

Adaptación a la sequía y necesidades hídricas de *Eucalyptus globulus* Labill. en Huelva

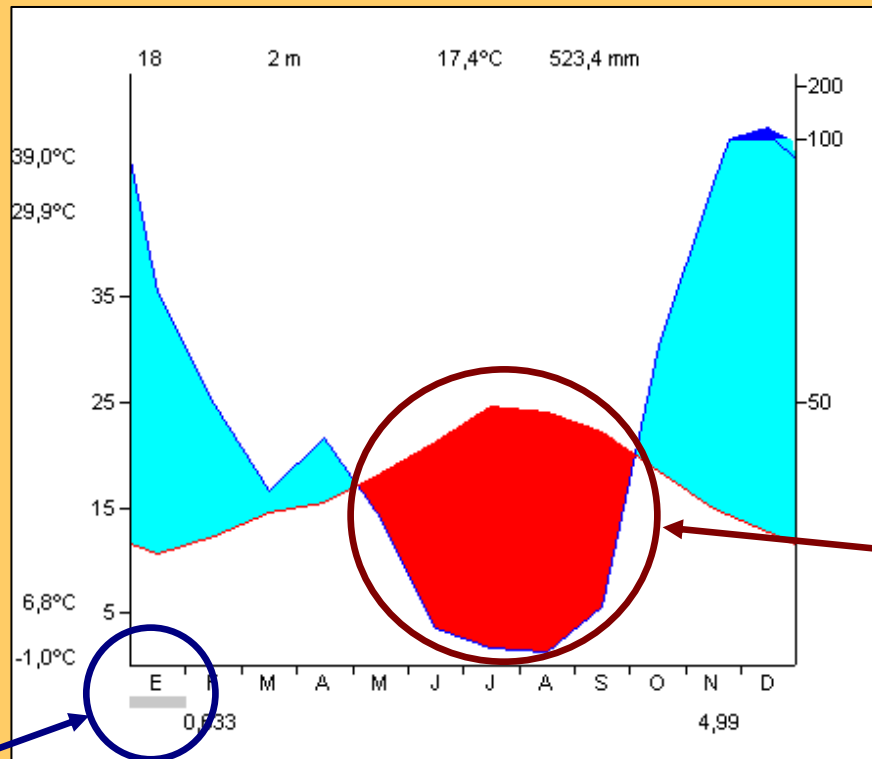
Manuel Fernández Martínez

Escuela Politécnica Superior. Dpto. de Ciencias Agroforestales (UHU). Huelva.



CLIMA MEDITERRÁNEO

Ejemplo de climodiagrama para una estación de Huelva de cota baja y cerca de la costa



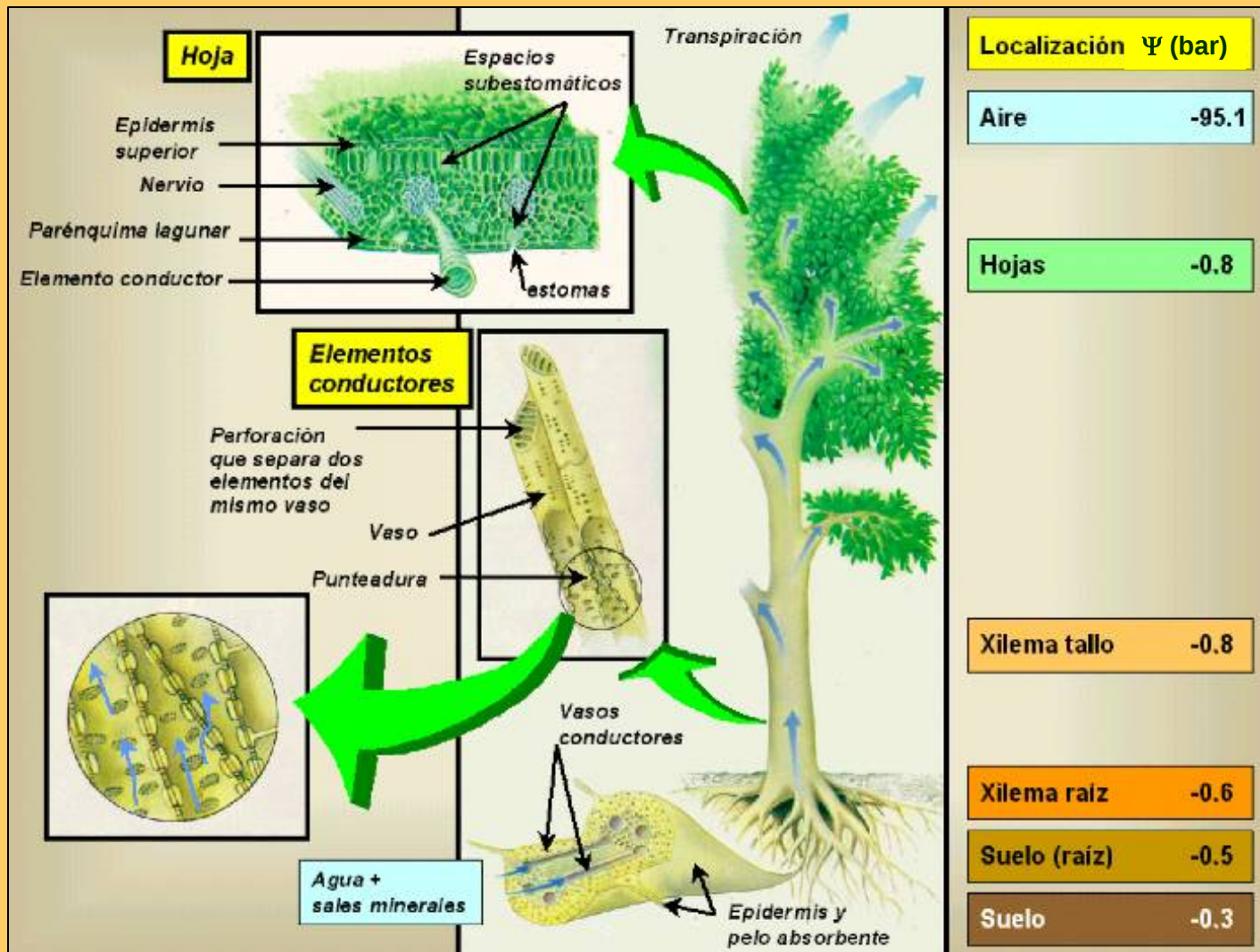
Umbral térmico
sobre -5 °C.

Época estival: altas temperaturas, baja
humedad edáfica y ambiente.



De 3 a 5 meses sin
precipitaciones
(sequía).

El movimiento del agua en las plantas





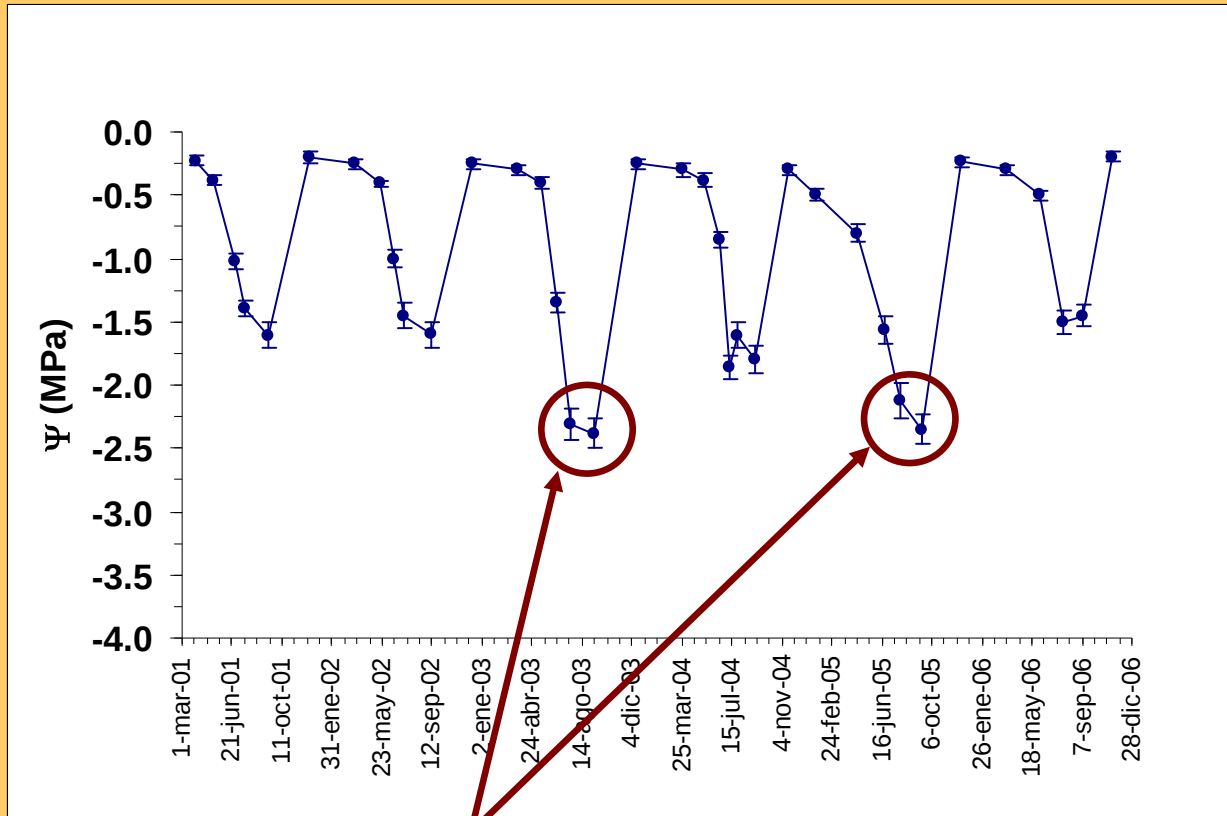
Mantener un buen estado hídrico es esencial para el crecimiento, el vigor y el estado fitosanitario de las plantas.

Cómo soportar los períodos de sequía (estrés hídrico)

- Estrategias de **conservación** de su estado hídrico:
 - Evitar pérdidas excesivas de agua: p.ej. cierre estomático, epidermis foliares poco permeables, hojas gruesas.
 - Mantener el funcionamiento del sistema hidráulico: absorción y transporte eficientes.
- Estrategias de **tolerancia** de cierta deshidratación:
 - Ajuste osmótico: $\Psi = \Psi_p + \Psi_\pi$
 - Ajuste elástico: modificar $\epsilon_{\text{máx}}$ hacia mayor elasticidad.
- **Distribución** diferencial del agua: p.ej. entre floema y peridermis dentro de la corteza.

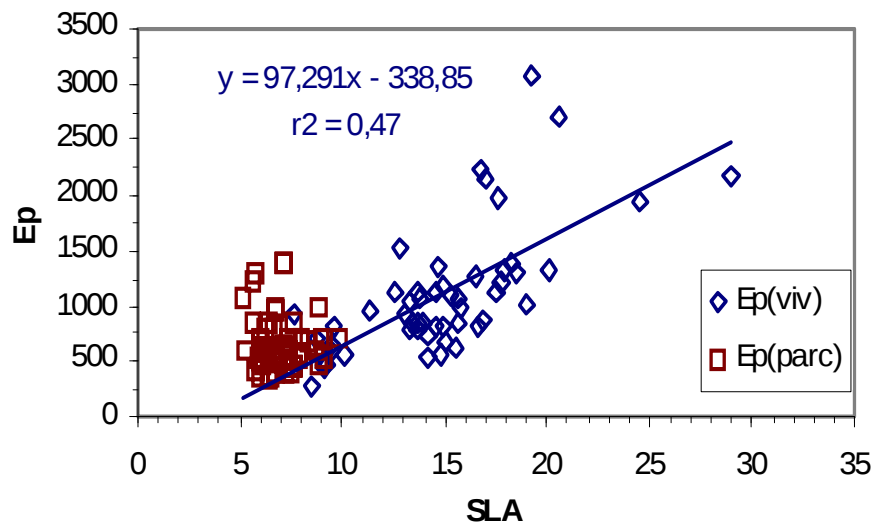
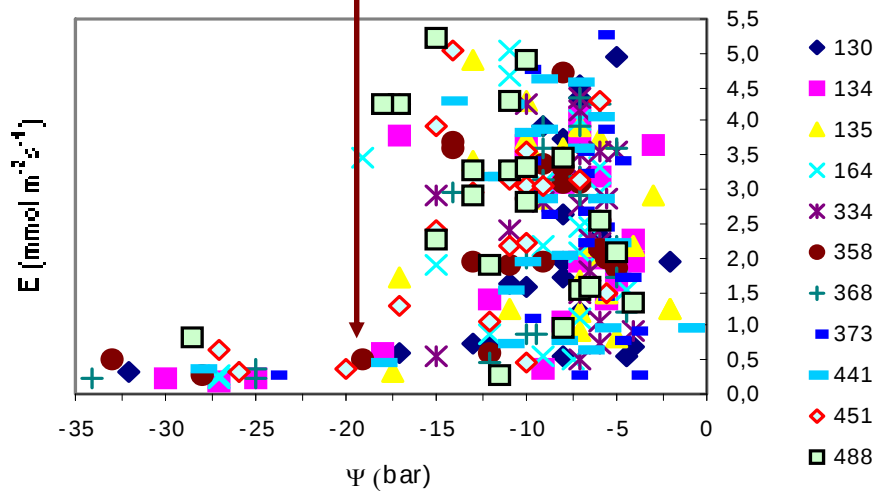
ESTADO HÍDRICO

Evolución interanual del potencial hídrico xilemático (Ψ)



Umbral crítico de estado hídrico entre -2,0 y -2,5 MPa según el clon

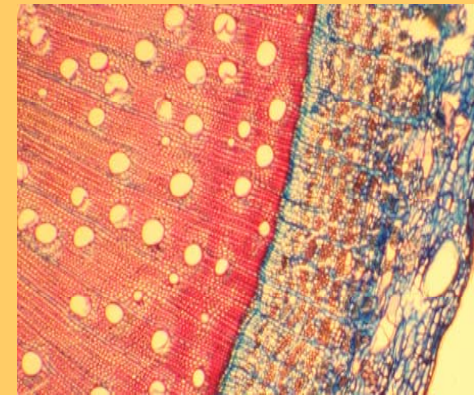
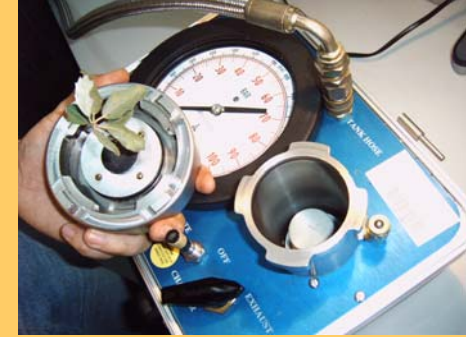
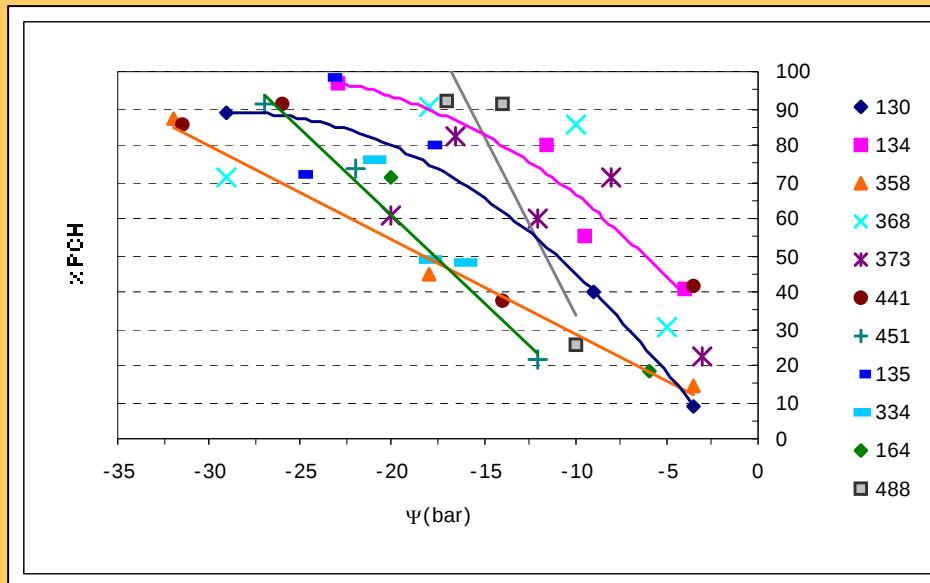
- Cierre estomático.
- Diferencias entre clones.



- Diferencias significativas entre clones para E_p y SLA.
- Diferencias significativas entre condiciones de crecimiento.
- Interacción clon x tratamiento

-Diferencias entre clones en la vulnerabilidad a la cavitación.

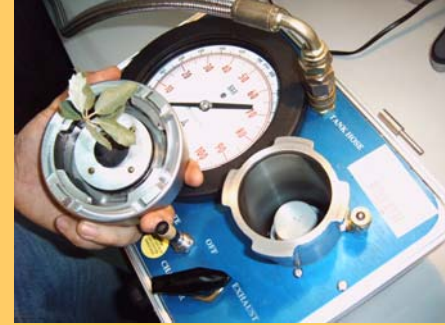
-Aumento brusco de PCH entre -10 y -18 bar, según clon.



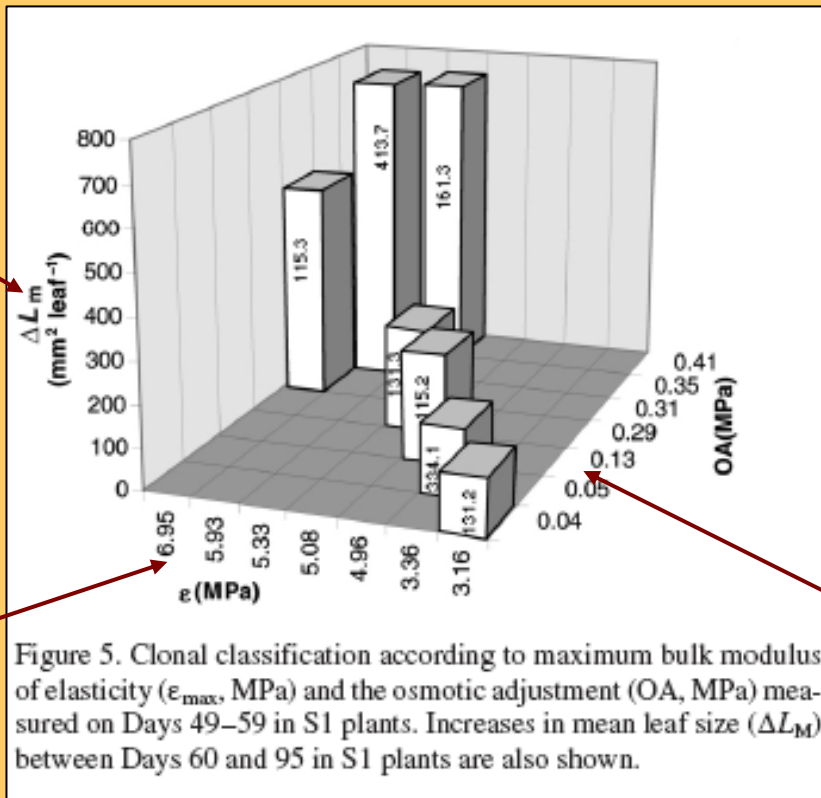
Características de los vasos conductores del xilema

Clon	D_{menor} (mm)	D_{mayor} (mm)	A_v (mm ²)	d_v (nº/mm ²)	A_{cond} (%)
1	30,1 ± 0,8 b	36,7 ± 0,8 b	867,6 ± 0,5 b	134,3 ± 10,2 b	11,7 ± 0,9 b
2	25,8 ± 0,7 a	33,1 ± 0,9 a	670,1 ± 0,5 a	179,7 ± 15,2 c	12,1 ± 1,0 b
3	27,8 ± 0,9 ab	35,5 ± 1,2 ab	776,9 ± 0,8 ab	115,2 ± 2,6 a	9,0 ± 0,2 a
4	28,2 ± 0,9 ab	34,6 ± 0,8 ab	766,3 ± 0,6 ab	135,9 ± 8,6 b	10,4 ± 0,6 ab
Total	28,0 ± 0,4	35,0 ± 0,5	769,7 ± 0,2	142,0 ± 11,0	10,8 ± 0,6
Sig.	0,002	0,047	0,024	0,006	0,031

Mecanismos de tolerancia



Crecimiento

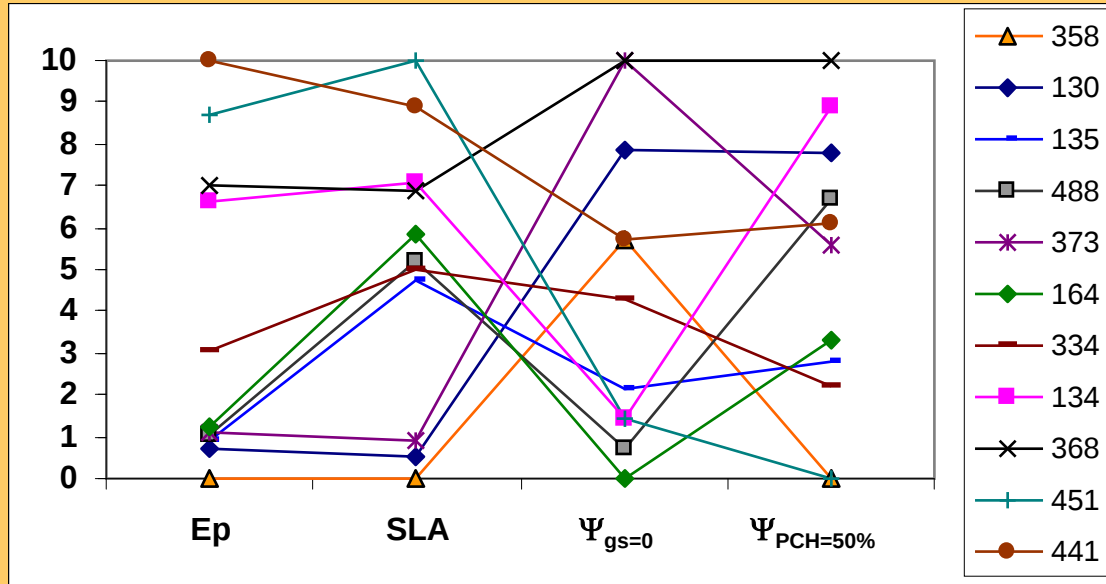


Ajuste elástico

Ajuste osmótico

(Pita et al. 200. Tree Physiol. 21: 599-607)

- **Variabilidad clonal** en las estrategias de resistencia al estrés hídrico. Variación del ranking según parámetro.
- Cada uno combina utiliza estrategias de evitación y/o tolerancia **particulares**.
- Decisiones que necesitan conocer más de un parámetro.



ESTADO HÍDRICO

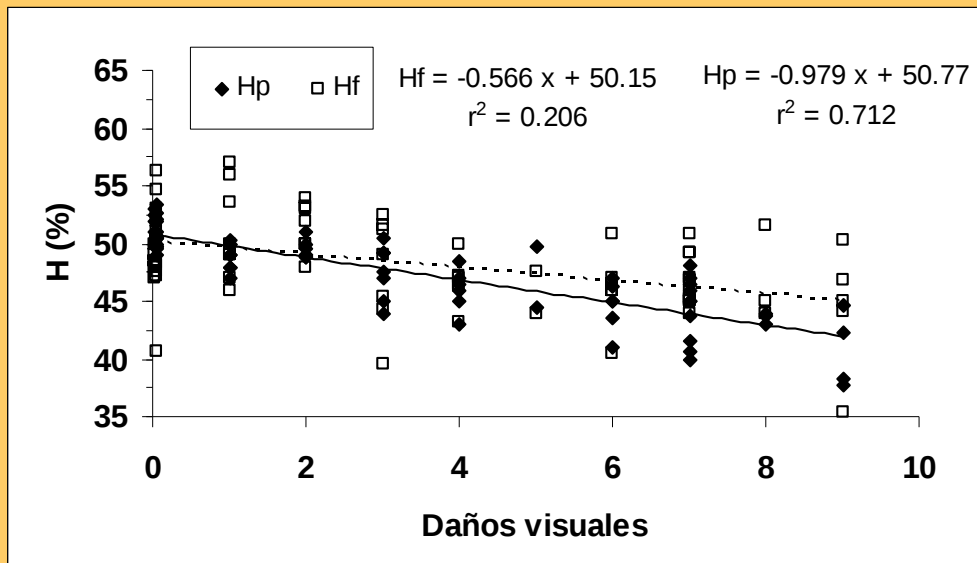
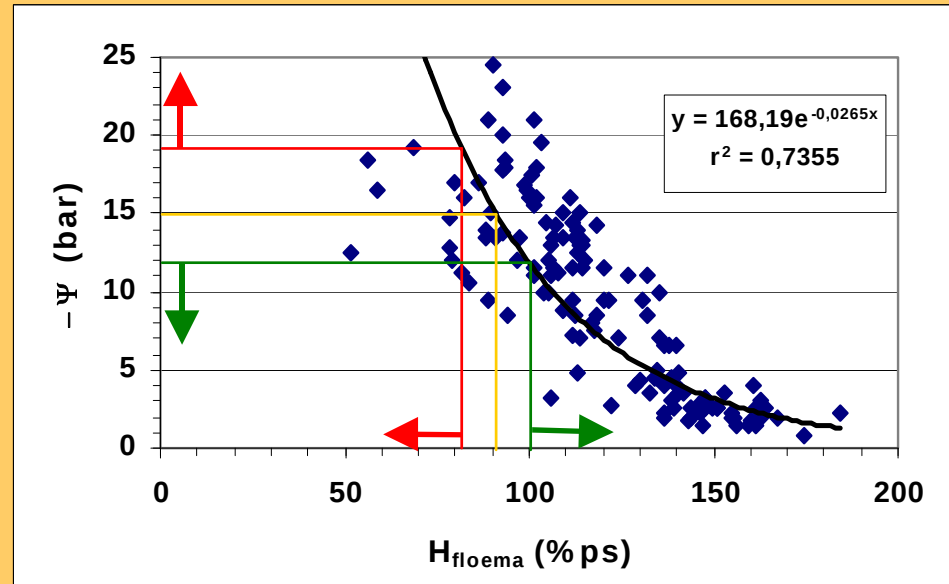
El potencial hídrico (Ψ) se correlaciona con el contenido de humedad en el floema (Hf), con la humedad edáfica (Hs) y con la conductancia estomática (gs), pero no con la humedad de la peridermis (Hp).

(n = 120)	Ψ	gs	Hs	H-phloem	H-periderm
Ψ	1				
gs	0.80**	1			
Hs	0.69**	0.69**	1		
H-phloem	0.61*	0.66*	0.77**	1	
H-periderm	0.23 ^{n.s.}	0.03 ^{n.s.}	0.30 ^{n.s.}	0.55 ^{n.s.}	1



Umbralcs críticos de Humedad en corteza:

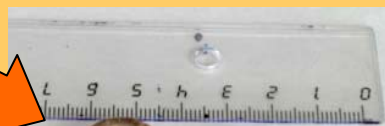
- Humedad_{PF} < 45 %: grave peligro de muerte (estrés severo).
- Humedad_{PF} > 50 %: árbol fuera de peligro (estrés moderado a bajo).
- 45 % < Humedad_{PF} < 50 %: región crítica, diferencias entre clones.



Relación entre el grado de ataque por *Phoracantha* spp. y el contenido de humedad en floema y “peridermis”.

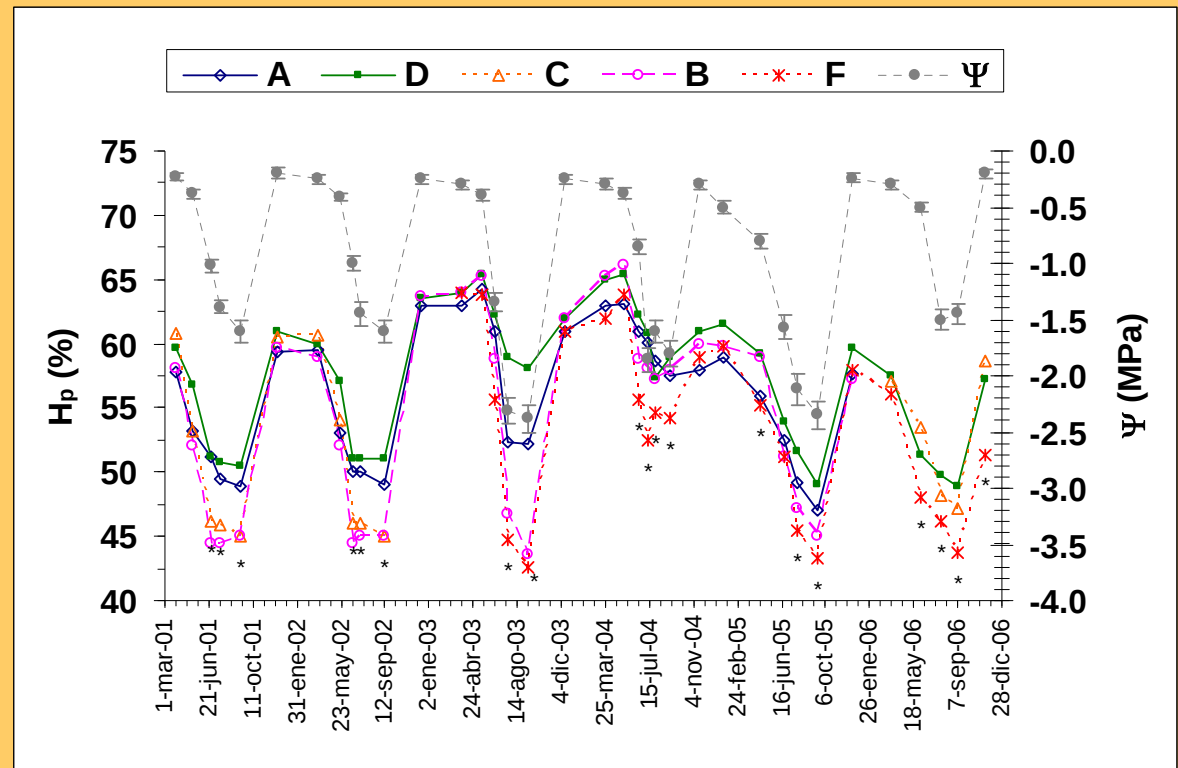
ESTADO HÍDRICO Y SELECCIÓN CLONAL

Evolución interanual de la **humedad en la peridermis** (H_p) y del potencial hídrico xilemático (Ψ). A igualdad de potencial hídrico, los clones tipo A y D mantienen valores más alto de H_p que los del tipo B, C y F en épocas de sequía. Estos últimos más **vulnerables a ataques por *Phoracantha* spp.**

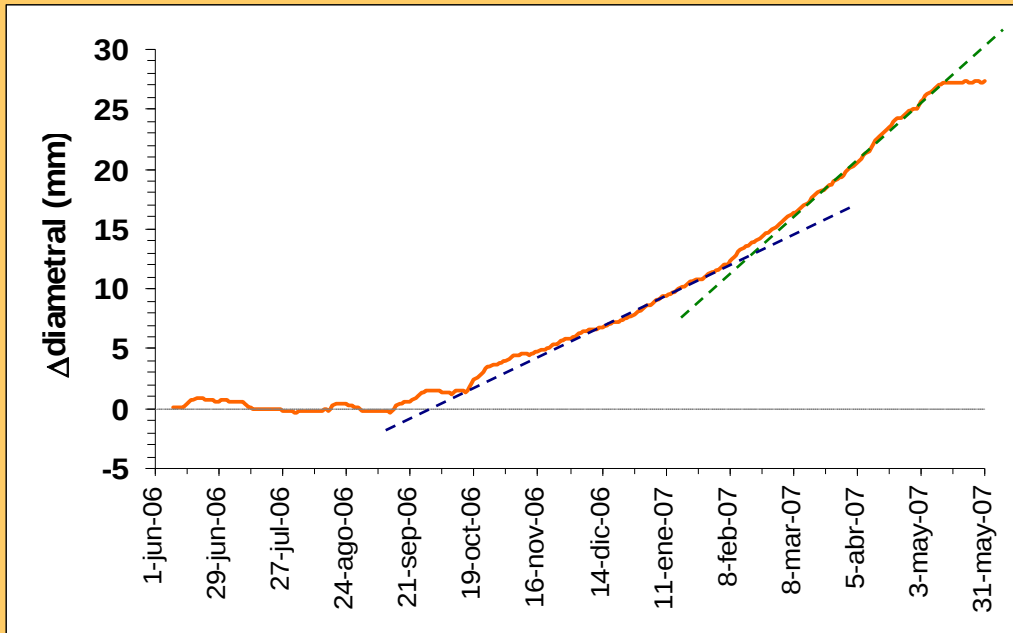


Floema

"Peridermis"

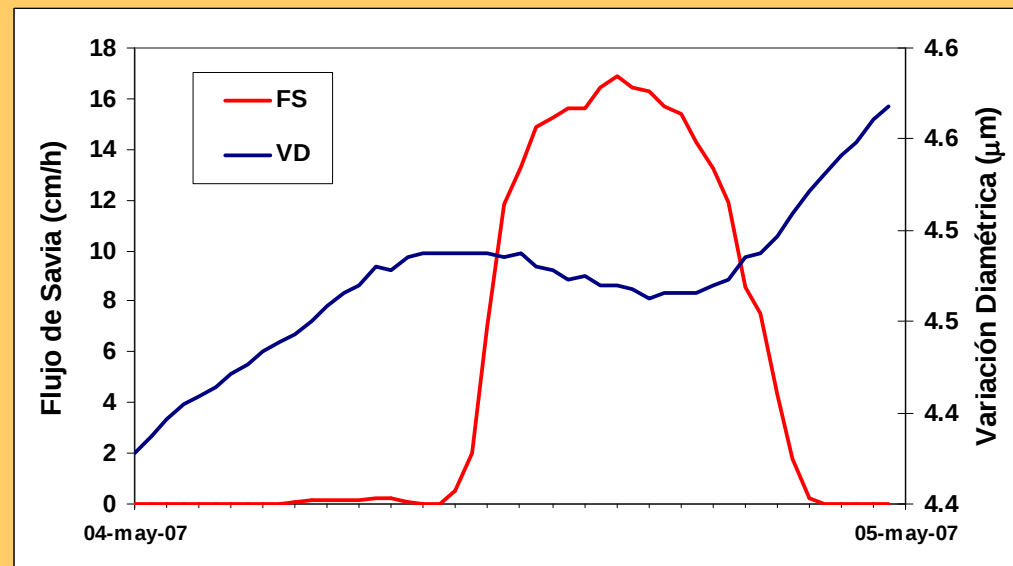


Crecimiento y consumo de agua



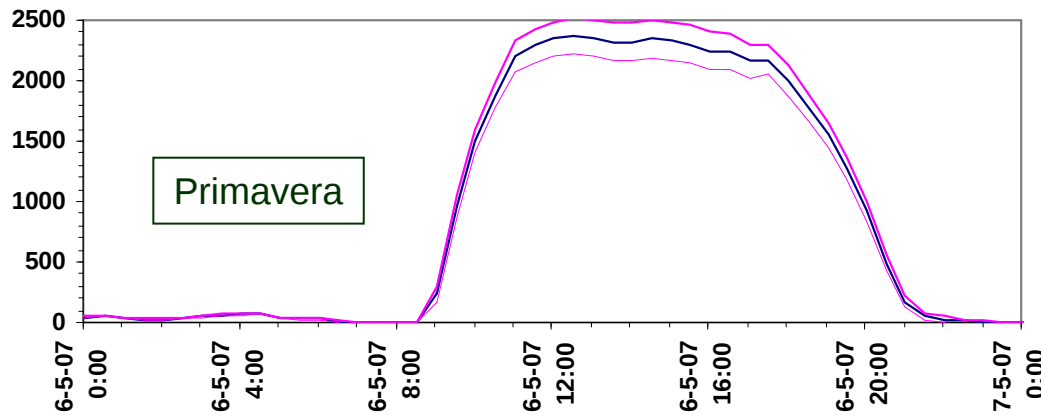
-Seguimiento a escala estacional.

- Diferencias entre clones en los ritmos de crecimiento otoñales y primaverales.



- Seguimiento a escala diaria.
- Relación entre crecimiento y uso del agua.

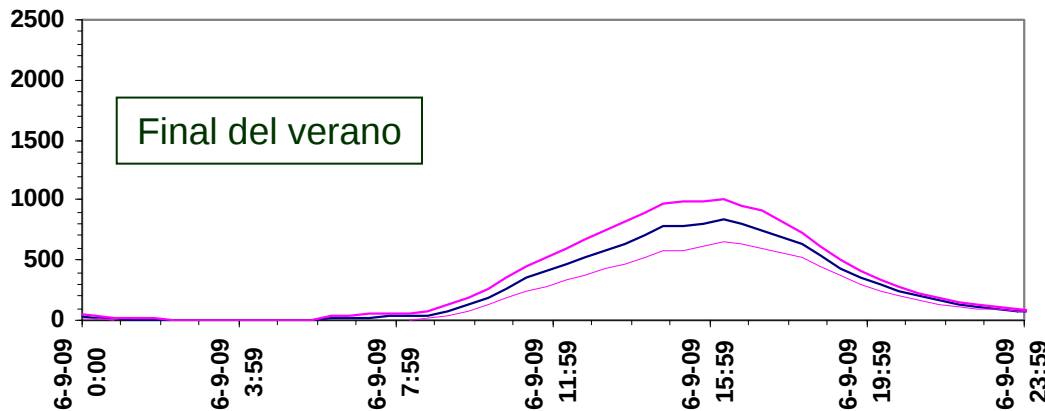
23,7 litros/día; $V_{max} = 19,3 \text{ cm/h}$

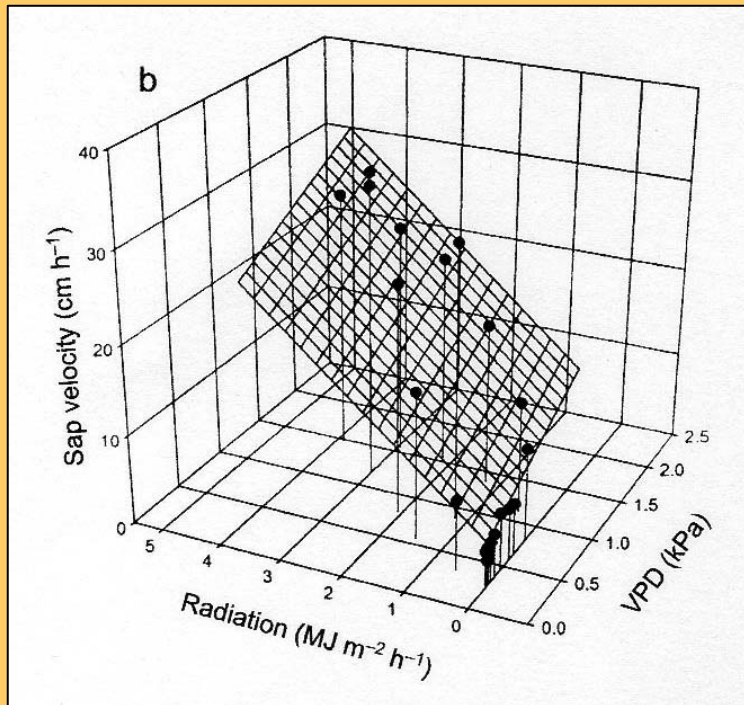
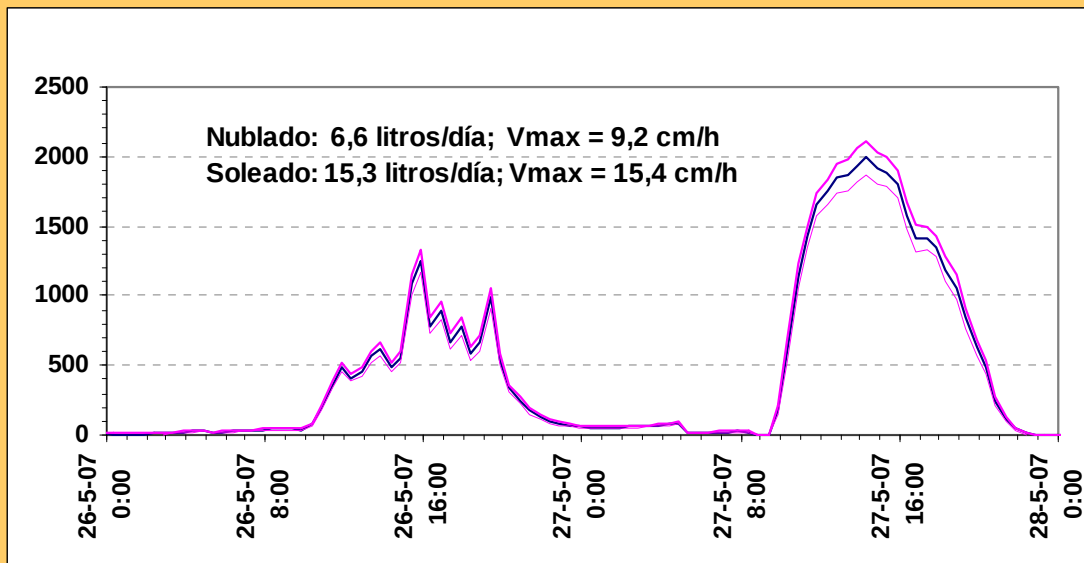


El flujo de savia (consumo de agua) depende de:

- La demanda evaporativa.
- Disponibilidad de agua en el suelo.
- Superficie foliar.
- etc.

6,5 litros/día ; $V_{max} = 5,51 \text{ cm/h}$





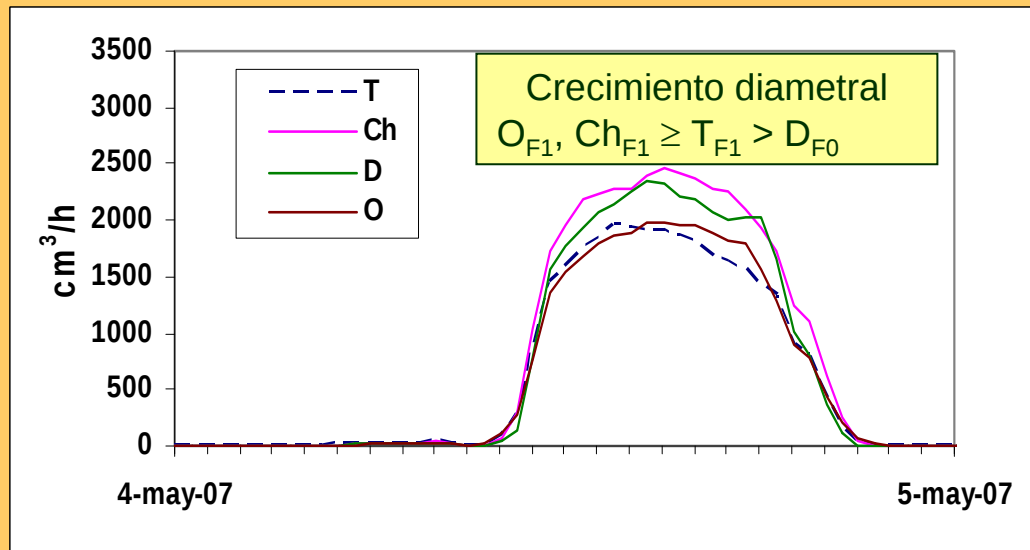
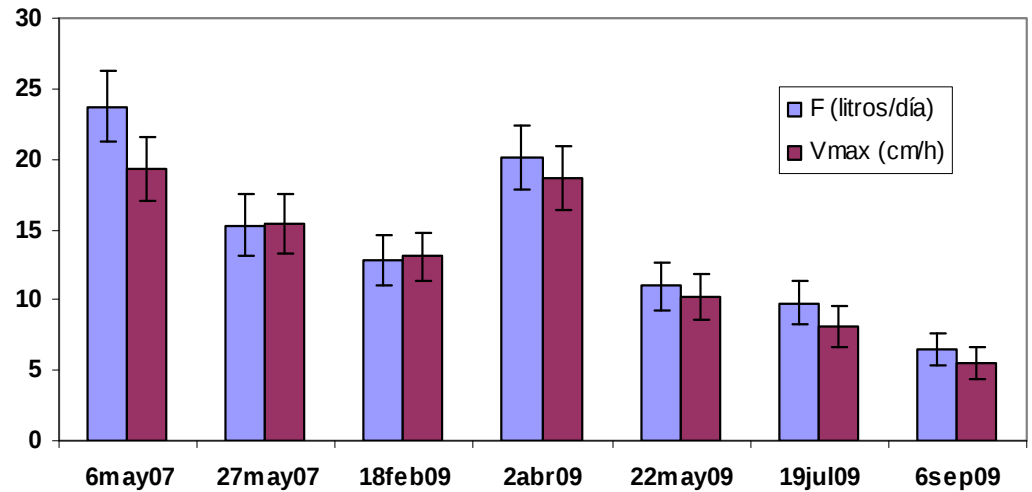
El flujo de savia (consumo de agua) depende de:

- La radiación solar.
- Déficit de humedad ambiente.
- etc.

Flujo de savia:

- Variación a lo largo del año.
- Variación clonal.

Suponiendo una plantación de 1020 pies/ha, diámetro medio de 15 cm, consumirían entre 5000 y 35000 litros/ha/día, dependiendo de la época del año (David et al. 1997. Oecol. 110: 153-159).



Comparativa entre especies

Species	Age of the trees in the experimental site (years)	Range of stem diameter (m) ^a	Range of maximum sap velocity (m h ⁻¹) ^b	Maximum depth of conducting xylem (mm) ^c
<i>Cupressus sempervirens</i>	15	0.12–0.13	0.19–0.30	37.4
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	10	0.15–0.19	0.30–0.58	52.5
<i>Quercus calliprinos</i>	20	0.14–0.19	0.36–0.64	48.0
<i>Quercus ithaburensis</i>	15	0.22–0.32	0.31–0.91	36.7
<i>Quercus rotundifolia</i>	~100	0.45	0.33–1.08	65.9
<i>Pinus halepensis</i> (sub-humid)	15	0.16–0.27	0.28–0.63	39.8
<i>Pinus halepensis</i> (semi-arid)	19	0.14–0.15	0.22–0.68	52.7
<i>Malus domestica</i>	9–11	0.13–0.17	0.22–0.78	54.1
<i>Citrus sinensis</i>	8	0.10–0.13	0.25–0.45	46.3
<i>Persea americana</i>	16	0.24–0.28	0.22–0.54	53.9

(Cohen et al. 2008. Plant Soil 305: 49-59)

CONCLUSIONES

- La especie presenta suficiente variabilidad y plasticidad a la aclimatación al estrés hídrico como para manifestar diferencias clonales en las estrategias de resistencia a sequía: **posibilidad de mejora**.
- Un solo carácter no garantiza la selección, debiendo considerar **varios caracteres** morfo-fisiológicos.
- H-peridermis puede jugar un papel importante como estrategia de resistencia al ataque por *Phoracantha* spp. El umbral de **50 % Hp** no debería ser rebajado como medida de seguridad.
- Un árbol medio suele consumir entre **5 y 30 litros de agua** al día, dependiendo de las condiciones ambientales y la superficie foliar transpirante.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN