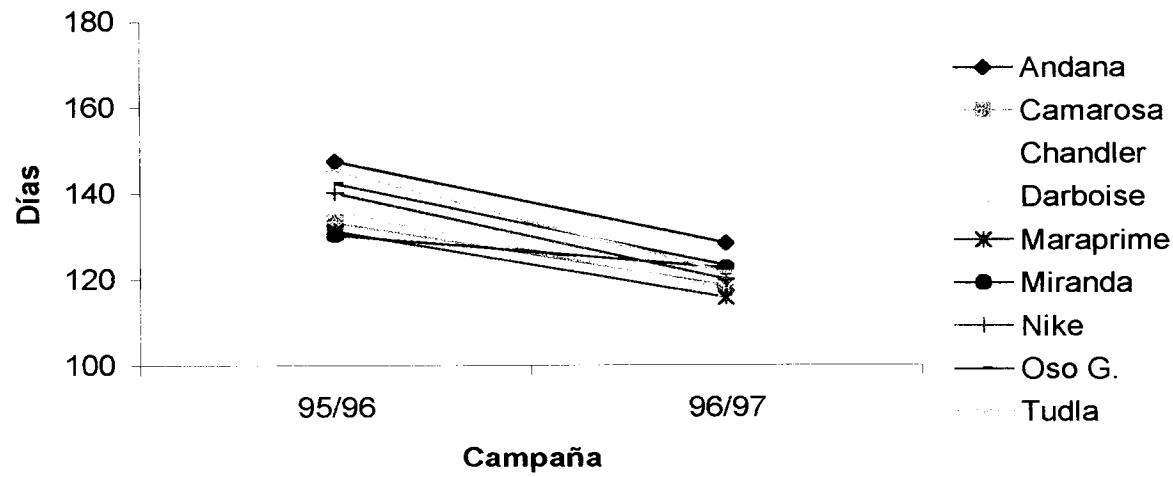


Gráfico 19.-RD. Campaña vs. Variedad.

En el Gráfico 19.-RD puede observarse cómo en la campaña 96/97 todas las variedades entraron antes en fructificación; el valor medio para todas las variedades fue de 121,13 días. Para la primera campaña este valor medio era de 138,29 días; siendo por tanto la diferencia de 17,16 días (véase la Tabla A150 del Anexo). La justificación de tales resultados, son las condiciones climáticas que se vienen reiterando en esta discusión (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo). Sin embargo, la respuesta de cada una de las variedades ha sido distinta; éstas se pueden agrupar de la siguiente

Universidad de Huelva 2009

manera; en primer lugar "Miranda", que muestra sólo 7,79 días más, en el inicio de la fructificación en la campaña primera con respecto a la segunda; así, se puede considerar como la variedad menos afectada por la condiciones climáticas citadas. En segundo lugar "Camarosa", "Chandler" y "Maraprime", con un retraso de entre 14,9 y 16,0 días que presentan mayor grado de afección a las condiciones citadas. En tercer lugar "Andana", "Oso Grande", "Nike" y "Darboise" que tienen un retraso entre 18,1 y 20,2 días, más afectadas que las anteriores y, finalmente, "Tudla", con 23,8 días de diferencia entre el inicio de fructificación en ambas campañas (véase la Tabla A150 del Anexo), se ha mostrado como la variedad más afectada por las desfavorables condiciones indicadas.

En cuarto lugar se analiza la interacción cubierta x variedad (Gráfico 20.-RD).

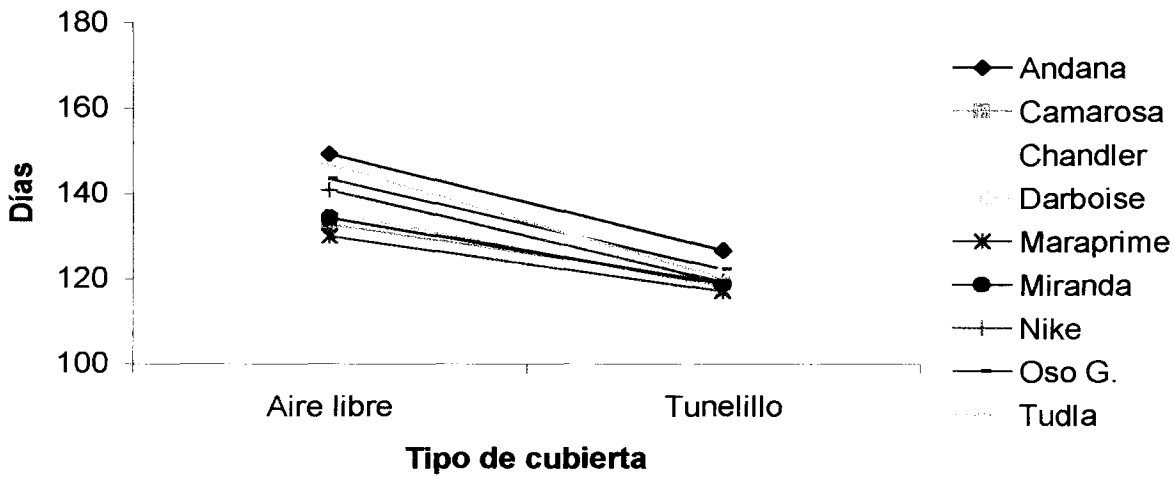


Gráfico 20.-RD. Cubierta vs. Variedad.

Puede observarse en el Gráfico 20.-RD cómo todas las variedades entran en fructificación antes cuando se cultivan bajo tunelillo que cuando lo son al aire libre. Para el tunelillo el valor medio es de 120,24 días mientras que para el aire libre este valor es de 139,19; por tanto existe una diferencia 18,9 días (véase Tabla A149 del Anexo). Estos resultados, una vez más, son debidos a la alta pluviometría de los meses de Diciembre de 1995 y, sobretodo, de Enero de 1996, donde se registraron valores alrededor de los 400 mm, y a las bajas temperaturas mínimas del mes de Febrero de 1996 (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo). Cada variedad responde de distinta manera frente a esta interacción, de tal manera que pueden ser agrupadas según su comportamiento. En primer lugar están "Maraprime" y "Camarosa", que muestran un retraso al aire libre con respecto al tunelillo de 12,91 y 13,58 días, respectivamente.

Universidad de Huelva 2009

Estas son las variedades en las que en menor medida está justificado el uso del tunelillo con el fin de obtener un adelanto en la entrada en fructificación. Próxima a estas 2 variedades está "Miranda", que presenta un retraso de 15,55 días; mientras que el grupo constituido por "Chandler " y "Darboise" tienen un retraso de 18,42 y 17,71 días respectivamente. Por otro lado está el grupo formado por "Andana", "Nike" y "Oso Grande", cuyo retraso se situó entre 21,30 y 22,75 días (véase Tabla A149 del Anexo). Finalmente la variedad que presentó un mayor retraso a la hora de entrar en fructificación cuando se cultivaba al aire libre frente a tunelillo fue "Tudla".

Observando la agrupación de las distintas variedades en el análisis de esta interacción y en el de la inmediatamente anterior, puede apreciarse un importante paralelismo entre la adaptación de las variedades a circunstancias climáticas, pluviometría y temperatura, contrapuestas y a condiciones de cultivo que permiten una exposición más evidente, o no, a estas situaciones ambientales. Así, tenemos cómo "Tudla", para ambas interacciones, es la variedad que más se beneficia de las condiciones de precipitaciones más bajas, de las temperaturas mínimas más suaves y de los beneficios que otorga el tunelillo; a continuación le siguen "Andana", "Nike" y "Oso Grande" y en menor grado "Chandler" y "Darboise", todas ellas también favorecidas por estas mismas circunstancias. Por otro lado estarían "Camarosa", "Miranda" y "Maraprime" que presentan un comportamiento de mayor adaptabilidad a las distintas condiciones climáticas más adversas (alta pluviometría y temperaturas bajas) y al cultivo sin tunelillo.

Finalmente se analiza la interacción fecha de plantación x variedad.

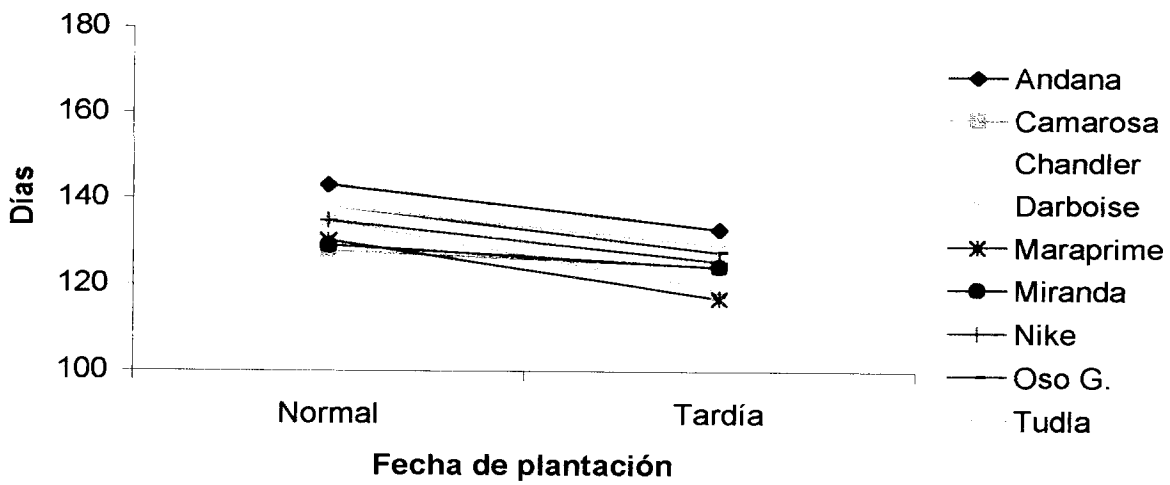


Gráfico 21.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

Universidad de Huelva 2009

El Gráfico 21.-RD muestra que todas las variedades entran antes en fructificación cuando son plantadas en la fecha tardía que cuando lo son en la normal. Para la primera fecha de plantación se necesitan como media 134,62 días y para la segunda fecha 124,81 días, siendo la diferencia entre ambas fechas de plantación 9,81 días (véase Tabla A148 del Anexo). De manera análoga a lo observado y analizado en las dos anteriores interacciones, existen diferencias en la respuesta de cada variedad, y en virtud de se pueden agrupar.

En primer lugar aparece un grupo constituido por las variedades francesas "Darboise" y "Maraprime", que presentan un adelanto en el número de días necesarios para entrar en fructificación de 16,04 y 13,5 días, respectivamente, cuando se plantan en la fecha más tardía. Teniendo en cuenta que entre las dos fechas de plantación hubo 14 días de separación, se puede afirmar que ambas variedades iniciaron la fructificación, prácticamente, el mismo día; no resultando por tanto un inconveniente plantarlas más tarde.

En segundo lugar se presenta un amplio grupo constituido por las variedades "Andana", "Oso Grande", "Tudla", "Nike" y "Chandler", que tienen un adelanto en el inicio de fructificación entre 9,1 y 10,5 días, cuando son plantadas en la fecha de plantación tardía.

Por último está la variedad "Camarosa" cuyo adelanto para el parámetro estudiado es de sólo 3,58 días, cuando se planta en la segunda fecha de plantación; esta variedad, por tanto, se muestra como la menos sensible a cambiar su aptitud para el parámetro que se está analizando, entrando en fructificación con casi el mismo número de días, independientemente de cuando fue plantada (véase Tabla A148 del Anexo).

4.3.4.- Análisis GXE.

A continuación se presenta el ANOVA del modelo simplificado, resultante de considerar como ambiente cada uno de las 16 combinaciones de cultivo distintas que surgen en las dos campañas de estudio (Tabla 15.-RD).

Universidad de Huelva 2009

Tabla 15.-RD. ANOVA del inicio de fructificación para el modelo simplificado.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Ambiente (A)	15	85172.3	5678.15	257.15	0.0000	***
Repetición (B)/Ambiente (A)	32	706.593	22.0810			
Variedad (C)	8	8035.99	1004.50	56.42	0.0000	***
A*C	120	10509.5	87.5791	4.92	0.0000	***
A*B*C	256	4558.07	17.8050			
TOTAL	431	108982				

En la Tabla 15.-RD se observa la existencia de diferencias significativas al $1^{0}/_{00}$, tanto entre variedades como entre ambientes y con el mismo nivel de significación aparece la interacción entre ambos. El análisis de esta interacción se realizará con el modelo AMMI, en concreto con el modelo AMMI1, que se representa gráficamente a continuación, en el llamado "biplot" (Gráfico 22.-RD).

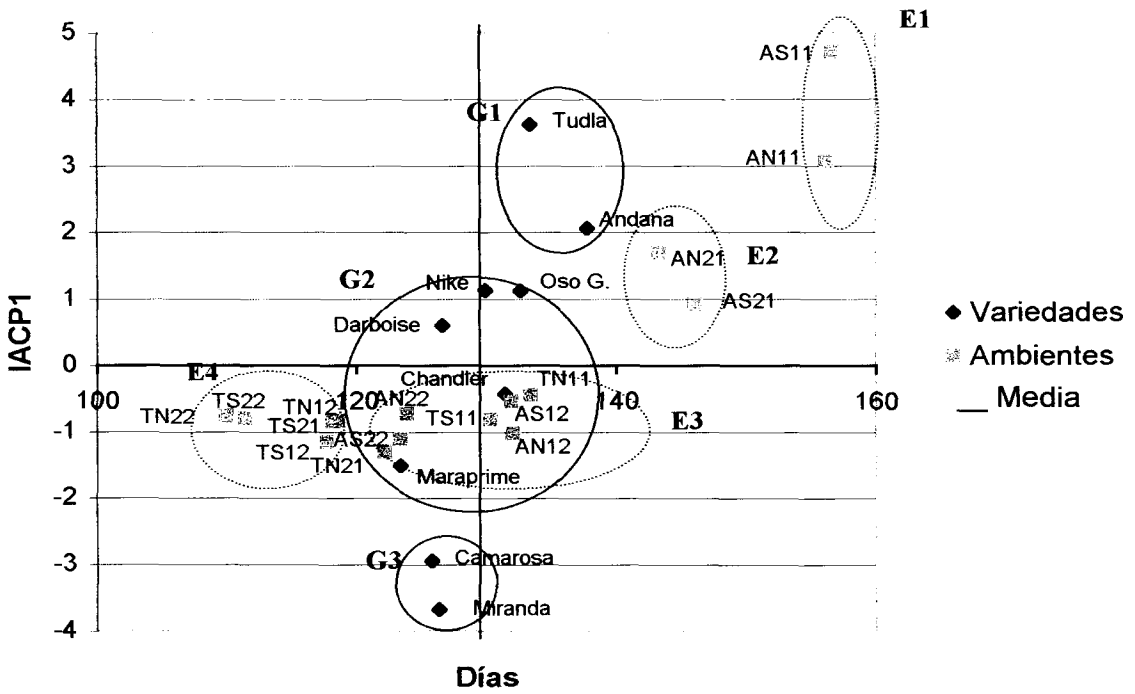


Gráfico 22.-RD. AMMI del inicio de fructificación.

Se observan 3 grupos de variedades:

1) *Grupo 1* (G1): Incluye las variedades "Tudla" y "Andana" caracterizadas por presentar valores intermedios-altos de signo positivo en sus coordenadas IACP1; de ellas "Tudla" manifiesta una importante aportación a la interacción variedad x ambiente. Precisan un número de días para el inicio de la fructificación por encima de la media.

Universidad de Huelva 2009

2) *Grupo 2* (G2): Constituido por las variedades, "Oso Grande", "Nike", "Darboise", "Chandler", y "Maraprime" que se caracterizan por presentar valores bajos en sus coordenadas IACP1 y por necesitar un número de días para el inicio de fructificación cercano a la media.

3) *Grupo 3* (G3): Incluye las variedades "Camarosa" y "Miranda" caracterizadas por presentar valores altos de signo negativo en sus coordenadas IACP1 y, por tanto, muestran una importante aportación en la interacción variedad x ambiente. El número de días que necesitan para entrar en floración está por debajo de la media.

En cuanto a los ambientes también se pueden observar 4 grupos:

1) *Grupo 1* (E1): Integrado por los dos ambientes de la campaña 95/96 que incluyen el cultivo al aire libre y la fecha de plantación normal: AN11 y AS11. Se caracterizan por presentar valores altos de signo positivo en sus coordenadas IACP1 y por precisar para el inicio de la fructificación un número de días claramente por encima de la media.

2) *Grupo 2* (E2): Incluye los dos ambientes de la campaña 95/96 que incluyen el cultivo al aire libre y la fecha de plantación tardía: AN21 y AS21. Están caracterizados por tener valores intermedios-bajos de signo positivo en sus coordenadas IACP1 y por presentar para la entrada en fructificación un número de días por encima de la media.

3) *Grupo 3* (E3): Constituido por todos los ambientes de la campaña 95/96 que incluyen el cultivo bajo tunelillo, salvo el que se realiza en suelo solarizado con plantación tardía, y por todos los de la 96/97 que incluyen el cultivo al aire libre: TN11, TS11, TN21, AN12, AS12, AN22 y AS22. Se caracterizan por presentar valores bajos de signo negativo en sus coordenadas IACP1 y por presentar para el inicio de la fructificación un número de días cercanos a la media.

4) *Grupo 4* (E4): Formado por todos los ambientes de la campaña 96/97 que incluyen el cultivo bajo tunelillo y por el único de la 95/96 no incluido en el grupo 3 (E3): TS21, TN12, TS12, TN22 y TS22. Se caracterizan por presentar valores bajos de

Universidad de Huelva 2009

signo negativo en sus coordenadas IACP1 y por presentar para el inicio de la fructificación un número de días claramente por debajo de la media.

La variedades del grupo (G1) muestran valores altos para el inicio de la fructificación y una asociación con los ambientes de los grupos (E1) y (E2), donde están los cuatro ambientes al aire libre de la campaña 95/96. Este grupo (G1) se muestra como el más afectado por la alta pluviometría de los meses de Diciembre de 1995 y, sobretodo, de Enero de 1996, donde se registraron valores alrededor de los 400 mm., y también por las bajas temperaturas mínimas del mes de Febrero de 1996 (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo).

Para las variedades comprendidas en el grupo (G2), con valores intermedios para el inicio de la fructificación, se aprecia una asociación con los ambientes del grupo (E3), que ponen de manifiesto su buen comportamiento en ambientes, a priori dispares, como son aquellos que incluyen el cultivo al aire libre en la campaña 96/97 y en tunelillo en la 95/96.

Las variedades pertenecientes al grupo (G3), que presentan valores bajos para el inicio de la fructificación, muestran asociación con los ambientes del grupo (E3) y (E4) y un mal comportamiento en los ambientes de los grupos (E2) y (E1); por tanto, "Camarosa" y "Miranda" tienen una mejor respuesta en ambientes con tunelillo (ambas campañas) y al aire libre de la campaña 96/97.

Universidad de Huelva 2009

4.4.- Producción precoz.

4.4.1.- Campaña 95/96.

A continuación se expone el ANOVA correspondiente a la primera campaña.

Tabla 16.-RD. ANOVA de la producción precoz de la campaña 95/96.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	181.086	90.5431	0.08	0.9238	
Desinfección suelo (B)	1	4354.47	4354.47	3.97	0.1846	
A*B	2	2194.04	1097.02			
Cubierta (C)	1	454738	454738	561.78	0.0018	**
A*C	2	1618.91	809.457			
Fecha de plantación (D)	1	1875.24	1875.24	1.68	0.3240	
A*D	2	2227.78	1113.89			
B*C	1	6829.18	6829.18	18.25	0.0507	
A*B*C	2	748.313	374.157			
B*D	1	0.82926	0.82926	0.00	0.9808	
A*B*D	2	2251.56	1125.78			
C*D	1	101.296	101.296	0.14	0.7400	
A*C*D	2	1397.58	698.792			
B*C*D	1	40.3287	40.3287	0.09	0.7900	
A*B*C*D	2	874.022	437.011			
Variedad (E)	8	45347.0	5668.37	31.58	0.0000	***
B*E	8	1408.64	176.080	0.98	0.4543	
C*E	8	16198.5	2024.82	11.28	0.0000	***
D*E	8	10212.5	1276.57	7.11	0.0000	***
B*C*E	8	2736.44	342.054	1.91	0.0641	
B*D*E	8	2003.54	250.442	1.40	0.2038	
C*D*E	8	1200.06	150.008	0.84	0.5738	
B*C*D*E	8	1478.37	184.796	1.03	0.4174	
A*B*C*D*E	128	22971.6	179.466			
TOTAL	215	582990				

En la Tabla 16.-RD pueden observarse diferencias significativas en los factores cubierta al 1% y variedad al $1^0/_{00}$; sin embargo, ambos factores se presentan como dependientes, en tanto que aparece significativa al $1^0/_{00}$ la interacción entre ambos; por consiguiente no se realizará la comparación de medias. Además, también presenta diferencias significativas al $1^0/_{00}$ la interacción fecha de plantación x variedad, resultados similares a los obtenidos por López-Medina et al. (2001). Por otra parte, se observa que no aparecen diferencias significativas en las fuentes de variación desinfección de suelo y fecha de plantación. En el caso de la desinfección de suelo, puede deberse a que el suelo nunca antes había sido desinfectado y tan sólo había sido cultivado en una campaña; sin embargo, la producción (gr./planta) en el suelo solarizado es de 76,83 gr./planta (8,98 gr./planta más que los 67,85 gr./planta obtenidos en el suelo

Universidad de Huelva 2009

sin solarizar) (véase Tabla A38 del Anexo). Las interacciones significativas se analizan gráficamente comenzando por la interacción cubierta x variedad (Gráfico 23.-RD).

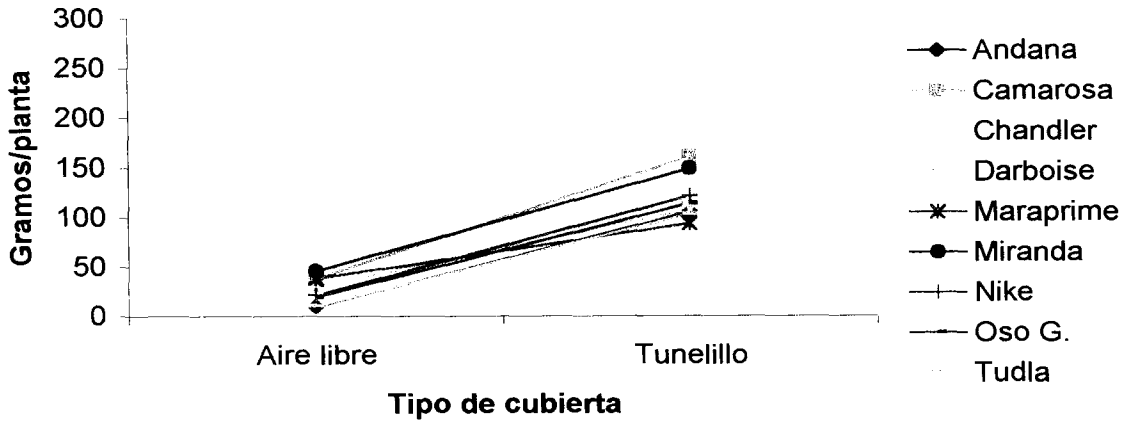


Gráfico 23.-RD. Cubierta vs. Variedad.

A la vista del Gráfico 23.-RD puede observarse como todas las variedades presentan una mayor producción precoz cuando son cultivadas bajo tunelillo, resultados que están en la misma línea de lo afirmado por Rosa et al. (1994) y Turner et al. (1992). El valor medio de la producción para el aire libre es de 26,45 gr./planta mientras que para el tunelillo dicho valor es de 118,22 gr./planta, por tanto la producción bajo tunelillo supone el 347% de la del aire libre (véase Tabla A39 del Anexo); valor que supone poco más de la mitad de lo establecido por Turner et al. (1992), que hacen referencia a un 600% de aumento de la producción invernal bajo cubierta. Esta diferencia tan importante puede ser consecuencia de la alta pluviometría (400 mm.) del mes de Enero de 1996, período de cuajado del primer ramo floral, lo que provocó importantes perdidas en los primeros frutos de las plantas que se cultivaban sin abrigo. Igualmente, las temperaturas mínimas, especialmente bajas (2,3°C de media) en Febrero de 1996, aumentaron los inconvenientes para un correcto cuajado de los frutos (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo).

Sin embargo, las variedades presentan comportamientos diferenciados que permiten poder agruparlas. Por un lado, las variedades "Andana" y "Tudla", muestran la respuesta más positiva cuando se cultivan bajo tunelillo, multiplicando su producción por 10,67 y 10,18, respectivamente. En un segundo grupo figuran "Oso Grande" y "Nike", que tienen una respuesta positiva al cultivo bajo tunelillo, pero no tan evidente como las variedades del grupo anterior, en este caso multiplican su producción por 6,00 y 5,83, respectivamente. En un tercer grupo aparecen las variedades "Camarosa",

Universidad de Huelva 2009

"Chandler", "Darboise" y "Miranda" con una respuesta menos positiva que las anteriores, en tanto que su producción bajo tunelillo, frente a la obtenida al aire libre, se multiplica entre 4,23 y 3,26 veces. Finalmente aparece "Maraprime" que produce bajo tunelillo sólo 2,45 veces la cosecha precoz obtenida al aire libre; esta variedad se presenta como la menos beneficiada por la cubierta plástica (véase Tabla A39 del Anexo).

A continuación se analizará la segunda interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 24.-RD).

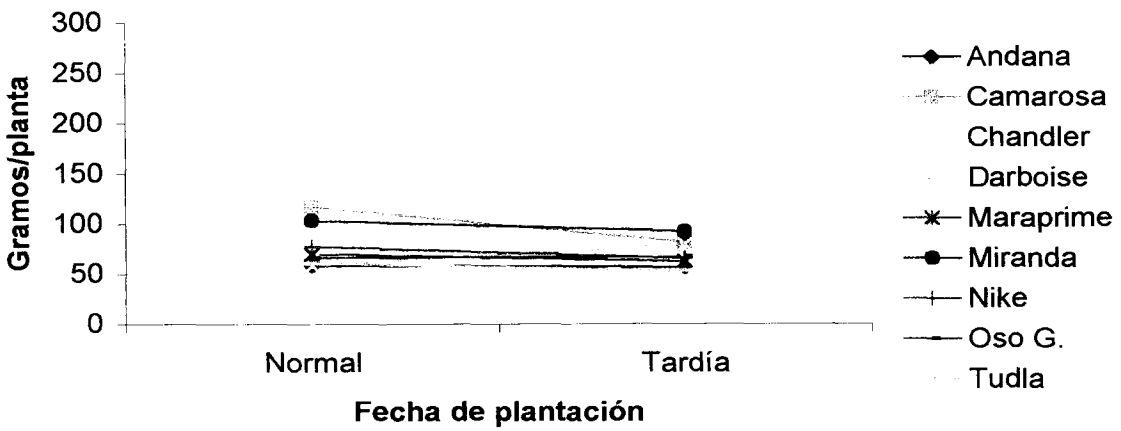


Gráfico 24.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

En el Gráfico 24.-RD se observa la existencia de una respuesta heterogénea por parte de las variedades estudiadas. Atendiendo a los resultados para el conjunto de ellas, se aprecia que las plantas de la fecha de plantación normal producen un 8,49% más, 75,28 gr./planta frente a 69,39 gr./planta (véase Tabla A38 del Anexo); Estos resultados están en consonancia con los obtenidos por López-Aranda et al. (1990, 1996, 1997) y con los referidos en California Strawberry Advisory Board (1993). El comportamiento distinto de cada variedad permite su agrupación. En primer lugar figura la variedad "Camarosa" que presenta una clara respuesta positiva a la fecha de plantación más temprana, con un 43,21% más de producción en la fecha normal que en la tardía, siendo además la más productiva de todas, en consonancia con lo obtenido por López-Aranda et al. (1997). En un segundo grupo aparecen las variedades "Miranda", "Nike", "Maraprime" y "Tudla" que, igualmente, presentan producciones más altas cuando son plantadas en la fecha normal, cifrándose este incremento de producción entre el 11,62% y el 17,83%. En un tercer grupo figuran "Chandler" y "Oso Grande" que prácticamente produjeron lo mismo en las dos fechas de plantación, estos resultados difieren de los

Universidad de Huelva 2009

obtenidos por California Strawberry Advisory Board (1989), en ese caso "Chandler" producía en fecha de plantación temprana, similar a la del presente trabajo, entre un 42% y un 32% más, mientras que "Oso Grande" producía hasta el 31 de Marzo más de un 250% en la fecha de plantación más temprana. En este tercer grupo puede incluirse a "Andana" aún cuando presenta un ligero incremento del 4,09% en la producción de la fecha normal. Por último, hay que señalar que la variedad "Darboise", mostrando una aptitud contraria a "Camarosa", ha obtenido mayor producción cuando era plantada en la fecha de plantación tardía; con un incremento en la producción precoz del 26,22% (véase Tabla A38 del Anexo)

4.4.2.- Campaña 96/97.

En la Tabla 17.-RD se expone el ANOVA correspondiente a la campaña 96/97.

Tabla 17.-RD. ANOVA de la producción precoz de la campaña 96/97.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	3854.39	1927.19	3.30	0.2324	
Desinfección suelo (B)	1	15452.3	15452.3	26.49	0.0357	*
A*B	2	1166.87	583.434			
Cubierta (C)	1	133192	133192	74.03	0.0132	*
A*C	2	3598.16	1799.08			
Fecha de plantación (D)	1	114016	114016	26.61	0.0356	*
A*D	2	8569.14	4284.57			
B*C	1	451.315	451.315	4.23	0.1760	
A*B*C	2	213.382	106.691			
B*D	1	1307.77	1307.77	9.44	0.0916	
A*B*D	2	277.206	138.603			
C*D	1	3.40471	3.40471	0.01	0.9270	
A*C*D	2	636.192	318.096			
B*C*D	1	34.0683	34.0683	0.04	0.8626	
A*B*C*D	2	1771.53	885.764			
Variedad (E)	8	228957	28619.6	75.75	0.0000	***
B*E	8	2321.69	290.212	0.77	0.6328	
C*E	8	21710.5	2713.81	7.18	0.0000	***
D*E	8	12520.1	1565.01	4.14	0.0002	***
B*C*E	8	919.478	114.935	0.30	0.9625	
B*D*E	8	1145.41	143.176	0.38	0.9299	
C*D*E	8	4367.43	545.929	1.44	0.1833	
B*C*D*E	8	1033.34	129.168	0.34	0.9475	
A*B*C*D*E	128	48361.5	377.824			
TOTAL	215	605880				

En la Tabla 17.-RD se observa como aparecen diferencias significativas en los factores cubierta, fecha de plantación y desinfección de suelo al 5% y también en el factor variedad al $1^0/_{00}$. De los cuatro factores, tres de ellos son dependientes en tanto

Universidad de Huelva 2009

que aparecen significativas al $1^0/_{00}$ las interacciones cubierta x variedad y fecha de plantación x variedad, para ésta última los resultados están en la línea de los obtenidos por López-Medina et al. (2001); solo el factor desinfección del suelo es independiente y por tanto se puede llevar a cabo la comparación de medias. Las interacciones simples se analizarán gráficamente.

Tabla 18.-RD. Comparación de medias de la producción precoz (gr./planta) para la desinfección de suelo.

Desinfección suelo	$\bar{X}$	Grupos homogéneos
Solarizado	183.64	a
No solarizado	166.72	b

Como se observa en la Tabla 18.-RD, las plantas que se han cultivado en suelo solarizado obtuvieron una producción precoz significativamente más alta que las que lo fueron en suelo no solarizado, resultados que están en sintonía con lo obtenido por Diéguez (1992); la diferencia de 16.92 gr./planta producidos en el suelo solarizado suponía un incremento del 10,15%. Se pone de manifiesto que tras dos campañas cultivando sobre suelo repetidamente solarizado y no solarizado, en el primero de ello se obtiene una mayor producción precoz.

A continuación se analizan gráficamente las dos interacciones que presentan diferencias significativas, empezando por la interacción cubierta x variedad. (Gráfico 25.-RD).

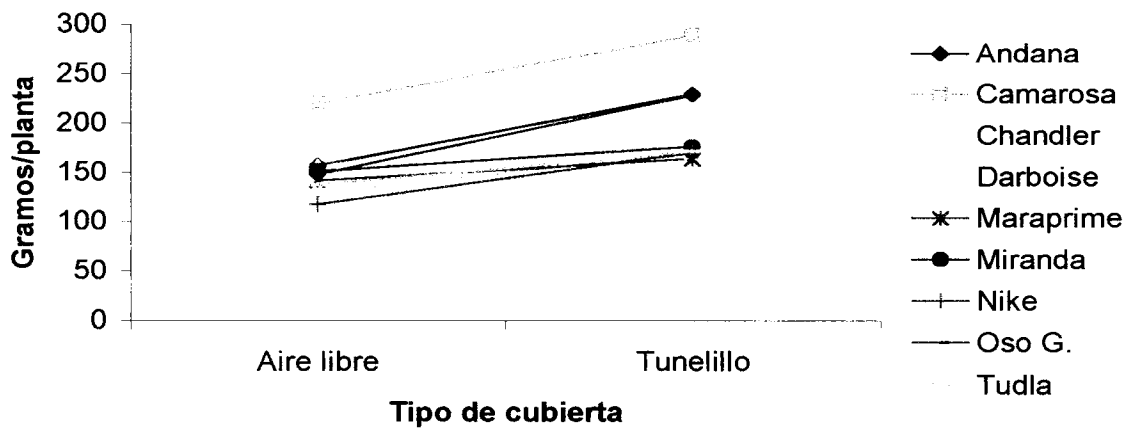


Gráfico 25.-RD. Cubierta vs. Variedad.

Universidad de Huelva 2009

A la vista del Gráfico 25.-RD puede observarse que la variedad "Camarosa" destacó claramente por encima del resto, tanto cuando se cultivaba al aire libre como cuando se hacía bajo tunelillo; además la producción al aire libre estaba por encima de la del resto de variedades bajo tunelillo, a excepción de "Andana" y "Oso Grande". Por otro lado, el conjunto de las variedades presentaba una mayor producción cuando crecía bajo plástico y ello en consonancia con lo establecido por Rosa et al. (1994) y Turner et al. (1992). El valor medio de la producción al aire libre era de 150,35 gr./planta, mientras que para el tunelillo era de 200,01 gr./planta (véase Tabla A93 del Anexo). En esta campaña 96/97, la producción precoz bajo tunelillo supuso un incremento del 33,03% frente al aire libre, muy por debajo del 600% de aumento descrito por Turner et al. (1992). Pero las variedades presentaban, una vez más, comportamientos diferenciados en base a lo que se pudieron agrupar.

Un primer grupo estaba formado por "Oso Grande", "Nike" y "Andana" que presentaron los incrementos de producción más altos cuando se cultivaban bajo tunelillo y que figuraban entre el 54,07% para la primera de ellas y el 44,36% y el 46,57%, respectivamente, para las otras dos. En un segundo grupo se incluían "Chandler", "Camarosa" y "Darboise" mostrando un incremento intermedio, con valores entre el 31,1% y el 31,9%. Por último, un tercer grupo formado por "Maraprime" y "Miranda" mostró los valores más bajos de incremento de la producción precoz al ser cultivados bajo abrigo; estos valores estaban entre el 15,07% y el 16,11%. La variedad "Tudla" quedaría ubicada entre los dos últimos grupos reseñados con un incremento del 24,75% (véase Tabla A93 del Anexo).

A continuación se pasa a analizar la segunda interacción significativa, fecha de plantación x variedad (Gráfico 26.-RD).

Universidad de Huelva 2009

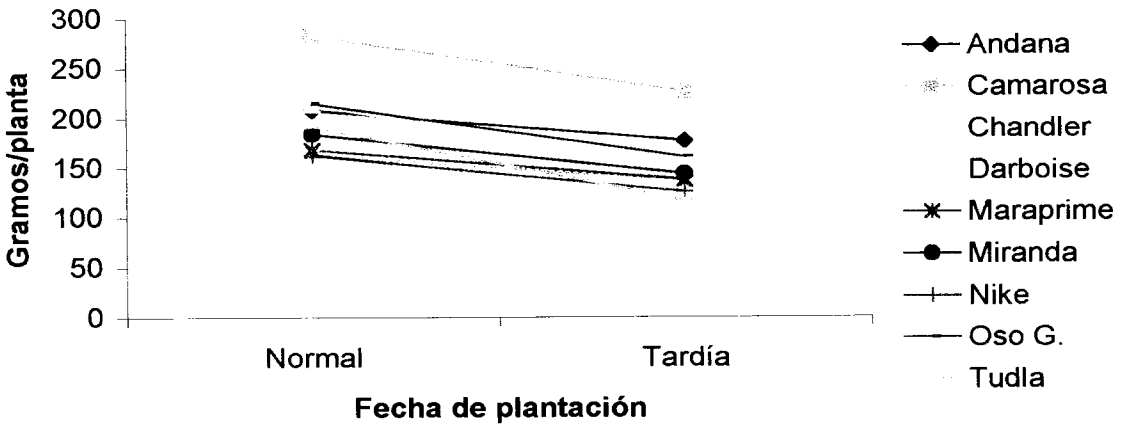


Gráfico 26.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

Se observa en el Gráfico 26.-RD que la variedad "Camarosa" destacó en producción precoz por encima de las demás; tanto cuando se plantaba en la fecha normal, de Octubre, como cuando se hizo en la tardía, de Noviembre; en la misma línea de lo obtenido por López-Aranda et al. (1997). Además su producción en la fecha normal era mayor que la del resto de variedades plantada tanto en la fecha normal como en la fecha tardía. El conjunto de variedades presentaba una producción más alta cuando eran plantadas antes. El valor medio para la fecha de plantación normal fue de 198,15 gr./planta y para la fecha de plantación tardía de 152,20 gr./planta (véase Tabla A92 del Anexo). La producción en la plantación más temprana presentaba frente a la tardía un incremento del 30,19%; esos resultados están en la misma línea de los obtenidos por López-Aranda et al. (1990, 1996, 1997) y de los establecidos por California Strawberry Advisory Board (1993).

Sin embargo, la respuesta de las variedades difería de unas a otras. En primer lugar aparecieron dos variedades que ocuparían los dos grupos extremos, por un lado "Andana", que presentó el menor incremento en producción cuando era plantada en Octubre, con un 17,67% de aumento y por otro lado "Tudla" que incrementó su producción precoz en un 63,12% al ser plantada con antelación.

Entre ambos extremos aparecieron otros dos grupos, uno primero formado por "Darboise", "Maraprime" y "Camarosa", con incrementos entre el 21,00% y el 25,12% y otro segundo con "Miranda", "Nike", "Oso Grande" cuyos incrementos de producción en la primera fecha de plantación se situaban entre el 28,24% y el 33,63%. Para el caso de "Oso Grande" estos porcentajes están muy por debajo de los referidos por California

Universidad de Huelva 2009

Strawberry Advisory Board (1989), donde el aumento de producción para la fecha de plantación temprana era del 250%.

Finalmente figuraba "Chandler" ubicada entre "Tudla" y este último grupo reseñado, con un incremento del 40,9% (véase Tabla A92 del Anexo), en la misma línea de lo citado por California Strawberry Advisory Board (1989).

4.4.3.- Análisis combinado.

En la Tabla 19.-RD se muestra el ANOVA combinado de las dos campañas.

Tabla 19.-RD. ANOVA de la producción precoz de las dos campañas.

F.d.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	P	
Campaña (A)	1	1142222	1142222	1132.18	0.0000	***
Repetición (B)/Camp.(A)	4	4035.47	1008.87			
Desinfección suelo (C)	1	18106.2	18106.2	21.55	0.0097	**
A*C	1	1700.55	1700.55	2.02	0.2279	
A*B*C	4	3360.91	840.228			
Cubierta (D)	1	540071	540071	414.08	0.0000	***
A*D	1	47860.3	47860.3	36.70	0.0037	**
A*B*D	4	5217.07	1304.27			
Fecha de plantación (E)	1	72567.5	72567.5	26.88	0.0066	**
A*E	1	43323.3	43323.3	16.05	0.0160	*
A*B*E	4	10796.9	2699.23			
C*D	1	5395.84	5395.84	22.44	0.0091	**
A*C*D	1	1884.65	1884.65	7.84	0.0488	*
A*B*C*D	4	961.695	240.424			
C*E	1	687.229	687.229	1.09	0.3560	
A*C*E	1	621.366	621.366	0.98	0.3776	
A*B*C*E	4	2528.77	632.192			
D*E	1	70.9217	70.9217	0.14	0.7277	
A*D*E	1	33.7795	33.7795	0.07	0.8093	
A*B*D*E	4	2033.78	508.444			
C*D*E	1	0.13193	0.13193	0.00	0.9884	
A*C*D*E	1	74.2651	74.2651	0.11	0.7544	
A*B*C*D*E	4	2645.55	661.387			
Variedad (F)	8	187679	23459.9	84.19	0.0000	***
A*F	8	86624.9	10828.1	38.86	0.0000	***
C*F	8	2060.09	257.511	0.92	0.4977	
D*F	8	28700.0	3587.50	12.87	0.0000	***
E*F	8	15187.0	1898.37	6.81	0.0000	***
A*C*F	8	1670.25	208.781	0.75	0.6493	
A*D*F	8	9209.07	1151.13	4.13	0.0001	***
A*E*F	8	7545.65	943.207	3.38	0.0011	**
C*D*F	8	1076.66	134.582	0.48	0.8685	
C*E*F	8	985.836	123.229	0.44	0.8952	
D*E*F	8	3068.48	383.560	1.38	0.2062	
A*C*D*F	8	2579.26	322.407	1.16	0.3255	
A*C*E*F	8	2163.11	270.388	0.97	0.4601	
A*D*E*F	8	2499.02	312.377	1.12	0.3491	
C*D*E*F	8	930.366	116.296	0.42	0.9101	
A*C*D*E*F	8	1581.35	197.668	0.71	0.6847	
A*B*C*D*E*F	256	71333.1	278.645			
TOTAL	431	2331092				

Universidad de Huelva 2009

En la Tabla 19.-RD puede observarse que existen diferencias significativas al $1^0/_{00}$ entre los factores campaña, variedad y cubierta y al 1% entre desinfección de suelo y fecha de plantación. Ninguno de esos 5 factores es independiente puesto que resultan significativas las interacciones simples o dobles donde participan y por tanto no es posible realizar la comparación de medias. Así, son significativas al $1^0/_{00}$ las interacciones campaña x variedad, cubierta x variedad y fecha de plantación x variedad, ésta última coincidente con lo obtenido por López-Medina et al. (2001); al 1% campaña x fecha de plantación y desinfección de suelo x cubierta y por último es significativa al 5% la interacción campaña x fecha de plantación. Además son significativas las interacciones dobles campaña x desinfección de suelo x de cubierta al 5% (muy débil), campaña x cubierta x variedad al $1^0/_{00}$ y campaña x fecha de plantación x variedad al 1%. El análisis de las interacciones simples se realizará gráficamente, comenzando en primer lugar por la interacción campaña x cubierta (Gráfico 27.-RD).

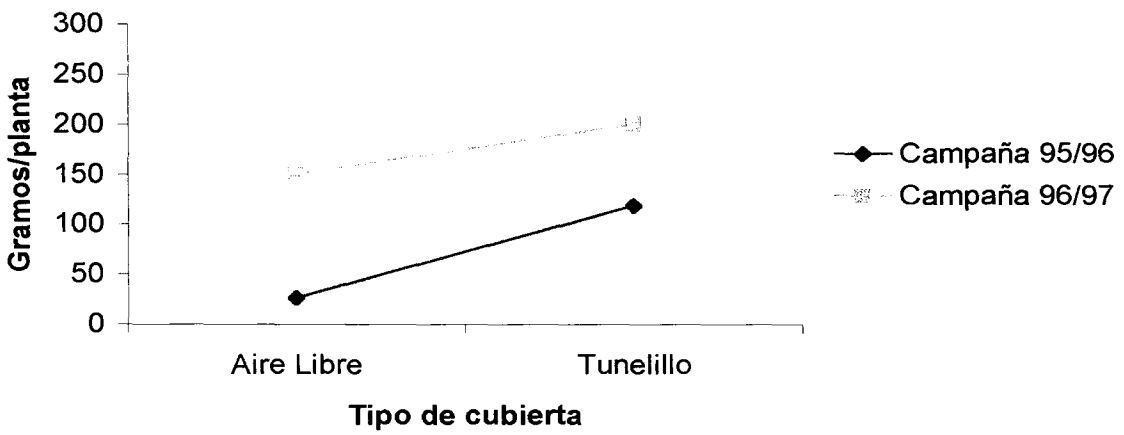


Gráfico 27.-RD. Campaña vs. Cubierta.

En el Gráfico 27.-RD se aprecia como en ambas campañas la producción al aire libre es menor que en tunelillo; esta tendencia es conforme con lo obtenido por Rosa et al. (1994), Turner et al. (1992) y por Onal (2000) trabajando al aire libre y bajo macrotúnel. La producción precoz media en la campaña 96/97, 175,18 gr./planta, era claramente más alta que en la campaña 95/96 (72,34 gr./planta), lo que supone un incremento de la producción del 142,16% (véase Tabla A160 del Anexo). Además, la producción al aire libre de la segunda campaña era apreciablemente mayor que bajo tunelillo en la primera; tales resultados deben relacionarse con las favorables condiciones climáticas de los meses de Febrero y Marzo de 1997, con una total ausencia

Universidad de Huelva 2009

de precipitaciones y unas temperaturas altas, especialmente en el mes de Marzo, donde se registraron temperaturas medias similares a las de Abril y Mayo (véase Gráfico A2 y Gráfico A4 del Anexo).

Por otro lado se observa que al aire libre la producción de la campaña 96/97 era 468% mayor que la de la campaña 95/96, y bajo tunelillo la producción, también de la campaña 96/97, era 69,2% superior a la de la primera campaña. En definitiva la acción de los tunelillos atenuaba el efecto negativo de la alta precipitación registrada en el mes de Enero de 1996 y la posterior bajada de temperaturas que se producía en Febrero del mismo año (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo); ese efecto negativo, sin protección de cubierta plástica, se hizo patente en las plantas crecidas al aire libre.

Ahora se analiza la interacción campaña x fecha de plantación (Gráfico 28.-RD).

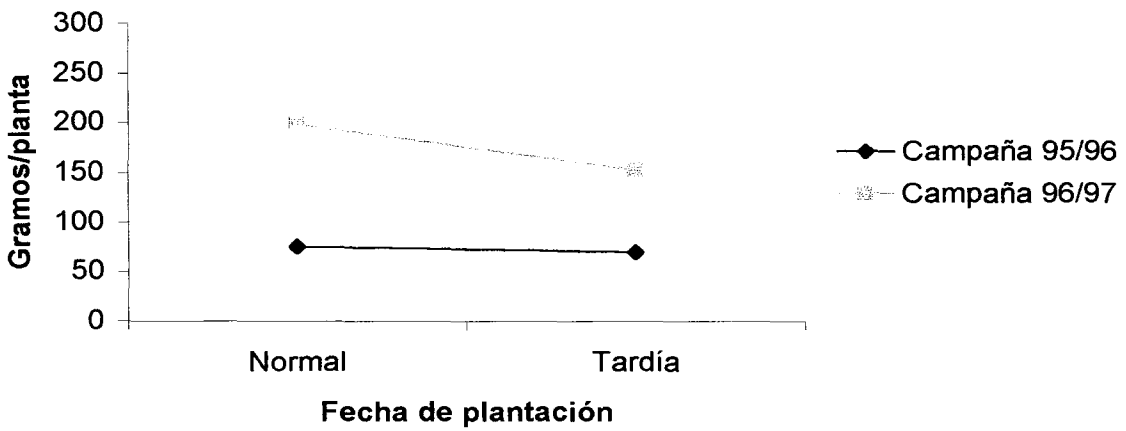


Gráfico 28.-RD. Campaña vs. Fecha de plantación.

El Gráfico 28.-RD muestra cómo la producción precoz media (175,18 gr./planta) en la campaña 96/97 era mayor que en la 95/96 (72,34 gr./planta). Puede observarse que la producción precoz en la primera campaña era prácticamente la misma en las dos fechas de plantación, tan sólo la fecha normal presentaba un incremento de producción del 5,89%; mientras que en la segunda campaña, la fecha normal de plantación tenía una mayor producción que supuso un incremento frente a la tardía de un 30,19% (véase Tabla A165 del Anexo). Los resultados medios de ambas campañas coinciden con los obtenidos por López-Aranda et al. (1990, 1996, 1997) y con los reseñados por California Strawberry Advisory Board (1993), que mostraban la mayor producción precoz de las plantaciones más tempranas. La perdida de cosecha de la campaña 95/96 afectó de igual modo a ambas fechas de plantación. El cambio de condiciones climáticas

Universidad de Huelva 2009

en la campaña siguiente, con menor pluviometría en Enero y ausencia en los meses de Febrero y Marzo, junto a temperaturas altas, especialmente en el mes de Marzo similares a Abril y Mayo (véase Gráfico A2 y Gráfico A4 del Anexo), favorecía una mayor producción precoz conforme antes se realizó la plantación.

En tercer lugar se procede al análisis de la interacción desinfección de suelo x cubierta (Gráfico 29.-RD).

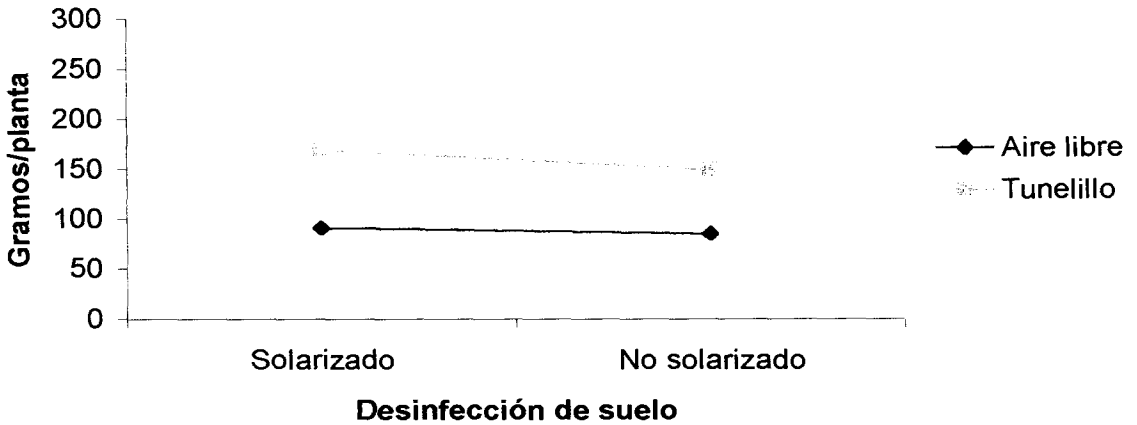


Gráfico 29.-RD. Desinfección de suelo vs. Cubierta.

En el Gráfico 29.-RD puede observarse que en ambas campañas la producción precoz presenta valores más altos cuando se cultiva bajo tunelillo, tanto si el suelo es solarizado como si no. La producción precoz en tunelillo es de 159,12 gr./planta frente a 88,4 gr./planta al aire libre; tales diferencias representan un 80% más de producción precoz bajo tunelillo (véase Tabla A161 del Anexo).

Se observa también que la producción precoz en el cultivo al aire libre, presenta valores similares en el tratamiento solarizado y en el no solarizado, apreciándose un incremento del 6,88% a favor del solarizado. Sin embargo cuando el cultivo crece bajo cubierta (tunelillo) hay una mayor respuesta en la producción precoz en suelo solarizado, con un aumento de la producción del 13,42%, de acuerdo con lo obtenido por Diéguez (1992).

Por otro lado existe un incremento mayor de la producción (85,15%), cuando se cubre el cultivo (tunelillo) en el suelo solarizado que cuando se hace en el no solarizado; en ese caso el incremento es del 74,48% (véase Tabla A161 del Anexo). Por tanto, la

Universidad de Huelva 2009

solarización del suelo aumenta las ventajas que el cultivo bajo tunelillo tiene frente al del cultivo al aire libre.

Finalmente, la producción precoz en el suelo solarizado es un 11,03% mayor que en el no solarizado (véase Tabla A161 del Anexo), estos resultados están en la línea de lo obtenido por Diéguez (1992)

En cuarto lugar se pasa a analizar la interacción campaña x variedad (Gráfico 30.-RD).

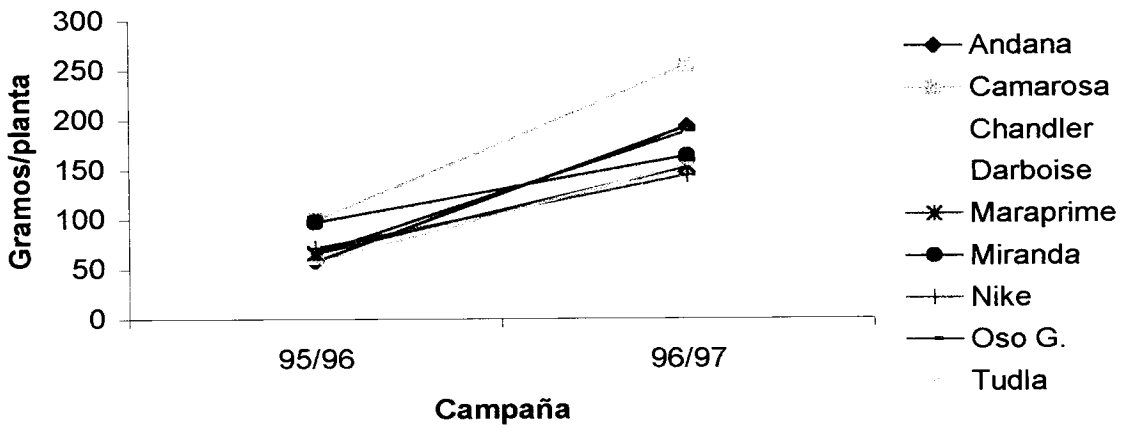


Gráfico 30.-RD. Campaña vs. Variedad.

En el Gráfico 30.-RD se observa que la variedad "Camarosa" está por encima del resto de las variedades, si bien su gran capacidad productora se hace patente en la segunda campaña. Del análisis del conjunto de las variedades, se deduce una mayor producción precoz media en la campaña 96/97 (175,18 gr./planta) que en la 95/96 (72,34 gr./planta). Una vez más y de modo reiterado debemos insistir, esta importante diferencia es consecuencia, por un lado, de la alta pluviometría (en torno a 400 mm.) del mes de Enero de 1996 y de las temperaturas mínimas, especialmente bajas (2,3°C de media) de Febrero de 1996 (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo). Todo ello unido a la menor pluviometría en Enero de 1997 y ausencia total de las mismas en los meses de Febrero y Marzo de 1997, junto con unas temperaturas altas, especialmente en el mes de Marzo del mismo año, en el que se registraron temperaturas medias similares a las de Abril y Mayo (véase Gráfico A2 y Gráfico A4 del Anexo).

La respuesta de las variedades ha sido diferente. Hay un grupo mayoritario formado por las variedades "Camarosa", "Chandler", "Maraprime", "Oso Grande" y

Universidad de Huelva 2009

"Tudla" que han producido precozmente entre 2,33 y 2,85 veces más en la campaña 96/97 que en la 95/96. Además han aparecido dos variedades que presentan unas respuestas extremas; por una parte "Andana", que multiplicó su producción por 3,36 y por otra "Miranda", con una producción en la campaña 96/97 de 1,69 veces la de la campaña 95/96. Finalmente, puede considerarse otro grupo formado por "Nike" y "Darboise", que presenta una respuesta intermedia entre "Miranda" y el grupo citado en primer lugar, con producciones en la campaña 96/97 que se situaron entre 2,02 y 2,18 veces más que en la campaña 95/96 (véase Tabla A160 del Anexo).

Ahora se analiza la quinta interacción, cubierta x variedad (Gráfico 31.-RD).

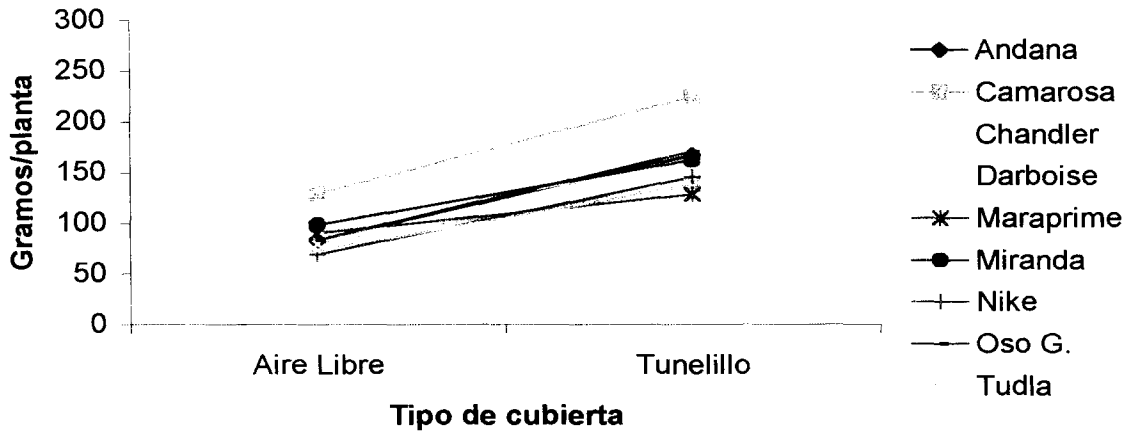


Gráfico 31.-RD. Cubierta vs. Variedad.

En el Gráfico 31.-RD puede observarse que la variedad "Camarosa" destacaba del resto de variedades, tanto cuando se cultivaba al aire libre como cuando se hizo bajo tunelillo; esa capacidad productiva ya había sido enfatizada por López-Aranda et al. (1997) en cultivo bajo tunelillo. Todas las variedades produjeron menos cuando se cultivaron sin cubierta plástica, ese efecto está de acuerdo con lo establecido por Rosa et al. (1994), Turner et al. (1992), y por Onal (2000) trabajando al aire libre y bajo macrotúnel; siendo el valor en estas condiciones de 88,40 gr./planta; mientras que la producción precoz bajo tunelillo era de 159,12 gr./planta; la diferencia de producción mostrada suponía un incremento del 80%. Una vez más las variedades han mostrado respuestas relativas diferentes unas de otras que posibilitan su agrupamiento. Así, puede figurar un primer grupo formado por "Andana", "Nike" y "Oso Grande", con un incremento en la producción entre un 100,96% y un 110,29%; estás serían las variedades más favorecidas por ser cultivadas bajo cubierta y además, las que presentan una mayor sensibilidad a la bajada de la producción precoz cuando las circunstancias

Universidad de Huelva 2009

ambientales son adversas. En el otro extremo figurarían las variedades "Maraprime" y "Miranda", que presentaron un incremento de la producción bajo tunelillo del 45,53% y el 64,63%, respectivamente; además muestran la mejor adaptación a producción precoz sin tunelillo. Por último, existe otro grupo formado por "Camarosa", "Chandler", "Darboise" y "Tudla" en el que los incremento de producción se cifraron entre el 73,78% y el 87,97%; son las variedades que mostraron una respuesta intermedia respecto a la de los dos grupos anteriores (véase Tabla A159 del Anexo).

Finalmente se analiza la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 32.-RD).

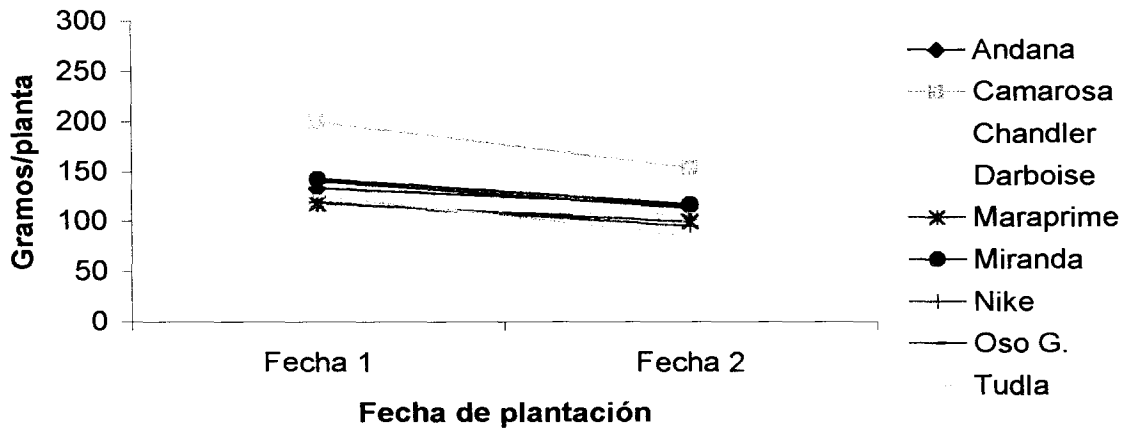


Gráfico 32.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

En el gráfico 32.-RD puede observarse que la variedad "Camarosa" destacó en producción precoz del resto de variedades, tanto cuando era plantada en fecha normal como en fecha tardía; esa capacidad productiva ya había sido destacada por López-Aranda et al. (1997) en cultivo bajo tunelillo y en plantaciones de principio, mediados y final de Octubre para las condiciones de cultivo de la zona de Huelva. Además, puede observarse que las variedades tienden a una mayor producción precoz cuando eran plantadas en la primera fecha de plantación que en la segunda. Los resultados medios para cada fecha de plantación fueron 136,72 gr./planta para la fecha normal y 110,8 gr./planta para la fecha tardía; estas cifras permiten valorar en un 23,4% el incremento medio de la producción precoz de las variedades cuando son plantadas más temprano en Octubre; esta tendencia está de acuerdo con los datos publicados por López-Aranda et al. (1990, 1996, 1997) y California Strawberry Advisory Board (1993).

Universidad de Huelva 2009

Sin embargo, aparecen dos variedades de la colección ensayada que manifiestan aptitudes muy opuestas; por un lado "Darboise" produjo prácticamente lo mismo en ambas fechas de plantación (sólo se observaba un incremento del 3,61% a favor de la fecha normal); esa tendencia puede significar una buena capacidad para producción precoz, independiente de la fecha de plantación, dentro del período considerado; por otro lado "Tudla" incrementaba en un 47,89% su producción precoz cuando era plantada en la fecha normal; en este caso se pone de manifiesto lo inadecuado de una fecha de plantación tardía. Entre ambos extremos podría situarse el resto de variedades, con incrementos de producción a favor de la fecha de plantación primera (normal) entre el 14, 41% y el 29,90% (véase Tabla A158 del Anexo).

4.4.4.- Análisis GXE.

A continuación se expone el ANOVA del modelo simplificado, resultante de considerar como ambiente cada uno de las 16 combinaciones de cultivo distintas que surgen en las dos campañas de estudio (Tabla 20.-RD).

Tabla 20.-RD. ANOVA de la producción precoz para el modelo simplificado.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Ambiente (A)	15	1874619	124975	126.64	0.0000	***
Repetición (B)/Ambiente (A)	32	31580.2	986.880			
Variedad (C)	8	187679	23459.9	84.19	0.0000	***
A*C	120	165881	1382.34	4.96	0.0000	***
A*B*C	256	71333.1	278.645			
TOTAL	431	2331092				

En la Tabla 20.-RD se observa la existencia de diferencias significativas al $1^0/_{00}$, tanto entre variedades como entre ambientes, figurando con el mismo nivel de significación la interacción entre ambos factores. El análisis de esta interacción se realizará con el modelo AMMI, en concreto con el modelo AMMI1, que se representa gráficamente a continuación, en el llamado "biplot" (Gráfico 33.-RD).

Universidad de Huelva 2009

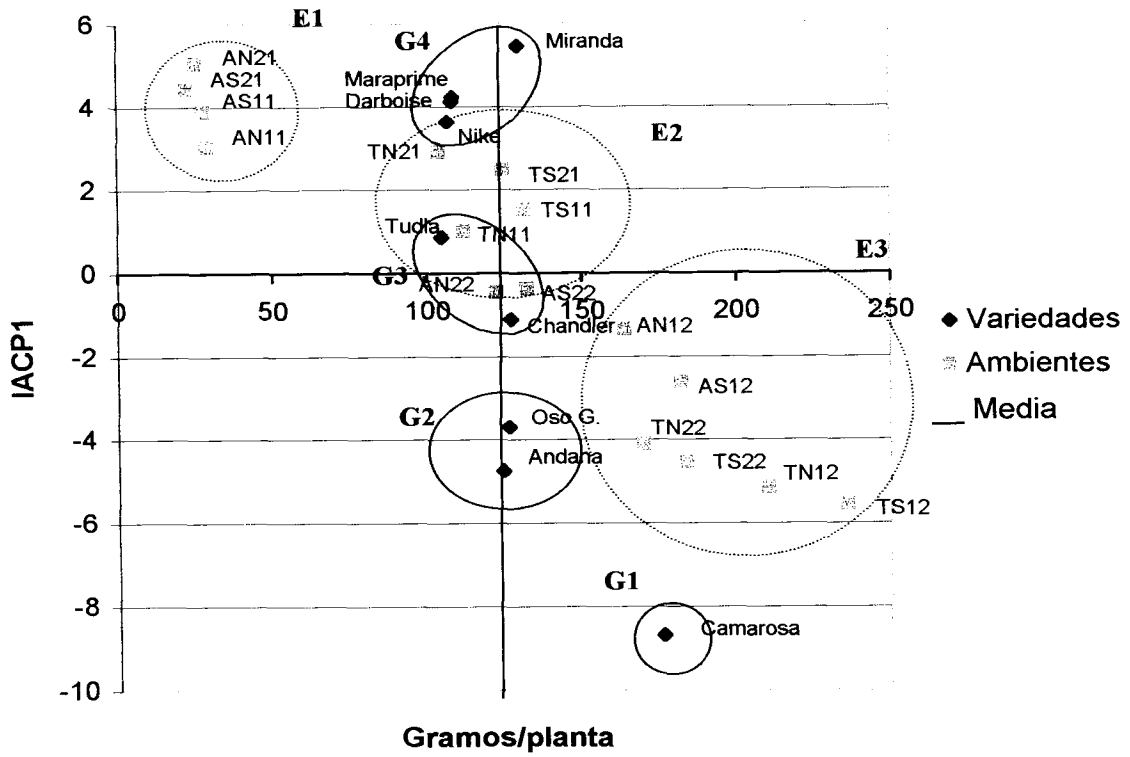


Gráfico 33.-RD. AMMI de la producción precoz.

Se distinguen 4 grupo de variedades:

1) *Grupo 1* (G1): Constituido por la variedad "Camarosa" que muestra una producción precoz claramente por encima de la media y unos valores muy elevados de signo negativo en las coordenadas IACP1, que ponen de manifiesto una importante aportación a la interacción variedad x ambiente.

2) *Grupo2* (G2): Incluye las variedades: "Oso Grande" y "Andana". Se caracterizan por presentar valores intermedios de signo negativo en las coordenadas IACP1 y por presentar unos rendimientos precoces muy próximos a la media.

3) *Grupo 3* (G3): Constituido por las variedades "Tudla" y "Chandler", caracterizadas por presentar valores bajos en sus coordenadas IACP1, siendo las más estables de las variedades, y por presentar unos rendimientos precoces próximos a la media.

4) Grupo 4 (G4): Están incluidas aquí las variedades: "Miranda", "Maraprime", "Darboise" y "Nike", caracterizadas por tener valores en las coordenadas

Universidad de Huelva 2009

IACP1 intermedios de signo positivo y por presentar rendimientos precoces por debajo de la media, salvo "Miranda".

En lo que se refiere a los ambientes se pueden distinguir 3 grupos:

1) *Grupo 1* (E1): Formado por todos los ambientes de la campaña 95/96 que incluyen el cultivo al aire libre: AN11, AS11, AN21 y AS21. Se caracterizan por mostrar valores intermedios de signo positivo en sus coordenadas IACP1 y por presentar rendimientos precoces muy por debajo de la media.

2) *Grupo 2* (E2): Constituido por todos los ambientes de la campaña 95/96 que incluyen el cultivo en tunelillo y los dos ambientes de la 96/97 que incluyen el cultivo al aire libre en la fecha de plantación tardía: TN11, TS11, TN21, TS21, AN22 y AS22. Están caracterizados por tener valores intermedios-bajos en sus coordenadas IACP1 y por presentar rendimientos precoces en torno a la media.

3) *Grupo 3* (E3): Formado por todos los ambientes de la campaña 96/97 que incluyen el cultivo en tunelillo y por los que se realizan al aire libre en plantación normal: AN12, TN12, AS12, TS12, TN22 y TS22. Se caracterizan por mostrar valores intermedios de signo negativo en sus coordenadas IACP1 y por presentar rendimientos precoces por encima de la media.

La variedad "Camarosa" incluida en el grupo (G1), muestra los valores más altos de producción precoz y presenta una asociación con ambientes de la campaña 96/97 (de buenas condiciones climáticas para la producción), cubiertos y al aire libre en plantación normal, que constituyen el grupo (E3). Estos resultados están en la misma línea de los obtenidos en la misma zona de Huelva por López-Medina et al. (2001).

Las variedades del grupo (G2), que presentan rendimientos precoces intermedios, también muestran una asociación con los ambientes del grupo (E3). En las variedades "Tudla " y "Chandler", que constituyen el grupo (G3), se observa una buena estabilidad en los diferentes ambientes considerados dentro del grupo (E2), y de ellas se puede esperar que presenten rendimientos intermedios. Este mismo grupo (E2) también muestra una asociación con el grupo (G4), cuyas variedades presentan un rendimiento, en general, bajo (sólo "Miranda" tiene valores intermedios).

Universidad de Huelva 2009

Por último, en el Gráfico 33.-RD puede observarse el grupo (E1), donde están los ambientes AN11, AS11, AN21, y AS21, en los que las variedades del grupo (G2) y sobretodo la del grupo (G1), muestran el peor comportamiento. Estas variedades han sido las más afectadas por la alta pluviometría (en torno a 400 mm.) del mes de Enero de 1996 y por las temperaturas mínimas, especialmente bajas (2,3°C de media) en Febrero de 1996 (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo).

4.5.- Porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz.

4.5.1.- Campaña 95/96.

A continuación se expone el ANOVA correspondiente a la primera campaña.

Tabla 21.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz de la campaña 95/96.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	0.01336	0.00668	1.03	0.4929	
Desinfección suelo (B)	1	0.00310	0.00310	0.48	0.5609	
A*B	2	0.01299	0.00649			
Cubierta (C)	1	4.89796	4.89796	207.33	0.0048	**
A*C	2	0.04725	0.02362			
Fecha de plantación (D)	1	0.20824	0.20824	40.78	0.0237	*
A*D	2	0.01021	0.00511			
B*C	1	0.00157	0.00157	0.99	0.4241	
A*B*C	2	0.00317	0.00159			
B*D	1	0.01072	0.01072	0.27	0.6526	
A*B*D	2	0.07808	0.03904			
C*D	1	0.05045	0.05045	8.16	0.1039	
A*C*D	2	0.01237	0.00619			
B*C*D	1	3.745E-04	3.745E-04	0.04	0.8531	
A*B*C*D	2	0.01698	0.00849			
Variedad (E)	8	1.36385	0.17048	18.78	0.0000	***
B*E	8	0.04569	0.00571	0.63	0.7533	
C*E	8	0.73008	0.09126	10.06	0.0000	***
D*E	8	0.40877	0.05110	5.63	0.0000	***
B*C*E	8	0.05487	0.00686	0.76	0.6436	
B*D*E	8	0.10228	0.01278	1.41	0.1981	
C*D*E	8	0.12526	0.01566	1.73	0.0979	
B*C*D*E	8	0.15530	0.01941	2.14	0.0365	*
A*B*C*D*E	128	1.16165	0.00908			
TOTAL	215	9.51459				

En la Tabla 21.-RD puede observarse que hay diferencias significativas en los factores cubierta (1%), fecha de plantación (5%) y variedad ($1^0/_{00}$); sin embargo, estos

Universidad de Huelva 2009

factores se presentan como dependientes, en tanto que aparecen significativas al $1^0/_{00}$ las interacciones cubierta x variedad y fecha de plantación x variedad, por lo que no se procede a la comparación de medias; para esta última interacción se obtienen los mismos resultados que López-Medina et al. (2001) aún cuando para estos autores la interacción es significativa al 1%. También es significativa la interacción triple entre los 3 factores reseñados y el factor desinfección del suelo, en este caso la significación es al 5%. Además, se observa que no existen diferencias significativas en la fuente de variación desinfección de suelo. Como se ha afirmado para otros parámetros o variables analizadas, el hecho de que el suelo nunca antes hubiese sido desinfectado, unido a que sólo había sido cultivado en una campaña con anterioridad, ponen de manifiesto que el porcentaje de segunda categoría precoz no se encuentra afectado significativamente por el tratamiento de solarización. La cuantificación de tal igualdad puede observarse en la Tabla A43 del Anexo donde el material vegetal en suelo no solarizado presentaba un 30,49% de frutos de 2ª categoría y el solarizado un 29,81%. A continuación se analizarán gráficamente las interacciones simples.

En primer lugar se analiza la interacción cubierta x variedad (Gráfico 34.-RD).

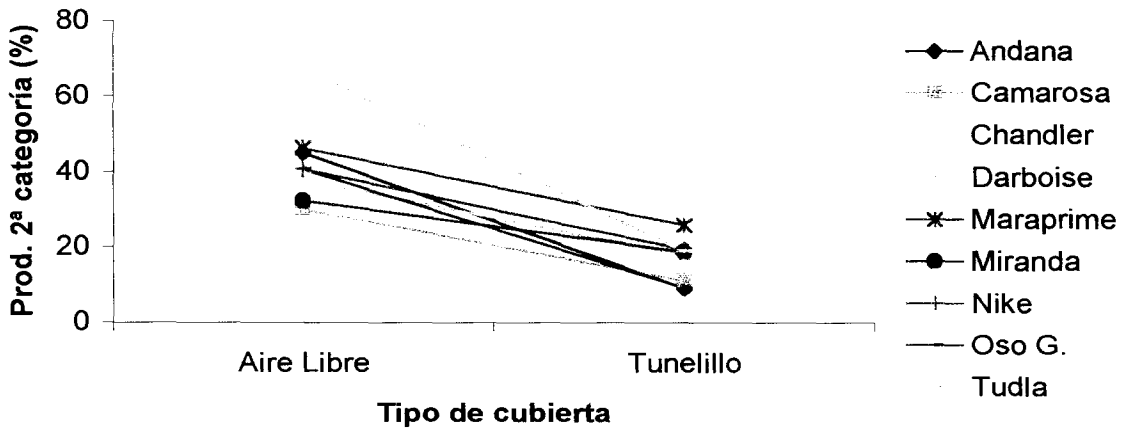


Gráfico 34.-RD. Cubierta vs. Variedad.

En el Gráfico 34.-RD se observa que los porcentajes de frutos de 2ª categoría precoz eran más altos para todas las variedades cuando fueron cultivadas al aire libre que cuando lo fueron bajo tunelillo. En este sentido destacó sobre los demás el 67,24% de la variedad "Tudla" (véase Tabla A45 del Anexo). El valor medio al aire libre era del 43,30% mientras en el tunelillo este valor fue 2,55 veces menor, esto es el 17,01% (véase Tabla A45 del Anexo). Estos resultados pueden explicarse también por las causas de origen climático insistentemente citadas (alta pluviometría en Diciembre de

Universidad de Huelva 2009

1995 y Enero de 1996 y bajas temperaturas mínimas en Febrero de 1996) que provocaron un inadecuado cuajado de los frutos haciéndolos inviables para ser incluido en la 1ª categoría (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo). Sin embargo las variedades presentaron comportamientos distintos; por un lado se situaban "Andana" y "Oso Grande" con porcentajes de 2ª categoría 5 y 4,45 veces, respectivamente, más altos al aire libre; ambas variedades fueron las más afectadas en la calidad del fruto cuando se cultivaron fuera del tunelillo. Por otro lado, figuró el resto de variedades, salvo "Tudla", que presentaron porcentajes de 2ª categoría entre 1,72 y 2,69 veces más altos al aire libre que bajo cubierta. Entre ambos grupos se ubicaría "Tudla".

En segundo lugar se procede al análisis de la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 35.-RD).

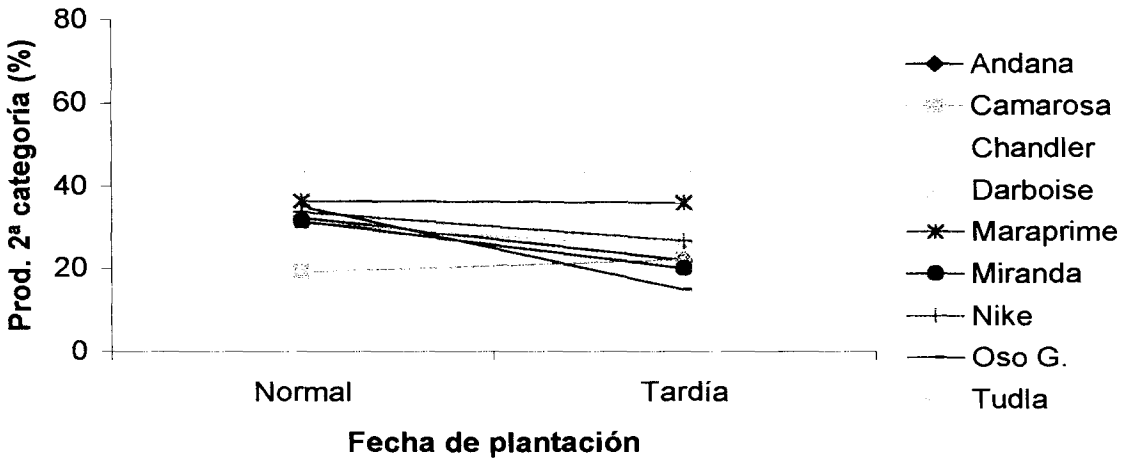


Gráfico 35.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

En el Gráfico 35.-RD puede apreciarse como existe una respuesta muy heterogénea por parte de las distintas variedades. Se observa una tendencia general a favor de un menor porcentaje de frutos de 2ª categoría en la fecha de plantación tardía, resultados que no coinciden con López-Aranda et al. (1996), que obtuvieron valores similares en las diferentes fechas de plantación. El valor medio para la fecha normal fue de 33,01% y para la tardía del 27,30% (véase Tabla A44 del Anexo). "Camarosa" y "Chandler" presentaron un menor porcentaje de producción de segunda categoría cuando se plantaban más temprano, aún cuando esa diferencia era muy baja, sólo del 2,70% y del 2,62% respectivamente. "Maraprime" y "Tudla" mostraron prácticamente la misma respuesta para ambas fechas de plantación. Las 5 variedades restantes presentaban valores más alto de producción de 2ª en la fecha normal; las diferencias,

Universidad de Huelva 2009

con respecto a la tardía, eran más bajas para "Darboise" y "Nike" (6,27% y 7,06%), algo más altas para "Miranda" y "Andana" (11,64% y 10,38%) y claramente más alta para "Oso Grande" (20,30%) (véase Tabla A44 del Anexo). Esta diferencia porcentual en "Oso Grande" supone que la producción de 2ª categoría en la fecha normal representaba 2,5 veces lo obtenido para la fecha tardía; por tanto esta variedad muestra que en la fecha de plantación tardía produce precozmente frutos de mejor calidad.

4.5.2.- Campaña 96/97.

En la Tabla 22.-RD se expone el ANOVA correspondiente a la campaña 96/97.

Tabla 22.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz de la campaña 96/97.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	0.00214	0.00107	0.38	0.7246	
Desinfección suelo (B)	1	0.08158	0.08158	28.93	0.0329	*
A*B	2	0.00564	0.00282			
Cubierta (C)	1	0.08256	0.08256	12.98	0.0691	
A*C	2	0.01272	0.00636			
Fecha de plantación (D)	1	0.02679	0.02679	56.34	0.0173	*
A*D	2	9.510E-04	4.755E-04			
B*C	1	0.00645	0.00645	10.79	0.0815	
A*B*C	2	0.00120	5.978E-04			
B*D	1	6.809E-05	6.809E-05	0.02	0.9102	
A*B*D	2	0.00837	0.00419			
C*D	1	0.00218	0.00218	1.18	0.3906	
A*C*D	2	0.00369	0.00184			
B*C*D	1	0.00587	0.00587	0.87	0.4497	
A*B*C*D	2	0.01352	0.00676			
Variedad (E)	8	0.69057	0.08632	44.61	0.0000	***
B*E	8	0.03437	0.00430	2.22	0.0299	*
C*E	8	0.03387	0.00423	2.19	0.0324	*
D*E	8	0.04375	0.00547	2.83	0.0065	**
B*C*E	8	0.00947	0.00118	0.61	0.7679	
B*D*E	8	0.01269	0.00159	0.82	0.5880	
C*D*E	8	0.01340	0.00168	0.87	0.5484	
B*C*D*E	8	0.01971	0.00246	1.27	0.2624	
A*B*C*D*E	128	0.24770	0.00194			
TOTAL	215	1.35925				

En la Tabla 22.-RD puede observarse que hay diferencias significativas en los factores desinfección de suelo y fecha de plantación al 5% y variedad al $1^0/_{00}$; sin embargo, son significativas las interacciones entre el factor variedad y los factores desinfección de suelo, cubierta y fecha de plantación, en los dos primeros casos al 5% y en el tercero al 1%, en este último caso con resultados similares a los obtenidos por López-Medina et al. (2001); por lo tanto no es posible realizar la comparación de

Universidad de Huelva 2009

medias. También se observa que no existen diferencias significativas en la fuente de variación cubierta. Tal ausencia de significación, está relacionado con las ya reiteradas favorables condiciones climáticas de los meses de Febrero y Marzo de 1997, con una total ausencia de precipitaciones y temperaturas altas, especialmente en el mes de Marzo, donde se registraron temperaturas medias similares a las de Abril y Mayo (véase Gráfico A2 y Gráfico A4 del Anexo). Estas condiciones propician un buen cuajado de los frutos, sobre todo al aire libre, hasta tal punto que se obtuvieron porcentajes más bajos (8,54%) que los que se registran bajo tunelillo (10,77%) (véase Tabla A99 del Anexo). A continuación se analizarán gráficamente las interacciones simples.

En primer lugar se procede al análisis de la primera interacción desinfección de suelo x variedad (Gráfico 36.-RD).

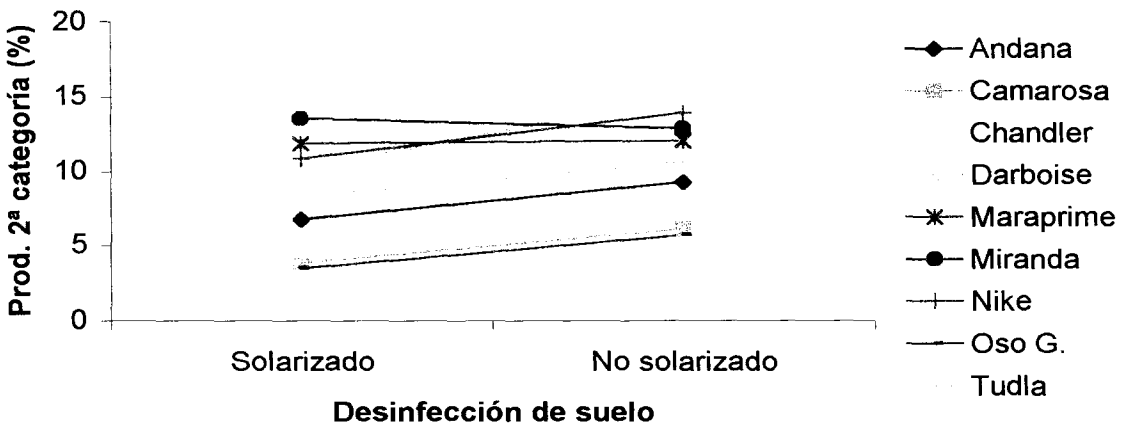


Gráfico 36.-RD. Desinfección de suelo vs. Variedad.

Se observa en el Gráfico 36.-RD cómo la producción de 2ª categoría tiende a porcentajes más bajos cuando se cultiva en suelo solarizado. En este caso el porcentaje de 2ª categoría fue de 8,55%, mientras que para el caso de suelo no solarizado era de 10,76% (véase Tabla A97 del Anexo). De todas las variedades ensayadas sólo "Miranda", con 0,68% más de porcentaje de 2ª en suelo solarizado y "Maraprime" con valores casi idénticos (diferencias del 0,16%), se salieron de la tendencia general descrita. La respuesta de esta mayoría de variedades presenta a "Oso Grande" y "Tudla" con 1,28 veces más frutos de 2ª categoría en suelo no solarizado; "Andana", "Chandler" y "Darboise" con valores entre 1,37 y 1,40 veces y "Camarosa" y "Oso Grande" (las dos variedades californianas mayoritariamente cultivadas en Huelva en las últimas campañas) como las que en mayor medida rebajaron los porcentajes de fruto de 2ª categoría cuando se solarizaba el suelo; estos valores fueron para "Camarosa" y "Oso

Universidad de Huelva 2009

Grande" de 1,60 y 1,64 veces más altos, respectivamente, que cuando no se solarizaba (véase Tabla A97 del Anexo).

En segundo lugar se analiza la interacción cubierta x variedad (Gráfico 37.-RD).

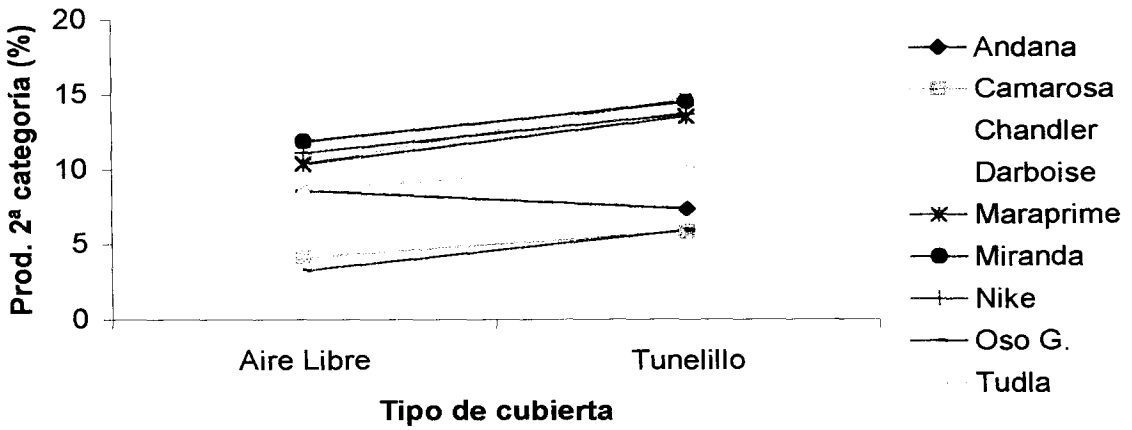


Gráfico 37.-RD. Cubierta vs. Variedad.

El Gráfico 37 muestra que, salvo "Andana", todas las variedades presentaron porcentajes de 2ª categoría más alto en el tunelillo (8,54%) que al aire libre (10,77%) (véase Tabla A99 del Anexo). La variedad "Oso Grande" mostró porcentajes de 2ª categoría 1,8 veces más alto en tunelillo que al aire libre, siendo la que mayor diferencia relativa presente. En el extremo opuesto se situó "Tudla" donde el porcentaje de 2ª categoría en tunelillo fue sólo de 1,16 veces el valor obtenido al aire libre; entre ambos extremos se ubicaban el resto de variedades, todas en un intervalo de 1,21-1,41 veces más porcentaje de fruto de 2ª categoría en tunelillo (véase Tabla A99 del Anexo).

Finalmente se procede al análisis de la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 38.-RD).

Universidad de Huelva 2009

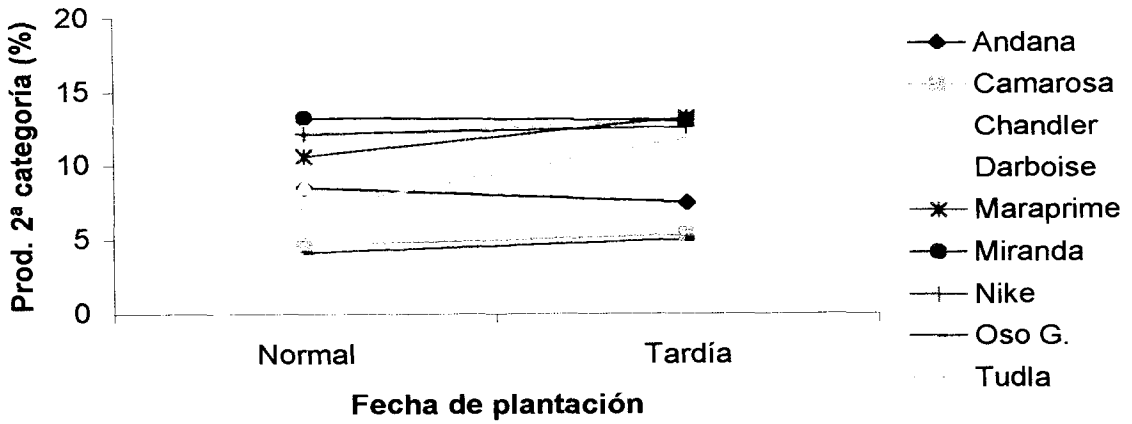


Gráfico 38.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

Se aprecia en el Gráfico 38.-RD que "Andana" presentó una respuesta distinta al resto de variedades. Éstas mostraban porcentajes de 2ª categoría más alto cuando eran plantadas en la fecha más tardía; salvo "Miranda" que aportó los mismos valores para ambas fechas de plantación. El valor medio para la fecha de plantación normal fue de 8,96% y para la tardía de 10,35% (véase Tabla A98 del Anexo); pequeñas diferencias que están en la línea de lo establecido por López-Aranda et al. (1996).

Las demás variedades se pueden agrupar en función de su respuesta. Por un lado, la variedad "Tudla" presentó porcentajes de 2ª categoría 1,69 veces más altos en la fecha de plantación normal. En el otro extremo figuraron "Camarosa", "Darboise" y "Nike" con valores entre 1,04 y 1,14 veces en la fecha de plantación tardía. Entre estos dos grupos se situaban "Oso Grande" y "Chandler" con un respuesta intermedia (véase Tabla A98 del Anexo).

4.5.3.- Análisis combinado.

En la Tabla 23.-RD se muestra el ANOVA para el conjunto de las dos campañas. En ella puede observarse la existencia de diferencias significativas en los factores desinfección de suelo y fecha de plantación al 5% y en los factores campaña, cubierta y variedad al $1^0/_{00}$. Aparecen significativas las interacciones simples campaña x cubierta, campaña x variedad, cubierta x variedad y fecha de plantación x variedad al $1^0/_{00}$, para esta última interacción se obtienen los mismos resultados que López-Medina et al. (2001) aún cuando para estos autores la interacción es significativa al 1%; también aparece significativa la interacción campaña x fecha de plantación al 1%. Igualmente

Universidad de Huelva 2009

son significativas las interacciones dobles campaña x cubierta x variedad y campaña x fecha de plantación x variedad al $1^0/_{00}$ y campaña x cubierta x fecha de plantación al 5%, la triple interacción campaña x cubierta x fecha de plantación x variedad al 5% y la cuádruple campaña x desinfección de suelo x cubierta x fecha de plantación x variedad, también al 5%. Como consecuencia de aparecer significativas las interacciones descritas no es posible realizar la comparación de medias para los factores que muestran diferencias significativas.

En el factor desinfección de suelo se observa como en suelo solarizado el porcentaje de 2ª categoría es más bajo (19,18%) que en el no solarizado (20,62%) (Véase Tabla A167). Las interacciones simples serán analizadas gráficamente a continuación (Gráficos 39.-RD a 43.-RD).

Tabla 23.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz de las dos campañas.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Campaña (A)	1	7.26803	7.26803	1875.49	0.0000	***
Repetición (B)/Camp.(A)	4	0.01550	0.00388			
Desinfección suelo (C)	1	0.05825	0.05825	12.51	0.0241	*
A*C	1	0.02643	0.02643	5.68	0.0758	
A*B*C	4	0.01863	0.00466			
Cubierta (D)	1	1.85436	1.85436	123.69	0.0004	***
A*D	1	3.12616	3.12616	208.52	0.0001	***
A*B*D	4	0.05997	0.01499			
Fecha de plantación (E)	1	0.04282	0.04282	15.35	0.0173	*
A*E	1	0.19220	0.19220	68.87	0.0012	**
A*B*E	4	0.01116	0.00279			
C*D	1	8.264E-04	8.264E-04	0.76	0.4333	
A*C*D	1	0.00720	0.00720	6.59	0.0621	
A*B*C*D	4	0.00437	0.00109			
C*E	1	0.00625	0.00625	0.29	0.6193	
A*C*E	1	0.00454	0.00454	0.21	0.6706	
A*B*C*E	4	0.08646	0.02161			
D*E	1	0.01583	0.01583	3.94	0.1180	
A*D*E	1	0.03679	0.03679	9.17	0.0389	*
A*B*D*E	4	0.01606	0.00401			
C*D*E	1	0.00164	0.00164	0.22	0.6669	
A*C*D*E	1	0.00461	0.00461	0.60	0.4804	
A*B*C*D*E	4	0.03050	0.00762			
Variedad (F)	8	1.48105	0.18513	33.63	0.0000	***
A*F	8	0.57338	0.07167	13.02	0.0000	***
C*F	8	0.04575	0.00572	1.04	0.4075	
D*F	8	0.46165	0.05771	10.48	0.0000	***
E*F	8	0.30103	0.03763	6.84	0.0000	***
A*C*F	8	0.03431	0.00429	0.78	0.6229	
A*D*F	8	0.30230	0.03779	6.86	0.0000	***
A*E*F	8	0.15149	0.01894	3.44	0.0009	***
C*D*F	8	0.02061	0.00258	0.47	0.8786	
C*E*F	8	0.06340	0.00792	1.44	0.1795	
D*E*F	8	0.04492	0.00561	1.02	0.4216	

Universidad de Huelva 2009

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
A*C*D*F	8	0.04374	0.00547	0.99	0.4422	
A*C*E*F	8	0.05157	0.00645	1.17	0.3167	
A*D*E*F	8	0.09374	0.01172	2.13	0.0335	*
C*D*E*F	8	0.08430	0.01054	1.91	0.0579	
A*C*D*E*F	8	0.09071	0.01134	2.06	0.0400	*
A*B*C*D*E*F	256	1.40935	0.00551			
TOTAL	431	18.1419				

Se inicia el análisis por la interacción campaña x cubierta (Gráfico 39.-RD).

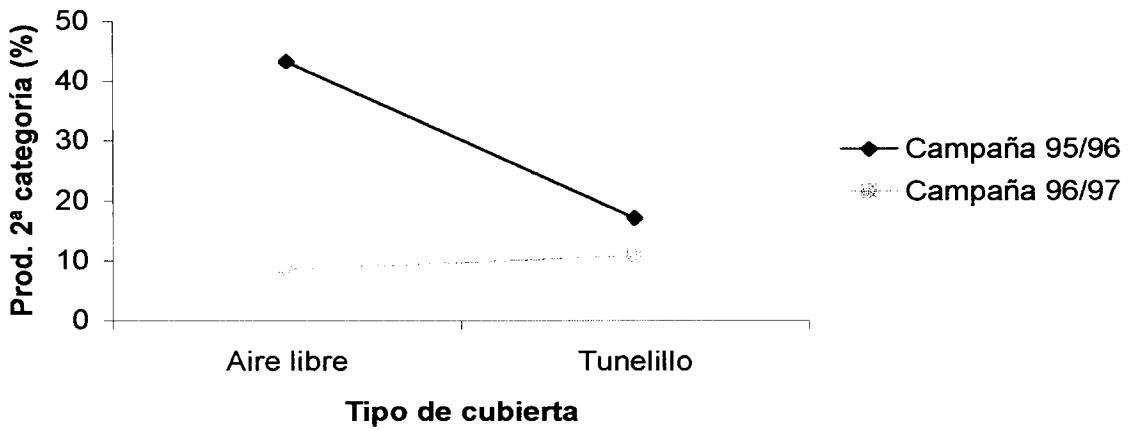


Gráfico 39.-RD. Campaña vs. Cubierta.

A la vista del Gráfico 39.-RD se observan comportamientos muy dispares de una campaña a otra; así en la 95/96 la producción de frutos de 2ª categoría al aire libre, expresada como porcentajes, representa 5,07 veces lo obtenido en el segundo. Por otro lado, bajo tunelillo, se muestran diferencias mucho más reducidas; así, en la primera campaña se obtiene 1,59 veces lo obtenido para la segunda. Los resultados de la primera campaña, con valores muy altos de porcentajes de 2ª categoría al aire libre, son debidos a las inadecuadas condiciones climáticas ya descritas con reiteración (alta pluviometría en Enero y temperaturas mínimas en Febrero de 1996) (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo), que provocaron en los frutos graves problemas de cuajado cuando no crecieron protegidos bajo tunelillo. Las distintas y más favorables condiciones climáticas citadas para la segunda campaña (menor pluviometría en Enero, Febrero y Marzo, junto a temperaturas altas en Marzo de 1997), justifican plenamente los valores, claramente más bajos, obtenidos para esta variable, tanto para el cultivo al aire libre como bajo tunelillo.

A continuación se analiza la interacción campaña x variedad (Gráfico 40.-RD). Puede observarse que todas las variedades mostraron porcentajes de 2ª categoría más

Universidad de Huelva 2009

altos la primera campaña que la segunda. El valor para la campaña 95/96 fue de 30,15% mientras que para la campaña 96/97 fue de 9,65% (véase Tabla A170 del Anexo). Del mismo modo que en la interacción analizada con anterioridad, la justificación de valores tan distintos para las dos campañas, reside lógicamente en las diferentes condiciones climáticas en las que se desarrolló la producción precoz en cada una de las campañas.

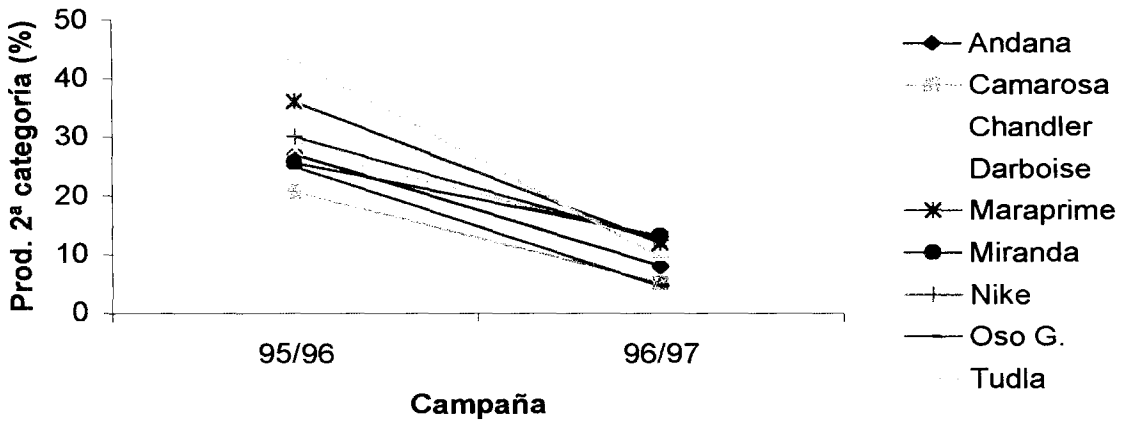


Gráfico 40.-RD. Campaña vs. Variedad.

La diferente respuesta de cada variedad de una campaña a otra puede agruparse así. Por una parte "Oso Grande" con porcentajes de 2ª categoría 5,46 veces más altos en la campaña 95/96 que en la 96/97; "Tudla", "Camarosa", "Andana" y "Chandler con porcentajes entre 4,58 y 3,60 veces más altos en la primera campaña y, finalmente, "Maraprime", "Nike", "Darboise" y "Miranda" con porcentajes de 2ª categoría en la primera campaña entre 3,03 y 1,95 veces más altos que en la segunda. Puede observarse que las variedades europeas, no españolas, tienden a mostrar una mayor capacidad de adaptación a condiciones de producción más adversas, favorecidas por su adaptabilidad a las zonas más frías donde fueron obtenidas. Por el contrario, tanto las variedades californianas, sobre todo "Oso Grande" y españolas muestran la tendencia opuesta.

En tercer lugar se procede al análisis de la interacción cubierta x variedad (Gráfico 41.-RD).

Universidad de Huelva 2009

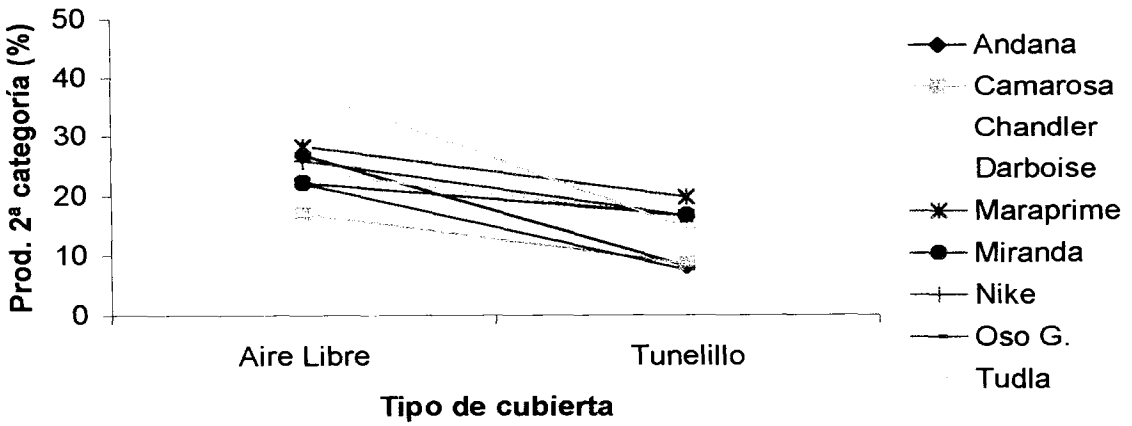


Gráfico 41.RD.- Cubierta vs. Variedad.

Como se observa en el Gráfico 41.-RD, todas las variedades mostraron porcentajes de 2ª categoría más altos cuando se cultivaron al aire libre que bajo tunelillo. El valor medio para el aire libre fue de 25,92% y para el tunelillo de 13,89% (véase Tabla A169 del Anexo). Destaca el valor elevado de la variedad "Tudla" que al aire libre presentaba un 37,98% de producción precoz de segunda categoría. De manera similar a la interacción anteriormente analizada, la respuesta de las variedades ante ambos tipo de cubierta siguen pautas diferentes que posibilita agruparlas. En un primer grupo figuran "Andana", "Oso Grande" y la citada "Tudla" con porcentajes de 2ª categoría al aire libre entre 2,62 y 3,28 veces de lo que mostraban bajo tunelillo. En un segundo grupo se ubican el resto de variedades, que presentaron esos valores más altos también al aire libre pero sólo entre 1,33 y 2,01 veces. Aún cuando las diferencias no son tan grandes como en la interacción anterior, se observa la misma tendencia en las variedades europeas no españolas, capaces de producir al aire libre con porcentajes de 2ª categoría más parecidos a los obtenidos bajo tunelillo que el resto de variedades californianas y españolas, más sensibles a ser cultivadas al aire libre (véase Tabla A169 del Anexo).

Ahora se analiza la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 42.-RD).

Universidad de Huelva 2009

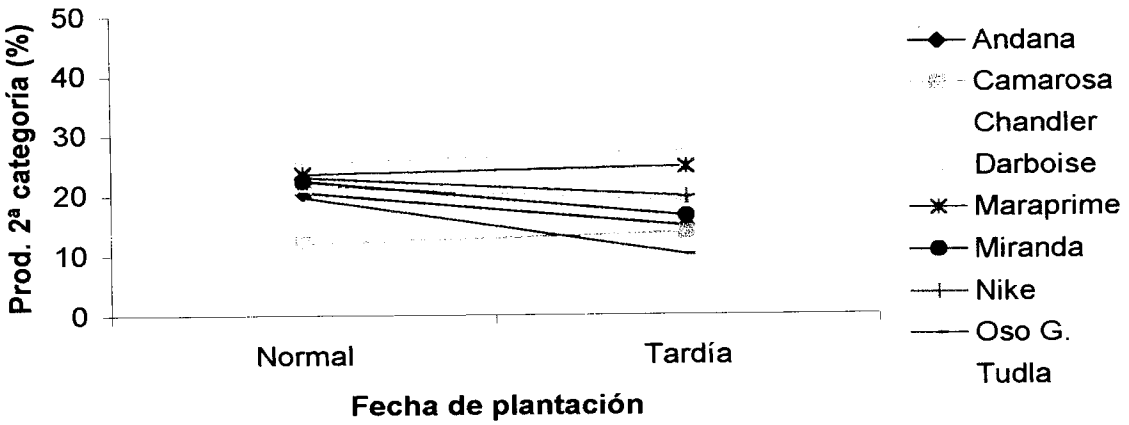


Gráfico 42.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

En el Gráfico 42.-RD se aprecia una clara respuesta dicotómica por parte de las nueve variedades ensayadas; así "Camarosa", "Chandler", "Maraprime" y "Tudla" presentan porcentajes de fruto de 2ª categoría precoz más altos cuando son plantadas más tarde que cuando los son más temprano; si bien las diferencias entre ambos casos son pequeñas y oscilan entre 1.1% y 2,9%. Por otro lado figura el resto de variedades que presentan los valores más altos al ser plantadas en la fecha normal; en estos casos las diferencias entre las variedades son más amplias, al igual que las diferencias entre las fechas de plantación.

En este sentido "Oso Grande" es la variedad que mostraba una respuesta más extrema, siendo el porcentaje de 2ª categoría de la plantación en la fecha normal 1,98 veces lo obtenido para la tardía. "Andana" y "Miranda" expresaban un comportamiento parecido, aún cuando no alcanzaron lo mostrado por "Oso Grande"; en el caso de estas dos variedades los valores del porcentaje de fruto de 2ª categoría de la plantación normal eran 1,39 y 1,36 veces, respectivamente, los de la plantación tardía (véase Tabla A168 del Anexo).

El valor medio para las nueve variedades plantadas en Octubre era de 20,98% y cuando lo fueron en Noviembre de 18,82% (véase Tabla A168 del Anexo), tales resultados están en la línea de lo indicado por López-Aranda et al. (1996), aún cuando estos autores obtenían valores muy similares para las distintas fechas de plantación, pero con tendencia a subir conforme se retrasaba la plantación. El Gráfico 42.-RD también permite separar en dos grupos las variedades; de una parte "Camarosa", "Chandler", "Maraprime" y "Tudla", susceptibles de ser plantadas antes para obtener

Universidad de Huelva 2009

mejores % de fruto precoz de 2ª categoría y por las cinco restante que muestran la tendencia opuesta.

Finalmente se procede a analizar la última interacción simple campaña x fecha de plantación (Gráfico 43.-RD).

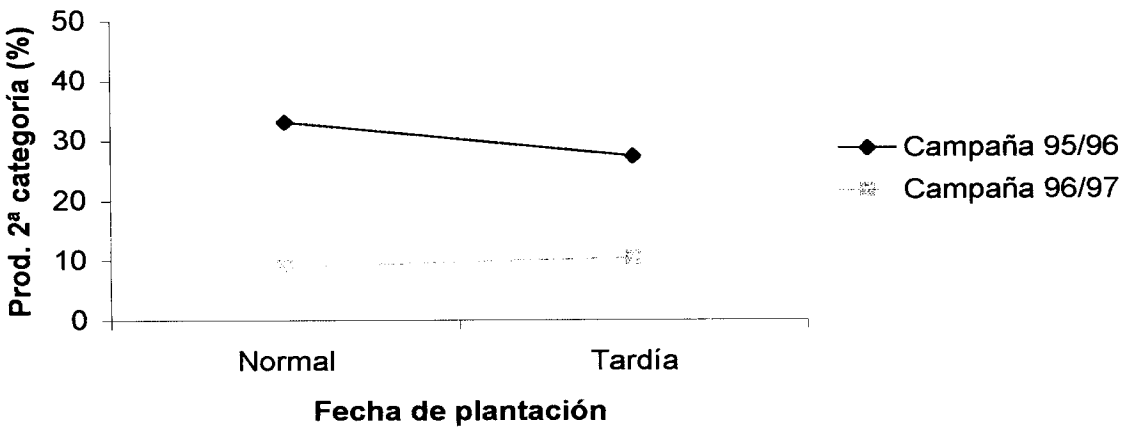


Gráfico 43.-RD. Campaña vs. Fecha de plantación.

Se observa en el Gráfico 43.-RD que para cada campaña se obtienen resultados claramente distintos. Los porcentajes de 2ª categoría de la campaña 95/96 (30,15%), son manifiestamente más altos que los de la 96/97 (9,65%); con valores más altos para la fecha de plantación normal (20,98%) que para la fecha de plantación tardía (18.82%) (véase Tabla A175).

Estos resultados tienen que ver, una vez más, con las condiciones climáticas antagónicas citadas en ambas campañas (véase Gráfico A2 y Gráfico A4 del Anexo).

4.5.4.- Análisis GXE.

A continuación se expone el ANOVA del modelo simplificado, resultante de considerar como ambiente cada uno de las 16 combinaciones de cultivo distintas que surgen en las dos campañas de estudio (Tabla 24.-RD).

Universidad de Huelva 2009

Tabla 24.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz para el modelo simplificado.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Ambiente (A)	15	12.6459	0.84306	111.19	0.0000	***
Repetición (B)/Ambiente (A)	32	0.24263	0.00758			
Variedad (C)	8	1.48105	0.18513	33.63	0.0000	***
A*C	120	2.36290	0.01969	3.58	0.0000	***
A*B*C	256	1.40935	0.00551			
TOTAL	431	18.1419				

En la Tabla 24.-RD puede observarse la existencia de diferencias significativas al $1^{0}/_{00}$, tanto entre variedades como entre ambientes y con el mismo nivel de significación aparece la interacción entre ambos.

El análisis de esta interacción se realiza con el modelo AMMI, en concreto con el modelo AMMI1, que se representa gráficamente a continuación, en el llamado "biplot".

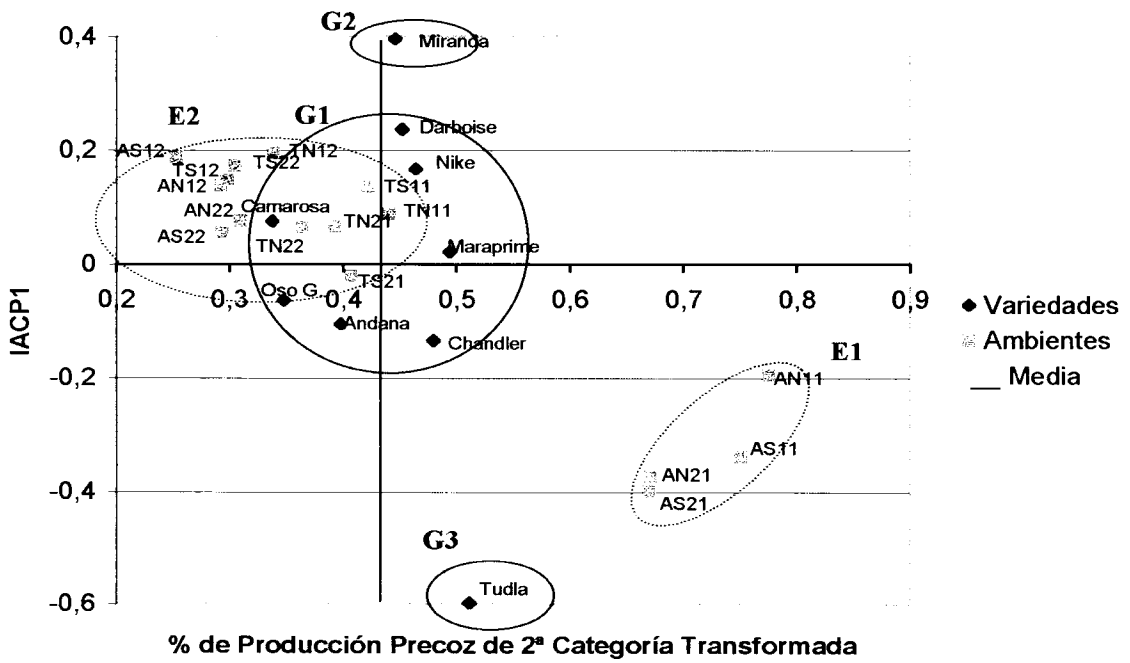


Gráfico 44.-RD. AMMI del porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz.

Se observan 3 grupos de variedades:

1) *Grupo 1* (G1): Incluye las variedades "Oso Grande", Andana", "Chandler", "Darboise", "Nike", "Maraprime" y "Camarosa", caracterizadas por

Universidad de Huelva 2009

presentar valores bajos en sus coordenadas IACP1 y porcentajes de 2ª categoría precoces cercanos a la media.

2) *Grupo 2* (G2): Constituido por la variedad "Miranda" que se caracteriza por presentar valores positivos relativamente altos en sus coordenadas IACP1 y porcentajes de 2ª categoría precoces ligeramente por encima de la media.

3) *Grupo 3* (G3): Constituido por la variedad española "Tudla", que muestra unos valores elevados de signo negativo en sus coordenadas IACP1, que ponen de manifiesto una importante aportación a la interacción variedad x ambiente; así como porcentajes de producción de 2ª categoría por encima de la media.

En lo referente a los ambientes se pueden distinguir 2 grupos:

1) *Grupo 1* (E1): Formado por todos los ambientes de la campaña 95/96 que incluyen el cultivo al aire libre: AN11, AS11, AN21 y AS21. Se caracterizan por mostrar valores intermedios de signo negativo en sus coordenadas IACP1 y por presentar porcentajes de producción precoz de 2ª categoría muy por encima de la media.

2) *Grupo 2* (E2): Incluye los ambientes TN11, TS11, TN21, TS21, AN12, TN12, AS12, TS12, AN22, TN22, AS22 y TS22 caracterizados por presentar valores intermedios-bajos de signo positivo en sus coordenadas IACP1, salvo TS21. Por otro lado los porcentajes de producción precoz de 2ª categoría para todos los ambientes, salvo TN11, están por debajo de la media.

Las variedades del grupo (G1) con valores intermedios de porcentajes de 2ª categoría precoz, aún cuando puede observarse a "Camarosa" y a "Oso Grande" con los valores más bajos, presentan una asociación con los ambientes del grupo (E2). Estos resultados están en la misma línea de los obtenidos en la misma zona de Huelva por López-Medina et al. (2001).

De igual manera, la variedad "Miranda" incluida en el grupo (G2), con valores intermedios de porcentajes de 2ª categoría precoz, muestra una asociación con los ambientes del grupo (E2); "Miranda" se muestra menos estable, en los ambientes considerados en el grupo (E2) que las variedades incluidas en el grupo (G1).

Universidad de Huelva 2009

Por otro lado, "Tudla" que forma parte del grupo (G3), presenta los valores más altos de porcentajes de 2ª categoría precoz y muestra una asociación con los ambientes al aire libre de la campaña 95/96, incluidos en el grupo (E1); aparece como la variedad mas afectada por las condiciones climáticas que caracterizaron esta campaña, alta pluviometría en Enero (entorno a los 400 mm.) y bajas temperaturas mínimas, sobretodo en Febrero (véase Gráfico A1 y Gráfico A3 del Anexo).

4.6.- Producción total.

4.6.1.- Campaña 95/96.

A continuación se expone el ANOVA correspondiente a la primera campaña.

Tabla 25.-RD. ANOVA de la producción total de la campaña 95/96.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	17094.8	8547.38	5.72	0.1488	
Desinfección suelo (B)	1	23880.6	23880.6	15.98	0.0573	
A*B	2	2989.51	1494.75			
Cubierta (C)	1	1055317	1055317	122.52	0.0081	**
A*C	2	17227.2	8613.61			
Fecha de plantación (D)	1	2435.23	2435.23	10.76	0.0817	
A*D	2	452.448	226.224			
B*C	1	14433.7	14433.7	10.73	0.0819	
A*B*C	2	2689.18	1344.59			
B*D	1	36.6693	36.6693	0.01	0.9330	
A*B*D	2	8122.28	4061.14			
C*D	1	949.923	949.923	0.19	0.7053	
A*C*D	2	9985.08	4992.54			
B*C*D	1	0.88911	0.88911	0.00	0.9709	
A*B*C*D	2	1049.66	524.830			
Variedad (E)	8	414018	51752.3	59.49	0.0000	**
B*E	8	6700.47	837.558	0.96	0.4686	
C*E	8	224672	28084.0	32.28	0.0000	***
D*E	8	32159.2	4019.90	4.62	0.0001	***
B*C*E	8	5395.30	674.413	0.78	0.6265	
B*D*E	8	17237.2	2154.65	2.48	0.0157	*
C*D*E	8	5479.80	684.975	0.79	0.6159	
B*C*D*E	8	2513.10	314.137	0.36	0.9387	
A*B*C*D*E	128	111345	869.883			
TOTAL	215	1976185				

En la Tabla 25.-RD se observan diferencias significativas en los factores cubierta, al 1%, y variedad, al $1^0/_{00}$, pero no se observa en el factor fecha de plantación como también obtenían López-Aranda et al. (1997). Igualmente aparece significativa al $1^0/_{00}$ la interacción de ambos factores así como la interacción fecha de plantación x

Universidad de Huelva 2009

variedad, ésta última coincidente con lo obtenido por López-Medina et al. (2001); por tanto no procede realizar la comparación de medias, ya que ambos factores son dependientes. También aparece significativa al 5% la interacción doble desinfección de suelo x fecha de plantación x variedad. Por otra parte, se observa que no aparecen diferencias significativas en las fuentes de variación desinfección de suelo y fecha de plantación. En el caso de la desinfección de suelo, una vez mas, se debe a que éste nunca antes había sido desinfectado y tan sólo había sido cultivado en una campaña; sin embargo, la producción en el suelo solarizado es de 240,42 gr./planta, que significa una producción de 21,03 gr./planta mayor que la obtenida en el suelo sin solarizar (219,39 gr./planta), esto es, un 9,6% más (véase Tabla A49 del Anexo); estos resultados están en la línea de los obtenidos por Hartz et al. (1993), que cita incrementos de un 12%; por Razik et al. (2001), que reportan para un primer año aumentos del 14%; y están también en sintonía con los obtenidos por Diéguez (1992), Prinzivalli et al. (2001) y Arcuti et al. (2001), aún cuando en todos los casos citados estas diferencias resultaban estadísticamente significativas. Siguiendo la pauta de los casos anteriores, las interacciones simples se analizan gráficamente a continuación.

En primer lugar se analiza la interacción cubierta x variedad (Gráfico 45.-RD).

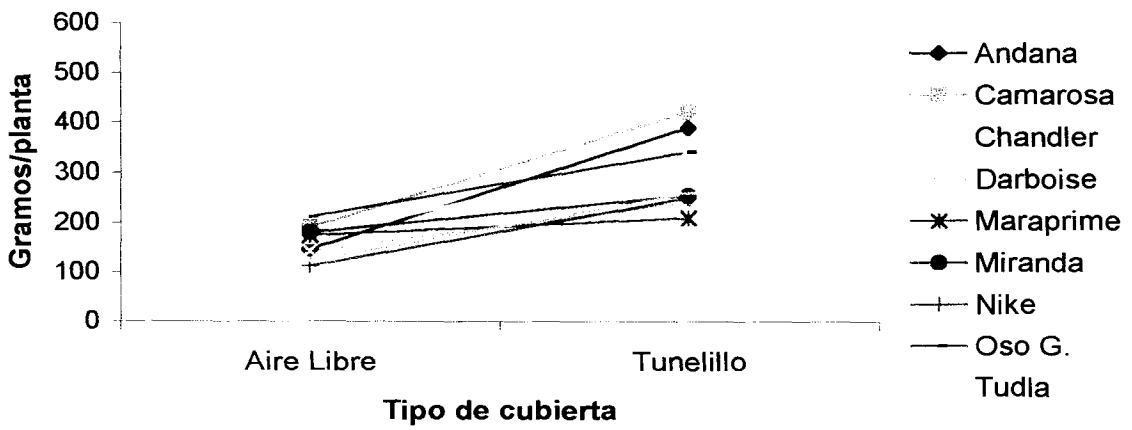


Gráfico 45.-RD. Cubierta vs. Variedad.

En el Gráfico 45.-RD puede observarse que todas las variedades presentan una mayor producción total cuando son cultivadas bajo tunelillo que cuando lo son al aire libre; estos resultados están de acuerdo con lo afirmado por Moore et al. (1993), Gast y Pollard (1989) y por Onal (2000), y en desacuerdo con López-Galarza et al. (1993) y Paraskevopoulou-Paroussi et al. (1991), estos últimos autores obtenían las producciones comerciales más altas en los bloques de plantas cultivadas al aire libre frente a las

Universidad de Huelva 2009

cultivadas bajo plástico. El valor medio de esta producción para el aire libre fue de 160 gr./planta mientras que para el tunelillo es de 299,80 gr./planta (véase Tabla A51 del anexo), lo que supone un incremento del 87,37%; frente al 28% obtenido por Moore et al. (1993) y al 20% de Onal (2000). Dicho valor contrasta con lo obtenido para la producción precoz, donde la producción bajo tunelillo representaba el 347% de lo producido al aire libre.

Esta recuperación en la producción al aire libre, está en consonancia con la mejora de las condiciones climáticas en la segunda mitad del ciclo de cultivo (meses de Abril y Mayo), con una subida apreciable de las temperaturas (véase Gráfico A1 del Anexo) y también con la retirada del tunelillo el 26 de Marzo de 1996, de tal manera que todo el período de producción desde esta fecha hasta la de finalización de toma de datos, ambas situaciones de cultivo son similares (al aire libre).

Sin embargo, las distintas variedades muestran comportamientos diferentes. Por un lado, "Andana" mostró el mayor incremento de producción de todas las variedades (168,38%) cuando se cultiva bajo cubierta, como ya mostraba en la producción precoz. En un segundo grupo se situaron "Camarosa", "Nike", "Tudla" y "Chandler", en las que los incrementos de producción bajo tunelillo supusieron entre un 99,1% y un 123,1%. En un tercer grupo, con incrementos de producción entre un 41,68% y un 68,5%, estuvieron las variedades "Darboise", "Oso Grande" y "Miranda". Finalmente, figuró "Maraprime" cuya producción en tunelillo fue sólo un 20,73% más que la del aire libre; siendo la variedad menos favorecida por la cubierta plástica, como también ocurrió en el análisis de la producción precoz (véase Tabla A51 del Anexo). También en esta variable se observa cierta tendencia por parte de las variedades californianas y españolas a mejorar sus producciones, en mayor medida que las variedades europeas, cuando se cultivan bajo tunelillo.

En segundo lugar se analiza la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 46.-RD).

Universidad de Huelva 2009

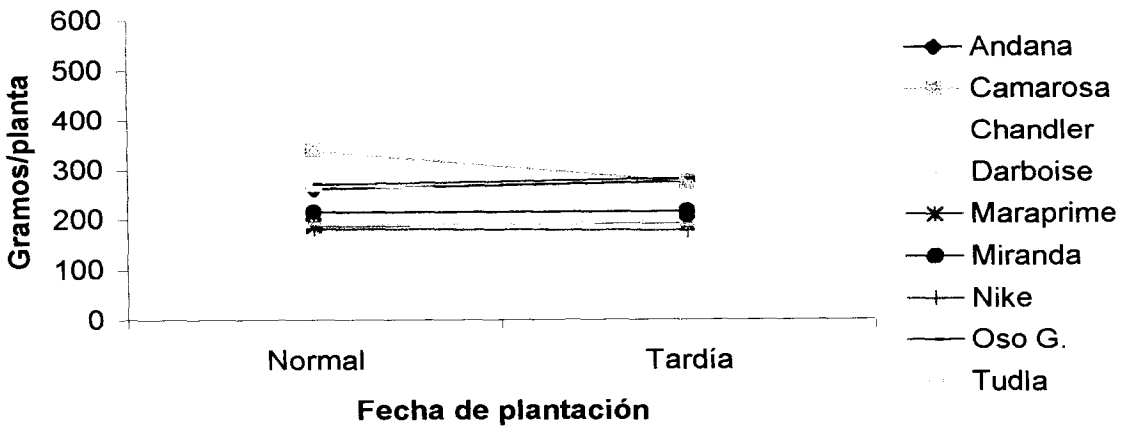


Gráfico 46.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

Se observa en el Gráfico 46, que existe una respuesta heterogénea por parte de las diferentes variedades estudiadas. Algunas produjeron más con la fecha de plantación normal, otras con la tardía y otras prácticamente produjeron lo mismo en ambas fechas de plantación. Estos resultados difieren de los obtenidos por Human (1993) y Baumann y Daubeny (1989) quienes afirmaron la inexistencia de interacción variedad x fecha de plantación y están en consonancia con los obtenidos por López-Medina et al. (2001) para las variedades "Camarosa", "Carisma" y "Andana".

Las producciones medias para el conjunto de las variedades son parecidas; así, la producción total para la fecha de plantación normal es de 233,26 gr./planta y para la tardía de 226,54 gr./planta, lo que supone un 2,96% de incremento en producción (véase Tabla A50 del Anexo). Las variedades californianas "Chandler" (con un 13,90%) y "Camarosa" (con un 23,33%) mostraron mayores diferencias a favor de la primera fecha de plantación (véase Tabla A50 del Anexo). Tales resultados son coincidentes con los obtenidos por California Strawberry Advisory Board (1989, 1993), López-Aranda et al. (1990, 1996 y 1997), Pritts y Eames-Sheably (1989), Malodobry (1987), Chandler et al. (1991) y Maroto et al. (1996). "Camarosa" se mantuvo en la misma línea que mostraba en el análisis de la producción precoz. No fue éste el caso de "Chandler" que en producción precoz presentaba valores similares para ambas fechas de plantación; por lo tanto, se puede observar un mayor incremento relativo de la producción en plantación más temprana que en las realizadas con posterioridad.

En un segundo grupo se encuentran cuatro variedades: "Maraprime", "Miranda", "Nike" y "Tudla" que presentaron producciones muy parecidas para las dos fechas de

Universidad de Huelva 2009

plantación (con incrementos a favor de una u otra fecha de plantación entre un 0,59% y un 2,05%). Estos resultados están en la línea de los obtenidos por Terretaz y Carron (1995) para la variedad "Pandora" en fechas de plantación a final de primavera (entre 15 de Mayo y 15 de Junio), donde no observaron diferencias significativas. En la variedad "Oso Grande" se observó un incremento del 3,87% a favor de la fecha de plantación tardía y en "Andana" del 5,37% para la misma fecha. Finalmente, "Darboise", al igual que se observó en la producción precoz, presentaba una mayor producción cuando era plantada más tarde, con un incremento en la producción total del 8,2% (véase Tabla A50 del Anexo).

4.6.2.- Campaña 96/97.

En la Tabla 26.-RD se expone el ANOVA correspondiente a la campaña 96/97.

Tabla 26.-RD. ANOVA de la producción total de la campaña 96/97.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	1690.87	845.435	1.40	0.4175	
Desinfección suelo (B)	1	76766.8	76766.8	126.71	0.0078	**
A*B	2	1211.70	605.851			
Cubierta (C)	1	38339.2	38339.2	7.72	0.1088	
A*C	2	9927.11	4963.55			
Fecha de plantación (D)	1	94012.2	94012.2	11.19	0.0789	
A*D	2	16795.8	8397.89			
B*C	1	1157.26	1157.26	3.81	0.1902	
A*B*C	2	607.657	303.828			
B*D	1	68.0571	68.0571	0.02	0.9092	
A*B*D	2	8182.92	4091.46			
C*D	1	776.945	776.945	1.71	0.3211	
A*C*D	2	908.600	454.300			
B*C*D	1	155.628	155.628	0.07	0.8156	
A*B*C*D	2	4421.30	2210.65			
Variedad (E)	8	1651743	206468	179.45	0.0000	***
B*E	8	14055.3	1756.91	1.53	0.1533	
C*E	8	25599.4	3199.92	2.78	0.0073	**
D*E	8	35373.9	4421.73	3.84	0.0005	***
B*C*E	8	5479.64	684.955	0.60	0.7816	
B*D*E	8	2943.24	367.905	0.32	0.9566	
C*D*E	8	17137.7	2142.22	1.86	0.0711	
B*C*D*E	8	12321.0	1540.13	1.34	0.2296	
A*B*C*D*E	128	147274	1150.58			
TOTAL	215	2166950				

En la Tabla 26.-RD se expone el ANOVA correspondiente a la campaña 96/97. Puede observarse que existen diferencias significativas en los factores desinfección de suelo (1%) y variedad ($1^0/_{00}$) pero no se observa en el factor fecha de

Universidad de Huelva 2009

plantación como también obtenían López-Aranda et al. (1997). El primero de ellos es independiente, en tanto que las interacciones en las que participa no presentan diferencias significativas, por lo que se procederá a realizar la comparación de medias. Por otro lado aparecen significativas las interacciones cubierta x variedad (1%) y fecha de plantación x variedad ($1^0/_{00}$) que se analizarán gráficamente, ésta última coincidente con lo obtenido por López-Medina et al. (2001).

En primer lugar se realiza la comparación de medias para el factor desinfección de suelo.

Tabla 27.-RD. Comparación de medias de la producción total (gr./planta) para la desinfección de suelo.

Desinfección suelo	$\bar{X}$	Grupos homogéneos
Solarizado	391.17	a
No solarizado	353.46	b

Como puede observarse en la Tabla 27.-RD, las plantas cultivadas en suelo solarizado presentaron una producción total significativamente más alta que las cultivadas en suelo no solarizado; los 31,71 gr./planta de más producidos en el suelo solarizado suponía un incremento del 10,67%, prácticamente la misma cifra que se observaba en la producción precoz (10,15%). Estos resultados están en la línea de los obtenidos por Hartz et al. (1993), que cita incrementos de un 12%; por Razik et al. (2001), que reportan para un primer año aumentos del 14% y para un segundo del 52%; y están también en sintonía con los obtenidos por Diéguez (1992), Prinzivalli et al. (2001) y Arcuti et al. (2001). Se puede afirmar que el efecto beneficioso de la solarización se mantiene a lo largo de todo el período productivo. Igualmente se puso de manifiesto, en este segundo año de cultivo, que tras dos campañas sobre suelo repetidamente solarizado se obtiene mayor producción que la conseguida en suelo no solarizado, también cultivado dos campañas seguidas.

A continuación se pasa a analizar las dos interacciones que muestran diferencias significativas, empezando por la interacción cubierta x variedad (Gráfico 47.-RD).

Universidad de Huelva 2009

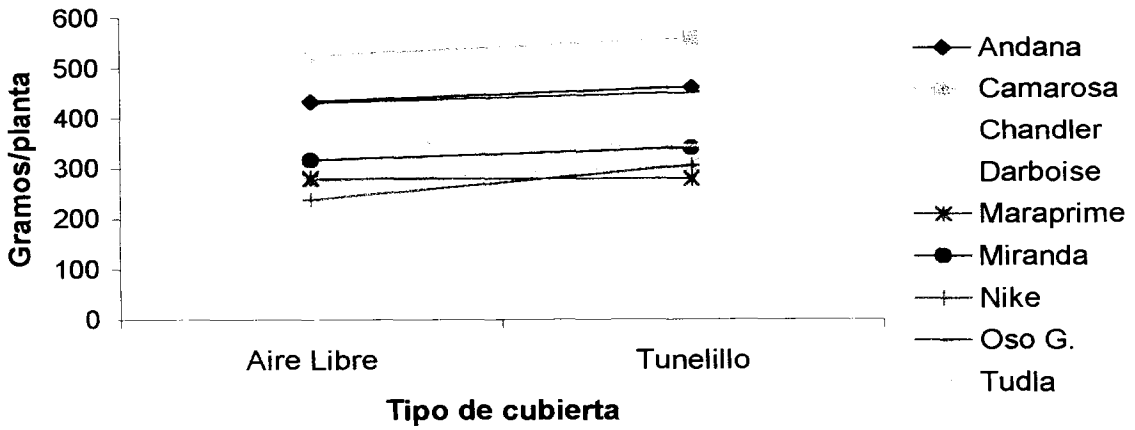


Gráfico 47.-RD. Cubierta vs. Variedad.

El Gráfico 47.-RD muestra cómo la variedad "Camarosa" destacó con claridad como la variedad más productiva, tanto si se cultivaba al aire libre como bajo tunelillo. Además se puede apreciar que su producción al aire libre estaba por encima de la del resto de variedades bajo tunelillo; situación que ya se empezaba a observar en la producción precoz. Es significativo este resultado, teniendo en cuenta que entre las variedades ensayadas están "Chandler" y "Oso Grande" que han sido las más cultivadas en Huelva durante varias campañas. Las variedades produjeron más cuando se cultivaban bajo tunelillo (385,64 gr./planta) que cuando lo fueron al aire libre (358,99 gr./planta) (véase Tabla A105 del Anexo).

Estos resultados están de acuerdo con lo afirmado por Moore et al. (1993), Gast y Pollard (1989) y por Onal (2000), y en desacuerdo con López-Galarza et al. (1993) y Paraskevopoulou-Paroussi et al. (1991), quienes obtenían las producciones comerciales más altas en los bloques de plantas cultivadas al aire libre, frente a las cultivadas bajo plástico. La diferencia de 26,65 gr./planta supone un 7,42%, menos de lo obtenido por Moore et al. (1993) y Onal (2000), que citaban un aumento del 28% y el 20%, respectivamente. Este 7,42% contrasta con el 33,03% que se obtenía para la producción precoz. Al igual que se ha señalado para la campaña 95/96, la retirada del tunelillo el 17 de Marzo de 1997 justificaba este descenso, de tal manera que todo el período de producción desde esta fecha hasta la de finalización de toma de datos (segunda mitad del ciclo de cultivo), ambas situaciones de cultivo son similares (al aire libre).

Sin embargo, no todas las variedades respondieron de la misma forma, como se aprecia en el Gráfico 47.-RD. La variedad "Tudla" produjo más al aire libre que bajo

Universidad de Huelva 2009

tunelillo (un 2,95%). La variedad "Maraprime" mostró prácticamente los mismos valores para ambas condiciones de cultivo, lo que ya se empezaba a vislumbrar en la producción precoz. Las otras siete variedades produjeron más en el tunelillo que al aire libre, pero han diferido en su grado de respuesta.

Por un lado "Andana", "Camarosa", "Miranda" y "Oso Grande" son las que han mostrado menores incrementos de producción, con valores entre un 4,51% y un 7,67%. Por otro lado, en una situación intermedia se ubicaron "Chandler" y "Darboise" con incrementos del 12,15%.

Finalmente, en la situación de mayor incremento de la producción bajo abrigo, figuró "Nike" con un incremento del 27,83% (véase Tabla A105 del Anexo).

Seguidamente se analiza la segunda interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 48.-RD).

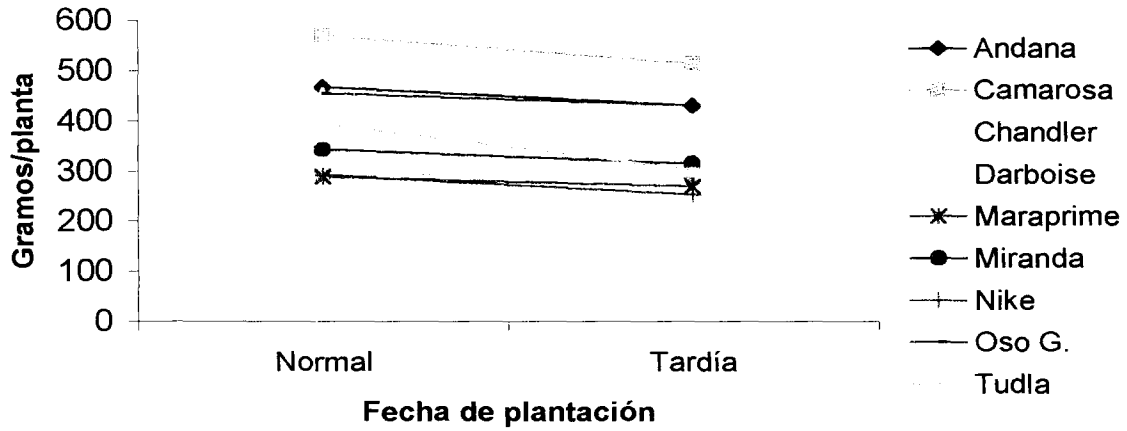


Gráfico 48.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

De manera similar a la interacción anterior, se observa en el Gráfico 48.-RD que la variedad "Camarosa" destacaba sobre el resto variedades, tanto cuando se plantó en Octubre como en Noviembre; además la producción en esta última fecha de plantación fue superior a la del resto de variedades en cualquiera de las dos fechas.

Las variedades presentaban una mayor producción cuando se plantaban antes, en consonancia con lo establecido por California Strawberry Advisory Board (1989, 1993), López-Aranda et al. (1990, 1996, 1997), Pritts y Eames-Sheably (1989), Malodobry (1987), Chandler et al. (1991) y Maroto et al. (1996); así, para la fecha de plantación

Universidad de Huelva 2009

normal la producción total era de 393,17 gr./planta, mientras que para la tardía era de 351,45 gr./planta (véase Tabla A104 del Anexo).

Estos resultados muestran un incremento de producción de un 11,87% que contrasta con el 30,19% de incremento observado en la producción precoz. Por otro lado difieren de los obtenidos por Human (1993) y Baumann y Daubeny (1989) quienes afirmaron la no existencia de interacción variedad x fecha de plantación y están en consonancia con los obtenidos por López-Medina et al. (2001) para las variedades "Camarosa", "Carisma" y "Andana". Aún cuando todas las variedades produjeron más cuando se plantaron antes, esta respuesta no fue cuantitativamente igual para todas ellas.

La variedad "Tudla" presentaba los mayores incrementos de producción cuando se plantó en Octubre, un 30% más con respecto a la fecha de plantación tardía; tal comportamiento siguió en la misma línea de lo observado en la producción precoz cuando tal incremento de la producción era de un 63,12%.

Las variedades "Nike" y "Chandler" presentaron incrementos entre el 14,97% y el 19,85%; "Andana", "Camarosa", "Maraprime" y "Miranda" incrementaron la producción total en la fecha normal entre un 6,96% y un 10,99%.

Finalmente, "Darboise" presentó producciones similares para ambas fechas de plantación, resultados que están en la línea de los obtenidos por Terretaz y Carron (1995) para la variedad "Pandora" en fechas de plantación a final de primavera (véase Tabla A104 del Anexo).

Universidad de Huelva 2009

4.6.3.- Análisis combinado.

A continuación en la Tabla 28.-RD se muestra el ANOVA de las dos campañas.

Tabla 28.-RD. ANOVA de la producción total de las dos campañas.

F.d.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	P	
Campaña (A)	1	2190332	2190322	466.38	0.0000	***
Repetición (B)/Camp.(A)	4	18785.6	4696.41			
Desinfección suelo (C)	1	93140.1	93140.1	88.68	0.0007	***
A*C	1	7507.36	7507.36	7.15	0.0556	
A*B*C	4	4201.21	1050.30			
Cubierta (D)	1	747975	747975	110.18	0.0005	***
A*D	1	345681	345681	50.92	0.0020	**
A*B*D	4	27154.3	6788.58			
Fecha de plantación (E)	1	63354.5	63354.5	14.69	0.0186	*
A*E	1	33092.9	33092.9	7.67	0.0503	
A*B*E	4	17248.2	4312.06			
C*D	1	3708.47	3708.47	4.50	0.1012	
A*C*D	1	11882.5	11882.5	14.42	0.0192	*
A*B*C*D	4	3296.84	824.210			
C*E	1	102.319	102.319	0.03	0.8818	
A*C*E	1	2.40715	2.40715	0.00	0.9818	
A*B*C*E	4	16305.2	4076.30			
D*E	1	4.34267	4.34267	0.00	0.9701	
A*D*E	1	1722.53	1722.53	0.63	0.4710	
A*B*D*E	4	10893.7	2723.42			
C*D*E	1	90.0214	90.0214	0.07	0.8102	
A*C*D*E	1	66.4952	66.4941	0.05	0.8363	
A*B*C*D*E	4	5470.96	1367.74			
Variedad (F)	8	1832346	229043	226.72	0.0000	***
A*F	8	233415	29176.9	28.88	0.0000	***
C*F	8	5752.49	719.061	0.71	0.6826	
D*F	8	150467	18808.3	18.62	0.0000	***
E*F	8	51904.8	6488.10	6.42	0.0000	***
A*C*F	8	15003.3	1875.41	1.86	0.0669	
A*D*F	8	99805.0	12475.6	12.35	0.0000	***
A*E*F	8	15628.3	1953.54	1.93	0.0551	
C*D*F	8	5191.54	684.943	0.64	0.7432	
C*E*F	8	8215.08	1026.88	1.02	0.4242	
D*E*F	8	9670.90	1208.86	1.20	0.3008	
A*C*D*F	8	5683.40	710.425	0.70	0.6901	
A*C*E*F	8	11965.4	1495.67	1.48	0.1637	
A*D*E*F	8	12946.6	1618.33	1.60	0.1237	
C*D*E*F	8	6376.11	797.014	0.79	0.6142	
A*C*D*E*F	8	8458.03	1057.25	1.05	0.4016	
A*B*C*D*E*F	256	258619	1010.23			
TOTAL	431	6333467				

Como puede observarse en la Tabla 28.-RD, hay diferencias significativas en los factores campaña, desinfección de suelo, cubierta y variedad al $1^0/_{00}$ y en el factor fecha de plantación al 5%. Para la fecha de plantación López-Aranda et al. (1997) no obtenían diferencias significativas. Aparecen significativas al 1% las interacciones simples campaña x cubierta, campaña x variedad, cubierta x variedad y fecha de plantación x

Universidad de Huelva 2009

variedad, ésta última coincidente con lo obtenido por López-Medina et al. (2001). Aparte de estas interacciones simples son significativas las interacciones dobles campaña x cubierta x variedad ($1^0/_{00}$) y campaña x desinfección de suelo x cubierta (5%). Al ser significativas las interacciones descritas no es posible realizar la comparación de medias para los distintos factores analizados. Se analizarán gráficamente las interacciones simples.

Antes de proceder al análisis gráfico de las citadas interacciones, se discutirán los resultados obtenidos para el factor desinfección de suelo, que presenta diferencias significativas al $1^0/_{00}$, no aparece en ninguna interacción simple significativa y por lo tanto no estará sujeto a análisis gráfico alguno, pero si lo hace en la interacción doble campaña x desinfección de suelo x cubierta (5%), por lo que no es posible realizar la comparación de medias. La producción en el suelo solarizado es de 315,79 gr./planta, mientras que en el no solarizado es de 286.43 gr./planta, los 29.36 gr./planta de diferencia que se obtienen suponen un 10,25% más de producción a favor del suelo solarizado (véase Tabla A184 del Anexo); estos resultados están en la línea de los obtenidos por Hartz et al. (1993), que cita incrementos de un 12%; por Razik et al. (2001), que reportan para un primer año aumentos del 14%; y están también en sintonía con los obtenidos por Diéguez (1992), Prinzivalli et al. (2001) y Arcuti et al. (2001)

A continuación se analiza la interacción campaña x cubierta (Gráfico 49.-RD).

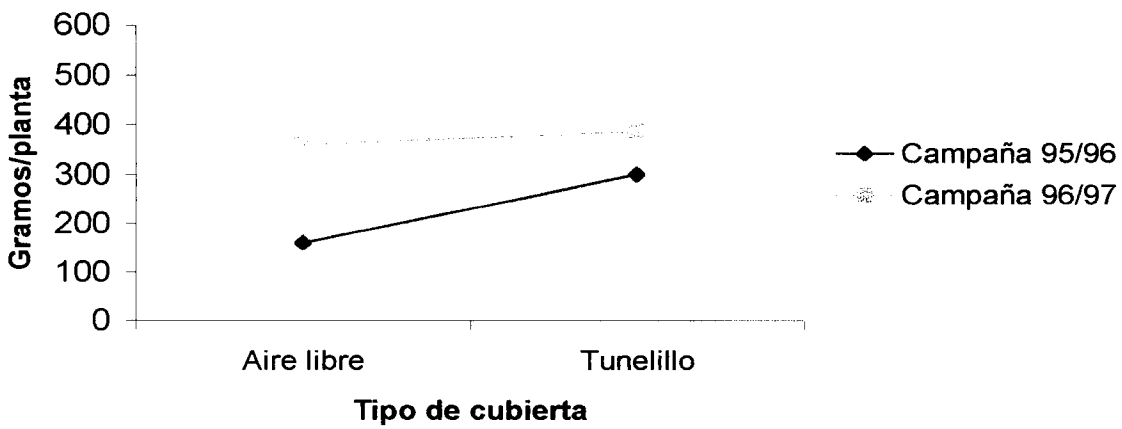


Gráfico 49.-RD. Campaña vs. Cubierta.

Del Gráfico 49.-RD se desprende que la producción total es superior en la campaña 96/97, tanto para el cultivo al aire libre como bajo tunelillo; e incluso se observa que la producción total al aire libre de la campaña 96/97 es superior a la de

Universidad de Huelva 2009

95/96 bajo tunelillo. La producción de la segunda campaña (372,32 gr./planta) es más alta que la de la primera (229,90 gr./planta), lo que supone un incremento de producción del 61,95% (véase Tabla A186 del Anexo). En la producción al aire libre de ambas campañas se aprecian importantes diferencias; así la primera de ellas presentaba una producción de 160,00 gr./planta, frente a los 358,99 gr./planta obtenidos en la segunda, tal diferencia muestra un aumento de la producción del 124,37%. Estos resultados no se presentaron en el cultivo bajo tunelillo, donde en la campaña 96/97 las plantas produjeron un 28,63% más que en la campaña 95/96 (véase Tabla A186 del Anexo).

Las distintas condiciones climatológicas que se dieron en cada campaña, han condicionado los resultados obtenidos. Así durante la campaña 95/96, la alta pluviometría de Enero de 1996 y las bajas temperaturas del mes de Febrero del mismo año han perjudicado a la producción, fundamentalmente en su primera parte del ciclo productivo (desde Enero hasta final de Marzo). Esta producción se recuperaba en la segunda parte de la campaña, como consecuencia del aumento de temperaturas y también de la baja pluviometría del mes de Abril de 1996; sin embargo, tal recuperación no permitió, ni tan siquiera en el cultivo bajo tunelillo, igualar los rendimientos que se obtuvieron al aire libre en la siguiente campaña 96/97.

En esa campaña, 96/97, la ausencia de lluvias y las altas temperaturas, en su primera parte, beneficiaron claramente la producción; además, las buenas condiciones de temperatura y la baja pluviometría en la segunda parte del ciclo de cultivo (Abril y Mayo de 1997), permitieron que se mantuviese un buen nivel productivo (véase Grafico A1, Gráfico A2, Gráfico A3 y Gráfico A4 del Anexo). Por otro lado, se pone de manifiesto claramente la capacidad de la técnica de cubierta con tunelillo para minimizar el efecto negativo que los agentes climáticos provocan en el cultivo.

En segundo lugar se analiza la interacción campaña x variedad (Gráfico 50.-RD).

Universidad de Huelva 2009

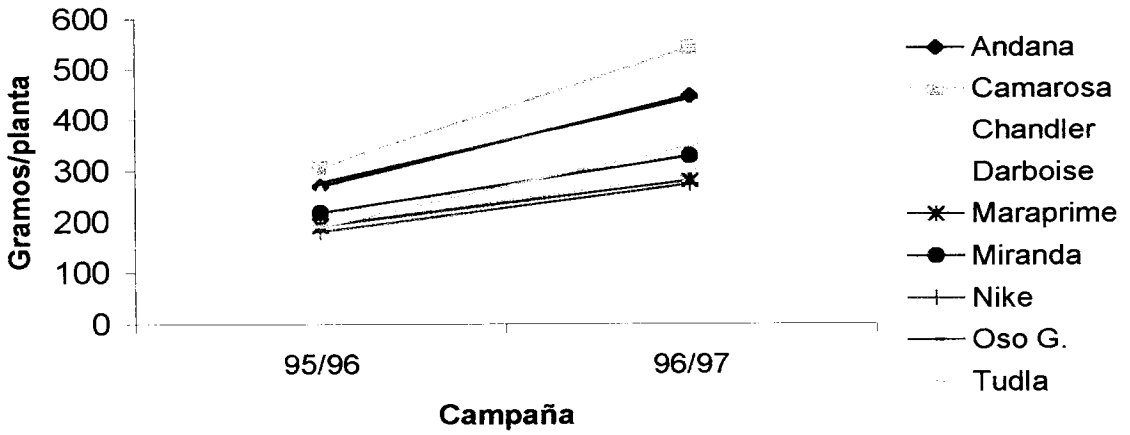


Gráfico 50.-RD. Campaña vs. Variedad.

De forma análoga a lo observado para la producción precoz, en el Gráfico 50.-RD se aprecia que la variedad "Camarosa" está muy por encima que el resto para esta variable. Analizando el conjunto de las variedades, se observa que la producción total de la campaña 96/97 (372,31 gr./planta) era superior a la de la 95/96 (229,90 gr./planta), en un 61,95% (véase Tabla A180 del Anexo). De manera similar a lo discutido en la interacción anterior, fueron las distintas condiciones climatológicas de cada campaña, varias veces repetidas, las que condicionaron los resultados obtenidos.

Todas las variedades presentaron una mayor producción en la segunda campaña 96/97, pero la respuesta de cada una era diferente. Hubo un grupo de variedades "Chandler", "Darboise", "Maraprime", "Miranda", "Nike" y "Oso Grande" que incrementó la producción en la campaña 96/97 entre un 46,21% y un 61,41%. Por otro lado, las variedades "Tudla" y "Camarosa" presentaron los incrementos más altos, 83,15% y 77,19%, respectivamente, y fueron las variedades tuvieron una respuesta más positiva a la mejora de las condiciones climáticas. Finalmente, entre ese primer grupo y el segundo se situó nuestra variedad española "Andana" con un incremento del 66,68% (véase Tabla A180 del Anexo). Estos resultados muestran que el comportamiento de las variedades fue diferente del que presentaban para producción precoz, y así existe una respuesta más positiva, con el paso del tiempo, en variedades más adaptadas, como "Tudla" y "Camarosa", que en las menos adaptadas como es el caso de las variedades europeas no españolas.

Universidad de Huelva 2009

A continuación se pasa a analizar la interacción cubierta x variedad (Gráfico 51.-RD).

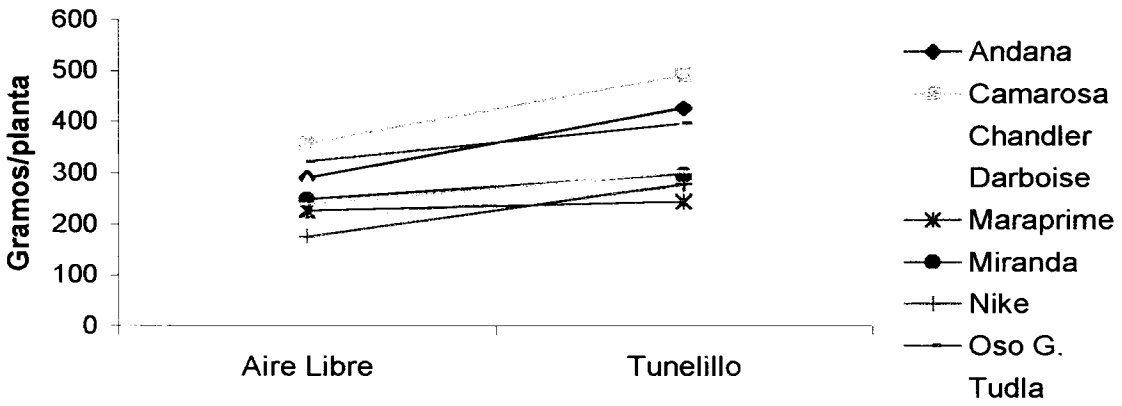


Gráfico 51.-RD Cubierta vs. Variedad.

En el Gráfico 51.-RD se observa que la variedad "Camarosa" aparece con mayor producción total que el resto de las variedades, tanto en cultivo al aire libre como bajo tunelillo. El conjunto de variedades produce menos (259,50 gr./planta) cuando se cultivan al aire libre que en tunelillo (342,72 gr./planta) (véase Tabla A179 del Anexo); esta tendencia está de acuerdo con lo afirmado por Moore et al. (1993), Gast y Pollard (1989) y por Onal (2000), y en desacuerdo con López-Galarza et al. (1993)) y Paraskevopoulou-Paroussi et al. (1991), quienes obtenían las producciones comerciales más altas en los bloques de plantas cultivadas al aire libre, frente a las cultivadas bajo plástico. La producción bajo tunelillo suponía un 32,07% más; porcentaje muy similar al obtenido por Moore et al. (1993), que refirieron un aumento del 28% y superior al 20% reportado por Onal (2000). Haciendo comparación entre el 32,07% obtenido para producción total y el 80% referido en apartados anteriores para la producción precoz, puede apreciarse que después de la retirada del plástico (cubiertas) las plantas cultivadas en el tunelillo presentan una perdida de producción relativa con respecto a las que siguen al aire libre. Todas las variedades, produjeron más bajo tunelillo, pero la respuesta de cada una de ellas fue distinta. Por un lado se encontraba la variedad "Maraprime", que bajo cubierta sólo incrementó su producción en un 7,69%, tendencia que ya mostraba en la producción precoz pero con valores porcentuales más elevados. En el extremo opuesto estaba "Nike", que se mostró como la variedad más favorecida por el cultivo bajo cubierta, con un aumento de producción del 58,21%, situación que al igual que "Maraprime" se vislumbraba en el análisis de la producción precoz. Entre ambos extremos se pueden situar dos grupos de variedades, uno de ellos más próximo a

Universidad de Huelva 2009

"Maraprime", formado por "Miranda", "Oso Grande" y "Tudla", con incrementos en la producción entre el 19,98% y el 26,48%; y otro grupo más cercano a "Nike" formado por "Andana", "Camarosa", "Chandler" y "Darboise " con incrementos entre el 31,59% y el 47,27% (véase Tabla A179 del Anexo).

Finalmente se analiza la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 52.-RD).

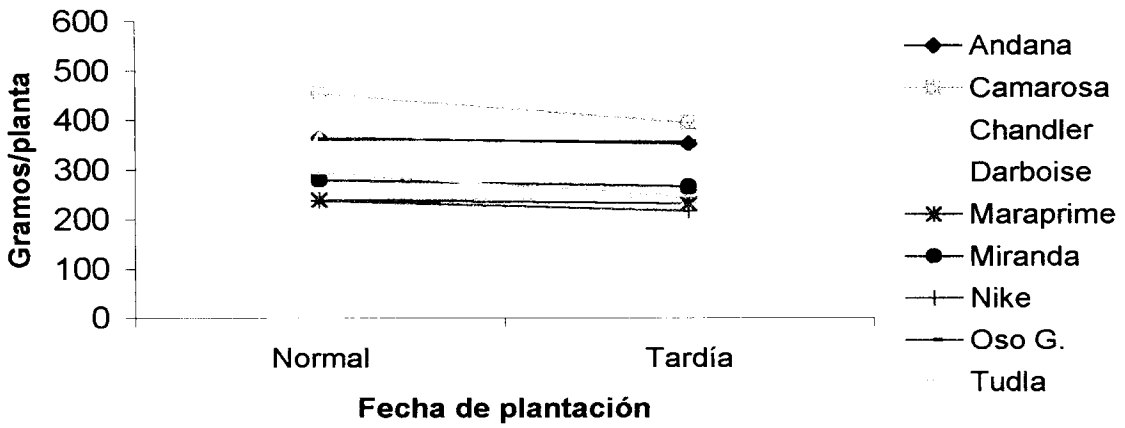


Gráfico 52.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

Según se observa en el Gráfico 52.-RD, la variedad "Camarosa" aparece como la más productiva, tanto para la fecha de plantación de Octubre como para la de Noviembre. Las variedades producían más cuando se plantaban antes (313.22 gr./planta) que en fecha tardía (289 gr./planta) (véase Tabla A178 del Anexo). Esta tendencia está en consonancia con lo afirmado por California Strawberry Advisory Board (1989, 1993), López-Aranda et al. (1990, 1996 y 1997), Pritts y Eames-Sheably (1989), Malodobry (1987), Chandler et al. (1991). Maroto et al. (1996) y López-Medina et al. (2001); sin embargo, estos resultados difieren de los obtenidos por Human (1993) y Baumann y Daubeny (1989), quienes afirmaban la no existencia de interacción variedad x fecha de plantación. El incremento medio de producción se cifró en un 8,38%. Este comportamiento ya aparecía en la producción precoz, aún cuando en este caso la producción de la fecha normal era un 23,4% más alta. Se puede afirmar que en el período de tiempo comprendido entre el 31 de Marzo y el final de la recolección (segunda fase del ciclo de cultivo), la producción relativa de la fecha de plantación más tardía ha sido mayor. Aún cuando la producción de la plantación de Octubre para el conjunto de las variedades era más elevada, algunas variedades, como "Darboise", presentaban casi los mismos valores de producción para ambas fechas de plantación,

Universidad de Huelva 2009

siendo en un 1,92% más elevada para la fecha de plantación más tardía, estos resultados que están en la línea de los obtenidos por Terretaz y Carron (1995) para la variedad "Pandora" en fechas de plantación a final de primavera. Otras cuatro variedades: "Andana", "Maraprime", "Oso Grande" y "Miranda" sólo presentaron incrementos de producción total entre un 2,01% y un 5,15%. Por otro lado, tres variedades muy importantes en el esquema productivo de Huelva en la actualidad y en las últimas campañas, "Camarosa", "Chandler" y "Tudla", se mostraron más favorecidas por la plantación de Octubre, con aumentos de la producción entre el 15,28% y el 19,19% (véase Tabla A178 del Anexo).

4.6.4.- Análisis GXE.

A continuación se expone el ANOVA del modelo simplificado, resultante de considerar como ambiente cada uno de las 16 combinaciones de cultivo distintas que surgen en las dos campañas de estudio (Tabla 29.-RD).

Tabla 29.-RD. ANOVA de la producción total para el modelo simplificado.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Ambiente (A)	15	3498663	233244	72.21	0.0000	***
Repetición (B)/Ambiente (A)	32	103356	3229.88			
Variedad (C)	8	1832346	229043	226.72	0.0000	***
A*C	120	640483	5337.36	5.28	0.0000	***
A*B*C	256	258619	1010.23			
TOTAL	431	6333467				

En la Tabla 29.-RD se observa como existen diferencias significativas al $1^{0}/_{00}$, tanto entre variedades como entre ambientes y con el mismo nivel de significación aparece la interacción entre ambos. El análisis de esta interacción se realiza con el modelo AMMI, en concreto con el modelo AMMI1, que se representa gráficamente a continuación, en el llamado "biplot" (Gráfico 53.-RD).

Universidad de Huelva 2009

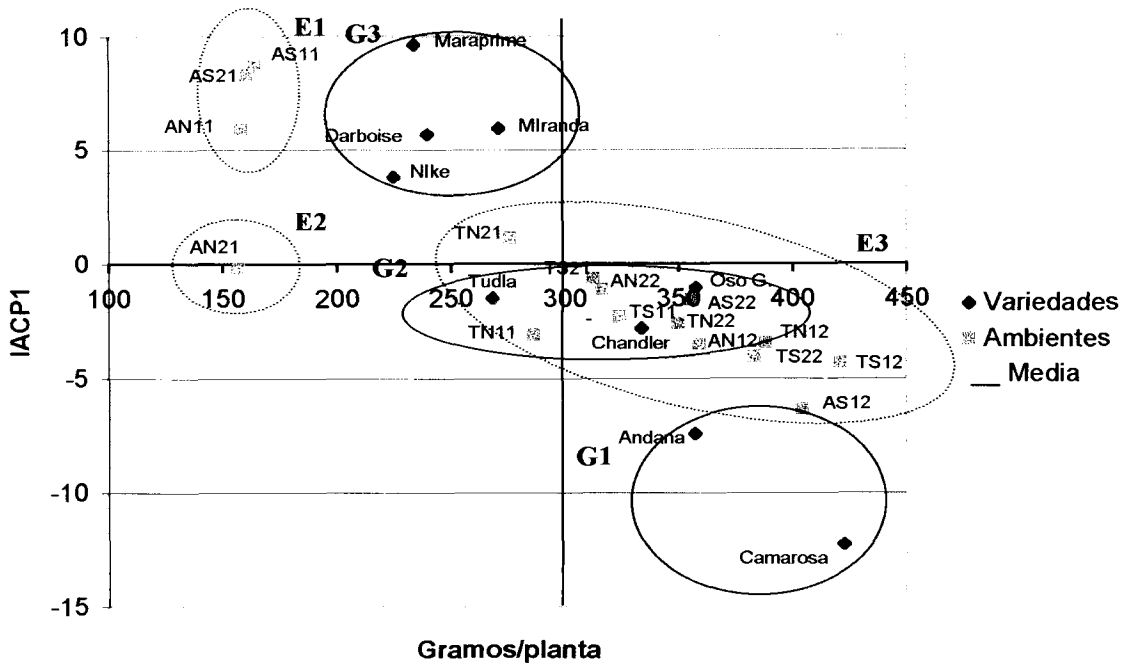


Gráfico 53.-RD. AMMI de la producción total.

Se aprecian 3 grupos de variedades:

1) *Grupo 1* (G1): Incluye las variedades "Andana" y "Camarosa" que muestran valores intermedios-altos de signo negativo en sus coordenadas IACP1, lo que pone de manifiesto una importante aportación a la interacción variedad x ambiente; así como rendimientos, en gr./planta, por encima de la media.

2) *Grupo 2* (G2): Constituido por la variedad española "Tudla" y por las californianas "Chandler" y "Oso Grande". Se caracterizan por tener valores bajos de signo negativo en sus coordenadas IACP1, siendo las más estables de las variedades ensayadas, y por presentar rendimientos por encima de la media, salvo "Tudla".

3) *Grupo 3* (G3): Formado por las variedades francesas "Maraprime" y "Darboise" y las italianas "Miranda" y "Nike", están caracterizadas por tener valores intermedios-altos de signo positivo en sus coordenadas IACP1, lo que pone de manifiesto una importante aportación a la interacción variedad x ambiente; así como rendimientos, en gr./planta, por debajo de la media.

Universidad de Huelva 2009

En cuanto a los ambientes se observan, igualmente, 3 grupos:

1) *Grupo 1* (E1): Integrado por los ambientes AN11, AS11 y AS21 que muestran valores intermedios-altos de signo positivo en sus coordenadas IACP1 y rendimientos inferiores a la media.

2) *Grupo 2* (E2): Incluye el ambiente AN21 que se caracteriza por presentar valores en las coordenadas IACP1 próximos a cero, que ponen de manifiesto ser un ambiente estable. Muestra un rendimiento claramente inferior a la media general.

3) *Grupo 3* (E3): Constituido por los ambientes TN11, TS11, TN21, TS21, AN12, TN12, AS12, TS12, AN22, TN22, AS22 y TS22. Se caracterizan por tener valores intermedios de signo negativo, menos TN21, en sus coordenadas IACP1 y por presentar rendimientos por encima de la media general, salvo TN11 y TN21 que están ligeramente por debajo.

Las variedades incluidas en el grupo (G1) presentan los valores mas altos de producción y evidencian una asociación con los ambientes del grupo (E3), ambientes estos en los que se han dado buenas condiciones climáticas para la producción. Por el contrario, el grupo G1 presenta el peor comportamiento en los ambientes del grupo (E1) y (E2), ambientes al aire libre de la campaña 95/96 de bajos rendimientos."Andana" y "Camarosa" muestran su mala disponibilidad para producir en ambientes climáticamente adversos y su buena disponibilidad para hacerlo en aquellos más favorables; estos resultados están en la misma línea de los obtenidos en la misma zona de Huelva por López-Medina et al. (2001). Por otro lado, las variedades del grupo (G2) presentan una buena estabilidad en los diferentes ambientes considerados dentro del grupo (E3), y de ellas se puede esperar rendimientos intermedios. Las variedades europeas, no españolas, que constituyen el grupo (G3), presentan rendimientos bajos y una asociación con los ambientes al aire libre de la campaña 95/96, incluidos en los grupo (E1) y (E2); estas variedades son las que presentan mejores condiciones para producir en condiciones adversas.

Universidad de Huelva 2009

4.7.- Porcentaje de 2ª categoría de la producción total.

4.7.1.- Campaña 95/96.

A continuación se expone el ANOVA correspondiente a la primera campaña.

Tabla 30.RD.- ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción total de la campaña 95/96.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	0.01942	0.00971	6.17	0.1396	
Desinfección suelo (B)	1	0.02077	0.02077	13.19	0.0682	
A*B	2	0.00315	0.00158			
Cubierta (C)	1	0.07713	0.07713	57.05	0.0171	*
A*C	2	0.00270	0.00135			
Fecha de plantación (D)	1	0.07830	0.07830	100.32	0.0098	**
A*D	2	0.00156	7.805E-04			
B*C	1	0.00651	0.00651	5.04	0.1539	
A*B*C	2	0.00258	0.00129			
B*D	1	3.380E-04	3.380E-04	1.30	0.3717	
A*B*D	2	5.183E-04	2.591E-04			
C*D	1	3.234E-06	3.234E-06	0.00	0.9617	
A*C*D	2	0.00220	0.00110			
B*C*D	1	0.00452	0.00452	1.04	0.4143	
A*B*C*D	2	0.00865	0.00432			
Variedad (E)	8	1.65085	0.20636	124.51	0.0000	***
B*E	8	0.01698	0.00212	1.28	0.2587	
C*E	8	0.03006	0.00376	2.27	0.0266	*
D*E	8	0.04678	0.00585	3.53	0.0011	**
B*C*E	8	0.02514	0.00314	1.90	0.0656	
B*D*E	8	0.02214	0.00277	1.67	0.1113	
C*D*E	8	0.01012	0.00126	0.76	0.6371	
B*C*D*E	8	0.03439	0.00430	2.59	0.0117	*
A*B*C*D*E	128	0.21215	0.00166			
TOTAL	215	2.27694				

En la Tabla 30.-RD puede observarse que existen diferencias significativas en los factores cubierta (5%), fecha de plantación (1%) y variedad ($1^0/_{00}$); sin embargo, estos factores se presentan como dependientes, en tanto que aparecen significativas al 5% y al 1%, respectivamente, las interacciones cubierta x variedad y fecha de plantación x variedad; para ésta última interacción se obtienen los mismos resultados que López-Medina et al. (2001) aún cuando para estos autores la interacción es significativa al 5%. También es significativa la interacción triple entre los 3 factores citados y el factor desinfección de suelo; en este caso la significación es al 5%. En el factor desinfección de suelo no aparecen diferencias significativas, por lo que se puede afirmar que los porcentajes de fruto de 2ª categoría de la producción total no se ven

Universidad de Huelva 2009

afectados por el hecho de que el suelo sea o no solarizado; tal igualdad puede observarse en la Tabla A55 del Anexo donde el suelo no solarizado presenta un 17,81% de fruto de 2ª categoría frente al solarizado con un 16,52%. Los factores en los que hay diferencias significativas son dependientes en tanto que aparecen significativas las interacciones anteriormente citadas, por tanto no es posible realizar la comparación de medias. Se analizarán gráficamente las dos interacciones simples.

Primero se analiza la interacción cubierta x variedad (Gráfico 54.-RD).

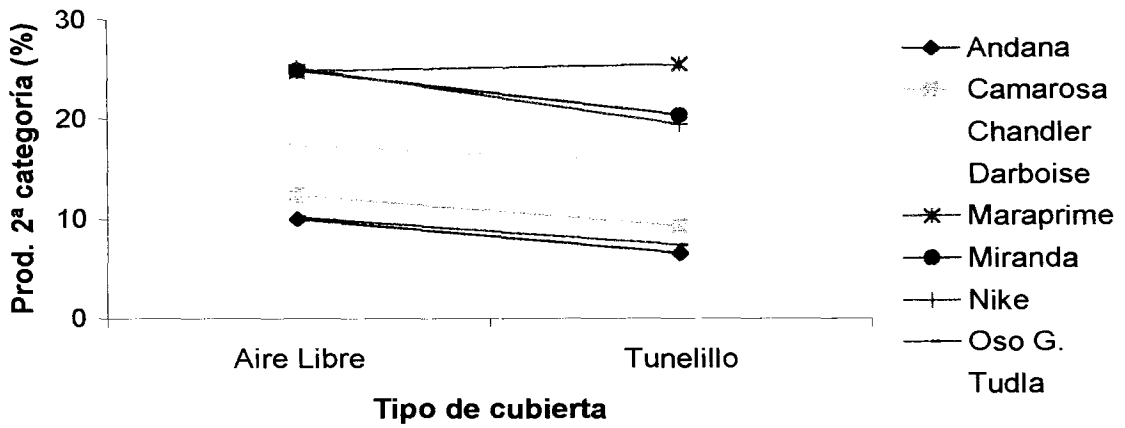


Gráfico 54.-RD. Cubierta vs. Variedad.

A la vista del Gráfico 54.-RD puede observarse que los porcentajes de fruto de 2ª categoría tienden a ser ligeramente más altos al aire libre que en el tunelillo en todas las variedades menos en "Maraprime"; tales resultados están de acuerdo con los obtenidos por Rosa et al. (1994), similares a los citados por Paraskevopoulou-Paroussi et al. (1991), que obtiene valores muy parecidos para aire libre y bajo cubierta, y opuestos a los reportados por López-Galarza et al. (1993). El valor para el aire libre era del 18,53% y para el tunelillo del 15,80% (véase Tabla A57 del Anexo). Si se compara estos valores con los obtenidos hasta el 31 de Marzo (% de 2ª precoz), se aprecia que las diferencias entre éstos y aquellos son elevadas en el caso del cultivo al aire libre; así en la producción precoz este valor era del 43,3%, y ahora es del 18,53%.

Estos resultados han estado condicionados por las condiciones climáticas reiteradamente citadas de la primera mitad de la campaña 95/96 que provocaron un inadecuado cuajado de un elevado % los frutos y los hicieron inviables para ser incluido en la 1ª categoría.

Universidad de Huelva 2009

No ocurría igual en el cultivo bajo tunelillo, donde los valores para la producción precoz (17,01%) eran muy parecidos a los obtenidos para la producción total (15,80%). Además, estos resultados permiten ver el efecto positivo del tunelillo para la obtención de producción de calidad (sinónimo de bajos porcentajes de 2ª categoría) a lo largo de todo el período productivo. Además puede observarse la bajada en los porcentajes que tiene lugar al aire libre en Abril y Mayo.

A partir del Gráfico 54.-RD se pueden hacer dos agrupaciones de variedades: una en función de sus respuestas en valores absolutos y otra según sus respuestas relativas. Según los valores absolutos, aparecen tres grupos, uno de ellos con "Andana", "Oso Grande" y "Camarosa" como las tres variedades que en ambas situaciones de cultivo presentan los valores más bajos; otro con "Tudla" y "Darboise" con valores intermedios y el resto con valores más altos, entre las que destaca "Maraprime", por sus elevados porcentajes de 2ª categoría en tunelillo; además es la única de las nueve variedades que tenía valores más altos cuando se cultivaba bajo tunelillo.

Atendiendo a la respuesta relativa, y dejando aparte a "Maraprime" por la razón ya citada, se situaron "Andana", "Oso Grande", "Camarosa" y "Nike" como las variedades que presentaban mejor respuesta en el tunelillo, así sus porcentajes al aire libre fueron entre 1,30 y 1,53 veces más altos; por otro lado se encontraban las variedades "Chandler", "Darboise" y "Tudla" en el punto opuesto ya que los porcentajes de 2ª categoría al aire libre fueron sólo entre 1,03 y 1,15 veces los del tunelillo. Entre ambos grupos se ubicaba la variedad "Miranda" cuyos valores al aire libre eran 1,22 veces los porcentajes obtenidos en tunelillo (véase Tabla A57 del Anexo).

A continuación se analiza la segunda interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 55.-RD).

Universidad de Huelva 2009

En este caso destaca "Oso Grande", que presentaba la mejor respuesta a la fecha de plantación tardía, en tanto que los valores obtenidos para la fecha normal eran 1,84 veces más altos. En un segundo grupo figuran "Andana", "Camarosa", "Maraprime", "Miranda" y "Nike" con valores entre 1,18 y 1,27 veces más altos en la fecha normal de plantación. Finalmente están las variedades "Darboise" y "Tudla" que presentaron valores muy similares en las dos fechas de plantación, 1,04 y 1,08 veces, respectivamente, más altos al aire libre (Véase Tabla A56 del Anexo).

4.7.2.- Campaña 96/97.

En la Tabla 31.-RD se expone el ANOVA correspondiente a la campaña 96/97.

Tabla 31.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción total de la campaña 96/97

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	0.00186	9.289E-04	0.95	0.5117	
Desinfección suelo (B)	1	0.03858	0.03858	39.64	0.0243	*
A*B	2	0.00195	9.733E-04			
Cubierta (C)	1	0.01002	0.01002	8.70	0.0983	
A*C	2	0.00230	0.00115			
Fecha de plantación (D)	1	0.01442	0.01442	16.89	0.0544	
A*D	2	0.00171	8.540E-04			
B*C	1	4.378E-04	4.378E-04	3.28	0.2116	
A*B*C	2	2.666E-04	1.333E-04			
B*D	1	0.00254	0.00254	0.82	0.4597	
A*B*D	2	0.00617	0.00308			
C*D	1	4.394E-04	4.394E-04	0.37	0.6030	
A*C*D	2	0.00235	0.00117			
B*C*D	1	9.419E-05	9.419E-05	0.14	0.7454	
A*B*C*D	2	0.00136	6.794E-04			
Variedad (E)	8	0.94773	0.11847	143.76	0.0000	***
B*E	8	0.01312	0.00164	1.99	0.0523	
C*E	8	0.01186	0.00148	1.80	0.0824	
D*E	8	0.01797	0.00225	2.73	0.0084	**
B*C*E	8	0.00576	7.197E-04	0.87	0.5419	
B*D*E	8	0.00759	9.493E-04	1.15	0.3333	
C*D*E	8	0.01849	0.00231	2.80	0.0069	**
B*C*D*E	8	0.00849	0.00106	1.29	0.2551	
A*B*C*D*E	128	0.10548	8.241E-04			
TOTAL	215	1.22099				

En la Tabla 31.-RD se observa que existen diferencias significativas en el factor desinfección de suelo, al 5%, y en el factor variedad, al $1^0/_{00}$. Se muestran significativas al 1% las interacciones fecha de plantación x variedad, resultados similares a los obtenidos por López-Medina et al. (2001) pero al 5%, y cubierta x fecha de plantación x

Universidad de Huelva 2009

variedad. El factor desinfección de suelo aparece como independiente, en tanto que las interacciones en las que aparece no son significativas, por lo tanto se realizará la comparación de medias. En el caso de las variedades, este factor no es independiente al ser significativas las dos interacciones anteriormente reseñadas, la primera de las cuales será analizada gráficamente.

En primer lugar se realiza la comparación de medias para el factor desinfección de suelo (Tabla 32.-RD).

Tabla 32.-RD. Comparación de medias del porcentaje de 2ª categoría de la producción total para la desinfección de suelo.

Desinfección suelo	$\bar{X}$	Grupos homogéneos
No solarizado	17.46	a
Solarizado	15.49	b

Se observa en la Tabla 32.-RD que las plantas que fueron cultivadas en suelo solarizado presentaban unos porcentajes de frutos de 2ª categoría más bajos que las que lo fueron en suelo no solarizado. Este dato permite afirmar que la solarización del suelo redunda en una mejora de la calidad de la producción.

Seguidamente se analiza la única interacción simple significativa, fecha de plantación x variedad (Gráfico 56.-RD).

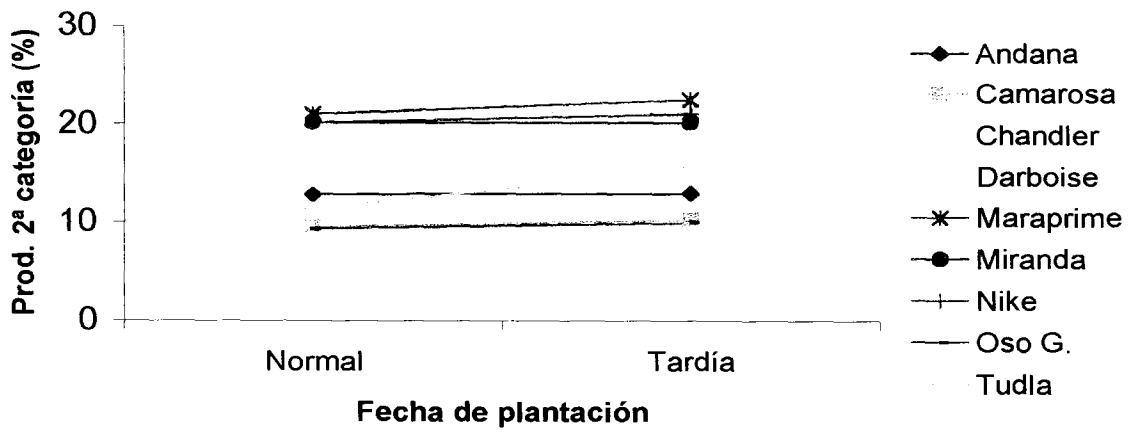


Gráfico 56.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

Universidad de Huelva 2009

En el Gráfico 56.-RD se observa que los porcentajes de 2ª categoría más bajos se obtenían cuando la fecha de plantación era más temprana, en contradicción con lo afirmado por López-Aranda et al. (1996). Este comportamiento se daba en todas las variedades menos en "Miranda", que presentó los mismos valores para ambas fechas de plantación. El valor para la fecha normal era de 15,87% y para la fecha tardía de 17,08% (véase Tabla A110 del anexo). De la observación del Gráfico 56.-RD se puede deducir la presencia de tres grupos de variedades, según sus valores absolutos. En un primer grupo figuran las variedades "Camarosa" y "Oso Grande" que en ambas fechas presentaron los valores más bajos, siendo, por tanto, las más interesantes desde un punto de vista agronómico; en un segundo grupo se encuentran "Andana" y "Tudla" con valores intermedios y en un tercer grupo el resto de variedades, con porcentajes más altos y por lo tanto de menor interés agronómico. Se observa como los valores más bajos fueron obtenidos por variedades californianas y españolas, cultivadas de manera mayoritaria en Huelva. En este razonamiento sólo falta "Chandler" que presentaba valores similares a las variedades europeas, no españolas, menos adaptadas a Huelva.

Atendiendo ahora al comportamiento relativo, figura un primer grupo con "Tudla" que presentó la mejor respuesta a la fecha de plantación normal, en tanto que los valores para la fecha de plantación tardía eran 1,39 veces los obtenidos para la normal. En el extremo opuesto figura grupo con "Miranda", "Andana", "Darboise" y "Nike", que presentaron valores muy similares para ambas fechas de plantación. Las variedades restantes constituyen un tercer grupo que se encuentra en una situación intermedia (véase Tabla A110 del Anexo).

4.7.3.- Análisis combinado.

En la Tabla 33.-RD se muestra el ANOVA para el conjunto de las dos campañas. En ella se observa que existen diferencias significativas en los factores desinfección de suelo al 5%, fecha de plantación y cubierta al 1% y variedad al $1^0/_{00}$. El análisis de la varianza muestra, como a pesar de las reseñadas diferencias climáticas en ambas campañas, no existen diferencias significativas entre ellas, debido a que las condiciones climáticas del período comprendido entre el 31 de Marzo y el final de ambas campañas fueron más similares (ver Gráfico A1, Gráfico A2, Gráfico A3 y Gráfico A4 del Anexo). Por otro lado, son significativas las interacciones simples campaña x cubierta y cubierta x variedad al 1% y campaña x fecha de plantación,

Universidad de Huelva 2009

campaña x variedad y fecha de plantación x variedad al $1^0/_{00}$, para esta última interacción se obtienen los mismos resultados que López-Medina et al. (2001) pero al 5%. Además, son también significativas las interacciones campaña x fecha de plantación x variedad, al 5%; campaña x desinfección de suelo x cubierta x variedad, igualmente al 5%; campaña x cubierta x fecha de plantación x variedad, al 1% y campaña x desinfección de suelo x cubierta x fecha de plantación x variedad al 5%. En el factor desinfección de suelo se observa como en suelo solarizado el porcentaje de 2ª categoría era más bajo (17,00%) que en el no solarizado (17,64%) (Véase Tabla A187).

Tabla 33.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción total de las dos campañas.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Campaña (A)	1	0.00260	0.00260	0.49	0.5227	
Repetición (B)/Camp.(A)	4	0.02128	0.00532			
Desinfección suelo (C)	1	0.05798	0.05798	45.51	0.0025	**
A*C	1	0.00137	0.00137	1.07	0.3587	
A*B*C	4	0.00510	0.00127			
Cubierta (D)	1	0.01578	0.01578	12.60	0.0238	*
A*D	1	0.07137	0.07137	57.02	0.0016	**
A*B*D	4	0.00501	0.00125			
Fecha de plantación (E)	1	0.01276	0.01276	15.61	0.0168	*
A*E	1	0.07996	0.07996	97.84	0.0006	***
A*B*E	4	0.00327	8.172E-04			
C*D	1	0.00179	0.00179	2.51	0.1886	
A*C*D	1	0.00516	0.00516	7.24	0.0546	
A*B*C*D	4	0.00285	7.128E-04			
C*E	1	5.135E-04	5.135E-04	0.29	0.6000	
A*C*E	1	0.00237	0.00237	1.42	0.2998	
A*B*C*E	4	0.00669	0.00167			
D*E	1	2.590E-04	2.590E-04	0.23	0.6580	
A*D*E	1	1.836E-04	1.836E-04	0.16	0.7083	
A*B*D*E	4	0.00455	0.00114			
C*D*E	1	0.00165	0.00165	0.66	0.4619	
A*C*D*E	1	0.00296	0.00296	1.18	0.3380	
A*B*C*D*E	4	0.01000	0.00250			
Variedad (F)	8	2.41527	0.30191	243.33	0.0000	***
A*F	8	0.18331	0.02291	18.47	0.0000	***
C*F	8	0.01485	0.00186	1.50	0.1581	
D*F	8	0.02980	0.00373	3.00	0.0032	**
E*F	8	0.04411	0.00551	4.44	0.0001	***
A*C*F	8	0.01525	0.00191	1.54	0.1440	
A*D*F	8	0.01212	0.00151	1.22	0.2864	
A*E*F	8	0.02064	0.00258	2.08	0.0380	*
C*D*F	8	0.01119	0.00140	1.13	0.3451	
C*E*F	8	0.01137	0.00142	1.15	0.3328	
D*E*F	8	0.00248	3.104E-04	0.25	0.9795	
A*C*D*F	8	0.01971	0.00246	1.99	0.0483	*
A*C*E*F	8	0.01836	0.00229	1.85	0.0680	
A*D*E*F	8	0.02612	0.00327	2.63	0.0088	**
C*D*E*F	8	0.01732	0.00216	1.74	0.0880	
A*C*D*E*F	8	0.02556	0.00319	2.57	0.0103	*
A*B*C*D*E*F	256	0.31763	0.00124			
TOTAL	431	3.50054				

Universidad de Huelva 2009

Las 5 interacciones simples se analizan gráficamente, comenzando por la interacción campaña x cubierta. (Gráfico 57.-RD).

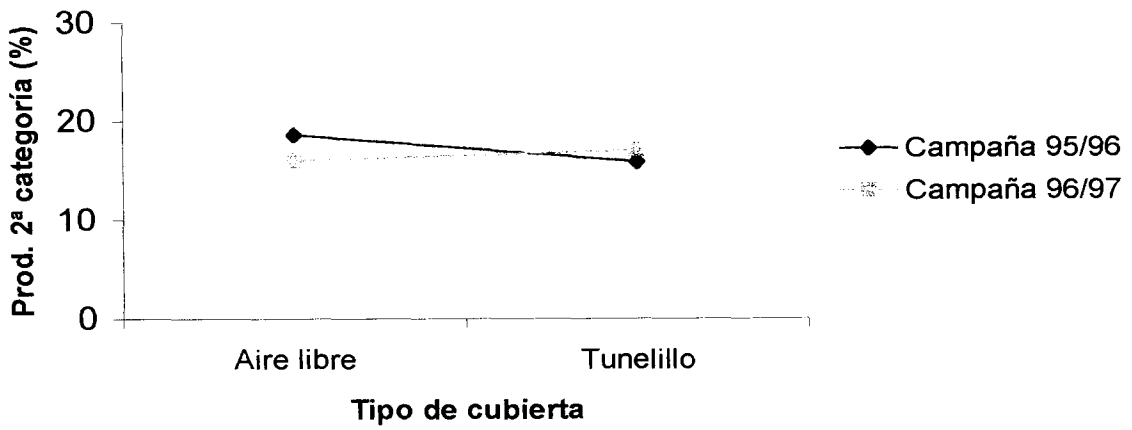


Gráfico 57.-RD. Cubierta vs. Campaña.

En el Gráfico 57.-RD se observa que las dos campañas presentaron comportamientos opuestos. De tal manera que en la campaña 95/96 los porcentajes de 2ª categoría eran más altos al aire libre mientras en la 96/97 lo eran bajo tunelillo. En la campaña 95/96 al aire libre se obtenía un 2,62% más de frutos de 2ª categoría (18,49% frente a 15,87%); y en la 96/97 bajo tunelillo un 1,02% más (16,98% frente a 15,97%). El valor medio para el aire libre fue del 17,25%, mientras para el tunelillo era algo menos (16,39%) (véase Tabla A196 del Anexo). El análisis de esta misma interacción para la producción precoz mostraba las misma tendencias pero con valores más extremos para ambas campañas: más altos para la campaña 95/96 (sobre todo al aire libre) y más bajos para la campaña 96/97. Tales comportamientos han estado afectados por las distintas condiciones climatológicas que se han dado en cada campaña; así en la 95/96 la alta pluviometría de Enero de 1996 y las bajas temperaturas del mes de Febrero del mismo año han propiciado problemas de cuajado en los primeros frutos, elevándose la producción de 2ª categoría. En la 96/97 la ausencia de lluvias y las altas temperaturas, en su primera parte, han beneficiado el cuajado y, por tanto se ha minimizado la producción de 2ª categoría (véase Grafico A1, Gráfico A2, Gráfico A3 y Gráfico A4 del Anexo). Los inviernos lluviosos asociados a temperaturas bajas al final del mismo provocaron un aumento en los porcentajes de frutos de 2ª categoría y por consiguiente una bajada de calidad en la producción, que se corregía con la llegada de la primavera; sin embargo, frente a situaciones más favorables para la producción en invierno, al

Universidad de Huelva 2009

llegar la primavera aumentaban los porcentajes de fruto de 2ª categoría, bajando la calidad de la producción; tal situación se dio tanto si se cultivaba al aire libre como bajo tunelillo.

A continuación se analiza la interacción campaña x fecha de plantación (Gráfico 58.-RD).

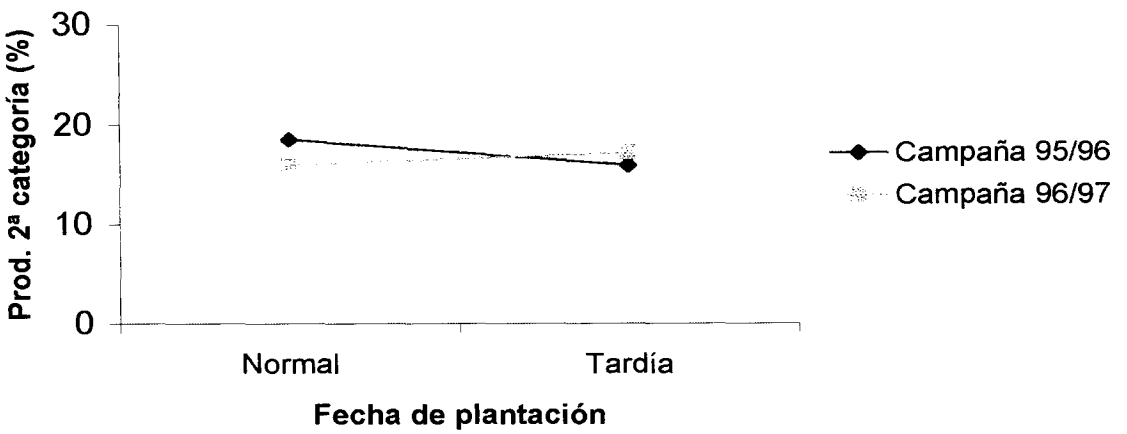


Gráfico 58.-RD. Fecha de plantación vs. Campaña.

El Gráfico 58.-RD muestra una situación similar a la interacción anterior, respuesta opuesta en cada campaña; así, en 95/96 los porcentajes de 2ª categoría eran más altos en la fecha de plantación normal, mientras que en 96/97 lo eran en la fecha de plantación tardía. Siguiendo con el paralelismo de la interacción anterior, se puede decir que el comportamiento de la fecha de plantación normal era similar a la del aire libre y la de la fecha de plantación tardía a la del tunelillo. En la campaña 95/96 la fecha normal de plantación presentaba un 2,62% más de 2ª categoría (18,49% frente a 15,87%); y en la 96/97, la fecha tardía presentaba un 1,23% más (17,08% frente a 15,85%). El valor medio para la fecha normal era del 17,18% mientras para el tunelillo era algo menor (16,46%) (véase Tabla A195 del Anexo). Cuando se analizaba esta misma interacción en la producción precoz se mostraron las mismas tendencias para las dos campañas, pero los valores absolutos eran más extremos de modo que la campaña 95/96 obtenía valores más altos y la 96/97 más bajos. Estos resultados permiten afirmar que la fecha de plantación normal en campañas con inviernos donde se han dado condiciones adversas para el desarrollo, como era el caso de la campaña 95/96, se ve más perjudicada en la calidad de la producción que las fechas de plantación más tardías. Por otro lado, cuando las condiciones de producción en invierno son más favorables,

Universidad de Huelva 2009

son las fechas de plantación más tardías las que presentan los porcentajes de fruto de 2ª categoría total más altos y menos interesantes.

Ahora se analiza la interacción campaña x variedad (Gráfico 59.- RD).

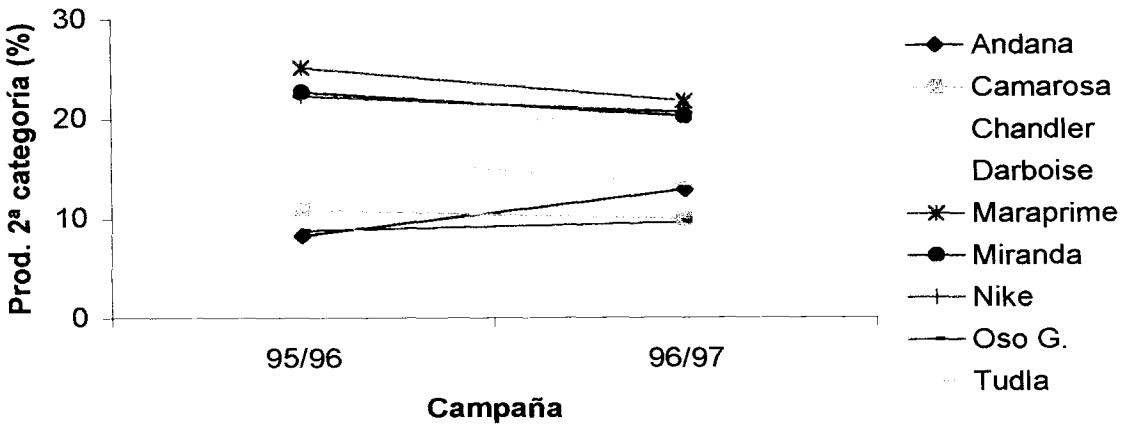


Gráfico 59.-RD. Campaña vs. Variedad.

En el Gráfico 59.-RD se puede observar una respuesta dispar por parte de las distintas variedades; sin embargo, las dos campañas presentaron valores muy parecidos: 17,17% para la campaña 95/96 y 16,47% para la campaña 96/97 (véase Tabla A190 del Anexo). Estos resultados contrastan con los que se obtuvieron para la producción precoz, en la que todas las variedades presentaban porcentajes de frutos de 2ª categoría más altos (30,15%) en la campaña 95/96 que en la campaña 96/97 (9,65%) (véase Tabla A170 del Anexo). Se puede apreciar que las tendencias de cada una de las campañas a lo largo del tiempo han sido contrapuestas; así, la campaña 95/96, en la que se dieron condiciones climáticas poco adecuadas para el cultivo en la primera parte de su ciclo (reiteradamente referidas a lo largo del presente trabajo), presentaba un descenso en los porcentajes de fruto de 2ª categoría, una vez que mejoraron las condiciones climáticas en la segunda parte de su ciclo de cultivo. Este descenso es importante, en tanto que lleva los porcentajes al final de la cosecha prácticamente a la mitad de lo obtenido en la producción precoz. En la campaña 96/97, por el contrario, se produjo un ascenso desde los bajos valores obtenidos en la producción precoz, propiciados por unas buenas condiciones climáticas para el cultivo en la primera parte del ciclo, hasta porcentajes de 2ª categoría finales que casi doblaron los precoces.

Las variedades "Camarosa","Oso Grande", "Andana " y "Tudla" (ésta en menor medida) se presentaron como las variedades con valores más bajos de porcentajes de

Universidad de Huelva 2009

frutos de 2ª para las ambas campañas y, por lo tanto, como las más interesantes para este parámetro agronómico. El resto de variedades presentaron valores más altos. La diferente respuesta de las distintas variedades de una campaña a otra permite agruparlas. Por un lado, figuran "Andana", "Darboise" y "Oso Grande" que presentaron porcentajes más altos de 2ª en la campaña 96/97 que en la 95/96 (1,56, 1,20 y 1,10 veces más altos, respectivamente); por otro lado se sitúan "Camarosa", "Chandler", "Maraprime", "Miranda", "Nike" y "Tudla" con porcentajes más altos en la campaña 95/96, que representaron entre 1,09 y 1,23 veces los porcentajes de 2ª obtenidos en la campaña 96/97 (véase Tabla A190 del Anexo).

En cuarto lugar se analiza la interacción cubierta x variedad (Gráfico 60.-RD).

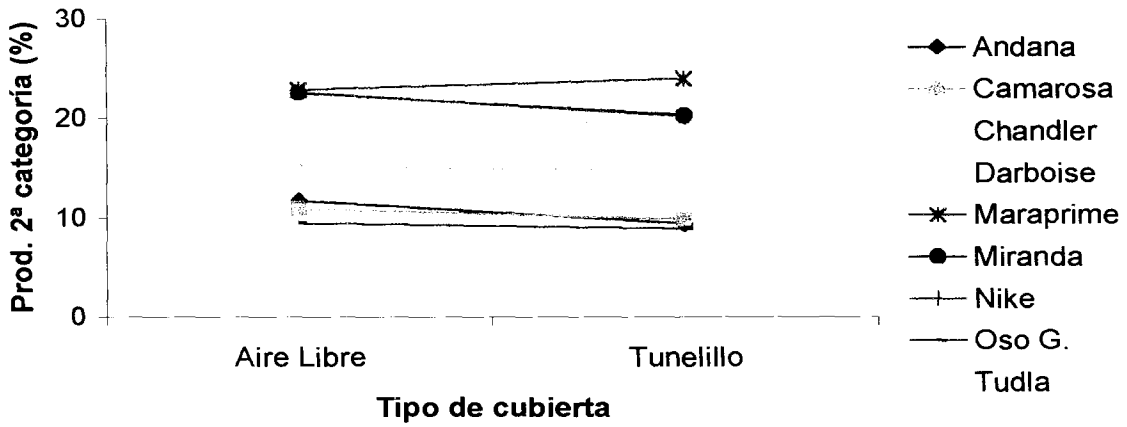


Gráfico 60.-RD. Cubierta vs. Variedad.

En el Gráfico 60.-RD se aprecia una respuesta dispar de las variedades, aún cuando para el conjunto de ellas apenas si existieron diferencias entre los porcentajes de 2ª cuando se cultivaron al aire libre o en tunelillo. Los valores para el aire libre y el tunelillo fueron 17,25% y 16,39%, respectivamente (véase Tabla A189 del Anexo); tales resultados están de acuerdo con los obtenidos Paraskevopoulou-Paroussi et al. (1991), que obtiene valores muy parecidos para aire libre y bajo cubierta, y opuestos a los reportados por López-Galarza et al. (1993). Estos resultados contrastan con lo que se obtenían para la producción precoz donde los valores para aire libre y tunelillo fueron 25,92% y 13,98% (véase Tabla A169 del Anexo), respectivamente. Las variedades "Andana", "Camarosa" y "Oso Grande" constituyeron el grupo con valores más bajos, tanto al aire libre como en tunelillo. "Tudla" con resultados igualmente interesantes agronómicamente, se situó a medio camino entre el anterior grupo de variedades y las restantes; éstas aparecieron con porcentajes más altos y por tanto de menor interés

Universidad de Huelva 2009

agronómico. Nuevamente, estos resultados crean una neta división entre variedades californianas (excepto Chandler) y españolas frente al resto de variedades de origen europeo no español.

La respuesta de las distintas variedades permite la siguiente agrupación. Por una parte figuraron "Darboise" y "Maraprime", las dos variedades francesas que presentaban porcentajes de 2ª más altos cuando se cultivaban bajo tunelillo que cuando lo eran al aire libre (este valor es de 1,05 veces más alto al aire libre para ambas variedades). Por otro lado, se puede agrupar a todas las demás variedades que mostraron porcentajes de 2ª categoría más bajos en tunelillo que al aire libre. De todas ellas, "Andana" fue la que cuantitativamente más marcó esta tendencia, siendo sus porcentajes de 2ª categoría al aire libre 1,25 veces los del tunelillo. Las demás variedades de ese grupo también mostraron porcentajes de 2ª más altos al aire libre pero éstos oscilaron entre 1,04 y 1,12 veces lo obtenido bajo tunelillo (véase Tabla A189 del Anexo).

Finalmente se analiza la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 61.-RD).

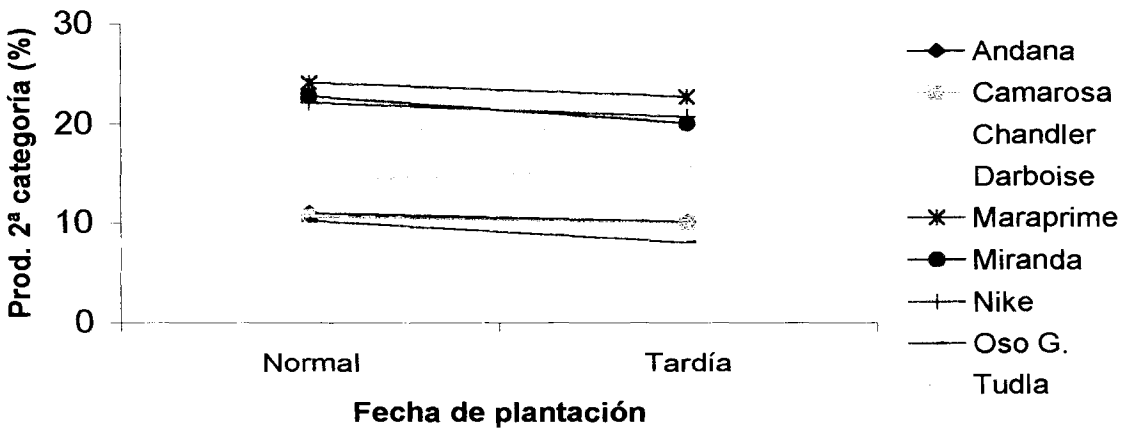


Gráfico 61.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

En el Gráfico 61.-RD, se observa una distribución de las variedades muy parecida a la del anterior Grafico 60.-RD, simplemente sustituyendo la variable aire libre por fecha de plantación normal y tunelillo por fecha de plantación tardía. En este caso los valores de porcentajes de 2ª categoría son 17,18% para la fecha normal y 16,46% para la fecha tardía (véase Tabla A188 del Anexo). Estos resultados están en la línea de lo establecido por López-Aranda et al. (1996), aún cuando estos autores

Universidad de Huelva 2009

obtuvieron diferencias mayores. La respuesta de las variedades, en lo que a valores absolutos se refiere, ha mostrado la misma agrupación que se citaba con anterioridad; a saber, las variedades californianas (menos "Chandler") y las españolas presentando porcentajes más bajos y el resto de variedades europeas no españolas y "Chandler" con porcentajes más altos.

El distinto comportamiento de las variedades, según la fecha de plantación, hace que aparezcan dos grupos de variedades: las que presentan porcentajes de frutos de 2ª categoría más altos cuando se plantan en la fecha normal y las que tienen estos valores más altos cuando se planta más tardíamente. En este segundo caso figuran "Chandler" y "Tudla"; en el primero caso se pueden incluir las otras siete variedades, de las que se puede hacer mención especial de "Oso Grande" con porcentajes de 2ª categoría en la fecha normal que suponían 1,28 veces lo que presentó en la fecha tardía (véase Tabla A188 del Anexo). Esta tendencia de "Oso Grande" ya se había observado en la producción precoz. En ese sentido, "Camarosa" y "Maraprime" cambiaron la tendencia observada en la producción precoz (% de 2ª categoría más altos en fecha de plantación tardía) presentando ahora (producción total) los porcentajes más altos en la fecha de plantación normal.

4.7.4.- Análisis GXE.

A continuación se expone el ANOVA del modelo simplificado, resultante de considerar como ambiente cada uno de las 16 combinaciones de cultivo distintas que surgen en las dos campañas de estudio (Tabla 34.-RD).

Tabla 34.-RD. ANOVA del porcentaje de 2ª categoría de la producción total para el modelo simplificado.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Ambiente (A)	15	0.25670	0.01711	9.32	0.0000	***
Repetición (B)/Ambiente (A)	32	0.05874	0.00184			
Variedad (C)	8	2.41527	0.30191	243.33	0.0000	***
A*C	120	0.45219	0.00377	3.04	0.0000	***
A*B*C	256	0.31763	0.00124			
TOTAL	431	3.50054				

Universidad de Huelva 2009

En la Tabla 34.-RD se observa como existen diferencias significativas al $1^0/_{00}$, tanto entre variedades como entre ambientes y con el mismo nivel de significación aparece la interacción entre ambos. El análisis de esta interacción se realiza con el modelo AMMI, en concreto con el modelo AMMI1, que se representa gráficamente a continuación, en el llamado "biplot" (Gráfico 62.-RD).

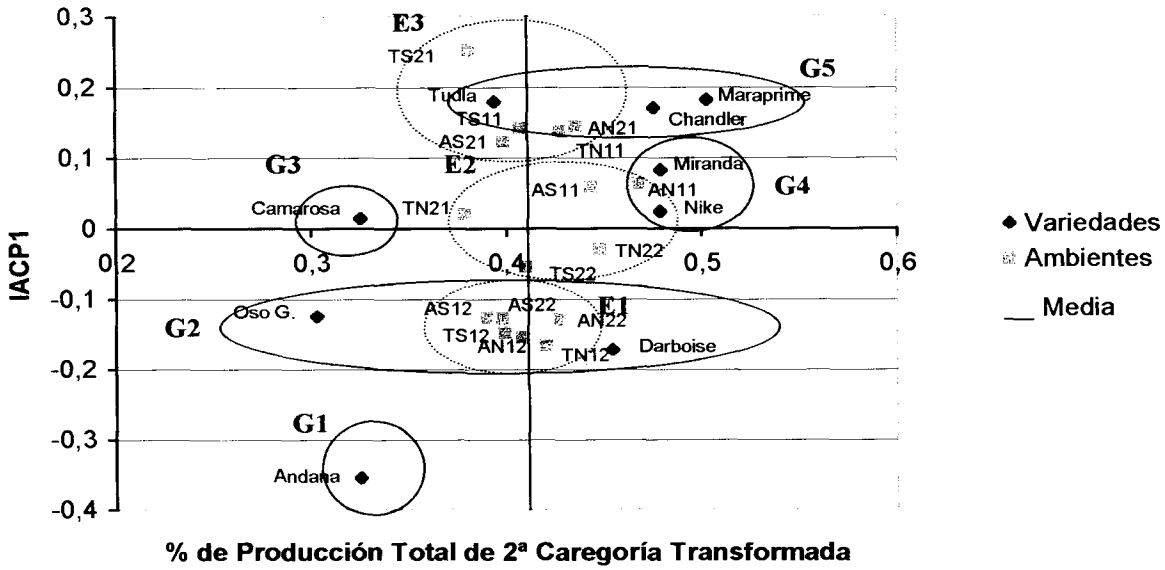


Gráfico 62.-RD. AMMI del porcentaje de 2ª categoría de la producción total.

Se pueden distinguir 5 grupos de variedades:

1) *Grupo 1* (G1): Constituido por la variedad "Andana" que presenta valores altos de signo negativo en sus coordenadas IACP1, manifestando una destacable aportación a la interacción variedad x ambiente. Los porcentajes de fruto de 2ª categoría que muestra están por debajo de la media.

2) *Grupo 2* (G2): Incluye las variedades "Oso Grande" y "Darboise". Se caracterizan por presentar valores intermedios de signo negativo en sus coordenadas IACP1 y porcentajes de 2ª categoría muy distintos; "Oso Grande" claramente por debajo de la media y "Darboise" por encima.

3) *Grupo 3* (G3): Formado por la variedad californiana "Camarosa", caracterizado por presentar un valor interactivo positivo muy próximo a cero, lo que

Universidad de Huelva 2009

indica que es una variedad muy estable; además muestra porcentajes de frutos de 2ª categoría por debajo de la media.

4) *Grupo 4* (G4): Constituido por las variedades "Miranda" y "Nike" que están caracterizadas por tener valores bajos de signo positivo en sus coordenadas IACP1, lo que indica que son variedades estables (más "Nike" que "Maraprime"). Los porcentajes de 2ª categoría están por encima de la media.

5) *Grupo 5* (G5): Incluye las variedades "Maraprime", "Chandler", y "Tudla", que muestran valores intermedios de signo positivo en sus coordenadas IACP1 y porcentajes de 2ª categoría por encima de la media, menos "Tudla" (ligeramente por debajo).

En cuanto a los ambientes se observan 3 grupos:

1) *Grupo 1* (E1): Integrado por todos los ambientes de la campaña 96/97 al aire libre y los que incluyen al tunelillo en plantación tardía: AN12, TN12, AS12, TS12, AN22 y AS22 , caracterizados por presentar valores intermedios de signo negativo en sus coordenadas IACP1 y porcentajes de 2ª próximos a la media.

2) *Grupo 2* (E2): Incluye los ambientes AN11, AS11, TN21, TN22 y TS22, que muestran valores interactivos bajos y porcentajes de 2ª relativamente cercanos a la media, con ambientes claramente por encima como AN11, otros, como TN21, por debajo y algunos al mismo nivel de la media, como TS22.

3) *Grupo 3* (E3): Constituido por los ambientes TN11, TS11, AN21, AS21 y TS21, que aparecen con valores intermedios-altos de signo positivo en sus coordenadas IACP1 y con porcentajes de 2ª próximos a la media.

La variedad "Andana", incluida en el grupo (G1), con bajos porcentajes de 2ª categoría, presenta una asociación con ambientes al aire libre y bajo tunelillo plantados tarde en condiciones propicias para el desarrollo del cultivo, como se dieron en la campaña 96/97. En las variedades del grupo (G2) se observa una buena estabilidad en los diferentes ambientes considerados dentro del grupo (E1). Por otro lado, la variedad "Camarosa", única componente del grupo (G3), presenta bajos porcentajes de 2ª y

Universidad de Huelva 2009

manifiesta una buena asociación con los tres grupos de ambientes considerados, reflejo de la alta estabilidad que presenta. De esta variedad son esperables porcentajes de 2ª categoría interesantes agronómicamente en cualquiera de los ambientes considerados. Las variedades del grupo (G4) tienen valores altos de porcentajes de 2ª y presentan una asociación con los ambientes considerados en el grupo (E2). Por último, el grupo (G5), donde se incluyen variedades con elevados porcentajes de 2ª, menos "Tudla", manifiestan una buena asociación con los ambientes del grupo (E3).

4.8.- Peso de los frutos de 1ª categoría.

4.8.1.- Campaña 95/96.

A continuación se expone el ANOVA correspondiente a la primera campaña.

Tabla 35.-RD. ANOVA del peso de los frutos de 1ª categoría de la campaña 95/96.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	54.0381	27.0190	100.51	0.0099	**
Desinfección suelo (B)	1	65.0975	65.0975	242.16	0.0041	**
A*B	2	0.53765	0.26882			
Cubierta (C)	1	4.70816	4.70816	5.91	0.1356	
A*C	2	1.59235	0.79617			
Fecha de plantación (D)	1	0.84126	0.84126	0.21	0.6947	
A*D	2	8.18481	4.09240			
B*C	1	13.4621	13.4621	11.48	0.0771	
A*B*C	2	2.34467	1.17233			
B*D	1	1.74047	1.74047	1.32	0.3695	
A*B*D	2	2.63809	1.31904			
C*D	1	0.00210	0.00210	0.00	0.9857	
A*C*D	2	10.1836	5.09182			
B*C*D	1	1.28680	1.28680	0.36	0.6110	
A*B*C*D	2	7.21549	3.60774			
Variedad (E)	8	1494.01	186.751	51.21	0.0000	***
B*E	8	13.6826	1.71032	0.47	0.8766	
C*E	8	61.4388	7.67986	2.11	0.0395	*
D*E	8	53.2135	6.65169	1.82	0.0778	
B*C*E	8	20.2381	2.52976	0.69	0.6980	
B*D*E	8	63.0106	7.87633	2.16	0.0346	*
C*D*E	8	55.1483	6.89354	1.89	0.0665	
B*C*D*E	8	17.9876	2.24846	0.62	0.7640	
A*B*C*D*E	128	466.761	3.64657			
TOTAL	215	2419.36				

En la Tabla 35.-RD puede observarse como existen diferencias significativas en los factores desinfección de suelo, al 1%, y variedad, al $1^0/_{00}$. Aparecen significativas al 5% las interacciones cubierta x variedad y desinfección de suelo x

Universidad de Huelva 2009

fecha de plantación x variedad y por tanto, no se realizará la comparación de medias. La primera de ellas se analizará gráficamente. No aparece significativa la interacción variedad x fecha de plantación, resultados que se encuentran en la misma línea de lo obtenido por López-Medina et al. (2001).

A la vista de los resultados del análisis de la varianza, se aprecia que ni la fecha de plantación, ni la cubierta, condicionan el peso de los frutos de primera categoría; estos resultados están de acuerdo con lo observado por Chandler et al. (1991), López-Aranda et al. (1996) y California Strawberry Advisory Board (1989), para la variedad "Chandler". En las Tablas A62 y A63 del Anexo, se pueden ver los resultados tan similares obtenidos, tanto para la fecha de plantación normal (19,68 gr./fruto) y para la tardía (19,80 gr./fruto), como para el cultivo al aire libre (19,59 gr./fruto) y en tunelillo (19.89 gr./fruto). Sin embargo, si lo condicionan la solarización o no del suelo y, sobre todo, la variedad cultivada.

A continuación se procede al análisis de la única interacción simple que se mostró significativa, cubierta x variedad.

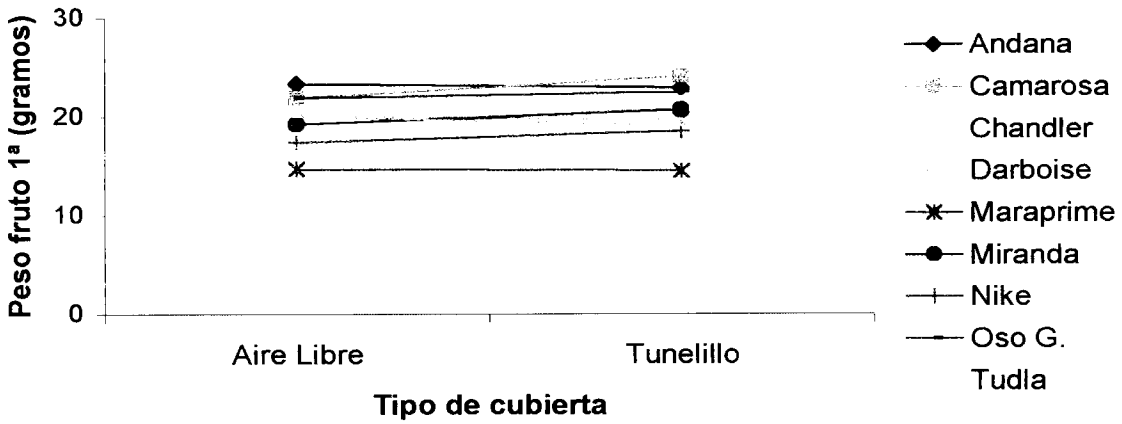


Gráfico 63.-RD. Cubierta vs. Variedad.

A la vista del Gráfico 63.-RD se observa que el peso medio de los frutos es muy similar tanto al aire libre (19,59 gr./fruto) como bajo tunelillo (19,89 gr./fruto); la diferencia supone un 1,51% a favor del tunelillo (véase Tabla A63 del Anexo). Estos resultados discrepan de lo observado por López-Galarza et al. (1993), quienes obtenían frutos más pesados al aire libre. Las variedades han presentado una respuesta dicotómica con 2 grupos diferenciados; uno de ellos formado por "Andana", "Chandler", "Darboise", "Maraprime" y "Tudla", que presentaban frutos con más peso

Universidad de Huelva 2009

al aire libre y otro grupo formado por "Camarosa", "Miranda", "Nike" y "Oso Grande" donde los frutos más pesados se obtenían bajo el tunelillo; de entre estas variedades destacó "Camarosa" que presentaba el mayor incremento porcentual de peso con un 10,17% (véase Tabla A63 del Anexo).

4.8.2.- Campaña 96/97.

En la Tabla 36.-RD se expone el ANOVA correspondiente a la campaña 96/97.

Tabla 36.-RD. ANOVA del peso de los frutos de 1ª categoría de la campaña 96/97.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	3.52308	1.76154	0.58	0.6323	
Desinfección suelo (B)	1	32.0611	32.0611	10.59	0.0829	
A*B	2	6.05719	3.02859			
Cubierta (C)	1	51.7338	51.7338	12.19	0.0731	
A*C	2	8.48627	4.24314			
Fecha de plantación (D)	1	4.03726	4.03726	0.95	0.4327	
A*D	2	8.50933	4.25466			
B*C	1	10.3569	10.3569	4.23	0.1760	
A*B*C	2	4.89572	2.44786			
B*D	1	8.29314	8.29314	2.13	0.2816	
A*B*D	2	7.77596	3.88798			
C*D	1	2.44312	2.44312	22.21	0.0422	*
A*C*D	2	0.21999	0.10999			
B*C*D	1	0.61667	0.61667	0.22	0.6872	
A*B*C*D	2	5.68465	2.84233			
Variedad (E)	8	1907.51	238.439	138.87	0.0000	***
B*E	8	10.4122	1.30152	0.76	0.6416	
C*E	8	55.9858	6.99822	4.08	0.0003	***
D*E	8	44.4577	5.55721	3.24	0.0023	**
B*C*E	8	11.3159	1.41449	0.82	0.5842	
B*D*E	8	16.3765	2.04707	1.19	0.3084	
C*D*E	8	62.6705	7.83382	4.56	0.0001	***
B*C*D*E	8	23.4227	2.92783	1.71	0.1026	
A*B*C*D*E	128	219.783	1.71705			
TOTAL	215	2506.63				

En la Tabla 36.-RD puede observarse que sólo el factor variedad presenta diferencias significativas, mientras que el resto de factores contemplados no afectan al peso de los frutos de 1ª categoría. Sin embargo, los factores cubierta y fecha de plantación presentan interacciones significativas, como se detalla a continuación. No es éste el caso del factor desinfección de suelo que, además de no presentar diferencias significativas, tampoco aparece en interacciones significativas. En suelo sin solarizar el peso medio fue 20.05 gr./fruto y en el solarizado 20,82 gr./fruto (véase Tabla A115 del Anexo). Estos resultados confirman las observaciones de Chandler et al. (1991), López-Aranda et al. (1996) y lo citado para la variedad "Chandler" por California Strawberry

Universidad de Huelva 2009

Advisory Board (1989), todos esos autores ponían de manifiesto que la solarización no afecta al peso del fruto. Por otro lado, otros autores como Prinzivalli et al. (2001) y Arcuti et al. (2001) obtienen mayor peso de fruto en suelo solarizado con respecto a parcelas sin solarizar.

El factor variedad se muestra dependiente ya que son significativas las interacciones simples cubierta x variedad ($1^0/_{00}$) y fecha de plantación x variedad (1%); para esta última interacción se obtienen resultados diferentes a los que citan López-Medina et al. (2001) quienes no encuentran esta interacción significativa. También la doble interacción cubierta x fecha de plantación x variedad ($1^0/_{00}$) es significativa; en consecuencia no se procederá a realizar la comparación de medias. Además aparece significativa al 5% la interacción cubierta x fecha de plantación, aún cuando esta interacción es manifiestamente débil. A continuación se analizan gráficamente las tres interacciones simples comenzando por cubierta x variedad (Gráfico 64.-RD).

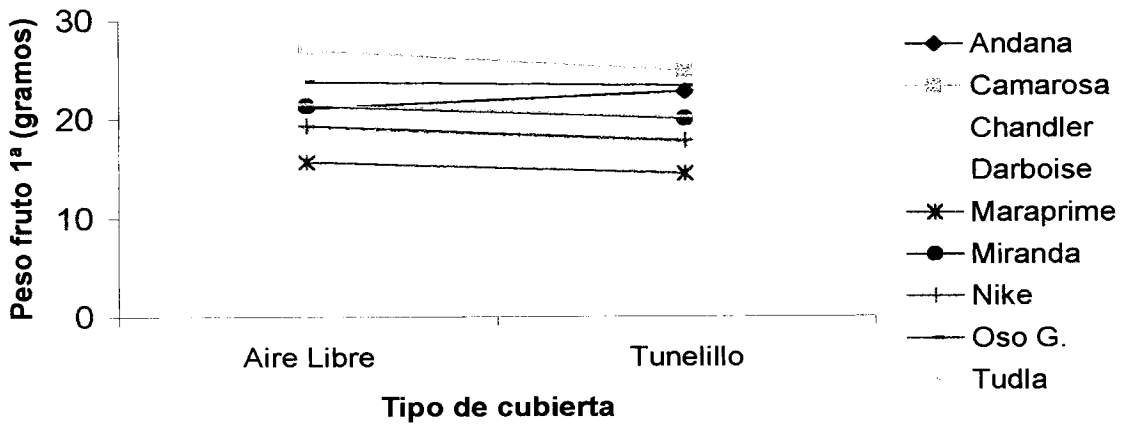


Gráfico 64.-RD. Cubierta vs. Variedad.

En el Gráfico 64.-RD se observa que la variedad "Camarosa" presentó los frutos de mayor peso, tanto al aire libre como bajo tunelillo. Todas las variedades (menos "Andana") tenían frutos más pesados al aire libre con un valor medio de 20,93 gr./fruto, en consonancia con lo citado por López-Galarza et al. (1993); bajo tunelillo este valor es de 19,95 gr./fruto, esos 0,98 gramos de diferencia suponen un 4,91% de incremento (véase Tabla A117 del anexo).

Las variedades "Camarosa", "Chandler", "Darboise", "Maraprime", "Miranda", "Nike" y "Tudla" mostraron incrementos en el peso de los frutos al aire libre entre un 5,57% y un 8,65% y "Oso Grande" sólo de un 2,08%. La variedad "Andana" evidenció

Universidad de Huelva 2009

una respuesta contraria al resto, ya que sus frutos pesaron un 7,88% más cuando crecían en tunelillo (véase Tabla A117 del Anexo); siendo ésta la única variedad que presentó una respuesta positiva al cultivo bajo plástico.

A continuación se analiza la interacción, fecha de plantación x variedad (Gráfico 65.-RD).

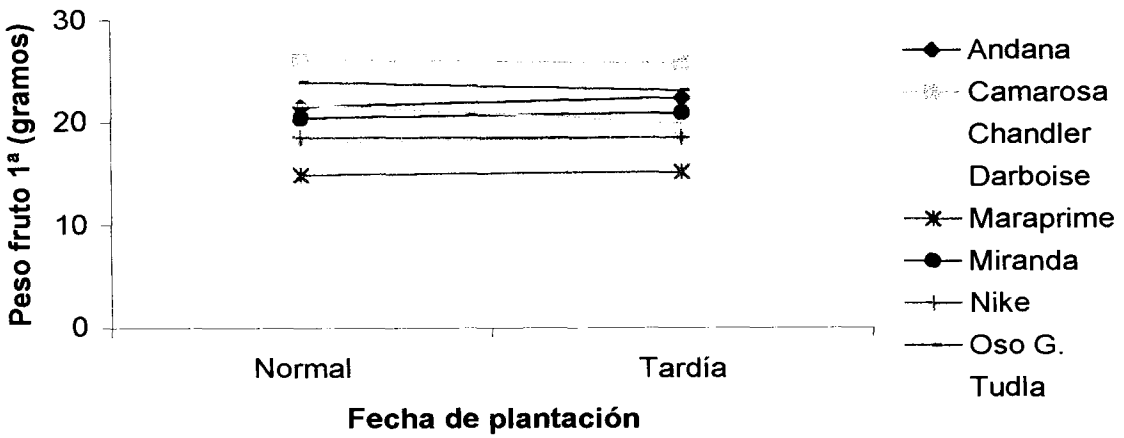


Gráfico 65.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

En el Gráfico 65.-RD puede observarse que dos variedades aparecen destacadas; por un lado "Camarosa", con los frutos de mayor peso, tanto para la fecha de plantación normal como para la fecha de plantación tardía, observación acorde con lo observado por López-Aranda et al. (1996, 1997); por otro lado "Maraprime", con valores claramente más bajos que el resto de las variedades, para ambas fechas de plantación. Analizando la respuesta de las variedades para cada fecha de plantación, aparece una diferencia de 0,27 gramos (1,35%) a favor de la fecha normal (20,57 gr./fruto para la primera fecha y 20,30 gr./fruto para la segunda) (véase Tabla A116 del Anexo). Esta mínima diferencia está en línea con lo afirmado por Chandler et al. (1991), López-Aranda et al. (1996) y lo citado para la variedad "Chandler" por California Strawberry Advisory Board (1989). Pero la respuesta del conjunto de las variedades sigue dos vías opuestas; de una parte "Camarosa", "Nike", "Oso Grande", "Chandler" y "Tudla" presentaron frutos de más peso en la fecha de plantación normal, siendo el incremento de peso en las tres primeras variedades entre un 0,53% y un 3,82% y en las dos últimas entre un 8,39% y un 9,04%; de otra parte "Andana", "Darboise", "Maraprime" y "Miranda" mostraron un mayor peso de los frutos cuando se plantaban más tarde; el incremento de peso osciló entre un 2,11% y un 3,78% (véase Tabla A116 del Anexo).

Universidad de Huelva 2009

Puede observarse que las variedades mayoritariamente cultivadas en Huelva, han producido frutos de mayor peso cuando fueron plantadas en la fecha normal, mientras todas las europeas, menos la variedad "Nike", han mostrado en la fecha de plantación tardía los frutos de mayor peso.

Finalmente se analiza la interacción cubierta x fecha de plantación (Gráfico 66.-RD).

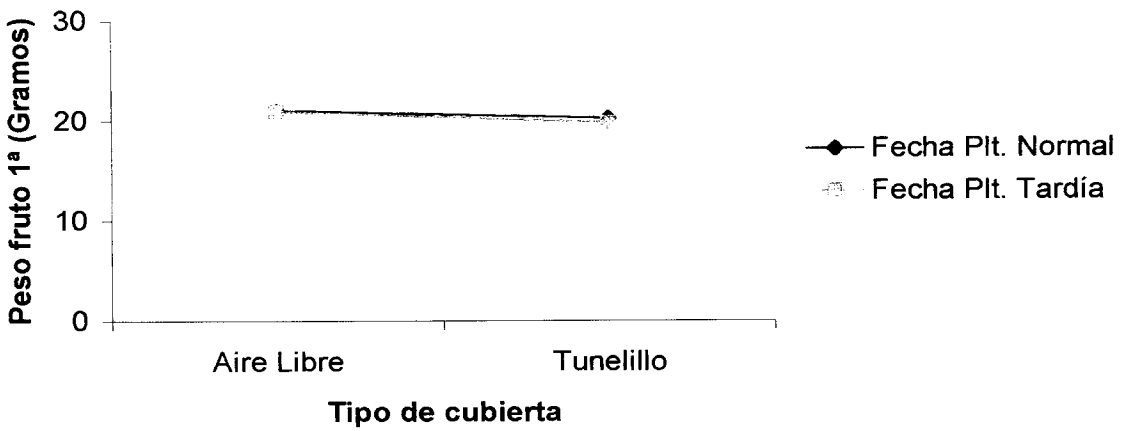


Gráfico 66.-RD. Cubierta vs. Fecha de plantación.

En el Gráfico 66.-RD se observa claramente que los peso de los frutos son muy similares en las dos fechas de plantación. Sin embargo, al comparar los valores medios de ambas fechas en cada tipo de cubierta, se aprecia que los frutos son más pesados, en un 4,91%, cuando se cultiva al aire libre (20,93 gr./fruto) que bajo tunelillo (19,95 gr./fruto) (véase Tabla A120 del Anexo). Al comparar los valores medios de ambos tipos de cubierta para cada fecha de plantación, se observa que los frutos tenían más peso, un 1,34%, en la fecha de plantación normal (20,57 gr./fruto) que en la tardía (20,30 gr./fruto) (véase Tabla A120 del Anexo). Para cada fecha de plantación al aire libre se obtienen prácticamente los mismos resultados (20,96 y 20,90 gr./fruto para fecha normal y tardía, respectivamente); mientras que cuando las plantas crecían bajo tunelillo, la fecha de plantación normal produjo frutos con un 2,47% de mayor peso (diferencia porcentual entre los 20,19 y 19,70 gr./fruto de fecha normal y tardía, respectivamente). Para cada tipo de cubierta, en la fecha normal y en la tardía, siempre se obtenían los frutos de mayor peso al aire libre, con incrementos del 3,79% y del 6,05%, respectivamente para la primera (normal) y segunda fecha (tardía) de plantación (véase Tabla A120 del Anexo).

Universidad de Huelva 2009

4.8.3.- Análisis combinado.

A continuación en la Tabla 37.-RD se muestra el ANOVA de las dos campañas.

Tabla 37.-RD. ANOVA del peso de los frutos de 1ª categoría de las dos campañas.

F.d.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	P	
Campaña (A)	1	52.1443	52.1443	3.62	0.1297	
Repetición (B)/Camp.(A)	4	57.5611	14.3903			
Desinfección suelo (C)	1	94.2641	94.2641	57.17	0.0016	**
A*C	1	2.89453	2.89453	1.76	0.2558	
A*B*C	4	6.59484	1.64871			
Cubierta (D)	1	12.6142	12.6142	5.01	0.0889	
A*D	1	43.8277	43.8277	17.39	0.0140	*
A*B*D	4	10.0786	2.51965			
Fecha de plantación (E)	1	0.59633	0.59633	0.14	0.7246	
A*E	1	4.28219	4.28219	1.03	0.3684	
A*B*E	4	16.6941	4.17353			
C*D	1	0.10164	0.10164	0.06	0.8243	
A*C*D	1	23.7173	23.7173	13.10	0.0224	*
A*B*C*D	4	7.24039	1.81010			
C*E	1	8.81601	8.81601	3.39	0.1396	
A*C*E	1	1.21760	1.21760	0.47	0.5316	
A*B*C*E	4	10.4140	2.60351			
D*E	1	1.15104	1.15104	0.41	0.5342	
A*D*E	1	1.29418	1.29418	0.50	0.5195	
A*B*D*E	4	10.4036	2.60091			
C*D*E	1	1.84254	1.84254	0.57	0.4918	
A*C*D*E	1	0.06093	0.06093	0.02	0.8973	
A*B*C*D*E	4	12.9001	3.22504			
Variedad (F)	8	3211.10	401.387	149.67	0.0000	***
A*F	8	190.416	23.8021	8.88	0.0000	***
C*F	8	22.0723	2.75904	1.03	0.4149	
D*F	8	35.2071	4.40088	1.64	0.1128	
E*F	8	72.0223	9.00279	3.36	0.0012	**
A*C*F	8	2.02242	0.25280	0.09	0.9990	
A*D*F	8	82.2176	10.2772	3.83	0.0003	***
A*E*F	8	25.6489	3.20611	1.20	0.3015	
C*D*F	8	9.71829	1.21479	0.45	0.8884	
C*E*F	8	56.9123	7.11404	2.65	0.0083	**
D*E*F	8	76.9174	9.61468	3.59	0.0006	***
A*C*D*F	8	21.8357	2.72947	1.02	0.4232	
A*C*E*F	8	22.4748	2.80936	1.05	0.4009	
A*D*E*F	8	40.9014	5.11268	1.91	0.0590	
C*D*E*F	8	29.4131	3.67663	1.37	0.2087	
A*C*D*E*F	8	11.9973	1.49966	0.56	0.8120	
A*B*C*D*E*F	256	686.544	2.68181			
TOTAL	431	4978.13				

En la Tabla 37.-RD se observa que hay diferencias significativas en los factores desinfección de suelo y variedad, al 1% y al $1^0/_{00}$, respectivamente. También aparecen significativas las interacciones simples campaña x cubierta, al 5%, campaña x variedad, al $1^0/_{00}$, y fecha de plantación x variedad, al 1%; para esta última interacción se obtienen resultados diferentes a los que citan López-Medina et al. (2001) quienes no encuentran

Universidad de Huelva 2009

esta interacción significativa. En el caso de esta última interacción, los resultados obtenidos para cada campaña coinciden con los de Human (1993), el cual puso de manifiesto una interacción no significativa en la primera campaña de estudio e interacción significativa en la segunda. También son significativas las interacciones dobles campaña x desinfección de suelo x cubierta, al 5%, campaña x cubierta x variedad y cubierta x fecha de plantación x variedad al $1^0/_{00}$ y finalmente desinfección de suelo x fecha de plantación x variedad al 1%. Al ser significativas las anteriores interacciones, donde participan los factores desinfección de suelo y variedad, no es posible realizar la comparación de medias. Las interacciones simples se analizarán a continuación gráficamente. Del análisis de la varianza de la tabla 38.-RD puede deducirse que los factores fecha de plantación y cubierta no influyen en el peso de los frutos y sí lo hace, además del factor variedad, el factor desinfección de suelo. Esta información permite afirmar la importancia de la solarización del suelo en el peso de los frutos de fresa. En suelo solarizado el peso medio era de 20,56 gr./fruto y en suelo sin solarizar de 19,62 gr./fruto (véase Tabla A202 del Anexo); estos resultados están en la línea de lo obtenido por Prinzivalli et al. (2001) y Arcuti et al. (2001): mayor peso de fruto en suelo solarizado con respecto a parcelas sin solarizar.

.

A continuación se analiza la primera interacción campaña x cubierta (Gráfico 67.-RD).

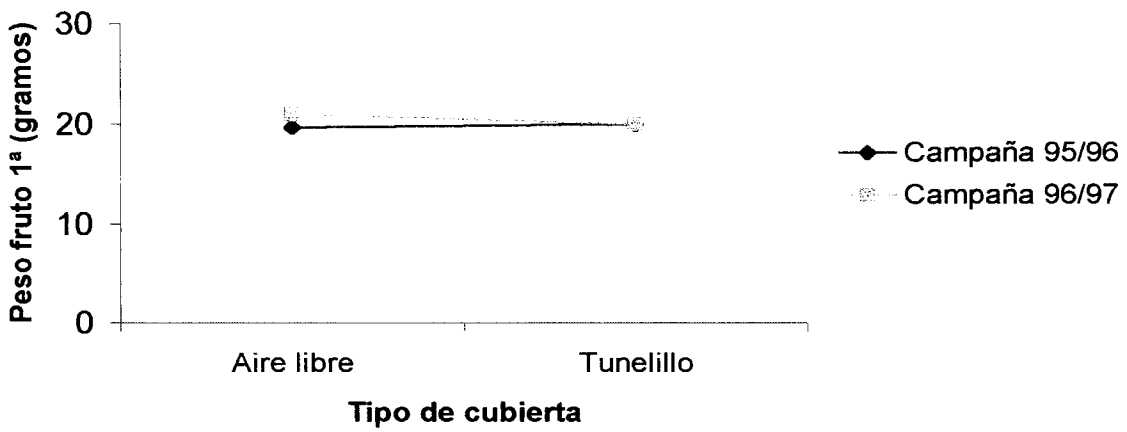


Gráfico 67.-RD. Campaña vs. Cubierta.

A la vista del Gráfico 67.-RD puede apreciarse que el peso medio de los frutos era ligeramente superior en la campaña 96/97. Para esa campaña el peso medio fue de 20,44 gr./fruto frente a 19,74 gr./fruto en la campaña 95/96 (véase Tabla A205 del Anexo). También puede observarse que al aire libre los frutos eran un 1,71% más

Universidad de Huelva 2009

pesados. Al comparar los valores de las dos campañas en cada tipo de cubierta, se observa, que los frutos pesaron un 6,84% más cuando se cultivaban al aire libre en la campaña 96/97 y que bajo tunelillo, prácticamente, pesaban lo mismo (19,89 y 19,95 gr./fruto para las campañas 95/96 y 96/97, respectivamente). Analizando los valores obtenidos para cada tipo de cubierta en cada campaña, se observa, que la 95/96 presentaba pesos de frutos muy similares (19,59 y 19,89 gr./fruto) para aire libre y tunelillo, mientras que la 96/97 mostró frutos un 4,91% más pesados al aire libre (véase Tabla A206 del Anexo).

A continuación se analiza la interacción campaña x variedad (Gráfico 68.-RD).

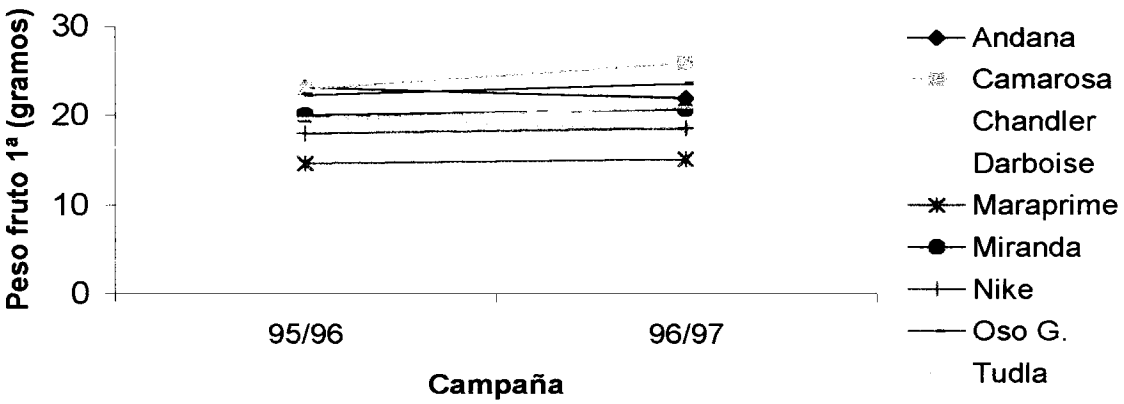


Gráfico 68.-RD. Campaña vs. Variedad.

En el Gráfico 68.-RD se aprecia una tendencia a un mayor peso medio de fruto en la campaña 96/97. El peso medio de la campaña 95/96 fue de 19,74 gr./fruto y el de la campaña 96/97 de 20,44 gr./fruto; lo que suponía un 3,52% de mayor peso en los frutos de la campaña 96/97 (véase Tabla A200 del Anexo). Del conjunto de variedades ensayadas, dos de ellas, "Andana" y "Darboise", presentaron una respuesta distinta a la del resto, siendo sus frutos más pesados en la campaña 95/96, con incrementos de peso del 5,5% para "Andana" y del 8,77% para "Darboise". Las restantes variedades, aún cuando todas produjeron frutos más pesados en la segunda campaña, pueden agruparse en dos grupos diferenciados. En el primero de ellos, con mayores incrementos de peso, figuran todas las variedades mayoritariamente cultivadas en la zona de Huelva en las últimas campañas: "Camarosa" con un 12,58%, Chandler" con un 10,83%, "Tudla" con un 6,34% y "Oso Grande" con un 5,78%. El segundo grupo lo integran tres variedades europeas no cultivadas en Huelva: "Maraprime", "Miranda" y "Nike", con incrementos de peso entre un 3,15% y un 3,43% (véase Tabla A200 del Anexo). Los datos de esta

Universidad de Huelva 2009

interacción muestran, que las variedades mejor adaptadas presentan mayores incrementos porcentuales en el peso medio de los frutos, cuando se pasa de condiciones adversas de producción (campaña 95/96) a buenas condiciones (campaña 96/97).

Finalmente se analiza la interacción fecha de plantación x variedad (Gráfico 69.-RD).

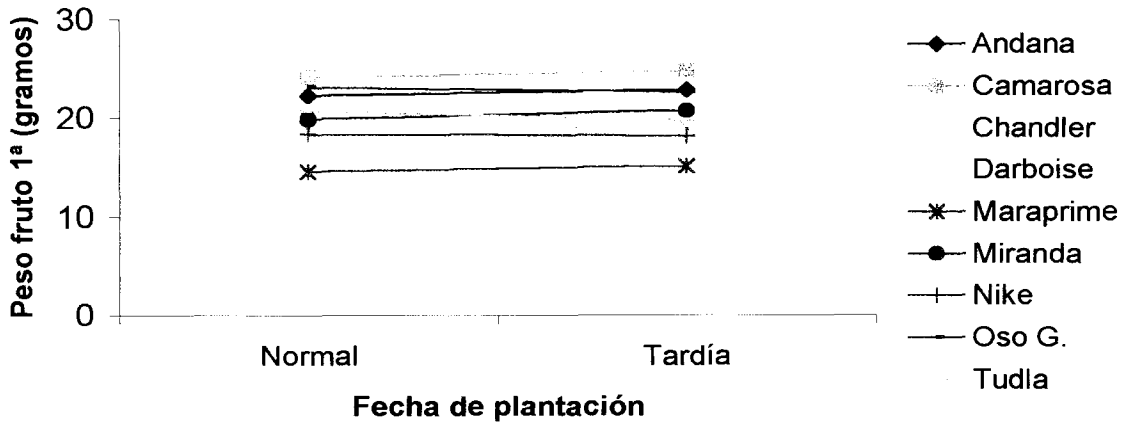


Gráfico 69.-RD. Fecha de plantación vs. Variedad.

En el Gráfico 69.-RD se observa en primer lugar dos variedades destacadas; por una parte "Camarosa" mostrando los valores más altos de peso de fruto en ambas fechas de plantación, tendencia acorde con lo citado por López-Aranda et al. (1996, 1997); por otra parte "Maraprime", con los frutos menos pesados en las mismas fechas de plantación. El peso medio de los frutos para las dos fechas de plantación es prácticamente el mismo (20,13 gr./fruto para la fecha de plantación de Octubre y 20,05 gr./fruto para la de Noviembre (véase Tabla A198 del Anexo), tendencia igualmente acorde con lo afirmado por Chandler et al. (1991), López-Aranda et al. (1996) y lo citado para la variedad "Chandler" por California Strawberry Advisory Board (1989), pero discrepante con las observaciones de López-Aranda et al. (1997) y Maroto et al. (1996, 1997) quienes obtuvieron en sus ensayos mayores pesos de frutos en fechas de plantación más tardías.

A pesar de esta igualdad de pesos medios para las dos fechas de plantación, existen respuestas individualizadas de las variedades ensayadas, que pueden agruparse así: De una parte "Chandler", "Oso Grande" y "Tudla" obtenían los frutos de mayor peso en la fecha de plantación normal, con incrementos del 9,75%, 2,34% y 4,83%, respectivamente. De otra parte "Darboise" y "Nike" mostraron pesos de frutos muy

Universidad de Huelva 2009

similares para las dos fechas de plantación. Por último, "Andana", "Camarosa", "Maraprime" y "Miranda" obtuvieron frutos de mayor peso en la fecha de plantación tardía, con incrementos del 2,68%, 2,59%, 4,11% y 4,13%, respectivamente (véase Tabla A198 del Anexo).

4.8.4.- Análisis GXE.

A continuación se expone el ANOVA del modelo simplificado, resultante de considerar como ambiente cada uno de las 16 combinaciones de cultivo distintas que surgen en las dos campañas de estudio (Tabla 38.- RD).

Tabla 38.-RD. ANOVA del peso de los frutos de 1ª categoría para el modelo simplificado.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Ambiente (A)	15	248.825	16.5883	4.02	0.0005	***
Repetición (B)/Ambiente (A)	32	131.887	4.12147			
Variedad (C)	8	3211.10	5.83148	149.67	0.0000	***
A*C	120	699.777	5.83148	2.17	0.0000	***
A*B*C	256	686.544	2.68181			
TOTAL	431	4978.13				

En la Tabla 38.-RD se observa la existencia de diferencias significativas al $1^0/_{00}$, tanto entre variedades como entre ambientes, apareciendo con el mismo nivel de significación la interacción entre ambos factores. El análisis de esta interacción se realiza con el modelo AMMI, en concreto con el modelo AMMI1, que se representa gráficamente a continuación, en el llamado "biplot" (Gráfico 70.-RD).

Universidad de Huelva 2009

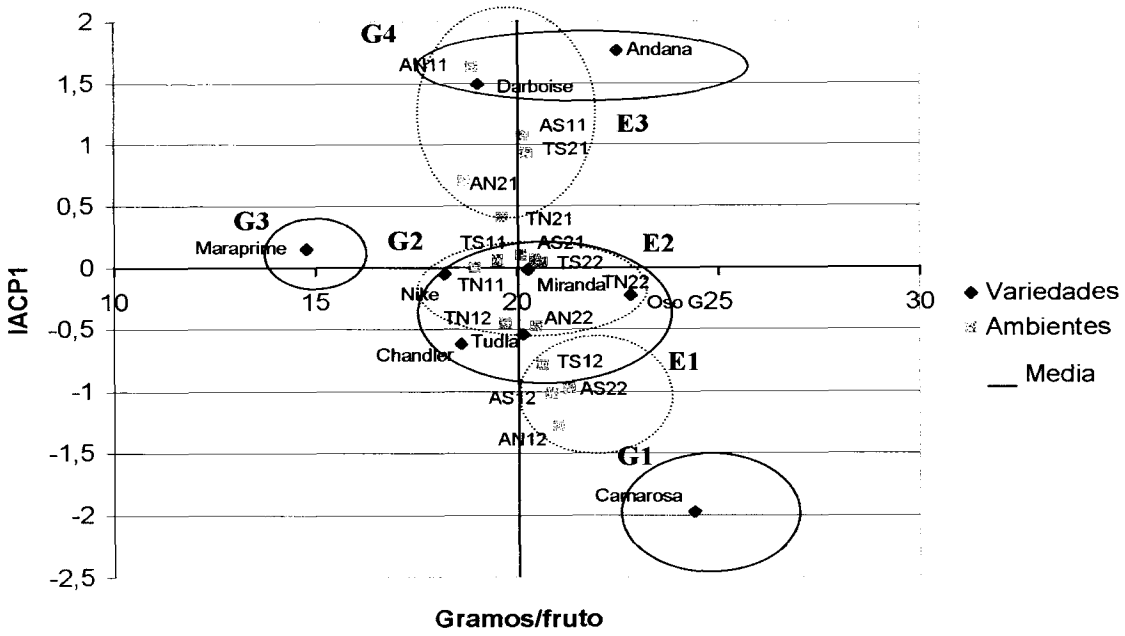


Gráfico 70.-RD. AMMI del peso de los frutos de 1ª categoría.

Se pueden distinguir 4 grupo de variedades:

1) *Grupo 1* (G1): Constituido por la variedad "Camarosa" caracterizada por una alta interacción negativa y un peso de fruto claramente por encima de la media.

2) *Grupo 2* (G2): Incluye las variedades "Chandler", "Tudla", "Oso Grande", "Nike" y "Miranda", que muestran valores bajos de signo negativo en sus coordenadas IACP1, que en el caso de"Nike" y "Miranda" son prácticamente cero, lo que pone de manifiesto su alta estabilidad. De las cinco variedades, sólo "Nike" y "Chandler" presentan pesos de fruto por debajo de la media.

3) *Grupo 3* (G3): Constituido por la variedad "Maraprime", caracterizada por presentar valores positivos cercanos a cero en sus coordenadas IACP1 y por mostrar pesos de frutos muy por debajo de la media. Esta variedad se muestra muy estable para la variable considerada.

4) *Grupo 4* (G4): Incluye a las variedades "Darboise" y "Andana". Tienen altos valores de signo positivo en sus coordenadas IACP1, mostrando un importante papel en la interacción variedad x ambiente. "Andana" presenta pesos de frutos claramente por encima de la media mientras que "Darboise" los tiene por debajo.

Universidad de Huelva 2009

En lo referente a los ambientes se observan 3 grupos:

1) *Grupo 1* (E1): Integrado por todos los ambientes solarizados de la campaña 96/97, menos bajo tunelillo; y por el no solarizado, al aire libre de plantación normal: AN12, AS12, TS12 y AS22, que presentan valores intermedios de signo negativo en sus coordenadas IACP1 y pesos medios de fruto por encima de la media.

2) *Grupo 2* (E2): Incluye a los ambientes TN11, TS11, AS21, TN12, AN22, TN22, y TS22 caracterizados por presentar valores de signo positivo muy próximos a cero en sus coordenadas IACP1 y pesos medios de fruto muy cercanos a la media.

3) *Grupo3* (E3): Constituido por todos los ambientes al aire libre de la campaña 95/96, menos el solarizado en plantación tardía; y por los que incluyen al tunelillo en plantación tardía: AN11, AS11, AN21, TN21 y TS21. Presentan valores intermedios-altos de signo positivo en sus coordenadas IACP1 y pesos medios de fruto próximos a la media.

Para la variedad del grupo (G1), "Camarosa", que presenta los frutos de más peso, se observa una asociación con los ambientes del grupo (E1), mayoritariamente de suelo solarizado y al aire libre de la campaña 96/97 (de condiciones más favorables para la producción), donde crecieron los frutos más pesados. En las variedades del grupo (G2) se observa una buena estabilidad en todos los ambientes considerados en el grupo (E2), los cuales manifiestan también una importante estabilidad. La variedad, "Maraprime", incluida dentro del grupo (G3), presenta los frutos menos pesados de todas las variedades estudiadas, y además, pone de manifiesto una elevada estabilidad para los tres grupos ambientes considerados. De esta variedad son esperables frutos pequeños en cualquiera de los ambientes considerados, carácter agronómicamente poco interesante para las condiciones de Huelva. Finalmente las variedades del grupo (G4) presentan una asociación con los ambientes del grupo (E3).

Universidad de Huelva 2009

4.9.- Dureza de los frutos.

4.9.1.- Campaña 95/96.

En la Tabla 39.-RD se expone el ANOVA correspondiente a la primera campaña. Puede observarse que hay diferencias significativas en los factores cubierta, fecha de plantación y variedad al 1%, 5% y $1^0/_{00}$, respectivamente. Los tres factores son independientes en tanto que las interacciones en las que intervienen no aparecen significativas, por lo que se procederá a realizar la comparación de medias. El factor desinfección de suelo no presenta diferencias significativas, ello evidencia el nulo efecto que la solarización tiene sobre la dureza de los frutos, como se puede observar en la Tabla A67 del Anexo, donde el suelo sin solarizar presenta una dureza de 349,43 gr. y el solarizado de 344,22 gr. (gramos de presión con penetrómetro).

Tabla 39.-RD. ANOVA de la dureza de los frutos de la campaña 95/96.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	3152.74	1576.37	0.33	0.7507	
Desinfección suelo (B)	1	1411.09	1411.09	0.30	0.6403	
A*B	2	9495.04	4747.52			
Cubierta (C)	1	37769.3	37769.3	287.54	0.0035	**
A*C	2	262.707	131.354			
Fecha de plantación (D)	1	984.961	984.961	23.01	0.0408	*
A*D	2	85.6048	42.8024			
B*C	1	4314.95	4314.95	1.14	0.3970	
A*B*C	2	7552.36	3776.18			
B*D	1	235.244	235.244	1.73	0.3193	
A*B*D	2	272.455	136.228			
C*D	1	5.80712	5.80712	0.02	0.9070	
A*C*D	2	665.723	332.862			
B*C*D	1	173.792	173.792	0.26	0.6629	
A*B*C*D	2	1355.51	677.756			
Variedad (E)	8	438449	54806.1	49.22	0.0000	***
B*E	8	15067.7	1883.46	1.69	0.1059	
C*E	8	4053.89	506.736	0.46	0.8858	
D*E	8	5886.47	735.809	0.66	0.7265	
B*C*E	8	7717.83	964.728	0.87	0.5478	
B*D*E	8	2987.29	373.411	0.34	0.9503	
C*D*E	8	5420.63	677.579	0.61	0.7708	
B*C*D*E	8	5468.10	683.512	0.61	0.7664	
A*B*C*D*E	128	142540	1113.60			
TOTAL	215	695328				

En primer lugar se realiza la comparación de medias para el factor cubierta.

Universidad de Huelva 2009

Tabla 40.-RD. Comparación de medias de la dureza de los frutos (gr.) para la cubierta.

Cubierta	$\bar{X}$	Grupos homogéneos
Aire Libre	360.00	a
Tunelillo	333.56	b

Las plantas que han crecido al aire libre han producido frutos más duros (firmes), necesitándose 26,44 gramos más de presión para romper la pared del fruto (véase Tabla 40.-RD). El aumento de temperaturas obtenido bajo el tunelillo provoca una pérdida de consistencia en la pared del fruto.

En segundo lugar se realiza la comparación de medias para el factor fecha de plantación (Tabla 41.-RD).

Tabla 41.-RD. Comparación de medias de la dureza de los frutos (gr.) para la fecha de plantación.

Fecha de plantación	$\bar{X}$	Grupos homogéneos
Normal	348.92	a
Tardía	344.65	b

Las plantas de la fecha de plantación más temprana produjeron frutos más duros; necesitándose 4,27 gr. de presión más para romper la pared del fruto (véase Tabla 41.-RD). Estos resultados son contradictorios con los obtenidos por López-Aranda et al. (1997), quienes no apreciaban influencia de la fecha de plantación en la dureza de los frutos. Sin embargo, nuestros resultados estadísticamente más afinados han permitido poner de manifiesto diferencias significativas que por otros métodos hubiesen sido prácticamente indetectables.

Finalmente se realiza la comparación de medias para el factor variedad.

Universidad de Huelva 2009

Tabla 42.-RD. Comparación de medias de la dureza de los frutos (gr) para las variedades.

Variedad	$\bar{X}$	Grupos homogéneos
Camarosa	415.28	a
Andana	404.58	ab
Oso Grande	372.88	bc
Miranda	364.29	c
Chandler	350.53	cd
Nike	324.67	de
Tudla	323.26	de
Maraprime	286.06	ef
Darboise	279.65	f

En la Tabla 42.-RD se observa la existencia de 6 grupos diferenciados, dentro de los cuales no existen diferencias entre las medias. La variedad "Camarosa" aparece como la de frutos más duros (firmes) de todas, seguida por "Andana". En el lugar opuesto "Darboise" y "Maraprime" aparecen como las más blandas. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos López-Aranda et al. (1996, 1997).

4.9.2.- Campaña 96/97.

En la Tabla 43.-RD se expone el ANOVA correspondiente a la campaña 96/97 y en ella se pueden observar diferencias significativas entre los factores desinfección de suelo (al 5%), cubierta (al 5%) y variedad (al $1^0/_{00}$). Sólo el factor fecha de plantación no aparece con diferencias significativas, resultado coincidente con lo establecido por López-Aranda et al. (1997). Los resultados medios fueron 172,94 gr. para la fecha normal y 168,42 para la tardía (véase Tabla A122 del Anexo). También aparece significativa al 5% la doble interacción cubierta x fecha de plantación x variedad. El factor desinfección de suelo aparece independiente mientras que los otros dos (cubierta y variedad) aparecen dependientes, por tanto se realizará la comparación de medias con el primero de ellos.

Universidad de Huelva 2009

Tabla 43.-RD. ANOVA de la dureza de los frutos de la campaña 96/97.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Repetición (A)	2	4627.03	2313.51	64.18	0.0153	*
Desinfección suelo (B)	1	1791.61	1791.61	49.70	0.0195	*
A*B	2	72.0992	36.0496			
Cubierta (C)	1	7889.41	7889.41	93.19	0.0106	*
A*C	2	169.323	84.6615			
Fecha de plantación (D)	1	1102.14	1102.14	0.95	0.4329	
A*D	2	2324.72	1162.36			
B*C	1	359.729	359.729	3.02	0.2242	
A*B*C	2	238.001	119.001			
B*D	1	86.7878	86.7878	0.54	0.5395	
A*B*D	2	322.428	161.214			
C*D	1	31.8295	31.8295	1.60	0.3332	
A*C*D	2	39.7690	19.8845			
B*C*D	1	7.87760	7.87760	0.03	0.8793	
A*B*C*D	2	532.478	266.239			
Variedad (E)	8	179385	22423.1	243.49	0.0000	***
B*E	8	610.971	76.3714	0.83	0.5795	
C*E	8	486.482	60.8102	0.66	0.7269	
D*E	8	632.071	79.0088	0.86	0.5549	
B*C*E	8	334.930	41.8662	0.45	0.8860	
B*D*E	8	1037.86	129.732	1.41	0.1981	
C*D*E	8	1730.14	216.268	2.35	0.0217	*
B*C*D*E	8	636.753	79.5941	0.86	0.5495	
A*B*C*D*E	128	11787.8	92.0919			
TOTAL	215	216237				

Tabla 44.-RD. Comparación de medias de la dureza de los frutos (gr.) para la desinfección de suelo.

Desinfección suelo	$\bar{x}$	Grupos homogéneos
No solarizado	173.56	a
Solarizado	167.80	b

Las plantas cultivadas en suelo no solarizado producen frutos más duros, necesitándose 5,76 gr. más de presión para romper la pared del fruto (véase Tabla 44.-RD). Aunque los trabajos de Chen y Katan (1980) y Stapleton et al. (1983) no relacionaron el mayor contenido de nutrientes en suelo solarizado con el incremento observado en el desarrollo de las plantas, esta ligera diferencia de dureza (firmeza) de frutos frente al suelo sin solarizar podría deberse al mayor vigor de las plantas en el suelo solarizado. Dicho vigor produce en el fruto una menor consistencia (firmeza) (Branzanti, 1985).

Universidad de Huelva 2009

4.9.3.- Análisis combinado.

A continuación en la Tabla 45.-RD se muestra el ANOVA de las dos campañas.

Tabla 45.-RD. ANOVA de la dureza de los frutos de las dos campañas.

F.d.V.	g.l	S.C.	C.M.	F	P	
Campaña (A)	1	3349369	3349369	1722.09	0.0000	***
Repetición (B)/Camp.(A)	4	7779.77	1944.94			
Desinfección suelo (C)	1	3191.36	3191.36	1.33	0.3123	
A*C	1	11.3426	11.3426	0.00	0.9484	
A*B*C	4	9567.14	2391.79			
Cubierta (D)	1	40091.4	40091.4	371.19	0.0000	***
A*D	1	5567.32	5567.32	51.55	0.0020	**
A*B*D	4	432.030	108.008			
Fecha de plantación (E)	1	2085.46	2085.46	3.46	0.1363	
A*E	1	1.64609	1.64609	0.00	0.9608	
A*B*E	4	2410.33	602.582			
C*D	1	3583.22	3583.22	1.84	0.2465	
A*C*D	1	1091.46	1091.46	0.56	0.4957	
A*B*C*D	4	7790.36	1947.59			
C*E	1	303.902	303.902	2.04	0.2261	
A*C*E	1	18.1302	18.1302	0.12	0.7446	
A*B*C*E	4	594.883	148.721			
D*E	1	5.22281	5.22281	0.03	0.8717	
A*D*E	1	32.4138	32.4138	0.18	0.6902	
A*B*D*E	4	705.492	176.373			
C*D*E	1	127.836	127.836	0.27	0.6302	
A*C*D*E	1	53.8339	53.8339	0.11	0.7526	
A*B*C*D*E	4	1887.99	471.998			
Variedad (F)	8	571678	71459.7	118.54	0.0000	***
A*F	8	46156.0	5769.50	9.57	0.0000	***
C*F	8	9003.28	1125.41	1.87	0.0652	
D*F	8	2249.31	281.164	0.47	0.8797	
E*F	8	2744.42	343.052	0.57	0.8041	
A*C*F	8	6675.35	834.419	1.38	0.2028	
A*D*F	8	2291.06	286.383	0.48	0.8739	
A*E*F	8	3774.13	471.766	0.78	0.6198	
C*D*F	8	4544.25	568.031	0.94	0.4828	
C*E*F	8	1375.37	171.921	0.29	0.9696	
D*E*F	8	4120.08	515.010	0.85	0.5569	
A*C*D*F	8	3508.50	438.563	0.73	0.6687	
A*C*E*F	8	2649.78	331.222	0.55	0.8196	
A*D*E*F	8	3030.69	378.837	0.63	0.7551	
C*D*E*F	8	2678.98	334.872	0.56	0.8149	
A*C*D*E*F	8	3425.87	428.234	0.71	0.6839	
A*B*C*D*E*F	256	154328	602.844			
TOTAL	431	4260935				

En la Tabla 45.-RD puede observarse que existen diferencias significativas al $1^0/_{00}$ entre los factores campaña, cubierta y variedad. También aparecen significativas las interacciones campaña x cubierta al 1% y campaña x variedad al $1^0/_{00}$; por tanto, los tres factores se muestran dependientes y no es posible realizar la comparación de

Universidad de Huelva 2009

medias. Las dos interacciones se analizarán gráficamente a continuación. Los factores fecha de plantación y desinfección de suelo no influyeron en la dureza de los frutos.

Los resultados medios obtenidos fueron 260,93 gr. para la fecha de plantación normal frente a 256,53 gr. para la fecha tardía (véase Tabla A208 del Anexo) y 261,45 gr. para el suelo sin solarizar frente a 256,01 gr. para el solarizado (véase Tabla A207 del Anexo).

A continuación se procede al análisis gráfico de la interacción campaña x cubierta (Gráfico 71.-RD). En dicho Gráfico puede observarse en primer lugar que la dureza de los frutos fue mucho mayor (346,78 gr.) en la campaña 95/96 que en la campaña 96/97 (170,68 gr.) (véase Tabla A210 del Anexo). Si se comparan los valores medios de ambas campañas, en cada tipo de cubierta, se puede apreciar que los frutos de las plantas cultivadas al aire libre eran más duros (firmes) en un 7,73%.

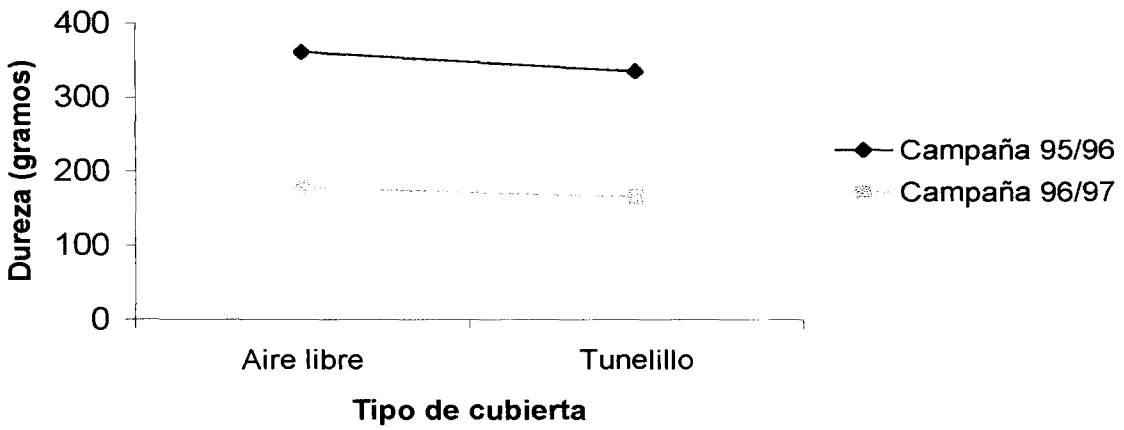


Gráfico 71.-RD. Campaña vs. Cubierta.

Al comparar los valores medios de ambos tipos de cubierta en cada campaña, se pone de evidencia que la dureza de los frutos en la campaña 95/96 era mayor en un 103,18%. Del análisis de las dos campañas al aire libre, se hace patente que los frutos en la campaña 95/96 eran un 103,71% más duros; por su parte, valores muy parecidos (102,61%) aparecieron al analizar lo ocurrido bajo tunelillo (véase Tabla A216 del Anexo). Estos resultados tan distintos de una campaña a otra, están en relación con las temperaturas máximas de los meses de Marzo y Mayo (meses en los que se realizaba la toma de datos), especialmente Marzo; así en la campaña 96/97 éstas fueron altas, incluso superiores a las máximas del mes de Mayo de la misma campaña y claramente superiores a las del mes de Marzo de la campaña 95/96 (véase Gráfico A2 y Gráfico A2

Universidad de Huelva 2009

del Anexo). Esta mayor temperatura ambiente puede provocar en el fruto un aumento de temperatura y como consecuencia una perdida de la consistencia (Olías et al., 1995). Finalmente se analiza la interacción campaña x variedad (Gráfico 72.-RD).

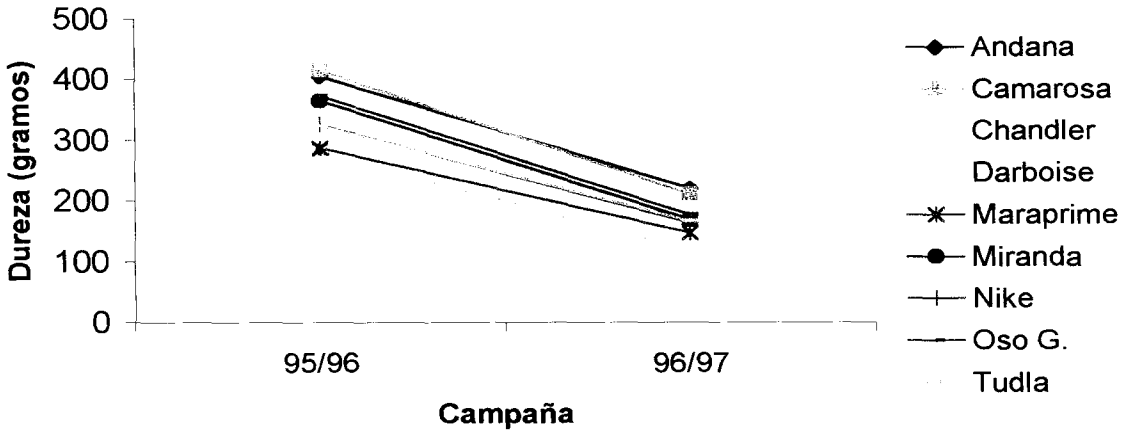


Gráfico 72.-RD. Campaña vs. Variedad.

En el Gráfico 72.-RD se observa que todas las variedades presentaron una mayor dureza de fruto durante la primera campaña. El valor medio para esta primera campaña era de 346,78 gr. mientras que para la segunda fue de 170,68 gr., esta diferencia suponía que en la campaña 95/96 los frutos fueron más duros en un 103,18% (véase Tabla A210 del Anexo). Todas las variedades evidenciaron frutos más duros durante la primera campaña; sin embargo, la respuesta cuantitativa de cada variedad difiere de unas a otras. Por una parte figuró "Andana", que presentaba los incrementos más bajos con un 84,87%; en el extremo opuesto se encontraba "Darboise" con un incremento del 138,26%. Entre ambas variedades estaba el grupo formado por "Chandler", "Miranda" y "Oso Grande", con incrementos entre el 105,01% y el 117,85%, todas por encima del incremento medio (103,18%) y también el grupo constituido por "Camarosa", "Maraprime", "Nike" y "Tudla", con incrementos entre el 95,05% y el 98,61%, todas estas variedades por debajo del incremento medio (véase Tabla A210 del Anexo).

4.9.4.- Análisis GXE.

A continuación se expone el ANOVA del modelo simplificado, resultante de considerar como ambiente cada uno de las 16 combinaciones de cultivo distintas que surgen en las dos campañas de estudio (Tabla 46.-RD).

Universidad de Huelva 2009

Tabla 46.-RD. ANOVA de la dureza de los frutos para el modelo simplificado.

F.d.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	P	
Ambiente (A)	15	3405534	227036	233.10	0.0000	***
Repetición (B)/Ambiente (A)	32	31168.0	974.000			
Variedad (C)	8	571678	71459.7	118.54	0.0000	***
A*C	120	98227.1	818.559	1.36	0.0225	*
A*B*C	256	686.544	2.68181			
TOTAL	431	4978.13				

En la Tabla 46.-RD puede observarse que existen diferencias significativas al $1^0/_{00}$, tanto entre variedades como entre ambientes. La interacción variedades x ambientes es significativa al 5%. El análisis de esta interacción se realizará con el modelo AMMI, en concreto con el modelo AMMI1, que se representa gráficamente a continuación, en el llamado "biplot" (Gráfico 73.-RD).

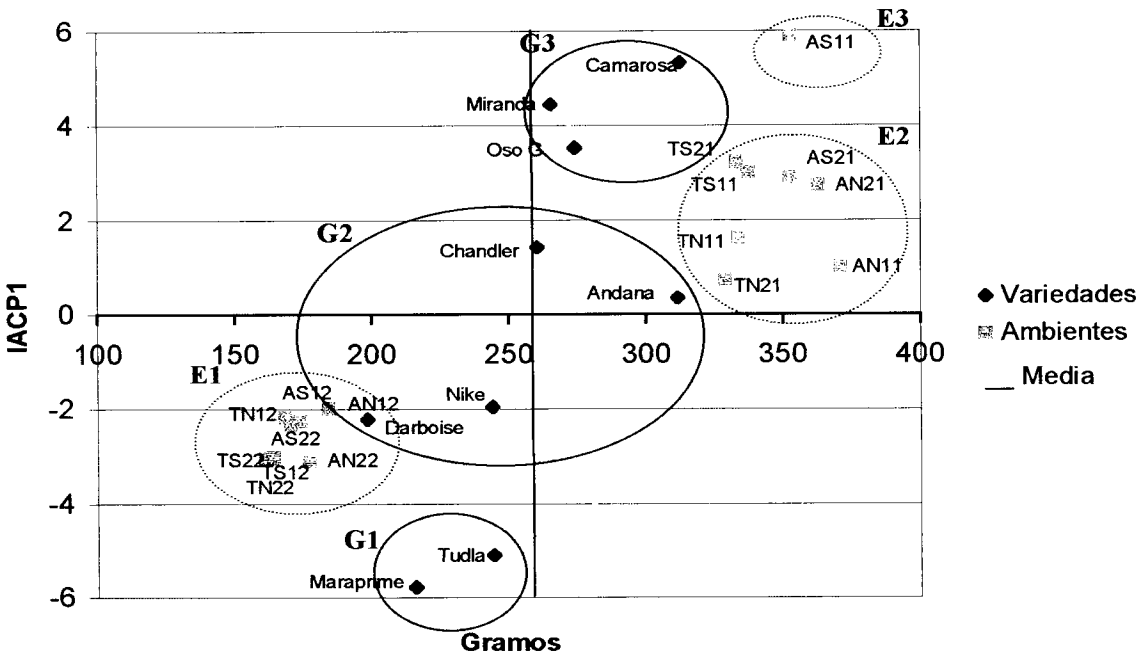


Gráfico 73.-RD. AMMI de la dureza de los frutos.

Se pueden distinguir 3 grupos de variedades:

1) *Grupo 1* (G1): Constituido por las variedades "Maraprime" y "Tudla", caracterizadas por presentar valores altos de signo negativo en sus coordenadas IACP1, manifestando una destacable aportación a la interacción variedad x ambiente. La dureza de los frutos está por debajo de la media.

Universidad de Huelva 2009

2) *Grupo 2* (G2): Incluye las variedades "Chandler", "Andana", "Darboise" y "Nike", que tienen valores intermedios-bajos en las coordenadas IACP1 y dureza de fruto dispar. "Andana" presenta una alta estabilidad y valores altos de dureza.

3) *Grupo 3* (G3): Formado por las variedades "Camarosa", "Miranda" y "Oso Grande", caracterizadas por valores intermedios-altos en las coordenadas IACP1 y dureza de fruto por encima de la media. De este grupo, "Camarosa" presenta la más importante aportación a la interacción variedad x ambiente.

En cuanto a los ambientes se observan también 3 grupos:

1) *Grupo 1* (E1): Incluye a todos los ambientes de la campaña 96/97: AN12, TN12, AS12, TS12, AN22, TN22, AS22 y TS22, que muestran valores interactivos intermedios de signo negativo y dureza de fruto por debajo de la media.

2) *Grupo 2* (E2): Integrado por todos los ambientes de la campaña 95/96, menos AS11,: AN11, TN11, TS11, AN21, TN21, AS21 y TS21, caracterizados por presentar valores intermedios de signo positivo en sus coordenadas IACP1 y dureza de fruto por encima de la media.

3) *Grupo 3* (E3): Formado por el ambiente AS11, que se caracteriza por tener valores altos de signo positivo en sus coordenadas IACP1, y por tanto por presentar una destacable aportación en la interacción variedad x ambiente. La dureza de los frutos en este ambiente está claramente por encima de la media.

Las variedades comprendidas en el grupo (G1) presentaron valores bajos de dureza de fruto y muestran una asociación con los ambientes del grupo (E1), donde están incluidos todos los ambientes de la campaña 96/97, en la que las elevadas temperaturas del mes de Marzo propiciaron baja dureza de los frutos. En las variedades del grupo (G2), se observa una buena estabilidad en los ambientes considerados tanto en el grupo (E1) como (E2), esto es en quince de los dieciséis ambientes estudiados. Finalmente, el grupo (G3), con valores altos de dureza, muestra una asociación con los ambientes de los grupos (E2) y (E3), que incluyen todos los ambientes de la campaña 95/96; en estos ambientes, de estas variedades se puede esperar frutos de elevada dureza.

Universidad de Huelva 2009

4.10.- Resumen general de resultados.

A la vista de lo expresado con anterioridad, se puede resumir que la solarización tiene un efecto positivo importante en las variables directamente relacionadas con la cantidad y calidad de la producción (véase Tabla A226 del Anexo). En el suelo solarizado se obtienen producciones precoces y totales significativamente más altas, y porcentajes de frutos de 2ª categoría más bajos que en el no solarizado. Igualmente, es de resaltar cómo influye sobre el peso de los frutos de primera categoría, obteniéndose frutos más pesados en el tratamiento solarizado. Se pone de manifiesto la influencia positiva que tiene el cultivo en suelo solarizado frente al suelo sin desinfectar, para las variables que pueden considerarse como agronómicamente más interesante.

Para el segundo factor considerado, la cubierta plástica (tunelillo), se aprecia el efecto positivo de éste tanto en las variables relacionadas con la producción (reseñadas para la desinfección del suelo, menos en el peso medio de los frutos), como en las variables relacionadas con la entrada en floración y fructificación (véase Tabla A226 del Anexo). El cultivo en tunelillo adelanta la entrada en floración y en producción de manera significativa, y tal adelanto tiene su reflejo en una producción precoz y total superior y de más calidad (los porcentajes de 2ª categoría son más bajos) que la obtenida al aire libre. Por otro lado, el tunelillo presenta resultados menos interesante, desde el punto de vista agronómico, en lo relativo a la dureza (firmeza) de los frutos. El aumento de temperaturas que se origina bajo el plástico en las horas diurnas, como consecuencia de los aditivos térmicos contenidos en el mismo, provocan en las últimas semanas antes de la retirada de los mismos, un reblandecimiento de los frutos que les origina una perdida de consistencia y, por lo tanto, de dureza. En estas condiciones, al cultivar al aire libre aumenta la dureza de los frutos. Este aumento de consistencia supone un incremento en la calidad de la producción en tanto se que favorece la vida útil del fruto a la hora de su comercialización (Olías et al., 1995).

La fecha de plantación presenta diferencias significativas débiles en variables importantes como la producción total y los porcentajes de 2ª categoría, tanto precoz como total. Sin embargo, estas diferencias son más consistentes en la producción precoz, inicio de fructificación y en el porcentaje de supervivencia (véase Tabla A226 del Anexo). La fecha de plantación tardía favorece la supervivencia y la entrada en fructificación, hasta tal punto, que el adelanto obtenido, entre 9 y 10 días, permite que

Universidad de Huelva 2009

se inicie la recolección de frutos sólo 4-5 días después de cuando se hace en las plantas de fecha normal (téngase en cuenta que entre ambas fechas de plantación hay 14 días). Sin embargo, esta rápida entrada en fructificación no queda reflejada ni en la producción precoz ni en la total; en ambos casos, la fecha de plantación normal es más productiva; aún cuando los porcentajes de 2ª categoría son más bajos al plantar más tarde en ambas variables productivas. A la hora de tomar una decisión, acerca de la opción más aconsejable, se hace evidente que la fecha de plantación normal presenta mejores resultados para las variables más importantes, desde el punto de vista agronómico, como son la producción precoz y la total. Los mayores porcentajes de fruto de 2ª categoría, precoz y total, de la fecha normal de plantación, a pesar de ser significativos son reducidos.

Con respecto a las variedades, aparecen diferencias altamente significativas en las nueve variables estudiadas (véase Tabla A226 del Anexo). Entre ellas destaca "Camarosa", que obtiene sin paliativos los mejores resultados para las variables analizadas. Presenta los porcentajes más altos de supervivencia, junto con "Miranda" y "Maraprime", junto a las que también parece necesitar menos días para entrar en fructificación. Para el inicio de floración, las variedades francesas "Darboise" y "Maraprime" son, con diferencia, las que menos días necesitan; mientras que "Andana" y "Oso Grande" las que más días necesitan. Precisamente estas dos variedades de origen francés junto con "Andana" son también las que más se retrasan en la fructificación. En la producción precoz y total destaca la producción de "Camarosa", siendo también interesantes las aptitudes productivas de "Chandler" y "Oso Grande". Estas tres variedades californianas han sido mayoritariamente cultivadas en los últimos 14-15 años en Huelva y no es casualidad, por tanto, la obtención de estos resultados. En la producción precoz aparece también con buenos resultados la variedad de origen italiano "Miranda" y en la producción total nuestra "Andana", variedad carente de precocidad adaptada probablemente a latitudes ligeramente superiores a las de la zona de Huelva que, sin embargo, tiene un alto potencial productivo. Las variedades "Miranda" y "Andana" acompañan al trío de variedades californianas citadas en la producción precoz y total, respectivamente. En contra de lo esperado, la variedad española "Tudla", obtenida en nuestras condiciones de cultivo, presenta en estos resultados, junto a las variedades de origen francés "Darboise" y "Maraprime" y a la italiana "Nike", los peores resultados productivos hasta el 31 de Marzo. "Tudla" mejora de manera evidente su rendimiento en la segunda parte de la campaña, pero no lo hacen "Darboise"

Universidad de Huelva 2009

Maraprime" y "Nike" que evidencian así su menor adaptación a la zona de estudio con las producciones totales más bajas. La variedad "Oso grande" es junto a "Camarosa" la variedad que mejores (menores) porcentajes de fruto de 2ª categoría, precoz y total, presenta; solamente "Andana", a final de campaña, presenta valores similares. Las variedades "Maraprime" y "Chandler" tienen, por el contrario, los peores resultados a lo largo de la campaña; en precocidad junto a "Tudla" y en el computo total junto a "Miranda" y "Nike". Por lo que respecta al tamaño de los frutos, los de mayor peso son producidos por este orden: "Camarosa", "Oso Grande" y "Andana". Los de menor peso fueron los producidos por "Nike", "Chandler" y, sobre todo, los de "Maraprime", especialmente livianos. Finalmente, en la dureza (firmeza) de frutos ha destacado como la más dura "Camarosa", seguida de "Andana" y "Oso Grande". Las variedades con frutos menos consistentes han sido "Darboise" y "Maraprime".

En la Tabla A227 del Anexo se aprecia, que no existe correlación entre el inicio de floración y la producción precoz. En contra de lo que podría pensarse, los resultados muestran que no se produce más precozmente cuando se florece más temprano. Pero sí se produce más, tanto en precocidad como en producción total, cuando antes se inicia la entrada en fructificación. La variable inicio de floración no presenta correlación con ninguna del resto de variables estudiadas, ni tan siquiera con el inicio de fructificación. Por otro lado se observa, que existe correlación positiva entre los días necesarios para el inicio de fructificación y el porcentaje de frutos de 2ª categoría precoz; el retraso en la entrada en producción lleva asociada una perdida en la calidad de la misma. También se observa que conforme se retrasa la entrada en fructificación la dureza (firmeza) de los frutos aumenta; de igual manera esta dureza es mayor cuando los porcentajes de frutos de 2ª categoría precoz son más elevados. Sin embargo, disminuye conforme más alta es la producción precoz. La correlación más alta observada en la Tabla A227, corresponde a la que existe entre las variables producción precoz y producción total; se evidencia que las variedades que tienen altos rendimientos totales ya han presentado altas producciones precoces; además, la alta producción temprana se ve favorecida por ser de buena calidad, en tanto que los porcentajes de frutos de 2ª categoría precoces son más bajos conforme mayores son los rendimientos, como se puede observar en el elevado coeficiente de correlación existente entre ambas variables (véase Tabla A227 del Anexo). Esta misma afirmación es válida para la producción total, en relación con los porcentajes de 2ª categoría precoz y, no tanto, en relación con los mismos porcentajes

Universidad de Huelva 2009

(totales) a final de campaña. Finalmente, el peso de los frutos presentan valores más altos conforme menores son los porcentajes de fruto de 2ª categoría total.

Universidad de Huelva 2009

5.- Conclusiones.

1.- El uso combinado del método gráfico para la resolución de interacciones simples (dos factores) significativas junto al análisis multivariante AMMI, se ha mostrado como un sistema adecuado y potente para explicar la adaptación de variedades de fresa a diferentes agroambientes de cultivo.

2.- La solarización del suelo evidenció un significativo incremento en la producción precoz; dicho incremento fue superior en el cultivo bajo tunelillo. Sin embargo, su efecto no se vio alterado por la fecha de plantación e influyó por igual al conjunto de variedades ensayadas. El efecto positivo de la solarización en la producción total, no se vio afectado ni por el tipo de cubierta ni por la fecha de plantación. Adicionalmente, se redujo el % de fruto de 2ª categoría de la producción precoz y total y se aumentó el peso medio de los frutos de 1ª categoría. Por último no tuvo incidencia en los caracteres: % supervivencia, inicio de floración, inicio de fructificación y firmeza de fruto.

3.- El cultivo en tunelillo puso de manifiesto un significativo incremento de la producción precoz y total, y mejoró los resultados para el % de fruto de 2ª categoría de la producción precoz, el inicio de floración y el de fructificación. Sin embargo, dicho cultivo bajo tunelillo evidenció una perdida de producción total a partir de la retirada de la cubierta plástica. El cultivo al aire libre mostró mayor firmeza de fruto. Por último, el tipo de cubierta no afectó a los caracteres: % de supervivencia, producción total, % de fruto de 2ª categoría de la producción total y peso medio de los frutos de 1ª categoría.

4.- La fecha de plantación tardía mostró un mayor % de supervivencia y una mayor producción en la segunda fase del cultivo (Abril-Mayo); además evidenció mejores resultados para el inicio de fructificación. De otra parte, la fecha de plantación normal puso de manifiesto una mayor producción precoz y total. En el carácter producción precoz, la fecha de plantación no influyó dentro de cada nivel de desinfección de suelo. Finalmente, la fecha de plantación no afectó a los caracteres: inicio de floración, % de fruto de 2ª categoría de la producción total, peso medio de los frutos de 1ª categoría y firmeza de los mismos.

Universidad de Huelva 2009

5.- Las variedades californianas y españolas se adaptaron mejor a los ambientes protegidos de mayor producción. Las variedades europeas no españolas, sin embargo, mostraron mejor adaptación a los ambientes al aire libre, evidenciando, en general, una adaptación inferior a las de origen californiano y español.

Universidad de Huelva 2009

6.- Bibliografía.

Aamodt, T.L. and Brierley, J.H. 1937. Winter storage of strawberry plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34: 504.

Abdel-Rahim, M.F., Satour, M.M., El-Eraki, S.A., El-Wakil, H.R., Grinstein, A., Chen, Y. and Katan, J. 1987a. Soil solarization for controlling soilborne pathogens and weeds in furrow-irrigated Egyptian soils. 7° Congress of the Phytopathologycal Mediterranean Union. Granada. Book of abstracts, 76-77.

Abdel-Rahim, M.F., Satour, M.M., Mickail, K.Y., Grinstein, A., Rabinowitch, H.D. and Katan, J. 1987b. Long term effects of soil solarization in furrow and sprinkler irrigated soils in Egypt and Israel. 7° Congress of the Phytopathologycal Mediterranean Union. Granada. Book of abstracts, 59-60.

Acevedo, E. 1981. Túneles plásticos en la agricultura. Revista del Campo 10/3/1981.

Adams, P.D., Kokalis-Burelle, N., Fuentes-Bórquez, P. and Basinger, W. 2000. Plant Pro 45: A Potential Low Risk alternative for control of Soil-borne Plant Pathogens. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.60/1-60/4.

Adams, P.D., Kokalis-Burelle, N., Fuentes-Bórquez, P. and Basinger, W. 2001. Plant Pro 45: An Overview on Soilborne Pathogen and Weed Control. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.26/1-26/4.

Afek, U., Menge, J.A. and Johnson, E.L. 1991. Interaction among mycorrhizzae, soil solarization, metalaxyl and plants in the field. Plant Dis. 75: 665-672.

Aguilar, R. 1985. Evolución histórica del cultivo del fresón en Huelva. En: Jornadas Técnicas del Fresón en la Costa de Huelva. Dirección General de Investigación y Extensión Agraria, Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Palos de la Frontera (Huelva).

Ajwa, H., Trout, T. and Hutmacher, B. 1997. Pre-plant Application of Alternative Fumigants by Irrigation Systems. Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. San Diego, USA. Pp.93/1-93/2.

Ajwa, H. and Trout, T. 1998. Soil Distribution and Efficacy of Alternative Fumigants to Methyl Bromide Applied by Drip Irrigation Systems. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. December 7-9, Orlando, USA. Pp.92/1-92/2.

Ajwa, H. and Trout, T. 2000. Strawberry Growth and Yield with Three Years of Drip Fumigation. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.25/1-25/4.

Ajwa, H., Trout, T., Nelson, S. and Schutter, M. 2001a. Drip Fumigation: Water and Fumigant Distribution in Soil. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.50/1-50/2.

Ajwa, H., Schutter, M., Nelson, S., Trout, T. and Winterbottom, C. 2001b. Efficacious Application Rates of Propargyl Bromide and Iodomethane/Chloropicrin for Strawberry Production. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.24/1-24/3.

Albregts, E.E. and Howard, C.M. 1980. Accumulation of nutrients by strawberry plants and fruit grown in annual hill culture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (3): 386-388.

Albregts, E.E. and Howard, C.M. 1986. The influence of potassium fertilizer rate on strawberry fruiting response. HortScience 21 (3): 1.007.

Universidad de Huelva 2009

Albregts, E.E., Gilreath, J.P. and Chandler, C.K. 1996a. Soil solarization and fumigant alternatives to methyl bromide for strawberry fruit production. Proc. Soil and Crop Science Society of Florida, Vol. 55: 16-20.

Albregts, E.E., Hochmuth, G.J., Chandler, C.K., Cornell, J and Harrison, J. 1996b. Potassium fertigation requirements of drip-irrigated strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (1): 164-168.

Albritton, D.L. and Watson, R.T. 1992. Methyl bromide and the ozone layer: A summary of current understanding. In: Methyl Bromide: Its atmospheric science, technology and economics, Montreal protocol assessment supplement. Ed: R.T. Watson, D.L. Albritton, S.O. Anderson and S. Lee-Bapty. Nairobi, Kenia.

Alemayehu, Z., Yaie, B., Girma, B., Abdalla, O., Debelo, D. and Geleta, B. 1999. Agronomic performance and stability of bread wheat genotypes in the national yield trial of Ethiopia. Proc. Tenth Regional Wheat Workshop for Eastern, Central and Southern Africa, University of Stellenbosch, South Africa, 14-18 September, 1998, 1999: 503-511.

Aljaro, A. y Cañoles, M. 1996. Cultivo forzado de frutillas. En: Publicaciones Misceláneas Agrícolas nº 44. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

Allan, M.A. and Schiller, C.T. 2000. TM-425 (Iodomethane), Development and Regulatory Update. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.36/1-36/2.

Allan, M.A. and Schiller, C.T. 2001. TM-425 (Iodomethane): Development and Regulatory Status as a Methyl Bromide Replacement. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.5/1.

Allan, M.A. and Platt, J.L. 2002. Iodomethane (TM-425)-Development and Regulatory update. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 328-329.

Altman, J. 1970. Increased and decreased plant growth responses resulting from soil fumigation. In: Root diseases and soilborne pathogens. Ed.: R.A. Tousson, R.V. Bega and P.E. Nelson. Univ of California Press, Berkeley.

Álvarez, A. and Ruiz de Galarreta, J. I. 1999. Genotype-environment interaction in maize landraces from northern Spain. Journal of Genetics & Breeding, Vol.53 (3): 177-181.

Álvarez-Prida, G. y López-Rioboo, S. 1970. The effect of length of cold treatment on earliness, yield and fruit quality in the strawberry cultivars Tioga and Fresno. Ann. Inst. Nac. Invest. Agr. 19 (3): 363.

Anónimo 2000. Case Study 7. Strawberry in Jordan: solarization with IPM. En: Case Studies on Alternatives to Methyl Bromide. Technologies with low environmental impact. T. Batchelor, ed. UNEP, 75739 Paris Cedex 15, France : 33-34.

Aoyagi, M., Makino, H., Ito, H. and Iwamoto, S. 1981. Studies on the cold storage of strawberry runners for retarding cultivation. Res. Bull. Aichi-Ken Agric. Res. Cent. 13: 174-182.

[A.P.S.] 1987. Compendium Strawberry Diseases. American Phytopathological Society. Ed: J.L. Maas. APS Press. S. Paul Minnesota.

Arcuti, P., di Stefano, A., Lazzeri, L., Manici, L. M. e Rosati, C. 2001. Solarizzazione e sovesci su fragola alternativi al bromuro di metile. Informatore Agrario, Vol.57, No.37: 51-54.

Arias, J.M. 1988. Viveros de fresón y mejora genética e investigación en variedades. En: Conferencias y Mesas Redondas. V Jornada Agrícola y Comercial. Huelva, Diciembre, 1988: 125-128.

Universidad de Huelva 2009

Ariyo, O. J. 1998. Use of additive main effects and multiplicative interaction model to analyse multilocation soybean varietal trials. Journal of Genetics & Breeding, Vol.52 (2): 129-134.
Arulsekar, S. and Bringhurst, R.E. 1983. Strawberry. Isozymes in Plant Genetics and Breeding. Part. B, 391-400. Elsevier Science Publ. Amsterdam.
Ayers, R.S. y Westcot, D.W. 1976. Calidad del agua para la agricultura. Estudio FAO: Riego y Drenaje nº 29. 85 pp.
Bailey, J.S. and Rossi, A.W. 1964. Response of Catskill strawberry plants to digging date and storage perod. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 310-318.
Barbercheck, M.E. and Von Broembsen, S.L. 1986. Effects of soil solarization on plant parasitic nematodes and *Phytophthora cinnamomi* in South Africa. Plant. Dis. 70: 945-950.
Bargioni, G. e Tosi, T. 1975. Comportamento di alcune cultivar di fragola nel Veronesse in rapporto allépoca ed al materiale di plantaggione. En: Atti dell'Incontro Frutticolo della Societá Orticola Italiana su la Coltura della Fragola. Treviso. Noviembre. 1975. 6-15.
Bartual, R. 1995. Cultivo del fresón: Mejora genética aplicada a la obtención de nuevas variedades. En: Curso Internacional Cultivo de la Fresa (Frutilla). Dirección General de Investigación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucia. Málaga-Huelva.
Bartual, R., López-Aranda, J.M., Marsal, J.I., Medina, J.J., Castell, V. y López-Montero, R. 1995. Calderona, una nueva variedad. Hortoinformación 7-8: 38-42.
Bartual, R., López-Aranda, J.M. y Medina, J.J. 1996. Evolución varietal del fresón en Huelva. Hortoinformación 76-77: 24-29.
Bartual, R., López-Aranda, J.M., Marsal, J.I., Medina, J.J., López-Medina, J. and López-Montero, R. 1997. Calderona: a new public Spanish strawberry cultivar. Acta Horticulturae 439: 261-267.
Bartual, R., López-Aranda, J.M., Marsal, J.I., Medina, J.J. y López-Montero, R. 1998. La nueva variedad de fresón Andana. Agraria. Comunitat Valenciana 12: 30-36.
Bartual, R., Cebolla, V., Giner, A., Bustos, J. y López-Aranda, J.M. 2000. The Spanish National Project on alternatives to MB (2): The case of strawberry in the area of Valencia. Proc. 4th Int. Strawberry Symp. Finland. Acta Hort. 567 (Volume 2): 431-434.
Baumann, T.E. and Daubeny, H.A. 1989. Evaluation of the waiting-bed cultural system for strawberry season extension in British Columbia. Advance in Strawberry Production 8: 55-57.
Becker, J. O. , Ohr, H.D., McGiffen, M.E. and Sims, J.J. 1997. Hot Gas Application of Methyl Bromide and Methyl Iodide for Soil Fumigation Field Trials. Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 3-5, San Diego, USA. Pp.95/1.
Becker, J. O. , Hutchinson, C.M., Ohr, H.D., McGiffen, M.E. and Sims, J.J. 1998. Efficacy of Methyl Iodide Against Lesion Nematodes Harbored in Rose Roots. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. December 7-9, Orlando, USA. Pp.111/1-111/2.
Bello, A., González, J.A., Pastrana, M.A. y Escuer, M. 1996a. Basis for nematode control without Methyl bromide in Spain. Methyl Bromide Alternatives Outreach (ed.): 19.1-19.3.
Bello, A., Pastrana, M.A., González, J.A., Escuer, M., Arcos, S.C., Sanz, R. y Vidal, Y. 1996b. Alternativas al uso de nematicidas en hortalizas de los alrededores de la Albufera de Valencia (España). Congr. Control Integrado de Plagas, Acapulco, 58.
Bello, A., López-Pérez, J.A., Díaz-Viruliche, L., Sanz, R., Arias, M. 1999. Bio-fumigation and local resources as methyl bromide alternatives. Abstracts 3rd

Universidad de Huelva 2009

International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. 7-10 December, Creta, Greece, 17 pp.
Bello, A., López-Pérez, J.A., García-Álvarez, A. 2001. Biofumigación del suelo, residuos orgánicos y conservación de la capa de ozono. www.aecientificos.es/Ozono.html (12/12/01).
Bernstein, L. 1964. Salt tolerance of fruit crops. Agric. Information Bull. 292, U.S. Dept. Agric.
Blasse, W., Grittner, I., Bischoff, S. and Eisemann, A. 1984. Strawberry irrigation in the Haveland fruit-growing area. Gartenbau 31 (6): 183-185.
Blatt, C.R. 1984. Irrigation, mulch and double row planting relates to fruit size and yield of "Bounty" strawberry. HortScience 19 (6): 826-827.
Bochud, P. 1983. La plantation des fraisiers. Intérêt relatif des plants frais el des plants "frigo". Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture 15 (4): 213-216.
Bolívar, J.M. 2002. Spanish National Project to find alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 316-318.
Borrego, F., Murillo, M.M., Fernández, J.M. y Ocampo, O. 1995. Influencia del acolchado en la cantidad y calidad del rendimiento de variedades de melón y pepino en espalderas en zonas semiáridas de México. En: Actas del I Simposium Iberoamericano sobre Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrarias. Ed: J. López Gálvez y J.R. Díaz Álvarez. El Ejido, Almería, España.
Borrelli, C., Paolicelli, F. y Mengozzi, B. 1995. Ma nel centro-sud la fragola e un business. Culture Protette, n° 7/8: 23-27.
Boxus, P. 1974. The production of strawberry plants by in vitro micropropagation. J. Hortic. Sci. 49: 209-210.
Boxus, P. 1977. La "micropropagation" procede industriel de multiplication rapide du fraisier. Fruit Belge (378): 120-125.
Branzanti, E.C. 1985. La fragola. Ed. Edagricole, Bologna.
Bringhurst, R.S. 1985. Variedades de frutillas de California. Pasado, presente y futuro. En: Seminario Internacional "Cultivo de la frutilla", Tecnología y Avances. Universidad de Concepción, Chillán (Chile), 26-27 octubre: 16-29.
Bringhurst, R.S. and Voth, V. 1981. Selecting and testing day-neutral strawberries. HortScience 16: 427.
Bringhurst, R.S. and Voth, V. 1984. Breeding octoploid strawberries. Iowa State Journal of Research. 58 (4): 371-381.
Bringhurst, R and Voth, V. 1990. Culture and physiological manipulation of California Strawberry. HortScience 25(8): 889-892.
Bringhurst, R.S., Voth, V. and Hook, D.V. 1960. Relationship of root starch content and chilling history tooperfomance of California strawberries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75: 373-381.
Bringhurst, R.S., Ahmadi, H and Voth, V. 1989. Inheritance of the day-neutral trait in strawberries. Act. Hortic. 265: 35-41.
Browm, A.L., Burau, R.G., Meyer, R.D., Raski, D.J., Wilhelm, S. and Quick, J. 1979. Plan uptakemof bromide following soil fumigation with methyl bromide. Calif. Agric. 33: 11-13.
Calatrava, J. 2002. South-western Spain strawberry growers awareness of the Methyl Bromide phase-out and their willingness to pay for alternatives. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 302-306.
Calatrava, J. and Casado, J.P. 2002. Economic evaluation of Methyl Bromide alternatives in Spanish strawberry crops. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 325.

Universidad de Huelva 2009

[California Strawberry Advisory Board] 1989. Annual Report Strawberry Research.
[California Strawberry Advisory Board] 1993. Annual Report Strawberry Research.
Camargo, L.S. e Igue, T. 1973. Experiência sobre efeito da cobertura do solo na produçao do morangueiro: Bragantia 32(6): 146-169.
Campos, J.A., Pereira, G.E., Donato, P. y Campos, S.M. 1995. Uso de irrigación localizada y de "Mulching" en el cultivo de la fresa (frutilla) cv. "Campiñas". En: Actas del I Simposium Iberoamericano sobre Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrarias. Ed: J. López Gálvez y J.R. Díaz Álvarez. El Ejido, Almería, España.
Cannell, G.H., Voth, V., Bringhurst, R.S. and Proebsting, E.L. 1961. The influence of irrigation levels and application methods, polyethylene mulch and nitrogen fertilization on strawberry production in Southern California. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78: 281-291.
Carrera, A. and Moreno, J. 2002. Agrocelhone, the solution against nematodes and soil fungi as an alternative to Methyl Bromide. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 330-333.
Caruso, P. y D'Anna, F. 1995. Planting date of strawberries using cold stored plants. Colture Protette 24(4): 87-95.
Casado, M. y Hernando, V. 1976a. Estudio de la fertilización del fresón. I. Nitrógeno en plantación de verano. Anal. Edaf. Agrobiol. XXXV: 733-740.
Casado, M. y Hernando, V. 1976b. Estudio de la fertilización del fresón. III. Potasio y fósforo en plantaciones de verano e invierno. Anal. Edaf. Agrobiol. XXXV: 751-762.
Castell, V. 1995. El cultivo de la fresa en la comunidad valenciana. Características. En: Curso Internacional Cultivo de la Fresa (Frutilla). Dirección General de Investigación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucia. Málaga-Huelva.
Castell, V., Bartual, R., Cases, B. y Marsal, J.I. 1990. Comparación de diversos métodos de multiplicación de fresón para el Levante español: Primeros resultados. Actas de Horticultura. I Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas 5, Vol. II: 240-245.
Coelho, L., Chellemi, D.O. and Mitchell, D.J. 1999. Efficacy of solarization and cabbage amendment for the control of *Phytophthora spp.* in north Florida. Plant Dis. 83: 293-299.
Collins, W.B. and Barker, W.G. 1964. A flowering response of strawberry to continuous light. Can. J. Bot. 42: 1309.
Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. 1999. Boletín de información agraria. Junio 1999.
Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. 2.000. Boletín de información agraria. Junio 2.000.
Cox, J.E. 1976. Effect of time of planting on fruit yield and runner production of cold stored and freshly lifted strawberry plants. Experimental Agriculture and Animal Husbandry 16 (81): 101-103.
Cubero, J.I. y Flores, F. 1994. Métodos estadísticos para el estudio de la estabilidad varietal en ensayos agrícolas. Ed. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca (D.G.I.A).
Chandler, C.K. and Ferrere, D.C. 1990. Response of "Raritan" and "Surecrop" strawberry plants to drought stress. Fruit Var. J. 44, 183.
Chandler, C.K., Albregts, E.E. and Howard, C.M. 1991. Performance of "Dover", "Pajaro" and "Selva" strawberry planted in west central Florida in August, September and October. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 103: 98-99.
Chase, C.A. 2000. Soilborne plant pathogen and pest management with soil solarization. In: http://www.imok.ufl.edu/liv/groups/cultural/pests/solat.htm.
Chase, C.A., Sinclair, T.R., Locascio, S.J., Gilreath, J.P., Jones, J.P. and Dickson, D.W. 1997. An evaluation of improved polyethylene film for cool-season soil solarization. Proc. Fla. State Hort. Soc. 110: 326-329.

Universidad de Huelva 2009

Chellemi, D.O., Olson, S.M. and Mitchell, D.J. 1994. Effects of soil solarization and fumigation on survival of soilborne pathogens of tomato in northern Florida. Plant Dis. 78: 1167-1172.
Chen, Y. and Katan, J. 1980. Effect of solar heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. Soil. Sci. 130: 271-277.
Chercuitte, L., Sullivan, J.A., Desjardins, Y.D. and Bedard, R. 1991. Yield potential and vegetative growth of summer-planted strawberry. J. Am. Soc. Hortic. Sci. Vol. 116 (6): 930-936.
D'Anna, F. and Curatolo, G. 1986. Effects of dates planting on the earliness and total yield of greenhouse strawberry. Acta Horticulturae 176: 199-208
D'Anna, F. y Accardi, S. 1991. Comportamento di piantine vegetanti di fragola in rapporto all'ambiente di moltiplicazione. Colture Protette 3: 73-76.
D'Ercole, N. e Nipoli, P. 1979. La verticillosi della fragola: suscettibilità di piante micropropagate e frigoconservate. Informatore Agrario, 36: 11465-11466.
Dana, M.N. 1981. The strawberry plant and its environment. In: The Strawberry. N.F. Childers. Ed. Hort. Publ., Gainesville, FL.
[D.A.P.] 1996. Estudio del Sector de la fresa en la provincia de Huelva. Campaña 95-96. Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero de Andalucía. 78 pp.
Darrow, G.M., 1936. Interrelation of temperature and photoperiodism in the production of fruit-buds and runners of strawberry plants, Proc. Amer.Soc.Hort.Sci. 34<. 360-363
Darrow, G.M., 1966. The strawberry: History, Breeding and Physiology. Holt, Rinehort and Winston. New York.
Darrow, G.M. and Waldo, G.F. 1933. Photoperiodism as a cause of the rest period in strawberries. Science 77: 353.
Daubeny, H.A., Freeman, J.A. and Pepin, H.S. 1976. Field performance of cold-stored plants of strawberry cultivars and selections in the Pacific Northwest. HortScience 11 (2): 101-103.
Davies, F.S. and Albrigo, L.G. 1983. Water relations of small fruit. Water Deficits and Plant Growth. Vol. 7, Kozlowski, T.T. Ed. Academic Press, Orlando, FL.
De Cal, A., Salto, T., Martínez-Beringola, M.L., Martínez-Treceño, A., Bardón, E., Palacios, J., Becerril, M., López-Aranda, J.M. and Melgarejo, P. 2002. The importance of disease-free plants produced in strawberry nurseries in Spain. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 44-47.
De Los Santos, B., Barrau, C., López-Aranda, J.M. and Romero, F. 2002. Influence of preplant soil fumigations on *Trichoderma* populations in Strawberry production fields. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 352-354.
De Matos Pires, R.C. 1998. Desenvolvimiento e produtividades do morangueiro sob diferentes niveis de agua e coberturas do solo. Tesis Doctoral. Piracicaba. Universidad de Sao Paulo (Brasil).
Defago, G. and Hass, D. 1990. *Pseudomonas* as antagonists of soilborne plant pathogens: Modes of action and genetic analysis. In: Soil biochemistry, vol. 6. Ed: J.M. Bollag and G. Stotzky. Marcel Decker. New York.
Degeyter, L. 1977. Cold-stored plants in the strawberry culture. Boer en de Tuinder, 83 (15): 17.
DeVay, J.E., Stapleton, J.J. and Elmore, C.L. 1990. Soil solarization. FAO Report 109. Roma, Italia.
Di Primo, P., Gamliel, A., Austerweil, M., Peretz-Alon, Y., Beniches, M., Steiner, B. and Katan, J. 2001. Evidence for Accelerated Degradation of Metam-Sodium and Dazomet in Israel. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.88/1-88/5.

Universidad de Huelva 2009

Diéguez, M.J. 1992. Influencia de la desinfestación de suelos en la producción de plantas de fresón. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla. 129 pp.

Dijkstra, J. 1989. The use of cold stored waiting-bed plants a late harvest. Acta Horticulturae 265: 207-214.

Domenech, M. y Pijoan, J. 1987. Extracción dinámica de macroelementos en fresón Douglas. En: I Simposio Nacional de Fertilización en Riego Localizado-Almería. Pags: 29-39.

Domínguez-Romero F. y Medina-Mínguez, J.J. 2002. ¿Hay alternativas a las variedades tradicionales de fresón en Huelva?. XIX Jornadas Agrícolas y Comerciales. Caja de Ahorros El Monte El Monte. Aljaraque (Huelva), 21 y 22 de Noviembre de 2002: 78-87.

Donohoe, H., Mattner, S., Brett, R., Bianco, V., Shanks, A., Gounder, R. and Porter, I. 2001. Status of Methyl Bromide Phase-Out in the Temperate Australian Strawberry Industry. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.44/1-4044.

Doorenbos, J. y Pruitt, W.O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje nº 24. 194 pp.

[DPR] 2001. Status report for fumigants pesticides. June 2001. Department of Pesticide Regulation. A Department of the Californian Environmental Protection Agency. 5pp. www.cdpr.ca.gov

Driver, J.G., Ferguson, L.M., Louws, F.J., Fernandez, G.E., Brannen, P.M. and Poling, E.B. 2001. Drip Vs. Shank Application of Chemical Alternatives to Methyl Bromide. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.87/1-87/2.

Duersen, C. and Wang, D.I. 1998. Vapam: Application is key to success. A viable alternative for Methyl Bromide. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. December 7-9, Orlando, USA. Pp.96/1.

Dungan, R.S., Ma, O.L., Gan, J., Papiernik, S.K. and Yates, S.R. 2000. Propargyl Bromide: Preliminary Efficacy and Environmental Results. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.29/1-29/4.

Duniway, J.M. 2002. Chemical alternatives to Methyl Bromide for soil treatment particularly in Strawberry production. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 34-37.

Duniway, J.M., Xiao, C.L., Ajwa, H. and Gubler, W.D. 1999. Chemical and Cultural Alternatives to Methyl Bromide Fumigation of Soil for Strawberry. Proc. 1999 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.2/1-2/2.

Duniway, J.M., Hao, J.J., Dopkins, D.M., Ajwa, H and Browne, G.T. 2000. Some Chemical, Cultural, and Biological Alternatives to Methyl Bromide Fumigation of Soil for Strawberry. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.9/1-9/2.

Duniway, J.M., Hao, J.J., Dopkins, D.M., Ajwa, H. and Browne, G.T. 2001. Chemical, Cultural and Biological Alternatives to Methyl Bromide for Strawberry. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.41/1-41/3.

Durner, E.F. and Poling, E.B. 1985. Comparison of three methods for determining the floral or vegetative status of strawberry plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 808.

Universidad de Huelva 2009

Durner, E.F., Poling, E.B. and Albregts, E.A. 1986. Early season yield responses of selected strawberry cultivars to photoperiod and chilling in a Florida winter production system. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 (6): 53-56.
Duval, J.J., Chandler, C.K. and Legard, D.E. 2000. Strawberry (*Fragaria x ananassa*) transplant root pruning influences on yield. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. Paper number: 132.
Dwinell, L.D. and Fraedrich, S.W. 1998. Effect of Dazomet Rate and Incorporation Method on Pine Production in Southern Pine Nurseries. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, USA. Pp.97/1-97/3.
Eayre, C.G. 1999. Enhanced Yield in Strawberries without Use of Methyl Bromide. Proc. 1999 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.3/1.
Eayre, C.G. 2000. Alternatives to Methyl Bromide in Strawberries and Peaches. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.12/1-12/2.
Eayre, C.G. 2001. Chloropicrin Fumigation and Bacterial Treatment Increases Strawberry Yield. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.100/1-100/2.
Egea, J. 1989. Necesidades de frío en frutales de hoja caduca. Estado de la cuestión. Fruticultura Profesional 24: 19-24.
Eger, J.E. 2000. Efficacy of Telone products in Florida crops: A seven year summary. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.40/1-40/2.
Eger, J.E. and Peterson, L.G. 1999. Telone Products As Alternatives to Methyl Bromide in Florida Crops. Proc. 1999 Annual International Research Conference on Methyl Bromide alternatives and Emissions reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.85/1.
Ehlig, C.F. 1961. Salt tolerance of strawberries under sprinkler irrigation. Proc, Amer. Soc, Hort. Sci. 77: 376.
Ehlig, C.F. and Bernstein, L. 1958. Salt tolerance of strawberries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72: 198.
Elliot, S and Rowland, F.S. 1993. Nucleophilic substitution rates and solubilities for methyl halides in seawater. Geophysical Research Letters 20: 1043-1046.
Eshel, D., Gamliel, A., Grinstein, A., Di Primo, P. and Katan, J. 2000. Combined soil treatments and sequence of application in improving the control of soilborne pathogens. Phytopathology, Vol. 90, nº 7: 751-757.
[European Network for Strawberry Cultivar Evaluation] 1995. Descriptor. 4 pp.
Faedi, W., Gufo, S. y Bernardini, D. 1986. Piantagioni autunnali di piante fresche di fragola in Sicilia. Informatore Agrario 42 (6): 85-87.
[F.A.O.] 2.002. FAOSTAT Database Results. En: http://www.fao.org/.
Farias, J.R.B., Bergamaschi, H., Martins, S.R. y Berlato, M.A. 1993a. Efeito de la cobertura plástica de estufa sobre radiaçao solar. Revista Brasileira de Agrometeorologia 1(1): 31-36.
Farias, J.R.B., Bergamaschi, H., Martins, S.R., Berlato, M.A. y Oliveira, A.C.B. 1993b. Alteraçoes na temperature e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. Revista Brasileira de Meteorología 1(1): 51-62.
Fennimore, S. A. and Richard, S.J. 1999. Weed Control in California Strawberries without Methyl Bromide. Proc. 1999 Annual International Research Conference on Methyl Bromide alternatives and Emissions reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.12/1-12/4.

Universidad de Huelva 2009

Fennimore, S.A., Haar, M.J. and Ajwa, H. 2000. Weed Control Options in California Strawberry without Methyl Bromide. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.65/1-65/5.

Fennimore, S., Haar, M. and Ajwa, H. 2001a. Alternative Fumigant Efficacy on Weeds in Strawberry Nursery and Fruiting Fields. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.39/1-39/4.

Fennimore, S., Martin, F., Duniway, J.M., Browne, G., Ajwa, H., Winterbottom, C.Q., Westerdahl, B., Goodhue, R., Haar, M. and Bull, C. 2001b. Alternative Fumigants for Control of Soil Pests: Strawberry as a Model System. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.96/1.

Fiedler, W., and Weier, B. 1984. Temperature conditions for the cold storage of strawberry runners. Gartenbau 31 (7): 211-212.

Flores, F., Moreno, M.T. and Cubero, J.I.. 1998. A comparison of univariate and multivariate methods to analyze GxE interaction. Field Crops Res., 56: 271-286.

Folquer, F. 1971. La frutilla. Universidad Nacional de Tucuman (Rep. Argentina).

Folquer, F. 1986. La frutilla o fresa. Estudio de la planta y su producción comercial. Ed: Hemisferio Sur, S.A. Buenos Aires (Rep. Argentina).

Fort, S.B. and Shaw, D.V. 2000a. Genetic analysis of strawberry root system traits in fumigated and nonfumigated soils. I. Inheritance patterns of strawberry root system characteristics. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 125 (3): 318-323.

Fort, S.B. and Shaw, D.V. 2000b. Genetic analysis of strawberry root system traits in fumigated and nonfumigated soils. II. Relationships among root system and above-ground traits of strawberry seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 125 (3): 324-329.

Fraedrich, S. W. and Dwinell, L.D. 1997. Preliminary Results of the Effects of Dazomet Rate and Incorporation Method on Pest Management in Southern Forest-Tree nurseries. Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. San Diego, USA. Pp.97/1-97/3.

Frápolli, E., Garijo, C. y García-García, E. 1994. La desinfección del suelo por energía solar. 8/94 RAEA. Ed: Consejería de Agricultura y Pesca de la JA. Dirección General de Investigación Agraria.

Fritsch, J. 1998. Strawberries Crops in France: Different Methods to Apply Methyl Bromide and Metam Sodium in Open Fields. Proc. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, USA. Pp.14/1-14/2.

Fritsch, J., Baudry, A. and Aubert, T. 2002. Dymethyl Disulfide as a new potential alternative to Methyl Bromide for soil disinfestation. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 321 (Abstract).

Fuentes-Bórquez, P., Kokalis-Burelle, N., Basinger, W., Cosio, A. and Carter, C. 2000. Plant Pro 45 as an alternative for Nematode Control in Chilean Grape Crops. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.13/1-13/2.

Galaszewski, J., Eaton, G.W. and Baumann, T.E. 1995. Optimum plot size in field experiments with strawberries. Journal of Small Fruit and Viticulture 3(1) 39-48.

Gallego, A. 1995. Influencia del acolchado plástico y de la dosis de agua en el cultivo del tomate. En: Actas del I Simposium Iberoamericano sobre Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrarias. Ed: J. López Gálvez y J.R. Díaz Álvarez. El Ejido, Almería, España.

Universidad de Huelva 2009

Galletta, G.J. and Bringhurst, R.S. 1990. Strawberry management. In: Small Fruit Crop Management. Ed: G.J. Galletta and D.G. Himelrick,. Prentice Hall. N.J.
Gamliel, A. and Katan, J. 1991. Involvement of fluorescent Pseudomonads and other microorganisms in increased growth response of plants in solarized soils. Phytopathology, Vol. 81, nº 5: 494-502.
Gamliel, A. and Katan, J. 1992a. Influence of seed and root exudates on fluorescent Pseudomonads and fungi in solarized soil. Phytopathology, Vol. 82, nº 3: 320-327.
Gamliel, A. and Katan, J. 1992b. Chemotaxis of fluorescent Pseudomonads towards seed exudates and germinating seeds in solarized soils. Phytopathology, Vol. 82, nº 3: 328-332.
Gamliel, A. and Katan, J. 1993. Suppresion of major and minor pathogens by fluorescent Pseudomonads in solarized and nonsolarized soils. Phytopathology, Vol. 83, nº 1: 68-75.
Gamliel, A. and Stapleton, J.J. 1993. Effect of the chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganisms and lettuce growth. Plant Dis. 77: 886-891.
Gamliel, A. and Stapleton, J.J. 1997. Improvement of soil solarization with volatile compounds generated from organic amendments. Phytoparasitica 25 (Suppl.): 31S-38S.
Gamliel, A., Hadar, E. and Katan, J. 1987. Microbial phenomena related to increased growth response in solarized soils and to monoculture systems. 7º Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Granada. Book of abstracts, 72-73.
Gamliel, A., Hadar, E. and Katan, J. 1993. Improvement of growth and yield of *Gysophila paniculata* by solarization or fumigation of soil or container medium in continuous cropping systems. Plant Dis. Vol. 77: 933-938.
Gamliel, A., Skutelsky, Y., Peretz-Alon, Y. and Becker, E. 2001a. Soil Solarization Using Sprayable Plastic Polymers to Control Soilborne Pathogens in Field Crops. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.10/1-10/3.
Gamliel, A., Cornfeld, Y., Grinstein, A., Austerweil, M., Steiner,B., Assaraf, M., Klein, L. and Katan, J. 2001b. Application of Dazonet (Basamid) as Soil Fumigant: Generation, Movement and Dissipation of MITC and Pest Control. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.92/1-92/2.
García, S. 1984. Notas sobre el abonado en el cultivo del fresón. Horticultura 14: 29-31.
Gast, K.L.B. and Pollard, J.E. 1989. Over wintering strawberry plants under rowcovers: effects on development of yield components. Acta Horticulturae 265: 215-216.
Gehrmann, H. 1985. Growth, yield and fruit quality of strawberries as affected by water supply. Acta Horticulturae 171: 463-469.
Germain, P. 1966. Les varietés de fraisieres, caracteristiques, époque de production. Journées de la Fraise. INVUFLEC. Blois.
Giambanco, H. 1997. Historia de la fresa. Anuario de la fresa 1997.
Gómez, K. and Gómez, A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. Ed. International Rice Research Institute.
Gordon, T., Shaw, D. and Larson, K. 1999. Management of *Verticillium* Wilt in Strawberry Nurseries. Proc. 1999 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.4/1.
Granados, S. y Rossi, J. 1995. Acolchado de la remolacha azucarera con film de LLDPE-DOWLEX. En: Actas del I Simposium Iberoamericano sobre Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrarias. Ed: J. López Gálvez y J.R. Díaz Álvarez. El Ejido, Almería, España.

Universidad de Huelva 2009

Griffith, T. 2001. Propylene Oxide The Realistic Registered Fumigant. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.4/1.
Griffith, T. and Warren, M. 2000. Propylene Oxide, A Registered Fumigant, A Proven Insecticide. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.72/1.
Guirea, M., Panait, E., Botez, M. and Teodorescu, A. 1981. Technological aspects of storing strawberry runners under refrigeration. Lucrani Stiintifice Institutul de Cercerati si Priectari pentru Valorificarea si Industralizarea Legumelor si Fructelor. 12: 81-86.
Gupta, R. and Acharya, C.L. 1994. Use black polyethylene for higher strawberry fruit yield. Indian Horticulturae 39(1): 6-7.
Guttridge, C.G. 1958. The effects of winter chilling on the subsequent growth development of the cultivated strawberry plant. J. Hort. Sci. 33: 119.
Guttridge, C.G. 1985. *Fragaria x ananassa*. En: Handbook of Flowering, Vol 3. Ed: A.H. Halevy. Boca Raton, Fla.:16-33.
Haar, M., Fennimore, S. and Ajwa, H. 2001. Weed control efficacy of drip irrigation applied Chloropicrin, Metam Sodium and 1,3 D. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.90/1-90/4.
Haasis, F.A. 1952. Soil fumigation with choloropropene for control of *Sclerotium rolfsii* in *Dutch iris*. Plant. Dis. 36:475-478.
Haberland, J. 1996. Conceptos generales de riego y su aplicación al cultivo de la frutilla. En: Publicaciones Misceláneas Agrícolas nº 44. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
Haddad, R. y Villagrán, V. 1988. Uso del acolchado plástico en plantaciones de frutilla. Chile agrícola 13(134): 128-130.
Haglund, W.A. 2000. Metam Sodium and Metam Combinations A Viable Replacement for Methyl Bromide. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.49/1-49/4.
Ham, J.M., Kluitenberg, G.J. and Lamont, W.J. 1993. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(2): 188-193.
Hancock, J.F. and Scott, D.H. 1988. Strawberry cultivars and worldwide patterns of strawberry production. Fruit Varieties J. 42: 102-108.
Hartz, T.K., De Vay, J.E. and Elmore C.L. 1993. Solarization is an effective soil disinfestation technique for strawberry production. HortScience 28(2): 104-106.
Haynes, R.J. 1987. The use of polyethylene mulches to change soil microclimate as revealed enzyme activity and biomass nitrogen, sulphur and phosphorus. Biology and Fertility of Soils 5(3): 235-240.
Hennion, B. et Bardet, A. 1992. Comportement physiologique d'un plant frais de fraisier. En: CIREF. Comptes-Rendus Resumes de l'Experimentation Fraise 1991/1992: 67.
Hernando, V. y Casado, M. 1972. Influencia de la fertilización sobre la resistencia del fresón "Tioga" a la enfermedad producida por el hongo *Phytophtora fragariae*. 1º Coloq. Eur. y Medit. Sobre el control de las plantas cultivadas. Budapest.
Himelrick, D.G. 1984. New Strawberry offers strong potential. Fruit Grower (May): 10-13.
Himelrick, D.G. and Galletta, G.J. 1990. Factors that influence small fruit production. In: Small Fruit Crop Management. Ed: G.J. Galletta and D.G. Himelrick. Prentice-Hall. N.J.
Himelrick, D.G. and Dozier, W.A. 1991. Soil fumigation and soil solarization in

Universidad de Huelva 2009

strawberry production. Adv. Strawberry Production, 10: 12-29.
Himelrick, D.G. and Powell, A.A. 1996. Commercial Strawberry Production. http://www.aces.edu/dept/extcomm/publications/anr/anr-633/anr-633.html.
Himelrick, D.G., Dozier, W.A. and Akridge, J.R. 1993. Effect of mulch type in annual hill strawberry plasticulture systems. Acta Horticulturae 348: 207-212.
Himelrick, D.G., Woods, F.M., Dozier, W.A. and Williams, J.D. 1995. Soil fumigation and soil solarization in the annual-hill strawberry plasticulture system. Advances in strawberry research, Vol. 14: 69-72.
Hoitink, H.A. 1988. Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. Ann. Rev. Phytopathol. 24: 93-114.
Horner, I. 1999. Alternative Soil Fumigant Trials in New Zealand Strawberry Production. Proc. 1999 Annual International Research Conference on Methyl Bromide alternatives and Emissions reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.87/1-87/4.
Hueth, B.M., Lynch, L., McWilliams, B., Roberts, M., Siebert, J., Sunding, D. and Zilberman, D. 1997. Economic impact of banning Methyl Bromide use in California agriculture. Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 3-5, San Diego, USA. Pp.30/1-30/3.
Human. J.P. 1993. Importance of planting date on yield and fruit size of tunnel-grown strawberries in the Transvaal. Applied Plant Science 7(1): 13-15.
Hutchinson, C.M., Becker, J.O., McGiffen, M.E., Ohr, H.D. and Sims, J.J. 1997. Efficacy of Methyl Iodide Against Nematodes and Plant Pathogens. Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 3-5, San Diego, USA. Pp.98/1.
Hutchinson, C.M., McGiffen, M.E., Ohr, H.D., Sims, J.J. and Becker, J.O. 1999. Efficacy of Methyl Iodide and Synergy with Chloropicrin for Control of Soil –Borne Fungi. Proc. 1999 Annual International Research Conference on Methyl Bromide alternatives and Emissions reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.80/1-80/2.
Iuchi, T. 1993. Crescimento da planta e do fruto de morangueiro em diferentes regimes hídricos. Tesis Doctoral. Universidad Federal de Viçosa (Brasil).
Ivanov, V. and Stoyanov, S. 1976. Suitable dates for summer planting of strawberries. Ovoshcharstvo 55 (4): 34-36.
Jamieson, A.R. 1991. Late summer strawberry production in Nova Scotia with waiting-bed plants. Advances in strawberry production, Vol. 10: 40-42.
Jin, Y and Jury, W.A. 1995. Methyl bromide diffusion and emission through soil columns under various management techniques. J- Environ. Quality 24(4): 1002-1009.
Kaewruang, W., Sivasithamparam, K. and Hardy, G.E. 1989. Use of soil solarization to control root rots in gerberas (*Gerbera jamesonii*). Biol. Fert. Soils 8: 38-47.
Katan, J. 1980. Solar pasteurization of soil for disease control: status and prospects. Plant. Dis. 64:450-454.
Katan, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. Ann. Rev. Phytopathol. 19: 211-236.
Katan, J. 1984. Soil solarization. Second International Symposium on Soil Disinfestation. Leuven, Bélgica.
Katan, J. and DeVay, J.E. 1991. Soil solarization. CRC Press Inc. Boca Raton, Fla.
Katan, J., Greenberger, A. Alon, H. and Grinstein, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. Phytopathology 66: 683-688.
Katan, J., Fishler, G. and Grinstein, A. 1983. Short and long-term effects of soil solarization and crops sequence *Fusarium* wilt and yield of cotton in Israel. Phytopathology 73: 1215-1219.

Universidad de Huelva 2009

Kaya, Y., Palta, Ç. and Taner, S. 2002. Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performances in bread wheat genotypes across environments. Turk J. Agric. For. 26: 275-279.

Ke Lin, Y., Su Jun L., Chun, Q., Li De, Z. and Jing Fen, L. 2001. Correlation analysis between planting density and yield of some newly introduced strawberry cultivars in China. Journal of Southwest Agricultural University, 2001, Vol.23, N° 3: 235-238.

Keddy, C.O., Klaus, I., Jensen, and Harris, S.M. 1997. Results of Alternative Applications on Weed Control in a Strawberry Nursery. Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. San Diego, USA. Pp.13/1-13/2.

Kempton, R.J. and Maw, G.A. 1974. Soil fumigation with methyl bromide: the phytotoxicity of inorganic bromide to carnation plant. Ann. Appl. Biol. 76: 217-229.

Keunen, A, and Wijsmuller, J.M. 1987. Possibilities of strawberry growing in high plastic tunnels. Fruitteelt 77(10): 10-11

Kodama, T. and Fukui, T. 1982a. Solar heating in closed plastic house for control of soilborne diseases. V. Application for control *Fusarium* wilt of strawberry. Am. Phyto. Soc. Japam 5: 569-577.

Kodama, T. and Fukui, T. 1982b. Application of solar heating with plastic-film mulching in the out-door field for control *Fusarium* wilt of strawberry. Am. Phyto. Soc. Japam 5: 699-701.

Kongsrud, K.L. 1994. Effects of plastic covering and plant spacing after summer planting of strawberry cultivars "Senga Sengana", "Korona" and "Bounty". (Resumen) Horticultural Abstracts 65: 5759.

Kramer, S., Rudolph, V. and Gitschel, U. 1984. High strawberry yields obtained by taking into consideration the interaction of weather and irrigation. Gartenbau 31(6): 185-186.

Kreutzer, W. 1965. The reinfestation of treated soil. In: Ecology of soilborne pathogens. Ed: K.F. Baker and W.C. Syner. Univ. of California Press, Berkeley.

Lacasa, A., Guirao, P., Guerrero, M.M., Ros, C., López-Pérez, J.A., Bello, A., Bielza, P. 1999. Alternatives to methyl bromide for sweet pepper cultivation in plastic greenhouses in south east. 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. 7-10 December, Creta Greece. Pp. 133-135.

Lacasa, A., Guerrero, M.M., Ros, C., Guirao, P., Bielza, P., Belda, J.L., De Paco, T., Contreras, J., Molina, R. y Torné, M. 2002. Dichloropropene with chloropicrin applied by drip irrigation as a viable alternative to Methyl Bromide in Sweet Pepper greenhouses. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 398-400.

Lareau, M.J. and Lamarre, M. 1990. Effects of row cover and mulching in the production of day neutral strawberry cultivars. En: The strawberry into 21st century. Proceedings of the Third North American Strawberry Conference, Houston, Texas. Ed: A. Dale y J.J. Luby.

Lareau, M.J. and Lamarre, M. 1993. Late planting of strawberries using bare root or plug plants. Acta horticulturae, 348: 245-248.

Larson, K.D. 1994. Strawberry. En: Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops, Vol. I, chapter 10. Ed: B. Schaffer and P.C. Andersens. CRC Press, Inc. 271-297.

Larson, K.D. 1995. La importancia de la investigación en la obtención de nuevas variedades y alternativas al BM. Opinión externa sobre como mejorar el sistema productivo en Huelva. En: XII Jornadas Agrícolas y Comerciales. Huelva, 14-15 Diciembre.

Larson, K.D. 1997. Nursery Soil Fumigation Regime Affects Strawberry Transplant Production, Transplant Size, and Subsequent Fruit Yield. Proc. 1997 Annual

Universidad de Huelva 2009

International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. San Diego, USA. Pp.43/1-43/3.
Larson, K.D. 1998. Strawberry Yield Performance in Response to Ten Pre-plant Soil Treatments. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, USA. Pp.24/1-24/3.
Larson, K.D. and Shaw, D.V. 1995a. Strawberry nursery soil fumigation and runner plant production. HortScience 30(2): 236-237.
Larson, K.D. y Shaw, D.V. 1995b. El campo de pruebas de alternativas a la fumigación de suelo de Bromuro de metilo, U.C.R.E.C. En: Primer Seminario "Fragariae", 31 Marzo - 1 Abril, Sevilla.
Larson, K.D. and Shaw, D.V. 1995c. Relative performance of strawberry genotypes on fumigated and nonfumigated soil. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 120: 274-277..
Larson, K.D. and Shaw, D.V. 1996. Soil fumigation, fruit production, and dry matter partitioning of field-grown strawberry plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 121: 1137-1140.
Larson, K.D. and Sterrett, J. 1994. Soil fumigation studies at U.C. South Coast R.E.C., 1992-93. The Pink Sheet. Strawberry News Bulletin, 94-10, December 13.
Laubscher, M. C., Roux, C. Z. and Geerthsen, J. M. P. 2000. An explanation of genotype by environment interaction for maize in South Africa. South African Journal of Plant and Soil, Vol.17 (4): 147-150.
Laumonnier, R. 1979. Cultures Légumières et Maraichères, Tome III. Ed. J.B. Baillière. Paris.
Lemaitre, R. 1974. Plants et plantations. Pep. Hort. Mar. 6: 63-65.
Liakatas, A., Clark, J.A. and Monteith, J.L. 1986. Measurements of the heat balance under plastic mulches. Agricultural and Forest Meteorology 36: 227-239.
Lineberry, R.A. 1935. The relation of fertilizer and soil reaction to viability and production of strawberries. Commercial Fert. 50:12-16.
Little, C.R., Kroon, K.H. and Proctor, R.G. 1974. Cool storage and post-storage treatment of strawberry runners for summer planting. Experimental Agriculture and Animal Husbandry 118-121.
Locascio, S.J. and Dickson, D.W. 1998. Metam Sodium Combined with Chloropicrin as an Alternative to Methyl Bromide Fumigation for Tomato. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, USA. Pp.28/1-28/3.
Locascio, S.J. and Myers, J.M. 1975. Trickle irrigation and fertilisation method for strawberries. In: Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society, Deland. Proc. of the Florida State Horticultural Society 88: 185-189.
Locascio, S.J., Olson, S.M., Chase, C.A., Sinclair, T.R., Dickson, D.W., Mitchell, D.J. and Chellemi, D.O. 1999. Strawberry Production with Alternatives to Methyl Bromide Fumigation. Proc. 1999 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.5/1-5/5.
Lodha, S., Sharma, S.K. and Aggarwal, R.K. 1997. Solarization and natural heating of irrigated soil amended with cruciferous residues for improved control of *Macrophomina phaseolina*. Plant Pathology 46: 186-190.
LongJiang, F., BinMing, H. and DeXing, X. 2000. A method for selecting locations in rice cultivar trials. Chinese Journal of Rice Science, Vol.14 (1): 58-60.
López-Aranda, J.M. 1980. Control de las enfermedades del suelo mediante el calor solar. Revista de Extensión Agraria. Vol. XIX. nº 4: 101-104.
López-Aranda, J.M. 1991a. El proceso de micropropagación en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). Estudio de algunos factores que pueden afectar el comportamiento agronómico de las plantas obtenidas in vitro. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Córdoba. 323 pp.

Universidad de Huelva 2009

López-Aranda, J.M. 1991b. Multiplicación de la fresa in vitro. 3er. Symposium Nacional de Semillas. Sevilla, 13-15 Noviembre 1991. Junta de Andalucía, 24/91 Jornadas y Congresos: 233-242.

López-Aranda, J.M. 1992. Multiplicación de la fresa in vitro. Revista Riegos y Drenajes XXI, nº 59: 17-20.

López-Aranda, J.M. 1994. Algunas consideraciones sobre las variedades de fresón. . En: Agrocosta. Revista de la VII Edición de la Feria Comercial Agrícola. Lepe (Huelva). Septiembre.

López-Aranda, J.M. 1995. Cultivo de la fresa en Europa. En: Seminario Internacional "Cultivo de la frutilla", Tecnología y Avances. Universidad de Concepción, Chillán (Chile), 26-27 octubre: 93-131.

López-Aranda, J.M. 1996a. El cultivo de la frutilla en España. En: Publicaciones Misceláneas Agrícolas nº 44. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

López-Aranda, J.M. 1996b. Fisiología de la planta de frutilla. Pauta de comportamiento anual. Respuesta al frío y al fotoperíodo. Los consecuentes tipos varietales. En: Publicaciones Misceláneas Agrícolas nº 44. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

López-Aranda, J.M. 1996c. Obtención de plantas madres. Cultivo in vitro de la frutilla. En: Publicaciones Misceláneas Agrícolas nº 44. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile: 97-107.

López-Aranda, J.M. 1997. Variedades de fresón. Particular referencia a su cultivo en Huelva. En: Anuario de la Fresa. Ed: CYTA. Huelva.

López-Aranda, J.M. 1998a. La fragola in Spagna e le nuove varietà. En: La fragola verso il 2.000. Camera di commercio industria, artigianato e agricoltura di Verona (Italia), ed.: 53-63.

López-Aranda, J.M. 1998b. Posibles alternativas al uso convencional del Bromuro de Metilo. Encuentros en la Biología, Año VI, nº 48: 6-8.

López-Aranda, J.M. 1998c. El proyecto INIA sobre alternativas al uso de Bromuro de metilo. Particular incidencia en el cultivo de la fresa. Phytoma-España, nº 101, Agosto-Septiembre: 47-51.

López-Aranda, J.M. 1999a. The Spanish National Project on alternatives to MB: The case of strawberry. Proc. 1999 Annual International Research Conference on Methyl Bromide alternatives and Emissions reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.8/1-8/4.

López-Aranda, J. 1999b. The Spanish national project on alternatives to methyl bromide. The network in Andalusia. 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. 7-10 December, Creta, Greece. Pp.163-166.

López-Aranda, J.M. 2002. Alternatives to Methyl Bromide in strawberry in Spain. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 104-106.

López-Aranda, J.M. y Medina, J.J. 1996. Breve repaso al cultivo de la fresa en Europa. En: Agrocosta. Revista de la IX Edición de la Feria Comercial Agrícola. Lepe (Huelva). Septiembre: 6-21.

López-Aranda, J.M., López-Navidad, I. y Pliego-Alfaro, F. 1990a. Micropropagación de fresa (Fragaria x ananassa Duch.). Efecto de los niveles de macronutrientes y citoquininas en el proceso de multiplicación. Actas del III Congreso Nacional de la S.E.C.H. Tenerife. Vol. I: 497-502.

López-Aranda, J.M., López-Navidad, I., Barceló-Muñoz, M. y Pliego-Alfaro, F. 1990b. Efecto de los niveles de citoquininas, irradiancia y carbón activo en el proceso de

Universidad de Huelva 2009

multiplicación in vitro de fresa, Fragaria x ananassa Duch. cv. Chandler. I Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Lisboa, Junio 1990. 5 (Vol. II): 276 -281.

López-Aranda, J.M., Verdier, M., Salas, J., Domínguez, F., Borrero, D. y Núñez, F. 1990c. Fresón campañas: 1988 a 1990. RAEA. Dirección General de Investigación y Extensión Agrarias. Sevilla 1990. 1-42.

López-Aranda, J.M., Barceló-Muñoz, M. y Pliego-Alfaro, F. 1992a. Micropropagación de fresa (Fragaria x ananassa Duch.), cultivar Chandler. Estudio agronómico del material obtenido y su descendencia. I Congreso Iberoamericano - V Latinoamericano de Horticultura. Montevideo (Uruguay). Resúmenes: 24.

López-Aranda, J.M., López-Montero, R., y Barceló, M. 1992b. Estado actual y perspectivas del cultivo del fresón. Fruticultura Profesional, 44: 46-53.

López-Aranda, J.M., López-Montero, R., Barceló, M. y Pliego-Alfaro, F. 1993a. Evaluación morfológica de material de fresa, cultivar Chandler, procedentes de diferentes sistemas de propagación. II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas, Zaragoza, Abril 1993. 10 (Tomo II): 1240-1245.

López-Aranda, J.M., López-Montero, R., Chaves, M., Álvarez, A. y Bartual, R. 1993b. Evaluation of new Spanish cultivars of strawberry in Huelva, southwestern Spain. Acta Horticulturae, 348: 213-218.

López-Aranda, J.M., Barceló-Muñoz, M., Medina-Mínguez, J.J., Álvarez, A. y Pliego-Alfaro, F. 1994a. Comportamiento en campo de material micropropagado de fresa. Avance de resultados. ITEA, 15: 149-156.

López-Aranda, J.M., Pliego-Alfaro, F, López-Navidad, I. and Barceló-Muñoz, M. 1994b. Micropropagation of strawberry (Fragaria x ananassa Duch). Effect of mineral salts, benzyladenine levels and number of subcultures, in the in vitro behaviour of the obtained microplants as well as on the fruiting capacity of their progeny. Journal of Horticultural Science, 69 (4): 625-637.

López-Aranda, J.M., López-Montero, R. y Medina, J.J. 1994c. El grupo europeo de investigadores de la fresa. HortoFruticultura, 9: 28-30.

López-Aranda, J.M., Bartual, R., Medina, J..J., Marsal,J.I., López-Montero, R. y Sánchez-Sevilla, J. 1995a. Nuevas variedades europeas de fresas. Hortoinformación, 7-8: 43-46.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Domínguez, F.J., López-Montero, R., Sánchez-Sevilla, J. y Salas, J. 1995b. Nuevas variedades para Huelva. Hortoinformación, 7-8: 26-31.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Barceló, M., López-Medina, J. and Pliego-Alfaro, F. 1996a. Field behaviour of micropropagated strawberry plants. Acta Horticulturae, 439. Vol. 1: 353-357.

López-Aranda, J.M., Moreno, R., Salas, J., Domínguez, F.J., Vázquez D., Núñez, F., Macias, M.D., Borrero, D., Muñoz, S., Medina, J.J., Volante, J., Díaz, M.D., López-Montero, R., López-Medina, J. y Flores, F. 1996b. Ensayos sobre Técnicas de Cultivo y Variedades de Fresón. 1/96 RAEA. Ed: Consejería de Agricultura y Pesca de la JA. Dirección General de Investigación Agraria. 101pp.

López-Aranda, J.M., Salas, J., Domínguez, F.J., Macias, M.D., Núñez, F., Medina, J.J., López-Montero, R., Galván, J., Volante, J., Aragón, E., Romero, J.F., López-Medina, J. y Flores, F. 1997. Ensayos sobre Marcos, Fechas de Plantación, Técnicas de Cultivo y Nuevas Variedades de Fresón, campaña 1997. 3/97 RAEA. Ed: Consejería de Agricultura y Pesca de la JA. Dirección General de Investigación Agraria. 98pp.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L. y Domínguez, F. 1998. Perspectivas actuales sobre el bromuro de metilo. El proyecto INIA sobre búsqueda de alternativas. Particular incidencia en el cultivo de la fresa. En: Agrocosta. Revista de la XI Edición de la Feria Comercial Agrícola. Lepe (Huelva). Septiembre: (11) 47-62.

Universidad de Huelva 2009

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L. y Domínguez, F. 1999a. Alternativas al Bromuro de metilo en el cultivo de la fresa en Huelva. Revista Agrícola Vergel, 213: 566-573.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L. y Domínguez, F. 1999b. El problema de la prohibición del Bromuro de metilo. Nuevos resultados sobre alternativas para el cultivo de la fresa obtenidos en el proyecto INIA. Agrocosta, 99: 20-35.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L., Domínguez, F. 2000a. Three years of short-term alternatives to MB on Huelva strawberries. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.10/1-10/6.

López-Aranda, J.M., Romero, F., Montes, F., Medina, J.J., Miranda, L., De Los Santos, B., Vega, J.M., Páez, J.I. y Domínguez, F. 2000b. Tres años de resultados en la búsqueda de alternativas viables al Bromuro de metilo para la fresa de Huelva. XVII Jornadas Agrícolas y Comerciales de El Monte. Aljaraque (Huelva), 29 y 30 de Noviembre de 2000: 12-18.

López-Aranda, J.M., Romero, F., Montes, F., Medina, J.J., Miranda, L., De Los Santos, B., Vega, J.M., Páez, J.I., Domínguez, F., López-Medina, J., Flores, F. 2001a. Chemical and non-chemical alternatives to MB fumigation of soil for strawberry. 2000-2001 results. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.40/1-40/4.

López-Aranda, J.M., Romero, F., Montes, F., Medina, J.J., Miranda, L., De Los Santos, B., Vega, J.M., Páez, J.I. 2001b. Búsqueda de alternativas viables al Bromuro de Metilo para la fresa de Huelva. Revista Vida Rural, 126: 34-38.

López-Aranda, J.M., Romero, F., Montes, F., Medina, J.J., Miranda, L., De Los Santos, B., Vega, J.M., Páez, J.I., Domínguez, F. 2001c. El problema de la prohibición del Bromuro de Metilo como desinfectante de suelos agrícolas. Resultados sobre algunas alternativas para el cultivo de la fresa. Revista Terralia, 19 (Abril): 33-43.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L., De Los Santos, B., Domínguez, F., Sánchez-Vidal, M.D., López-Medina, J. and Flores, F. 2001d. Agronomic behaviour of strawberry coming from different types of soil fumigation in nurseries. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.38/1-38/4.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L., Montes, F., Romero, F., Vega, J.M., Páez, J.I., De Los Santos, B., Domínguez, F., López-Medina, J., Flores, F., Clavero, I., Gálvez, J., Becerril, M., Palacios, J., Bardón, E., Martínez-Beringola, M.L., Salto, T., De Cal, A., Martínez-Treceño, A. and Melgarejo, P. 2002a. Alternatives to Methyl Bromide for use in strawberry production and nurseries in Spain. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 38-42.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L., Domínguez, F., López-Medina, J., Bartual, R. and Cebolla, V. 2002b. The Spanish Project on Alternatives to Methyl Bromide (1): the Case of Strawberry in the Area of Huelva. Proc. 4th Int. Strawberry Symp. Finland. Acta Hort. 567 (Volume 2): 427-430.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L., Montes, F., Romero, F., Vega, J.M., Páez, J.I., De Los Santos, B., Domínguez, F., López-Medina, J. y Flores, F. 2002c. Alternativas al uso de Bromuro de Metilo en el cultivo de la fresa. Revista Vida Rural, año IX, nº 150: 46-51.

López-Galarza, S. y Maroto, J.V. 1987. Aproximación histórica a la evolución del material vegetal en el cultivo de fresas y fresones. Agrícola Vergel. Junio 1987: 265-269.

López-Galarza, J.V., Maroto, J.V., Pascual, B., Bono, M.S. and Alargada, J. 1993. Influence of different climatic protection and forcing systems on some production

Universidad de Huelva 2009

parameters of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) in Spain. Acta Horticulturae 348: 249-252.

López-Galarza, J.V., Maroto, J.V., San Bautista, A. and Alargada, J. 1997. Performance of waiting-bed strawberry plants with different number of crowns in winter plantings. Acta Horticulturae 439: 439-443.

López-Medina, J., Moore, P. P., Shanks, C. H., Gil, F. F. and Chandler, C. K. 1999. Genotype x environment interaction for resistance to spider mites in *Fragaria*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 124 (4): 353-357.

López-Medina, J., Vázquez, E., Medina, J.J., Domínguez, F., López-Aranda, J.M., Bartual, R. and Flores, F. 2001. Genotype x environment interaction for planting date and plant density effects on yield characters of strawberry. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 76 (5): 564-568.

Llobell, A., Rey, M., Cannon, P.F., Buddie, A., Lorito, M., Woo, S., Elad, Y., Freeman, S., Katan J., González, F., Grondona, I. and Monte, E. 2000. *Trichoderma* contribution to IPM Strategies in European Strawberry. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.31/1.

Maas, J.L. 1987. Photoperiod, temperature effects on starch accumulation in strawberry roots. Adv. Straw. Prod. 6: 22.

Maas, E.V. and Hoffman, M. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. J. Irrig. Drainage Div.103: 115.

Mahrer, I. 1979. Prediction of soil temperatures of a soil mulched with transparent polyethylene. J. Appl. Meteorol. 18: 1263-1267.

Mahrer, I, Naot, O., Rawitz, E. and Katan, J. 1984. Temperature and moisture regimes in soils mulched with transparent polyethylene. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 362-367.

Majewshi, M.S., Mc Chesney, M.M., Voodrow, J.E., Prueger, J.H. and Seiber J.N. 1995. Aerodynamics measurements of methyl bromide volatilization from tarped and nontarped fields. . J. Environ. Quality 24(4): 742-752.

Malathrakis, N.E. 1987. Control pf soilborne diseases of cucumber with solarization and soil fumigation. I: cucumber root rot complex caused by *Fusarium sp* and. *Pytium sp*. 7° Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Granada. Book of abstracts, 71-72.

Malodobry, M. 1987. Effect of plant spacing and planting date growth, yield and leaf infection by *Mycosphaerella fragariae* Tul. Lindau in the wild-type cultivar "Baron Solemacher". (Resumen) Horticultural Abstracts 58: 7365

Mannini, P. and Gallina, D. 1994. Yield and quality response of strawberries irrigation. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura 56 (4): 69-73.

Maroto, J. V. 1988. Técnicas de cultivo en el fresón. En: XIV Congreso Asociación Internacional Norcofel (Normalisation et Commercialisation des Fruits et Légumes). Matalascañas (Huelva).

Maroto, J.V., López-Galarza, S., San Bautista, A., Alargada, J., Pascual, B. e Iranzo, B. 1996. Producción de fresón con plantas de corona engrosada en el litoral mediterráneo valenciano. Agrícola Vergel 169:24-29.

Maroto, J.V., López-Galarza, S., San Bautista, A. y Pascual, B. 1997. Cold stored and fresh multicrown strawberry plants for autumn-winter production in eastern Spain. Acta Horticulturae 439: 545-548.

Márquez, J.A. 1992. El transporte aéreo en la provincia de Huelva. Un sector estratégico para el desarrollo provincial. En: Huelva en su Historia, 4. Territorio, población, economía y sociedad. Ed: J.A. Márquez y J. Pérez-Embid.

Universidad de Huelva 2009

Márquez, J.A. 1998. El desarrollo agrícola. Los campos de fresa en Moguer. En: Fuentepiña, revista de las artes y de las letras.. Ed: Fundación Municipal de Cultura – Moguer- (Huelva).
Martin, F. 1998. Rhizosphere Ecology of Strawberry, Root Pathogens and Beneficial Colonizers. Proc. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. December 7-9, Orlando, USA. Pp.5/1-5/2.
Martin, F.N. 1997. Microbian Rhizosphere Colonizers of Strawberry and Their Effect on Plant Growth. Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 3-5, San Diego, USA. Pp.104/1-104/2.
Martin, F.N. 1999. Strawberry Root Rot and the Recovery of *Pythium* and *Rhizoctonia* spp. Proc. 1999 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.6/1-6/3.
Martin, F.N. 2000. Management of Root Diseases of Strawberry. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.32/1-32/5.
Martin, F.N. 2001. Management of Pathogens Associated with Black Root Rot of Strawberry. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.46/1-46/4.
Martín, L. 1995. Situación y perspectivas de la plasticultura en el mundo. En: Actas del I Simposium Iberoamericano sobre Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrarias. Ed: J. López Gálvez y J.R. Díaz Álvarez. El Ejido, Almería, España.
Martínez, C., Fennimore, S. and Ajwa, H. 2000. Strawberry Production with Methyl Bromide Alternatives: A Farmer's Perspective. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.11/1-11/3.
Martínez-Carrasco, R y Sánchez de la Puente, L. 1979. Growth, yield and mineral nutrition of the strawberry under water deficits at various stages of development. Anales de Edafología y Agrobiología 38: 7.
Martins, N.F.L. 1983. Efeitos de coberturas plásticas e orgánicas sobre o redimento de frutos de duas cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) e a temperatura do solo. Dissertaçao- Facultad de Agronomia, Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
Marumoto, T., Aoki, M., Suzuki, Y., Kusaka, T., Kheng, J.C.W. and Higashi. 1991a. Effects of rhizosphere conditions on the growth of strawberry. I . Effects of nitrogen level, soil temperature and mulch. (Resumen) Horticultural Abstracts 63: 3313.
Marumoto, T., Hayakawa, S., Suzuki, Y., Kusaka, T., Kheng, J.C. and Higashi, T. 1991b. Effects of rhizosphere conditions on the growth of strawberry. II . Effects of soil moisture, and soil temperature and mulch. (Resumen) Horticultural Abstracts 63: 3314.
Matlock, D.L. 1954. Strawberry nutrition. In: Mineral nutrition of fruit crops. Ed: N.E. Childers. Somerset Press. N.J.
Matthews, A. 1924. Partial sterilization of soil by antiseptics. J. Agr. Sci. 14: 1-57.
May, G. and Pritts, M.1990. Strawberry nutrition. Advances in Strawberry Production. 9: 10-21.
[MBTOC] 1994. Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. 1994 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee (MBTOC). Supplement to the 1994 assessment.
Mc Cain, A.H., Bega, R.V. and Jenkinson, J.L. 1982. Solar heating fails to control *Macrophomina phaseolina*. Phytopathology 72: 985.
McPherson, H.G. 1994. Photoperiod, temperature and flowering in strawberry: Implication for the Auckland district. 30 pp. A report for The Auckland Berryfruit Growers Association (Inc.).

Universidad de Huelva 2009

Medina-Mínguez, J.J. 2002. Soil solarization and biofumigation in strawberry in Spain. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 108-110.
Medina, J.J., Arjona, A. y López-Aranda, J.M. 1994. Material vegetal de fresa. Influencia de las horas frío en la producción precoz y final. HortoFruticultura (septiembre): 23-27.
Medina, J.J., Melgarejo, P., Martínez-Treceño, A., Bardón, E., Palacios, J., De Cal, A., Salto, T., Martínez-Beringola, M.L., Clavero, I., Gálvez, J. y López-Aranda, J.M. 2000. Tres años de resultados en la búsqueda de alternativas viables al Bromuro de metilo para viveros de fresa. XVII Jornadas Agrícolas y Comerciales de El Monte. Aljaraque (Huelva), 29 y 30 de Noviembre de 2000: 20-27.
Melgarejo, P., De Cal, A., Salto, T., Martínez-Beringola, M.L., Martínez-Treceño, A., Bardón, E., Palacios, J., Becerril , M., Medina, J.J., Clavero, I., Gálvez , J. y López-Aranda, J.M. 2001a. El problema de la prohibición del Bromuro de metilo como fumigante de suelos agrícolas. Resultados sobre algunas alternativas para viveros de fresa en España. Revista Terralia, nº 20 (Mayo 2001): 20-29.
Melgarejo, P., De Cal, A., Salto, T., Martínez-Beringola, M.L., Martínez-Treceño, A. Bardón, E., Palacios, J., Becerril, M., Medina, J.J., Clavero, I., Gálvez, J. and López-Aranda, J.M. 2001b. Three years of results on chemical alternatives to Methyl Bromide for strawberry nurseries in Spain. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.93/1-93/4.
[Memorandum] 1997. Borrador de propuesta al Ministerio de Medio Ambiente. Memorandum justificativo de la propuesta relativa a mantener en la Unión Europea el calendario de Viena para eliminación de usos del Bromuro de metilo en agricultura. Subdirección General de Sanidad Vegetal. M.A.P.A. 24 pp.
Merezhko, I.M. and Nadtochei, I.P. 1985. Storability and productivity of strawberry mother plants in relation to their leaf surface area. Sadovodstvo (Kiev) 33: 58-60.
Mian, I.H., Godoy, G., Rodriguez-Kábana, R., Morgah-Jones, G. 1982. Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. Nematropica 12: 71-84.
Montero, J.I., Castilla, N. Gutierrez de Rave, E. y Bretones, F. 1985. Climate under plastic in the Almería area. Acta Horticulturae 170: 227-234.
Moore, J.N., Baher, E. and Riggs, R.D. 1979. Soil fumigation effects on strawberry production: First year results. Arkansas Farm. Res. 1-2: 6.
Moore, P.P., Hummel, R.L. y Bristow, P.R. 1993. Strawberry cold protection using floating rowcovers. Acta Horticulturae 348: 253-253.
Moreno-Hinestrosa, M.J. 1993. La vida de Moguer en la época de la Restauración (1.874-1923). Ed: M. J. Moreno Hinestrosa e Industrias Químicas y Básicas de Huelva.
Motzo, R., Giunta, F. and Deidda, M. 2001. Factors affecting the genotype x environment interaction in spring triticale grown in a Mediterranean environment. Euphytica, Vol.121 (3): 317-324.
Nair. S.K., Peethambaran, C.K., Geetha, D., Nayar, K. and Wilson, K.I. 1990. Effect of soil solarization on nodulation, infection by micorrhizal fungi and yield of cowpea. Plant soil 125: 153-154.
Nelson, M., Olsen, B., Johnson, B. and Norton, J. 2000. Results from 1999-2000 USDA IR-4 MBA Field Trials in CA and FL Strawberries. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.3/1-3/4.
Nelson, M., Olsen, B., Vander Mey, B., Lepez, G., Rodriguez, L., Johnson, B., Currey, W. and Norton, J. 2001. Results from 2000-01 USDA IR-4 MBA Field Trials in CA and FL Strawberries. Proc. 2001 Annual International Conference on

Universidad de Huelva 2009

Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.43/1-43/5.
Nelson, P.E. and Wilhelm, S. 1957. Some anatomic aspects of the strawberry root. Hilgardia 26, 631.
Nestby, R. 1978. Yield response of the strawberry cultivar Senga Sengana in 1974-1977, after planting on 13 dates in 1973 using plants of two qualities. Forskning og Forsok i Landbruket 29 (2): 195-202.
Nica, S and Guirea, M. 1976. Aspects of the storage of strawberry runners. Lucrani Stiintifice Institutul de Cercerati si Priectari pentru Valorificarea si Industralizarea Legumelor si Fructelor 7: 157-164.
Norton, J. 2001. Status of IR-4 Methyl Bromide alternative programs for minor crops. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.58/1-58/2.
Noto, G. 1975. Sul valore agrario di stolone di fragola in raporto all'ambiente di moltiplicazione. Colture Protette 10.
Noto G. 1977. Rese e decorso della maturazione del fragoleto impiantato in successive date nel corso delle stagioni estiva ed autunnale in ambiente meridionale. Técnica Agrícola 29 (2): 89-109.
Okasha, K.A., Helal, R.M., Khalaf, S., and El-Hifny, I.M. 1986. Effect of some soil types in flowering, fruit setting and yield of Tioga strawberry cultivar. Egypt. J. Hort. 13: 61.
Olías, J.M., Sanz, C. y Pérez, A.G. 1995. Acondicionamiento post-recolección del fresón de Huelva para consumo en fresco. Ed: Caja Rural de Huelva.
Onal, K. 2000. Investigations on the performance of some strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) grown in open fields and under high tunnel conditions. Turkish Journal of Agriculture & Forestry, 2000, Vol.24, N° 1:31-36.
Orihuela, D.L. 1995. Fertilización del fresón. En: Curso Internacional Cultivo de la Fresa (Frutilla). Dirección General de Investigación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucia. Málaga-Huelva.
Palacios-Vázquez, J. 2002. Spanish strawberry plant nurseries and the use of Methyl Bromide as a soil disinfectant. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 122-124.
Panova, Z.M. 1988. Winter storage of strawberry transplants. Sadovodstvo i Vinogradarstvo 10: 13-15.
Papiernik, S. and Yates, S.R. 2001. Transport of Fumigant Compounds Through HDPE and Virtually Impermeable Films. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.n-/1-16/3.
Papiernik, S.K., Gan, J., Dungan, R. and Yates, S.R. 2000. Products of Propargyl Bromide Degradation in Soil. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.27/1-27/2.
Paraskevopoulou-Paroussi, G., Vassilakakis, M. and Dogras, C. 1991. Performance of five strawberry cultivars under plastic greenhouse or field conditions in northern Greece. Acta horticulturae, 287: 273-279.
Passos, F.A. 1997. Influência de alguns sistemas de cultivo na cultura do morango (*Fragaria x ananassa* Duch.). Tesis Doctoral. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidad de Sao Paulo, Brasil.
Patten, K., Neuendorff, E. and Nimr, G. 1989. Soil solarization effects on annual strawberry production in Texas. Proc. Natl. Agric. Plast. Congr) 1989 (21st): 71-75.
Pérez-Afonso, J.L., 1979. Cultivo de fresas. Publicación de Extensión Agraria. Serie M.T. n° 49.

Universidad de Huelva 2009

Pinkerton, J.N., Ivors, K.L., Reeser, P.W., Bristow, P.R. and Windom, G.E. 2002. The use of soil solarization for the management of soilborne plant pathogens in strawberry and red raspberry production. Plant Dis. Vol. 86 (6): 645-651.
Pinnschmidt, H. O. and Hovmoller, M. S. 2002. Genotype x environment interactions in the expression of net blotch resistance in spring and winter barley varieties. Euphytica, Vol.125 (2): 227-243.
Pollard, J.E., Gast, K.L.B. and Cundari, C.M. 1989. Overwinter rowcovers increase yield and earliness in strawberry. Acta Horticulturae 265: 229-234.
Pomares, F. 1993. Fertilización del fresón. En: El Fresón aspectos técnicos y perspectivas. Ed: Caja Rural de Valencia.
Pons, R. 1984. Estudio de la dinámica de los bromuros en el suelo. Tesina de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.
Prather, M.J., Mc Elroy, M.B. and Wosfy, S.C. 1984. Reductions in ozone at high concentrations of stratospheric halogens. Nature 312: 227-231.
Price, N. 1996. Methyl bromide in perspective. In: The methyl bromide issue. Ed: C.H. bell, N. Price and B. Chakrabarti. Central Science Laboratory, Ministry of Agriculture, Fisheries and Foot, UK.
Pringle, G.J. and Shaw, D.V. 1998. Predicted and realized response of strawberry production traits to selection in differing environments and propagation systems. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 123: 61-66.
Prinzivalli, C., D'Anna, F. e Rosati, C. 2001. Solarizzazione con film plastici per la fragola in alternativa al bromuro di metile. Informatore Agrario, Vol.57, No.37: 55-57.
Pritts, M.P. and Eames-Sheavly, M. 1989. Yield and its seasonal distribution respond to date of planting, planting density, row configuration, and second year mowing in "Tribute" and "Tristar" dayneutral strawberries. Advances in Strawberry Production 8: 36-41.
Pritts, M.P. and Worden, K.A. 1988. Effects of duration of flower and runner removal on productivity of three photoperiodic types of strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 185-189.
Pullman, G.S., De Vay., J.E. and Garber, R.H. 1981a. Soil solarization and thermal dead. A logarithmic relationship between time and temperature for soilborne plant pathogens. Phytopathology 71: 959-964.
Pullman, G.S., De Vay, J.E. Garber, R.H., and Weinhold, A.R. 1981b. Soil solarization: Effects on verticillium wilt of cotton and soilborne populations of *Verticillium dahliae, Pythium spp., Rhizoctonia solani* and *Thielaviopsis basicola*. Phytopathology 71: 954-959.
Pullman, G.S., De Vay, J.E., Elmore, C.L. and Hart, W.H. 1982. Feasibility of soil solarization for pathogens and pest control. Phytopathology 72: 984.
Purchase, J. L., Hatting, H. and Van Deventer, C. S. 2000. Genotype x environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in South Africa: I. AMMI analysis of yield performance. South African Journal of Plant and Soil, 2000, Vol.17 (3): 95-100.
Quesada, F.M., Escobar, I., Guillén, A. y Castilla, N. 1995. Acolchado y cubiertas planas en un cultivo de patata extratemprana. En: Actas del I Simposium Iberoamericano sobre Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrarias. Ed: J. López Gálvez y J.R. Díaz Álvarez. El Ejido, Almería, España.
Ramirez, J. and Munnecke, D.E. 1985. Effects of soil amended with cabbage residues on *Fusarium oxisporum* f. sp. *conglutians* race 5. Phytopathology 75: 1291.
Rancillac, M. and Nourrisseau , J.G. 1988. Micropropagation and strawberry plant quality. International Strawberry Symposium, Cesena, May 1988.Book of abstracts: 55.
Razik, A., Grisntein, A., Zeydan, O., Rubin, B. Tal, A. and Katan, J. 1989. Soil solarization and fumigation of strawberry plots. Acta Horticulturae, 265: 586-690.

Universidad de Huelva 2009

Renquist, A.R., Breen, J.P. and Martin, L.W. 1980. Drip irrigation and polyethylene mulch on the "Olympus" strawberry. The Strawberry: cultivars to marketing. Ed: N.F. Childers. Gainesville, FL.
Renquist, A.R., Breen, P.J., and Martin, L.W. 1983. Stomatal behavior and leaf water status of strawberry different growth environments. Sciencia Hort. 18: 101.
Resende, L.V. y Maluf, W.R. 1993. Influência do túnel plástico de cultivo forçado e da cobertura morta de solo na incidência de mancha de micosferela no cultivo do morangueiro. Horticultura Brasileira 11(1): 94.
Resende, L.V., Alvarenga, M.A. y Maluf, W.R. 1993. Comportamento do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivar AGF-80 sob túneis de cultivo forçado e cobertura morta, em condiçioes de primavera/verao. Horticultura Brasileira 11(1): 94.
Rieger, M., Krewer, G. and Lewis, P. 2001. Solarization and chemical alternatives to methyl bromide for preplant soil treatment of strawberries. HortTechnology, Vol. 11 (2): 258-264.
Risser, G. 1979. Le cycle physiologique annuel du fraisier. Pép. Hort. Mar. 196: 37-40.
Risser, G, et Robert, F. 1993. What cold treatments promote growth in strawberry?. Acta Horticulturae 348: 381-383.
Risser, G. et Vaillen, J. 1980. Importance des dates de plantation sur la rendement de deux variétés de fraisiers "Garriguette" et "Favette" dans la Bssé-Vallée du Rhône. Rev. Horticole 211: 17-24.
Ristaino, J.B. and Thomas, W. 1997. Agriculture, methyl bromide and ozone hole: can we fill the gaps?. Plant Dis. 81: 964-977.
Ristaino, J.B., Perry, K.B. and Lumsden, R.D. 1991. Effect of soil solarization and Gliocladium virens en sclerotia of *Sclerotium rolfsii*, soil microbiota, and the incidence of southern blight in tomato. Phytopathology 81: 1117-1124.
Ristaino, J.B., Perry, K.B. and Lumsden, R.D. 1996. Soil solarization and Gliocladium virens reduce the incidence of southern blight *(Sclerotium rolfsii)* in bell pepper in the field. Biocontrol Science and Technology 6/4: 583-593.
Robledo, F. y Arroyo, F. 1995. Aplicación de filmes de copolimero EVA al acolchado de espárrago blanco en el Sur de España. En: Actas del I Simposium Iberoamericano sobre Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrarias. Ed: J. López Gálvez y J.R. Díaz Álvarez. El Ejido, Almería, España.
Robledo, F. y Vicente, J. 1988. Aplicaciones de los plásticos en la agricultura. Ed. Mundiprensa, Madrid, España.
Rodriguez-Kabana, R. 2000. Evaluation of the Herbicidal and Nematicidal Properties of Propargyl Bromide. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.28/1.
Rodriguez-Kabana, R. 2001a. Pre-Plant Applications of Sodium Azide for Control of Nematodes and Weeds in Eggplant Production. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.6/1.
Rodriguez-Kabana, R. 2001b. Sodium Azide for Control of the Root Knot – Fusarium Wilt Complex in Cotton. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.84/1.
Rodriguez-Kabana, R. 2002a. Sodium Azide for soil pest control in crops with few or no alternatives to fumigation with Methyl Bromide. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 116-120.

Universidad de Huelva 2009

Rodriguez-Kabana, R. 2002b. Potential of Propylene oxide as a substitute for fumigation of soil with Methyl Bromide. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 380-384.
Rodriguez-Kabana, R. and Robertson, D.G. 2000. Nematicidal and Herbicidal Properties of Liquid Formulation of Potassium Azide. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.8/1.
Rodriguez-Kabana, R. and Abdelhaq, H. 2001. Sodium Azide for Control of Root-Knot Nematode and Weeds In Green Pepper and Tomato Production In the Souss Valley In Morocco. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.8/1.
Rodriguez-Kabana, R. and Robertson, R.G. 2001. Efficacy of Aqueous Formulations of Sodium Azide with Amine-Protein Stabilizers for Control of Nematodes and Weeds In Tomato Production. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.7/1.
Rodriguez-Kabana, R. and Weaver, C.F. 2001. Nematicidal and Herbicidal Properties of Propylene Oxide. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.3/1.
Rom, R.C., and Dana M.N. 1960. Strawberry root growth studies in fine sandy soil. Proc. Amer. Soc. Horr.Sci. 75: 367.
Roozen, J. 2000. Application of Metam Sodium is the key to effective pest control. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.102/1-102/3.
Rosa, A., Fernandes, M.M. y Rodrigues, A. 1994. Forçagem do morangueiro em túneis altos. O Algarve e o Campo 3: 31-34.
Rosati, P. 1991. The strawberry in Europe. In: The strawberry into 21st Century. Ed: A. Dale and J.L. Luby. Timber Pres. 27-35.
Roselló, I. 1990. Estudio de las necesidades nutritivas de la planta de fresón. Trabajo fin de carrera. EUITA de Valencia.
Rossi, J. y Moreno, F. 1995. Influencia del acolchado en la disponibilidad de agua del cultivo del girasol. En: Actas del I Simposium Iberoamericano sobre Aplicación de los Plásticos en las Tecnologías Agrarias. Ed: J. López Gálvez y J.R. Díaz Álvarez. El Ejido, Almería, España.
Rossi, F., Cristoferi, G., Bagioli, L. y Camporeale, S. 1988. Effect of plastic films on day-neutral strawberry yields. Acta Horticulturae 265: 235-242.
Rotem, J. and Palti, J. 1969. Irrigation and plant diseases. Ann. Rev. of Phytop. 7: 267-288.
Roudeillac, P. et Veschambre, D. 1987. La fraise, techniques de production. Ctifl-CIREF.
Roumilhac, D., Simkin, B. and Fritsch, J. 1998. Barrier Film with Orgalloy: Already Used for MeBr, Also Efficient with Alternatives. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, USA. Pp.107/1-107/3.
Rovira, A.D. 1976. Studies on soil fumigation. I. Effects of ammonium nitrate and phosphate in soil and on the growth, nutrition and yield of wheat. Soil Biol. Biochem. 8: 241-247.
Rubin, E. and Benjamin, A. 1983. Solar heating of the soil: effect on weed control and soil-incorpored herbicides. Weed Sci. 31: 819-825.
Rubin, E. and Benjamin, A. 1984. Solar heating of the soil: Involvement of environmental factors in the weed control process. Weed Sci 32: 138-142.

Universidad de Huelva 2009

Ruíz-Nieto, A, López-Aranda, J.M., López-Montero, R., López-Medina, J. and Medina, J.J. 1997. Analysis of sugars from strawberry cultivars of commercial interest – contents evolution. Acta Horticulturae 439: 663-667.
Russell, E.J. 1920. The partial sterilization of soils. J. Roy. Hort. Soc. 45: 237-246.
Salas J. y Flores, A., 1985. Cultivo del fresón en la costa de Huelva. Ed: Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca (D.G.I.E.A). Serie Monografías 1.
Sances, F.V. 2001. Conventional and Organic Alternatives to Methyl Bromide on California Strawberries. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.45/1.
Sansavini, S. e Gherardi, G. 1980. Selezione clonale e stabilità genetica di fragole micropropagate. Frutticoltura, 42 (5): 39-46.
[SAS Institute] 1996. SAS/STAT user's guide, second edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.
Sbrighi, M., Faedi, W., Baruzzi, G., Lieten, P. López-Aranda, J.M., Markocic, M., Roudeillac, P. e Nourrisseau, J.G. 1998. La fragolicultura europea sta cambiando. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura 5: 11-19.
Scaglia, E., Kirschbaum, D., Martínez-Novillo, J., Rodriguez, J.P., Mintzer, R. y Cabral, J. 1995. Cultivo de frutilla. INTA/Procadis, Buenos Aires.
Schaeffer, G.W., Damiano, C., Scott, D.H., Mc Grew, J.R., Krul, W.R. and Zimmerman, R.H. 1980. Transcription of panel discussion on genetic stability of tissue culture propagated plants. En: Proceedings on the Conference on Nursery Production of Fruit Plants Through Tissue Culture: Applications and Feasibility. Beltsville, Maryland: 64-79.
Schnabel, R.R., Stout, W.L. and Shaffer, J.A. 1995. Uptake of hydrologic tracer (bromide) by Ryegrass from well and poorly-drained soils. J. Environ. Quality 24(5): 888-892.
Seebold, K.W. and Csinos, A.S. 2001. Comparison of application timing on the efficacy of Metam Sodium and Chloropicrin against soilborne fungi and yellow nutsedge. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.101/1-101/4.
Serrano, L, Carbonell, X., Savé, R., Marfá, O. and Peñuelas. 1992. Effects of irrigation regimes on the yield and water use of strawberry. Irrigation Science 13: 45-48.
Sganzerla, E. 1995. Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plasticos. Ed: Agropecuaria, Brasil.
Shaw, D.V. and Larson, K.D. 1996. Relative performance of strawberry cultivars from California and other North American sources in fumigated and nonfumigated soils. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 121:764-767.
Shaw, D.V. and Larson, K.D. 1999. A meta-analysis of strawberry yield response to preplant soil fumigation with combination of methyl bromide-chloropicrin and four alternate systems. HortScience, 34: 839-845.
Shaw, D.V. and Larson, K.D. 2001. Relative performance of strawberry genotypes over four cycles of cultivation on fumigated and nonfumigated soils. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 126: 78-82.
Silva, H. 1996. Fertilización del cultivo de la frutilla. En: Publicaciones Misceláneas Agrícolas nº 44. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
Sims, J.J. and Stanghellini, M. 2000. Methyl Iodide Field Application via Drip Irrigation. Proc. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, Orlando, USA. Pp.38/1.
Sims, J.J., Ohr, H., Becker, J.O., Hutchinson, C., Stanghellini, M., McGiffen,M.E., Karlik, J.F. and Eayre, C. 1998. Methyl Iodide-Recent Field Results. 1998 Annual

Universidad de Huelva 2009

International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. December 7-9, Orlando, USA. Pp.30/1-30/2.
Singh, H.B. and Kanakidou, M. 1993. An investigation of the atmospheric sources and sinks of methyl bromide. Geophysical Research Letters 20: 133-136.
Sitta, G. 1978. L´ABC della moderna fragolicoltura. Ed. Edagricole. Bologna.
Smeets, L. 1982. Effect chilling on runner formation and flower initiation in the everbearing strawberry. Sci. Hortic. 17: 43.
Smith, B.J. 1987. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the severity of strawberry anthracnose-crown rot. Phytopathology 77(12): 1691.
Smith, B.J. and Black, L.L. 1987. Resistance of strawberry plants to *Colletotrichum fragariae* affected by environmental conditions. Plant Dis. 71(9): 834-837.
South, D.B. 1994. Groundwater contamination. Ala. Agr. Exp. Sta. Forestry School Series N° 14 (http://sofserv.forestry.auburn.edu/coops/srnmc/pubs/manuscri/pesticid/groundw.html).
Stapleton, J.J. 1994. Solarization as a framework for alternative soil disinfestations strategies in the interior valleys of California. In: Proceedings of the 1994 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Kissimmee, Fla.
Stapleton, J.J. 1996. Fumigation and solarization practice in plasticulture systems. HortTechnology 6(3): 189-192.
Stapleton, J.J. and De Vay, J.E. 1982. Changes in microbial populations in solarized soils as related to increased plant growth. Phytopathology 72: 985.
Stapleton, J.J. and De Vay, J.E. 1983. Response of phytoparasitic and free-living nematodes to soil solarization and 1,3-dichloropropeno in California. Phytopathology 73: 1429-1436.
Steel, R.G.D. and Torrie, B. 1985. Bioestadística (Principios y procedimientos). Ed: Mc Graw-Hill, Bogotá.
Stevens, C., Khan, V.A. and Tang, A.Y. 1990. Soil solarization: effect on low-input fertilization and growth responses of strawberry. Proc. 22nd Natl. Agric. Plast. Congr. Montreal, Quebec:159-162.
Swartz, H.J. and Lindstrom, J.T. 1986. Small fruits and grape tissue culture from 1980 to 1985: commercialization of the technique. En: Tissue Culture as a Plant Production System for Horticultural Crops. R.H. Zimmerman, R.J. Griesbach, F.A. Hammerschlag, R.H. Lawson, eds. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht: 201-220.
Tanaka, M.A.S., Feitosa, C.T. y Passos, F.A. 1995. Reaçao do morangueiro ao *Colletotrichum fragariae* em diferentes niveis de fertilidade do solo. Fitopatologia brasileira 20: 343.
Taye, G., Getachew, T. and Bejiga, G. 2000. AMMI adjustment for yield estimate and classification of genotypes and environments in field pea (*Pisum sativum* L.). Journal of Genetics & Breeding, Vol.54 (3):183-191.
Tello, J. y Bello, A. 1997. La actualidad del Bromuro de metilo. Europa Agraria, enero 97: 4.
Tello J., Páez, J.I., Vega, J.M., Duhart, M.E. y González, L. 1996. Enfermedades parasitarias más importantes del cultivo del fresón. HortoInformación, suplemento abril: 11-22.
Terrettaz, R. et Carron, R. 1995. Dates et densités de plantation de la variété de fraisier "Pandora" en montagne. Revue Suisse de Viticulture, d´Arboriculture et d´Horticulture 27(2): 79-81.
Tesi, R. 1980. Colture Protette. Ed. Edagricole.
Tessarioli, J. 1993. Influencia de cobertura permeável e impemeável sobre o solo e planta na produçao do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). Tesis Doctoral. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidad de Sao Paulo, Brasil

Universidad de Huelva 2009

Thomas, H.E. 1931. Verticillosis of strawberries. Phytopathology 21: 996.
Tietz, H. 1970. One centennium of soil fumigation: Its first years. In: Root diseases and soilborne pathogens. Ed: T.A. Tosson, R.V. Bega and P.E. Nelson. Univ. of California Press, Berkeley.
Torres, J.M. 1985. Técnicas del cultivo de la fresa en la Comunidad Valenciana. I Jornadas Europeas de la Fresa. Valencia.
Tosi, T. 1981. Il "Trapianto" delle piante frigoconservate. Informatore Agrario. 37 (29): 16589-16593.
Tosi, T. e Bargioni, G. 1975. Comportamento nel Veronese di piante di "Gorella" frigoconservate poste a dimora in apoche diverse. En: Atti dell'Incontro Frutticolo della Societá Orticola Italiana su la coltura della fragola. Treviso. Noviembre. 1-5.
Trout, T. 2001. USDA Program to Evaluate Propargyl Bromide as a Soil Preplant Fumigant. Proc. 2001 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 5-9, San Diego, USA. Pp.23/1-23/2.
Trout, T. and Ajwa, H. 1998. Strawberry Response to 1,3-D, Chloropicrin, and Metham Sodium applied by Drip Irrigation Systems. Proc. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. December 7-9, Orlando, USA. Pp.12/1-12/3.
Trout, T. and Ajwa, H. 1999. Strawberry Response to Fumigants Applied by Drip Irrigation Systems. Proc. 1999 Annual International Research Conference on Methyl Bromide alternatives and Emissions reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.10/1-10/3.
Trushechkin, V.G., Sedova, L.S. and Gogoleva, G.A. 1975. The effect of the physiological state of strawberries in the winter storage of planting material. Sbornik Nauch. Rabot N.-I. Zonal'n. In-t. Sadovodstva Nechernozem. Polosy(1975) 8: 168-180.
Tukey, R. and Schoff. 1963. Influence of different mulching materials upon the soil environment. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82: 68-76.
Türemis, N., Kaska, N., Kafkas, S. and Çömlekçioglu, N. 1997. Comparison of yield and quality of strawberry cultivars using frigo plants and fresh runners rooted in pots (1993-94 growing season). Acta Horticulturae 439: 537-542.
Turner, J.M., Stushnoff, C. y Tanino, K.K. 1992. Evaluation of row covers for overwintering of strawberry under prairie conditions. Canadian Journal of Plant Science 72(3): 871-874.
Turner, J.M., Tanino, K.K. and Stushnoff, C. 1993. Evaluation of low temperature hardiness of strawberry plants under field and controlled conditions. Canadian Journal of Plant Science 73(4): 1123-1125.
Ulrich, A., Mostafa, M.A.E. and Allen, W.W. 1980. Strawberry Deficiency Symptoms: A visual and plant analysis guide to fertilization. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Bulletin 1917.
[UPOV] 1995. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Document UPOV TG/22/9. 30 pp.
Valenzuela, L.H. e Ilic, P. 1989. Cultivo y comportamiento de las nuevas variedades de fresa en California con perspectivas para Huelva. En: Conferencia y Mesas Redondas. VI Jornadas Agrícola Comercial. CAJAHUELVA: 9-24.
Vannacci, G., Materazzi, A and Triolo E. 1987. Effects of solar heating on soilborne *Rhizoctonia solani* in greenhouses. 7° Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Granada. Book of abstracts, 55-57.
Varés, F. 1998. Chapter 39. Status of Methyl Bromide Alternatives in Spain. En: Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. A. Bello, J.A. González, M. Arias and R. Rodriguez-Kabana, eds. International Workshop 9-12 april 1997, Arona, Tenerife (Canary Islands, Spain): 341-360.

Universidad de Huelva 2009

Vega, J.M., Páez, J.I., López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L., López-Medina, J. and Montes, F. 2002a. Effects of chemical and non-chemical alternatives to MB on strawberry nematodes in Southern Spain. Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 390-392.

Vega, J.M., Páez, J.I., López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L. and Montes, F. 2002b. Nematodes on strawberries in Southern Spain: effects on yield and control of *Meloidogyne hapla*. 4th Int. Congress of Nematology, Programme and Abstracts, 8-13 june 2002, Arona, Tenerife. Poster 531: 309-310.

Verdier, M. 1987. Cultivo del fresón en climas templados. Ed: Ediciones Agrarias S.A.-Caja Rural de Huelva.

Verdier, M. 2002. Strawberry production and the use of alternatives to Methyl Bromide in Huelva (Spain). Proc. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. The Remaining Challenges. Seville 5-8 March: 126-127.

Vijayakumar, C. H. M., Ahmed, M. I., Viraktamath, B. C., Balakrishnan, R. and Ramesha, M. S. 2001. Genotype x environment interaction effects on yield of rice hybrids in India. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, Vol.61 (2): 101-106.

Voltas, J., Romagosa, I., Lafarga, A., Armesto, A. P., Sombrero, A. and Araus, J. L. 1999. Genotype by environment interaction for grain yield and carbon isotope discrimination of barley in Mediterranean Spain. Australian Journal of Agricultural Research, Vol.50 (7): 1263-1271.

Voth, V. 1972. Plastics in the California strawberries. HortScience 7 (4): 378-380.

Voth, V. 1980. California cultural systems. The Strawberry: cultivars to marketing. Ed: N.F. Childers. Gainesville, FL.

Voth, V. 1989. The effect oh nursery location latitude on California winter planted strawberries. Acta Hortic. 265: 283-284.

Voth, V. 1991. Pomology strawberry research 1945-1990. Proc. Australian Berry Fruit. Grow. Fed. National Conf. Hobart, May 1991.

Voth, V. and Bringhurst, R.S. 1970. Influence of nursery harvest date, cold storage, and planting date on performance of winter planted California strawberries. J. Amer. Soc.Hort. Sci. 95: 496-500.

Voth, V. and Bringhurst, R.S. 1990. Culture and physiological manipulation of California strawberries. HortScience 25 (8): 889-892.

Voth, V., Urio, K. and Bringhurst, R.S. 1967. Effect of high nitrogen application on yield, earliness composition on California.

Waggoner, P.E., Miller, P.M. and De Roo, H.C. 1960. Plastic mulching: principles and benefits. New Haven, Connecticut Agricultural Experimental Station (Bulletin 634).

Wang, D., Yates, S.Y., Papiernik, S., Ernst, F.F. and Gan, J. 1997. 1,3-D emission reduction with drip irrigation. Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. San Diego, USA. Pp.10/1-10/3.

Watanabe, K., Grimaud, T., Yamamoto, J., Simkin, B., Tanaka, D. and Fritsch, J. 1999. Orgalloy-VIF Films: Reducing Pre-plant Fumigant Dosages with Preserved Efficiency. Proc. 1999 Annual International Research Conference on Methyl Bromide alternatives and Emissions reductions. November 1-4, San Diego, USA. Pp.31/1-31/3.

Webb, R. 1998. Unique Use of Basamid in Combination with other Fumigants in California Strawberries. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, USA. Pp.25/1.

Welch, N.C., Beutel, J.A., Bringhurst, R.S., Gubler, D., Otto, H., Pickel, C., Schrader, W., Shaw, D. and Voth, V. 1989. Strawberry production in California, Leaflet 2959, University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland.

Universidad de Huelva 2009

Wienberg, D. 1968. Breves instrucciones para el cultivo de variedades de fresones de origen californiano. Centro Experimental Económico-Agrario "La Mayora". Julio 1968.
Wijsmuller, J.M. 1987. Results of research on strawberries at Horts Experimental Garden. Fritteelt 77(14): 18-19.
Wilhelm, S. and Koch, E.C. 1956. Verticillium wilt controlled: chloropicrin achieves effective control of Verticillium wilt in strawberry plantings if properly applied as soil fumigant. Calif. Agric. 10: 3-14.
Wilhelm, S. and Nelson, P.E. 1970. A concept of rootlet health of strawberries in pathogens-free field soil achieved by fumigation. In: Root pathogens and soilborne diseases. Ed: T.A. Tousson, R.V. Bega and P.E. Nelson. Univ. of California Press, Berkeley.
Wilhelm, S. and Nelson, R.D. 1981. Fungal diseases of strawberry: In: The Strawberry. Ed: N.F. Childers. Hort. Publ. Gainesville. FL.
Wilhelm, S. and Paulus, O. 1980. How soil fumigation benefits the California strawberry. Plant. Dis. 64: 264-270.
Wilhelm, S. and Sagen, J.E. 1974. A history of the strawberry from ancient garden to modern markets. Universidad de California, Berkeley.
Wilhelm, S. and Sagen, J.E. 1975. History of the strawberry from ancient gardens to markets. Agric. Pub. Univ. of California Press, Berkeley.
Wilhelm, S., Storkan, R. and Sagen, J.E. 1961. Verticillium wilt of strawberry controlled by fumigation of soil with chloropicrin cholopicrin-methyl bromide mistures. Phytopathology 51: 744-748.
Williams, K. 1996. Soil conditions and their effect on fumigation. En: Segundo Seminario "Fragariae", 25 y 26 Abril, Huelva.
Wing, K. B., Pritts, M. P., and Wilcox, W. F. 1994. Strawberry black root rot: a review. Advances in Strawberry Research, n°13:13-19.
Winterbottom, C., Mueller, J., Trout, T. and Westerlund, F. 1998. On-Farm Methyl Bromide Pre-plant Soil Fumigation Alternatives in California Strawberry Production. 1998 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, USA. Pp.47/1-47/4.
Wosfy, S.C., Mc Elroy, M.B. and Yung, Y.L. 1975. The chemistry of atmospheric bromine. Geophysical Research Letters 2: 215-218.
Wu, Y., Perry, B.P. and Ristaino, J.B. 1996. Estimating temperature of mulched and bare soil form meteorological date. Agricultural and Forest Meteorology 81: 299-323.
Yan, W. 2001. A windows application for graphical analysis of multienvironment trial data and other types of two-way data. Agron. J. 93: 1111-1118.
Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q. and Szlavnics, Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Sci. 40: 597-605.
Yasuba, K., Mizuta, Y., Yazawa, S., Ito, T., Yognoni, F., Namiki, T., Nukaya, A. and Maruo, T. 1995. High quality production of fruit vegetables by controlling water in a simplified rockwool culture. In: International Horticultural Congress. Acta Horticulturae 396: 67-74.
Yates, S.R. and Gan, J. 1997. Propargyl Bromide - A Possible Chemical Alternative to Methyl Bromide for Pre-plant Fumigation. Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 3-5, San Diego, USA. Pp.42/1-42/3.
Yates, S.R., Ernst, F.F., Gan, J., Gao, F. and Yates, M.V. 1996. Methyl bromide emissions from a coverted field. I. Experimental conditions and degradation in soil. J. Environ Quality 25(1): 192-202.
Yates, S.R., Wang, D., Gan, J., Ernst, F.F. and Jury, W.A. 1997. Will Virtually Impermeable Films eliminate Methyl Bromide emissions from pre-plant fumigation?.

Universidad de Huelva 2009

Proc. 1997 Annual International Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 3-5, San Diego, USA. Pp.11/1-11/4.

Yuen, G. Y., Schroth, M. N., Weinhold, A. R., and Hancock, J.G. 1991. Effects of soilfumigation with methyl bromide and chloropicrin on root health and yield of strawberry. Plant Dis. Vol. 75: 416-420.

Zobel, R.W., Wright, M.J. y Gauch, H.G. 1988. Statistical analysis of yield trial. Agron. J. 80: 388-393.

Zuang, H. 1982. La fertilisation des cultures légumières. Publicación del CTIFL

Zurawicz, E. and Stushnoff, C. 1977. Influence of nutrition on cold tolerance of "Recoat" strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 (3): 342-346.

Universidad de Huelva 2009

Universidad de Huelva 2009

Universidad de Huelva

Reunido el Tribunal integrado por los abajo firmantes en el día de la fecha, para Juzgar la Tesis Doctoral de D. / Dª. JUAN JESÚS MEDINA MÍNGUEZ

Titulada Evaluación ergonómica de la adaptación de vajillas de peso (Fx1 Dch) a deportistas con hemiparesia

acordó otorgarle la calificación de Sobresaliente cum laude

Huelva, 16 de Abril de 2015

El Vocal

El Vocal

El Vocal

El Presidente

El Secretario

El Doctorando

Universidad de Huelva 2009

UNIVERSIDAD DE HUELVA
BIBLIOTECA
0000209886

Universidad de Huelva 2009

TESIS
UHU
2003
17.2

Universidad de Huelva 2009

TESIS
UHU
2003
17.2

UNIVERSIDAD DE HUELVA

Departamento de Ciencias Agroforestales

TESIS DOCTORAL

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA ADAPTACIÓN DE VARIEDADES DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch.) A DIFERENTES AMBIENTES CULTURALES

Volumen II

Directores: Dr. José Manuel López Aranda

Dr. José López Medina

Doctorando: Juan Jesús Medina Mínguez

Huelva, 2003

Universidad de Huelva 2009

ÍNDICE

7.- Anexos. 260

8.- ADENDA. Revisión bibliográfica general sobre el cultivo de la fresa. 350

8.1.- Características de la planta. 350

8.1.1.- Taxonomía y descripción botánica. 350

8.1.2.- Comportamiento anual. 355

8.2.- Exigencias agroclimáticas. 358

8.2.1.- Clima. 358

8.2.2.- Suelo. 359

8.2.3.- Agua. 363

8.3.- El material vegetal. 365

8.4.- Necesidades agronómicas de cultivo. 375

8.4.1.- Fertilización. 375

8.4.2.- Riego. 380

8.5.- Antecedentes históricos. 383

8.5.1.- Reseña histórica. 383

8.5.2.- La fresa en el mundo. 387

8.5.3.- La fresa en Europa. 389

8.5.4.- La fresa en España. 395

8.5.5.- Historia y evolución del cultivo de la fresa en Huelva. 398

8.6.- Actualización final sobre el sector fresero y alternativas al bromuro de metilo. 408

Universidad de Huelva 2009

Tabla A1. % Supervivencia. Campaña 95/96.

	Supervivencia (%)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	93,33	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	83,33	96,67	83,33	96,67	100,00	96,67
Camarosa	96,67	100,00	100,00	100,00	96,67	96,67	93,33	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00
Chandler	60,00	100,00	93,33	96,67	86,67	96,67	85,71	79,31	60,00	96,43	96,67	96,67
Darboise	93,33	73,33	96,67	100,00	100,00	100,00	90,00	80,00	100,00	100,00	100,00	93,33
Maraprime	100,00	100,00	96,67	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Miranda	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	93,33	100,00	100,00
Nike	93,33	93,33	83,33	96,67	83,33	100,00	86,67	83,33	86,67	93,33	100,00	100,00
Oso Grande	100,00	96,67	86,67	100,00	100,00	96,67	100,00	96,67	100,00	93,33	96,67	100,00
Tudla	83,33	80,00	80,00	96,67	100,00	100,00	66,67	100,00	86,67	96,67	100,00	100,00
						Tunelillo						
Andana	80,00	100,00	90,00	100,00	100,00	100,00	93,33	80,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Camarosa	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	96,67	100,00
Chandler	96,55	93,33	83,33	93,33	93,33	100,00	96,67	93,33	86,67	100,00	100,00	100,00
Darboise	86,67	83,33	86,21	100,00	100,00	100,00	90,00	90,00	93,33	100,00	100,00	100,00
Maraprime	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	93,33	100,00
Miranda	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nike	96,67	86,67	90,00	93,33	96,67	100,00	86,67	93,33	90,00	100,00	96,67	100,00
Oso Grande	83,33	90,00	100,00	100,00	96,67	100,00	90,00	93,33	100,00	100,00	90,00	100,00
Tudla	96,67	83,33	90,00	100,00	100,00	96,67	83,33	86,67	83,33	100,00	96,67	100,00

Universidad de Huelva 2009

Tabla A2. Nº de días para el inicio de floración. Campaña 95/96.

	Inicio de floración (días)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	69	70	71	74	60	73	70	65	83	68	73	67
Camarosa	45	59	57	49	64	65	59	52	61	60	54	59
Chandler	71	63	64	72	71	74	69	63	73	65	68	67
Darboise	63	63	58	62	60	64	65	63	62	53	55	59
Maraprime	59	54	63	49	54	56	59	61	63	51	49	49
Miranda	64	63	67	76	70	71	64	63	66	67	70	69
Nike	64	67	67	67	47	54	68	68	78	62	68	50
Oso Grande	73	63	54	75	85	74	63	70	70	60	75	70
Tudla	64	64	70	56	61	60	63	61	63	58	56	53
						Tunelillo						
Andana	70	63	63	67	66	66	63	64	63	68	67	64
Camarosa	44	54	45	49	55	47	53	46	45	55	55	55
Chandler	60	60	63	58	60	49	63	67	63	63	64	56
Darboise	59	62	48	58	50	50	63	67	62	50	50	49
Maraprime	53	53	51	49	49	48	48	49	53	50	56	49
Miranda	61	63	62	58	52	56	63	63	63	59	62	65
Nike	58	63	63	49	50	50	64	63	63	50	56	49
Oso Grande	100	65	63	71	74	75	64	63	66	73	75	71
Tudla	62	60	60	50	50	47	64	63	63	42	53	49

Universidad de Huelva 2009

Tabla A3. Nº de días para el inicio de fructificación. Campaña 95/96.

	Inicio de fructificación (días)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	171	178	178	151	157	157	171	165	178	157	157	157
Camarosa	136	136	136	130	151	164	136	136	136	151	151	136
Chandler	159	152	149	145	145	145	159	159	171	135	145	145
Darboise	165	159	159	135	130	145	152	165	159	130	122	135
Maraprime	144	144	152	130	135	122	159	149	144	122	130	122
Miranda	136	136	136	145	138	145	136	136	149	130	135	138
Nike	165	159	159	151	151	145	159	159	159	151	151	145
Oso Grande	165	165	171	145	151	145	149	165	165	151	151	151
Tudla	171	178	178	164	157	164	178	152	171	164	151	157
						Tunelillo						
Andana	136	130	136	130	122	122	136	136	136	130	130	122
Camarosa	130	130	130	116	122	116	130	130	130	122	122	122
Chandler	136	123	136	122	122	116	136	144	136	122	122	122
Darboise	130	130	123	122	116	116	144	136	136	116	116	116
Maraprime	130	130	130	116	116	109	130	136	130	116	135	116
Miranda	123	123	130	116	116	116	123	130	123	122	122	122
Nike	123	130	130	116	116	122	136	130	136	122	130	116
Oso Grande	136	130	144	122	109	122	136	130	130	130	122	122
Tudla	130	130	130	116	116	122	136	130	130	116	130	116

Universidad de Huelva 2009

Tabla A4. Producción precoz (gr./planta). Campaña 95/96.

	Producción precoz (gr/planta)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	13,33	10,00	9,56	12,58	9,33	7,00	8,40	17,25	5,20	13,45	9,67	5,86
Camarosa	45,17	50,33	43,67	36,00	16,90	10,35	85,36	49,67	54,00	16,67	19,31	25,33
Chandler	21,67	48,33	41,07	21,03	23,46	23,79	27,50	25,22	10,00	38,52	26,55	28,28
Darboise	12,50	22,27	30,39	34,33	38,33	29,00	32,22	15,83	20,33	50,33	43,00	28,21
Maraprime	41,33	45,33	31,03	37,59	32,33	35,67	24,33	41,67	46,55	48,33	32,00	38,33
Miranda	61,33	53,67	53,10	27,00	39,67	27,00	61,67	53,33	37,93	48,57	46,00	35,67
Nike	15,00	20,71	22,80	18,97	17,20	21,67	23,46	30,40	24,23	13,57	18,67	22,00
Oso Grande	15,00	18,62	7,69	25,67	17,67	22,07	39,00	10,00	16,33	17,14	17,93	18,67
Tudla	9,60	10,00	8,75	10,00	13,33	1,33	3,00	22,00	7,69	11,72	14,67	8,67
						Tunelillo						
Andana	57,08	142,67	134,84	83,67	115,67	105,67	115,36	97,92	91,67	111,00	97,33	100,33
Camarosa	178,67	203,00	199,67	174,48	124,67	207,33	155,00	166,00	164,33	112,07	88,28	142,67
Chandler	120,71	144,29	109,20	132,14	107,50	124,33	116,15	80,71	124,62	108,00	99,00	128,33
Darboise	100,77	114,80	126,00	131,67	136,33	130,00	60,00	86,67	72,86	115,66	99,00	106,00
Maraprime	94,14	122,33	121,67	90,33	104,67	94,33	89,67	87,33	82,33	85,17	50,17	91,,333
Miranda	145,33	160,00	146,00	147,00	155,00	186,67	171,33	137,33	143,00	135,33	119,33	129,33
Nike	114,14	168,46	157,41	142,50	104,14	117,67	117,69	112,50	112,22	96,67	87,24	119,67
Oso Grande	60,80	125,93	140,67	140,67	132,76	92,67	144,81	109,29	94,33	87,67	114,07	111,00
Tudla	103,10	134,00	127,41	104,67	97,67	92,76	76,80	124,62	92,40	96,00	69,66	110,33

Universidad de Huelva 2009

Tabla A5. % de la producción precoz de 2ª categoría. Campaña 95/96.

	Producción precoz de 2ª categoría (%)											
							No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	66,67	52,50	51,72	17,95	64,29	23,81	28,57	64,00	61,54	46,15	27,59	35,29
Camarosa	41,99	22,52	31,30	24,07	22,45	26,67	15,06	28,86	36,42	38,00	32,14	39,47
Chandler	56,41	34,48	56,52	49,48	67,21	49,28	50,00	43,10	38,89	40,39	70,13	42,68
Darboise	31,43	28,57	36,71	33,01	40,87	37,93	47,13	60,53	52,46	29,14	28,68	27,85
Maraprime	53,23	47,06	47,78	36,70	44,33	43,93	39,73	49,60	44,44	40,00	58,33	48,70
Miranda	32,61	40,37	27,27	29,63	24,37	23,46	36,76	51,88	46,36	22,79	16,09	26,17
Nike	45,24	46,55	36,84	43,64	53,49	32,31	47,54	51,32	46,03	23,68	26,79	34,85
Oso Grande	62,22	70,37	40,00	9,09	7,55	31,25	51,28	68,97	55,10	29,17	26,92	35,71
Tudla	58,33	75,00	66,67	58,62	42,50	100,00	66,67	63,64	80,00	61,77	56,82	76,92
						Tunelillo						
Andana	11,68	10,75	3,85	4,78	6,63	5,36	11,15	11,92	12,00	10,51	14,04	5,32
Camarosa	8,77	8,70	5,68	13,24	13,37	10,93	8,82	7,23	14,60	14,15	18,75	9,11
Chandler	22,49	24,75	28,21	18,65	27,24	23,86	19,21	27,88	19,14	19,14	26,60	18,18
Darboise	19,85	24,39	16,19	11,39	11,74	18,72	16,05	15,81	23,04	21,39	18,86	17,30
Maraprime	30,04	18,26	19,45	37,64	23,57	39,93	29,37	26,34	29,56	22,27	18,31	16,06
Miranda	21,79	25,63	22,83	13,38	18,71	10,89	24,51	22,57	23,78	14,53	15,36	11,34
Nike	22,36	17,35	20,94	19,05	17,55	15,30	23,20	25,08	20,46	21,03	14,63	15,88
Oso Grande	19,74	15,29	5,45	9,00	6,23	4,68	8,70	8,82	14,49	4,56	4,55	8,11
Tudla	22,07	12,24	13,66	20,38	22,87	24,54	23,96	16,05	22,51	17,36	15,84	15,71

Universidad de Huelva 2009

Tabla A6. Producción total (gr./planta). Campaña 95/96.

	Producción total (gramos/planta)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	135,71	77,67	186,55	200,00	176,00	147,00	109,20	136,90	118,40	125,86	188,33	142,76
Camarosa	211,03	185,00	179,67	184,33	211,72	111,72	297,14	226,00	238,67	132,00	168,28	120,67
Chandler	142,22	266,33	197,50	160,69	160,77	136,55	154,17	168,26	156,11	191,11	166,90	148,28
Darboise	100,71	139,09	169,23	151,00	149,93	165,00	153,33	135,42	122,67	165,33	146,33	105,71
Maraprime	174,00	191,33	234,14	167,24	170,67	179,00	145,00	175,67	142,41	154,67	149,67	183,67
Miranda	211,33	164,33	174,14	156,00	170,67	178,67	188,00	151,67	167,59	204,64	196,67	178,33
Nike	110,71	98,21	138,40	88,97	122,40	137,33	110,38	118,00	103,08	106,43	89,67	109,67
Oso Grande	223,67	208,97	178,08	88,97	122,40	137,33	248,00	137,24	194,00	189,29	247,24	209,67
Tudla	98,40	134,58	99,17	95,86	138,00	97,33	119,50	149,00	112,31	87,59	198,67	128,33
						Tunelillo						
Andana	338,75	497,33	412,59	391,33	413,33	431,00	387,86	372,50	355,67	344,67	351,00	385,67
Camarosa	370,67	520,67	498,00	393,10	412,67	512,00	398,67	497,33	420,67	313,10	317,93	401,00
Chandler	337,14	430,00	392,80	331,79	297,50	307,67	341,92	287,14	389,62	266,33	291,67	405,67
Darboise	245,00	258,80	260,00	240,67	286,33	270,33	178,15	229,26	201,07	241,00	218,67	248,33
Maraprime	195,52	239,33	232,33	191,00	263,00	232,00	168,33	186,33	188,00	209,31	174,29	216,67
Miranda	266,33	260,33	284,67	268,33	260,00	290,00	240,33	237,33	234,67	199,00	245,33	248,33
Nike	215,17	306,15	316,30	294,29	242,76	273,33	196,92	203,57	259,63	195,33	216,21	256,33
Oso Grande	315,20	373,70	358,67	354,67	403,45	335,67	355,56	331,79	314,33	286,00	325,56	333,33
Tudla	220,34	296,00	314,07	225,33	241,33	279,66	207,60	289,23	254,40	213,67	241,38	306,33

Universidad de Huelva 2009

Tabla A7. % de la producción total de 2ª categoría. Campaña 95/96.

	Producción total de 2ª categoría (%)											
							No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	12,63	15,88	8,87	9,68	7,39	4,54	6,96	14,86	9,46	16,44	7,61	4,83
Camarosa	14,38	15,86	14,84	10,67	5,70	9,57	12,14	13,13	14,53	12,63	10,25	13,81
Chandler	19,92	19,27	32,37	23,82	22,49	24,24	25,14	25,32	17,08	27,13	30,58	26,51
Darboise	15,96	13,73	19,09	15,01	19,79	15,15	28,97	28,65	27,36	18,55	19,13	17,23
Maraprime	30,65	26,31	17,97	17,94	21,48	16,39	28,97	28,65	27,36	26,72	25,61	28,86
Miranda	24,45	25,56	25,94	26,92	22,07	21,46	28,37	35,39	24,28	19,20	23,56	21,31
Nike	23,23	28,00	19,65	33,33	26,47	19,90	30,31	29,15	27,99	16,44	19,70	27,05
Oso Grande	11,48	12,38	6,26	5,56	4,21	4,57	16,67	16,83	14,43	7,17	11,02	10,65
Tudla	23,17	15,48	16,39	16,55	15,70	10,96	19,25	18,12	17,12	19,69	13,76	22,60
						Tunelillo						
Andana	7,63	6,17	5,39	5,79	3,79	4,10	7,27	6,82	8,72	8,22	8,83	5,45
Camarosa	9,35	8,13	8,63	9,12	8,48	9,57	10,20	9,72	11,09	8,92	11,61	5,82
Chandler	20,45	22,43	22,71	17,76	24,61	20,15	23,51	19,65	20,24	22,53	22,63	17,83
Darboise	16,48	20,71	17,54	15,65	14,79	16,15	16,42	16,16	19,18	20,61	18,29	16,51
Maraprime	31,75	22,70	24,25	34,03	19,39	30,75	38,81	25,05	24,82	19,77	14,96	18,62
Miranda	21,40	26,25	19,91	17,52	20,39	17,01	25,94	23,17	23,15	18,59	15,90	14,50
Nike	22,12	19,85	19,44	16,75	16,90	13,66	25,59	24,56	19,26	17,92	16,59	19,90
Oso Grande	8,25	11,40	5,11	5,55	3,08	4,47	9,48	10,01	13,04	5,24	5,12	6,90
Tudla	20,66	13,38	11,68	18,49	16,58	14,80	18,69	13,56	17,14	14,04	13,29	13,93

Universidad de Huelva 2009

Tabla A8. Peso de los frutos de 1ª categoría (gr.). Campaña 95/96.

Variedad	Peso de los frutos de 1ª categoría (gramos)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	23,83	19,04	25,67	19,47	26,72	26,83	28,33	19,75	24,00	18,58	24,02	23,50
Camarosa	20,92	20,00	19,11	22,19	25,77	31,18	19,38	21,94	18,53	18,55	22,68	22,00
Chandler	23,14	22,75	17,08	17,25	19,94	17,33	16,56	15,87	19,19	14,61	16,91	16,25
Darboise	20,54	22,47	20,34	20,81	19,53	19,35	18,54	22,29	22,21	19,07	18,90	16,21
Maraprime	14,09	13,61	18,00	15,08	15,58	14,85	12,56	12,83	12,86	15,86	15,39	15,17
Miranda	19,86	18,50	20,02	18,11	19,51	20,51	18,00	19,61	16,39	18,13	22,83	18,77
Nike	20,22	17,08	20,22	14,78	19,67	19,19	16,26	15,06	17,81	14,94	16,20	16,44
Oso Grande	20,69	19,87	24,00	26,08	23,67	20,06	21,46	25,92	21,00	19,52	19,42	20,75
Tudla	17,29	25,00	21,13	21,24	20,92	21,08	15,90	18,13	20,00	20,01	20,17	19,67
						Tunelillo						
Andana	20,25	23,04	23,39	24,04	28,50	22,37	20,38	24,66	22,54	21,42	21,00	23,04
Camarosa	22,12	25,61	24,21	22,75	24,33	26,04	24,08	27,13	22,69	22,16	22,92	24,88
Chandler	16,30	18,23	18,93	16,20	16,55	15,57	18,96	18,48	17,71	16,54	15,96	17,48
Darboise	20,19	19,38	18,80	21,35	20,12	20,37	19,62	18,94	17,86	20,00	19,21	19,79
Maraprime	14,81	14,80	13,64	14,13	16,40	14,69	13,05	13,88	15,31	13,60	14,96	14,25
Miranda	19,62	21,04	20,78	20,20	21,52	20,48	18,09	20,24	19,86	20,07	25,50	20,73
Nike	17,20	19,68	20,22	19,86	17,91	20,27	17,77	16,31	18,73	16,61	20,50	16,96
Oso Grande	19,71	25,07	23,07	23,88	24,50	19,99	22,45	20,36	23,59	20,88	23,17	23,18
Tudla	18,73	19,80	24,34	18,71	18,17	18,39	16,88	18,67	19,22	17,23	19,73	18,58

Universidad de Huelva 2009

Tabla A9. Dureza de los frutos de 1 ª categoría (gr.). Campaña 95/96.

	Dureza de los frutos de 1ª categoría (gramos)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	402,50	433,33	261,25	455,83	444,58	278,75	386,67	450,83	462,92	424,58	457,92	469,17
Camarosa	466,67	414,17	445,00	465,42	432,50	352,50	423,75	457,50	426,25	417,50	458,75	447,92
Chandler	379,17	380,83	362,08	386,67	382,92	377,08	374,17	375,83	311,67	380,83	365,83	349,58
Darboise	304,58	234,17	323,75	262,92	269,58	309,17	286,25	352,92	268,33	295,83	291,67	287,08
Maraprime	287,92	308,33	305,83	285,42	300,42	308,75	312,50	330,00	310,42	274,58	268,75	293,75
Miranda	418,33	353,33	394,58	425,00	333,75	379,17	358,75	393,75	367,50	363,75	389,58	364,58
Nike	378,33	357,08	333,33	364,58	253,33	331,67	374,58	331,67	337,50	322,50	410,42	312,92
Oso Grande	407,50	416,25	345,83	402,08	322,92	408,33	357,92	440,83	423,75	260,42	435,00	405,00
Tudla	242,92	223,33	350,83	316,67	347,92	331,67	331,67	368,33	399,17	400,00	357,92	298,33
						Tunelillo						
Andana	427,08	395,83	409,58	384,17	391,67	408,75	395,00	422,08	405,42	393,33	373,75	375,00
Camarosa	389,17	385,83	423,33	395,83	402,92	402,50	402,50	388,33	406,25	356,25	413,75	392,08
Chandler	362,92	294,58	343,75	296,25	345,42	357,50	326,25	362,92	337,08	332,92	301,25	320,83
Darboise	274,17	274,58	267,08	275,42	259,58	284,17	270,83	257,92	264,17	282,92	250,00	264,58
Maraprime	295,00	285,83	268,75	249,58	261,67	297,67	252,92	297,50	261,25	265,00	285,83	263,75
Miranda	374,58	373,75	322,50	345,83	390,00	377,92	330,83	331,67	322,08	375,42	347,50	308,75
Nike	307,50	302,08	299,17	289,58	299,17	305,83	355,00	296,67	293,33	304,58	340,00	291,25
Oso Grande	356,25	409,17	362,08	352,50	379,58	317,92	343,75	383,75	356,67	335,00	396,67	330,00
Tudla	300,83	279,58	330,83	323,33	302,08	308,75	310,83	333,33	312,08	340,42	340,42	304,08

Universidad de Huelva 2009

Tabla A10. % Supervivencia. Campaña 96/97.

	Supervivencia (%)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	93,33	93,33	96,77	96,67
Camarosa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Chandler	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	86,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Darboise	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00
Maraprime	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Miranda	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nike	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Oso Grande	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Tudla	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00
						Tunelillo						
Andana	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	90,00	100,00	100,00
Camarosa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Chandler	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Darboise	100,00	100,00	96,67	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	96,67
Maraprime	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	96,55	100,00
Miranda	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,55	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nike	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00
Oso Grande	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Tudla	100,00	100,00	96,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,67	100,00	96,67

Universidad de Huelva 2009

Tabla A11. Nº de días para el inicio de floración. Campaña 96/97.

	Inicio de floración (días)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	103	96	96	97	92	89	100	101	90	96	104	93
Camarosa	80	74	74	79	76	83	79	71	81	82	87	77
Chandler	81	83	79	83	88	85	86	82	87	88	103	87
Darboise	64	66	63	71	71	68	81	65	65	74	83	67
Maraprime	70	62	67	57	62	70	67	63	65	73	83	67
Miranda	79	85	66	88	86	90	95	95	80	84	103	87
Nike	86	87	74	85	83	81	82	82	80	87	96	78
Oso Grande	96	95	93	93	91	92	93	92	85	93	106	90
Tudla	75	68	67	80	76	79	76	74	68	80	93	77
						Tunelillo						
Andana	83	77	68	80	84	78	82	79	75	80	80	84
Camarosa	73	64	62	66	67	71	74	67	60	67	77	67
Chandler	68	72	67	78	78	67	75	73	65	72	68	74
Darboise	67	57	63	63	55	55	64	58	58	51	52	54
Maraprime	60	57	60	57	48	52	61	63	56	63	52	53
Miranda	76	73	70	74	73	75	72	68	65	74	71	78
Nike	73	73	63	71	66	70	74	67	60	68	66	67
Oso Grande	80	80	68	80	75	82	79	75	80	80	91	75
Tudla	62	67	60	61	66	73	67	66	66	69	65	67

Universidad de Huelva 2009

Tabla A12. Nº de días para el inico de fructificación. Campaña 96/97.

	Inicio de fructificación (días)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	141	141	141	127	127	127	141	141	134	132	127	132
Camarosa	127	127	127	120	120	120	127	122	134	120	120	120
Chandler	134	134	134	127	127	127	134	134	134	127	127	127
Darboise	134	127	127	120	120	120	134	127	127	120	120	120
Maraprime	127	127	127	113	113	120	127	122	127	120	120	120
Miranda	134	134	127	127	127	127	141	134	134	120	127	127
Nike	134	134	127	127	127	120	134	134	127	120	120	120
Oso Grande	134	134	134	127	127	127	134	134	134	127	127	127
Tudla	134	134	127	127	120	120	127	134	134	127	120	132
						Tunelillo						
Andana	122	122	122	120	120	120	134	127	122	120	120	120
Camarosa	118	113	118	108	108	113	122	118	113	113	104	108
Chandler	118	122	118	113	120	113	122	118	118	113	108	113
Darboise	118	113	118	108	104	104	118	113	118	104	104	104
Maraprime	113	113	118	104	104	104	118	113	113	104	104	104
Miranda	122	113	118	113	113	113	118	118	118	113	108	113
Nike	118	113	118	113	108	108	118	118	113	113	104	108
Oso Grande	122	122	118	113	113	113	118	118	118	113	113	108
Tudla	118	113	118	113	113	113	118	118	122	113	113	108

Universidad de Huelva 2009

Tabla A13. Producción precoz (gr./planta). Campaña 96/97.

	Producción precoz (gramos/planta)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	164,33	186,45	174,67	142,33	160,67	143,33	147,24	166,67	151,79	143,93	169,33	119,66
Camarosa	250,67	273,33	262,00	194,67	227,67	168,39	230,67	282,00	205,33	180,33	196,67	161,61
Chandler	197,33	173,00	218,00	163,33	137,00	85,67	170,00	171,33	166,00	136,33	110,00	133,00
Darboise	165,48	171,33	133,00	106,33	130,00	126,67	127,33	123,33	151,38	110,00	109,33	91,00
Maraprime	152,33	147,33	171,67	124,33	148,00	134,33	150,67	151,00	155,33	129,00	93,87	140,33
Miranda	131,33	164,33	213,33	120,33	136,33	138,00	134,14	191,33	191,67	146,00	110,67	133,00
Nike	141,67	127,67	149,67	113,33	114,67	105,33	108,67	118,00	130,33	113,23	102,00	82,33
Oso Grande	198,33	181,67	201,38	119,31	131,00	100,67	173,67	144,67	175,67	120,33	143,67	80,00
Tudla	180,67	173,33	217,00	89,66	123,67	91,00	176,00	163,33	173,67	95,17	100,97	57,00
						Tunelillo						
Andana	246,00	262,33	279,68	229,33	202,00	237,00	197,67	244,67	271,67	178,52	218,67	174,00
Camarosa	339,67	295,00	350,00	262,33	265,67	264,00	305,67	274,67	318,00	259,03	289,67	237,00
Chandler	275,17	231,67	274,33	155,67	181,00	225,33	213,79	223,00	243,33	157,59	150,67	179,00
Darboise	175,67	209,33	220,69	152,33	188,28	151,67	167,33	140,33	170,00	135,86	183,67	130,69
Maraprime	170,67	192,67	183,10	137,67	140,00	159,33	171,67	173,00	188,97	156,33	149,64	131,00
Miranda	216,67	197,33	200,33	146,00	183,33	138,28	182,86	168,67	206,33	139,67	166,55	156,00
Nike	193,67	204,14	241,33	125,33	145,33	190,34	147,33	164,14	215,00	144,33	143,10	117,00
Oso Grande	213,67	263,67	316,33	211,67	232,67	186,55	230,67	244,33	228,67	187,33	204,00	208,00
Tudla	190,33	212,67	212,41	124,33	148,33	183,00	192,67	192,67	202,33	100,69	159,33	128,97

Universidad de Huelva 2009

Tabla A14. % de la producción precoz de 2ª categoría. Campaña 96/97.

	Producción precoz de 2ª categoría (%)											
							No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	4,46	6,06	8,21	6,32	11,41	6,74	13,82	7,20	9,18	14,39	11,02	4,03
Camarosa	1,06	3,17	2,04	4,11	2,93	3,26	4,19	4,61	5,36	6,47	6,27	5,79
Chandler	4,22	5,40	5,20	3,88	9,98	16,73	8,60	11,09	10,44	5,13	14,55	8,02
Darboise	7,60	8,75	8,02	10,97	5,90	12,37	7,07	11,08	17,77	7,88	10,67	16,48
Maraprime	9,19	9,73	9,51	15,55	13,29	9,68	6,86	10,16	10,09	6,46	15,81	7,60
Miranda	12,94	11,56	12,81	13,57	13,45	10,87	13,37	8,01	13,22	8,68	13,86	9,77
Nike	10,58	10,18	10,25	8,53	8,14	9,49	11,04	12,99	11,00	10,54	12,42	17,41
Oso Grande	2,02	2,57	2,40	3,18	1,27	4,30	3,07	1,38	3,61	3,32	3,94	7,92
Tudla	3,69	6,54	4,61	13,08	11,59	10,26	6,82	7,35	7,10			
						Tunelillo						
Andana	8,67	8,51	7,15	8,67	4,62	2,67	13,15	8,17	6,99	7,05	6,71	8,62
Camarosa	3,53	7,34	4,29	5,59	4,64	3,66	6,87	6,92	6,18	6,97	4,03	9,56
Chandler	8,15	7,77	7,90	14,13	8,10	9,91	13,71	9,42	10,55	17,72	15,27	17,13
Darboise	12,14	8,92	10,78	13,35	12,27	10,99	15,54	23,52	13,14	17,26	17,06	21,11
Maraprime	9,77	9,17	11,30	14,77	14,52	15,27	13,98	14,26	12,96	11,30	14,56	15,15
Miranda	12,31	14,70	15,31	18,95	13,46	11,72	13,48	16,80	14,06	15,99	13,67	12,61
Nike	12,05	11,32	10,36	16,22	14,68	8,15	14,25	12,61	18,61	13,40	13,01	18,80
Oso Grande	6,55	3,41	4,74	2,83	3,87	4,25	6,94	5,59	6,85	4,80	8,01	12,50
Tudla	7,18	6,43	10,55	12,87	6,52	5,83	5,71	10,04	7,91	25,00	10,67	12,57

Universidad de Huelva 2009

Tabla A15. Producción total (gr./planta). Campaña 96/97.

	Producción total (gramos/planta)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	513,53	502,45	476,53	427,53	412,87	398,20	374,00	431,87	413,43	379,20	439,53	416,41
Camarosa	608,53	615,20	555,53	489,87	522,53	519,55	513,20	565,20	533,87	453,87	483,53	428,58
Chandler	444,20	391,87	509,87	428,53	404,20	285,87	400,62	382,20	391,20	366,87	308,20	348,53
Darboise	341,48	302,87	251,87	275,53	293,20	286,20	254,53	246,87	266,41	295,87	251,87	201,53
Maraprime	300,87	252,53	300,53	287,87	278,87	296,20	265,87	252,53	300,53	273,20	227,94	281,20
Miranda	282,20	330,20	356,20	315,20	315,87	337,87	267,79	340,87	343,53	334,20	264,53	289,20
Nike	288,53	243,87	256,53	247,20	249,20	242,20	246,20	241,53	230,20	236,65	206,87	163,87
Oso Grande	470,87	484,53	476,07	468,18	453,20	349,20	474,53	430,20	430,53	428,87	411,53	292,20
Tudla	455,53	388,87	491,20	319,17	373,87	333,20	358,20	265,53	376,20	281,59	291,48	192,20
						Tunelillo						
Andana	433,87	508,87	485,03	488,87	456,53	478,87	428,90	487,53	524,87	426,15	443,87	361,53
Camarosa	647,53	539,53	610,53	517,87	587,53	543,20	573,53	497,20	564,87	544,39	582,53	475,53
Chandler	535,72	473,87	518,53	384,20	419,87	441,87	408,14	454,87	481,20	381,24	337,20	392,53
Darboise	311,20	345,20	351,93	309,53	350,55	320,87	298,53	240,20	297,87	281,93	313,20	244,34
Maraprime	260,87	313,53	276,07	266,53	232,87	284,87	291,20	296,20	313,31	298,20	268,43	227,87
Miranda	394,53	360,20	368,20	292,53	355,87	291,59	341,64	319,87	388,53	282,87	338,48	333,20
Nike	333,87	355,72	383,87	233,53	307,87	358,14	270,53	287,10	338,20	270,53	290,90	216,53
Oso Grande	384,87	503,20	511,87	485,87	487,53	448,48	375,53	456,20	431,53	440,20	451,87	421,20
Tudla	383,20	397,87	373,31	304,53	310,53	393,87	369,87	367,87	380,20	221,93	346,53	252,62

Universidad de Huelva 2009

Tabla A16. % de la producción total de 2ª categoría. Campaña 96/97.

	Producción total de 2ª categoría (%)											
							No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	9,18	13,19	13,18	15,08	15,78	11,00	16,82	11,99	11,52	17,45	13,45	12,62
Camarosa	6,87	7,61	7,82	10,23	9,91	8,53	10,16	9,46	9,08	11,41	11,06	10,27
Chandler	17,59	16,71	14,34	14,34	17,43	22,55	18,86	19,66	20,40	13,03	21,46	20,31
Darboise	18,65	18,31	18,85	17,71	18,01	17,40	18,52	22,20	26,07	18,75	20,70	25,04
Maraprime	19,88	21,38	22,27	22,16	23,72	17,94	18,73	19,32	20,34	19,57	24,12	20,91
Miranda	22,02	20,74	22,97	18,02	17,77	15,92	23,36	17,94	21,48	19,59	22,23	19,18
Nike	17,38	18,37	23,57	16,91	17,84	19,46	20,23	18,96	22,50	20,50	20,05	25,51
Oso Grande	7,25	8,56	7,56	8,71	7,02	9,39	6,84	10,03	7,62	9,39	10,56	12,02
Tudla	9,47	11,69	7,97	14,30	12,16	13,75	11,76	11,62	11,20	17,81	13,88	20,53
						Tunelillo						
Andana	12,09	12,54	11,93	10,66	10,11	10,26	15,26	13,29	11,71	11,16	12,27	14,79
Camarosa	8,36	11,89	9,25	9,55	8,76	9,60	10,08	12,63	10,06	10,45	9,01	13,77
Chandler	15,47	17,12	15,90	22,33	17,02	18,51	20,48	19,38	21,50	27,26	25,15	27,29
Darboise	19,86	19,45	18,17	19,21	19,91	22,69	23,05	28,09	21,31	23,29	24,10	27,43
Maraprime	18,71	19,71	21,03	23,44	23,82	22,63	23,97	23,57	22,06	20,84	23,07	26,54
Miranda	18,03	19,01	21,76	23,63	19,80	20,03	17,50	18,59	18,14	22,91	22,76	19,45
Nike	20,11	17,78	18,88	27,32	20,40	16,79	20,87	18,91	23,30	22,23	18,78	25,15
Oso Grande	10,86	9,04	10,51	8,74	9,39	10,03	11,75	9,53	11,00	8,89	10,28	14,51
Tudla	11,78	10,76	14,54	15,37	11,10	10,44	9,86	13,18	10,64	25,70	14,08	17,12

Universidad de Huelva 2009

Tabla A17. Peso de los frutos de 1ª categoría (gr.). Campaña 96/97.

	Peso de los frutos de 1ª categoría (gramos)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
Variedad	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	21,46	21,37	20,88	21,54	20,08	20,92	19,03	20,42	22,71	22,71	19,00	22,71
Camarosa	27,78	25,17	24,50	27,71	29,17	28,38	28,75	25,64	26,71	26,79	28,04	24,46
Chandler	19,92	21,42	22,08	20,92	18,78	17,69	20,83	19,25	22,00	20,17	18,79	19,38
Darboise	19,75	17,14	16,29	20,29	22,13	19,09	19,83	19,24	14,85	22,25	19,44	17,01
Maraprime	15,63	15,25	14,41	16,40	15,82	17,39	13,83	14,35	14,60	17,13	15,81	16,56
Miranda	22,71	20,50	19,79	20,83	20,17	21,95	21,21	22,50	21,49	21,08	20,71	22,43
Nike	20,54	19,09	18,03	19,50	21,10	20,32	19,29	18,66	20,06	19,50	18,73	16,39
Oso Grande	23,00	24,08	24,42	22,94	23,69	23,13	26,88	26,00	25,71	23,19	22,42	18,95
Tudla	23,75	21,33	23,29	21,21	22,50	21,74	19,92	20,59	23,71	18,50	22,88	17,93
						Tunelillo						
Andana	21,38	23,17	20,04	24,71	25,04	24,42	25,50	20,19	21,75	22,21	21,92	22,38
Camarosa	27,00	25,17	27,33	21,37	28,00	23,86	25,72	22,75	26,08	23,00	24,03	23,06
Chandler	19,75	21,38	21,07	19,17	21,89	18,26	19,19	19,08	18,33	16,74	16,12	17,50
Darboise	18,42	19,29	19,00	17,49	18,25	17,25	17,15	16,35	17,65	16,64	16,79	15,96
Maraprime	13,87	15,99	15,62	14,25	13,00	14,15	14,69	14,58	15,48	15,06	13,53	12,98
Miranda	19,60	20,36	20,09	21,30	21,67	18,93	19,63	17,85	18,54	20,17	20,53	20,75
Nike	17,73	19,62	19,39	17,02	18,63	18,48	16,74	17,17	16,35	17,43	18,20	16,20
Oso Grande	21,17	24,11	23,51	25,22	23,64	26,08	22,43	22,66	22,83	22,88	23,25	20,83
Tudla	21,73	21,32	20,49	17,88	19,92	22,28	20,08	21,17	22,70	17,06	19,79	16,84

Universidad de Huelva 2009

Tabla A18. Dureza de los frutos de 1 ª categoría (gr.). Campaña 96/97.

Variedad	Dureza de los frutos de 1ª categoría (gramos)											
	Solarizado						No solarizado					
	Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía			Fecha plantación normal			Fecha plantación tardía		
	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III	Rep I	Rep II	Rep III
						Aire Libre						
Andana	230,00	213,33	214,58	224,58	215,42	214,58	242,92	221,67	225,00	231,25	220,00	246,67
Camarosa	232,92	200,42	223,75	204,17	206,67	185,83	259,33	216,25	222,08	202,08	204,17	227,92
Chandler	187,08	161,67	164,17	186,67	177,50	185,42	195,00	173,33	167,50	175,83	167,50	170,83
Darboise	125,42	113,33	135,00	105,00	107,50	112,67	134,17	134,17	124,17	132,50	125,00	118,75
Maraprime	159,17	143,75	137,08	135,00	142,08	152,08	175,83	139,17	155,42	148,33	154,58	152,92
Miranda	185,42	179,17	165,00	167,50	168,75	180,42	199,17	174,58	167,08	175,00	161,25	182,08
Nike	171,25	157,92	158,75	161,25	174,58	165,42	197,92	177,92	157,50	172,92	175,00	176,25
Oso Grande	180,42	172,50	181,67	194,58	187,08	164,58	200,00	197,92	189,58	205,83	167,08	173,33
Tudla	180,00	160,00	174,17	177,92	162,92	149,58	204,17	166,67	159,17	177,92	161,25	184,17
						Tunelillo						
Andana	232,50	203,33	193,75	223,33	207,50	196,67	228,33	205,83	216,25	207,92	216,67	220,00
Camarosa	203,33	197,08	210,42	197,08	210,83	189,58	215,00	202,50	196,25	207,92	215,42	220,42
Chandler	182,92	164,58	165,00	150,42	151,67	165,83	180,00	159,58	169,58	155,42	173,33	170,42
Darboise	115,83	97,08	104,58	110,42	115,17	109,17	112,08	123,33	103,75	127,50	114,58	115,83
Maraprime	151,25	136,25	148,33	150,00	132,92	138,75	149,58	131,42	138,75	134,17	147,92	147,92
Miranda	170,83	162,08	157,08	139,17	144,58	181,25	179,58	174,17	163,33	155,83	129,58	150,42
Nike	163,47	160,42	154,58	165,83	151,25	152,08	165,00	164,58	160,83	155,83	139,17	155,83
Oso Grande	175,42	159,17	151,67	166,25	169,58	174,58	191,25	170,00	166,67	176,67	163,75	147,92
Tudla	188,33	160,83	142,92	162,92	159,17	147,50	161,67	143,75	177,50	164,58	155,00	155,42

Universidad de Huelva 2009

Tabla A19. % de supervivencia de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	94,17	96,67	95,42
Camarosa	98,61	98,89	98,75
Chandler	90,12	91,10	90,61
Darboise	94,72	64,46	79,59
Maraprime	99,17	99,17	99,17
Miranda	99,17	99,72	99,44
Nike	93,06	92,78	92,92
Oso Grande	96,67	95,83	96,25
Tudla	91,67	92,22	91,94
$\bar{x}$	95,26	92,32	

Tabla A20. % de supervivencia de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	91,39	99,44	95,42
Camarosa	99,17	98,33	98,75
Chandler	84,85	96,37	90,61
Darboise	87,74	99,44	93,59
Maraprime	99,44	98,89	99,17
Miranda	99,44	99,44	99,44
Nike	89,17	96,67	92,92
Oso Grande	94,72	97,78	96,25
Tudla	85,00	98,89	91,94
$\bar{x}$	92,33	98,36	

Tabla A21. % de supervivencia de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	95,56	95,28	95,42
Camarosa	98,33	99,17	98,75
Chandler	87,34	93,88	90,61
Darboise	93,06	94,13	93,59
Maraprime	99,44	98,89	99,17
Miranda	98,89	100,00	99,44
Nike	91,67	94,17	92,92
Oso Grande	97,22	95,28	96,25
Tudla	90,83	93,06	91,94
$\bar{x}$	94,70	95,98	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A22. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No solarizado	94,47	96,05	95,26
Solarizado	94,94	95,92	95,43
$\bar{x}$	94,70	95,98	

Tabla A23. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	92,13	98,39	95,26
Solarizado	92,52	98,33	95,43
$\bar{x}$	92,33	98,36	

Tabla A24. % de supervivencia en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	91,45	97,96	94,71
Tunelillo	93,20	98,77	95,98
$\bar{x}$	92,33	98,36	

Tabla A25. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	67,92	67,67	67,79
Camarosa	54,50	52,75	53,63
Chandler	65,08	63,75	64,42
Darboise	58,17	58,08	58,13
Maraprime	53,08	53,17	53,13
Miranda	64,50	63,58	64,04
Nike	61,58	59,08	60,33
Oso Grande	68,33	72,67	70,50
Tudla	57,33	58,67	58,00
$\bar{x}$	61,17	61,05	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A26. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	67,83	67,75	67,79
Camarosa	51,67	55,58	53,63
Chandler	64,92	63,92	64,42
Darboise	61,25	55,00	58,13
Maraprime	55,50	50,75	53,13
Miranda	63,50	64,58	64,04
Nike	65,50	55,17	60,33
Oso Grande	67,83	73,17	70,50
Tudla	63,08	52,92	58,00
$\bar{X}$	62,34	59,87	

Tabla A27. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
Andana	70,25	65,33	67,79
Camarosa	57,00	50,25	53,63
Chandler	68,33	60,50	64,42
Darboise	60,58	55,67	58,13
Maraprime	55,58	50,67	53,13
Miranda	67,50	60,58	64,04
Nike	64,17	56,50	60,33
Oso Grande	69,33	71,67	70,50
Tudla	60,75	55,25	58,00
$\bar{X}$	63,72	58,49	

Tabla A28. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
No Solarizado	63,33	59,00	61,17
Solarizado	64,11	57,98	61,05
$\bar{X}$	63,72	58,49	

Tabla A29. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{X}$
No Solarizado	62,89	59,44	61,17
Solarizado	61,80	60,30	61,05
$\bar{X}$	62,34	59,87	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A30. Nº de días necesarios para el inicio de floración en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	64,33	63,11	63,72
Tunelillo	60,35	56,63	58,49
$\bar{X}$	62,34	59,87	

Tabla A31. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	147,92	146,75	147,34
Camarosa	133,42	133,08	133,25
Chandler	141,33	137,50	139,42
Darboise	135,58	135,83	135,71
Maraprime	132,42	129,83	131,13
Miranda	130,50	130,00	130,25
Nike	141,17	138,92	140,05
Oso Grande	142,33	142,08	142,21
Tudla	144,25	146,33	145,29
$\bar{X}$	138,77	137,81	

Tabla A32. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	153,67	141,00	147,34
Camarosa	133,00	133,50	133,25
Chandler	146,67	132,17	139,42
Darboise	146,50	124,92	135,71
Maraprime	139,83	122,42	131,13
Miranda	131,75	128,75	130,25
Nike	145,42	134,67	140,05
Oso Grande	149,33	135,08	142,21
Tudla	151,17	139,42	145,30
$\bar{X}$	144,15	132,44	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A33. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	164,17	130,50	147,34
Camarosa	141,50	125,00	133,25
Chandler	150,75	128,08	139,42
Darboise	146,33	125,08	135,71
Maraprime	137,75	124,50	131,13
Miranda	138,33	122,17	130,25
Nike	154,50	125,58	140,04
Oso Grande	156,17	128,25	142,21
Tudla	165,42	125,17	145,30
$\bar{x}$	150,55	126,04	

Tabla A34. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	149,74	127,80	138,77
Solarizado	151,35	124,28	137,82
$\bar{x}$	150,55	126,04	

Tabla A35. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	144,80	132,74	138,77
Solarizado	143,50	132,13	137,82
$\bar{x}$	144,15	132,44	

Tabla A36. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	156,43	144,67	150,55
Tunelillo	131,87	120,20	126,04
$\bar{x}$	144,15	132,44	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A37. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	56,12	58,10	57,11
Camarosa	89,89	107,52	98,71
Chandler	67,74	76,46	72,10
Darboise	60,82	75,53	68,17
Maraprime	59,81	70,90	65,36
Miranda	93,24	100,15	96,69
Nike	64,86	76,72	70,79
Oso Grande	65,02	66,68	65,85
Tudla	53,13	59,39	56,26
$\bar{x}$	67,85	76,83	

Tabla A38. Producción precoz (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	58,25	55,96	57,11
Camarosa	116,24	81,17	98,71
Chandler	72,46	71,75	72,10
Darboise	57,89	78,46	68,17
Maraprime	68,98	61,73	65,36
Miranda	102,00	91,38	96,69
Nike	76,59	65,00	70,79
Oso Grande	65,21	66,50	65,85
Tudla	59,95	52,57	56,26
$\bar{x}$	75,28	69,39	

Tabla A39. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	9,79	104,43	57,11
Camarosa	37,73	159,68	98,70
Chandler	27,95	116,25	72,10
Darboise	29,73	106,62	68,18
Maraprime	37,88	92,84	65,36
Miranda	45,41	147,97	96,69
Nike	20,72	120,86	70,79
Oso Grande	18,82	112,89	65,85
Tudla	10,06	102,45	56,26
$\bar{x}$	26,45	118,22	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A40. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
No Solarizado	27,59	108,11	67,85
Solarizado	25,32	128,33	76,83
$\bar{X}$	26,45	118,22	

Tabla A41. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{X}$
No Solarizado	70,73	64,96	67,85
Solarizado	79,84	73,82	76,83
$\bar{X}$	75,28	69,39	

Tabla A42. Producción precoz (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	28,72	24,19	26,45
Tunelillo	121,85	114,59	118,22
$\bar{X}$	75,28	69,39	

Tabla A43. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	27,34	26,67	27,00
Camarosa	21,89	19,14	20,51
Chandler	34,61	38,19	36,40
Darboise	29,85	25,90	27,88
Maraprime	35,22	36,83	36,02
Miranda	26,85	24,25	25,55
Nike	29,21	30,88	30,05
Oso Grande	26,37	23,41	24,89
Tudla	43,10	43,07	43,09
$\bar{X}$	30,49	29,81	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A44. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	32,19	21,81	27,00
Camarosa	19,16	21,86	20,51
Chandler	35,09	37,71	36,40
Darboise	31,01	24,74	27,88
Maraprime	36,24	35,81	36,02
Miranda	31,36	19,73	25,55
Nike	33,58	26,52	30,05
Oso Grande	35,04	14,74	24,89
Tudla	43,40	42,78	43,09
$\bar{x}$	33,01	27,30	

Tabla A45. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	45,01	9,00	27,00
Camarosa	29,91	11,11	20,51
Chandler	49,86	22,94	36,40
Darboise	37,86	17,89	27,88
Maraprime	46,15	25,90	36,02
Miranda	32,31	18,78	25,55
Nike	40,69	19,40	30,05
Oso Grande	40,64	9,13	24,89
Tudla	67,24	18,93	43,09
$\bar{x}$	43,30	17,01	

Tabla A46. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	44,04	16,95	30,49
Solarizado	42,55	17,07	29,81
$\bar{x}$	43,30	17,01	

Tabla A47. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	33,93	27,06	30,49
Solarizado	32,09	27,54	29,81
$\bar{x}$	33,01	27,30	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A48. % de 2ª categoría de la producción precoz en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	47,89	38,70	43,30
Tunelillo	18,12	15,90	17,01
$\bar{X}$	33,01	27,30	

Tabla A49. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	251,57	283,94	267,76
Camarosa	294,29	315,88	305,09
Chandler	247,26	263,41	255,34
Darboise	178,77	203,01	190,89
Maraprime	174,50	205,80	190,15
Miranda	207,66	223,73	215,70
Nike	163,77	195,34	179,56
Oso Grande	264,33	285,97	275,15
Tudla	192,33	186,67	189,50
$\bar{X}$	219,39	240,42	

Tabla A50. Producción total (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	260,76	274,75	267,76
Camarosa	336,96	273,21	305,09
Chandler	271,93	238,74	255,34
Darboise	182,73	199,05	190,89
Maraprime	189,37	190,93	190,15
Miranda	215,06	216,33	215,70
Nike	181,38	177,73	179,56
Oso Grande	269,93	280,37	275,15
Tudla	191,22	187,79	189,51
$\bar{X}$	233,26	226,54	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A51. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	145,37	390,14	267,76
Camarosa	188,85	421,32	305,09
Chandler	170,74	339,94	255,34
Darboise	141,98	239,80	190,89
Maraprime	172,29	208,01	190,15
Miranda	178,50	252,89	215,70
Nike	111,10	248,00	179,55
Oso Grande	209,64	340,66	275,15
Tudla	121,56	257,45	189,51
$\bar{x}$	160,00	299,80	

Tabla A52. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	157,66	281,11	219,39
Solarizado	162,34	318,49	240,42
$\bar{x}$	160,00	299,80	

Tabla A53. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	222,33	216,44	219,39
Solarizado	244,19	236,65	240,42
$\bar{x}$	233,26	226,55	

Tabla A54. Producción total (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	161,26	158,74	160,00
Tunelillo	305,25	294,35	299,80
$\bar{x}$	233,26	226,55	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A55. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	8,79	7,65	8,22
Camarosa	11,15	10,36	10,76
Chandler	23,18	22,52	22,85
Darboise	18,53	16,67	17,60
Maraprime	25,68	24,47	25,08
Miranda	22,78	22,41	22,59
Nike	22,87	21,61	22,24
Oso Grande	10,55	6,86	8,70
Tudla	16,77	16,15	16,46
$\bar{x}$	17,81	16,52	

Tabla A56. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	9,22	7,22	8,22
Camarosa	11,83	9,68	10,76
Chandler	22,34	23,36	22,85
Darboise	17,96	17,24	17,60
Maraprime	27,27	22,88	25,07
Miranda	25,32	19,87	22,59
Nike	24,10	20,39	22,24
Oso Grande	11,28	6,13	8,70
Tudla	17,05	15,86	16,46
$\bar{x}$	18,49	15,85	

Tabla A57. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	9,93	6,51	8,22
Camarosa	12,29	9,22	10,76
Chandler	24,49	21,21	22,85
Darboise	17,82	17,38	17,60
Maraprime	24,74	25,41	25,07
Miranda	24,87	20,31	22,59
Nike	25,10	19,38	22,24
Oso Grande	10,10	7,30	8,70
Tudla	17,40	15,52	16,46
$\bar{x}$	18,53	15,80	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A58. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
No Solarizado	19,63	16,00	17,81
Solarizado	17,43	15,61	16,52
$\bar{X}$	18,53	15,80	

Tabla A59. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{X}$
No Solarizado	19,31	16,31	17,81
Solarizado	17,66	15,39	16,52
$\bar{X}$	18,49	15,85	

Tabla A60. % de 2ª categoría de la producción total en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	19,84	17,22	18,53
Tunelillo	17,13	14,48	15,80
$\bar{X}$	18,49	15,85	

Tabla A61. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	22,61	23,60	23,10
Camarosa	22,24	23,69	22,96
Chandler	17,04	18,27	17,66
Darboise	19,39	20,27	19,83
Maraprime	14,14	14,97	14,56
Miranda	19,85	20,01	19,93
Nike	16,97	18,86	17,91
Oso Grande	21,81	22,55	22,18
Tudla	18,68	20,39	19,54
$\bar{X}$	19,19	20,29	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A62. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	22,91	23,29	23,10
Camarosa	22,14	23,79	22,96
Chandler	18,60	16,72	17,66
Darboise	20,10	19,56	19,83
Maraprime	14,12	15,00	14,56
Miranda	19,33	20,53	19,93
Nike	18,05	17,78	17,91
Oso Grande	22,27	22,09	22,18
Tudla	19,59	19,48	19,54
$\bar{x}$	19,68	19,80	

Tabla A63. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	23,31	22,89	23,10
Camarosa	21,85	24,08	22,96
Chandler	18,07	17,24	17,66
Darboise	20,02	19,64	19,83
Maraprime	14,66	14,46	14,56
Miranda	19,19	20,68	19,93
Nike	17,32	18,50	17,91
Oso Grande	21,87	22,49	22,18
Tudla	20,04	19,03	19,54
$\bar{x}$	19,59	19,89	

Tabla A64. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	18,79	19,59	19,19
Solarizado	20,39	20,19	20,29
$\bar{x}$	19,59	19,89	

Tabla A65. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	19,22	19,16	19,19
Solarizado	20,14	20,44	20,29
$\bar{x}$	19,68	19,80	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A66. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	19,53	19,65	19,59
Tunelillo	19,82	19,95	19,89
$\bar{x}$	19,68	19,80	

Tabla A67. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 95/96.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	418,06	391,11	404,59
Camarosa	415,90	414,65	415,28
Chandler	344,93	355,76	350,35
Darboise	281,04	278,26	279,65
Maraprime	284,69	287,43	286,06
Miranda	354,51	374,06	364,29
Nike	330,87	318,47	324,67
Oso Grande	372,40	373,37	372,89
Tudla	341,63	304,90	323,27
$\bar{x}$	349,34	344,22	

Tabla A68. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	404,38	404,79	404,59
Camarosa	419,06	411,49	415,28
Chandler	350,94	349,76	350,35
Darboise	281,56	277,74	279,65
Maraprime	293,02	279,10	286,06
Miranda	361,81	366,77	364,29
Nike	330,52	318,82	324,67
Oso Grande	383,65	362,12	372,89
Tudla	315,31	331,22	323,27
$\bar{x}$	348,92	344,65	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A69. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	410,69	398,47	404,58
Camarosa	433,99	396,56	415,28
Chandler	368,89	331,81	350,35
Darboise	290,52	268,78	279,65
Maraprime	298,89	273,23	286,06
Miranda	378,51	350,07	364,29
Nike	342,33	307,01	324,67
Oso Grande	385,49	360,28	372,89
Tudla	330,73	315,80	323,27
$\bar{x}$	360,00	333,56	

Tabla A70. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 95/96.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	367,03	331,64	349,34
Solarizado	352,98	335,47	344,23
$\bar{x}$	360,01	333,56	

Tabla A71. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	352,52	346,16	349,34
Solarizado	345,32	343,13	344,23
$\bar{x}$	348,92	344,65	

Tabla A72. Dureza (gr.) de los frutos en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 95/96.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	361,98	358,03	360,01
Tunelillo	335,86	331,26	333,56
$\bar{x}$	348,92	344,65	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A73. % de supervivencia de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	97,23	100,00	98,62
Camarosa	100,00	100,00	100,00
Chandler	98,61	99,72	99,17
Darboise	99,17	99,44	99,31
Maraprime	99,44	99,72	99,58
Miranda	99,44	99,72	99,58
Nike	99,72	99,44	99,58
Oso Grande	100,00	99,44	99,72
Tudla	99,17	99,44	99,31
$\bar{x}$	99,20	99,66	

Tabla A74. % de supervivencia de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	99,17	98,07	98,62
Camarosa	100,00	100,00	100,00
Chandler	98,33	100,00	99,17
Darboise	99,44	99,17	99,31
Maraprime	99,44	99,71	99,58
Miranda	99,44	99,72	99,58
Nike	99,72	99,44	99,58
Oso Grande	100,00	99,44	99,72
Tudla	99,72	98,89	99,31
$\bar{x}$	99,47	99,38	

Tabla A75. % de supervivencia de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	98,07	99,17	98,62
Camarosa	100,00	100,00	100,00
Chandler	98,89	99,44	99,17
Darboise	99,72	98,89	99,31
Maraprime	100,00	99,16	99,58
Miranda	99,72	99,44	99,58
Nike	100,00	99,17	99,58
Oso Grande	99,72	99,72	99,72
Tudla	99,44	99,17	99,31
$\bar{x}$	99,51	99,35	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A76. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
No solarizado	99,14	99,26	99,20
Solarizado	99,88	99,44	99,66
$\bar{X}$	99,51	99,35	

Tabla A77. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{X}$
No Solarizado	99,26	99,14	99,20
Solarizado	99,69	99,63	99,66
$\bar{X}$	99,47	99,38	

Tabla A78. % de supervivencia en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	99,44	99,57	99,51
Tunelillo	99,50	99,20	99,35
$\bar{X}$	99,47	99,38	

Tabla A79. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	88,67	86,42	87,54
Camarosa	74,00	72,42	73,21
Chandler	80,00	77,42	78,71
Darboise	64,33	63,58	63,96
Maraprime	63,83	60,17	62,00
Miranda	81,00	77,92	79,46
Nike	75,58	69,75	72,67
Oso Grande	86,58	78,50	82,54
Tudla	72,33	69,50	70,92
$\bar{X}$	76,26	72,85	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A80. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	87,00	88,08	87,54
Camarosa	71,58	74,83	73,21
Chandler	76,50	80,92	78,71
Darboise	64,25	63,67	63,96
Maraprime	62,58	61,42	62,00
Miranda	77,00	81,92	79,46
Nike	75,08	70,25	72,67
Oso Grande	84,67	80,42	82,54
Tudla	68,00	73,83	70,92
$\bar{X}$	74,07	75,04	

Tabla A81. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
Andana	95,92	79,17	87,54
Camarosa	78,58	67,83	73,21
Chandler	86,00	71,42	78,71
Darboise	69,83	58,08	63,96
Maraprime	67,17	56,83	62,00
Miranda	86,50	72,42	79,46
Nike	77,17	68,17	72,67
Oso Grande	86,33	78,75	82,54
Tudla	76,08	65,75	70,92
$\bar{X}$	80,40	68,71	

Tabla A82. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
No Solarizado	83,76	68,76	76,26
Solarizado	77,04	68,67	72,85
$\bar{X}$	80,40	68,71	

Tabla A83. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{X}$
No Solarizado	74,70	77,82	76,26
Solarizado	73,44	72,26	72,85
$\bar{X}$	74,07	75,04	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A84. Nº de días necesarios para el inicio de floración en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	79,78	81,02	80,40
Tunelillo	68,37	69,06	68,71
$\bar{x}$	74,07	75,04	

Tabla A85. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	129,17	127,50	128,34
Camarosa	118,42	118,25	118,34
Chandler	122,92	123,92	123,42
Darboise	117,42	117,75	117,59
Maraprime	116,00	115,25	115,63
Miranda	122,58	122,33	122,46
Nike	119,08	120,58	119,83
Oso Grande	122,58	123,67	123,13
Tudla	122,17	120,83	121,50
$\bar{x}$	121,15	121,12	

Tabla A86. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	132,33	124,33	128,33
Camarosa	122,17	114,50	118,34
Chandler	126,67	120,17	123,42
Darboise	122,83	112,33	117,58
Maraprime	120,42	110,83	115,63
Miranda	125,92	119,00	122,46
Nike	124,00	115,67	119,84
Oso Grande	126,67	119,58	123,13
Tudla	124,75	118,25	121,50
$\bar{x}$	125,08	117,18	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A87. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	134,25	122,42	128,34
Camarosa	123,67	113,00	118,34
Chandler	130,50	116,33	123,42
Darboise	124,67	110,50	117,59
Maraprime	121,92	109,33	115,63
Miranda	129,92	115,00	122,46
Nike	127,00	112,67	119,84
Oso Grande	130,50	115,75	123,13
Tudla	128,00	115,00	121,50
$\bar{x}$	127,83	114,44	

Tabla A88. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	128,00	114,30	121,15
Solarizado	127,65	114,59	121,12
$\bar{x}$	127,83	114,45	

Tabla A89. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	125,33	116,96	121,15
Solarizado	124,83	117,41	121,12
$\bar{x}$	125,08	117,19	

Tabla A90. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	132,00	123,65	127,83
Tunelillo	118,17	110,72	114,45
$\bar{x}$	125,09	117,19	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A91. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	181,98	202,34	192,16
Camarosa	245,05	262,78	253,92
Chandler	171,17	193,13	182,15
Darboise	136,69	160,90	148,80
Maraprime	149,23	155,12	152,18
Miranda	160,57	165,47	163,02
Nike	132,12	154,37	143,25
Oso Grande	178,42	196,41	187,42
Tudla	145,23	162,20	153,72
$\bar{x}$	166,72	183,64	

Tabla A92. Producción precoz (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	207,76	176,56	192,16
Camarosa	282,25	225,59	253,92
Chandler	213,08	151,22	182,15
Darboise	162,93	134,65	148,79
Maraprime	167,37	136,99	152,18
Miranda	183,19	142,85	163,02
Nike	161,80	124,70	143,25
Oso Grande	214,39	160,43	187,41
Tudla	190,59	116,84	153,72
$\bar{x}$	198,15	152,20	

Tabla A93. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	155,87	228,46	192,17
Camarosa	219,44	288,39	253,92
Chandler	155,08	209,21	182,15
Darboise	128,77	168,82	148,80
Maraprime	141,52	162,84	152,18
Miranda	150,87	175,17	163,02
Nike	117,24	169,25	143,25
Oso Grande	147,53	227,30	187,42
Tudla	136,79	170,64	153,72
$\bar{x}$	150,35	200,01	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A94. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	**Aire Libre**	**Tunelillo**	$\bar{X}$
No Solarizado	143,33	190,11	166,72
Solarizado	157,36	209,91	183,64
$\bar{X}$	150,35	200,01	

Tabla A95. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{X}$
No Solarizado	187,23	146,21	166,72
Solarizado	209,07	158,20	183,64
$\bar{X}$	198,15	152,21	

Tabla A96. Producción precoz (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	173,19	127,50	150,35
Tunelillo	223,11	176,91	200,01
$\bar{X}$	198,15	152,21	

Tabla A97. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	9,20	6,71	7,95
Camarosa	6,10	3,80	4,95
Chandler	11,80	8,45	10,12
Darboise	14,88	10,17	12,53
Maraprime	11,97	11,81	11,89
Miranda	12,79	13,47	13,13
Nike	13,84	10,83	12,34
Oso Grande	5,66	3,45	4,56
Tudla	10,56	8,26	9,41
$\bar{X}$	10,76	8,55	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A98. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	8,46	7,44	7,95
Camarosa	4,63	5,27	4,95
Chandler	8,54	11,71	10,12
Darboise	12,03	13,03	12,53
Maraprime	10,58	13,20	11,89
Miranda	13,21	13,05	13,13
Nike	12,10	12,57	12,33
Oso Grande	4,09	5,02	4,56
Tudla	6,99	11,83	9,41
$\bar{x}$	8,96	10,35	

Tabla A99. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	8,57	7,33	7,95
Camarosa	4,10	5,80	4,95
Chandler	8,60	11,65	10,12
Darboise	10,38	14,67	12,53
Maraprime	10,33	13,45	11,89
Miranda	11,84	14,42	13,13
Nike	11,05	13,62	12,33
Oso Grande	3,25	5,86	4,56
Tudla	8,72	10,11	9,41
$\bar{x}$	8,54	10,77	

Tabla A100. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	9,23	12,28	10,76
Solarizado	7,84	9,26	8,55
$\bar{x}$	8,54	10,77	

Tabla A101. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	10,09	11,43	10,76
Solarizado	7,83	9,27	8,55
$\bar{x}$	8,96	10,35	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A102. % de 2ª categoría de la producción precoz en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	7,76	9,31	8,54
Tunelillo	10,16	11,38	10,77
$\bar{X}$	8,96	10,35	

Tabla A103. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	427,30	465,26	446,28
Camarosa	518,03	563,12	540,58
Chandler	387,73	436,55	412,14
Darboise	266,10	311,70	288,90
Maraprime	274,71	281,33	278,02
Miranda	320,39	333,37	326,88
Nike	249,93	291,71	270,82
Oso Grande	419,95	460,35	440,15
Tudla	317,02	377,10	347,06
$\bar{X}$	353,46	391,17	

Tabla A104. Producción total (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	465,07	427,49	446,28
Camarosa	568,73	512,42	540,58
Chandler	449,36	374,93	412,15
Darboise	292,41	285,39	288,90
Maraprime	287,36	268,67	278,02
Miranda	341,15	312,62	326,89
Nike	289,68	251,96	270,82
Oso Grande	452,49	427,80	440,15
Tudla	392,32	301,79	347,06
$\bar{X}$	393,17	351,45	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A105. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	432,16	460,41	446,29
Camarosa	524,12	557,02	540,57
Chandler	388,51	435,77	412,14
Darboise	272,35	305,45	288,90
Maraprime	278,54	277,50	278,02
Miranda	314,80	338,96	326,88
Nike	237,74	303,90	270,82
Oso Grande	430,43	449,86	440,15
Tudla	352,25	341,86	347,06
$\bar{x}$	358,99	385,64	

Tabla A106. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	337,82	369,10	353,46
Solarizado	380,16	402,17	391,17
$\bar{x}$	358,99	385,64	

Tabla A107. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	373,76	333,16	353,46
Solarizado	412,59	369,74	391,17
$\bar{x}$	393,18	351,45	

Tabla A108. Producción total (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	381,75	336,23	358,99
Tunelillo	404,60	366,67	385,64
$\bar{x}$	393,18	351,45	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A109. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	13,53	12,08	12,81
Camarosa	10,62	9,03	9,83
Chandler	21,23	17,44	19,34
Darboise	23,21	19,02	21,11
Maraprime	21,92	21,39	21,65
Miranda	20,26	19,98	20,12
Nike	21,42	19,57	20,49
Oso Grande	10,20	8,92	9,56
Tudla	14,78	11,94	13,36
$\bar{x}$	17,46	15,49	

Tabla A110. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	12,73	12,89	12,81
Camarosa	9,44	10,21	9,83
Chandler	18,12	20,56	19,34
Darboise	21,04	21,19	21,11
Maraprime	20,91	22,40	21,65
Miranda	20,13	20,11	20,12
Nike	20,07	20,91	20,49
Oso Grande	9,21	9,91	9,56
Tudla	11,21	15,52	13,36
$\bar{x}$	15,87	17,08	

Tabla A111. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	13,44	12,17	12,81
Camarosa	9,37	10,28	9,83
Chandler	18,06	20,62	19,34
Darboise	20,02	22,21	21,11
Maraprime	20,86	22,45	21,65
Miranda	20,10	20,13	20,12
Nike	20,11	20,88	20,49
Oso Grande	8,75	10,38	9,56
Tudla	13,01	13,71	13,36
$\bar{x}$	15,97	16,98	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A112. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	16,82	18,11	17,46
Solarizado	15,12	15,85	15,48
$\bar{x}$	15,97	16,98	

Tabla A113. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	16,60	18,33	17,46
Solarizado	15,15	15,83	15,49
$\bar{x}$	15,87	17,08	

Tabla A114. % de 2ª categoría de la producción total en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	15,56	16,38	15,97
Tunelillo	16,19	17,77	16,98
$\bar{x}$	15,87	17,08	

Tabla A115. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	21,71	22,08	21,90
Camarosa	25,42	26,29	25,85
Chandler	18,95	20,19	19,57
Darboise	17,76	18,70	18,23
Maraprime	14,88	15,15	15,02
Miranda	20,57	20,66	20,62
Nike	17,89	19,12	18,51
Oso Grande	23,17	23,75	23,46
Tudla	20,10	21,45	20,77
$\bar{x}$	20,05	20,82	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A116. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	21,49	22,30	21,90
Camarosa	26,05	25,66	25,85
Chandler	20,36	18,78	19,57
Darboise	17,91	18,55	18,23
Maraprime	14,86	15,17	15,02
Miranda	20,35	20,88	20,61
Nike	18,56	18,46	18,51
Oso Grande	23,90	23,02	23,46
Tudla	21,67	19,88	20,77
$\bar{x}$	20,57	20,30	

Tabla A117. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	21,07	22,72	21,90
Camarosa	26,93	24,78	25,85
Chandler	20,10	19,04	19,57
Darboise	18,94	17,52	18,23
Maraprime	15,60	14,43	15,02
Miranda	21,28	19,95	20,62
Nike	19,27	17,75	18,51
Oso Grande	23,70	23,22	23,46
Tudla	21,45	20,10	20,77
$\bar{x}$	20,93	19,95	

Tabla A118. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	20,76	19,34	20,05
Solarizado	21,09	20,55	20,82
$\bar{x}$	20,93	19,95	

Tabla A119. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	20,38	19,72	20,05
Solarizado	20,76	20,88	20,82
$\bar{x}$	20,57	20,30	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A120. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	20,96	20,90	20,93
Tunelillo	20,19	19,70	19,95
$\bar{x}$	20,57	20,30	

Tabla A121. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en la campaña 96/97.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	223,54	214,13	218,84
Camarosa	215,78	205,17	210,48
Chandler	171,53	170,24	170,89
Darboise	122,15	112,60	117,38
Maraprime	148,00	143,89	145,95
Miranda	167,67	166,77	167,22
Nike	166,56	160,38	163,47
Oso Grande	179,17	173,13	176,15
Tudla	167,60	163,85	165,73
$\bar{x}$	173,56	167,80	

Tabla A122. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	218,96	218,72	218,84
Camarosa	214,94	206,01	210,48
Chandler	172,53	169,24	170,89
Darboise	118,58	116,17	117,38
Maraprime	147,17	144,72	145,95
Miranda	173,13	161,32	167,23
Nike	164,83	162,12	163,48
Oso Grande	178,02	174,27	176,15
Tudla	168,26	163,19	165,73
$\bar{x}$	172,94	168,42	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A123. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	225,00	212,67	218,84
Camarosa	215,47	205,49	210,48
Chandler	176,04	165,73	170,89
Darboise	122,31	112,44	117,38
Maraprime	149,62	142,27	145,95
Miranda	175,45	158,99	167,22
Nike	170,56	156,39	163,48
Oso Grande	184,55	167,74	176,15
Tudla	171,49	159,97	165,73
$\bar{x}$	176,72	164,63	

Tabla A124. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en la campaña 96/97.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No Solarizado	180,89	166,22	173,56
Solarizado	172,55	163,04	167,80
$\bar{x}$	176,72	164,63	

Tabla A125. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	176,45	170,66	173,56
Solarizado	169,42	166,17	167,80
$\bar{x}$	172,94	168,42	

Tabla A126. Dureza (gr.) de los frutos en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en la campaña 96/97.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	179,36	174,08	176,72
Tunelillo	166,51	162,76	164,64
$\bar{x}$	172,94	168,42	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A127. % de supervivencia de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	95,70	98,33	97,02
Camarosa	99,31	99,44	99,38
Chandler	94,37	95,41	94,89
Darboise	96,94	95,95	96,45
Maraprime	99,30	99,44	99,37
Miranda	99,30	99,72	99,51
Nike	96,39	96,11	96,25
Oso Grande	98,33	97,64	97,99
Tudla	95,42	95,83	95,63
$\bar{X}$	97,23	97,54	

Tabla A128. % de supervivencia de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	95,28	98,75	97,02
Camarosa	99,58	99,17	99,38
Chandler	91,59	98,19	94,89
Darboise	93,59	99,31	96,45
Maraprime	99,44	99,30	99,37
Miranda	99,44	99,58	99,51
Nike	94,44	98,06	96,25
Oso Grande	97,36	98,61	97,99
Tudla	92,36	98,89	95,63
$\bar{X}$	95,90	98,87	

Tabla A129. % de supervivencia de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
Andana	96,81	97,22	97,02
Camarosa	99,17	99,58	99,38
Chandler	93,12	96,66	94,89
Darboise	96,39	96,51	96,45
Maraprime	99,72	99,02	99,37
Miranda	99,31	99,72	99,51
Nike	95,83	96,67	96,25
Oso Grande	98,47	97,50	97,99
Tudla	95,14	96,11	95,63
$\bar{X}$	97,11	97,67	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A130. % de supervivencia de las variedades en cada campaña.

	Campaña		
Variedad	95/96	96/97	$\bar{x}$
Andana	95,42	98,62	97,02
Camarosa	98,75	100,00	99,38
Chandler	90,61	99,17	94,89
Darboise	93,59	99,31	96,45
Maraprime	99,17	99,58	99,37
Miranda	99,44	99,58	99,51
Nike	92,92	99,58	96,25
Oso Grande	96,25	99,72	97,99
Tudla	91,94	99,31	95,63
$\bar{x}$	95,34	99,43	

Tabla A131. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No solarizado	96,81	97,65	97,23
Solarizado	97,41	97,68	97,54
$\bar{x}$	97,11	97,67	

Tabla A132. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	95,69	98,76	97,23
Solarizado	96,11	98,98	97,54
$\bar{x}$	95,90	98,87	

Tabla A133. % de supervivencia en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	95,45	98,76	97,11
Tunelillo	96,35	98,98	97,67
$\bar{x}$	95,90	98,87	

Tabla A134. % de supervivencia en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña.

	Campaña		
Desinfección de suelo	95/96	96/97	$\bar{x}$
No Solarizado	95,26	99,20	97,23
Solarizado	95,43	99,66	97,54
$\bar{x}$	95,34	99,43	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A135. % de supervivencia para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña.

	Campaña		
Fecha de plantación	95/96	96/97	$\bar{x}$
Norma	92,33	99,47	95,90
Tardía	98,36	99,38	98,87
$\bar{x}$	95,34	99,43	

Tabla A136. % de supervivencia en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña.

	Campaña		
Tipo de cubierta	95/96	96/97	$\bar{x}$
Aire Libre	94,71	99,51	97,11
Tunelillo	95,98	99,35	97,67
$\bar{x}$	95,34	99,43	

Tabla A137. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	78,29	77,04	77,67
Camarosa	64,25	62,58	63,42
Chandler	72,54	70,58	71,56
Darboise	61,25	60,83	61,04
Maraprime	58,46	56,67	57,56
Miranda	72,75	70,75	71,75
Nike	68,58	64,42	66,50
Oso Grande	77,46	75,58	76,52
Tudla	64,83	64,08	64,46
$\bar{x}$	68,71	66,95	

Tabla A138. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	77,42	77,92	77,67
Camarosa	61,63	65,21	63,42
Chandler	70,71	72,42	71,56
Darboise	62,75	59,33	61,04
Maraprime	59,04	56,08	57,56
Miranda	70,25	73,25	71,75
Nike	70,29	62,71	66,50
Oso Grande	76,25	76,79	76,52
Tudla	65,54	63,38	64,46
$\bar{x}$	68,21	67,45	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A139. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	83,08	72,25	77,67
Camarosa	67,79	59,04	63,42
Chandler	77,17	65,96	71,56
Darboise	65,21	56,88	61,04
Maraprime	61,38	53,75	57,56
Miranda	77,00	66,50	71,75
Nike	70,67	62,33	66,50
Oso Grande	77,83	75,21	76,52
Tudla	68,42	60,50	64,46
$\bar{x}$	72,06	63,60	

Tabla A140. Nº de días necesarios para el inicio de floración de las variedades en cada campaña.

	Campaña		
Variedad	95/96	96/97	$\bar{x}$
Andana	67,79	87,54	77,67
Camarosa	53,63	73,21	63,42
Chandler	64,42	78,71	71,56
Darboise	58,13	63,96	61,04
Maraprime	53,13	62,00	57,56
Miranda	64,04	79,46	71,75
Nike	60,33	72,67	66,50
Oso Grande	70,50	82,54	76,52
Tudla	58,00	70,92	64,46
$\bar{x}$	61,11	74,56	

Tabla A141. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No solarizado	73,55	63,88	68,71
Solarizado	70,57	63,32	66,95
$\bar{x}$	72,06	63,60	

Tabla A142. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	68,80	68,63	68,71
Solarizado	67,62	66,28	66,95
$\bar{x}$	68,21	67,45	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A143. Nº de días necesarios para el inicio de floración en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	72,06	72,07	72,06
Tunelillo	64,36	62,84	63,60
$\bar{X}$	68,21	67,45	

Tabla A144. Nº de días necesarios para el inicio de floración en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña.

	Campaña		
Desinfección de suelo	95/96	96/97	$\bar{X}$
No Solarizado	61,17	76,26	68,71
Solarizado	61,05	72,85	66,95
$\bar{X}$	61,11	74,56	

Tabla A145. Nº de días necesarios para el inicio de floración para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña.

	Campaña		
Fecha de plantación	95/96	96/97	$\bar{X}$
Norma	62,34	74,07	68,21
Tardía	59,87	75,04	67,45
$\bar{X}$	61,11	74,56	

Tabla A146. Nº de días necesarios para el inicio de floración en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña.

	Campaña		
Tipo de cubierta	95/96	96/97	$\bar{X}$
Aire Libre	63,72	80,40	72,06
Tunelillo	58,49	68,71	63,60
$\bar{X}$	61,11	74,56	

Tabla A147. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	138,54	137,13	137,84
Camarosa	125,92	125,67	125,80
Chandler	132,13	130,71	131,42
Darboise	126,50	126,79	126,65
Maraprime	124,21	122,54	123,38
Miranda	126,54	126,17	126,36
Nike	130,13	129,75	129,94
Oso Grande	132,46	132,88	132,67
Tudla	133,21	133,58	133,40
$\bar{X}$	129,96	129,47	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A148. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	143,00	132,67	137,84
Camarosa	127,58	124,00	125,79
Chandler	136,67	126,17	131,42
Darboise	134,67	118,63	126,65
Maraprime	130,13	116,63	123,38
Miranda	128,83	123,88	126,36
Nike	134,71	125,17	129,94
Oso Grande	138,00	127,33	132,67
Tudla	137,96	128,83	133,40
$\bar{x}$	134,62	124,81	

Tabla A149. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	149,21	126,46	137,84
Camarosa	132,58	119,00	125,79
Chandler	140,63	122,21	131,42
Darboise	135,50	117,79	126,65
Maraprime	129,83	116,92	123,38
Miranda	134,13	118,58	126,36
Nike	140,75	119,13	129,94
Oso Grande	143,33	122,00	132,67
Tudla	146,71	120,08	133,40
$\bar{x}$	139,19	120,24	

Tabla A150. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación de las variedades en cada campaña.

	Campaña		
Variedad	95/96	96/97	$\bar{x}$
Andana	147,33	128,33	137,83
Camarosa	133,25	118,33	125,79
Chandler	139,42	123,42	131,42
Darboise	135,71	117,58	126,65
Maraprime	131,13	115,63	123,38
Miranda	130,25	122,46	126,36
Nike	140,04	119,83	129,94
Oso Grande	142,21	123,13	132,67
Tudla	145,29	121,50	133,40
$\bar{x}$	138,29	121,13	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A151. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No solarizado	138,87	121,05	129,96
Solarizado	139,50	119,44	129,47
$\bar{x}$	139,19	120,25	

Tabla A152. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	135,06	124,85	129,96
Solarizado	134,17	124,77	129,47
$\bar{x}$	134,62	124,81	

Tabla A153. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	144,21	134,16	139,19
Tunelillo	125,02	115,46	120,24
$\bar{x}$	134,62	124,81	

Tabla A154. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña.

	Campaña		
Desinfección de suelo	95/96	96/97	$\bar{x}$
No Solarizado	138,77	121,15	129,96
Solarizado	137,81	121,12	129,47
$\bar{x}$	138,29	121,14	

Tabla A155. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña.

	Campaña		
Fecha de plantación	95/96	96/97	$\bar{x}$
Norma	144,15	125,08	134,62
Tardía	132,44	117,19	124,82
$\bar{x}$	138,30	121,14	

Tabla A156. Nº de días necesarios para el inicio de fructificación en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña.

	Campaña		
Tipo de cubierta	95/96	96/97	$\bar{x}$
Aire Libre	150,55	127,82	139,19
Tunelillo	126,04	114,44	120,24
$\bar{x}$	138,30	121,13	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A157. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	119,05	130,22	124,64
Camarosa	167,47	185,15	176,31
Chandler	119,46	134,79	127,13
Darboise	98,75	118,22	108,49
Maraprime	104,52	113,01	108,77
Miranda	126,90	132,81	129,86
Nike	98,49	115,55	107,02
Oso Grande	121,72	131,55	126,64
Tudla	99,18	110,79	104,99
$\bar{X}$	117,28	130,23	

Tabla A158. Producción precoz (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	133,01	116,26	124,64
Camarosa	199,24	153,38	176,31
Chandler	142,77	111,48	127,13
Darboise	110,41	106,56	108,49
Maraprime	118,17	99,36	108,77
Miranda	142,60	117,11	129,86
Nike	119,19	94,85	107,02
Oso Grande	139,80	113,47	126,64
Tudla	125,27	84,71	104,99
$\bar{X}$	136,72	110,80	

Tabla A159. Producción precoz (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
Andana	82,83	166,45	124,64
Camarosa	128,59	224,04	176,32
Chandler	91,52	162,73	127,12
Darboise	79,25	137,72	108,48
Maraprime	89,70	127,84	108,77
Miranda	98,14	161,57	129,86
Nike	68,98	145,06	107,02
Oso Grande	83,17	170,09	126,63
Tudla	73,43	136,55	104,99
$\bar{X}$	88,40	159,12	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A160. Producción precoz (gr./planta) de las variedades en cada campaña.

	Campaña		
Variedad	95/96	96/97	$\bar{x}$
Andana	57,11	192,16	124,63
Camarosa	98,71	253,92	176,31
Chandler	72,10	182,15	127,13
Darboise	68,17	148,79	108,48
Maraprime	65,36	152,18	108,77
Miranda	96,69	163,02	129,86
Nike	70,79	143,25	107,02
Oso Grande	65,85	187,41	126,63
Tudla	56,26	153,72	104,99
$\bar{x}$	72,34	175,18	

Tabla A161. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No solarizado	85,46	149,11	117,29
Solarizado	91,34	169,12	130,23
$\bar{x}$	88,40	159,12	

Tabla A162. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	128,98	105,58	117,28
Solarizado	144,45	116,01	130,23
$\bar{x}$	136,72	110,80	

Tabla A163. Producción precoz (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	100,96	75,84	88,40
Tunelillo	172,48	145,75	159,12
$\bar{x}$	136,72	110,80	

Tabla A164. Producción precoz (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña.

	Campaña		
Desinfección de suelo	95/96	96/97	$\bar{x}$
No Solarizado	67,85	166,72	117,28
Solarizado	76,83	183,64	130,23
$\bar{x}$	72,34	175,18	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A165. Producción precoz (gr./planta) para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña.

	Campaña		
Fecha de plantación	95/96	96/97	$\bar{X}$
Norma	75,28	198,15	136,72
Tardía	69,39	152,20	110,80
$\bar{X}$	72,34	175,18	

Tabla A166. Producción precoz (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña.

	Campaña		
Tipo de cubierta	95/96	96/97	$\bar{X}$
Aire Libre	26,45	150,35	88,40
Tunelillo	118,22	200,01	159,12
$\bar{X}$	72,34	175,18	

Tabla A167. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	18,27	16,69	17,48
Camarosa	13,99	11,47	12,73
Chandler	23,21	23,32	23,26
Darboise	22,37	18,04	20,20
Maraprime	23,60	24,32	23,96
Miranda	19,82	18,86	19,34
Nike	21,52	20,86	21,19
Oso Grande	16,01	13,43	14,72
Tudla	26,83	25,67	26,25
$\bar{X}$	20,62	19,18	

Tabla A168. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	20,33	14,63	17,48
Camarosa	11,90	13,57	12,73
Chandler	21,81	24,71	23,26
Darboise	21,52	18,88	20,20
Maraprime	23,41	24,51	23,96
Miranda	22,29	16,39	19,34
Nike	22,84	19,54	21,19
Oso Grande	19,57	9,88	14,72
Tudla	25,20	27,30	26,25
$\bar{X}$	20,98	18,82	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A169. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	26,79	8,17	17,48
Camarosa	17,01	8,46	12,73
Chandler	29,23	17,30	23,26
Darboise	24,12	16,28	20,20
Maraprime	28,24	19,68	23,96
Miranda	22,08	16,60	19,34
Nike	25,87	16,51	21,19
Oso Grande	21,94	7,50	14,72
Tudla	37,98	14,52	26,25
$\bar{x}$	25,92	13,89	

Tabla A170. % de 2ª categoría de la producción precoz de las variedades en cada campaña.

	Campaña		
Variedad	95/96	96/97	$\bar{x}$
Andana	27,00	7,95	17,48
Camarosa	20,51	4,95	12,73
Chandler	36,40	10,12	23,26
Darboise	27,88	12,53	20,20
Maraprime	36,02	11,89	23,96
Miranda	25,55	13,13	19,34
Nike	30,05	12,34	21,19
Oso Grande	24,89	4,56	14,72
Tudla	43,09	9,41	26,25
$\bar{x}$	30,15	9,65	

Tabla A171. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No solarizado	26,64	14,61	20,62
Solarizado	25,20	13,17	19,18
$\bar{x}$	25,92	13,89	

Tabla A172. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	22,01	19,24	20,62
Solarizado	19,96	18,40	19,18
$\bar{x}$	20,98	18,82	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A173. % de 2ª categoría de la producción precoz en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	27,83	24,01	25,92
Tunelillo	14,14	13,64	13,89
$\bar{X}$	20,98	18,82	

Tabla A174. % de 2ª categoría de la producción precoz en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña.

	Campaña		
Desinfección de suelo	95/96	96/97	$\bar{X}$
No Solarizado	30,49	10,76	20,62
Solarizado	29,81	8,55	19,18
$\bar{X}$	30,15	9,65	

Tabla A175. % de 2ª categoría de la producción precoz para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña.

	Campaña		
Fecha de plantación	95/96	96/97	$\bar{X}$
Norma	33,01	8,96	20,98
Tardía	27,30	10,35	18,82
$\bar{X}$	30,15	9,65	

Tabla A176. % de 2ª categoría de la producción precoz en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña.

	Campaña		
Tipo de cubierta	95/96	96/97	$\bar{X}$
Aire Libre	43,30	8,54	25,92
Tunelillo	17,01	10,77	13,89
$\bar{X}$	30,15	9,65	

Tabla A177. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	339,43	374,60	357,02
Camarosa	406,16	439,50	422,83
Chandler	317,50	349,98	333,74
Darboise	222,43	257,36	239,90
Maraprime	224,60	243,56	234,08
Miranda	264,03	278,55	271,29
Nike	206,85	243,52	225,19
Oso Grande	342,14	373,16	357,65
Tudla	254,68	281,88	268,28
$\bar{X}$	286,42	315,79	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A178. Producción total (gr./planta) de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	362,92	351,12	357,02
Camarosa	452,84	392,81	422,83
Chandler	360,65	306,83	333,74
Darboise	237,57	242,22	239,90
Maraprime	238,37	229,80	234,09
Miranda	278,10	264,47	271,29
Nike	235,53	214,84	225,19
Oso Grande	361,21	354,08	357,65
Tudla	291,77	244,79	268,28
$\bar{x}$	313,22	289,00	

Tabla A179. Producción total (gr./planta) de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	288,76	425,27	357,02
Camarosa	356,49	489,17	422,83
Chandler	279,63	387,85	333,74
Darboise	207,17	272,62	239,90
Maraprime	225,41	242,75	234,08
Miranda	246,65	295,92	271,29
Nike	174,42	275,95	225,19
Oso Grande	320,04	395,26	357,65
Tudla	236,91	299,65	268,28
$\bar{x}$	259,50	342,72	

Tabla A180. Producción total (gr./planta) de las variedades en cada campaña.

	Campaña		
Variedad	95/96	96/97	$\bar{x}$
Andana	267,75	446,28	357,02
Camarosa	305,08	540,57	422,83
Chandler	255,34	412,14	333,74
Darboise	190,89	288,90	239,90
Maraprime	190,15	278,02	234,09
Miranda	215,70	326,88	271,29
Nike	179,55	270,82	225,19
Oso Grande	275,15	440,15	357,65
Tudla	189,50	347,06	268,28
$\bar{x}$	229,90	372,31	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A181. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
No solarizado	247,74	325,10	286,42
Solarizado	271,25	360,33	315,79
$\bar{X}$	259,50	342,72	

Tabla A182. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{X}$
No Solarizado	298,05	274,80	286,43
Solarizado	328,39	303,19	315,79
$\bar{X}$	313,22	289,00	

Tabla A183. Producción total (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	271,51	247,49	259,50
Tunelillo	354,93	330,51	342,72
$\bar{X}$	313,22	289,00	

Tabla A184. Producción total (gr./planta) en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña.

	Campaña		
Desinfección de suelo	95/96	96/97	$\bar{X}$
No Solarizado	219,39	353,46	286,43
Solarizado	240,42	391,17	315,80
$\bar{X}$	229,91	372,32	

Tabla A185. Producción total (gr./planta) para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña.

	Campaña		
Fecha de plantación	95/96	96/97	$\bar{X}$
Norma	233,26	393,18	313,22
Tardía	226,54	351,45	289,00
$\bar{X}$	229,90	372,32	

Tabla A186. Producción total (gr./planta) en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña.

	Campaña		
Tipo de cubierta	95/96	96/97	$\bar{X}$
Aire Libre	160,00	358,99	259,50
Tunelillo	299,80	385,64	342,72
$\bar{X}$	229,90	372,32	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A187. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	11,16	9,87	10,51
Camarosa	10,89	9,70	10,29
Chandler	22,21	19,98	21,09
Darboise	20,87	17,84	19,36
Maraprime	23,80	22,93	23,36
Miranda	21,52	21,19	21,35
Nike	22,14	20,59	21,37
Oso Grande	10,38	7,89	9,13
Tudla	15,77	14,05	14,91
$\bar{X}$	17,64	16,00	

Tabla A188. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	10,97	10,05	10,51
Camarosa	10,64	9,95	10,29
Chandler	20,23	21,96	21,09
Darboise	19,50	19,21	19,36
Maraprime	24,09	22,64	23,36
Miranda	22,72	19,99	21,36
Nike	22,08	20,65	21,37
Oso Grande	10,25	8,02	9,13
Tudla	14,13	15,69	14,91
$\bar{X}$	17,18	16,46	

Tabla A189. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
Andana	11,68	9,34	10,51
Camarosa	10,83	9,75	10,29
Chandler	21,27	20,91	21,09
Darboise	18,92	19,79	19,36
Maraprime	22,80	23,93	23,36
Miranda	22,49	20,22	21,35
Nike	22,61	20,13	21,37
Oso Grande	9,42	8,84	9,13
Tudla	15,21	14,62	14,91
$\bar{X}$	17,25	16,39	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A190. % de 2ª categoría de la producción total de las variedades en cada campaña.

	Campaña		
Variedad	95/96	96/97	$\bar{x}$
Andana	8,22	12,81	10,51
Camarosa	10,76	9,83	10,29
Chandler	22,85	19,34	21,09
Darboise	17,60	21,11	19,36
Maraprime	25,08	21,65	23,36
Miranda	22,59	20,12	21,35
Nike	22,24	20,49	21,37
Oso Grande	8,70	9,56	9,13
Tudla	16,46	13,36	14,91
$\bar{x}$	17,17	16,47	

Tabla A191. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
No solarizado	18,22	17,05	17,64
Solarizado	16,28	15,73	16,00
$\bar{x}$	17,25	16,39	

Tabla A192. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{x}$
No Solarizado	17,96	17,32	17,64
Solarizado	16,40	15,61	16,00
$\bar{x}$	17,18	17,32	

Tabla A193. % de 2ª categoría de la producción total en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	17,70	16,80	17,25
Tunelillo	16,66	16,13	16,39
$\bar{x}$	17,18	16,46	

Tabla A194. % de 2ª categoría de la producción total en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña.

	Campaña		
Desinfección de suelo	95/96	96/97	$\bar{x}$
No Solarizado	17,81	17,46	17,64
Solarizado	16,52	15,49	16,00
$\bar{x}$	17,17	16,47	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A195. % de 2ª categoría de la producción total para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña.

	Campaña		
Fecha de plantación	95/96	96/97	$\bar{X}$
Norma	18,49	15,87	17,18
Tardía	15,85	17,08	16,46
$\bar{X}$	17,17	16,47	

Tabla A196. % de 2ª categoría de la producción total en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña.

	Campaña		
Tipo de cubierta	95/96	96/97	$\bar{X}$
Aire Libre	18,53	15,97	17,25
Tunelillo	15,80	16,98	16,39
$\bar{X}$	17,17	16,47	

Tabla A197. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{X}$
Andana	22,16	22,84	22,50
Camarosa	23,83	24,99	24,41
Chandler	18,00	19,23	18,61
Darboise	18,57	19,48	19,03
Maraprime	14,51	15,06	14,79
Miranda	20,21	20,34	20,27
Nike	17,43	18,99	18,21
Oso Grande	22,49	23,15	22,82
Tudla	19,39	20,92	20,16
$\bar{X}$	19,62	20,56	

Tabla A198. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Andana	22,20	22,80	22,50
Camarosa	24,10	24,72	24,41
Chandler	19,48	17,75	18,62
Darboise	19,01	19,05	19,03
Maraprime	14,49	15,08	14,79
Miranda	19,84	20,70	20,27
Nike	18,30	18,12	18,21
Oso Grande	23,08	22,55	22,82
Tudla	20,63	19,68	20,16
$\bar{X}$	20,13	20,05	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A199. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
Andana	22,19	22,81	22,50
Camarosa	24,39	24,43	24,41
Chandler	19,09	18,14	18,62
Darboise	19,48	18,58	19,03
Maraprime	15,13	14,45	14,79
Miranda	20,23	20,31	20,27
Nike	18,29	18,12	18,21
Oso Grande	22,78	22,85	22,82
Tudla	20,74	19,57	20,16
$\bar{X}$	20,26	19,92	

Tabla A200. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría de las variedades en cada campaña.

	Campaña		
Variedad	95/96	96/97	$\bar{X}$
Andana	23,10	21,90	22,50
Camarosa	22,96	25,85	24,41
Chandler	17,66	19,57	18,61
Darboise	19,83	18,23	19,03
Maraprime	14,56	15,02	14,79
Miranda	19,93	20,62	20,27
Nike	17,91	18,51	18,21
Oso Grande	22,18	23,46	22,82
Tudla	19,54	20,77	20,16
$\bar{X}$	19,74	20,44	

Tabla A201. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
No solarizado	19,78	19,47	19,62
Solarizado	20,74	20,37	20,56
$\bar{X}$	20,26	19,92	

Tabla A202. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{X}$
No Solarizado	19,80	19,44	19,62
Solarizado	20,45	20,66	20,56
$\bar{X}$	20,13	17,32	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A203. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Aire Libre	20,25	20,27	20,26
Tunelillo	20,01	19,83	19,92
$\bar{x}$	20,13	20,05	

Tabla A204. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña.

	Campaña		
Desinfección de suelo	95/96	96/97	$\bar{x}$
No Solarizado	19,19	20,05	19,62
Solarizado	20,29	20,82	20,56
$\bar{x}$	19,74	20,44	

Tabla A205. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña.

	Campaña		
Fecha de plantación	95/96	96/97	$\bar{x}$
Norma	19,68	20,57	20,13
Tardía	19,80	20,30	20,05
$\bar{x}$	19,74	20,44	

Tabla A206. Peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña.

	Campaña		
Tipo de cubierta	95/96	96/97	$\bar{x}$
Aire Libre	19,59	20,93	20,26
Tunelillo	19,89	19,95	19,92
$\bar{x}$	19,74	20,44	

Tabla A207. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas en suelo solarizado y no solarizado en las dos campañas.

	Desinfección de suelo		
Variedad	No Solarizado	Solarizado	$\bar{x}$
Andana	320,80	302,62	311,71
Camarosa	315,84	309,91	312,88
Chandler	258,23	263,00	260,62
Darboise	201,60	195,43	198,52
Maraprime	216,34	215,66	216,00
Miranda	261,09	270,42	265,76
Nike	248,72	239,43	244,08
Oso Grande	275,78	273,25	274,52
Tudla	254,62	234,38	244,50
$\bar{x}$	261,45	256,01	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A208. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades plantadas en fecha normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Variedad	Normal	Tardía	$\bar{x}$
Andana	311,67	311,75	311,71
Camarosa	317,00	308,75	312,88
Chandler	261,74	259,50	260,62
Darboise	200,07	196,96	198,52
Maraprime	220,09	211,91	216,00
Miranda	267,47	264,05	265,76
Nike	247,67	240,47	244,07
Oso Grande	280,83	268,17	274,50
Tudla	241,79	247,20	244,50
$\bar{x}$	260,93	256,53	

Tabla A209. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Variedad	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{x}$
Andana	317,85	305,57	311,71
Camarosa	324,73	301,02	312,88
Chandler	272,47	248,77	260,62
Darboise	206,41	190,61	198,51
Maraprime	224,25	207,75	216,00
Miranda	276,98	254,53	265,76
Nike	256,44	231,70	244,07
Oso Grande	285,02	264,01	274,52
Tudla	251,11	237,88	244,50
$\bar{x}$	268,36	249,09	

Tabla A210. Dureza (gr.) de los frutos de las variedades cultivadas en cada campaña.

	Campaña		
Variedad	95/96	96/97	$\bar{x}$
Andana	404,58	218,84	311,71
Camarosa	415,28	210,48	312,88
Chandler	350,35	170,89	260,62
Darboise	279,65	117,38	198,52
Maraprime	286,06	145,94	216,00
Miranda	364,29	167,22	265,76
Nike	324,67	163,47	244,07
Oso Grande	372,88	176,15	274,52
Tudla	323,26	165,73	244,50
$\bar{x}$	346,78	170,68	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A211. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para plantas cultivadas al aire libre y en tunelillo en las dos campañas.

	Tipo de cubierta		
Desinfección de suelo	Aire Libre	Tunelillo	$\bar{X}$
No solarizado	273,96	248,93	261,45
Solarizado	262,76	249,26	256,01
$\bar{X}$	268,36	249,10	

Tabla A212. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Desinfección de suelo	Normal	Tardía	$\bar{X}$
No Solarizado	264,48	258,41	261,45
Solarizado	257,37	254,65	256,01
$\bar{X}$	260,93	17,32	

Tabla A213. Dureza (gr.) de los frutos en cultivo al aire libre y en tunelillo para fechas de plantación normal y tardía en las dos campañas.

	Fecha de plantación		
Tipo de cubierta	Normal	Tardía	$\bar{X}$
Aire Libre	270,67	266,05	268,36
Tunelillo	251,18	247,01	249,10
$\bar{X}$	260,93	256,53	

Tabla A214. Dureza (gr.) de los frutos en suelo solarizado y no solarizado en cada campaña.

	Campaña		
Desinfección de suelo	95/96	96/97	$\bar{X}$
No Solarizado	349,34	173,56	261,45
Solarizado	344,22	167,80	256,01
$\bar{X}$	346,78	170,68	

Tabla A215. Dureza (gr.) de los frutos para fechas de plantación normal y tardía en cada campaña.

	Campaña		
Fecha de plantación	95/96	96/97	$\bar{X}$
Norma	348,92	172,94	260,93
Tardía	344,65	168,42	256,54
$\bar{X}$	346,79	170,68	

Tabla A216. Dureza (gr.) de los frutos en cultivo al aire libre y en tunelillo en cada campaña.

	Campaña		
Tipo de cubierta	95/96	96/97	$\bar{X}$
Aire Libre	360,00	176,72	268,36
Tunelillo	333,56	164,63	249,10
$\bar{X}$	346,78	170,68	

Universidad de Huelva 2009

Tabla A217. AMMI para % de supervivencia.

Ambiente	Variedad	% Supervivencia transformada	PCA1
	Andana	1,47207	0,08076
	Camarosa	1,53858	-0,34172
	Chandler	1,42644	0,29615
	Darboise	1,46201	0,25923
	Maraprime	1,53851	-0,38797
	Miranda	1,54616	-0,33616
	Nike	1,44598	0,22463
	Oso Grande	1,49648	-0,10898
	Tudla	1,44308	0,31406
AN11		1,34338	-0,39107
AN12		1,52688	0,08965
AN21		1,47746	0,06724
AN22		1,54084	0,10119
AS11		1,34979	-0,32185
AS12		1,5708	0,1525
AS21		1,48698	0,05948
AS22		1,5572	0,13464
TN11		1,37107	-0,38102
TN12		1,55028	0,19028
TN21		1,51521	0,26359
TN22		1,51796	0,05512
TS11		1,36488	-0,30352
TS12		1,5368	0,091
TS21		1,51458	0,04363
TS22		1,5436	0,14913

Universidad de Huelva 2009

Tabla A218. AMMI para el nº de días necesarios para el inicio de floración.

Ambiente	Variedad	Días	PCA1
	Andana	77,6667	2,21485
	Camarosa	63,4167	2,27933
	Chandler	71,5625	0,14803
	Darboise	61,0417	-3,30075
	Maraprime	57,5625	-1,79857
	Miranda	71,75	0,73984
	Nike	67,8	-0,80437
	Oso Grande	78,25	2,1881
	Tudla	64,4583	-1,66646
AN11		65,3704	-2,02652
AN12		80,9259	1,4111
AN21		61,2963	-0,0966
AN22		86,5926	0,66679
AS11		63,2963	-2,47686
AS12		78,6296	1,92741
AS21		64,9259	-0,22245
AS22		81,2963	1,18633
TN11		60,4074	-2,88881
TN12		68,4815	0,12143
TN21		57,5926	0,73353
TN22		69,037	1,85941
TS11		60,2963	-1,21892
TS12		68,2593	-0,21599
TS21		55,6667	0,12182
TS22		69,0741	1,11833

Universidad de Huelva 2009

Tabla A219. AMMI para el nº de días necesarios para el inicio de fructificación.

Ambiente	Variedad	Días	PCA1
	Andana	137,833	2,06219
	Camarosa	125,792	-2,93922
	Chandler	131,417	-0,42768
	Darboise	126,646	0,60508
	Maraprime	123,375	-1,50981
	Miranda	126,354	-3,67144
	Nike	129,938	1,13658
	Oso Grande	132,667	1,1253
	Tudla	133,396	3,619
AN11		156,185	3,06423
AN12		132,074	-1,0179
AN21		143,296	1,69056
AN22		123,926	-0,7249
AS11		156,667	4,70306
AS12		131,926	-0,54107
AS21		146,037	0,91683
AS22		123,37	-1,11654
TN11		133,407	-0,45
TN12		118,593	-0,82924
TN21		122,185	-1,3086
TN22		110	-0,77093
TS11		130,333	-0,81122
TS12		117,741	-1,15026
TS21		118,222	-0,84923
TS22		111,444	-0,8048

Universidad de Huelva 2009

Tabla A220. AMMI para la producción precoz (gr./planta).

Ambiente	Variedad	Gr./planta	PCA1
	Andana	124,636	-4,75376
	Camarosa	176,311	-8,68326
	Chandler	127,124	-1,12166
	Darboise	108,484	4,11866
	Maraprime	108,766	4,22888
	Miranda	129,856	5,43934
	Nike	107,019	3,61506
	Oso Grande	126,632	-3,6982
	Tudla	104,987	0,85494
AN11		29,355	3,02296
AN12		164,119	-1,36004
AN21		25,819	5,05175
AN22		122,547	-0,47601
AS11		28,077	3,88469
AS12		182,271	-2,61435
AS21		22,565	4,41791
AS22		132,445	-0,38626
TN11		112,109	0,98939
TN12		210,349	-5,16475
TN21		104,106	2,89046
TN22		169,863	-4,1079
TS11		131,594	1,49787
TS12		235,871	-5,56235
TS21		125,072	2,46549
TS22		183,955	-4,54886

Universidad de Huelva 2009

Tabla A221. AMMI para el % de 2ª categoría de la producción precoz.

Ambiente	Variedad	% de 2ª categoría transformada	PCA1
	Andana	0,39815	-0,10426
	Camarosa	0,33775	0,07599
	Chandler	0,47943	-0,13413
	Darboise	0,45226	0,23744
	Maraprime	0,49375	0,02166
	Miranda	0,44619	0,39641
	Nike	0,46444	0,16803
	Oso Grande	0,34819	-0,06334
	Tudla	0,51128	-0,5978
AN11		0,77566	-0,19446
AN12		0,293	0,13767
AN21		0,67155	-0,37315
AN22		0,31007	0,07604
AS11		0,75123	-0,33849
AS12		0,25351	0,18781
AS21		0,67002	-0,39871
AS22		0,29368	0,05509
TN11		0,44117	0,08748
TN12		0,33895	0,19475
TN21		0,39291	0,06617
TN22		0,36418	0,06483
TS11		0,42226	0,13653
TS12		0,29846	0,14719
TS21		0,40745	-0,02105
TS22			0,17229

Universidad de Huelva 2009

Tabla A222. AMMI para la producción total (gr./planta).

Ambiente	Variedad	Gr./planta	PCA1
	Andana	357,017	-7,4366
	Camarosa	422,828	-12,2363
	Chandler	333,74	-2,8204
	Darboise	239,895	5,6683
	Maraprime	234,083	9,6475
	Miranda	271,289	5,9408
	Nike	225,185	3,8136
	Oso Grande	357,649	-1,0633
	Tudla	268,28	-1,5138
AN11		158,448	5,8813
AN12		359,172	-3,5255
AN21		156,879	-0,193
AN22		316,475	-1,1551
AS11		164,081	8,6998
AS12		404,326	-6,3787
AS21		160,607	8,2985
AS22		355,988	-1,5907
TN11		286,218	-3,1067
TN12		388,352	-3,4646
TN21		276,004	1,1285
TN22		349,845	-2,618
TS11		324,292	-2,3369
TS12		420,852	-4,3176
TS21		312,687	-0,6433
TS22		383,495	-4,0639

Universidad de Huelva 2009

Tabla A223. AMMI para el % de 2ª categoría de la producción total.

Ambiente	Variedad	% de 2ª categoría transformada	PCA1
	Andana	0,32513	-0,35413
	Camarosa	0,32482	0,01422
	Chandler	0,47539	0,16917
	Darboise	0,45436	-0,17214
	Maraprime	0,50267	0,18196
	Miranda	0,47903	0,08264
	Nike	0,47879	0,02343
	Oso Grande	0,30272	-0,12454
	Tudla	0,39373	0,17937
AN11		0,46767	0,06305
AN12		0,40834	-0,15496
AN21		0,43599	0,14396
AN22		0,42737	-0,12961
AS11		0,44372	0,05858
AS12		0,39	-0,12589
AS21		0,39876	0,12205
AS22		0,39795	-0,128
TN11		0,4278	0,13774
TN12		0,42064	-0,16631
TN21		0,37832	0,01984
TN22		0,44802	-0,02986
TS11		0,40752	0,14158
TS12		0,39924	-0,1481
TS21		0,38133	0,25105
TS22		0,41026	-0,05512

Universidad de Huelva 2009

Tabla A224. AMMI para el peso (gr.) de los frutos de 1ª categoría.

Ambiente	Variedad	Gr.	PCA1
	Andana	22,4985	1,76742
	Camarosa	24,4081	-1,9725
	Chandler	18,6147	-0,6181
	Darboise	19,0292	1,49707
	Maraprime	14,7862	0,15511
	Miranda	20,2735	-0,01368
	Nike	18,2093	-0,04998
	Oso Grande	22,8184	-0,22322
	Tudla	20,1551	-0,54212
AN11		18,9021	1,63056
AN12		21,0384	-1,2771
AN21		18,6868	0,69567
AN22		20,4789	-0,47603
AS11		20,1654	1,07279
AS12		20,8722	-1,01816
AS21		20,6179	0,04276
AS22		21,3102	-0,97703
TN11		19,536	0,05594
TN12		19,7275	-0,44954
TN21		19,6419	0,39989
TN22		18,9563	-0,00024
TS11		20,1095	0,10022
TS12		20,6509	-0,78899
TS21		20,2658	0,92884
TS22		20,4498	0,06041

Universidad de Huelva 2009

Tabla A225. AMMI para la dureza (gr.) de los frutos.

Ambiente	Variedad	Gr.	PCA1
	Andana	311,71	0,34116
	Camarosa	312,877	5,32995
	Chandler	260,616	1,42472
	Darboise	198,514	-2,22714
	Maraprime	216,002	-5,78472
	Miranda	265,755	4,44607
	Nike	244,071	-1,95413
	Oso Grande	274,514	3,52366
	Tudla	244,497	-5,09957
AN11		370,941	1,01246
AN12		184,358	-1,99664
AN21		363,117	2,72843
AN22		177,423	-3,11484
AS11		353,009	5,89218
AS12		174,367	-2,27412
AS21		352,948	2,87998
AS22		170,731	-2,32833
TN11		334,09	1,62067
TN12		168,54	-2,19598
TN21		329,198	0,71448
TN22		163,904	-3,0622
TS11		337,623	2,9963
TS12		164,475	-3,03434
TS21		333,318	3,21848
TS22		161,611	-3,05653

Universidad de Huelva 2009

Tabla A226. Resumen de las diferencias significativas del test F para el análisis combinado

	SUPERV	D50FL	D20GR	GRPLEFM	PSEGEEFM	GRPLTOT	PSEGTOT	PFRU	DUFRU
Campaña	**	***	***	***	***	***	n.s.	n.s.	***
Repetición/Camp.									
Desinfección suelo	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	***	**	**	n.s.
Camp. x D. Sue	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x Rep. x D. Sue.									
Cubierta	n.s.	***	***	***	***	***	*	n.s.	***
Camp. x Cub.	n.s.	**	***	**	***	**	**	*	**
Camp. x Rep. x Cub.									
Fecha plantación	**	n.s.	***	**	*	*	*	n.s.	n.s.
Camp. x F. Pla.	**	n.s.	*	*	**	n.s.	***	n.s.	n.s.
Camp. x Rep. x F. Pla.									
D. Sue. x Cub.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x D. Sue. x Cub.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	*	n.s.
Camp. x Rep. x D. Sue. x Cub									
D. Sue. x F. Pla.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x D. Sue. x F. Pla.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x Rep. x D. Sue.x F. Pla.									
Cub. X F. Pla.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x Cub. x F. Pla.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x Rep. x Cub. x F. Pla.									
D. Sue. x Cub. x F. Pla.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x D. Sue. x Cub. x F. Pla.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x Rep. x D. Sue. x Cub. x F. Pla.									
Variedad	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Camp. x Var.	***	***	***	***	***	***	***	***	***
D. Sue. x Var.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cub. x Var.	n.s.	*	***	***	***	***	**	n.s.	n.s.
F. Pla. x Var.	***	***	***	***	***	***	***	**	n.s.
Camp. x D. Sue. x Var.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x Cub. x Var.	n.s.	**	***	***	***	***	n.s.	***	n.s.
Camp. x F. Pla. x Var.	***	***	***	**	***	n.s.	*	n.s.	n.s.
D. Sue. x Cub. x Var.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
D. Sue. x F. Pla. x Var.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
Cub. x F. Pla. x Var.	n.s.	**	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.
Camp. x D. Sue. x Cub. x Var.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
Camp. x D. Sue. x F. Pla. x Var.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x Cub. x F. Pla. x Var.	n.s.	n.s.	***	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.
D. Sue. x Cub. x F. Pla. x Var.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Camp. x D. Sue. x Cub. x F. Pla. x Var.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
Camp. x Rep. x D. Sue. x Cub. x F. Pla. x Var.									

***: p<0,001; **: p<0,01; *: p<0,05; n.s.: diferencias no significativas

SUPERV: Porcentaje de supervivencia.

D50FL: Inicio de floración.

D20GR: Inicio de fructificación.

GRPLEFM: Producción precoz.

PSEGEFM: Porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz.

GRPLTOT: Producción total.

PSEGTOT: Porcentaje de 2ª categoría de la producción total

PFRU: Peso de los frutos de 1ª categoría

DUFRU: Dureza de los frutos

Universidad de Huelva 2009

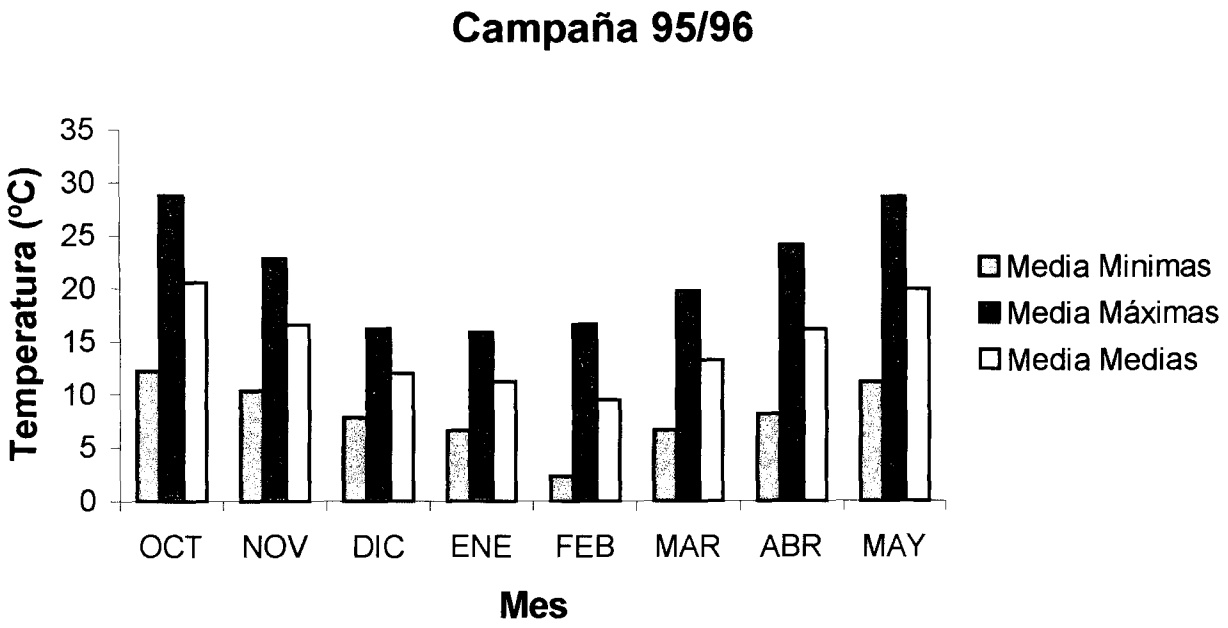


Gráfico A1. Temperaturas de la campaña 95/96.

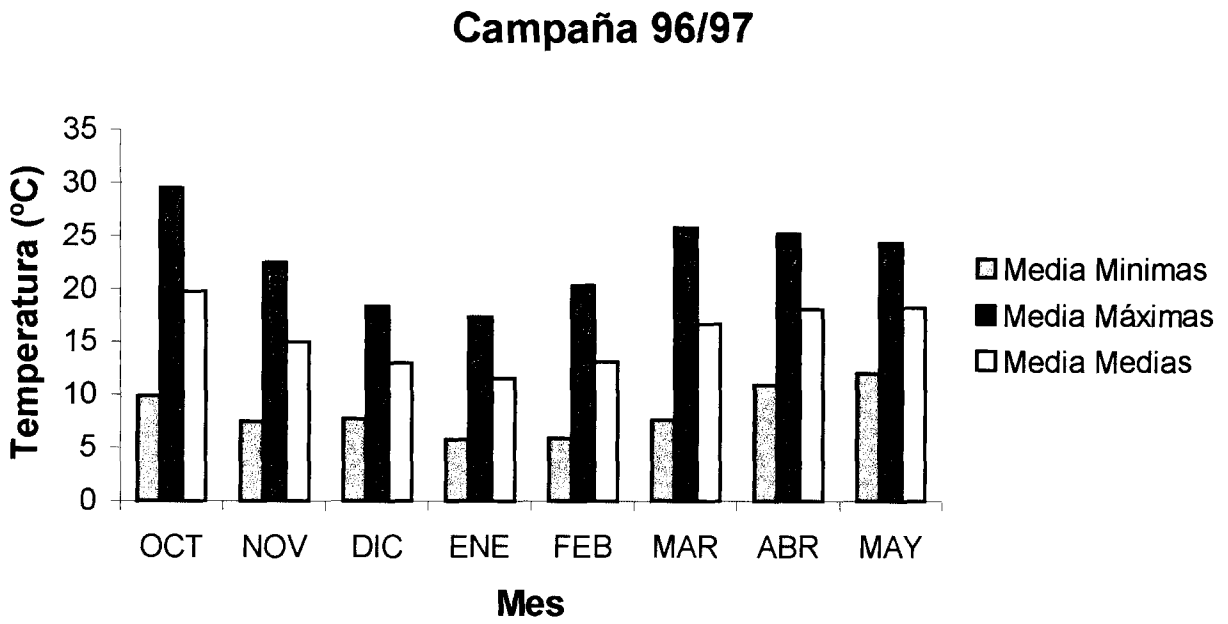


Gráfico A2. Temperaturas de la campaña 96/97.

Universidad de Huelva 2009

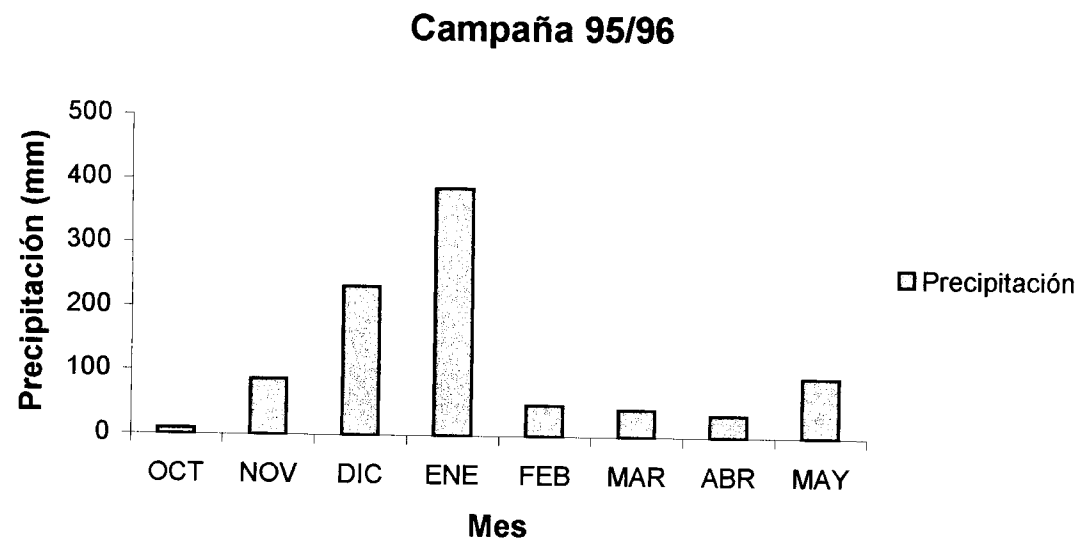


Gráfico A3. Precipitaciones de la campaña 95/96.

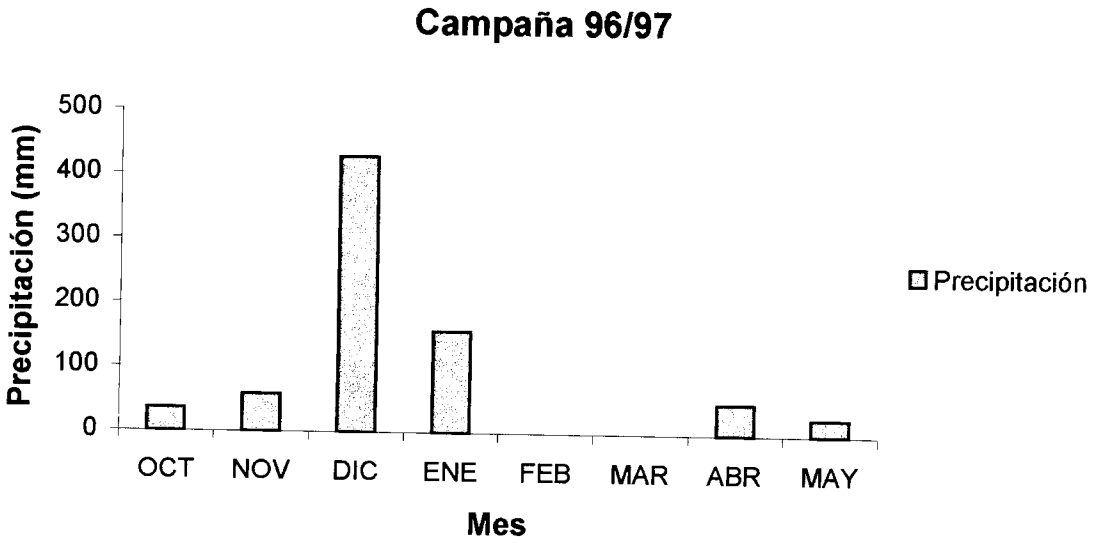


Gráfico A4. Precipitaciones de la campaña 96/97.

Universidad de Huelva 2009

Tabla A227. Coeficientes de correlación para las dos campañas.

	D20GR	D50FL	DURMEDT	GRPLEFM	GRPLTOT	PFRUT	PORSUPER	PSEGEFM
D50FL	0.0457							
DURMEDT	0.5849	-0.3186						
GRPLEFM	-0.6968	0.2262	-0.6078					
GRPLTOT	-0.5372	0.3510	-0.4086	0.8798				
PFRUT	0.0969	0.3182	0.1238	0.2761	0.5043			
PORSUPER	-0.4723	0.0575	-0.2925	0.3515	0.2956	0.0313		
PSEGEFM	0.7013	-0.3016	0.5323	-0.7488	-0.7374	-0.2691	-0.3683	
PSEGTOT	-0.0284	-0.2161	-0.1488	-0.2403	-0.5062	-0.7480	-0.0507	0.3805

SUPERV: Porcentaje de supervivencia.
D50FL: Inicio de floración.
D20GR: Inicio de fructificación.
GRPLEFM: Producción precoz.
PSEGEFM: Porcentaje de 2ª categoría de la producción precoz.
GRPLTOT: Producción total.
PSEGTOT: Porcentaje de 2ª categoría de la producción total
PFRU: Peso de los frutos de 1ª categoría
DUFRU: Dureza de los frutos

Universidad de Huelva 2009

Tabla A228.- Variedades ensayadas por nuestro equipo de trabajo desde 1990.

Campaña	Variedad	Tipo	Procedencia
1990/1991	Chandler	Día corto	Universidad de California (USA)
1990/1991	Douglas	Día corto	Universidad de California (USA)
1990/1991	Vilanova	Día corto	IVIA (España)
1990/1991	Tudla	Día corto	Planasa (España)
1990/1991	Zincal	Día corto	Planasa (España)
1990/1991	Oso Grande	Día corto	Universidad de California (USA)
1990/1991	Pájaro	Día corto	Universidad de California (USA)
1990/1991	Parker	Día corto	Universidad de California (USA)
1990/1991	Fern	Día neutro	Universidad de California (USA)
1990/1991	Selva	Día neutro	Universidad de California (USA)
1990/1991	I-101	Día corto	Volcani Center (Israel)
1990/1991	I-102	Día corto	Volcani Center (Israel)
1990/1991	I-103	Día corto	Volcani Center (Israel)
1990/1991	I-104	Día corto	Volcani Center (Israel)
1990/1991	I-105	Día corto	Volcani Center (Israel)
1990/1991	Ribera	Día corto	IVIA (España)
1990/1991	Durval	Día corto	IVIA (España)
1991/1992	Chandler	Día corto	Universidad de California (USA)
1991/1992	Douglas	Día corto	Universidad de California (USA)
1991/1992	Vilanova	Día corto	IVIA (España)
1991/1992	Tudla	Día corto	Planasa (España)
1991/1992	Zincal	Día corto	Planasa (España)
1991/1992	Oso Grande	Día corto	Universidad de California (USA)
1991/1992	Fern	Día neutro	Universidad de California (USA)
1991/1992	Selva	Día neutro	Universidad de California (USA)
1991/1992	Ribera	Día corto	IVIA (España)
1991/1992	Durval	Día corto	IVIA (España)
1991/1992	Irvine	Día neutro	Universidad de California (USA)
1991/1992	Muir	Día neutro	Universidad de California (USA)
1992/1993	Chandler	Día corto	Universidad de California (USA)
1992/1993	Vilanova	Día corto	IVIA (España)
1992/1993	Tudla	Día corto	Planasa (España)
1992/1993	Oso Grande	Día corto	Universidad de California (USA)
1992/1993	Durval	Día corto	IVIA (España)
1992/1993	Irvine	Día neutro	Universidad de California (USA)
1992/1993	Capitola	Día neutro	Universidad de California (USA)
1992/1993	Seascape	Día neutro	Universidad de California (USA)
1992/1993	Mariola	Día corto	Universidad Politécnica Valencia (España)
1993/1994	Chandler	Día corto	Universidad de California (USA)
1993/1994	Vilanova	Día corto	IVIA (España)
1993/1994	Tudla	Día corto	Planasa (España)
1993/1994	Oso Grande	Día corto	Universidad de California (USA)
1993/1994	Selva	Día neutro	Universidad de California (USA)
1993/1994	Durval	Día corto	IVIA (España)
1993/1994	Seascape	Día neutro	Universidad de California (USA)

Universidad de Huelva 2009

Campaña	Variedad	Tipo	Procedencia
1993/1994	Garriguette	Día corto	INRA (Francia)
1993/1994	Elsanta	Día corto	CPRO-DLO (Holanda)
1993/1994	Evita	Día corto	Commercial Fruit Plants (Reino Unido)
1993/1994	Cortina	Día corto	ERSO (Italia)
1993/1994	Idea	Día corto	ERSO (Italia)
1993/1994	Linda	Día corto	ERSO (Italia)
1993/1994	Gardena	Día corto	ERSO (Italia)
1993/1994	Sella	Día corto	ERSO (Italia)
1993/1994	Lambada	Día corto	CPRO-DLO (Holanda)
1993/1994	Darboise	Día corto	Darbonne (Francia)
1993/1994	Darleta	Día corto	Darbonne (Francia)
1993/1994	Darsidor	Día corto	Darbonne (Francia)
1994/1995	Chandler	Día corto	Universidad de California (USA)
1994/1995	Tudla	Día corto	Planasa (España)
1994/1995	Oso Grande	Día corto	Universidad de California (USA)
1994/1995	Idea	Día corto	ERSO (Italia)
1994/1995	Linda	Día corto	ERSO (Italia)
1994/1995	Gardena	Día corto	ERSO (Italia)
1994/1995	Sella	Día corto	ERSO (Italia)
1994/1995	Camarosa	Día corto	Universidad de California (USA)
1994/1995	Carlsbad	Día corto	Universidad de California (USA)
1994/1995	Laguna	Día corto	Universidad de California (USA)
1994/1995	Cuesta	Día corto	Universidad de California (USA)
1994/1995	Sunset	Día neutro	Universidad de California (USA)
1994/1995	Clea	Día corto	ERSO (Italia)
1994/1995	Sweet Charlie	Día corto	Universidad de Florida (USA)
1994/1995	Cartuno	Día corto	Planasa (España)
1994/1995	Cartdos	Día corto	Planasa (España)
1994/1995	Cartres	Día corto	Planasa (España)
1994/1995	Cartcua	Día corto	Planasa (España)
1994/1995	Tango	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
1994/1995	Miranda	Día corto	CIV (Italia)
1994/1995	Miss	Día corto	ERSO (italia)
1994/1995	Nike	Día corto	ERSO (italia)
1994/1995	Teodora	Día corto	ERSO (italia)
1994/1995	Egla	Día corto	ERSO (italia)
1994/1995	Don	Día corto	ERSO (italia)
1994/1995	Carezza	Día corto	ERSO (italia)
1994/1995	Bisalta	Día neutro	CIV (italia)
1994/1995	Lambada	Día corto	CPRO-DLO (Holanda)
1994/1995	Darboise	Día corto	Darbonne (Francia)
1994/1995	Darleta	Día corto	Darbonne (Francia)
1994/1995	Darsidor	Día corto	Darbonne (Francia)
1994/1995	Maraprime	Día corto	Marionnet (Francia)
1994/1995	Marquise	Día corto	Marionnet (Francia)
1995/1996	Chandler	Día corto	Universidad de California (USA)
1995/1996	Tudla	Día corto	Planasa (España)
1995/1996	Oso Grande	Día corto	Universidad de California (USA)

Universidad de Huelva 2009

Campaña	Variedad	Tipo	Procedencia
1995/1996	Elsanta	Día corto	CPRO-DLO (Holanda)
1995/1996	Camarosa	Día corto	Universidad de California (USA)
1995/1996	Carlsbad	Día corto	Universidad de California (USA)
1995/1996	Laguna	Día corto	Universidad de California (USA)
1995/1996	Cuesta	Día corto	Universidad de California (USA)
1995/1996	Cartuno	Día corto	Planasa (España)
1995/1996	Miranda	Día corto	CIV (Italia)
1995/1996	Nike	Día corto	ERSO (italia)
1995/1996	Arena	Día corto	Planasa (España)
1995/1996	Andana	Día corto	INIA-IVIA-JA (España)
1995/1996	Cegnidarem	Día neutro	Planasa (España)
1995/1996	Eris	Día corto	CIV (Italia)
1995/1996	Tethis	Día corto	CIV (Italia)
1995/1996	Selene	Día corto	CIV (Italia)
1995/1996	Marabella	Día corto	Marionnet (Francia)
1995/1996	Darstella	Día corto	Darbonne (Francia)
1995/1996	Darselect	Día corto	Darbonne (Francia)
1996/1997	Oso Grande	Día corto	Universidad de California (USA)
1996/1997	Tudla	Día corto	Planasa (España)
1996/1997	Darboise	Día corto	Darbonne (Francia)
1996/1997	Camarosa	Día corto	Universidad de California (USA)
1996/1997	Cartuno	Día corto	Planasa (España)
1996/1997	Miranda	Día corto	CIV (Italia)
1996/1997	Nike	Día corto	ERSO (italia)
1996/1997	Maraprime	Día corto	Marionnet (Francia)
1996/1997	Arena	Día corto	Planasa (España)
1996/1997	Andana	Día corto	INIA-IVIA-JA (España)
1996/1997	Eris	Día corto	CIV (Italia)
1996/1997	Tethis	Día corto	CIV (Italia)
1996/1997	Selene	Día corto	CIV (Italia)
1996/1997	Carisma	Día corto	INIA-IVIA-JA-Viveros California (España)
1996/1997	Emily	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
1996/1997	Bolero	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
1996/1997	Eros	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
1997/1998	Chandler	Día corto	Universidad de California (USA)
1997/1998	Tudla	Día corto	Planasa (España)
1997/1998	Camarosa	Día corto	Universidad de California (USA)
1997/1998	Andana	Día corto	INIA-IVIA-JA (España)
1997/1998	Eris	Día corto	CIV (Italia)
1997/1998	Carisma	Día corto	INIA-IVIA-JA-Viveros California (España)
1997/1998	Ciloe	Día corto	CIREF (Francia)
1997/1998	Cigaelle	Día corto	CIREF (Francia)
1997/1998	Cireine	Día corto	CIREF (Francia)
1997/1998	Cigaline	Día corto	CIREF (Francia)
1997/1998	Tudnew	Día corto	Planasa (España)
1997/1998	Rosalinda	Día corto	Universidad de Florida (USA)

Universidad de Huelva 2009

Campaña	Variedad	Tipo	Procedencia
1998/1999	Chandler	Día corto	Universidad de California (USA)
1998/1999	Camarosa	Día corto	Universidad de California (USA)
1998/1999	Elsanta	Día corto	CPRO-DLO (Holanda)
1998/1999	Andana	Día corto	INIA-IVIA-JA (España)
1998/1999	Eris	Día corto	CIV (Italia)
1998/1999	Carisma	Día corto	INIA-IVIA-JA-Viveros California (España)
1998/1999	Tudnew	Día corto	Planasa (España)
1998/1999	Cigaelle	Día corto	CIREF (Francia)
1998/1999	Cireine	Día corto	CIREF (Francia)
1998/1999	Rosalinda	Día corto	Universidad de Florida (USA)
1998/1999	Onda	Día corto	ERSO (Italia)
1998/1999	Hope	Día corto	Queensland (Australia)
1998/1999	Gaviota	Día corto	Universidad de California (USA)
1998/1999	Star	Día corto	Queensland (Australia)
1998/1999	Kabarla	Día corto	Queensland (Australia)
1998/1999	Cilady	Día corto	CIREF (Francia)
1998/1999	Cigoulette	Día corto	CIREF (Francia)
1998/1999	Cirano	Día corto	CIREF (Francia)
1998/1999	Cireane	Día corto	CIREF (Francia)
1998/1999	Kimberly	Día corto	Koenings Nurs. (Bélgica)
1998/1999	Vimatarda	Día corto	Vissers Nurs. (Bélgica)
1998/1999	Vimazanta	Día corto	Vissers Nurs. (Bélgica)
1999/2000	Chandler	Día corto	Universidad de California (USA)
1999/2000	Tudla	Día corto	Planasa (España)
1999/2000	Oso Grande	Día corto	Universidad de California (USA)
1999/2000	Camarosa	Día corto	Universidad de California (USA)
1999/2000	Laguna	Día corto	Universidad de California (USA)
1999/2000	Cartuno	Día corto	Planasa (España)
1999/2000	Andana	Día corto	INIA-IVIA-JA (España)
1999/2000	Eris	Día corto	CIV (Italia)
1999/2000	Carisma	Día corto	INIA-IVIA-JA-Viveros California (España)
1999/2000	Tudnew	Día corto	Planasa (España)
1999/2000	Hope	Día corto	Queensland (Australia)
1999/2000	Gaviota	Día corto	Universidad de California (USA)
1999/2000	Aromas	Día neutro	Universidad de California (USA)
1999/2000	Diamante	Día neutro	Universidad de California (USA)
1999/2000	Madeleine	Día corto	CIV (Italia)
1999/2000	Maya	Día corto	New Fruits S.A.S. (Italia)
1999/2000	Paros	Día corto	ERSO (Italia)
2000/2001	Tudla	Día corto	Planasa (España)
2000/2001	Oso Grande	Día corto	Universidad de California (USA)
2000/2001	Camarosa	Día corto	Universidad de California (USA)
2000/2001	Laguna	Día corto	Universidad de California (USA)
2000/2001	Andana	Día corto	INIA-IVIA-JA (España)
2000/2001	Eris	Día corto	CIV (Italia)

Universidad de Huelva 2009

Campaña	Variedad	Tipo	Procedencia
2000/2001	Carisma	Día corto	INIA-IVIA-JA-Viveros California (España)
2000/2001	Tudnew	Día corto	Planasa (España)
2000/2001	Ciloe	Día corto	CIREF (Francia)
2000/2001	Onda	Día corto	ERSO (Italia)
2000/2001	Hope	Día corto	Queensland (Australia)
2000/2001	Gaviota	Día corto	Universidad de California (USA)
2000/2001	Cilady	Día corto	CIREF (Francia)
2000/2001	Cigoulette	Día corto	CIREF (Francia)
2000/2001	Kimberly	Día corto	Koenings Nurs. (Bélgica)
2000/2001	Vimatarda	Día corto	Vissers Nurs. (Bélgica)
2000/2001	Vimazanta	Día corto	Vissers Nurs. (Bélgica)
2000/2001	Aromas	Día neutro	Universidad de California (USA)
2000/2001	Diamante	Día neutro	Universidad de California (USA)
2000/2001	Madeleine	Día corto	CIV (Italia)
2000/2001	Maya	Día corto	New Fruits S.A.S. (Italia)
2000/2001	Paros	Día corto	ERSO (Italia)
2000/2001	Florence	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
2000/2001	Sophie	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
2000/2001	Rosie	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
2000/2001	Treasure	Día neutro	J & P Florida (USA)
2000/2001	Gem Start	Día neutro	J & P Florida (USA)
2000/2001	Whitney	Día neutro	DNA Plants (USA)
2000/2001	Ruby	Día corto	J & P Florida (USA)
2000/2001	Chiflón	Día corto	Planasa (España)
2001/2002	Tudla	Día corto	Planasa (España)
2001/2002	Camarosa	Día corto	Universidad de California (USA)
2001/2002	Andana	Día corto	INIA-IVIA-JA (España)
2001/2002	Carisma	Día corto	INIA-IVIA-JA-Viveros California (España)
2001/2002	Tudnew	Día corto	Planasa (España)
2001/2002	Hope	Día corto	Queensland (Australia)
2001/2002	Gaviota	Día corto	Universidad de California (USA)
2001/2002	Kimberly	Día corto	Koenings Nurs. (Bélgica)
2001/2002	Madeleine	Día corto	CIV (Italia)
2001/2002	Maya	Día corto	New Fruits S.A.S. (Italia)
2001/2002	Paros	Día corto	ERSO (Italia)
2001/2002	Florence	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
2001/2002	Sophie	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
2001/2002	Rosie	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
2001/2002	Treasure	Día neutro	J & P Florida (USA)
2001/2002	Gem Start	Día neutro	J & P Florida (USA)
2001/2002	Whitney	Día neutro	DNA Plants (USA)
2001/2002	Ruby	Día corto	J & P Florida (USA)
2001/2002	Chiflón	Día corto	Planasa (España)
2001/2002	California Giant 3	Día corto	California Giant Inc.
2001/2002	Ventana	Día corto	Universidad de California (USA)

Universidad de Huelva 2009

Campaña	Variedad	Tipo	Procedencia
2001/2002	Camino Real	Día corto	Universidad de California (USA)
2001/2002	Cifrance	Día corto	CIREF (Francia)
2001/2002	Marjolaine	Día corto	Marionnet (Francia)
2001/2002	Marlate	Día corto	Marionnet (Francia)
2001/2002	Patty	Día corto	ERSO (Italia)
2001/2002	Alice	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
2001/2002	Granda	Día corto	ISF Forli (Italia)
2001/2002	Nadina	Día corto	Häberli (Suiza)
2002/2003	Camarosa	Día corto	Universidad de California (USA)
2002/2003	Andana	Día corto	INIA-IVIA-JA (España)
2002/2003	Carisma	Día corto	INIA-IVIA-JA-Viveros California (España)
2002/2003	Tudnew	Día corto	Planasa (España)
2002/2003	Chiflón	Día corto	Planasa (España)
2002/2003	Ventana	Día corto	Universidad de California (USA)
2002/2003	Camino Real	Día corto	Universidad de California (USA)
2002/2003	Cifrance	Día corto	CIREF (Francia)
2002/2003	Marjolaine	Día corto	Marionnet (Francia)
2002/2003	Marlate	Día corto	Marionnet (Francia)
2002/2003	Patty	Día corto	ERSO (Italia)
2002/2003	Alice	Día corto	HRI East Malling (Reino Unido)
2002/2003	Granda	Día corto	ISF Forli (Italia)
2002/2003	Nadina	Día corto	Häberli (Suiza)
2002/2003	Medina	Día corto	INIA-IVIA-JA-Viveros California (España)
2002/2003	Marina	Día corto	INIA-IVIA-JA-Viveros California (España)
2002/2003	Candonga	Día corto	Planasa (España)
2002/2003	Naiad	Día corto	CIV (Italia)
2002/2003	Salut	Día corto	R.I.P. Skierniewice (Polonia)
2002/2003	Roxana	Día corto	ISF Forli (Italia)
2002/2003	Simida	Día corto	Häberli (Suiza)
2002/2003	Marianna	Día corto	Häberli (Suiza)
2002/2003	Alba	Día corto	ISF Forli (Italia)

Universidad de Huelva 2009

Tabla A229.- Variedades registradas hasta finales de 2002 en OCVV.

Variedad	Fecha de concesión	Final de protección	Variedad	Fecha de concesión	Final de protección
ALMERIA	14/02/2000	31/12/2025	ALTAVISTA	9/04/2001	31/12/2026
ANDANA	14/02/2000	31/12/2025	AROMAS	3/07/2000	31/12/2025
BAEZA	9/04//2001	31/12/2026	BILHA	11/06/2001	31/12/2026
BOLERO	3/05/1999	31/12/2024	BUBA	3/07/2000	31/12/2025
CALYPSO	2/08/1996	1/01/2017	CAMAROSA	10/03/1997	1/10/2019
CAPTIVA	9/04/2001	31/12/2026	CARISMA	9/04/2001	31/12/2026
CARLSBAD	14/02/2000	31/12/2025	CATALINA	3/05/1999	31/12/2024
CEGNIDAREM	10/03/1997	31/12/2022	CIFLORETTE	14/12/1998	31/12/2023
CIFRANCE	21/05/2001	31/12/2026	CIGALINE	10/07/1997	31/12/2022
CIGOULETTE	5/10/1998	31/12/2023	CIJOSEE	3/12/2001	31/12/2026
CILADY	17/04/2000	31/12/2025	CILOE	14/12/1998	31/12/2023
CIRAFINE	21/05/2001	31/12/2026	CIRANO	3/12/2001	31/12/2026
CIREINE	10/07/1997	31/12/2022	CIVERO	3/05/1999	31/12/2024
CIVMAD	18/03/2002	31/12/2027	CN892501	12/08/2002	31/12/2027
CUESTA	14/02/2000	31/12/2025	DARSELECT	3/03/1997	31/12/2022
DIAMANTE	3/07/2000	31/12/2025	ELAN	03/12/2001	31/12/2026
ENDURANCE	12/11/1999	31/12/2025	EROS	15/01/1997	1/08/2019
EVEREST	20/12/1999	31/12/2024	EVERGLADE	20/12/1999	31/12/2024
EVITA	16/12/1996	1/09/2018	FLORENCE	5/03/2001	31/12/2026
GAVIOTA	3/07/2000	31/12/2025	HADAS	3/07/2000	31/12/2025
KARAN	2/02/1998	31/12/2023	KEY LARGO	14/02/2000	31/12/2025
KIMBERLY	3/05/1999	31/12/2024	LAGUNA	14/02/2000	31/12/2025
LAMBADA	2/08/1996	1/03/2017	MALAH	3/07/2000	31/12/2025
MAYA	11/06/2001	31/12/2026	MAZAGON	18/02/2002	31/12/2027
MELLANY	18/03/2002	31/12/2027	MIRADOR	9/04/2001	31/12/2026
MIRANDA	3/04/1997	1/08/2018	NANCY	18/03/2002	31/12/2027
OFRA	15/10/1996	31/12/2021	ONDA	18/02/2002	31/12/2027
ONEBOR	15/10/1996	1/11/2016	PACIFIC	3/07/2000	31/12/2025
PAROS	17/06/2002	31/12/2027	PATTY	18/02/2002	31/12/2027
PAVANA	20/12/1999	31/12/2024	PLASIRFRE	9/04/2001	31/12/2026
PRELUDE	11/06/2001	31/12/2026	RINA	12/08/2002	31/12/2027
ROSIE	18/03/2002	31/12/2027	SAN MIGUEL	18/02/2002	31/12/2027
SÉNECA	17/06/2002	31/12/2027	SIABELLE	18/12/2000	31/12/2025
SOPHIE	5/.3/2001	31/12/2026	SUNSET	14/02/2000	31/12/2025
SVETLANA	18/02/2002	31/12/2027	SWEET CHARLIE	14/11/1997	1/12/2017
SWEET DELIGHT	4/09/1997	31/12/2022	SYMPHONY	17/02/1997	31/12/2022
TAMAR	3/07/2000	31/12/2025	TARDA	3/05/1999	31/12/2024
TETHIS	3/05/1999	31/12/2024	THULANA	18/02/2002	31/12/2027
VALERY	18/03/2002	31/12/2027	YAEL	3/07/2000	31/12/2025
ZANTA	21/06/1999	31/12/2024			

Universidad de Huelva 2009

Tabla A230.- Variedades en vías de registro hasta finales de 2002 en OCVV.

Variedad (1)	Fecha de solicitud	Variedad (1)	Fecha de solicitud	Variedad (1)	Fecha de solicitud
ALICE	27/01/2000	ANAR	11/07/2002	ARIEL	28/06/2002
AROSA	13/09/2001	AVA	26/03/2001	AVALON	2/09/1998
BG625	13/09/2001	BG633	13/09/2001	BISCAYNE	15/07/2002
CAMARILLO	13/05/2002	CANTERBURY	02/05/2000	CIVKA	5/07/2000
CIVL35	13/09/2001	CIVOS	8/06/2000	CIVRI27	3/03/2002
CIVRI30	4/03/2002	COMMITMENT	14/11/2000	DRISCOLL SAN JUAN	9/03/2001
EARLIBRITE	22/09/2000	EL CAPITAN	15/07/2002	EVIE 1	27/11/2001
EVIE 2	27/11/2001	FLAMENCO	30/10/2001	FLORIDA FESTIVAL	26/07/2002
GALA	7/10/1998	GALANTE	13/10/1999	GLORIA	2/05/2000
HOBDOEL	13/12/1999	HOBOTTRECE	13/12/1999	MIRA	27/01/2000
NF205	14/02/2001	PLACARFRE	21/09/2001	PLAHUELFRE	21/09/2001
PLARIONFRE	28/07/2000	PLAROCIFRE	21/09/2001	SAINT PIERRE	26/02/2001
SUSY	3/07/2001	SUZANA	15/02/2001	VENTURA	22/02/2001
WHITNEY	17/08/2000	XIMA	05/01/2001	YAMASKA	26/02/2001
asf 20:12 (2)	26/03/2001	cf2419 (2)	15/05/2001	cf2440 (2)	15/05/2001
pri 9803 (2)	26/07/2001	pri 9802 (2)	26/07/2001	pri 9801 (2)	26/07/2001
0101(2)	18/09/2002				

(1): El nombre de la variedad es la denominación propuesta por el obtentor
(2): Referencia del obtentor. No propone ninguna denominación

Fuente: Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales (www.cpvo.fr/e/default.html)

Universidad de Huelva 2009

8.- ADENDA. Revisión bibliográfica general sobre el cultivo de la fresa.

8.1.- Caracteres de la planta.

8.1.1.- Taxonomía y descripción botánica.

La fresa cultivada es una Angiosperma Dicotiledónea perteneciente al Orden *Rosales*, Familia *Rosaceae*, Tribu *Potentillae* y Género *Fragaria*. Existen especies oriundas de Europa como *Fragaria vesca* L. (2n=14), *F. moschata*. (2n=42) *y F. viridis* Duch (2n=14) de frutos pequeños y especies americanas, como *F. chiloensis* Duch. (2n=56) y *F. virginiana* Duch. (2n=56) de frutos grandes y de cuyos cruzamientos derivan las actuales variedades comerciales, de frutos también grandes, denominadas botánicamente como *Fragaria x ananassa* Duch. (López-Galarza y Maroto, 1987). Siguiendo a Darrow (1966), se presentan en Tabla 1.-AD las especies del género *Fragaria* y su distribución geográfica.

Tabla 1.-AD. Especies del género Fragaria, nivel de ploidía y distribución (Darrow, 1966).

Nivel de ploidía	Especies	Distribución geográfica
Diploide (2n=14)	*Fragaria vesca* L.	Europa, Norte de Asia, Norte América
	F. viridis Duch.	Europa, Este y Centro de Asia
	F. nubicola Lindl.	Asia (Himalaya)
	F. nilgerrensis Schlect.	Sudeste asiático
	F. iinumae Mak.	Japón
	F. nipponica Mak.	Japón
	F. daltoniana Gay	Asia (Himalaya)
	F. yezoensis Hara.	Japón
Tetraploide (2n=28)	*F. orientalis* Los.	Asia
	F. moupinensis Card.	Asia
	F. coymobosa Los.	Asia
Hexaploide (2n=42)	*F. moschata* Duch. sin: *F. elatior*	Europa, Asia
Octoploide (2n=56)	*F. chiloensis* L. (Duch)	Norte y Sur de América (Costa del Pacífico y Andes)
	F. virginiana Duch.	Litoral Atlántico del Norte de América
	F. virginiana-glauca sin: *F. ovalis* (Darrow)	Montañas del Oeste de Norte América

Universidad de Huelva 2009

Por su parte, Galletta (1990) realiza una enumeración de las especies del genero *Fragaria* y de su área de distribución geográfica con ligeras diferencias (Tabla 2.-AD).

Tabla 2.-AD. Especies del género Fragaria, nivel de ploidía y distribución (Galletta, 1990).

Nivel de ploidía	Especies	Distribución geográfica
Diploide (2n=14)	*Fragaria vesca* L.	Circumpolar
	F. viridis Duch.	Europa, Este y Centro de Asia
	F. nubicola Lindl.	Asia (Himalaya)
	F. nilgerrensis Schlect.	Sudeste asiático
	F. iinumae Mak.	Japón
	F. nipponica Mak.	Japón
	F. daltoniana Gay	Asia (Himalaya)
Tetraploide (2n=28)	*F. orientalis* Los.	Siberia, Corea
	F. moupinensis Card.	Tibet, China
Hexaploide (2n=42)	*F. moschata* Duch.	Europa, Asia
Octoploide (2n=56)	*F. chiloensis* L. (Duch.)	Norte y Sur de América (Costa del Pacífico y Andes)
	F. virginiana Duch.	Litoral Atlántico del Norte de América
	F. mandschurica Staudt	Manchuria
	F. inturupensis Staudt	Norte de Japón
	F. x ananassa Duch.	Cultivada
	F. ovalis (Lehn.)Rydb. (*F .virginiana-glauca* Staudt)	Montañas del Oeste de América

El género *Fragaria* se caracteriza por estar constituido por especies herbáceas perennes de poco porte con hojas y flores que surgen de la base; las hojas son trifoliadas de bordes aserrados y presentan estípulas membranosas en la base; las flores, de color blanco, son pentámeras con 20 estambres, aproximadamente, y numerosos pistilos que emergen de la parte alta del receptáculo floral. La fecundación de los óvulos origina la formación de los aquenios, los cuales se disponen en la superficie del receptáculo carnoso engrosado formando el fruto tipo baya característico de este género (Galletta, 1990).

La planta de fresa produce hojas, estolones, flores y raíces según un modelo determinado por sus constantes genéticas. Factores medioambientales modifican el grado y dirección de su desarrollo. El fotoperíodo impone su influencia controladora en la formación de yemas de flor, desarrollo de estolones, tamaño de la hoja y longitud del

Universidad de Huelva 2009

pecíolo; su influencia es menor sobre la formación de nuevas coronas y mínima sobre la iniciación radicular. La producción y la calidad del fruto son altamente influenciadas por interacciones entre fotoperíodo, temperatura, duración de la parada vegetativa, plagas, enfermedades y fluctuaciones en el grado de humedad en aire y suelo. Como resultado, las variedades exhiben una amplia gama de adaptación a diferentes condiciones medioambientales. Plantas de una variedad pueden vegetar perfectamente en una zona y no en otra de agroambiente distinto. El carácter altamente heterocigótico de la especie *Fragaria x ananassa* Duch. ha hecho posible que surjan variedades adaptadas a una amplia escala de variaciones medioambientales. Así existen variedades que sobreviven a las condiciones del duro invierno de Alaska y países escandinavos, y otras que crecen en el tórrido ecuador americano.

El sistema radicular de la fresa está integrado por estructuras de raíces perennes, o casi perennes provistas de cambium vascular y suberoso, que son las raíces primarias y que normalmente son 20-25, aunque en algunas variedades se puede llegar a contar más de 100 raíces primarias. De estas raíces primarias surge un conjunto de raicillas secundarias que tienen una importantísima misión nutricional. La vida media de estas raicillas es corta, tan sólo algunas semanas, pero existe una regeneración sucesiva conforme se va produciendo la muerte de las anteriores; este proceso puede estar mediatizado por diversos factores externos como puede ser la falta de agua o aire en el suelo, la presencia de patógenos radiculares o cambios drásticos en la parte aérea de la planta que impidan una buena obtención de energía. Las raíces primarias, a pesar de su carácter perenne, suelen morir cuando la planta está ya en un estado de madurez determinado y entonces se produce un desarrollo de nuevas raíces adventicias a partir del tallo o corona. La penetración en el suelo de las raíces de la fresa puede llegar en suelos libres de patógenos y de una determinada textura hasta 2-3 m de profundidad, aunque generalmente el 100% del mismo esta confinado en los primeros 20-30 cm (Doorenbos y Pruitt, 1976). Además de sostener fisicamente a la planta, de transportar agua y también nutrientes, el sistema radicular sirve de almacén de sustancias de reserva, especialmente almidón, durante el período de latencia invernal lo cual tiene una importancia vital para el futuro crecimiento y producción de la planta (APS, 1987).

El tallo o corona es muy corto, con forma cilíndrica y de 2-3 cm. de longitud, de él nacen las hojas, flores, estolones y raíces. En el estado de crecimiento vegetativo, el meristemo terminal va produciendo nuevas hojas y yemas alargando lentamente la

Universidad de Huelva 2009

corona; normalmente existen entre 5 y 7 hojas desarrollándose. El aspecto de la corona puede variar enormemente en función de las condiciones de cultivo, edad de la planta, estado y desarrollo de las plantas. En la corona existen yemas o meristemos axilares que responden y se desarrollan según las condiciones agroambientales, y que permiten el desarrollo de la planta dando lugar a la formación de estolones y de nuevas coronas (Verdier, 1987).

El número de hojas y el área foliar total están en la fresa directamente relacionados con la producción, de tal manera que una reducción causada por enfermedad u otro agente ambiental tiene un efecto drástico sobre la producción. Las hojas de las fresas son compuestas, pinnadas y trifoliadas, donde los tres foliolos están unidos en un punto donde el pecíolo termina (APS, 1987); a veces aparecen variedades con 4 ó 5 foliolos (Verdier, 1987). La tonalidad de color verde varía de una especie a otra y de una variedad a otra (UPOV, 1995). Las hojas están dispuestas en espiral alrededor de la corona en una relación de 2/5 de tal manera que la sexta hoja está justo encima de la primera para conseguir una máxima exposición a la luz. El grosor de la hoja puede varia de unas especies a otras, así *F. vesca* tiene 99 micras de grosor, *F. chiloensis*, 220; *F. virginiana*, 143 y *F. nilgerrensis*, 163 micras. La vida media de la hoja esta entre 2 y 4 meses dependiendo de la presión de agentes externos. La hoja de la fresa tiene un gran número de estomas, entre 300-400/mm^2, lo cual provoca que los procesos de transpiración sean muy elevados y por tanto tengan gran importancia el mantener un buen nivel hídrico en el cultivo, sobretodo en períodos de alta temperatura. Al margen de los estomas las hojas presentan otro tipo de poros, los hidátodos, localizados en los bordes de los foliolos, a través de los cuales se lleva a cabo el proceso de gutación: pérdida de agua en forma líquida que se da en condiciones de alta humedad relativa y buen estado hídrico de la planta (Darrow, 1966).

Las inflorescencias parten de yemas terminales en el tallo o de una ramificación de la corona en posición axilar. A su vez la ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso, el eje principal no se aprecia y aparecen una serie de flores de igual rango aparente, con pedúnculos de longitudes muy semejantes. En la ramificación distal aparece una flor terminal acompañadas de flores secundarias, terciarias, etc., insertadas en ejes florales del mismo rango que parten del eje floral principal sobre una bráctea. La ramificación basal corresponde a diferenciaciones florales otoñales y las distales a primaverales, con días de fotoperíodo en aumento

Universidad de Huelva 2009

(Verdier, 1987). Las flores son de color blanco (Salas y Flores, 1985) típicamente pentámeras y provistas de una corola con 5 pétalos (a veces 6) un cáliz y un epicaliz. Dentro del género *Fragaria* existen flores masculinas o estaminadas, flores femeninas o pistiladas y flores perfectas o hermafroditas que son el tipo floral típico de *F. x ananassa*; estas flores tienen entre 20 y 35 estambres situados alrededor del eje floral en 3 circunferencias. El polen está maduro antes que las flores y las anteras se abran, pero usualmente las anteras no se abren hasta que la flor lo hace.

La viabilidad del grano de polen en condiciones naturales es de algunos días aunque frigoconservado en condiciones adecuadas de humedad puede durar semanas (Darrow, 1966). La germinación del grano de polen y el desarrollo posterior del tubo polínico está limitado por temperaturas por debajo de 15,6ºC (APS, 1987). El transporte del grano de polen desde la antera hasta el pistilo para la fecundación del óvulo puede suceder en la misma flor o entre flores de la misma o distinta variedad; la misión del transporte en el campo puede ser facilitada por el viento o por agentes polinizadores. La parte femenina de la flor esta constituida por un número variable de pistilos, varios cientos, que están dispuestos en espiral sobre el receptáculo floral (Verdier, 1987). El estigma de cada uno de estos pistilos tiene una superficie rugosa y ganchuda que permite la buena captación del grano de polen; en la base del pistilo está el aquenio, comúnmente llamado semilla que contiene un solo ovario, este ovario a su vez contiene un sólo óvulo (Darrow, 1966). La fertilización de *F. virginiana* con polen de *F. moschata* se lleva a efecto entre 24 y 28 horas después de que el grano de polen llegue al estigma (Darrow, 1966). Después de la fertilización los óvulos se desarrollan rápidamente y una hormona producida en este periodo permite el engrosamiento del receptáculo floral, donde están insertados. Este receptáculo va pasando por distintas fases de desarrollo iniciándose este con una coloración verde, a continuación pasa por una fase verde claro, después por otra de color blanco, seguida por una primera etapa de coloración roja suave y finalmente termina con una coloración roja intensa (que varía de unas variedades a otras). A esta estructura es a la que comúnmente se le llama fruto; y puede presentar distintas formas: cónica, cónica-alargada, bicónica, globosa, etc. (UPOV, 1995) en función no sólo de la variedad sino de las condiciones climáticas en las que se desarrollen. El número de aquenios que puede presentar cada uno de estos "frutos", catalogados como bayas, varía en función del orden jerárquico en la que se encuentre en la inflorescencia, esto es, un fruto primario tiene 382 aquenios, uno secundario 224, uno terciario 151 y uno cuaternario 92 (Darrow, 1966); igualmente,

Universidad de Huelva 2009

dicho autor señala la cantidad de 518 pistilos para una flor primaria y 83 para las últimas flores. El tiempo que transcurre desde que la flor abre hasta que el fruto esta maduro es en Maryland (Estados Unidos) de alrededor de 31 días, en periodo de media estación, pudiéndose acortarse en 5 ó 6 días en periodos de alta temperatura y días largos. En estudios realizados en Oregon (Estados Unidos) durante 3 años, el periodo medio varía entre 29 y 35 días según las variedades (Darrow, 1966).

Otra de las estructuras características de la planta de fresa son los estolones, filamentos largos y cilíndricos que nacen de la yemas axilares de las hojas y que crecen a nivel del suelo (Salas y Flores, 1985). La producción de estolones surge como respuesta a fotoperíodos largos (al contrario que ocurre con la aparición de inflorescencias que lo hacen como respuesta a fotoperíodos cortos). El primer estolón nace en la axila de la primera hoja nueva aparecida en primavera en la extensión de la corona. El primer entrenudo se alarga hasta que la aparición de una bráctea y una yema axilar marca el fin del entrenudo. El segundo entrenudo se prolonga hasta la formación de un segundo nudo con una bráctea y una yema axilar. El tercero y sucesivos entrenudos son muy cortos, con nudos portando hojas trifoliadas y yemas axilares. La yema axilar del primer nudo del estolón permanece "dormida" en la fresa cultivada, pero puede continuar su evolución si la dominancia apical es interrumpida. El estolón conservará se capacidad de transporte de materias primas a las plantas hijas durante algunas semanas o hasta que las temperaturas bajas lo impidan (Verdier, 1987). Esta propiedad de emitir estolones se usa para la multiplicación vegetativa de la planta (Salas y Flores, 1985).

8.1.2.- Comportamiento anual.

Como ya hemos citado, las variedades de *F. x ananassa Duch.* son el resultado de la hibridación de dos especies con una alta variabilidad de respuesta a la temperatura y al fotoperíodo (longitud del día); por lo tanto, el genoma resultante hace posible un alto grado de adaptación a las condiciones locales. Sin embargo, está bien establecido que la mejor variedad adaptada a una zona es normalmente una seleccionada en dicha zona (Darrow, 1966). De ahí podemos deducir que las variedades importadas de otras zonas pueden no ajustarse idealmente a la combinación particular de fotoperíodo y temperatura prevaleciente. Precisamente las variedades californianas son las más importantes del mundo por su alta productividad y por su adaptabilidad en muchos

Universidad de Huelva 2009

climas de inviernos templados (Italia, España, Méjico, Australia, Francia, Argentina, Chile) (Hancock y Scott, 1988).

El fotoperíodo impone su influencia sobre la formación de yemas florales, elongación de estolones, tamaño de la hoja y longitud del pecíolo. La respuesta a la longitud del día varía considerablemente según variedades hasta tal punto que tales diferencias forman la base para la clasificación de las mismas en distintos tipos varietales. Por otro lado, la temperatura puede modificar e incluso anular los efectos de la longitud del día y debe ser considerada de igual importancia en la determinación de la adaptación de la fresa a ambientes concretos. Los estudios sobre la fisiología y la interacción genotipo-ambiente deben interpretarse cuidadosamente debido a la diversidad genética de este género y a la variable respuesta de las variedades, como ya señalamos (Larson, 1994).

Una sencilla representación de pautas de comportamiento estacional de la fresa, referida a variedades de día corto, puede encontrarse en Verdier (1987): en otoño (fotoperíodo y temperatura decrecientes) ocurre la finalización del estolonado, la diferenciación floral y la iniciación de la latencia; en invierno (fotoperíodo y temperatura mínimos) ocurre la parada vegetativa; en primavera (fotoperíodo y temperatura crecientes) se reanuda la actividad vegetativa desencadenándose el proceso floración-fructificación y la iniciación del estolonado; en verano (fotoperíodo y temperatura máximos) disminuye el proceso de floración-fructificación y aumenta el proceso de estolonado. Este sencillo modelo presenta ligeras modificaciones en función de la dulzura de las temperaturas invernales que tienden a permitir una actividad vegetativa casi ininterrumpida. Verdier (1987) cita igualmente, la importancia de la cantidad de frío que la planta pudiera recibir durante el período de tiempo correspondiente a la latencia para seguir convenientemente el anterior modelo. La fresa necesita satisfacer unas necesidades concretas de horas frío, entendidas estas como horas por debajo de 7°C, que varían de unas variedades a otras, y que conlleva el paso de la planta por viveros que se encuentran en altitud donde tiene lugar la producción de estolones.

Risser (1979) con la misma idea que el anterior autor, establece las siguientes etapas anuales para una variedad no reflorescente, es decir de día corto: a) verano (incidencia de días largos y temperaturas elevadas): período de crecimiento y

Universidad de Huelva 2009

multiplicación vegetativa (emisión de estolones); b) otoño (incidencia de días cortos y temperaturas decrecientes): paralización progresiva del crecimiento con acumulación de reservas en las raíces y período de iniciación floral y del comienzo de latencia; c) invierno (incidencia de días cortos y temperaturas bajas): paralización del crecimiento hasta cierto momento en que la planta surge de la latencia; d) primavera (incidencia de días cortos y temperaturas crecientes): reanudación de la actividad vegetativa (tanto más intensa a medida que la longitud del día crece), floración y fructificación.

Ambos sencillos y elementales esquemas son similares y se complementan; sin embargo, estas pautas de comportamiento deben ser matizadas por las diferentes respuestas varietales en la interrelación genotipo-ambiente (en efecto, variarán en función del genotipo y de los factores ambientales, fotoperíodo y termoperíodo, como insistentemente reiteramos). Es cierto que el fotoperíodo es más constante al depender de una magnitud geográfica invariable como es la latitud (sin duda puede variar estacionalmente la intensidad lumínica y su duración; por ejemplo por el índice de nubosidad) que el termoperíodo que al ser una magnitud climática está expuesto a importantísimas fluctuaciones estacionales, con importantes repercusiones tanto en zonas de viveros como en zonas de campos de fructificación (tanto es así, que el éxito agronómico y comercial de muchas campañas se ve amenazado por un régimen de temperaturas ligeramente superior a los normales en los meses de Septiembre-Octubre en los viveros españoles).

Precisamente, Roudeillac et al. (1987) aportan una interesante matización a las anteriores pautas de comportamiento anual de la fresa en función de las variaciones térmicas estacionales: si el invierno es frío (a saber, más de lo normal para la zona) se conseguirá una acumulación de horas-frío bien asegurada, una buena parada vegetativa, la inducción floral permanecerá parada y se garantizará un buen vigor vegetativo en primavera que traerá una recolección mediana y agrupada, con un estolonado precoz; lógicamente, los fenómenos fisiológicos serán los contrarios si el invierno es dulce (a saber, más cálido de lo normal para la zona): acumulación de horas-frío mal asegurada, inducción floral prolongada (o sea, previsión de cosecha prolongada en el tiempo), y habrá un mediocre vigor vegetativo en primavera. Si la primavera es fresca, se producirá una tendencia a refloraciones estivales y riesgo de malformaciones florales; si es dulce, la tendencia será a fuerte estolonado, buena polinización y crecimiento vegetativo acelerado. Si el verano es fresco, se favorecerá el enraizamiento y la refloración en otoño de ciertas

Universidad de Huelva 2009

variedades semi-reflorecientes; mientras si es cálido (o sea más caluroso de lo normal), se producirá un bloqueo de la inducción floral y un crecimiento vegetativo ralentizado. Finalmente, cerrando el ciclo, si el otoño es frío se producirá una rápida entrada en latencia y una buena inducción floral pero limitada en el tiempo; si el otoño es cálido, la tendencia opuesta será: lenta entrada en latencia, estolonado y desarrollo vegetativo prolongados, inducción floral prolongada.

Una vez más, debemos llevar nuestra atención sobre el carácter matizado de estas tendencias, los anteriores autores se refieren a pautas de comportamiento en material frigoconservado, latitudes superiores al paralelo 43° N y para variedades europeas seleccionadas en dichas latitudes. Ello es importante, porque material fresco seleccionado y cultivado en latitudes inferiores vería sensiblemente modificado (y posiblemente atenuado) el anterior esquema. En definitiva, en paralelos templados, las manifestaciones fisiológicas de la fresa (tanto en campo de fructificación como en vivero) pueden alterar sensiblemente los sencillos esquemas anteriormente expuestos (López- Aranda, 1996a).

8.2.- Exigencias agroclimáticas.

8.2.1.- Clima.

Las especies silvestres de fresa se adaptan a una gran variedad de climas, como lo prueba el hecho de que se encuentren en latitudes que oscilan entre los 15° y 55° de latitud (Pérez-Afonso, 1979) y en condiciones de altitud igualmente extremas desde el nivel del mar hasta el Himalaya (Darrow, 1966). Esto les permite soportar temperaturas cercanas a los -20°C, por un lado, y superiores a los 40°C por otro (Verdier, 1987).

Como consecuencia de ser la fresa cultivada un híbrido de dos especies octoploides que presentan una elevada variabilidad genética, esto posibilita su desarrollo en condiciones muy diferentes, que van desde lugares de muy baja pluviometría a altamente húmedos, desde zonas a nivel del mar hasta cotas que rondan los 3.200 m. de altitud, desde zonas frías hasta semitropicales, desde lugares cercanos al Ártico con veranos de luz continua al ecuador con 12 horas de luz al día, desde zonas de cultivo al aire libre hasta cultivo bajo invernaderos de cristal o cubiertos con grandes plásticos. Algunas variedades pueden presentar una fructificación continuada en un determinado lugar y en otro distinto hacerlo a lo largo de 2 ó 3 semanas sólamente (Darrow, 1966).

Universidad de Huelva 2009

8.2.2.- Suelo.

Aunque la fresa cultivada puede adaptarse a diversos tipos de suelo, presenta unas exigencias mínimas para que el desarrollo sea el adecuado, según Verdier (1987) estos deben ser: bajo contenido en caliza activa, bajo contenido en salinidad, niveles razonablemente bajos de patógenos y ausencia de encharcamientos. Por su parte, Galletta (1990) indica que los factores limitantes del desarrollo están asociados a la posibilidad de penetración en el suelo de las raíces que, como hemos indicado, son finas, delicadas y de corta vida; estos factores son: suelos bien drenados, profundos, fértiles, con disponibilidad hídrica, contenido en humus, niveles moderados de salinidad y libres de patógenos del sistema radicular. Roudeillac (1987) señala que los suelos malos para el cultivo de la fresa son aquellos mal estructurados, desequilibrados en el plano físico-químico, de pobre drenaje y portadores de parásitos susceptibles de atacar a las raíces.

Textura

Según la textura, los suelos adecuados para la fresa son aquellos no necesariamente arenosos pero si ligeros que permitirán cualquier tipo de manipulación o labor y facilitarán cualquier tipo de práctica cultural. Esta característica asociada a la necesidad de que los suelos sean profundos conllevará también el cumplir los requisitos de buen drenaje y oxigenación del sistema radicular. Suelos idóneos serán aquellos que presente unos porcentajes de arenas superiores al 75-80% y que catalogaríamos como arenosos o franco arenosos. Bien es cierto que estos suelos presentan una baja capacidad de retención de nutrientes y una baja capacidad de intercambio, una baja fertilidad, en definitiva, que con un estricto criterio agronómico se tildarían de desechables, pero sus ventajas de tipo fundamentalmente físico, dentro del desarrollo del cultivo, pesan más a la hora de valorar su idoneidad (Verdier, 1987). Roudeillac (1987), afirma que una buena estructura de suelo es mucho más importante que la textura del mismo. Cita como granulometría favorable para la fresa la siguiente: arenas muy finas menos del 25%, arenas finas y gruesas más del 45%, arcillas entre el 10-25% y limos finos menos del 25%.

Universidad de Huelva 2009

pH

Verdier (1987) señala que la fresa vegeta adecuadamente entre valores de pH de 6 y 7, pudiéndose definir 6,5 como valor óptimo; en el caso de que estas cifras varíen es preferible que lo hagan hacia la acidez que no hacia valores superiores a 7. Suelos con valores de pH 5,5 sustentan perfectamente el cultivo, si bien ello implica particular atención a determinados aspectos de la nutrición, mientras que valores superiores a 8 causarán problemas de consideración, con mermas en el desarrollo radicular, tamaño de la planta y reducción de la cosecha. Roudeillac (1987), por su parte, dice que aunque el cultivo de la fresa prefiere los suelos ácidos, éste no debe tener pH inferior a 5,5 pues de lo contrario las plantas tendrán problemas de desarrollo vegetativo, aparecerán clorosis y los frutos serán muy ácidos; este mismo autor cita un pH óptimo, que no debe ser sobrepasado, en función de la textura del suelo y su consiguiente contenido en arcillas, así aquellos que tienen entre un 15 y un 25% de arcillas tienen un pH óptimo entre 6,5-6,8; los arenosos-limosos con menos de un 15% de arcillas lo tienen entre 6-6,5 y los suelos humíferos entre 5,5-6,0. Galletta (1990), establece el rango de pH óptimo para el cultivo de la fresa entre 5 y 7. Lineberry (1935) establecía un gradiente de pH entre 4,15 y 6,15, presentándose las mayores producciones a pH de 5,85 y siendo el pH óptimo para la parada invernal el más alto del gradiente antes citado (6,15). Matlock (1954) señalaba que el crecimiento de fresas en suelos con un alto contenido en materia orgánica permite la tolerancias de valores bajos de pH en el suelo.

Contenido en sales totales

El cultivo de la fresa es muy sensible a la salinidad del suelo siendo muy recomendable la utilización de suelos que presenten valores de conductividad en el extracto de saturación del suelo lo más bajo posible. La capacidad de soportar salinidad en el suelo varia con la edad de la planta, siendo las más adultas las más resistentes y las más jóvenes las más sensibles. De cualquier manera los valores de conductividad eléctrica (C.E.) del extracto de saturación deben ser inferiores a 0,5-1 mS/cm (Verdier, 1987). Según este mismo autor la disminución de cosecha en función de la C.E. es la siguiente (Tabla 3.-AD).

Universidad de Huelva 2009

Tabla 3.-AD. Porcentaje de disminución de cosecha en función de la conductividad eléctrica

(C.E.) del extracto de saturación del suelo (Verdier, 1987).

C.E. (mS/cm.)	% Disminución de cosecha
1,0	0
1,8	10
2,9	25
2,9	50

Otros autores afirman que la fresa es uno de los cultivos más sensible a la salinidad (Welch et al., 1989; Ehlig, 1961; Bernstein, 1964; Ehlig y Bernstein, 1958; Maas et al., 1977; Doorenbos y Pruitt, 1976; Ayers y Westcot, 1976). Altas concentraciones de sales inhiben el crecimiento de las raíces existentes así como la emisión de raicillas nuevas que provocan una necrosis foliar, con el consiguiente parón productivo o tal vez muerte de la planta (Welch, 1989; Ehlig y Bernstein, 1958). Se observa que la producción decrece cuando la C.E. del extracto de saturación está por encima de 1 mS/cm (Maas et al., 1977) y se producen reducciones en la producción del 50% cuando la C.E. es de 2,2 mS/cm (Ehlig y Bernstein, 1958).

En las distintas variedades se ha observado que existe un comportamiento diferencial en cuanto a la capacidad para soportar la salinidad del suelo; la variedad "Shasta" acumula más cloro y sodio, exhibiendo necrosis foliar, reducción de cosecha y mortalidad de plantas, presentando una mayor concentración de sales en sus tejidos que la variedad "Lassen"; de tal manera que ante un incremento de C.E. en el extracto de saturación del suelo, desde 1,2 a 2,2 mS/cm en "Shasta" decrece la cosecha en un 50% provocando un 29% de mortalidad en las plantas mientras que en "Lassen" no se da ni una cosa ni otra (Ehlig, 1961, Ehlig y Bernstein, 1958).

Por otra parte la salinidad promueve floraciones tempranas en el caso de la variedad "Tioga" posiblemente como resultado de una reducción en el desarrollo vegetativo (Okasha et al., 1986). La salinidad en el suelo afecta al tamaño del fruto disminuyendo el tamaño del mismo a la vez que inducen un incremento en los azúcares y ácidos titulables (Okasha et al., 1986; Ehlig y Bernstein, 1958).

Si comparamos la fresa con otros cultivos podemos ver su sensibilidad a la salinidad en el suelo en la Tabla 4.-AD.

Universidad de Huelva 2009

Tabla 4.-AD. Porcentaje de disminución de cosecha en función del contenido en sales del extracto de saturación (Bernstein, 1964).

	% DISMINUCIÓN DE COSECHA				
CULTIVO	0	10	25	50	MÁXIMA
Fresa	1	1,3	1,8	2,3	4
Frambuesa	1	1,4	2,1	3,2	5,5
Naranjo	1,7	2,3	3,2	4,8	8
Palmera	4	6,8	10,9	17,9	32
Melocotón	1,7	2,2	2,9	4,1	6,5
Vid	1,5	2,5	4,1	6,7	12
Habas	1,6	2,6	4,2	6,8	12
Algodón	7,7	9,6	13	18	28
Trigo	6	7,4	9,5	13	20
Cacahuete	3,2	3,5	4,1	4,9	6,5
Maíz	1,7	2,5	3,8	5,9	10
Tomate	2,5	3,5	5	7,5	12
Melón	2,2	3,6	5,7	9,1	16

Los valores expresan la C.E. en el extracto de saturación en mS/cm.

Caliza activa

Uno de los factores que limitan el cultivo de la fresa es la presencia en el suelo de determinados niveles de caliza activa, que producen un bloqueo del hierro, ya que pasa a una forma no asimilable, y provocan en las plantas la consiguiente clorosis. El valor deseable de caliza activa en el suelo sería 0, no obstante la presencia en cantidades de hasta 1-1,5% puede ser soportable. En suelos con un 10-12% el cultivo es inviable. (Verdier, 1987). Roudeillac (1987) considera que un suelo apropiado para el cultivo de la fresa es aquel que presenta unos valores de caliza activa por debajo del 5%.

Materia orgánica

Según Villagrán (1996) la planta de fresa responde muy bien a porcentajes de materia orgánica superiores a 2,5 ó 3,5% en el suelo, siendo ideal para su cultivo el aporte

Universidad de Huelva 2009

de estiércol seco con al menos 6 meses de anticipación a la plantación o bien mediante rotación con alguna leguminosa el año anterior, enterrándola en verde posteriormente. Por su parte, Salas y Flores (1985) señalan que el aporte de estercolado, como fuente de aporte de la M.O. al suelo, debe hacerse con suficiente antelación a la plantación, siendo necesario entre 30.000 y 40.000 kg/ha. de estiércol bien hecho, no siendo recomendable el uso de estiércoles fuertes, poco hechos, ni alcalinos. Verdier (1987) cita que los valores de M.O. total óptimos están entre el 2-2,5% y no debería de bajar del 1%. Roudeillac (1987) señala que la fresa ha estado siempre asociada a suelos ricos en M.O. debido a acciones indirectas como la mejora de la estructura del suelo, la mejora de la capacidad de intercambio catiónico y de la capacidad de retención de agua, entre otras, y a acciones más directas como la mejora de la calidad y brillo de los frutos. Aunque es cierto que la M.O. no es imprescindible para el desarrollo de la fresa ya que puede progresar satisfactoriamente en suelos muy arenosos, muy pobres en M.O., sin embargo su presencia le confiere un papel de tampón frente a agresiones pedoclimáticas y de tipo biológico.

Se considera que un suelo cultivado pierde cada año entre 900 y 1.200 kg/ha. de humus que tienen como origen la mineralización del mismo en unos porcentajes que oscilan entre el 1,5-2% y el 2,5-3%. Para suelos arenosos con un % de arcillas menor del 10% el contenido óptimo de M.O. está entre el 1,5-2% y para suelos de tipo limosos o limosos-arenosos (con contenidos en arcilla entre 10-25%) este valor está entre el 2-3%.

8.2.3.- Agua.

La planta de fresa debido a su carácter perenne y semi-herbáceo, su alto ratio de crecimiento, alta producción de frutos y sistema radicular adventicio caracterizado por su poca profundidad y elevada tasa de renovación (Nelson y Wilhelm, 1957; Wilhelm y Nelson, 1981), hace que sea especialmente sensible a variaciones de humedad en el suelo; al respecto está suficientemente documentado el comportamiento en lo que a producción y a crecimiento se refiere, pero no lo está en cuanto a la respuesta fisiológica que tiene la planta frente a diversas situaciones de humedad del suelo (Larson, 1994). El potencial hídrico en la hoja decrece en suelos que presentan un nivel bajo de humedad, de la misma manera que se reduce la apertura de los estomas; también se observan fluctuaciones diarias que son distintas en suelos regados y no regados, detectándose una bajada más rápida del potencial hídrico en los suelos no regados frente a los que sí lo

Universidad de Huelva 2009

son, a la vez que la recuperación de dicho potencial es claramente más lenta, esto se ha puesto de manifiesto en trabajos realizados en la variedad "Olympus" en Oregon en cultivo bajo invernadero (Renquist, 1983).

La respuesta óptima, tanto en desarrollo vegetativo como en producción, se obtiene en suelos que presentan una humedad alrededor del 70-80% de la capacidad de campo. La respuesta, en lo que a desarrollo vegetativo se refiere, se traduce en aumento del tamaño de la hoja que puede llegar a más del 200%, aumento en el numero de hojas y en definitiva en un considerable aumento de la biomasa; de igual manera en la producción existe una respuesta que se pone de manifiesto con un aumento evidente de la misma y que esta relacionada con un aumento de yemas de flor, de flores y de coronas.

El tamaño de los frutos en determinados estudios presentan una respuesta positiva frente a la buena situación de humedad del suelo pero en otros se observa una bajada de tamaño provocada por un exceso en el número de frutos (Davies et al., 1983; Chandler y Ferre, 1990; Martínez-Carrasco y Sánchez de la Puente, 1979; Cannell et al., 1961; Rom y Dana, 1960). El agua tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo tiene una clara influencia en la producción y en la calidad de la producción de la planta de fresa. La fresa es una de las especies cultivadas más sensibles a la salinidad, mostrando tal sensibilidad en una bajada apreciable de la cosecha (Ayers y Westcot, 1976; Doorenbos y Pruitt, 1976). Así, Verdier (1987) señala que tal disminución es la siguiente (Tabla 5.-AD).

Tabla 5.-AD. Disminución de cosecha en función de la salinidad del agua de riego (Verdier, 1997).

	Conductividad eléctrica (mS)			
	0,8	1,5	2,2	3,1
%Disminución de cosecha	0%	10%	25%	50%

Por su parte, Bernstein (1964) presentaba la siguiente tabla comparativa de fresa con diversas especies cultivadas (Tabla 6.-AD).

Universidad de Huelva 2009

Tabla 6.-AD. Disminución de cosecha en función de la salinidad del agua de riego (Bernstein, 1964).

	% Disminución de cosecha			
	0%	10%	25%	50%
Fresa	0,7	0,9	1,2	1,7
Frambuesa	0,7	1	1,4	2,1
Naranjo	1,1	1,6	2,2	3,2
Palmera	2,7	4,5	7,3	12
Melocotón	1,1	1,4	1,9	2,7
Vid	1	1,7	2,7	4,5
Habas	1,1	1,8	2	4,5
Algodón	5,1	6,4	8,4	12
Trigo	4	4,9	6,2	8,7
Cacahuete	2,1	2,4	2,7	8,3
Maíz	1,1	2,1	3,5	5,9
Tomate	1,7	2,3	3,4	5
Melón	1,5	2,4	3,8	6,1

Los valores expresan la C.E. del agua en mS/cm.

La permeabilidad del suelo, el sistema de riego y la edad de la planta condicionan los datos anteriormente citados; así, aguas con elevada C.E. pueden resultar menos dañinas si la textura del suelo es muy arenosa y/o la frecuencia de riegos aplicada es alta, por ejemplo mediante un sistema de riego localizado. Además de la cantidad de sales totales, se pueden citar otros parámetros específicos que definen la calidad del agua; a saber: contenido en Boro <0.5 mg/l, en cloruros <0.4 gr./l, en Sodio <0.2 gr./l, en Calcio residual <1.25 meq/l, en total de sólidos solubles<0.5 gr./l (Verdier, 1987)

8.3.- El material vegetal.

La calidad del material vegetal en el cultivo de la fresa es un aspecto de vital importancia, no sólo desde un punto de vista patológico sino también desde un punto de vista de madurez fisiológica. Las posibilidades de multiplicación de la fresa pueden expresarse de las siguientes formas: a) sexuada (por semillas); b) asexuada (por estolones, por división de plantas, por cultivo de tejidos). La vía sexuada se utiliza en la práctica sólo en algunas etapas de los programas de mejora genética clásica, y de

Universidad de Huelva 2009

manera excepcional en la reproducción de material vegetal de alguna variedad de fruto pequeño como es el caso de "Reina de los Valles" (Verdier, 1987).

La multiplicación por estolones aprovecha la peculiaridad de la fresa para emitir estolones en determinados condiciones climáticas. Esta es la forma habitual por la que en los viveros comerciales se obtienen las plantas. La división de plantas consiste en la separación manual de las diferentes coronas de una planta adulta, llevando cada una de ellas parte de las raíces que permitirán la generación de una planta nueva completa. Es ésta una técnica que en la práctica no se utiliza (Verdier, 1987).

El cultivo de tejidos o de meristemos es un método de multiplicación cuya utilización a nivel industrial en la fresa (fue la primera especie de interés agronómico en la que se utilizó el cultivo *in vitro* como procedimiento de producción de plantas) fue diseñada por Boxus (1974, 1977). La micropropagación industrial de la fresa ha sido detalladamente estudiada por nuestro equipo de trabajo y es en nuestros trabajos de carácter rutinario (López-Aranda, 1991a, 1991b, 1992, 1996a, 1996c; López-Aranda et al., 1990a, 1990b, 1992a, 1993a, 1994a, 1994b, 1996a). Dicho procedimiento fijaba con claridad las tres fases del cultivo *in vitro*: inicio, multiplicación y enraizamiento. La fase inicial, de unas 6 semanas de duración, se realizaba a partir de ápices caulinares (cúpulas meristemáticas con varios primordios foliares) de hasta 1 mm. de tamaño, aproximadamente, y procedente de estolones jóvenes; estos ápices eran sembrados en cultivo solidificado con agar y con los elementos nutritivos adecuados y los necesarios reguladores de crecimiento (auxinas, citoquininas y giberelinas). La fase inicial permitía producir una única plántula a partir de cada ápice caulinar, la cual es transferida a la fase de multiplicación, que básicamente consiste en multiplicar por 10 la citoquinina benciladenina (hasta concentraciones de 1 mg./l.). En esta fase se producía la formación de tallos axilares que convierten la plántula en una masa de yemas y tallos sin raíces (ésta fase se realiza en ciclos denominados subcultivos que duran entre 3 y 7 semanas). Al final de ésta fase se entraba en la última, la fase de enraizamiento, que se consigue eliminando la citoquinina del medio de cultivo (la duración del enraizamiento *in vitro* es de 4 a 6 semanas).

Según López-Aranda (1996c) este procedimiento fue asumido rápidamente por los viveristas debido a las ventajas que tenía: a) permitía sanear el material mediante inicio de ápices caulinares de tamaño inferior a 1 mm; b) asumía la posibilidad de

Universidad de Huelva 2009

realizar un número de subcultivos ilimitado, lo que permitía la obtención de varios millones de plantas/año a partir de un único ápice caulinar inicial; c) posibilitaba el uso directo de estas plantas tras su aclimatación, como productoras de fruto.

Sin embargo, desde los inicios de ésta técnica comenzaron a observarse anomalías fenotípicas y morfológicas con sus consecuencias agronómicas negativas. Swartz y Lindstrom (1986) observaron que las plantas micropropagadas de fresa exhibían con frecuencia rasgos de juvenilidad con un incremento del número de yemas axilares y de ramilletes florales que se traducía en descenso del calibre del fruto. Esto mismo fue señalado por Sansavini y Gherardi (1980) y Schaeffer et al. (1980). También se observó enanismo o portes erectos que nada tenían que ver con las características normales; igualmente algunos autores como D'Ercole y Nipoli (1979) y Rancillac y Nourrisseau (1988) observaron aumento en la susceptibilidad a ciertas enfermedades criptogámicas.

El conjunto de problemas descritos llevó a cuestionar la técnica de cultivo *in vitro* de la fresa en Europa y California (EEUU), abandonando la mayor parte de los viveristas su utilización. Con el objeto de paliar los problemas descritos, se ha seguido un proceso alternativo denominado por Arias (1988) y otros autores macropropagación, basado en la utilización de la técnica para producir una única planta a partir de un ápice caulinar, quedando por tanto el proceso reducido a dos fases de las 3 descritas en origen: la fase de inicio y la de enraizamiento. Esta técnica últimamente descrita, modificada de la original, es la que de una manera mayoritaria, se usa en California y en la mayor parte de las zonas productoras del mundo para obtener plantas de total garantía agronómica. Estas plantas tras 3-4 multiplicaciones *ex vitro*, en viveros, darán origen a las plantas productoras de fruto propiamente dichas.

La localización de los viveros tiene un impacto significativo en el posterior comportamiento de las plantas en ellos producidas. Trabajos antiguos (Voth y Bringhurst, 1958, 1970) mostraron la importancia del enfriamiento en las respuestas en fructificación y vegetación tras la plantación de invierno. La localización de los viveros se asoció con las diferencias en contenido en almidón en la corteza radicular y esto afectaba a la capacidad de las plantas para sobrevivir a los rigores de arranque, manejo, plantación y establecimiento (Bringhurst et al. 1960). Posteriormente, se afirmaba que había ventajas en producir plantas de fresa en alta latitud y altitud para producción

Universidad de Huelva 2009

precoz especialmente en el sur de California (Voth, 1989, 1991). Los datos, para McPherson (1994), eran poco consistentes ya que el autor no ofrecía explicaciones para ayudar a su interpretación.

Las plantas que Voth utilizó para plantación de invierno habían sido cultivadas en lugares fríos de altura, McDoel, McArthur y Susanville y luego trasplantadas en Irnine, Estación Experimental de la Universidad de California (a 136 m. sobre el nivel del mar cerca de Los Angeles en el sur de California). Durante Septiembre y Octubre de 1986 las temperaturas estaban en el rango 0°C-7,2°C durante 766, 522, 466 y 0 horas en los 4 lugares, respectivamente. Esos valores se usan como medida del enfriamiento. En 1986, plantas de la variedad "Douglas" criadas en Susanville tenían un 29% menos de rendimiento que las criadas en McDoel, cuando ambos grupos fueron trasplantados a Irvine, Los rendimientos a primeros de Marzo, primeros de Abril y el total mostraron una alta correlación con la temperatura. En el año siguiente, 1987, las diferencias eran mucho más pequeñas; las plantas criadas en Susanville tenían un 7% más rendimiento que las de McDoel en vez del 29% de reducción del año anterior: Incluso cuando las plantas se criaron en la más bajas de las latitudes, en Irvine, los rendimientos eran sólo un 9% menor que los obtenidos con plantas riadas en McDoel. En el caso de plantas de la variedad "Chandler" en 1986, las plantas criadas en Irvine rindieron sólo un 4% menos que el mejor de los lugares de altura. No existen comentarios de Voth hacia las aparentes contradicciones entre los datos de 1986 y 1987.

Estos datos no dan soporte a la afirmación de que la alta latitud del vivero es importante. Si fuese importante, deberían esperarse beneficios sólidos de la alta latitud. Las temperaturas pueden cambiar año tras año y podrían explicar algunas de las diferencias entre años, pero como las temperaturas no fueron citadas para ambos años no es posible evaluarlo. En mi opinión, la inconsistencia radica en la forma de presentación de los datos por parte de Voth (1989), pero no en la realidad de la afirmación en sí misma: Hay ventajas en producir plantas de fresa a alta latitud y altitud para producción precoz.

Un estudio más completo con 3 variedades de interés local; "Pajaro", "Douglas" "Tufts" y "Chandler" (Durner et al. 1986). Las plantas madres fueron multiplicadas en Rochy Point (Carolina del Norte). Las plantas hijas permanecieron unidas a las plantas madres hasta el muestreo en que se les dio un número variable de días con distintos tratamientos de foto y termoperíodos. Las plantas se enviaron a Florida en 4 fechas de

Universidad de Huelva 2009

plantación en el sistema de plantación de invierno. Se evaluó el rendimiento hasta el 15 de Enero en respuesta al enfriamiento y a la longitud del día. Se calculó las horas frío a/o por debajo de 4,4°C y horas de oscuridad desde el 1 de Septiembre hasta la fecha de plantación para la exposición natural o de ambiente controlado totales. "Pajaro" fue la variedad de mayor respuesta de las 4 y mostró una fuerte interacción entre enfriamiento, longitud del día y fecha de plantación. A medida que el enfriamiento se incrementaba, el rendimiento precoz de "Pajaro" se incrementó 2,6 veces dado que fueron plantadas antes de la fecha óptima. Después de la fecha óptima, el rendimiento realmente decreció con el enfriamiento. La fecha óptima de plantación avanzaba con el incremento del enfriamiento.

En Florida y otras zonas, el sistema anual de producción de fresa utiliza "green plants" (literalmente planta verdes pero que aquí hace presente a plantas que no han entrado en dormancia) que han sido expuestas a días cortos, pero que han recibido algo o prácticamente nada de enfriamiento en el vivero antes del trasplante. El material de ha criado en viveros de la latitud alta (40-45° N) y se han expuesto a días cortos en el vivero al inicio del otoño. Aunque esa exposición a días cortos a incrementado el contenido radicular del almidón (Maas, 1987), dichas plantas poco enfriadas tienen un vigor adecuado sólo si permanecen con sus hojas intactas durante el trasplante y el establecimiento (Durner et al., 1986). El enfriamiento incrementa el rendimiento precoz en algunas variedades, pero sólo si las plantas fueron arrancadas durante o antes de una fecha óptima que es especifica para cada variedad. El arranque después de la fecha óptima produce un rendimiento menor, incluso con un período de enfriamiento más prolongado, sugiriendo una latencia inducida por el efecto de día corto (Guttridge, 1958; Darrow y Waldo, 1933; Durner et al., 1986).

Este tipo de viveros, especializados en el envío de material a Florida, se fue concentrando, entre otros lugares además de en EEUU, en los alrededores de Simcoe (Ontario, Canadá), a una latitud de 42,5°; en 1992, la recolección se iniciaba el día 20 de Septiembre para la variedad "Chandler", la cual preparada con hojas a raíz desnuda era transportada a 4°C por vía aérea a Florida donde se trasplantaba a las 24 horas. La utilización de "green plants" en "Chandler" y "Oso Grande" se ha realizado en España, principalmente con plantas de viveros ubicados en la propia zona productora de fruta, zona de Huelva, a 37,2° de latitud N, desde principios de los años 90; también por influencia de viveristas e importadores israelíes con variedades de dicha procedencia

Universidad de Huelva 2009

("Dorit", "Ofra", etc,). Sin embargo, dicha técnica no ha progresado en nuestro país (López-Aranda, 1996b).

A pesar de las razonables críticas de McPherson (1994) al trabajo de Voth (1989), el sistema de producción anual utilizado en zonas de inviernos templados tales como California o Huelva, las más importante del mundo en la producción de fruta para consumo en fresco, cuenta con variedades que se obtienen y seleccionan para crecimiento y alto rendimiento solo con satisfacción parcial de frío (Dana, 1981). En tales sistemas, el material es producido en viveros de alta latitud (40-42° N) y alta elevación (Galletta y Bringhurst, 1990; Voth, 1989). En el vivero, la exposición a elevadas temperaturas y a días con un gran número de horas de luz a lo largo del verano, permite que se de una vigorosa producción de estolones, pero desde mediados de Septiembre hasta el momento del arranque (Octubre) el fotoperíodo decrece y la temperatura baja hasta dar un parcial, aunque normalmente incompleto, enfriamiento. Es seguro que cada variedad tiene unas necesidades de fotoperíodo y de horas de frío (enfriamiento) concretas y particulares para obtener un óptimo funcionamiento (Voth y Bringhurst, 1970; Durner et al., 1986). En el vivero, las bajas temperaturas y las condiciones inherentes al acortamiento del fotoperíodo reducen el crecimiento vegetativo e incrementan los carbohidratos almacenados en las raíces primarias, coronas y pecíolos (Galletta y Bringhurst, 1990, Maas, 1987, Bringhurst et al. 1960). En función de la variedad, las plantas de viveros son arrancadas y trasplantadas inmediatamente o reciben frío adicional para dar vigor añadido. Las plantas arrancadas en el tiempo adecuado tienen un contenido suficiente de carbohidratos (almidón) que le permiten soportar los rigores del arranque, acondicionado, transporte, trasplante a raíz desnuda o frío adicional en cámara; éstas plantas tienen suficiente vigor para mantener la producción de frutos durante un período de 6 a 8 meses, pero les falta el vigor necesario para desarrollar estolones e inhibir la floración (Smeets, 1982; Voth y Bringhurst, 1970).

Bringhurst et al. (1960), observaron que el vigor de las plantas expuestas a un período largo de frigoconservación después del arranque en vivero era igual al de las plantas expuestas a un período similar de enfriamiento en vivero. Las hojas se eliminan cuando se lleva a cabo el arranque en el vivero, por lo que las plantas frigo-conservadas son fisiológicamente distintas de las plantas dejadas en el vivero. Después de un cierto período de tiempo, el estado de los carbohidratos de los dos tipos de plantas será diferente, ya que la fotosíntesis continuará en las plantas mantenidas en vivero, mientras

Universidad de Huelva 2009

que los fotoasimilados en las plantas almacenadas comenzarán gradualmente a descender como resultado de las pérdidas por respiración durante la frigoconservación. Las observaciones de Bringhurst et al. (1960) sugieren que en el momento de la cosecha de las plantas para la frigoconservación, los niveles de carbohidratos eran ya adecuados en ambos tipos de plantas y que la continua acumulación de fotosintatos no da ninguna ventaja. Además de la estimulación del crecimiento vegetativo, el frío también estimula la emergencia de inflorescencias previamente estimuladas, y produce incrementos en la longitud de los pedúnculos, pedicelos e inflorescencias.

Quizás sea el momento de aclarar los dos tipos de plantas que proceden de vivero: Planta fresca, planta que tras ser arrancada pasa directamente al terreno definitivo para la producción de frutos; y la planta frigo (frigoconservada) que una vez arrancada sufre un proceso de almacenamiento frigorífico a 0 +/- 2°C de varios meses, antes de ser plantada. Esta técnica de frigoconservación de estolones de fresa es conocida desde hace décadas (Aamodt y Brierley, 1937), siendo muy abundantes los estudios para la optimización de condiciones según variedades. La mayor parte de los trabajos europeos establecen el intervalo –2°C a 0°C como el óptimo de conservación (Aoyagi et al., 1981; Friedler, 1984; Guirea et al., 1981; Little et al., 1974; Merezhko, 1985; Panova, 1988; Trushechkin et al,, 1975). Sólo Nica y Guirea (1976) obtienen óptimos de conservación a + 1,6°C con las variedades "Senga Sengana", "Pocahontas" y "Macherauch Frühe". Con el desarrollo de la técnica de frigoconservación de fresa en EEUU se realizaron numerosos ensayos de campo comparando comportamientos agronómicos de estolones frigo y frescos en diferentes fechas de plantación (Alvarez-Prida y López-Rioboo, 1970; Bargioni y Tosi, 1975; Bochud, 1983; Cox, 1976; Degeyter, 1977; Lemaitre, 1974; Noto, 1977; Tosi, 1981; Voth y Bringhurst, 1970). En todos los casos se observaron un incremento notable de la producción de las plantas frigoconservadas sobre las plantas frescas. La plantación frigo se realiza durante los meses de verano, son una gran dispersión de fechas de plantación según zonas, latitudes y variedades (Daubeny et al., 1976; Ivanov y Stoyanov, 1976; Risser y Vaillen, 1980; Tosi y Bargioni, 1975).

Wienberg (1968) comparó plantas fresca y frigo, y aportó los siguientes resultados referidos a las condiciones de cultivo del sur de España (Málaga): capacidad productiva de plantas frescas de 300-350 gr./planta, excelente calidad comercial con u 75% de fruto de 1ª calidad y mayor precocidad que la planta frigoconservada, cuya capacidad productiva es de 500-700 gr./planta y calidad comercial algo inferior, con 65% de fruto de

Universidad de Huelva 2009

1ª calidad, además de menor precocidad. La plantación otoñal de estolones fresones es especialmente apta para zonas cálidas y tempranas donde interesa una cosecha precoz. En España se mantiene, desde hace años, una tendencia al cultivo de estolones frescos plantados a lo largo de Octubre y primeros de Noviembre en las zonas precoces (Salas y Flores, 1985; Verdier, 1987). La plantación otoñal de plantas frescas de variedades de día corto, sin frío adicional en cámara frigorífica, se impone en las zonas más dinámicas del sur de Europa (zonas meridionales de España, Francia e Italia) especializadas en el consumo en fresco. En efecto, en Italia se utilizaba a principios de los 90 planta frigo exclusivamente, mientras que en Francia la mitad, aproximadamente, se realiza con planta fresca (Rosati, 1991). La plantación en esas dos zonas se realiza a finales de verano. En el sur de España (zona de Huelva), se utiliza siempre material fresco procedente de viveros de altura y se planta a lo largo de Octubre. En Valencia los estolones frigoconservados se plantaban en verano, entre mediados de Julio y mediados de Agosto; sin embargo, el cultivo se encuentra prácticamente desaparecido. Por su parte, Borrelli et al. (1995), señalan las áreas de Battipaglia en la provincia de Salerno y el Agro Aversano, entre Nápoles y Caserta como las de mayor implantación de l cultivo de la fresa en Campania. Según López-Aranda (1995) en ambas zonas, pero más en Battipaglia, se va imponiendo el uso de planta fresa con variedades de origen californiano y cultivadas bajo macrotúneles con protección plástica.

El estudio de las condiciones óptimas de multiplicación de estolones de fresa está poco documentado, especialmente en lo que se refiere a las necesidades de horas-frío: entendiéndose como tal las horas transcurridas en vivero a temperatura por debajo de 7°C (Faedi el al. 1986, Himelrick y Galletta, 1990; Noto, 1975; Verdier, 1987), aunque otros autores sitúen el umbral en + 6°C (Nestby, 1978). No obstante, el método clásico de horas por debajo de 7°C, aún siendo un valor indicativo para el estudio de las necesidades de frío de las especies frutales, dista mucho de ser satisfactorio (Egea, 1989).

Las variedades de origen californiano tienen en general menores exigencias de horas-frío que los de origen europeo (Noto, 1975). Así, se consideraba que "Tioga" requería una media de 400 horas, "Douglas" sólo 200 horas y "Chandler" prácticamente no tiene requerimientos en frío. En efecto, D´Anna y Accardi (1991) observaron que las variedades "Douglas" y "Chandler" plantadas sin horas frío, o muy pocas, manifiestan una producción y una actividad agronómica similar a la de plantas procedentes de viveros con acumulación de horas-frío (224); dichos autores concluyen, de acuerdo con Faedi et

Universidad de Huelva 2009

al. (1986), que sus resultados evidencian una nula o baja exigencia de frío en ambas variedades. Sin embargo, resultados agronómicos (López-Aranda et al. 1994a) en "Chandler" del mismo origen y sistema de multiplicación difieren en perjuicio del material multiplicado en viveros a nivel del mar frente a viveros de altura.

La satisfacción de estas necesidades de frío requeridas se consigue, en nuestras condiciones instalando los viveros en zonas topográficamente altas, estando situados más del 80% en la Comunidad Autónoma de Castilla-León. Sin embargo, se realiza con cierta frecuencia la instalación de viveros a nivel del mar en la costa de Huelva (López-Aranda et al., 1990c). Castell et al. (1990) encuentran mayor producción y precocidad en "Chandler" procedente de viveros a nivel del mar (sin horas-frío) que con material procedente de viveros de altura, aunque el material de estos últimos produce frutos de mayor calidad.

La aplicación de frío a las plantas frescas de modo artificial, en cámara frigorífica, es una práctica que ha ido generalizándose. Trabajos presentados por Valenzuela e Ilic (1989) establecen la duración en semanas de dicha práctica en "Chandler" y en otras variedades californianas similares; con producciones superiores en "Chandler" con almacenamiento frigorífico de 1 ó 2 semanas respecto a 3 ó 4 semanas. Según Hennion y Bardet (1992), en "Chandler", la planta fresca-refrigerada parece dar buenos resultados. Así Verdier (1987) señala que la cámara frigorífica viene a proporcionar una adición bivalente de frío, como complemento de un posible déficit natural de horas-frío en el vivero y para dar condiciones adecuadas al manejo y transporte de las plantas. Sin embargo, el propio autor señala que la conducta de los mejores viveristas demuestra que las horas frío artificiales (en cámara), aunque tienen su efecto, no son homologables a las acumuladas en pleno campo. Bailey y Rossi (1964), eran de la misma idea afirmando que la acumulación de frío natural es más eficaz que el recibido durante el almacenamiento frigorífico. Por el contrario, Risser y Robert (1993) señalan en variedades europeas, que el frío actúa en la fisiología de las plantas de igual modo tanto si es aplicado antes o después del arranque de las plantas en el vivero.

Con el objeto de estudiar el comportamiento de plantas frescas de "Chandler" sometidas a diferentes regímenes de horas-frío naturales y artificiales, Medina et al. (1994) plantearon a lo largo de 3 campañas un ensayo basado en la recolección de material vegetal en el vivero en 3 momentos concretos, a primeros, mediados y final de la

Universidad de Huelva 2009

época de plantación en Huelva. Mediante un contador de horas se registro el número de horas-frío (<7°C) acumuladas en el momento de la recolección de las plantas en el vivero. El material era dividido en 2 lotes, uno era plantado al día siguiente en campo de fructificación, en Huelva, y otro era almacenado en cámara frigorífica durante una semana a una temperatura de 3°C, para recibir un suplemento de horas-frío adicional inmediatamente antes de su plantación en el mismo campo de fructificación. Por tanto cada una de las 3 campañas había 6 tratamientos. De los resultados obtenidos se destaca que la producción precoz (hasta 31 de Marzo) de "Chandler" es mayor conforme es menor el número de horas-frío acumulado en vivero, y ello dentro del intervalo 71-200 horas (<7°C); la misma tendencia se pone de manifiesto en la producción final aunque con menor intensidad. Estos resultados parecen mostrar que la inducción floral en "Chandler" podría estar más condicionada por el acortamiento del fotoperíodo que por los cambios fisiológicos producidos en la planta por el termoperíodo; sin embargo el modelo de respuesta tridimensional similar al propuesto por Durner et al. (1986), tratando de ligar el efecto de horas-frío y fotoperíodo resulta ser en este caso no significativo. Aunque estos resultados no permiten confirmar la mayor influencia del acortamiento de fotoperíodo que del temoperíodo en la inducción floral (y posteriormente en la producción) en la variedad "Chandler", si están en la misma línea de los encontrados en trabajos anteriores (D´Anna y Accardi, 1991; Faedi et al., 1986), resaltando la poca exigencia de horas-frío en vivero de la variedad "Chandler". Estas bajas necesidades de horas-frío pueden explicar el hecho de que las plantas multiplicadas en viveros a nivel del mar funcionen con éxito (Castell et al., 1990), incluidos los de la zona de Huelva (López-Aranda et al., 1990c). Sin embargo, de acuerdo de nuevo con Castell et al. (1990), respecto a la calidad de los frutos, medida como porcentaje de 1ª categoría en relación con la producción final, los resultados muestran que los tratamientos con mayor acumulación de horas-frío (<7°C) presentaban los mayores porcentajes de 1° tanto en cosecha precoz como en producción final. Además, resultados agronómicos (López-Aranda et al., 1994a) en "Chandler" del mismo origen y sistema de multiplicación difieren en perjuicio del material procedente de viveros a nivel del mar frente a viveros de altura. Respecto a las observaciones relativas al aporte adicional de frío en cámara frigorífica antes de la plantación, los resultados evidencian con claridad que no mejora la producción ni precoz ni final; estos resultados están en contra de la opinión de Hennion y Bardet (1992), ya que la planta fresca-refrigerada de "Chandler" no parece mejorar sus condiciones de productividad respecto a material en similares condiciones de vivero que no pasaron por almacenamiento frigorífico previo al trasplante.

Universidad de Huelva 2009

8.4.- Necesidades agronómicas del cultivo.

8.4.1.- Fertilización.

La fertilización de la fresa, como la de cualquier otro cultivo, tiene como finalidad aportar al suelo, o a la planta directamente, aquellos nutrientes esenciales que las raíces no pueden absorber del suelo en la cuantía necesaria para conseguir un estado nutritivo de la planta adecuado (Pomares, 1993). Las cantidades de elementos nutritivos que la fresa consume para su desarrollo vegetativo varían enormemente según las condiciones de cultivo y según los autores. En la Tabla 7.-AD se aporta un resumen de extracciones de nutrientes en el cultivo de la fresa.

Tabla 7.-AD. Extracciones de nutrientes (Kg./ha) en el cultivo de la fresa.

Referencia	N	P_2O_5	K_2O	MgO	Nivel de producción (Tm./ha)
Sitta, 1978	108	70	190	-	-
Laumonnier, 1979	40	96	174	-	-
Tesi, 1980	186	72	300	-	20-25
Albregts y Howard, 1980	59	22	76	13	20-25
Branzanti, 1985	107	71	192	-	-
Domenech y Pijoan, 1987	225-275	80-100	280-320	80-120	50-80
Roudeillac, 1987	55-75	22,5-37,5	100-120	10-12	25
Roselló, 1990	113-154	42-46	133-213	46-55	38-55
Silva, 1996	42	7,4	54,5	-	40

De estas cifras, procedentes de un número representativo de autores, cabe destacar el mayor consumo de potasio (K_2O) que las plantas de fresa realizan en comparación con los otros elementos minerales, consumo que en algunos casos se aproxima al doble del de nitrógeno. Así pues, el equilibrio de extracción de nutrientes propuesto por Roudeillac (1987) es: 1 N- 0,5 P_2O_5- 1,5 K_2O- 0,2 MgO. Por otra parte, es de destacar el escaso consumo de fósforo (P_2O_5). Estas cantidades deberán ser incrementadas de cara al establecimiento de un programa de abonado, teniendo en cuenta el que no todos los elementos suministrados estarán disponibles para las plantas en su totalidad, pues pueden ser lavados por el agua de riego o quedar bloqueados en el suelo (Maroto, 1988).

Universidad de Huelva 2009

En España, en una serie de experiencias realizadas hace tiempo en la Estación Experimental "La Mayora" en Algarrobo-Costa (Málaga), sobre la fertilización del cultivo del fresa, se obtuvieron los mejores resultados productivos en plantaciones estivales con la aportación global de 678 UF de N/ha., aplicadas fraccionadamente a lo largo de todo el cultivo; en plantaciones otoñales las producciones más elevadas se obtuvieron con la aplicación global de 414 UF de N/ha, distribuidas también fraccionadamente. En estos ensayos no se constató un incremento en la producción con las aportaciones crecientes de fósforo (P_2O_5). Sin embargo, si se encontró sinergismo N-K_2O, observándose una mayor producción en plantaciones estivales cuando se aplicaba la dosis óptima de N (678 UF/ha) junto con 240 UF de K_2O/ha. (Casado y Hernando, 1976a, 1976b).

Según Torres (1985) el abonado de la fresa debe comenzar 25-30 días después de plantar, evitando en muchas ocasiones un excesivo abonado de fondo que puede repercutir gravemente en el cultivo por un exceso de salinidad en el suelo, al cual la fresa, como ya se ha citado, es muy sensible. Por su parte, Branzanti (1985) fija la formula de abonado mineral en 150-200 UF de N 90-180 UF de P_2O_5 y 270-400 UF de K_2O por ha. Por otra parte, Salas y Flores (1985) señalan unas necesidades totales para una plantación de 70.000 plantas/ha, de 250-300 UF de N, 75-100 de P_2O_5 y 300-400 UF de K_2O; de este total, el 30% se aplicaría de fondo comenzándose a aportar el resto a partir del momento en que la planta esté bien enraizada; en una línea parecida, Verdier (1987), para densidades de plantación de 70.000-80.000 plantas/ha señalaba unas necesidades de 250-300 UF de N, 125-150 UF de P_2O_5 y 400 UF de K_2O, de las cuales aproximadamente el 50% se aportarán de fondo.

Orihuela (1995), a partir de un trabajo de campo consistente en el encuestado de un número representativo de agricultores de la zona productora de Huelva, observó los valores reales que en la práctica se usaban en Huelva y estos oscilaban entre 227 UF de N, 125 UF de P_2O_5 y 205 UF de K_2O por ha para el valor más bajo, y 536 UF de N, 237 UF de P_2O_5 y 420 UF de K_2O por ha, para el valor más alto; obteniéndose una media de: 341 UF de N, 161 UF de P_2O_5 y 385 UF de K_2O por ha; para dicho autor estas cifras de abonado suponen que se estaría aplicando un 70% más de nitrógeno, un 46% más de fósforo y un 24% más de potasio de lo que sería aconsejable en ésta zona de cultivo.

Universidad de Huelva 2009

En cualquier caso, con independencia de la formula de abonado utilizada, es necesario indicar aquellos momentos en los que la planta absorbe una mayor cantidad de elementos minerales, forma de incorporación y método más conveniente para aportar los nutrientes.

La absorción de elementos minerales por las plantas de fresa tiene lugar principalmente en dos períodos: a final de verano-principios de otoño, coincidiendo con la iniciación floral y la acumulación de reservas en las raíces, y en primavera, cuando, coincidiendo con una caída de las reservas de la raíz, tiene lugar la floración y la fructificación (Zuang, 1982).

Al margen de lo reseñado, es necesario también hacer unas consideraciones sobre los tipos de abonados más convenientes que hay que utilizar en el cultivo de la fresa. El propio Zuang (1982) basándose en experiencias realizadas en Estados Unidos, citaba para el nitrógeno que los mejores resultados se han obtenido con abonos de lenta liberación, con los que se consigue mínimas perdidas por lixiviación y una mayor disponibilidad para la planta. En cualquier caso los sulfatos han dado mejores resultados que la urea cuando se utilizan estos tipos de abonos. El mismo autor indica que la forma del nitrógeno dependerá también de pH del suelo. En pH elevados se utilizarán formas más amoniacales y en pH ácidos nitratos.

En trabajos de campo realizados en Florida, el potasio incrementó el rendimiento de las plantas de una manera lineal hasta la dosis de 150 UF/ha (Albregts y Howard, 1986). Por su parte, Zuang (1982) afirmaba que el potasio debe ser aplicado excluyendo la forma de cloruro, señalando explícitamente que la fresa es sensible al cloro. En todo caso, a la hora de la aplicación de abonos en el cultivo de la fresa, se recomienda no pasar la dosis de 250 kg./Ha. de abono por aplicación con el fin de no producir daños al sistema radicular de la planta por exceso de salinidad (García, 1984).

May y Pritts (1990) han señalado que el nitrógeno supone entre un 2-4% del peso seco total de la fresa. Las plantas pueden absorber dicho elemento de forma nítrica o de forma amoniacal, y ocasionalmente como N inorgánico. Al ser absorbido como nitrato se reduce rápidamente a forma amoniacal por acción de la nitrato reductasa y de la nitrito reductasa. Tiene un papel esencial en el desarrollo vegetativo, en la floración y en la fructificación. Su nivel empieza a decrecer a partir del momento en el que se inicia la

Universidad de Huelva 2009

producción. Los niveles foliares en hojas deben estar entre el 2 y el 2,8% (Ulrich, 1980) y se consideran críticos por debajo de 0,4%; precisamente con estos valores tan bajos se aprecian los síntomas de deficiencia que se expresan con un amarilleamiento de las hojas más viejas asociado a un enrojecimiento marginal que poco a poco se va extendiendo a toda la hoja.

El exceso de nitrógeno puede originar problemas en la fecundación, se favorece el ataque de *Botrytis spp.* (Zuang, 1982), se incrementa el desarrollo de hongos como *Phytophthora fragariae* y *Mycosphaerella fragariae* (Hernando y Casado, 1972, Casado y Hernando, 1976a), se incrementa el desarrollo vegetativo que está ligado con la inducción floral; de tal manera que un exceso de nitrógeno puede provocar una influencia desfavorable sobre la productividad y la precocidad de los frutos (Voth et al., 1967), siendo este efecto más negativo en suelos alcalinos que en suelos ácidos (Branzanti, 1985). Este mismo autor atribuye al exceso de nitrógeno una escasa coloración en el fruto así como un retraso en la maduración y una menor resistencia y consistencia del mismo que repercute en el transporte de manera evidente; además provoca, igualmente en el fruto, una disminución del contenido de azucares y una reducción en la acidez. Zurawicz y Stushnoff (1977) afirmaban que un exceso de nitrógeno puede producir también una menor resistencia de las plantas al frío invernal.

El potasio es el catión más abundante en los tejidos de las plantas y está implicado en una serie de procesos importantes como son: las regulación osmótica, la extensión celular, el movimiento estomático, la activación de determinadas enzimas, la síntesis de proteínas, el transporte de fotosintatos y es esencial en el transporte de nitratos (May y Pritts, 1990); se encuentra en alta concentración en el floema (cerca de 10mM) y es el elemento mineral más abundante en el fruto de fresa donde además juega un papel importante en el aspecto cualitativo en tanto que participa positivamente en la coloración de los frutos, en el contenido en azúcares, en el ratio azúcares/ácidos además de aumentar la resistencia a heladas, a la sequía y a enfermedades fúngicas. Se consideran valores óptimos en hoja aquellos que están entre 1,5% y 2,5%, estableciéndose como valor crítico el 1%. Por debajo del 0,5% se ponen de manifiesto claramente los síntomas de deficiencia que se concretan en un decrecimiento del área foliar, una bajada del ratio de fotosíntesis, un incremento del ABA ligado a un aumento del proceso de senescencia, una bajada de la conductancia estomática, un pobre desarrollo de los frutos, una mayor susceptibilidad a la salinidad y en definitiva un decrecimiento de cosechas (May y Pritts, 1990). A nivel

Universidad de Huelva 2009

foliar, los síntomas surgen como un ennegrecimiento del nervio central y de los márgenes de la hoja que poco a poco va progresando hacia el interior de la misma; por otra parte, un exceso en potasio provoca problemas para la absorción de otros cationes como son el caso del magnesio, calcio y zinc, a la vez que provoca un decrecimiento por desplazamiento del nitrógeno (Ulrich, 1980).

El fósforo es absorbido por las raíces normalmente como $H_2PO_4^-$ y, normalmente, cuando entra en la planta no es reducido sino que se incorpora rápidamente a los distintos compuestos orgánicos. El fósforo juega un papel muy importante en los procesos relacionados con la transferencia de energía, además de tener una no menos importante función como elemento estructural. El fósforo influye en la producción de la fresa, en el desarrollo de las semillas del mismo, así como un incremento del mismo está relacionado con un aumento de las citoquininas que activan la floración. La absorción por parte de la planta se relaciona con el desarrollo del sistema radicular y sobretodo de las raicillas secundarias, además de por la presencia de micorrizas que desempeñan una misión muy a tener en cuenta en la entrada en la planta de este elemento de muy baja movilidad, y que, en general, se encuentra en muy baja concentración en el suelo. Los niveles, en hoja, para un crecimiento normal en la fresa están en el rango 0,25-0,40% del peso seco de la planta; el nivel crítico se sitúa en el 0,07% y por debajo de este valor la planta empieza a expresar visiblemente síntomas de deficiencia, que se concretan en un enrojecimiento intervenal generalizado que se hace especialmente patente en el envés de la hoja. En el suelo tiene un estrecho margen de pH para ser asimilado, de tal manera que a pH>7 precipita como fosfato cálcico y a pH<5,3 precipita como fosfato de hierro o aluminio (May y Pritts, 1990; Ulrich, 1980; Verdier, 1987). Zuang (1982) señalaba que una deficiencia de fósforo provoca un retraso en la maduración, una disminución en la tasa de crecimiento y por consiguiente una reducción de la cosechas con una menor calidad de frutos, fundamentalmente debido a problemas en el cuajado de los aquenios. Un exceso de este elemento está relacionado con carencias de cobre, zinc y hierro.

Según May y Pritts (1990), el magnesio juega un papel esencial como elemento central de la molécula de clorofila, así el 25% del magnesio de una hoja forma parte, exclusivamente, de la molécula de clorofila. El magnesio también participa en la unión de las subunidades de los ribosomas implicados en la síntesis de proteínas, controla el pH celular y participa como activador de enzimas relacionados con la bioenergética celular. La concentración en raíz de magnesio, en la fresa, esta negativamente relacionada, con la

Universidad de Huelva 2009

temperatura, y en suelos con pH extremos o con un alto contenido en potasio puede verse dificultada su absorción. Los niveles en hojas adecuados están entre el 0,3% y el 0,5%. Su deficiencia provoca necrosis en hojas y bajada de rendimientos mientras que su exceso está relacionado con carencias de calcio o potasio.

Igualmente, según May y Pritts (1990), el calcio, el quinto de los elementos más importantes en el cultivo de la fresa, está implicado en funciones vitales a nivel celular; a saber: mantiene la integridad de la membrana celular, así como su permeabilidad, participa en la pared celular como elemento estructural de cohesión entre las moléculas de arabinanos y galacturonanos, regula el crecimiento y desarrollo del tubo polínico, está relacionado con la síntesis de amilasa, enzima íntimamente relacionada con la senescencia del fruto, tiene que ver con la extensión celular y también con procesos de activación de complejos enzimáticos de membrana y de transporte de iones. En las raíces, cuando existe un alto contenido de iones amonio en el suelo, la concentración de calcio se ve severamente reducida apreciándose, además en esta situación, una nula respuesta a la temperatura, justamente lo contrario que ocurre cuando en lugar de amonio nos encontramos con suelos con alto niveles de nitrato, donde el calcio entra fácilmente a la raíz y se da una respuesta positiva a la temperatura. Los valores en hojas que se estiman óptimos son aquellos que se encuentran entre el 0,7% y el 1,7%, sobre peso seco. La deficiencia de calcio, en la fresa, provoca una reducción del crecimiento de los tejidos meristemáticos, apreciándose una necrosis característica en las hojas más jóvenes; además se observa una bajada en la consistencia de los frutos. Su exceso, provocado habitualmente por una alta concentración de carbonatos cálcicos, induce graves problemas de absorción a elementos como el fósforo, el potasio o el hierro.

8.4.2.- Riego.

La fresa es una planta exigente en agua, especialmente en el período de diferenciación floral y en el de desarrollo de flores y frutos (Blasse et al. 1984). La estimulación del botón floral depende más de la frecuencia de riego que de la lámina de agua aplicada (Kramer et al., 1984). Diversos autores citan la respuesta positiva de la producción al riego (Cannel et al., 1961; Locascio y Myers, 1975; Locascio et al., 1977; Blatt, 1984; Gehrmann, 1985; Serrano et al., 1992; Mannini y Gallina, 1994). Para la variedad "Chandler", Serrano et al. (1992) observaron que la producción máxima fue obtenida cuando el potencial mátrico en el suelo estaba alrededor de –0.04 MPa y que en

Universidad de Huelva 2009

situaciones de entre –0.03 y -0.07 MPa, se detectaba un decrecimiento en el área foliar que conllevaba una bajada en la producción; igualmente se produce una disminución del peso medio de los frutos y del número de frutos; las mismas tendencias fueron observadas en la variedad "Korona" (Mannini y Gallina, 1994; Yasuba et al., 1995; Gehrmann, 1985).

El déficit hídrico reduce el número de hojas y de frutos, así como el contenido de materia seca de la parte aérea. La relación raíz/parte aérea no se ve afectada por lo distintos niveles de agua en el suelo, aunque sí se observa que en situaciones de suelo a capacidad de campo, hay una mayor evapotranspiración debido a una mayor área foliar, a una mayor disponibilidad de agua y a una menor resistencia estomática (Iuchi, 1993). Gehrmann (1985) afirmaba que en situaciones de estrés hídrico puede haber una maduración prematura del fruto, dando como resultado frutos de pequeño tamaño.

Por otro lado la fresa es también sensible al exceso de agua, sobretodo a la prolongada saturación del suelo. En el caso de excesos de agua en períodos cortos se da una adaptación estructural de las raíces implicadas más directamente en la absorción, las cuales son sustituidas por otras raíces más cortas y más espesas. Las raíces de absorción formadas en condiciones de buena aireación del suelo son más sensibles al exceso de agua que excluye el aire, siendo este problema más agudo en suelos pesados y en condiciones de elevadas temperaturas (APS, 1987).

Rotem y Palti (1969) señalaban que los altos niveles de humedad en el suelo favorecen, principalmente, a los patógenos dependientes del agua para la diseminación de sus esporas. La tolerancia a niveles bajos de oxigeno varía de unos microorganismos a otros; así *Pythium spp.* es tolerante a bajos niveles de oxigeno, mientras *que Rhizoctonia solani* es exigente en oxigeno para su crecimiento.

Haberland (1996) afirma que la frecuencia con la que se debe reponer la lámina de agua es función de la capacidad de retención del suelo y de la demanda evaporativa generada por la atmósfera. Los métodos más usuales para determinar la frecuencia de riego se basan en la medición del contenido de agua del suelo o en la estimación de la evapotranspiración de la superficie cultivada; en el primer caso el contenido de agua puede ser determinado directamente haciéndose un muestreo en el suelo a una profundidad adecuada (de 15 a 30 cm), determinándose el contenido de agua en el suelo

Universidad de Huelva 2009

en base al peso seco después de secar la muestra en estufa; este método pese a ser una medida exacta, es puntual y engorrosa de llevar a cabo en cultivos comerciales. Otra forma de medir el contenido de agua del suelo es determinar la tensión a la cual se encuentra retenida ésta por las partículas del suelo, ésta medición se realiza con un instrumento denominado tensiómetro, que para el caso de la fresa se instalan en baterías de 2 a distinta profundidad, uno a 20-30 cm y otro a 40-50 cm. Según el mismo autor, Haberland (1996), se pueden emplear distintos métodos de riego para la fresa; en primer lugar cita el riego por surco, consistente en hacer escurrir agua por surcos vecinos a cada hilera de plantación, de modo tal que el agua se infiltre en el suelo y así permita reponer la lámina de agua requerida.

Otro es el riego por aspersión consistente en la aplicación del agua sobre una superficie de tal modo que simule una precipitación; éste método de riego no es de uso corriente en la fresa, aún cuando se usa en viveros y en las fases iniciales (10-14 días) de las plantaciones para fruto en la grandes áreas productoras del mundo, Florida y California (Galletta y Bringhurst, 1990) y Huelva (Verdier, 1987); también en algunas zonas, como es el caso de Brasil, según De Matos (1998), el riego por aspersión es utilizado casi en la totalidad del área cultivada de fresa a lo largo de todo el cultivo, con lo que se propician condiciones favorables al desarrollo y diseminación de hongos y bacterias.

El tercer método de riego que Haberland (1996) cita es el riego por goteo, riego de alta frecuencia que ha tenido un enorme desarrollo en los últimos 20 años, basado en la localización del agua gota a gota, por parte de los emisores, justo en la base del tallo, este método permite reponer la lámina de agua en cualquier momento. Este tercer método es usado por los productores en California y Florida y su papel como sustituto del riego por aspersión, hasta entonces el método utilizado, ha sido muy importante debido a la racionalización del uso del agua (se economiza entre un 67% según Locascio y Myers, 1975 y un 70% según Albregts et al., 1996b), control de la salinidad, aumento de la productividad y aumento del tamaño de los frutos (Voth y Bringhurst, 1990; Albregts et al., 1996b; Voth, 1972). En Huelva, igual que en Florida y California, el riego por goteo es el usado por los productores, con las diversas variaciones existentes en lo que a sistemas se refiere, así se utilizan básicamente el sistema T-Tape y Viaflo (Verdier, 1987). Por otro lado según el mismo autor el gasto estimado es de 3.000 a 4.000 m^3 por hectárea y año.

Universidad de Huelva 2009

8.5.- Antecedentes históricos.

8.5.1.- Reseña histórica.

La fresa es una planta conocida desde la antigüedad. Se sostiene que su centro de origen podría ser lo que hoy día es Sri Lanka (Ceilán), cuando Europa, Asia y América formaban una sola masa continental. Pero las primeras noticias fidedignas que se tienen son del tiempo de los romanos, grandes consumidores de fresas, que plantaban bajo los árboles frutales en sus fincas; la consideraban un manjar exquisito y la comían con miel, leche o requesón. Autores como Darrow (1966) y más recientemente Giambanco (1997) han profundizado particularmente sobre la temprana historia de este cultivo.

Algunos escritores romanos tan conocidos como Cato (239-149 a.C.), Virgilio (70-19 a.C.), Ovidio y Plinio el Viejo (27-79 d.C.) citaron a las fresas como plantas muy apreciadas por el sabor y la fragancia de sus frutos e incluso el mismo Virgilio en "Las Geórgicas" expone los conocimientos botánicos y agrarios de la época sobre la fresa de bosque (Wilhelm y Sagen, 1974; Giambanco, 1997). En su historia natural, Plinio el Viejo en su libro XXI listaba "Fraga" (el fruto de la fresa) como uno de los productos naturales de Italia. Más tarde, el naturalista Apulio Bárbaro (siglo IV d.C.) cita ciertas virtudes terapéuticas de las fresas (Giambanco, 1997) que 8 siglos después, en el siglo XII, continuaban siendo de interés según observamos en la prescripción que hace el médico Nicolás de Alejandría (Nicolás Myrepsus), recomendando una infusión de hojas de fresas para la neumonía pulmonar (Darrow, 1966; Wilhelm y Sagen, 1974).

En Francia, en el siglo XIV, en el jardín real del Louvre, durante el reinado de Carlos V (1337-1380), el jardinero Jean Dudoy plantaba mas de 1.200 plantas de fresa (Darrow, 1966), que obviamente no debieron ser destinada para usos estrictamente medicinales (López-Galarza y Maroto, 1987); como lo testifican la costumbre de las damas de la nobleza de hacer traer a los campesinos fresas que comían con crema o nata de leche, endulzándolas con azúcar o miel (Giambanco, 1997). Fueron también famosos en el siglo XIV los jardines de Marguerite de Flandre, duquesa de Burgundy, cerca de Dijon, por el cultivo de fresas que había en ellos (Darrow, 1966; López-Galarza y Maroto, 1987). Todas estas fresas sin duda pertenecían mayoritariamente a la especie *Fragaria vesca L.* o fresa de los bosques, partiéndose para su cultivo de estolones silvestres que

Universidad de Huelva 2009

serían trasplantados en huertos familiares para su consumo (López-Galarza y Maroto, 1987), circunstancia ésta también confirmada por Giambanco (1997). Probablemente, además de *Fragaria vesca L.* podría incluirse, aunque en menor medida, a *Fragaria moschata* Dusch. como la otra especie cultivada en los jardines.

En el siglo XIV, igualmente, Francesc d 'Eiximenis en su obra "El régimen de la cosa pública" hace mención entre las especiales bellezas del Reino de Valencia, a la existencia en las montañas valencianas, entre otras plantas preciosas aprovechadas por el hombre, una especie herbácea denominada "fragasta" que no eran otras que las fresas o alguna planta relacionada directamente con ellas (López-Galarza y Maroto, 1987). Esta referencia no coincide con la afirmación que Giambanco (1997) hace acerca del desconocimiento de la fresa en España a principios del siglo XVI, cuando a propósito del encarcelamiento de Francisco I de Francia, hecho prisionero en la Batalla de Pavia (1525), señala que éste solicitó le fueran traídas fresas de Francia, ya que en España aún no se le conocían. En el mismo siglo XVI hay constancia de la existencia de variedades reflorecientes de *Fragaria vesca* L. en Europa, alguna de las cuales no formaban estolones, como la descubierta a pie de los Alpes, en Grenoble en 1660, de cuya selección procede, probablemente, la variedad "Reina de la Cuatro Estaciones" (Folquer, 1986).

Además de estas fresas propias del continente europeo, tras el descubrimiento de América, se conocieron otras a través de las sucesivas expediciones (López-Galarza y Maroto,1987); así el padre Gregorio Fernández de Velasco descubrió los fresales de Chile, a cuyos frutos bautizo con el nombre de "fresas aquitenses" o "frutillas", nombre que aún persiste en los países de Hispanoamérica (Giambanco, 1997).

Según Wilhelm y Sagen (1974), Hariot, asesor científico de la primera expedición inglesa al continente americano, en sus anotaciones sobre las tierras de Virginia, señalaba que los frutos de las fresas existentes en aquellas tierras eran tan buenos y tan grandes como las cultivadas en Inglaterra. Es presumible que al regreso de esta expedición se introdujeran plantas de fresa americana no sólo en Inglaterra sino también en Francia, Holanda y Suecia, plantas que, más tarde, en 1766, serían denominadas por Duschesne como *Fragaria virginiana*.

Además de la *F. virginiana* Duch. existía otra especie octoploide, en el continente americano, que se extendía por toda la costa del Pacífico desde Alaska hacia el sur

Universidad de Huelva 2009

llegando a California y continuaba su distribución por las praderas de Argentina, montañas de Hawai y sobretodo por las costas de Chile, en los Andes (Galletta y Bringhurst, 1990). Esta era una especie, como la Virginiana, de grandes frutos, conocida y utilizada por los indios Mapuches del sur de Chile, en concreto de la zona de Concepción, y cultivada por ellos antes de la llegada de los españoles en el siglo XVI (Lee, 1966 citado por Galletta y Bringhurst, 1990). Se la denominó *Fragaria chiloensis* Duch. y fue introducida, en 1557, por los españoles en Perú (Galletta y Bringhurst, 1990). La historia de la introducción de la especie F. *chiloensis* ha sido documentada entre otros autores por Darrow (1966).

En Agosto de 1714 llegaron a Europa, en concreto a Marsella, las primeras plantas de *Fragaria chiloensis* Duch. de la mano de Amadée François Frézier, oficial de Luis XIV de Francia, que se hizo pasar por comerciante mientras espiaba y trazaba mapas de las pertenencias españolas a lo largo de las costas de Perú y Chile, durante el período que va desde Junio de 1712 a Febrero de 1714. Frézier llegó a Marsella con 5 plantas vivas de esta fresa chilena traídas desde Concepción, dos de ellas se las dio a Roux de Vallone, el jefe de cargamento del navío, quien había autorizado la aplicación de agua a las plantas para mantenerlas vivas durante los 6 meses que duró el viaje desde Chile. De las tres restantes, Frézier se quedó con una, le dio otra al botánico Antoine Jussieu, que trabajaba en el Jardín Real de Paris, al servicio de Luis XIV y la última de ellas se la dio a Peletier de Souzy su superior en Brest (Galletta y Bringhurst 1990). Desde Paris, con el tiempo, se distribuyó la fresa chilena a jardines botánicos y hortícolas de Holanda, Inglaterra, Bélgica y Alemania. Desde su introducción se vio su deficiente fructificación y se observó que a pesar de sus frutos grandes estos, en muchas ocasiones, eran deformes (Galletta y Bringhurst, 1990).

Hoy resulta conocido que dentro de la especie *Fragaria chiloensis* Duch. existen formas masculinas, femeninas y bisexuales; según Wilhelm y Sagen (1974), es posible que Frézier introdujera sólo formas femeninas que tienden a ser estériles, pero que en determinadas condiciones de cultivo, sobre todo las primeras flores, pueden producir polen y fructificar normalmente. En Brest, y en especial en la cercana comunidad de Plougastel, los jardineros descubrieron que la esterilidad de la fresa chilena podía ser superada por la polinización cruzada, colocando plantas de *F. virginiana* Duch. y *F. moschata* Duch. entre plantas de *F. chiloensis*; de esta manera la famosa fresa de Bretaña pasó de ser una fruta pura de *F. chiloensis* Duch. a ser un híbrido entre ella y la *F.*

Universidad de Huelva 2009

virginiana Duch. (Wilhelm y Sagen, 1974). Estos mismos autores señalan que fue Philip Miller, del Chelsea Physic Garden, el primero en reconocer la superioridad de la nueva fresa. En 1740, diez años antes de que se constatara en Brest la mejora obtenida, escribió Miller que esta nueva planta era muy estimada por su firmeza y sabor agradable. Duschesne, en 1766, constató que a pesar de su mayor capacidad productiva, las plantas de la nueva fresa perdían otras cualidades como el tamaño de fruto y la calidad (Darrow, 1966). Sin embargo, el propio Duchesne, en su libro Historia Natural de las Fresas, publicado en 1766, nombra a este híbrido como fresa ananas y poco después la clasifica como *Fragaria x ananassa* Duch.. Duchesne decía que era un híbrido de la fresa chilena y de la fresa de Virginia, apoyando su teoría en que poseía caracteres intermedios entre ambas, esto es, la nueva fresa conjugaba las características de frutos grandes y vigor propio de la *F. chiloensis* Duch. con un mayor número de flores cuajadas y una mayor firmeza de frutos, cualidades típicas de *F. virginiana* Duch.; además había comprobado personalmente que ambas eran cultivadas juntas.

Esta hipótesis fue apoyada dos años más tarde por Duchamel de Monceau, y aunque rebatida hasta finales del siglo pasado por Henri Vilmorin e incluso por Richardson, debe señalarse que hoy en día es considerada como cierta (Arulsekar y Bringhurst, 1983). Muchas variedades de este híbrido fueron apareciendo desde entonces. La primera variedad híbrida de fresa de la que se tiene referencia fue "Hudson", que aparición en un jardín de Rhode Island en 1780, cultivándose durante más de un siglo (Wilhelm y Sagen, 1974).

A principios del siglo XIX, T.A. Knight, presidente de la Royal Horticultural Society de Inglaterra fue quien dio el gran impulso a los trabajos de hibridación entre *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana*, que dieron como resultado la aparición de las variedades "Elton" y "Dawton", entre otras (Darrow, 1966; Folquer, 1986). Hacia finales del siglo XIX, los franceses, intensificaron los trabajos de hibridación de fresa, obteniendo, con el tiempo, las variedades "Doctor Morere" y "Madame Moutot" (Folquer, 1986). Millartet en Burdeos inició lo trabajos de hibridación con distintas especies del género *Fragaria* en 1880; estas líneas de trabajo fueron continuadas por Strasburger en Alemania (1909) y por Logley, East y Yarney, entre otros, en Estados Unidos citados por Folquer (1971).

Universidad de Huelva 2009

precoz), "Ostara", "Hella", así como otras variedades de producción tardía como "Bounty", "Korona" y "Hiku". En concreto las variedades más utilizadas en Suecia y Noruega además de "Senga Sengana" son: "Zephyr", "Korona", "Honeoye", "Dania" y "Bounty". "Elsanta" ha sido recientemente introducida (López-Aranda y Medina, 1996). Se usan sistemas tradicionales de cultivo. Las variedades deben adaptarse a inviernos muy fríos, normalmente con cubierta de nieve y veranos cortos y frescos. En los países nórdicos se suele plantar en Mayo como planta verde. La producción comienza a mediados de Junio en el sur (Dinamarca y sur de Suecia) y finaliza a primeros de Septiembre en el norte, en las proximidades del circulo polar ártico con las primeras heladas otoñales. El sistema "pick your own" ha aumentado, así en Suecia supone más del 25% del comercio (López-Aranda y Medina, 1996).

A modo de resumen en la Tabla 9.-AD se muestran los resultados productivos a lo largo de los últimos cuarenta años en los países europeos más significativos.

Tabla 9.-AD. Producción europea de fresas en miles de Tm./año (FAO, 2002).

Tm./año (x1000)	AÑO								
	1961	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2001
Alemania	27146	47431	43069	53306	66981	83425	73973	68780	100000
Austria	5000	6500	7563	8544	12309	15390	13605	13750	19651
Bulgaria	52229	17034	31488	15337	22438	10859	18849	7517	10000
Bélgica	22225	27240	35000	22400	23500	23230	34000	40000	48000
Dinamarca	6100	10774	10692	9084	7893	8337	9000	9000	3500
España	8762	6035	10500	27200	98700	163500	206500	285500	325500
Finlandia	3100	3200	3000	3980	6120	10296	10722	8600	12000
Francia	56040	59470	64930	73441	80628	91100	87000	79735	63400
Grecia	2878	5390	5532	7965	13625	8481	8592	9350	9000
Hungría	9100	10962	21489	17153	20653	16399	15711	11600	7000
Italia	46321	57168	93601	134000	225000	164782	188266	190100	180915
Noruega	4056	6415	12690	15782	20172	18322	16000	15473	7690
Holanda	29611	34097	30373	19200	19000	17400	32000	34000	50000
Polonia	26300	141700	93800	159595	179816	211901	241284	211271	238174
Portugal	660	1000	1490	2400	2300	1800	2500	2500	2500
Reino Unido	35054	34139	44909	45200	53400	53234	52302	41900	34900
Suecia	0	0	0	0	0	0	11000	11100	11100
Suiza	2500	2500	3300	2300	3500	5030	6972	8931	8200
Turquía	6400	6500	9700	16200	23000	33500	51000	76000	110000

Universidad de Huelva 2009

8.5.4.- La fresa en España.

En España debieron cultivarse fresas seleccionadas o mejoradas procedentes de la fresa de los bosques, *Fragaria vesca* L. y seguramente se introdujeron variedades de fresa procedentes de Francia. Ahora bien, las propias limitaciones de conservación y transporte de la fresa, hizo que se cultivase de modo comercial solamente en zonas próximas a los grandes mercados, o bien para autoconsumo. Así, se pueden citar la zona de cultivo tradicional de Aranjuez, para el mercado de Madrid y la zona del Alt Maresme, para el de Barcelona (Castell, 1995). La opinión de Giambanco (1997) es coincidente con la de Castell (1995) al afirmar que el rey Felipe V, nieto de Luis XIV, plantó fresas en los Jardines Reales de Aranjuez en 1710 procedentes de estolones de Versalles; además, en el mismo Aranjuez, el jardinero y botánico Claudio Boutelon, autor del "Tratado de la huerta" publicado en 1813 (Giambanco, 1997), explicaba el forzado del cultivo de la fresa en camas calientes y estufas.

El cultivo de la fresa con un interés más o menos comercial, con independencia de la presencia de *F. vesca* L. en determinadas zonas de sierra de nuestro país, parece confirmar su inicio a lo largo del siglo XVIII en opinión de Castell (1995) al afirmar que en la Comunidad Valenciana es en ese siglo cuando se introdujo, junto con las técnicas y variedades de las dos zonas anteriormente citadas: Aranjuez y Alt Maresme. Diversos autores del siglo XVIII (Cavanilles) y del siglo XIX (Cortés, Morales y De La Puerta) citados por Castell (1995) alabaron la importancia y bondad del cultivo en Valencia donde ya se realizaba a gran escala; particularmente en la comarca de La Valldigna.

En los años veinte la Comunidad Valenciana llegó a tener entre 200 y 250 ha de cultivo. A partir de 1936 el cultivo entró en un declive muy pronunciado, motivado por la Guerra Civil española y posterior Segunda Guerra Mundial, quedando reducido a la mínima expresión, entre 30 y 50 ha. En los años cincuenta la fresa valenciana tenía una gran aceptación por su precocidad y por su calidad siendo enviada a los grandes mercados nacionales (Madrid y Barcelona). A partir de los años setenta, el nuevo desarrollo económico provocó el resurgir del cultivo de la fresa en la Comunidad Valenciana, pasando de representar el 5,6% de la producción nacional en 1973 hasta el 40,87% en 1979. En 1981 la producción valenciana representaba el 36,20% de la nacional manteniéndose estabilizada hasta 1985. A partir de 1986 siguió un período de disminución con una drástica caída en 1990, momento desde el que no ha habido

Universidad de Huelva 2009

recuperación quedando reducido el cultivo, de modo testimonial, a dos zonas: la costera (Canals, Mogente, etc.) y la de Canal de Navarrés (Anna, Bolbaite, Navarrés, etc.) (Castell, 1995).

En Cataluña, la zona de producción ha permanecido ubicada desde los inicios del cultivo en el Alt Maresme, donde en los últimos años se producen entre el 75 y el 90% de la producción. Actualmente es una zona en franco declive, con menos de 400 ha, y con unas características propias condicionadas por ser una zona montañosa próxima al mar; así, el sistema de plantación se basaba en la colocación de macrotúneles en las laderas orientadas al sureste y que comportaban un coste realmente importante (López-Aranda y Medina, 1996).

Al margen de las regiones citadas, el cultivo de la fresa se realiza prácticamente, en el resto de las regiones españolas, pero con un irregular reparto. De hecho es muy poco importante, con superficies que no superan las 200 ha y con producciones menores de 3.000 Tm./año en el Norte (Asturias, Cantabria y País Vasco), Cuenca del Ebro (Navarra, Aragón y La Rioja), España Insular (Baleares y Canarias), Centro (Castilla-La Mancha y Madrid) y Extremadura. Por tanto, en un primer análisis, podríamos decir que tienen una cierta entidad (más de 200 ha y 3.000 Tm./año) las siguientes regiones o comunidades autónomas: Galicia, Castilla-León y Andalucía (una vez analizadas las dos comunidades que podríamos llamar "históricas": Cataluña y Valencia) (López-Aranda y Medina, 1996).

Galicia, con características agronómicas parecidas a la zona 5 de Rosati, ha mantenido una superficie de cultivo estabilizada entre 400 y 600 ha, con una producción muy variable, entre 5.000 y 11.000 Tm./año. La mayor parte de su producción es cultivo en secano, concentrado en los alrededores de La Coruña, con técnicas tradicionales de carácter plurianual y con destino al autoconsumo. Sólo un 25% es cultivo de regadío al aire libre y un 10% bajo plástico; la producción se destina al mercado regional. En Castilla-León, con inviernos muy duros, climáticamente podrían recordar la zona 4 de Rosati, se ubican más del 95% de los viveros españoles. Sorprende a primera vista una importante superficie cultivada, con tendencia claramente descendente desde 1.600 ha a principios de los 80 hasta menos de 1.000 ha en los últimos años; acompañadas de producciones muy pobres también descendentes a lo largo de los años desde un nivel de 6.000 Tm. hasta 2.500 Tm./año con unos rendimientos unitarios muy bajos (López-Aranda y Medina, 1996).

Universidad de Huelva 2009

En Andalucía, a la vista de las estadísticas, observamos que el cultivo está localizado de forma abrumadora en la provincia de Huelva y sólo cabría destacar la provincia de Málaga, con una superficie digna de destacar en los años 80 (223-276 ha) y la de Cádiz que, en la misma época, presentaba una superficie anual de algo más de 100 ha. Actualmente, Cádiz ha relanzado su superficie y presenta más de 450 ha de cultivo. Dada la peculiaridad del cultivo en la provincia de Huelva se analizará en el siguiente epígrafe. En la Tabla 10.-AD se muestran las superficies de cultivo, por provincia, en Andalucía desde 1982 (López-Aranda y Medina, 1996; Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía, 1999, 2002).

Tabla 10.-AD. Superficie de cultivo de fresa (hectáreas) en Andalucía.

Provincia	1982	1984	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Almería	29	64	30	5	39	0	0	0	0	0	0
Cádiz	119	103	123	89	84	0	5	2	12	460	210
Córdoba	8	7	20	0	0	29	0	12	30	25	15
Granada	20	30	15	60	25	20	25	2	20	20	20
Huelva	973	1.985	3.576	4.923	5.834	5.196	4.700	6.000	7.020	8.750	6700
Jaén	27	13	16	23	19	20	20	2	20	13	18
Málaga	276	245	249	223	117	85	60	2	5	5	0
Sevilla	4	0	0	7	4	80	40	2	32	145	125
TOTAL	1.456	2.447	4.029	5.330	6.122	5.430	4.850	6.022	7.139	9.283	7088

A nivel nacional, puede señalarse que la superficie de cultivo en España desde 1930 ha permanecido más o menos constante entre las 1.000 y 1.500 ha con producciones inferiores a las 4.000 Tm./año hasta 1960-1965 momento en que se produjo un pequeño período de relanzamiento que iba a servir como preámbulo a la subida paulatina de los años 70 y a la espectacular de la década de los 80 (López-Aranda y Medina, 1996). En la Tabla 11.-AD se aportan las producciones anuales españolas desde 1961 hasta la actualidad.

Universidad de Huelva 2009

Tabla 11.-AD. Producción española de fresas (Tm./año x 1.000) (FAO, 2002).

AÑO	PROD.	AÑO	PROD.	AÑO	PROD.
1961	8.762	1975	27.200	1989	255.900
1962	5.911	1976	31.300	1990	206.500
1963	5.740	1977	33.800	1991	181.100
1964	6.504	1978	50.700	1992	218.200
1965	6.035	1979	80.900	1993	261.400
1966	7.000	1980	98.700	1994	282.200
1967	8.370	1981	97.000	1995	285.500
1968	9.007	1982	92.700	1996	229.200
1969	9.184	1983	100.100	1997	273.734
1970	10.500	1984	141.000	1998	315.300
1971	10.300	1985	163.500	1999	367.700
1972	13.500	1986	189.500	2000	352.200
1973	17.400	1987	230.300	2001	325.500
1974	18.200	1988	226.300		

8.5.5.- Historia y evolución del cultivo de la fresa en Huelva.

En esta revisión bibliográfica general hemos pretendido hacer un particular esfuerzo de caracterización de los orígenes del cultivo de la fresa en la provincia de Huelva, tratando de aportar datos y vivencias obtenidos en su mayor parte en forma de comunicación personal de algunos de los mayores protagonistas de este fenómeno singular dentro de la agricultura andaluza. En efecto, los inicios del cultivo de la fresa en la provincia de Huelva están muy poco documentados y lo que más claramente se puede constatar es precisamente la falta de fuentes escritas del porqué, cómo, cuando y donde apareció el cultivo. Este último interrogante, el dónde apareció, probablemente sea lo único en lo que los pocos autores que trataron el tema están de acuerdo; así Salas y Flores (1985) y Verdier (1987) sostienen que fue en los términos de Moguer, Palos de la Frontera y Lucena del Puerto donde surgió el cultivo y desde dichos núcleos, con el paso del tiempo, se extendió a otras comarcas de la provincia.

Tomando como referencia Moguer, como pueblo de mayor actividad socio-económica y empresarial y más población a lo largo de finales del siglo XIX y primera mitad del siglo XX en la provincia de Huelva, Márquez (1992) y Moreno-Hinestrosa (1993) de manera exhaustiva repasan el aprovechamiento de la tierra, haciendo hincapié en los tipos de cultivos existentes y en la superficie empleada en cada uno de ellos a lo largo del período de la restauración (1874-1923). En ninguno de los años referidos por

Universidad de Huelva 2009

estos autores existe la más mínima referencia al cultivo de la fresa, por lo que podemos afirmar que hasta 1923 no se cultiva la fresa en Huelva, según los datos oficiales.

El gran impulsor del cultivo de la fresa en Huelva, Antonio Medina-Lama, de quien hablaremos más adelante, afirmaba en relación con la llegada de las primeras plantas de fresas a Palos de la Frontera y Moguer, que esto aconteció precisamente en 1923 (entrevista realizada en prensa diaria: Huelva Información, 10-11-1983). La idea más formada de cómo llegaron las primeras plantas de fresas a Huelva, más concretamente a las zonas de Moguer, Palos de la Frontera y Lucena del Puerto, tiene que ver con la tradicional costumbre de los antiguos viajeros de traer a casa semillas, plantas desconocidas o exóticas. En el caso de la fresa, se mantiene que llegó de manos de un soldado de la localidad de Moguer que, cumpliendo su servicio militar en Madrid, conoció el cultivo en Aranjuez y se trajo plantas, como curiosidad y poco más; a partir de ahí se fue conociendo más y se creó el interés por cultivar unas pocas plantas para autoconsumo.

Es conocido como desde los años 40 se cultiva en zonas húmedas como "El Molinillo" (a orillas del arroyo del mismo nombre) y en las proximidades del arroyo de Don Gil, dentro del término municipal de Moguer; igualmente en Palos de la Frontera se conocía el cultivo en la zona de "El Coto" (Leonardo-López, com. pers.). Medina-Lama sostenía en la entrevista de prensa citada que el lugar de procedencia del primer material vegetal de fresa cultivado en Huelva era Aranjuez. De la misma opinión es J.L. Gutiérrez (com. pers.), persona muy ligada al comercio exterior de este producto en la zona de Palos de la Frontera, saliendo al paso de diversas opiniones que mantenían, por un lado, que la presencia de la fresa era una consecuencia más de la colonización inglesa, tan importante en la provincia de Huelva, y que tuvo que ver con el desarrollo de las actividades mineras; y por otro, que ante la nula información existente, la llegada de los primeros estolones de fresas tuviesen que ver con las plantas que fueron traídas de América después del descubrimiento.

Ninguna de dichas opiniones tiene fundamento documental que lo sostenga. La realidad oral no va mas allá de referencias, como sostiene el propio Gutiérrez (com. pers.), que alcanzan a 1929, donde se dice que durante la Exposición Iberoamericana de Sevilla, hubo una serie de agricultores de Palos de la Frontera, entre ellos Antonio Robles ("Niño de la Plata") que hicieron su Agosto en primavera vendiendo fresas a los

Universidad de Huelva 2009

visitantes de la Exposición. Se sabe también de otro agricultor de Palos de la Frontera, José Hernández ("Sordo de Lucia") que, en 1936, se encontraba vendiendo fresas en Sevilla y le sorprendió el alzamiento militar del 18 de Julio; el agricultor aquejado de una aguda sordera, que tenía que ver con su apodo, se asustó al no entender lo que ocurría, de tal modo, que caminó hasta su localidad de origen (unos 100 km). Estas dos referencias orales que relacionan acontecimientos históricos con la vida particular de dos personas, nos permiten ir acotando las fechas que vieron surgir las primeras fresas en la provincia de Huelva, así como las épocas de recolección de las mismas (Gutiérrez, com. pers.; Medina-Lama, com. pers.).

El cultivo se mantuvo a lo largo de las décadas siguientes de manera estable, circunscrito a los términos municipales de Moguer, Palos de la Frontera y Lucena del Puerto. La variedad "Madame Moutot" era cultivada en condiciones de secano, en zonas húmedas y de manera continuada a lo largo de tres, cuatro o incluso más años. El establecimiento de nuevas plantaciones se llevaba a cabo tomando estolones de una parcela anterior y trasplantándolos a otra nueva; esta práctica con el tiempo acarreó la presencia de determinados tipos de virosis, que fueron enmascarando las características propias de esta variedad de fruto grueso, rojo, de muy buenas condiciones organolépticas y de poca consistencia. En cada pueblo se conocen determinados pagos en los que se estableció el cultivo, y generalmente están asociados a zonas húmedas que permiten el desarrollo del cultivo en épocas de poca lluvia. La planta se colocaba directamente en el suelo encima de un leve caballón precariamente construido, la densidad de plantación es muy inferior a las 30-40.000 plantas/ha, y los rendimientos muy pobres del orden de 2 Tm./ha. El período de recolección se extendía desde mediados de Abril hasta Junio o Julio, en función de la fecha de entrada en producción de la zona entonces de producción estival: Salamanca. El destino principal de la fresa era el mercado de Madrid y cumplía, en determinadas ocasiones, una función de sustitución de la fresa de Aranjuez, bien por una bajada en la producción, o bien por un aumento de la demanda; en cualquier caso era frecuente el que se comprasen en Madrid fresas de Huelva y, una vez enviadas a Aranjuez, fuesen cambiadas de envase, pasando a los propios de la localidad madrileña y vendiéndose, posteriormente, como fresas de Aranjuez. El transporte lógicamente se hacía sin refrigerar. Al margen del mercado de Madrid, lo habitual era el mercado local y el autoconsumo (Medina-Lama, com. pers.; Aguilar, 1985).

Universidad de Huelva 2009

El desarrollo del cultivo de la fresa en Huelva tuvo al final de la década de los cincuenta-principios de los sesenta, un punto de inflexión que tiene como nombre propio a la figura varias veces citadas de Antonio Medina-Lama. Abogado sevillano, natural de Pilas, de familia de clase media y sin contactos ninguno con la agricultura, que comenzó como abogado laboralista y conoció la agricultura por su afición por el Derecho Agrario. Medina-Lama llegó a la provincia de Huelva en 1958, tras dejar la abogacía, con el objeto de explotar una mina de turba existente en el término municipal de Moguer, concretamente en el paraje conocido como "Las Madres del Avitor" y con la ilusión de transformar aquella agricultura de subsistencia en una agricultura empresarial e innovadora. La relación con uno de sus socios, Manuel Chaves, experto en Edafología y gran conocedor del mundo de los carbones minerales jóvenes y su uso en la agricultura como elemento enriquecedor del suelo, potencia su decidida apuesta por la agricultura.

En entrevista personal Medina-Lama nos ha descrito que el desconocimiento que tenía de las ciencias agrarias lo empujó a leer mucho y a suscribirse a multitud de revistas; destacando de manera providencial dos textos que tuvieron una gran influencia en sus convicciones y decisiones sobre la agricultura. Uno de ellos fue un estudio sobre Economía, Agricultura y Humanismo, escrito por Pierre Viau, que describe una optimista visión de una nueva agricultura, integrada en la sociedad industrial, en una agricultura innovadora, racional y productora que sustituya la explotación tradicional, dominada por el empirismo y la autarquía. El autor se enfrentaba a la antigua concepción de empresa familiar como sinónimo de pequeña explotación, defendiendo algo que hoy es axiomático: el obtener una máxima productividad en la nueva agricultura no depende de la dimensión espacial de la explotación, sino de su dimensión económica.

Medina-Lama nos relataba que le impactó, de manera especial del referido libro, la transposición a la agricultura del concepto de "ateliers" de amplia aplicación en la empresa industrial y que, en esencia, no es otra cosa que la división del trabajo dentro de la empresa con una cierta autonomía, desde luego, bajo una autoridad única. Estas unidades pueden reagruparse de forma horizontal o vertical. El conjunto de "ateliers" formará la empresa dominada por un poder de decisión único. Fue tan importante para Medina-Lama todo lo que entrañaba esta filosofía de nueva concepción del trabajo en agricultura, que bajo esta forma creó una empresa que, inicialmente, consistió en dividir

Universidad de Huelva 2009

la finca en parcelas, 20 en concreto, al frente de las cuales había un trabajador de nivel superior que era responsable de los resultados técnicos y económicos de su explotación; el parcelista, que así se le denominaba, participaba en los rendimientos tanto en la cantidad como en la calidad de modo proporcional, además de tener absoluta libertad en la elección de los operarios.

El otro texto, cuya lectura jugó un papel importante para Medina-Lama y para la historia de la fresa en Huelva, fue un articulo publicado en la revista Reader's Digest Selecciones en Noviembre de 1959, por un profesor de la Universidad de Harvard, Harland Manchester, titulado "Magia plástica para granjas y jardines". Se hacía referencia en dicho articulo a un derivado del petróleo que estaba llamado a revolucionar la agricultura, el film de polietileno, investigado por la multinacional petroquímica "Esso". En dicho articulo se habla ya de que millares de hectáreas de tierras dedicadas a cultivos hortícolas en varias regiones de Estados Unidos y Japón se hallaban cubiertas con un delgado manto de película plástica, que daban como resultado cosechas más tempranas, verduras y frutos más sanos y de mayor tamaño y una notable eliminación de la escarda de malas hierbas.

El citado articulo hablaba también de los efectos positivos de ese nuevo film plástico en lo que a prevención de la evaporación, al efecto amortiguador frente a lluvias fuertes y al aumento de temperatura que se producía en el suelo con el consecuente adelanto en varias semanas de la cosecha. Destacaba, finalmente, las bendiciones que para la fresa en California había supuesto dicha innovación tecnológica en los últimos años. Medina-Lama se puso en contacto con dicho profesor para solicitarle la más amplia información, que recibió con rapidez y de manera detallada, lo que le permitió ser el pionero en la aplicación del film de polietileno en el cultivo de las fresas en la provincia de Huelva y probablemente a nivel de la horticultura nacional.

Paralelamente a la recepción de dicha información, la actividad diaria de Medina-Lama continuaba desarrollándose en torno a la explotación minera "Turba Humer" situada en el citado paraje "Las Madres del Avitor" de Moguer y a la puesta en cultivo de las tierras que alrededor de la misma iban, poco a poco, a constituir la futura Finca "Las Madres"; tierras que pudieron ser adquiridas gracias al capital generado por la explotación comercial del yacimiento de turba (Márquez, 1998). Estas tierras eran muy arenosas y muy pobres en materia orgánica, pero contaban con la posibilidad de ser

Universidad de Huelva 2009

regadas mediante el agua de la laguna situada en pleno yacimiento de turba que debía ser evacuada cada verano para continuar la extracción minera. Además, la pobreza en materia orgánica y nutrientes de esas arenas, absolutamente desechables para la agricultura de la época, podría ser contrarrestada con el aporte de turba que posibilitase el desarrollo de algunos de los cultivos con lo que ya se empezaba a experimentar. Los primeros cultivos experimentales fueron: espárragos, claveles y fresas.

En el caso de la fresa, Medina-Lama ensayó en primer lugar una colección de variedades francesas, inglesas y alemanas (procedentes del Max Planck Institut de la República Federal alemana) que en aquella época destacaban en Europa; sin embargo, los resultados fueron catastróficos y no se consiguió mejorar los rendimientos del material vegetal ya existente. Su relación con Manuel Chaves, como socio, y el conocimiento de éste sobre los ambientes de investigación de la época posibilitaron que se instalara una parcela de experimentación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en la finca "Las Madres". La parcela experimental del CSIC era dirigida por el Dr. D. Wienberg, alemán que trabajaba en la Estación Experimental Económico-Agrario "La Mayora". Este investigador, conocedor del cultivo de la fresa en Estados Unido, introdujo en esta parcela experimental una colección de 72 variedades procedentes de diversos Estados norteamericanos, en particular de Florida, Texas y California; los resultados espectaculares obtenidos evidenciaban que las variedades procedentes de la Universidad de California eran las que mejor se adaptaban a las condiciones climáticas y de suelo del litoral onubense. De manera paralela este material nuevo era introducido también en "La Mayora".

Dentro de las variedades que habían sobresalido estaban las californianas: "Shasta", "Lassen", "Fresno" y "Torrey". La primera plantación comercial se llevó a cabo en 1962 con la variedad "Shasta". Pero no solo se trataba de introducir una variedad que se adaptara bien a la filosofía que Medina-Lama tenía de lo que debía ser una empresa agrícola; detrás de este cambio varietal venía el autentico cambio: la revolución tecnológica, que teniendo al film de polietileno como estandarte, se comenzaba a materializar; de tal manera que el resto de años de la década de los 60 y primeros años de los 70, se introdujeron y adaptaron todas las técnicas asociadas al riego que inicialmente era por aspersión, al abonado, al cultivo en caballones con su correspondiente acolchado, toda la técnica precisa para pasar de un cultivo plurianual a

Universidad de Huelva 2009

un cultivo básicamente anual que lleva asociada la desinfección del suelo y la dualidad de plantación de otoño con planta fresca y la de verano con planta "frigo".

El desarrollo del cultivo y de la técnica, copiada de la Universidad de California, conllevaba además el desarrollo de otra actividad desconocida en España, el viverismo de la planta de fresa; era necesario contar con un material vegetal de garantía que permitiese salir al mercado con un producto que presentase unas condiciones óptimas de calidad. El desarrollo de los viveros de altura en España convierte también a Medina-Lama en el pionero de esta actividad. El primero vivero de fresa se instala en la segunda mitad de la década de los 60 en la sierra norte de Sevilla, concretamente en Constantina; posteriormente se desplaza más al norte hacia la provincia de Badajoz. Finalmente, ya en los años 70 se traslada el vivero a Garray (Soria), zona de altitud considerable (más de 1000 m sobre el nivel del mar) que permitían imitar los viveros norteamericanos donde se multiplicaban las plantas que iban a ser plantadas mas al sur, en California.

Pero no toda la tecnología de la fresa se copia de los californianos; así, cuando se plantea la posibilidad de proteger el cultivo se importa de Francia el túnel pequeño y el film de polietileno transparente. En primer lugar el forzado se lleva a cabo colocando el plástico directamente encima de la planta y enterrado por los extremos, aún cuando el acolchado negro que hoy conocemos de manera generalizada no se había desarrollado; posteriormente, por debajo del film de polietileno se monta una estructura metálica de forma piramidal que permite la colocación del plástico siendo este enterrado por los extremos impidiendo cualquier tipo de ventilación (Medina-Lama, com. pers.).

La variedad "Shasta" fue la primera variedad californiana cultivada de manera comercial en Huelva; pero fue la variedad "Tioga" la verdadera impulsora del cultivo a las distintas comarcas de la provincia. Se implantaba como variedad única desplazando a las variedades europeas ("Madame Moutot") de cultivo tradicional y seguirá como variedad de importancia hasta 1983, con dos épocas diferenciadas, una primera hasta 1976 en las que se complementaban plantaciones de otoño de material fresco con plantaciones estivales con material "frigoconservado", y otra a partir de esta fecha donde se destacaba definitivamente la plantación de otoño con plantas procedentes de vivero de altura, siguiendo la tecnología californiana de cultivo anual que con años de antelación se había implantado en la Finca "Las Madres" (Medina-Lama, com. pers.; Aguilar, 1985). Sin embargo, al menos desde 1973 no había evidencia de un cultivo

Universidad de Huelva 2009

generalizado de plantación estival con material "frigoconservado" de la variedad "Tioga" en Huelva.

De hecho, el principal motivo de la experimentación pública realizada por el Servicio de Extensión Agraria del Ministerio de Agricultura en la provincia de Huelva era la comparación de ventajas e inconvenientes del cultivo anual con plantación estival de material "frigoconservado" típico de la entonces pujante zona de cultivo de Algarrobo-Costa (Málaga) frente al cultivo anual con plantación otoñal de material "fresco" típico de la zona de cultivo de Moguer, Palos de la Frontera, Lucena del Puerto; por ello, en opinión de López-Aranda (com. pers.), la diferenciación de épocas citada por Medina-Lama (com. pers.) y Aguilar (1985) para el uso o no de plantación estival de material frigoconservado en Huelva habría que reducirla al entorno de la Finca "Las Madres" y sus colaboradores y no podría generalizarse al sector fresero en su conjunto. Téngase en cuenta, por ejemplo, que en la campaña de 1977 se identificó mediante el sistema de encuesta la existencia de 170 ha de cultivo de fresa en el área de influencia de la entonces Agencia Comarcal de Extensión Agraria de Moguer (términos municipales de Moguer y Palos de la Frontera) con sistema único de plantación otoñal de material "fresco" de la variedad "Tioga" (López-Aranda, com. pers.).

En entrevista personal, Medina-Lama recordaba cómo Huelva, el año anterior a su llegada a Huelva, campaña 1956/57, presentaba en el Anuario Estadístico de Producciones Agrícolas una superficie cultivada de fresas de 2 ha, con una producción de 4.000 kg y un valor de cosecha de 18.000 ptas; además, sólo existía, según los datos oficiales, 3 ha regadas por un organismo oficial con aguas públicas; esta mínima representación de lo que era el regadío en esta provincia correspondía a la Estación Experimental de Galaroza y hacían de Huelva la última provincia de España en cuanto a superficie regable. El cultivo de la fresa se va extendiendo desde su foco inicial hasta otras comarcas de la provincia, debido también a la precaria situación de una agricultura, que, como ocurría en la zona de Lepe-Cartaya, se basaba en el cultivo del almendro, cereales, leguminosas y una incipiente horticultura extensiva. Hacia 1977/78, en una época de declive, donde la primera gran cooperativa de la zona, Nuestra Señora de La Bella de Lepe, sólo comercializaba almendras, aparecía el cultivo de la fresa de manos de Juan J. Rojas Moriche, asesorado por Medina-Lama; al cabo de 5 años, la inmensa mayoría de los 264 socios de esa cooperativa cultivaban fresa (Medina-Lama, com. pers.). Sin embargo, el desarrollo del cultivo de la fresa en la costa occidental de

Universidad de Huelva 2009

Huelva quedaría incompleto sin tener en cuenta la actividad de divulgación-demostración del Servicio de Extensión Agraria y en particular de la Agencia de Extensión Agraria de Cartaya cuya área de influencia alcanzaba los términos municipales de Cartaya, Lepe, Isla Cristina y Ayamonte (López-Aranda, com. pers.).

La época de los 70 fue, tanto para Medina-Lama como para el resto de agricultores que poco a poco se introducían en el cultivo, la década de establecer los necesarios y difíciles caminos de la comercialización; el mercado de Madrid era atendido con fresas recolectadas muy temprano y cargadas a mediodía en un transporte, que sin ningún tipo de refrigeración, descargaba en la siguiente madrugada. Le siguió el mercado de Barcelona, que se hacía a dos fechas, abriéndose un nuevo mercado que fue el paso previo a la exportación a Europa; exportación que se hacía con cajas de cartón y barquetas rígidas y con transporte aéreo de por medio ante la falta de transporte refrigerado. Era ésta otra de las limitaciones que tenía la comercialización fuera de España de la fresa, el propio Antonio Medina en un articulo en el periódico ABC del 13 de Febrero de 1965 recuerda como "la agricultura de California es el ejemplo a imitar, dice que hasta bien entrado el siglo XX dicha agricultura era predominantemente extensiva y local, la lentitud de los transportes y el escaso desarrollo de las técnicas frigoríficas le impedían llegar con sus productos hortofrutícolas a los grandes núcleos industriales del nordeste del país, separados por miles de kilómetros. Fue el desarrollo de los transportes, y particularmente del transporte frigorífico, el hecho que abrió para California el fantástico mercado de las regiones frías del nordeste y aquel estado comenzó a transformar su agricultura, adaptándola principalmente a la producción de frutas y hortalizas de invierno que el mercado demandaba. Fue tal el desarrollo alcanzado que en sólo 20 años, los comprendidos entre 1920 y 1940, se logró cuadruplicar la producción de frutas y hortalizas". Estas afirmaciones hechas hace 38 años fueron providenciales, hasta tal punto que lo que se puso en marcha en los años 70, tuvo como objetivo el trasladar a Europa este modelo Californiano, que ya a finales de los ochenta estaba perfectamente instalado (Medina-Lama, com. pers.).

A principios de los años ochenta se definen las 3 zonas o núcleos de producción del cultivo de la fresa en la provincia de Huelva: Zona 1: comprende el término de Almonte, entre la desembocadura del Guadalquivir y el término de Moguer; en su mayor parte afectado por el Parque Nacional de Doñana. En esta zona se incluyen los términos de Bollullos del Condado y de La Palma del Condado. Zona 2: comprende los

Universidad de Huelva 2009

términos de Moguer, Palos de la Frontera y Lucena del Puerto y constituyen el núcleo inicial del cultivo y desde donde se extendió al resto de las zonas. Pertenecen también a esta zona, como zona de influencia los términos de Bonares y Rociana del Condado. Zona 3: comprende los términos de Cartaya, Lepe e Isla Cristina, que tiene como zona de influencia los términos de San Bartolomé de la Torre, Villablanca, Gibraleón y Ayamonte (Salas y Flores, 1985).

Con la implantación de la variedad "Tioga", el regadío, en principio por aspersión, evolucionó hasta el riego por goteo, dándose otro importante paso adelante en la rentabilidad del cultivo. A la variedad "Tioga" le sucedía "Douglas" a partir de 1983 y con ella terminaban de ajustarse los pilares básicos del cultivo en Huelva: la desinfección de los suelos antes de plantar, la localización de la fertilización a través del riego localizado y la correcta aplicación de los materiales plásticos tanto para el acolchado como para el forzado del cultivo (Aguilar, 1985). En el transcurrir de la década de los ochenta aparecía una nueva variedad, que comenzó a ensayarse en 1985, y que a la postre desbancaría a "Douglas" como variedad masivamente cultivada. Esta variedad, "Chandler", en un par de años se convirtió en la dominadora absoluta de todas las plantaciones de la provincia, existiendo sólo restos aislados de "Douglas" que perdurarían hasta 1990/91.

Este relevo varietal que transcurre desde "Tioga" a "Douglas" y desde "Douglas" a "Chandler" nos permitía atisbar cual iba a ser hasta el día de hoy la dinámica normal de cultivo prácticamente monovarietal con un proceso de sustitución muy evidente (López-Aranda y Medina, 1996). Este proceso continuaba y "Chandler" en poco tiempo era sustituida por "Oso Grande", variedad de la Universidad de California como las tres anteriores, que en la campaña 1992/93 compartía superficie con "Chandler" y también, en pequeña medida, con "Milsei-Tudla" (en lo sucesivo "Tudla"), variedad española obtenida por Plantas de Navarra S.A. (Planasa), primera variedad española que aparece cultivada con cierta importancia pero minoritaria en el ámbito global. "Oso Grande" fue la variedad más cultivada durante los años 1994, 1995 y 1996; en estos últimos años llegó a Huelva otra variedad de la Universidad de California, igual que "Oso Grande", la variedad "Camarosa" que completará, hasta la fecha, el proceso sustitutivo y monovarietal del cultivo en Huelva (López-Aranda, 1998). En la Tabla 12.-AD se presenta la estructura varietal en Huelva expresada en porcentaje de ocupación de la superficie cultivada en los últimos años.

Universidad de Huelva 2009

Por otra parte, para dar una idea de lo que representa el cultivo de la fresa en Huelva, frente a la totalidad de su cultivo en España, en la Tabla 13.-AD se aportan datos comparativos de la superficie cultivada en los últimos años. Finalmente, en el siguiente epígrafe 8.6., con ocasión de una actualización de las alternativas químicas al bromuro de metilo, realizaremos una última valoración del potencial fresero relacionado con la provincia de Huelva.

Tabla 12.-AD. Porcentaje de ocupación varietal de la fresa en Huelva.

Variedad	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Chandler	90	86	60	30	15	4,4	0	0	0	0	0	0
Oso G.	4	6	25	45	70	77,2	47,7	3,6	2	0,5	0,5	0
Tudla	0	5	12	22	10	3	5,2	2,3	2,1	1,8	1,5	0,5
Camarosa	0	0	0	0	0	12,1	44,2	93,5	94,9	95,5	95,5	97
Otras	6	3	3	3	5	3,3	2,9	0,6	1	2,2	2.5	2,5

Fuente: López-Aranda (1998) y elaboración propia.

Tabla 13.-AD. Superficie (hectáreas) de fresa cultivada en España y Huelva.

	1982	1984	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001
España	6.100	7.300	9.800	10.600	9.956	8.100	8.900	8.100	8.300	10.400	8.700
Huelva	973	1.985	3.576	4.923	5.834	5.196	4.700	6.000	7.020	8.750	7.500
Huelva/España	16%	27,2%	36,5%	46,4%	58,6%	64,1%	58,0%	74,1%	84,6%	84,1%	86,2%

Fuente: FAO, 2002; Consejería de Agricultura y Pesca- Junta de Andalucía, 1999, 2002.

8.6.- Actualización final sobre el sector fresero y alternativas al bromuro de metilo.

Con ocasión de la preparación de un Plan Estratégico del Sector de la fresa en Huelva, en el seno del Plan de Modernización de la Agricultura Andaluza, la Consejería de Agricultura y Pesca de esa Comunidad Autónoma publicaba de modo restringido unos datos, correspondientes al año 2000, que vamos a utilizar para caracterizar este sector agrícola: la producción final agraria de la provincia de Huelva era de 330,55 millones de euros (€), la producción final correspondiente al cultivo de fresa era de 155,50 millones d€, que significa un 47,04% de la producción final agraria y un 57,06% de la agrícola en dicha provincia. Respecto a superficies y producciones las cifras eran: 8.750 has de cultivo de fresa (97% de la superficie andaluza) y 306.000 Tm.

Universidad de Huelva 2009

(93% de la producción andaluza). La producción exportada a otros países de la UE era de 185.588 Tm. con un valor de 245 millones de€. Los principales países mediterráneos competidores son Marruecos, Egipto y Turquía, todos ellos, paradójicamente, pertenecientes a países del artículo 5 del Protocolo de Montreal.

Se han calculado unos niveles de empleo que alcanzan 5.443.055 jornales en mera producción de fruto y 5.996 empleos en industrias auxiliares. Respecto a la ubicación del cultivo, éste se realiza en la zona costera de Huelva conforme al siguiente reparto de la superficie: Moguer (37,8 %), Cartaya (29,6%), Almonte (26,0%) y el resto de las comarcas agrícolas hasta completar el 100%. Respecto al tamaño de las explotaciones freseras de la provincia: 25,8 % de la superficie de cultivo se encontraba concentrada en el 4,3 % de las explotaciones (con tamaño superior a 15 has); 23,6 % de la superficie en el 11,2 % de explotaciones (con dimensión entre 7,1 y 15 has); 17,0 % de la superficie en el 14,0 % de explotaciones (con dimensión entre 4,73 y 7,1 has); 28,6 % de la superficie en el 48,6% de las explotaciones (tamaño entre 1,5 y 4,73 has); 4,9 % de la superficie en el 20,3 % de explotaciones (con dimensión entre 0,5 y 1,5 has); 0,2 % de la superficie en el 1,7 % de explotaciones (tamaño entre 0 y 0,5 has). Datos de las propias organizaciones de productores y exportadores de fresa (FRESHUELVA), cifraban en 256.125 Tm. y 8.200 has de cultivo en 2001 y un sensible descenso de la superficie hasta niveles entre 7.000 y 7.500 has en 2002.

Como elemento complementario pero decisivo, el subsector viverista, íntimamente unido al productor de frutos en Huelva, está formado por un colectivo de unas 40 empresas, la inmensa mayoría multiplica el material vegetal en Castilla y León (por ejemplo, en la campaña de 2000 el 46,1 % de la superficie cultivada se localizaba en Segovia, el 26,5% en Ávila, el 11,9 % en Palencia, el 7,3% en Soria. el 6,6% en Valladolid y el 11,6 % en Burgos. La superficie de vivero se sitúa en torno a 1.000 has de cultivo, con más de 15,5 millones de plantas madres (1.100,64 has y 17.021.970 plantas madre declaradas en 2000 y 1.018,43 has y 15.063.550 plantas madre declaradas en 2001). Ello implica un volumen de planta comercial obtenida próximo a los 550 millones de unidades. Estos datos indican el viverismo de fresa más importante de Europa (Fuente: Junta Castilla y León).

Estos sectores se encuentran en estrecha dependencia en el problema del uso del bromuro de metilo (BM) (López-Aranda, 2002). En 1995, se estimaba un consumo de

Universidad de Huelva 2009

4.238 Tm. de BM aplicadas en unas 9.215 has de cultivos hortícolas y ornamentales. El cultivo de fresa consumía 1.225 Tm. (en 3.052 has) para fruto y 498 Tm. (en 997 has) para vivero (Varés, 1998). Estas cifras suponían alrededor del 39% del uso de BM para pre-plantación en España. Suponiendo que todo el consumo de la provincia de Huelva era dedicado al cultivo de fresa, en 1995, estas cifras eran 1.188 Tm., correspondiendo 417,5 Tm. a la formulación 98-2 BM y cloropicrina (en adelante pic) y 770,5 Tm. a la formulación 67-33 BM-pic (el resto hasta 1.225 Tm. deben suponer el consumo para el cultivo de fresa en otras zonas de cultivo, p.e., Valencia, Barcelona, etc.).

Igualmente, suponiendo que todo el consumo de Castilla-León fuese dedicado al viverismo de fresa, en 1995, estas cifras eran 366 Tm., correspondiendo 193 Tm. a la formulación 98-2 BM-cloropicrina y 172 Tm. a la formulación 67-33 BM-cloropicrina (el resto hasta 498 Tm. deben suponer el consumo para el cultivo de vivero de fresa en otras zonas; p.e. Cáceres, Granada, y/o quizás sumas declaradas en Andalucía, Valencia y/o Navarra, pero efectivamente usadas en Castilla-León). Otras fuentes (Memorandum, 1997), que realmente confirman los datos aportados por Varés (1998), señalan que en 1995, el consumo de la provincia de Huelva (1.188 Tm.) suponía el 25% del consumo nacional (4.238 Tm.), mientras que el consumo de los viveros de plantas de fresa era de 497 Tm.. Los anteriores datos muestran que el sector fresero (frutos y viveros) consume más del 40% del Bromuro de metilo comercializado a nivel nacional.

Noval (com. pers.) al realizar una detallada estadística para la Dirección General de Medio Ambiente de la UE, señala los siguientes consumos de BM en el año 2000 en España para pre-plantación: 2.377 Tm. de BM, de las que 1.037 Tm. (43,6%) correspondían al cultivo de la fresa (fruto+vivero); estimando la existencia de 2.000 (fruto) + 33 (viveros) usuarios de BM. Además, 96% de los usuarios para fresa-fruto utilizaban BM y el 4% Metam Sodio, mientras que el 100% para vivero utilizaban BM y no otro desinfectante de suelo. El consumo de esas 1.037 Tm. BM en el caso de la fresa (6.835 has de cultivo) se centraba de la siguiente forma en el año 2000: Andalucía (suponemos que Huelva y algo Cádiz) 716,4 Tm. (en 5.560 has de cultivo), Baleares 8,4 Tm. (en 12 has), Canarias 24, 2 Tm. (en 40 has), Cataluña 44, 5 Tm. (en 107 has), Galicia 1,1 Tm. (en 4 has), Valencia 5 Tm. (en 17 has) y Castilla-León 237, 3 Tm. (en 1095 has de vivero).

Universidad de Huelva 2009

A partir de los años ochenta, el uso del BM desplazó a los otros desinfectantes químicos (especialmente al Metam Sodio), por ser mucho más eficaz en el control de patógenos de suelo (*Phythophthora cactorum*, *Verticillium* sp., *Rhizoctonia* sp., etc.) y sobre la flora de malas hierbas. La dosis y mezcla BM+pic estandarizada era de 600 Kg./ha y 98-2. El incremento de la producción, desde niveles de 300.000 plantas/ha cosechadas de la variedad Tioga hasta 500.000 plantas/ha de la variedad Chandler a finales de los ochenta, se hizo evidente (Palacios-Vázquez, 2002). A finales de los 90, se efectuaba una primera transición desde la mezcla 98-2 BM-pic hasta 67-33 con reducción de dosis hasta 400 kg/ha. Esto suponía alcanzar los niveles de consumo descritos anteriormente para el año 2000. Los viveristas de fresa resaltan la tasa de reducción real de uso de BM cifrándolo en el 42,6% en 2001. La Asociación Española de Viveristas de Planta de Fresa (AEVPF), ha venido colaborando activamente en el proyecto INIA SC 97-130 sobre alternativas al BM, en particular mediante la aportación de los viveros y medios técnicos de los asociados Viveros Rio Eresma SA y Viveros California SL situados en el norte de la provincia de Segovia (Navalmanzano) y alrededores de Arévalo (Ávila), respectivamente. A la luz de los resultados de nuestros trabajos, que se detallarán más adelante, dicha AEVPF hace observar que sólo las alternativas al BM basadas en combinaciones con cloropicrina tienen un efecto desinfectante de suelo interesante y aún no queda plenamente despejado el problema del control de malas hierbas (Palacios-Vázquez, 2002).

En el caso del uso del BM en Huelva, Calatrava (2002) presentó resultados de una encuesta realizada en verano de 1999 sobre una enorme muestra de 504 agricultores freseros de la zona; de sus resultados puede deducirse que prácticamente el 100% aplica desinfección de suelos con agroquímicos: 76,19% BM en inyección bajo lomo, 19,64% en inyección a toda superficie, 3,77% Metam Sodio por diferentes metodologías y sólo un 0,4% no realiza ningún tipo de desinfección. No tenemos documentación bibliográfica sobre la dosificación unitaria ni la mezcla utilizada de BM-pic; sin embargo, a principios de los noventa era frecuente la inyección de 500 Kg./ha a toda superficie con la formulación 98-2 Bm-pic, a mediados de los noventa las dosis bajaban a 400 Kg./ha, se comenzaba a difundir la inyección bajo lomos únicamente (aproximadamente el 50% de la superficie tratada) y crecía el uso de la formulación 67-33 BM-pic. A finales de los noventa y en los tiempos actuales, podemos afirmar un uso generalizado (100% de los agricultores) realiza inyecciones bajo lomo de 400 Kg./ha de la formulación 50-50 BM-

Universidad de Huelva 2009

pic. Estas cifras pueden explicar claramente el importante descenso del uso de BM en 1995 (anteriormente citado) de 1.188 Tm. de BM hasta las 716,4 Tm. en 2000.

Digamos que el desarrollo de la Producción Integrada de fresa en la provincia de Huelva bajo las normas reglamentadas promulgadas por la Comunidad Autónoma de Andalucía que prohíben la utilización anual de inyecciones de BM a todo terreno y el ahorro que supone la inyección bajo lomo, han sido elementos favorecedores de esa generalización del uso de esta técnica de aplicación. Esta técnica, unida al paulatino descenso del % de BM en su formulación con pic, y la evidente posibilidad de usarla en combinación con plásticos opacos VIF (hipótesis del 50%) es un potente modelo de reducción de uso de BM que se ha utilizado con éxito en la zona y aún deberá seguir siendo usado hasta 2005. Dicho modelo de inyección bajo lomo de alternativas químicas es el que se ha utilizado mayoritariamente para este cultivo en el anterior proyecto INIA SC 97-130 y su mejora y perfeccionamiento debería ser objeto de atención prioritaria en el futuro, incluso por medidas de seguridad, eficiencia y homogeneidad de aplicación con carácter preferente a otras técnicas de aplicación incluidas la aplicación/sellado con riego por aspersión o la incorporación en versión emulsionable en riego localizado de pre-plantación.

Desde el inicio de las actividades en el proyecto INIA SC 97-130 (Abril, 1997), se ha desarrollado una serie de actividades de campo sobre el tema de alternativas al uso del BM en las que se ha puesto de manifiesto y publicado el grado de avances y "lagunas" en esa búsqueda de soluciones de corto plazo. Esta Tesis Doctoral está enmarcada como precedente inmediato de dichas actividades, en lo referente a soluciones de carácter no químico.

Los trabajos de investigación sobre patógenos del suelo antes del Protocolo de Montreal (1992), se orientaban hacia la reducción de costes y contaminación del suelo, sin plantear alternativas al BM, cuya eficacia no era discutida. A partir de 1992, comenzaron a realizarse los primeros trabajos de búsqueda de alternativas viables al BM (MBTOC, 1994). Se barajaban soluciones en el área de las alternativas químicas (Dazomet, dicloropropeno, cloropicrina, Metam Sodio), físicas (solarización, vapor de agua), integrales (cultivo hidropónico, prácticas de IPM, etc.), así como técnicas de reducción de dosis de BM mediante el uso de plásticos virtualmente impermeables (VIF). Eran frecuente los casos de estudio de la EPA norteamericana sugiriendo

Universidad de Huelva 2009

soluciones tales como: vapor de agua, Dazomet para viveros, Metam Sodio, combinaciones de dicloropropeno con cloropicrina para cultivos hortícolas, etc. En España, se iniciaban trabajos con plásticos VIF, solarización y su combinación con otros fumigantes (Cebolla, com.pers.) y se iniciaba el desarrollo de la biofumigación (Bello et al., 1996a; Bello et al., 1996b).

Pero en el caso del cultivo de la fresa, el esfuerzo quedaba por venir y este se produjo en el seno de esta Tesis Doctoral, analizando uno de los factores componentes de los diferentes ambientes agronómicos creados en ella, la práctica de la solarización, y del sub-proyecto (Andalucía+Viveros de altura) del Proyecto INIA SC 97-130.

Creemos que es vigente la idea de que el cultivo de la fresa en la provincia de Huelva y en la zona de viveros se caracteriza por una escasa incidencia económica generalizada de los patógenos del suelo, quizás por la aplicación aún igualmente generalizada de BM en la actualidad, tal como hemos podido documentar en los párrafos anteriores y sobre todo en las elevadas cifras de % de supervivencia discutidas en el epígrafe 3.8.1. (Porcentaje de supervivencia) de esta Tesis Doctoral, incluso en los ambientes de suelo sin solarizar.

Los problemas de repercusión económica grave relacionados con patógenos del suelo (hongos, nematodos, malas hierbas) suelen ser puntuales. Afectan a localidades, años y explotaciones muy concretos en clara correspondencia con el estado sanitario de la consecuente campaña de vivero. Por ello, el uso generalizado del BM aún en 2002, en el caso del cultivo de la fresa en España, tiene motivaciones de niveles de productividad y seguridad que van más allá de las consideraciones puramente patológicas (Verdier, 2002). Iguales consideraciones, unidas eso sí a las patológicas presentes y futuras del material vegetal multiplicado, podrían predicarse del caso de la multiplicación de la fresa en los denominados viveros de altura (Palacios-Vázquez, 2002).

El Proyecto INIA SC 97-130 sobre alternativas al BM (Bolívar, 2002) ha hecho posible realizar 4 años continuados de experimentos (1997/98, 1998/99, 1999/00, 2000/01) en dos zonas representativas (Moguer y Cartaya) de la zona costera de Huelva. Dos explotaciones de apropiado nivel tecnológico y tamaño fueron seleccionadas para dichos experimentos: Fresrica-Alconeras SAT, situada en Avitorejo (Moguer) y Aguas Buenas-Torreagro SA, situada en Tariquejo (Cartaya).

Universidad de Huelva 2009

Desde el inicio de los experimentos se establecieron varios criterios de trabajo que deberían continuarse en este nuevo proyecto, con las re-adaptaciones correspondientes: a) adopción de un esquema experimental con un único y permanente diseño de bloques al azar con tres grandes repeticiones en dos localidades: 400 m^2/repetición (criterio de escala real); b) adopción de un modelo de infestación natural del suelo: no inoculación artificial con propágulos de los principales agentes patógenos de la fresa (criterio de escala natural).

En el proyecto INIA SC 97-130, aún hubo tiempo de seleccionar dos localidades de historial de cultivo opuestas; así, mientras que Aguas Buenas-Tariquejo (Cartaya) era modelo de aquellos casos en que la desinfección anual con BM venía realzándose año tras año, Fresrica- Avitorejo (Moguer) era modelo de aquellos casos en que aún no se había realizado desinfección de suelo alguna. Hoy día, 6-7 años después, es prácticamente imposible localizar ninguna explotación fresera de la zona con tecnología a nivel razonable que no haya desinfectado con anterioridad con BM, con excepción de las parcelas de cultivo utilizadas para esta Tesis Doctoral que permanecen sistemáticamente solarizadas con aplicación simultánea de biofumigación.

Este hecho presentará serios inconvenientes para futuros trabajos de campo debidos a la imposibilidad de controlar el factor de persistencia de la acción del BM (si existe), aunque presentará la ventaja de reproducir más fielmente la realidad sanitaria general de los suelos de la zona y la propia filosofía del Protocolo de Montreal: el concepto de alternativa global viene a significar sustituir algo por otra cosa y en nuestro contexto concreto significa sustituir la desinfección en pre-plantación de suelos agrícolas con BM por la desinfección de esos suelos con otra técnica distinta; por ejemplo, la solarización sóla o combinada con biofumigación.

Conforme al estado de la técnica recogido a lo largo de la campaña 96/97 (mientras se desarrollaba el segundo año de datos de campo presentados en esta Tesis Doctoral) se iniciaron trece tratamientos que deberían permanecer en cada localidad y año en las mismas parcelas de ensayo; sin embargo, por pura lógica debería admitirse ciertas variaciones sobre técnica de aplicación, dosis o momento de aplicación de dichos tratamientos (criterio de escala dinámica). Para una mayor comprensión de los tratamientos ampliamente ensayados, y que pueden servir de base para nuevos

Universidad de Huelva 2009

proyectos en las actividades relativas a la fresa en Huelva, éstos quedan reproducidos en la siguiente Tabla 14.-AD.

Los resultados de diverso tipo así como las expectativas del sector y tendencias provisionales han sido presentados profusamente en diversos foros nacionales e internacionales (Bartual et al., 2000; Calatrava, 2002; Calatrava and Casado, 2002; De Los Santos et al., 2002; López-Aranda, 1998b, 1998c,1999a, 1999b, 2002; López-Aranda et al., 1998, 1999a, 1999b, 2000a, 2000b, 2001a, 2001b, 2001c, 2002a, 2002b, 2002c; Medina-Mínguez, 2002; Vega et al., 2002a; Vega et al., 2002b; Verdier, 2002).

Así, conforme a esa Tabla 14.-AD, los diferentes tratamientos ensayados eran: testigos sin fumigación del suelo; inyección estandarizada de BM a todo terreno o bajo lomos de cultivo acolchados con Polietileno negro (40 gr./m^2) o dosis mitad con film VIF negro (20 gr./m^2); inyección bajo lomos acolchados con Polietileno negro (40 cc/m^2) o bajo lomos con film VIF (20 cc/m^2) con la combinación de dicloropropeno+cloropicrina (TeloneC17, TeloneC35 o Telopic), cloropicrina sóla, o Metam Sodio (MS) a diferentes dosis; localización de Dazomet a todo terreno o bajo lomos acolchados con Polietileno negro; solarización sola o combinada con BM (10 gr./m^2), o Metam Sodio a baja dosis; biofumigación sola o combinada con solarización, y/o cultivo corto (1 mes) y posterior enterrado en verde de *Brassica* sp.; aplicación de Ondas electromagnéticas a todo terreno a mitad de Septiembre.

Universidad de Huelva 2009

Tabla 14.-AD. Alternativas al BM (Tratamientos). Fresa (Huelva). 1997/2001.

Tratam.	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01
A	Control sin fumigación	Control sin fumigación	Ondas ElectroMagnéticas	Ondas ElectroMagnéticas
B	BM(40g) todo terreno (67/33). Standard.	BM(40g) todo terreno (67/33). Standard.	BM(40g) todo terreno (67/33). Standard.	BM(40g) todo terreno (67/33). Standard.
C	Solarización sóla (6 semanas)	Solarización sola (5 semanas)	Solarización sola (4 semanas)	Solarización sola (4 semanas)
D	Sol.+BM (10g) todo terreno (67/33)	Sol.+BM (10g) todo terreno (50/50)	Sol.+BM (10g) todo terreno (50/50)	Telopic (20cc) VIF bajo lomo
E	Sol.+MS (50cc)	Sol.+MS (100cc)	Sol.+MS (75cc)	Sol.+MS (75cc)
F	Sol.+Biofumigac.	Sol.+Biof.+Brassica	Brassica+Biofum.	Brassica+Biofum.
G	Control sin fumigación	Control sin fumigación	Control sin fumigación	Control sin fumigación
H	BM (40g) todo terreno (67/33)	BM (40g) bajo lomo (50/50)	BM (40g) bajo lomo (50/50)	BM (40g) bajo lomo (50/50)
I	BM (40g) bajo lomo (67/33)	MS (125cc) bajo lomo	MS (175cc) bajo lomo	MS (175cc) bajo lomo
J	BM (20g) VIF todo terreno(67/33)	Dazomet (50g) todo terreno	Dazomet (45g) todo Terreno	Dazomet (50g) bajo lomo
K	BM (20g) VIF bajo lomo(67/33)	BM (20g) VIF bajo lomo (50/50)	BM (20g) VIF bajo lomo (50/50)	BM (20g) VIF bajo lomo (50/50)
L	Telone C17 (60cc) todo terreno	Telopic (40cc) todo terreno	Telopic (40cc) bajo lomo	Telopic (40cc) bajo lomo
M	Cloropicrina sola (40g) todo terreno	Cloropicrina sola (40g) todo terreno	Cloropicrina sola (40g) bajo lomo	Cloropicrina sola (40g) bajo lomo

Desde el punto de vista de los hongos del suelo, no se evidenciaba presencia de hongos letales de la fresa (*P.cactorum*, *V. dahliae*, etc) en los momentos anteriores y posteriores a los tratamientos desinfectantes ni en los testigos; solamente eran identificadas pequeñas concentraciones de *Pythium* spp. Sin embargo, en el caso de los nematodos, se observaron importantes y crecientes poblaciones de *Meloidogyne* spp. en los ensayos correspondientes a la segunda localidad, Cartaya; particularmente en los tratamientos sin fumigación del terreno e inyección directa de Metam Sodio bajo lomos acolchados. Dicloropropeno+cloropicrina (Telopic) y cloropicrina sóla han mostrado un control nematológico similar al BM. Eso no significa que el cultivo de la fresa en la

Universidad de Huelva 2009

provincia de Huelva sufra de problemas de nematodos y no de hongos de suelo. Como hemos indicado, el cultivo de la fresa sufre poca presión los patógenos del suelo, quizás por la aplicación generalizada de BM también en vivero.

Básicamente, se estudiaban cada año ocho caracteres morfo-agronómicos, los mismos que en la Tesis Doctoral: % de supervivencia de plantas; producción comercial precoz (hasta final de Marzo) y total (hasta mediados de Mayo); tamaño medio del fruto en período precoz y total; y además: eficiencia en el control de malas hierbas (horas/hectárea en extirpación a mano), diámetro medio de las plantas y número de hojas por planta. Los resultados eran consistentes y repetitivos, indicando la existencia de tratamientos alternativos al BM viables económica y técnicamente a corto plazo para el caso del cultivo de la fresa en la zona de Huelva, desde la perspectiva del problema planteado en el Protocolo de Montreal y del planteamiento inicial seguido en esta Tesis Doctoral y el proyecto INIA SC 97-130.

Por ello, en dicho proyecto INIA se iniciaba en las campañas 2001/02 y 2002/03 un Programa de Demostraciones con los tratamientos alternativos de corto plazo seleccionados: 1°) inyección anual de 1,3 dicloropropeno-cloropicrina (61:35) (Telopic o formulaciones similares) bajo lomos de cultivo acolchados con polietileno negro (40 cc/m2 tratado o más) o a mitad de dosis (20 cc/m2 tratado o más) en lomos de cultivo acolchados con film VIF negro; 2°) incorporación anual de Dazomet localizado bajo lomo acolchado con polietileno negro (50 gr./m2 tratado); 3°) Solarización del suelo (4 semanas o más en Agosto) con inyección simultánea de Metam Sodio (75 cc/m2 o más a todo terreno); 4°) Solarización del suelo (4 semanas o más en Agosto) con biofumigación simultánea (incorporación de estiércol de gallinaza fresca, 3 a 5 kg./m2), y sus combinaciones, cuyos primeros resultados comienzan a ser publicados (López-Aranda et al., 2002c). La técnica de solarización ha sido básicamente la misma expuesta en el epígrafe 3.3. (Preparación del terreno. Solarización.) del material y método de esta Tesis Doctoral, adaptada lógicamente al mayor tamaño de las parcelas elementales del proyecto INIA mediante un apero solarizador especialmente diseñado para ello.

Estas soluciones alternativas pueden suponer una respuesta de corto plazo al uso del BM en agro-ambientes de escasa presión de inóculo de agentes patógenos del suelo, como creemos que es el caso de la fresa en la provincia de Huelva. Sin embargo, la política nacional y Europea sobre el uso de productos fitosanitarios (Registro de

Universidad de Huelva 2009

productos); las expectativas de clientes y consumidores; las necesidades de desarrollo y mejora de las soluciones alternativas emergentes de esta Tesis Doctoral y del proyecto INIA SC 97-130 y la necesidad de experimentación con nuevas soluciones de corto plazo aún no ensayadas en nuestras condiciones reales, hacen necesario y justifican el esfuerzo de optimización y nuevos desarrollos de alternativas al BM viables, generalizables y de corto plazo para el caso del cultivo de la fresa en Huelva. Precisamente en la línea de potenciar la práctica de la solarización sola o mejor combinada con otras soluciones biológicas y/o químicas.

El primer y principal problema no resuelto de carácter sobrevenido, que potencia parte de las conclusiones de esta Tesis Doctoral, es la política europea de registro de productos fitosanitarios de origen químico; en efecto, en nuestro caso parece bastante evidente que la inyección a todo terreno o, mejor, bajo lomos acolchados con la combinación 1,3 dicloropropeno-cloropicrina (61:35) ha sido uno de nuestros mejores resultados alternativos al BM, tendencia que coincide con otros programas desarrollados en las principales zonas de cultivo del mundo junto a la de Huelva, como es el caso de California, Florida y Australia. El problema de la política de registro de productos fitosanitarios de origen químico es el mayor obstáculo a la búsqueda de alternativas viables económicamente al BM no sólo en Europa sino también en Estados Unidos (Duniway, 2002). En efecto, tras serias dudas iniciales sobre su consistencia frente al BM (Murray, 1998), fue afianzándose como la más clara alternativa al BM en California (Duniway, 2000; Duniway et al., 1999, 2000, 2001; Hueth et. al, 1997; Laron, 1998; Winterbottom et al., 1998; Nelson et al., 2000, 2001, Sances, 2001), Florida (Locascio et al., 1999 ; Eger, 2000 ; Eger y Peterson, 1999; Nelson et al., 2000, 2001), Australia (Donohe et al., 2001) y Nueva Zelanda (Horner, 1999); la misma consideración de alternativa potencialmente viable la hacían la mayor parte de esos autores respecto de la inyección de pic (cloropicrina sola).

Esta solución y otras similares existen en forma de productos comerciales tales como: Telone C-35, Telopic inyectable, Agrocelhone N (59,6:34,6) (Carrera y Moreno, 2002), etc. Estas combinaciones de dicloropropeno-cloropicrina vienen disponiendo de una autorización provisional en España, desde verano de 2000, para el cultivo de la fresa, con una serie de limitaciones y medidas de seguridad similares a las establecidas para el uso de BM. Son la única solución alternativa que viene empleándose con cierta asiduidad en la zona de Huelva.

Universidad de Huelva 2009

Esta alternativa podría tener mejores posibilidades de desarrollo futuro en España que otras soluciones alternativas, particularmente para el caso del cultivo convencional e incluso cultivo integrado (con ciertas condiciones); sin embargo, la primera pregunta sin respuesta es sobre la política futura de la Unión Europea sobre la utilización del (cis) 1,3 dicloropropeno y/o de la cloropicrina sola (p.e. Directiva 91/414/CEE y su Anejo I o llamado Registro Unico Europeo).

Por otra parte, la solución alternativa que hemos denominado Solarización + Biofumigación (o sea, incorporación simultánea de grandes cantidades de materia orgánica fresca de origen animal, por ejemplo gallinaza), que puede ser una buena solución para técnicas de cultivo integrado, orgánico o biológico (Medina-Mínguez, 2002), podría presentar problemas de limitación de uso agrícola en la UE de grandes cantidades de estiércoles animales o el rechazo de clientes y consumidores por el alto contenido en antibióticos de los estiércoles de aves.

Antes de avanzar en nuestro análisis, digamos que un resumen de las conclusiones del Workshop USDA/EPA sobre alternativas al BM (Junio, 2001) norteamericano podría ser el siguiente: 1°) las aplicaciones de 1,3 dicloropropeno-cloropicrina (61:35) en forma de goteo (InLine) o inyección (Telone C-35) han sido las mejores alternativas al BM en el caso del cultivo de la fresa en California; 2°) Sin embargo, altos porcentajes de cloropicrina (pic) en las formulaciones mixtas podrían inducir un descenso de los rendimientos; 3°) Ioduro de metilo (Iodometano) podría convertirse en una verdadera alternativa al BM a corto plazo.; 4°) En general, los resultados con Metam Sodio no son suficientemente consistentes; 5°) Los resultados con Dazomet adolecen de diferencias regionales; 6°) No existen alternativas al BM en el caso del viverismo de fresa en Norteamérica.

En el caso de la necesidad de mejora y desarrollo de las soluciones alternativas estudiadas en el Proyecto INIA, es conveniente señalar que hemos seleccionado como modelo general de aplicación de los tratamientos químicos (Telopic, Agrocelhone, Cloropicrina sola, Metam Sodio, etc.) la técnica de la inyección. Y ello para aprovechar la tecnología, los protocolos de seguridad, la maquinaria y sobre todo la experiencia adquirida por las empresas autorizadas en décadas de uso del BM en Huelva; sin embargo, hay que aclarar que son posibles otras soluciones técnicas para la aplicación

Universidad de Huelva 2009

de estos tratamientos alternativos, por ejemplo, el uso del sistema de riego localizado para realizar la fumigación del suelo en pre-plantación.

La técnica de aplicación de algunas alternativas químicas al BM, principalmente inyección versus aplicación en pre-plantación a través de riego por goteo ha sido estudiada profusamente en el caso de la fresa en California (Ajwa et al., 1997; Ajwa y Trout, 1998; Trout y Ajwa, 1998; Trout y Ajwa, 1999; Ajwa y Trout, 2000; Ajwa et al., 2001a; Driver et al., 2001; Haar et al., 2001; Wang et al., 1997). Precisamente, la alternativa que se abre paso con mayores posibilidades para el cultivo de la fresa en California es la aplicación con el sistema de riego localizado en pre-plantación de la formulación comercial "InLine" (1.3 dicloropropeno-cloropicrina 61:35) (Caulkins, com. pers.; Duniway, 2002). También en España y en el seno del proyecto INIA SC 97-130 se está estudiando profusamente y con éxito en el caso de cultivos de pimiento en invernaderos del Campo de Cartagena (Murcia) (Lacasa et al., 2002). Sin embargo, en el modelo de cultivo de fresa en Huelva y, por supuesto en el caso de los viveros de altura, dudamos de su eficiencia en el caso de que existan soluciones alternativas inyección vs. riego localizado.

Por otra parte, en el caso del Dazomet (Basamid) como alternativa química al BM, parece evidente que el factor clave debe ser la mejora de las condiciones de localización e incorporación; así como la utilización de film VIF y/o la combinación con otros fumigantes (p.e. Telopic) y con la solarización del suelo. En efecto, el Dazomet (tetrahidro-3,5-dimetil-2H-1,3,5-tiadiazina-2-tiona) cuyo principio de actuación es descomponerse en metil-iso-tiocianato (Metam Sodio), es una solución ampliamente estudiada y conocida como fumigante de suelos agrícolas; sin embargo, conforme a las discusiones del Workshop USDA/EPA sobre alternativas al BM (Junio, 2001), sus resultados son variables y menos consistentes que los de otras alternativas químicas al BM, mostrando importantes diferencias regionales (Caulkins, com. pers.) que van a depender de las condiciones y técnicas de localización e incorporación, dosis, época de aplicación, cultivo y características físico-químicas del suelo (Di Primo et al., 2001); en particular se ha discutido su capacidad de control de hierbas perennes del tipo *Cyperus* spp., *Juncia* spp. (juncia, castañuela, malapaga y otros sinónimos) (Fraedrich y Dwinell, 1997; Dwinell y Fraedrich, 1998) frecuentes en suelos arenosos de zonas hortícolas. Para mejorar su eficiencia se ha sugerido (Duniway, 2002) y ensayado en fresa la aplicación en combinación con otras alternativas químicas como la combinación

Universidad de Huelva 2009

de 1,3 dicloropropeno-cloropicrina (61:35) (Webb, 1998), se ha sugerido su empleo en combinación con la solarización y su utilización bajo láminas de plástico VIF (Gamliel et al. 2001b). Nuestros resultados han mostrado en los ensayos de Huelva que el Dazomet aplicado a toda superficie y bajo lomo a dosis de 50 gr./m^2 tratado podría ser una alternativa viable al BM, aunque con un grado de consistencia ligeramente inferior a otras soluciones químicas; tendencias parecidas hemos observado en los ensayos de viveros de altura. Estas tendencias en el límite de la aceptación y el fenómeno que hemos citado como política futura de la Unión Europea sobre el Registro Único Europeo, que pone en peligro una amplia gama de alternativas químicas al BM reales y potenciales, pero no al futuro uso de Dazomet (López-Aranda, datos no publicados), han hecho que hayamos incluido el Dazomet en el Programa de Demostraciones en marcha, con resultados prometedores (López-Aranda et al., 2002c), por motivos de puro sentido común, y que la mejora de su aplicación sola o combinada con otras técnicas químicas (Telopic) o físicas (solarización) sea uno de los objetivos a desarrollar en nuevos trabajos para el cultivo de la fresa en Huelva.

En relación con el uso de plásticos VIF transparentes para tratamientos a todo terreno, tanto en el caso de cultivo de fresa (incluida la solarización) como de vivero como opacos (negros) para el caso de tratamientos bajo lomos de cultivo, los avances en los últimos años muestran su elevada utilidad para la eficiencia de los tratamientos, para coadyuvar a la reducción de la dosis del fumigante y para reducir la emisión a la atmósfera de los residuos nocivos de BM (Fritsch, 1998; Yates et al., 1997) y, lo que puede ser más importante para el futuro, para otros fumigantes químicos, no sólo Dazomet como antes hemos citado (Gamliel et al. 2001b), sino dicloropropeno+cloropicrina, cloropicrina sola, Metam Sodio, dicloropropeno solo, Bromuro de Propargyl y otros (Papiernik y Yates, 2001; Roumilhac et al., 1998; Watanabe et al., 1999).

Nuestros trabajos han evidenciado la bondad de los tratamientos de reducción de dosis (50% sobre el estándar de la zona) de BM en fresa y vivero; de cara a los posibles Usos críticos que se plantean efectivamente a partir de 2003, este hecho es de capital importancia para cumplir los requisitos de técnica más depurada de reducción de dosis (Decision XI/6), unidos a la formulación BM-pic con empobrecimiento paulatino del primer factor; eso viene a indicar, p.e., que en caso de vivero en que una dosis de 400 kg/ha de BM-pic 67-33 era razonable en el año 1999, nuestros resultados pueden

Universidad de Huelva 2009

sostener resultados agro-patológicos similares con la utilización de 50% de dosis (200 Kg./ha) bajo plástico transparente VIF de la formulación 50-50 BM-pic o aún 30-70 BM-pic, ello implica reducciones del 63% y 78% respectivamente de la sustancia BM.

Pero aún más importante es la extensión del concepto y uso de los plásticos VIF a otros fumigantes químicos por la posibilidad igual de reducción de dosis estándar y de emisión a la atmósfera de sus residuos nocivos; nuestros trabajos preliminares con el uso de VIF opaco y transparente (con 50% de reducción de dosis) en Telopic inyectado en los ensayos de 2001 en fresa y vivero respectivamente, contrastados con las Demostraciones en marcha, permiten vislumbrar con optimismo avances en la técnica de aplicación VIF que deberían plasmarse en nuevos proyectos de trabajo.

Como hemos indicado, hay un acuerdo general en señalar que el Metam Sodio produce resultados no consistentes (Caulkins, com. pers.), nuestros resultados han apuntado hacia ese sentido, claramente en los ensayos en viveros de altura y en el caso del cultivo de fresa en Huelva. El Metam Sodio tiene mecanismo de acción y connotaciones de futuro similares al Dazomet, en efecto, su uso futuro como fumigante químico puede no correr peligro, por ello, también en este caso por motivos de puro sentido común, hemos mantenido en nuestro Programa de Demostraciones en marcha la inyección de bajas dosis de Metam sodio (75 cc/m2) combinada con la solarización, con resultados mas modestos pero viables económicamente (López-Aranda et al., 2002c). Sin embargo, existen otras posibilidades que deben ser exploradas.

Es bien conocido que los agroquímicos liberadores de metil-iso-tiocianato, como es el Dazomet y el Metam Sodio, tienen una difusión limitada en el suelo, su movilidad sólo se produce a través de la humedad (mientras que los otros agroquímicos se mueven en los intersticios aéreos del suelo); ello plantea problemas de eficiencia del Metam Sodio cuando no se dan condiciones adecuadas de Temperatura del suelo (10-32°C), Capacidad de Campo (50-80%), adecuado equipamiento de incorporación.del fumigante (Duerksen y Wang, 1998; Duniway, 2002). Estas dificultades han comenzado a corregirse con la mezcla de aplicaciones de Metam Sodio y otros fumigantes como es el caso de la combinación 1,3 dicloropropeno-cloropicrina (61:35) y "Plant Pro" (Haglund, 2000; Larson, 1998; Locascio y Dickson, 1998; Nelson et al., 2001; Norton, 2001; Roozen, 2000; Seebold y Csinos, 2001).

Universidad de Huelva 2009

Larson (1998) señalaba que el Metam Sodio utilizado en conjunción con pic o TeloneC35 resultaba en incrementos de productividad en comparación con la utilización individualizada de cada fumigante; así, el uso de Metam Sodio (700 l/ha) a continuación de dosis reducidas de pic o TeloneC35 (100-200 kg./ha) podría ser una solución viable a corto plazo. Nelson et al. (2001) aportan diversas formas de aplicación combinada de Metam Sodio con otros fumigantes. En nuestro caso del cultivo de fresa en Huelva, el mayor problema sería buscar la correcta técnica de aplicación combinada de Metam Sodio con otros fumigantes químicos, objetivos de este tipo deberán desarrollarse en este proyecto. No sólo por operatividad en dicha aplicación sino por el hecho de existir evidencias de reacciones indeseadas (incompatibilidades) entre soluciones acuosas de Metam Sodio y 1,3-D; ello exige como medida de seguridad la aplicación secuencial y separada (varios días) de esas mezclas (Duniway, 2002).

En relación con la solarización del suelo, la técnica de realización, la maquinaria y los procedimientos deben ser mejorados y perfeccionados en la zona de Huelva; o mejor, podría ser interesante introducir tecnologías eficientes para la solarización al aire libre de grandes superficies como es el caso del la aplicación en forma de spray de polímeros plásticos (Gamliel et al., 2001a).

En efecto, la solarización requiere de equipamiento y procedimientos especiales de los que la zona carece; a pesar del avance que supuso el prototipo solarizador diseñado y fabricado en el proyecto INIA SC 97-130. La forma teórica más perfecta es el enterramiento suficiente de los bordes y el encolado (encolado, pegado o soldadura longitudinal) de los diferentes paños que suelen tener una anchura máxima de 3,20 metros. Sin embargo, tenemos la convicción de que esa práctica es muy azarosa en la realidad y por ello hemos preferido en nuestros ensayos de Huelva dejar franjas longitudinales de 40-50 cm sin cubrir (Medina-Mínguez, 2002), perdiendo eficacia el método pero ganando seguridad frente a accidentes climáticos (por ejemplo, vientos).

Esta nueva tecnología de uso de polímeros plásticos biodegradables en forma de espumas aplicadas en forma de spray al suelo, formando una capa o membrana de grosor dependiente de la dosis aplicada, podría ser una alternativa factible a la solarización tradicional que podría romper las resistencias persistentes de todos los sectores agrícolas, incluido el fresero, para incorporar a la solarización como verdadera práctica de cultivo. Dicha técnica está desarrollada en Israel y se dispone de desarrollo

Universidad de Huelva 2009

comercial ("Ecotex") y tecnología de aplicación, incluyendo ensayos en Israel sobre patata y cacahuete y en España, sobre zanahoria, remolacha de mesa y patata (Ramos, com. pers.). Existen formulaciones del polímero de color transparente (blanco), negro, verde, amarillo, de funciones diferenciadas; la membrana que se produce al ser aplicado el producto al suelo es porosa, permite la emergencia de malas hierbas y al ser permeable pueden incorporarse riegos aéreos (por ejemplo, mediante aspersión). Las dosis orientativas ensayadas son del orden de 800-1000 kg./ha del polímero.

Por otra parte, hay que insistir en la práctica de alternativas físicas mediante el empleo de solarización combinada con biofumigación (estiércol fresco de ave y/o uso de enterrado en verde de cultivos de corto ciclo de *Brassica* spp. (principalmente *B. carinata* y *B. napus*), utilización de *Trichoderma* tal como sugieren Llobell et al. (2000), en diversas formulaciones comerciales disponibles en Andalucía, como "Tusal" y "Fertusal" (Romero, com. pers.) y el uso de plantas enriquecidas con rizobacterias PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria); en efecto, Eayre (1999, 2000, 2001) ha demostrado un efecto aditivo importante en el incremento del rendimiento del cultivo de la fresa en California al combinar desinfecciones de suelo con pic y el empleo de plantas inoculadas con PGPR mediante la inmersión en suspensiones de alginato sódico en el momento de la plantación.

Finalmente, debemos señalar que otras soluciones químicas de corto plazo quedan por ensayar en nuestras condiciones reales de campo: ioduro de Metilo (o Iodometano), desarrollado en fresa en Estados Unidos, sin experiencia en Europa (Du Fretay, com. pers.); sus efectos han sido puestos a punto y destacados por diversos autores (Aiwa et al., 2001; Allan y Platt, 2002; Allan y Schiller, 2000, 2001; Becker et al., 1997; Becker et al., 1998; Hutchinson et al., 1997; Hutchinson et al., 1999; Norton, 2001; Sims y Stanghellini, 2000; Sims et al., 1999). Sólo o en combinaciones con pic 60-40 y 50-50 puede dar excelentes resultados en fresa (Norton, 2001; Sances, 2001) y prestaciones al nivel del BM en viveros de esta especie (Allan y Schiller, 2001), principalmente en su formulación combinada 50-50 con pic (Duniway, 2002); su potencial entrada en el mercado norteamericano podría preverse para 2003.

Igualmente, desarrollado en fresa en Estados Unidos, sin experiencia en Europa, se puede citar el bromuro de propargyl (Ajwa et al., 2001b; Duniway, 2002; Dungan et al., 2000; Papiernik et al., 2000; Rodriguez-Kabana, 2000; Trout, 2001; Yates y Gan,

Universidad de Huelva 2009

1997). En relación con productos emulsionables en riego-preplantación pueden citarse la azida potásica (Rodriguez-Kabana y Robertson, 2000) y azida sódica (Rodriguez-Kabana, 2001a, 2001b, 2002a; Rodriguez-Kabana y Abdelhaq, 2001; Rodriguez-Kabana y Robertson, 2001). Estas nuevas sustancias no son conocidas en Europa ni aún han sido comenzadas a desarrollar para fresas en Estados Unidos. En el mismo caso se encuentran el óxido de propileno, con mayor uso alternativo al BM de carácter experimental en post-cosecha, que comienza a experimentarse en usos de pre-plantación (Griffith, 2001; Griffith y Warren, 2000; Rodriguez-Kabana y Weaver, 2001; Rodriguez-Kabana, 2002b) y podría aportar resultados interesantes aplicado en inyección (Norton, 2001). Debemos considerar igualmente la sustancia experimental basada en el iodo "Plant-Pro" (Adams et al., 200, 2001; Fuentes-Bórquez, 2000) y una sustancia de desarrollo europeo dimetil disulfuro (DMDS) (Fritsch et al., 2002). Nuestro equipo de trabajo ha comenzado experimentos de campo en fresa y viveros con óxido de propileno y DMDS.

El problema de la retirada del MB en el caso del cultivo de la fresa en España, tiene importantes conexiones internacionales y domésticas, dada la característica de este sector agrícola de estar subdividido en dos sectores independientes: producción de plantas y producción de frutos. La producción de plantas se realiza en los viveros de altura situados en la parte Centro-Norte del país, Castilla-León, con material vegetal de partida (plantas madres) que proceden en su mayor parte de viveros californianos; por su parte, la producción de fruto se realiza en zonas de costa con plantas hijas multiplicadas en esos viveros de altura. Por ello, la solución que se adopte, como alternativa al MB, en el caso del sistema de viveros californianos tendrá una directa influencia en la sanidad del material vegetal que se multiplique en España, y la solución que se adopte en el viverismo español tendrá, igualmente, una influencia directa en la sanidad y eficiencia del material vegetal directamente utilizado para la producción de fruto. Son por tanto, de capital importancia para el caso de la fresa en España las soluciones que se adopten en el sector viverista Californiano y español sobre el problema de la búsqueda de alternativas al MB, ya que actuarán en efecto en forma de cascada.

Precisamente, uno de los sectores agrícolas menos explorados a nivel internacional en este importante tema es el de los viveros de fresa en los últimos años y la situación anterior era de absoluta y embarazosa escasez de estudios científicos,

Universidad de Huelva 2009

teniendo en cuenta que la práctica totalidad del viverismo de especies leñosas incluida la fresa tiene por origen la fumigación química y el BM (Larson, 1997); solamente los trabajos americanos (relativamente escasos) (Gordon et al., 1999; Larson, 1997; Martin, 2001; Martínez et al., 2000; Fennimore et al., 2001b), muchos de ellos referidos al tema específico del control de malas hierbas (Fennimore y Richard, 1999; Fennimore et al., 2000, 2001a; Keddy et al., 1997) y los nuestros (De Cal et al., 2002; López-Aranda, 1999a, 1999b, 2002; López-Aranda et al., 2000d, 2002a; Melgarejo et al., 2001a, 2001b, Palacios-Vázquez, 2002; Verdier, 2002), realizados en el proyecto INIA SC 97-130, existen a nivel planetario. Puede observarse la inexistencia del más mínimo atisbo de alternativas físicas, mixtas o de control biológico en este sector agrario. Los trabajos norteamericanos en una línea parecida a la nuestra han llevado a esa comunidad científico-técnica a pensar en la posibilidad de solicitud de exenciones de BM por Usos críticos para las diferentes fases del complejo sistema californiano de viveros de fresa (López-Aranda, com. pers.; [DPR], 2001).

El Proyecto INIA SC 97-130 sobre alternativas al BM (Bolívar, 2002) también lleva realizando 5 años continuados de experimentos (1998, 1999, 2000, 2001, 2002) en dos zonas representativas (Arévalo y Cuellar) de Castilla-León. Dos importantes viveros fueron seleccionados para dichos experimentos: Viveros California S.L. en sus parcelas localizadas en los alrededores de Arévalo (Ávila) y Viveros Río Eresma S.A. en los alrededores de Navalmanzano (Segovia). Desde el inicio de los experimentos se siguieron criterios similares a los utilizados en los trabajos en Huelva (criterio de escala real y natural) y se trató de reproducir la práctica habitual en este sector profesional: planta madre procedente de viveros californianos, práctica de la desinfección en época invernal (finales de Marzo), movilidad geográfica (variación de la parcela año a año).

Los tratamientos quedan reproducidos en la siguiente Tabla 15.-AD. Los resultados de diverso tipo así como las expectativas del sector y tendencias provisionales también han sido presentados profusamente en diversos foros nacionales e internacionales (De Cal et al., 2002; López-Aranda, 1999a, 1999b, 2002; López-Aranda et al., 2000d, 2002a; Medina et al., 2000; Melgarejo et al., 2001a, 2001b, Palacios-Vázquez, 2002; Verdier, 2002).

Universidad de Huelva 2009

Tabla 15.-AD. Alternativas al BM (Tratamientos). Viveros (Castilla-León). 1998/2002.

Año	Tratamientos	Descripción
1998	Control	Control sin fumigación
	BM(40)	BM-Pic (67/33) 40 gr./m^2 inyección todo terreno (standard)
	BM(20)VIF	BM-Pic (67/33) 20 gr./m^2 inyección todo terreno VIF transp. film
	TeloneC-17	Telone C-17 40 cc/m^2 inyección todo terreno
	TeloneC-35	Telone C-35 (Telopic) 35 cc/m^2 inyección todo terreno
	Cloropicrina sola	Cloropicrina 40 gr./m^2 inyección todo terreno
1999	Control	Control sin fumigación
	BM(40)	BM-Pic (50/50) 40 gr./m^2 inyección todo terreno (standard)
	BM(20)VIF	BM-Pic (50/50) 20 gr./m^2 inyección todo terreno VIF transp. film
	Dazomet	Dazomet 50 gr./m^2 incorporación en todo terreno transp. film
	Telopic	Telone C-35 (Telopic) 35 cc/m^2 inyección todo terreno
	Cloropicrina sola	Cloropicrina 40 gr./m^2 inyección todo terreno
2000	Control	Control sin fumigación
	BM(40)	BM-Pic (50/50) 40gr./m^2 inyección todo terreno (standard)
	BM(20)VIF	BM-Pic (50/50) 20gr./m^2 inyección todo terreno VIF transp. film
	Dazomet	Dazomet 50 gr./m^2 incorporación en todo terreno transp. film
	Telopic	Telone C-35 (Telopic) 40 cc/m^2 inyección todo terreno
	Cloropicrina sola	Cloropicrina 40 gr./m^2 inyección todo terreno
	Metam Sodio	Metam Sodio 125 cc/m^2 inyección todo terreno transp. film
	Metam Potasio	Metam Potasio 160 cc/m^2 inyección todo terreno transp. film
2001	Control	Control sin fumigación
	BM(40)	BM-Pic (50/50) 40 gr./m^2 inyección todo terreno (standard)
	BM(20)VIF	BM-Pic (50/50) 20 gr./m^2 inyección todo terreno VIF transp. film
	Dazomet	Dazomet 50 gr./m^2 incorporación en todo terreno transp. film
	Telopic	Telone C-35 (Telopic) 40 cc/m^2 inyección todo terreno
	Telopic VIF	Telone C-35 (Telopic) 20 cc/m^2 inyección todo terreno VIF transp. Film
	Metam Sodio	Metam Sodio 125 cc/m^2 inyección todo terreno transp. film
	Metam Potasio	Metam Potasio 160 cc/m^2 inyección todo terreno transp. film
2002	Control	Control sin fumigación
	BM(40)	BM-Pic (50/50) 40 gr./m^2 inyección todo terreno (standard)
	BM(20)VIF	BM-Pic (50/50) 20 gr./m^2 inyección todo terreno VIF transp. film
	Dazomet	Dazomet 50 gr./m^2 incorporación en todo terreno transp. film
	Telopic	Telone C-35 (Telopic) 40 cc/m^2 inyección todo terreno
	Telopic VIF	Telone C-35 (Telopic) 20 cc/m^2 inyección todo terreno VIF transp. Film
	Metam Sodio	Metam Sodio 125 cc/m^2 inyección todo terreno transp. film
	Metam Potasio	Metam Potasio 160 cc/m^2 inyección todo terreno transp. film
	DMDS	Dimetil Disulfuro 80 cc/ m^2 inyección todo terreno transp. film
	BM(20)VIF	BM-Pic (30/70) 20 gr./m^2 inyección todo terreno VIF transp. film

Es importante destacar que las plantas madres originarias de California mostraban infección por *Phytophthora cactorum* (2-7%), *Botrytis cinerea* (1-40%), y *Fusarium* spp. (0.5-10%), según los casos y años. Todos los tratamientos químicos utilizados (en los cinco años, 1998-2002) han reducido el número total de unidades

Universidad de Huelva 2009

formadoras de colonias (ufc), en ambas localidades, de hongos tales como *Fusarium* sp., *Verticillium* spp., y *Pythium* spp., y en algunos casos *Rhizoctonia* spp. y *Phytophthora cactorum*. Los tratamientos reducían las poblaciones de esos géneros de hongos patógenos y en algunos casos las eliminaban. Se han observado claras diferencias de porcentajes de enfermedad entre los tratamientos químicos y los controles sin fumigación, principalmente en los ensayos de Segovia; en general, los tratamientos con BM-pic, Telopic, pic sola y Dazomet han reducido dichos porcentajes en mayor medida que los tratamientos con Metam Sodio y Metam Potasio.

Además, todos los tratamientos químicos redujeron las poblaciones de nematodos, aunque estas no fueron en ningún caso patógenas (De Cal et al., 2002); no obstante, estos años de resultados han ofrecido un modelo poco consistente y no repetitivo en las tendencias globales observadas. Si bien, se han podido observar buenos resultados en los tratamientos de reducción de dosis bajo film VIF (20 gr./m^2 50-50 BM-pic) y Telopic y/o Telopic VIF (1,3 dicloropropeno-cloropicrina) (61-35), y en menor medida con Dazomet, los resultados se situaban en un ranking variable entre años y localidades, sin poder determinar una tendencia estable. Probablemente las particulares características de este sub-sector agrícola: importación de un alto porcentaje de planta madre foránea, movilidad geográfica de los viveros que se verán influenciados por la alternativa de cultivo seguida en la parcela, período invernal de la época de fumigación y condiciones climáticas en el momento de la plantación e inicio del cultivo, pueden ser causas, entre otras, de una particular dificultad en encontrar alternativas viables y seguras en el caso de los viveros de fresa (López-Aranda et al., 2002a).

Nuestras conclusiones se asemejan a las californianas. Por un conjunto de razones, el sector viverista español, al igual que el norteamericano, solicitó por escrito la concesión de la exención de Usos críticos tal como se había adelantado como aspiración del sector viverista (Palacios-Vázquez, 2002) con el apoyo explícito del sector productor de fruto (Verdier, 2002). Tal reivindicación era recogida en el borrador de Conclusiones de la Conferencia Internacional sobre alternativas al Bromuro de metilo "Los Retos Pendientes", Sevilla 5-8 de Marzo de 2002: "...Some experts stressed the importance of disease-free strawberry mother plants in order to maintain profitability in the production areas while others thought that production of mother plants using MB after 2005 might be considered as a future Critical Use application if further research was not successful".

Universidad de Huelva 2009

Sin embargo, el temor a la posible prohibición de los principios activos 1,3-D y cloropicrina en el futuro Registro Único Europeo, ha llevado también al sector productor de fruto en Huelva (Freshuelva) a solicitar ante el Ministerio de Medio Ambiente igualmente dicha exención de Usos críticos en los primeros días de Julio de 2002 (Verdier, com. pers.). Digamos que esta solicitud de exención de Usos críticos para BM ha tenido un efecto en cascada por temor de los sectores implicados a futuras limitaciones del uso de alternativas de carácter químico en la Unión Europea y según nuestras noticias han seguido el mismo camino los sectores freseros de Francia e Italia, y sectores españoles tales como el de cultivo del pimiento en Murcia y flor cortada en Cataluña y Andalucía.

Estas no son las únicas actividades referidas a tan importante tema para el cultivo de la fresa en España. En efecto, un primer proyecto financiado por la Comisión Europea en el Programa FAIR (proyecto CT 98-4140) coordinado por el Dr. Montes de la Universidad de Salamanca y en principio con vigencia hasta 2002, tiene por objetivos la selección de cepas de *Trichoderma* activas contra los principales patógenos de suelo en fresa, su aplicación en conjunción con prácticas de solarización, desarrollo de nuevos biocidas a partir de proteínas de *Trichoderma* para protección de enfermedades del fruto de la fresa en pre y post cosecha y, finalmente, explorar los efectos sinérgicos de dichas medidas (Llobell et al., 2000). Por su parte, comienza a desarrollarse un Proyecto de Investigación coordinado por el Dr. Bello (CSIC) y con importante participación de la Universidad de Huelva sobre efecto mejorante en el suelo por enmiendas de restos de cultivo, en fresa y otros cultivos; en definitiva sus objetivos se centran en desarrollar la técnica de la biofumigación, mediante la incorporación de los propios restos del cultivo de fresa y vivero, caracterizando su eficacia en el control de patógenos y flora arvense y evaluando los riesgos potenciales de su utilización.

Universidad de Huelva 2009

Universidad de Huelva 2009

Universidad de Huelva

Reunido el Tribunal integrado por los abajo firmantes en el día de la fecha, para juzgar la Tesis Doctoral de D. / Dª. JUAN JESÚS MEDINA NÚÑEZ

Titulada Evaluación funcional de la adaptación de raíces de Taxus (Fxa. Del.) a diferentes ambientes gaseosos

acordó otorgarle la calificación de Sobresaliente "CUM LAUDE"

Huelva, 10 de Abril de 2003

El Vocal | El Vocal | El Vocal

El Presidente | El Secretario | El Doctorando

Universidad de Huelva 2009

UNIVERSIDAD DE HUELVA
BIBLIOTECA
0000209987

Universidad de Huelva 2009