

Las formaciones esponjiolíticas se expandieron por todo el ámbito de la parte occidental de la región Vasco-Cantábrica, y se las ha reconocido también en Montoria (Sierra de Cantabria). No representan, por tanto, un tipo de facies meramente local, como en ocasiones se ha sugerido, si bien la importancia de la colonización esponjiolítica varía lateralmente. Este tipo de depósitos pueden constituir rocas almacén de hidrocarburos, si las condiciones tectónicas locales generan en los mismos porosidad de fractura.

Agradecimientos

Contribución al Proyecto de Investigación X-86.053 del Gobierno Vasco.

Referencias

- Deusch, M.; Friebe, A.; Geyer, O. F. y Krauter, M. (1988): *Resúmenes del III Col. Estrat. y Paleog. Jurásico España*, p. 27-28.
- Fernández-López, S. (1988): *Inst. Estudios Riojanos*, Ciencias de la Tierra, 11, p. 73-84.
- Fernández-López, S.; Goy, A. y Ureta, M. S. (1988): *Inst. Estudios Riojanos*, Ciencias de la Tierra, 11, p. 47-62.
- García-Mondéjar, J.; Olóriz, F.; Pujalte, V. y Sandoval, J. (1980): *Resúmenes IX. Congreso Nacional de Sedimentología*, p. 79-80.
- I.G.M.E. (1987): «Contribución de la exploración petrolífera al conocimiento de la Geología de España». 465 pp.

- Meléndez Hevia, F. (1976): II Jornadas Nacionales del Petróleo y Gas Natural.
- Pujalte, V. (1988): *II Congreso Geológico de España SGE*, Granada. Simposio sobre Cuencas en régimen transcurrente, p. 135-144.
- Ramírez del Pozo, J. (1971): *Mem. Inst. Geol. Min. Esp.* 357 pp.
- Robles, S.; Pujalte, V. y Valles, J. C. (1988): *Inst. Estudios Riojanos*. Ciencias de la Tierra. Geología, 11, p. 1-15.
- Sbeta, A. M. (1985): *6th European Regional Meeting of Sedimentology*. Abstract, p. 420-423.

Recibido el 30 de septiembre de 1989
Aceptado el 10 de octubre de 1989

Eclogitas de la banda de Cizalla Badajoz-Córdoba (Suroeste de España). Datos petrográficos y significado geodinámico

L. Eguiluz (*), B. Abalos (*), J. I. Gil Iburguchi (**)

(*) Dpto. de Estratigrafía-Geodinámica-Paleontología, Univ. del País Vasco-E.H.U., Apdo. 644, 48080 Bilbao, España.
(**) Dpto. de Mineralogía-Petrología, Univ. del País Vasco-E.H.U., Apdo. 644, 48080 Bilbao, España.

ABSTRACT

C-type eclogites occur within garnet-amphibolites of the Azuaga gneisses allochthon in the Badajoz-Córdoba shear belt (SW Spain). The eclogites were formed under conditions of ca. 600° C, > 13 kbar, and record a complex evolution related to various episodes of recrystallization and deformation. The Badajoz-Córdoba shear belt may be interpreted in terms of a polyphase geodynamic evolution involving initial Upper-Proterozoic to Early-Cambrian subduction, followed by continental collision, Middle Paleozoic crustal extension and intense Upper Paleozoic (Hercynian) intracontinental ductile wrenching.

Key words: Eclogites, Badajoz, Córdoba, high-pressure, Hercynian, Spain.

Geogaceta, 7 (1990), 28-31.

Introducción

Las bandas de cizalla de Badajoz-Córdoba y Porto-Viseu han sido consideradas por diversos autores como una extensión de los complejos alóctonos con metamorfismo de alta presión del Noroeste del Macizo Ibérico (cf. Matte, 1986a, 1986b). Mata y Munha (1986) han citado asociaciones con granate-clinopiroxeno en el sector portugués (área de Campo Maior) formadas probablemente por la retrogradación de eclogitas, lo que constituye una evidencia parcial de la exis-

tencia de metamorfismo de alta presión en dichas bandas. Los datos que se exponen en el presente trabajo sugieren que en algunas partes de la banda de cizalla de Badajoz-Córdoba se formaron eclogitas con anterioridad a la recrystalización generalizada Hercínica en facies de las anfíbolitas/esquistos verdes. Las condiciones estimadas de P-T, junto con los datos estructurales y radiométricos disponibles sugieren una compleja historia metamórfica para las eclogitas en relación con una evolución geodinámica polifásica.

Marco geológico

La banda de cizalla de Badajoz-Córdoba se extiende a lo largo de 400 km. y 5-15 km. de ancho entre las Zonas Ossa-Morena y Centro-Ibérica del Macizo Ibérico (fig. 1). La banda comprende dos unidades principales: (I) una unidad alóctona rica en metapelitas y metabasitas, formada por los Gneises de Azuaga en la base y la Serie Negra en la parte superior, (II) una secuencia metapelítica para-autóctona de edad Proterozoico Superior-Cámbrico Inferior intruida por

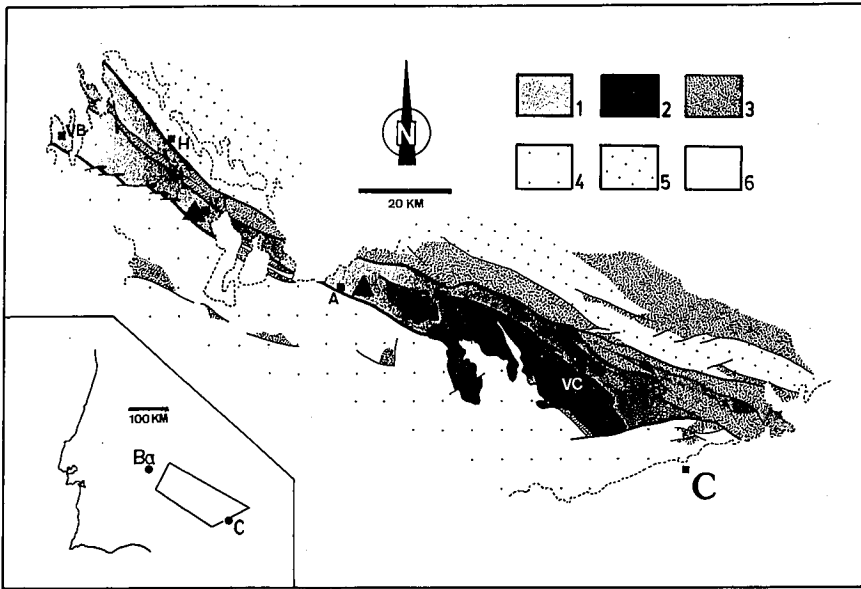


Fig. 1.—Esquema regional de la banda de cizalla Badajoz-Córdoba y áreas adyacentes. 1: Banda de cizalla dúctil Badajoz-Córdoba. 2: Alineación magmática Villaviciosa de Córdoba-La Coronada. 3: Carbonífero indiferenciado. 4: Proterozoico Superior-Paleozoico Inferior de la Zona de Ossa-Morena. 5: Id. Zona Centro Ibérica. 6: Cobertera post-Paleozoica. A: Azuaga, Ba: Badajoz, C: Córdoba, H: Hornachos, VB: Villafranca de Los Barros, VC: Villaviciosa de Córdoba, VT: Valencia de Las Torres.

ortogneises alcalinos (esquistos de La Atalaya, Apalategui *et al.*, 1983; García Casquero *et al.*, 1985; Abalos, 1989; Schäfer *et al.*, 1989). Las eclogitas estudiadas aparecen en la parte superior de la formación Gneises de Azuaga en el seno de anfibolitas para las que se ha propuesto un origen de los protolitos en un contexto de distensión continental hace ca. 617 ± 6 Ma (U-Pb, zircones, intersección superior, Schäfer *et al.*, 1989). Los materiales metapelíticos de la unidad alóctona registran un metamorfismo progrado de P. intermedia que llega a alcanzar la zona de la sillimanita (Chacón, 1974, 1979; Chacón *et al.*, 1974), para el que se ha propuesto una edad de ca. 505 ± 50 Ma (Sm-Nd, roca total-granate, Schäfer *et al.*, 1989). Durante el Devónico Superior-Carbonífero Inferior tuvo lugar una recrystalización en condiciones de facies de las anfibolitas a esquistos verdes con deformación dúctil y desarrollo de zonas de cizalla subverticales (Chacón, 1974; Burg *et al.*, 1981; García Casquero *et al.*, 1988; Dallmeyer y Quesada, 1989).

Petrografía de las eclogitas

El principal afloramiento de eclogistas se encuentra en el Cerro de

Las Mesas, próximo a la localidad de Azuaga (fig. 1). En este sector una unidad de metabasitas de hasta 300 m. de potencia se superpone a un conjunto esencialmente gneísico. Ambos materiales presentan una intensa foliación milonítica y lineaciones de estiramiento paralelas entre sí. La unidad de metabasitas está constituida por anfibolitas (hornblenda-plagioclasa±granate) con intercalaciones lenticulares de rocas ultramáficas (metaharzburgitas) y eclogitas variablemente retrogradadas; también existen algunos gneises con granate-biotita-feldespato potásico. Otro afloramiento de eclogitas con características similares se encuentra al Sur de Valencia de las Torres (fig. 1). Los minerales primarios de las eclogitas son granate, onfacita, zoisita, cuarzo y rutilo. La onfacita aparece generalmente relicta en granate; más raramente se conserva en el núcleo masivo de agregados simplectíticos de piroxeno secundario+plagioclasa en la matriz. El piroxeno secundario aparece a menudo remplazado por anfíbol más o menos simplectítico. La retromorfosis también origina ilmenita a partir de rutilo y esfena a partir de ilmenita, así como coronas de anfíbol+plagioclasa en torno al granate. Donde los procesos de milonitización no han sido muy intensos se observa el paso de eclogitas

a anfibolitas con granate mediante un proceso de substitución de los minerales de la eclogita por plagioclasa y anfíbol sin inclusiones. No obstante, la mayoría de las anfibolitas no presentan evidencias de un origen a partir de eclogitas y presentan texturas miloníticas o ultramiloníticas con indicios de crecimiento cristalino post-foliación. Estos hechos sugieren la formación de eclogitas y anfibolitas al mismo tiempo y una reactivación subsecuente con anfibolitización generalizada de las eclogitas y recrystalización sin cambios minerales importantes de las anfibolitas.

Mineralogía

Se han efectuado análisis de minerales en muestras seleccionadas con la microsonda Camebax-MICRO (método WDX) de la Universidad de Clermont-Ferrand (Francia). Los piroxenos primarios poseen composición de onfacita con hasta más de 30% de molécula de jadeíta y pequeñas cantidades de acmita (fig. 2A). La composición promedio es $\text{Aug}_{69}\text{Jd}_{26}\text{Ac}_5$ ($n=7$). Los piroxenos secundarios simplectíticos son augitas sódicas con contenidos variables de jadeíta (4-18 mol %) y generalmente contenidos bajos de molécula de acmita (fig. 2A). Los granates que coexisten con onfacita poseen composiciones similares a las de los que aparecen en muestras donde únicamente existe piroxeno secundario. Se trata de granates ricos en almandino, grosularia y piropo, y pobres en andradita y espesartina (fig. 2B). No presentan zonación notable y la composición promedio para los núcleos es: $\text{Alm}_{56}\text{Gros}_{27}\text{Pir}_{15,5}\text{Esp}_{1,5}$ ($n=10$); hacia los bordes se observa un ligero enriquecimiento en Mg y empobrecimiento en Mn. Los granates analizados poseen composiciones de granates de eclogitas tipo C (clasificación de Coleman *et al.*, 1965), siendo comparables a los analizados en las eclogitas de Malpica-Tuy (Noroeste de España, Gil Ibarguchi y Ortega, 1985; Gil Ibarguchi, datos inéditos, fig. 2B). Los anfíboles secundarios poseen composición de magnesio-hornblenda rica en Si a hornblenda actinolítica, con valores de *mg* similares a los de los piroxenos. Los contenidos relativamente bajos en K, Ti, Na_{M4} y Al^{IV} y los bajos valores de la relación $\text{Al}^{\text{VI}}/\text{Si}$ sugieren que los anfíboles se han

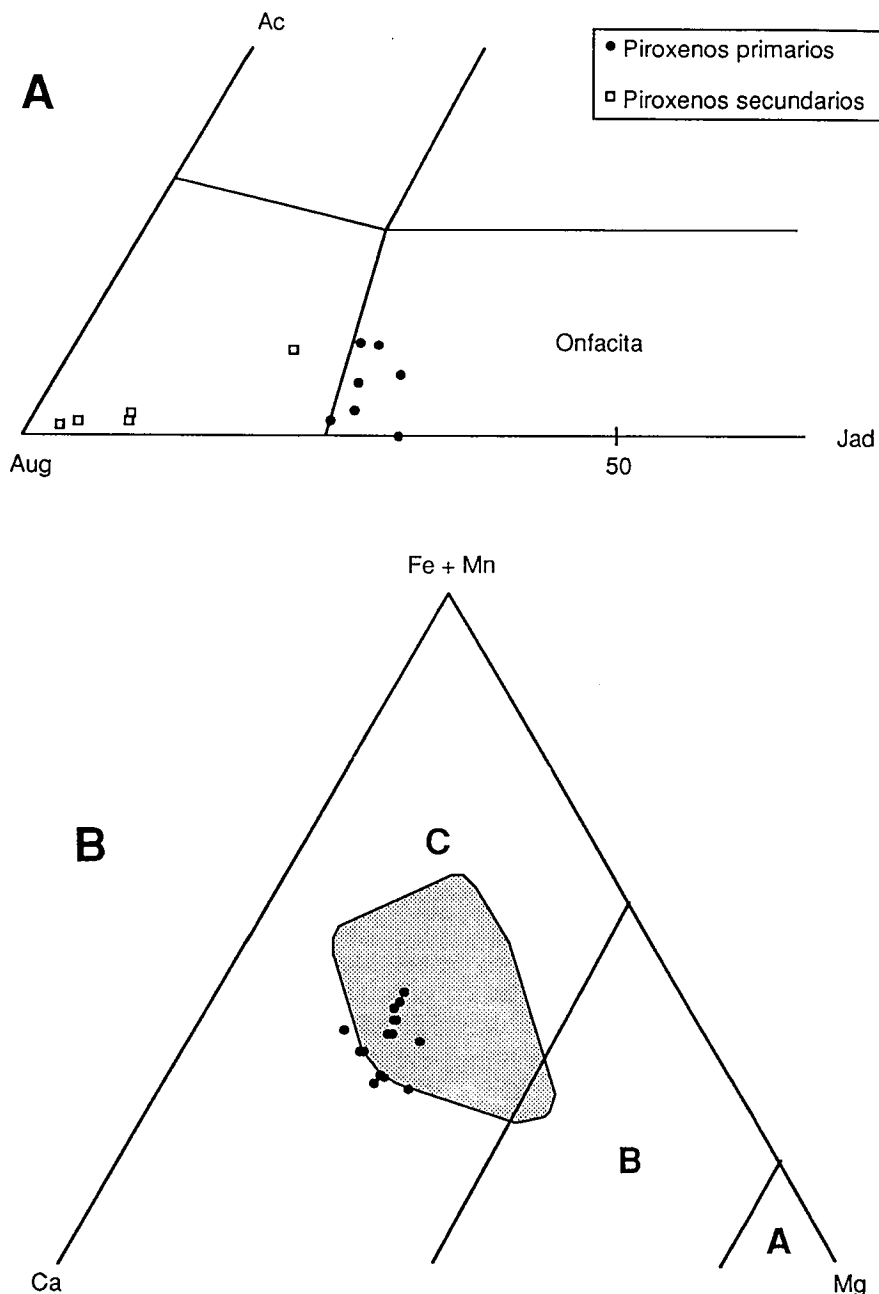


Fig. 2.—A: Composición de piroxenos primarios y secundarios de eclogitas de la banda de cizalla de Badajoz-Córdoba. B: Composición de los granates (círculos negros); área de puntos: composición de los granates de las eclogitas de la banda de Malpica-Tuy; campos de las eclogitas A, B y C según Coleman *et al.* (1965).

equilibrado durante procesos post-eclogíticos de presión intermedia (cf. Raase, 1974; Brown, 1977). La plagioclasa en las eclogitas retrogradadas es rica en molécula de albíta ($X_{Na}=0,85$) lo que sugiere un origen en relación con la desestabilización del piroxeno primario.

Condiciones del metamorfismo

Se han estimado las condiciones P-T del metamorfismo eclogítico util-

izando las formulaciones de Powell (1985) y Krogh (1988) del geotermómetro granate-clinopiroxeno (máximos X_{Mg} -granate y X_{Fe} -piroxeno), y el contenido en jadeíta de la onfacita según la calibración de Holland (1980, 1983) de la reacción $Albíta = Jadeíta + Cuarzo$. El resultado obtenido es de ca. $600 \pm 50^\circ C$, $>13 \pm 1$ kbar ($580 \pm 55^\circ C$, $>12,5 \pm 1$ kbar, utilizando la expresión de Krogh, 1988). La evolución metamórfica subsecuente parece realizarse esencialmente mediante un descenso

de la presión con pequeñas variaciones de temperatura: ca. 8-10 kbar para la formación de piroxenos secundarios, 4-5 kbar para la formación de anfíbol. El resultado obtenido es de ca. anfibolítica podría tener lugar a P y T aún más bajas: ca. $400^\circ C$, 2-3 kbar.

Conclusiones

Las rocas estudiadas reflejan un proceso de subducción de los protolitos básicos hasta niveles profundos de la litosfera (50-60 km.), seguido de un ascenso de las eclogitas en condiciones prácticamente isotérmicas. La subducción y el ascenso pudieron efectuarse en un período muy corto dado que cantos de materiales análogos a los que aparecen en las unidades alóctonas que contienen eclogitas aparecen en formaciones de edad Proterozoico Superior-Cámbrico Inferior (formaciones Malcocinado y Torreárboles, Eguiluz y Quesada, 1980). Las primeras estructuras visibles (D1) sugieren un emplazamiento hacia el Sur de las unidades alóctonas con eclogitas (Abalos y Eguiluz, 1989; Abalos y Eguiluz, en prensa). De acuerdo con los modelos actuales (Thompson y Ridley, 1987), el ascenso pudo estar relacionado con un proceso de colisión continental con desarrollo de cabalgamientos y subsecuente adelgazamiento extensional de la corteza engrosada; los materiales eclogíticos corresponderían a la placa superior emplazada sobre un substrato autóctono a menor temperatura. El elevado gradiente término relacionado con el proceso extensional pudo ser responsable de la intrusión de los magmas alcalinos de edad Paleozoico Inferior (García Casquero *et al.*, 1985) que producen metamorfismo de contacto post-D1 (Abalos, 1989). Un episodio posterior en régimen transpresivo intracontinental originaría las cizallas dúctiles subverticales que únicamente dieron lugar a un moderado ascenso de los materiales; simultáneamente, la recristalización generalizada en condiciones anfibolíticas (s. l.) sería responsable del reajuste isotópico observado en la mayoría de las rocas (García Casquero *et al.*, 1988; Dallmeyer y Quesada, 1989). La banda de cizalla de Badajoz-Córdoba constituye, por tanto, un fragmento alóctono de corteza cristalina con metamorfismo de alta presión, con una evolución diferente de la

registrada por los materiales eclogíticos/granulíticos de los complejos alóctonos del Noroeste de la Península afectados por un metamorfismo de más alta temperatura y probablemente de edad diferente (cf. Peucat *et al.*, en prensa, GIL Ibarguchi *et al.*, en prensa).

Referencias

- Abalos, B. (1989): *Rev. Soc. Geol. España*, 2, 103-112.
- Abalos, B. y Eguiluz, L. (1989): *Rev. Soc. Geol. España*, 2, 95-102.
- Abalos, B. y Eguiluz, L. (1990): *Geogaceta*, 7, 73-76.
- Brown, E. H. (1977): *Jour. of Petrol.*, 18: 53-72.
- Burg, J. P.; Iglesias, M.; Laurent, Ph.; Matte, Ph. and Ribeiro, A. (1981): *Tectonophysics*, 78, 15-42.
- Coleman, R. G.; Lee, D. E.; Beatty, L. B. and Brannock, W. W. (1965): *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 76, 483-508.
- Chacón, J. (1974): *Bol. Geol. Min.*, 84: 700-712.
- Chacón, J. (1979): *Tesis Doctoral, Universidad de Granada*, 1, 728.
- Chacón, J.; Delgado-Quesada, M. y Garrrote, A. (1974): *Bol. Geol. Min.*, 85, 713-717.
- Dallmeyer, R. D. and Quedada, C. (1989): *Terra Abstracts*, 1, 366.
- Equiluz, L. y Quesada, C. (1980): *Temas Geol. Min.*, (I.G.M.E., Madrid), 1, 123-141.
- García Casquero, J. L.; Boelrijk, N. A. I. M.; Chacón, J. and Priem, H. N. A. (1985): *Geologischen Rundschau*, 74, 379-384.
- García Casquero, J. L.; Boelrijk, N. A. I. M.; Priem, H. N. A. and Chacón, J. (1980): *Geologischen Rundschau*, 77, 483-489.
- Gil Ibarguchi, J. I. and Ortega Girones, E. (1985): *Chemical Geology*, 50, 145-162.
- Gil Ibarguchi, J. I.; Mendía, M.; Girardeau, J. and Peucat, J. J. (en prensa): *Lithos*.
- Holland, T. J. B. (1980): *Am. Mineral*, 65, 129-134.
- Holland, T. J. B. (1983): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 82, 214-220.
- Krogh, E. J. (1988): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 99, 44-48.
- Mata, J. y Munhá, J. (1986): *Maleo*, 2, 28.
- Matte, Ph. (1986a): *Bull. Soc. Géol. France*, 28, 9-24.
- Matte, Ph. (1986b): *Tectonophysics*, 126, 329-374.
- Peucat, J. J.; Bernard-Griffiths, J.; Gil Ibarguchi, J. I.; Dallmeyer, R. D.; Menot, R. P.; Cornichet, J. and Iglesias Ponce de León, M. (en prensa): *Tectonophysics*.
- Powell, R. (1985): *Jour. Met. Geol.*, 3, 231-243.
- Raase, P. (1974): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 45, 231-236.
- Schäfer, H. J.; Gebauer, D. and Nægler, Th. F. (1989): *Terra Abstracts*, 1, 350-351.
- Thompson, A. B. and Ridley, J. R. (1987): *Phil. Trans. R. Soc. London. A.*, 321, 27-45.

Recibido el 30 de septiembre de 1989
Aceptado el 10 de octubre de 1989

Los múridos del Pleistoceno medio de Atapuerca (Burgos, España). Distribución estratigráfica

E. Gil (*)

(*) Paleontología. Museo de Molinos (Teruel).

ABSTRACT

This work is a description of the MURIDAE fossils remains found in the karst fillings of Atapuerca (Burgos, Spain) and their stratigraphical distribution.

Key words: *Atapuerca (Spain), Middle Pleistocene, MURIDAE.*

Geogaceta, 7 (1990), 31-33.

Introducción

Los fósiles de múridos presentados en este trabajo provienen de las campañas de excavación y muestreo realizadas en la Trinchera del ferrocarril de la Sierra de Atapuerca durante los años 1983 y 1986. Pertenecen a varios niveles estratigráficos de los rellenos kársticos denominados Gran Dolina (TD), Galería (TG), Tres Simas, Boca Norte (TN) y Cueva de los Zarpazos (TZ) (Gil *et al.*, 1987).

Paleontología

De los micromamíferos de los re-

lentos kársticos de Atapuerca, los múridos son de los grupos faunísticos más escasamente representados (Sesé y Gil, 1987). Es muy amplia su distribución estratigráfica en los yacimientos de Atapuerca, aunque sus poblaciones son poco abundantes. Realizamos aquí su estudio sistemático.

Familia MURIDAE GRAY, 1821.
Género *Apodemus* KAUP, 1826.
Apodemus cf. *flavicollis* (MELCHIOR)
1834 (figs. 1-11).
Medidas: ver tabla 1.
Material: descripción y discusión.

Las poblaciones de *Apodemus* de

Atapuerca presentan las características propias del género.

M1 superior: Este diente no tiene apenas variabilidad. En todos los ejemplares del tubérculo t1 está ligeramente retrasado respecto de t3. Los tubérculos t4 y t7 aparecen fusionados en algún ejemplar. El cingulo posterior se presenta muy desarrollado.

M2 superior: Ciertos caracteres morfológicos y biométricos de este diente han sido utilizados normalmente en la sistemática del género para la distinción de *Apodemus sylvaticus* y *Apodemus flavicollis* (Pasquier, 1974). El porcentaje de ejemplares con el tubérculo t9 reducido respecto a la me-