

MICROMORFOLOGÍA Y ANATOMÍA DE DOS ESPECIES MEDITERRÁNEAS DEL GÉNERO *AJUGA* L. (LAMIACEAE)

M^a Angeles MARTÍN MOSQUERO, Julio PASTOR y Rocío JUAN

RESUMEN. *Micromorfología y anatomía de dos especies Mediterráneas del género Ajuga L. (Lamiaceae).* Se ha estudiado la morfología y la anatomía de tres taxones mediterráneos del género *Ajuga* L.: *A. chamaepitys* (L.) Schreb., *A. iva* (L.) Schreb. var. *iva* y *A. iva* var. *pseudo-iva* (DC.) Benth. *A. iva* s. l. muestra núculas de reticuladas a alveoladas, y *A. chamaepitys*, de ligeramente crestadas a reticuladas transversalmente. La presencia de células esclerenquimáticas más o menos isodiamétricas y de tamaño variable formando una capa gruesa en el mesocarpo relacionan filogenéticamente este género con *Verbenaceae*. Así mismo, con los caracteres de las núculas, se propone una clave para diferenciar los citados taxones.

Palabras clave. Núcula, pericarpo, morfología, anatomía, *Ajuga*, *Ajugoideae*.

ABSTRACT. *Micromorphology and anatomy of two Mediterranean species of Ajuga (Lamiaceae).* A morphological and anatomical study of three Mediterranean taxa of *Ajuga* L. has been made; *A. chamaepitys* (L.) Schreb., *A. iva* (L.) Schreb. var. *iva* and *A. iva* var. *pseudo-iva* (DC.) Benth. *A. iva* s. l. has reticulate to alveolate nutlets, and *A. chamaepitys* has slightly crestate to transversely reticulate nutlets. The presence of a thick isodiametric sclerenchymatic cell layer in the mesocarp show the phylogenetic relationship between this genus and *Verbenaceae* family. Also, a key to differentiate the three taxa is provided.

Key words. Nutlet, pericarp, morphology, anatomy, *Ajuga*, *Ajugoideae*.

INTRODUCCIÓN

El género *Ajuga* L., incluido en la subfamilia *Ajugoideae* (Bentham, 1832-1836), se halla ampliamente distribuido en las regiones templadas de los dos hemisferios, salvo en el continente americano, siendo especialmente frecuente en Asia (China, Korea y Japón). De las cuatro especies reconocidas por Ball (1972) para la Península Ibérica: *A. chamaepitys* (L.) Schreb., *A. iva* s. l. (L.) Schreb., *A. reptans* L. y *A. pyramidalis* L., las

dos primeras están ampliamente representadas en la región mediterránea (Ball, 1972), y son objeto de estudio en el presente trabajo. *A. iva* s. l., que también se distribuye por la Macaronesia, se presenta generalmente en caminos y lugares pedregosos. En cuanto a *A. chamaepitys*, que además se extiende por el noroeste de África, se localiza en pedregales calizos y margosos de zonas arenosas litorales (Ruiz de Clavijo, 1997).

En el género *Ajuga*, los trabajos existentes son escasos, aunque se pueden destacar, los de

Lüönd & Lüönd (1979, 1981) sobre hibridación, polinización y dispersión en el género; el de Ruiz de Clavijo (1997), en el que se compara la biología reproductiva de las dos especies del género presentes en el suroeste de la Península Ibérica, así como el de Abu-Asab & Cantino (1993) sobre las implicaciones filogenéticas del polen en la tribu *Ajugeae*.

Los trabajos sobre morfología y anatomía de las núculas de *Ajuga* no son frecuentes, si bien, en algunos estudios más amplios se aportan datos acerca del género. Así, hay que destacar los trabajos realizados por Wagner (1914) y Fabre & Nicoli (1965) sobre la anatomía y morfología de las núculas respectivamente en *Lamiaceae* de Francia, donde se aportan datos sobre *A. chamaepitys*; o el morfológico y anatómico de Wojciechowska (1966) con material centroeuropeo, donde además de aportar datos sobre *A. chamaepitys* se analizan las estructuras de otras especies del género.

El objetivo del presente trabajo es analizar la micromorfología y la anatomía de dos especies mediterráneas del género *Ajuga* presentes en el suroeste de la Península Ibérica (Devesa, 1987); comparar los resultados de *A. chamaepitys* con los de las poblaciones de Francia y Europa meridional; aportar nuevos datos para esta especie y para *A. iva* s. l, y establecer una clave que permita diferenciar los citados taxones.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado, procedente de poblaciones recientemente recolectadas, se fijó en FAA durante un mínimo de 24 horas, pasándolo seguidamente a etanol al 70 % que actuó de líquido conservante hasta que fue analizado. Los testigos se encuentran depositados en el Herbario de la Universidad de Sevilla (SEV).

El estudio morfológico se llevó a cabo en núculas maduras, fijadas y sometidas a punto crítico. Dicho material se montó en portas

utilizando adhesivo de doble cara. A continuación se metalizó con oro-paladio y posteriormente se examinó con un microscopio electrónico de barrido (MEB) Philips LX-30. Los datos de longitud y anchura están basados en el muestreo de 120 - 240 núculas por taxón.

Para el estudio anatómico se han utilizado núculas en distinto estado de madurez, fijadas y deshidratadas mediante la serie de alcohol butílico terciario (Johansen, 1940). Posteriormente, se incluyeron en parafina y se cortaron a 9-12 μm de grosor. Una vez montadas las secciones, se tiñeron con safranina alcohólica al 1% y fast-green alcohólico al 0.1%. Estas preparaciones se montaron de modo permanente para su posterior observación al M.O. Los dibujos de los cortes anatómicos se realizaron con ayuda de una cámara clara.

Para la terminología se ha seguido fundamentalmente a Font Quer (1993) y Stearn (1992).

RESULTADOS

Núculas de 2.3 - 3.5 x 0.7 - 1.7 μm (tab. 1), leñosas. De estrechamente obovoideas a oblongoideas. Ápice y base redondeados. Hilo de contorno elíptico, con una quilla central longitudinal, de color amarillento y consistencia membranosa, ocupando de 1/2 a 2/3 de la cara ventral. Con eleosoma en el hilo (fig. 1 b, f). De color negro, a veces pardo-oscuro; brillante. Simetría dorsiventral. Superficie de reticulada (fig. 1 d) a alveolada (fig. 1 e), o de ligeramente crestada a reticulada transversalmente (fig. 1 a), formada por células poligonales de paredes radiales no visibles o ligeramente superficiales y tangencial externa lisa, ligeramente estriada (fig. 1 c, g) o rugulada (fig. 1 h).

Pericarpo de 95 - 188 μm de grosor. Epicarpo de 4 - 7 μm , formado por una capa de células alargadas tangencialmente con paredes de grosor variable; cutícula de

	<i>A. iva</i> var. <i>iva</i>	<i>A. iva</i> var. <i>pseudo-iva</i>	<i>A. chamaepitys</i>
Tamaño núcula (mm)	2.7 – 3.4 x 1.0 – 1.5 (1.6)	2.3 – 3.5 x 1.0 – 1.7	2.5 – 2.9 x 0.7 – 1.3
P. t. e. células superficiales	Rugulada	Levemente estriada	Lisa o levemente estriada
Grosor del pericarpo (µm)	108 - 160	130 - 158	95 - 188
P. r. células del epicarpo	Delgadas	Delgadas	Gruesas
Grosor del epicarpo (µm)	4 - 5	5 - 7	4 - 6
Grosor r. p. m. (µm)	51 – 71	48 – 57	46 – 95
(Nº de capas)	(1 – 7)	(1 – 6)	(1 – 9)
Grosor r. e. m. (µm)	51 – 81	74 – 91	42 – 83
(Nº de capas)	(5 – 12)	(4 – 10)	(2 – 9)
Diámetro cristales en las esclereidas (µm)	3 - 6	3 – 4(7)	3 – 7
Grosor del endocarpo (µm)	2 - 3	3	2 - 3
Grosor de la testa (µm)	7 - 8	4 - 6	5 - 8

Tabla 1. Caracteres de las núculas en los taxones de *Ajuga* del suroeste de España. P. t. e.: pared tangencial externa, P. r.: pared radial, r. p. m.: región parenquimática del mesocarpo, r. e. m.: región esclerenquimática del mesocarpo. *Nutlet characters of South-West Spain Ajuga's taxa*. P. t. e.: outer tangencial wall, P. r.: radial wall, r. p. m.: mesocarp's parenchymatic region, r. e. m.: mesocarp's sclerenchymatic region.

aproximadamente 1 µm de grosor. Mesocarpo de 88 - 178 µm en el que se distinguen dos regiones: una de 46 - 95 µm formada por 1 - 9 capas de células parenquimáticas de paredes delgadas; y otra, de 42 - 91 µm, constituida por 2 - 12 capas de células esclerenquimáticas más o menos isodiamétricas y de tamaño variable, con paredes engrosadas y con un lumen central que contiene un cristal de 3 - 7 µm de diámetro. Esta última región se proyecta irregularmente hacia la capa anterior, presentando hacia el extremo algunas células xilemáticas. Endocarpo de 2 - 3 µm de grosor, formado por células más o menos rectangulares, a veces con engrosamientos escalariformes (fig. 2 a, b; tab. 1).

Testa de 4 - 8 µm de grosor (tab. 1), formada por una capa de células rectangulares de paredes radiales gruesas, en las que aparecen engrosamientos escalariformes y una hilera de pequeños cristales dispuestos sobre la pared tangencial interna. A medida que la testa madura, los engrosamientos escalariformes

desaparecen y la pared tangencial externa parece colapsarse, diferenciándose sólo las uniones entre células, cubiertas por la cutícula externa, teniendo el corte un aspecto espinoso (fig. 2 a, b).

Clave de especies

1. Superficie de la núcula de ligeramente crestada a reticulada transversalmente. Paredes radiales de las células del epicarpo gruesas *A. chamaepitys*
- 1'. Superficie de la núcula de reticulada a alveolada. Paredes radiales de las células del epicarpo delgadas 2
2. Pared tangencial externa de las células superficiales rugulada. Epicarpo ≤ 5 µm de grosor. Testa de al menos 7 µm de grosor *A. iva* var. *iva*
- 2'. Pared tangencial externa de las células superficiales ligeramente estriada. Epicarpo ≥ 5 µm de grosor. Testa de hasta 6 µm de grosor ...
..... *A. iva* var. *pseudo-iva*

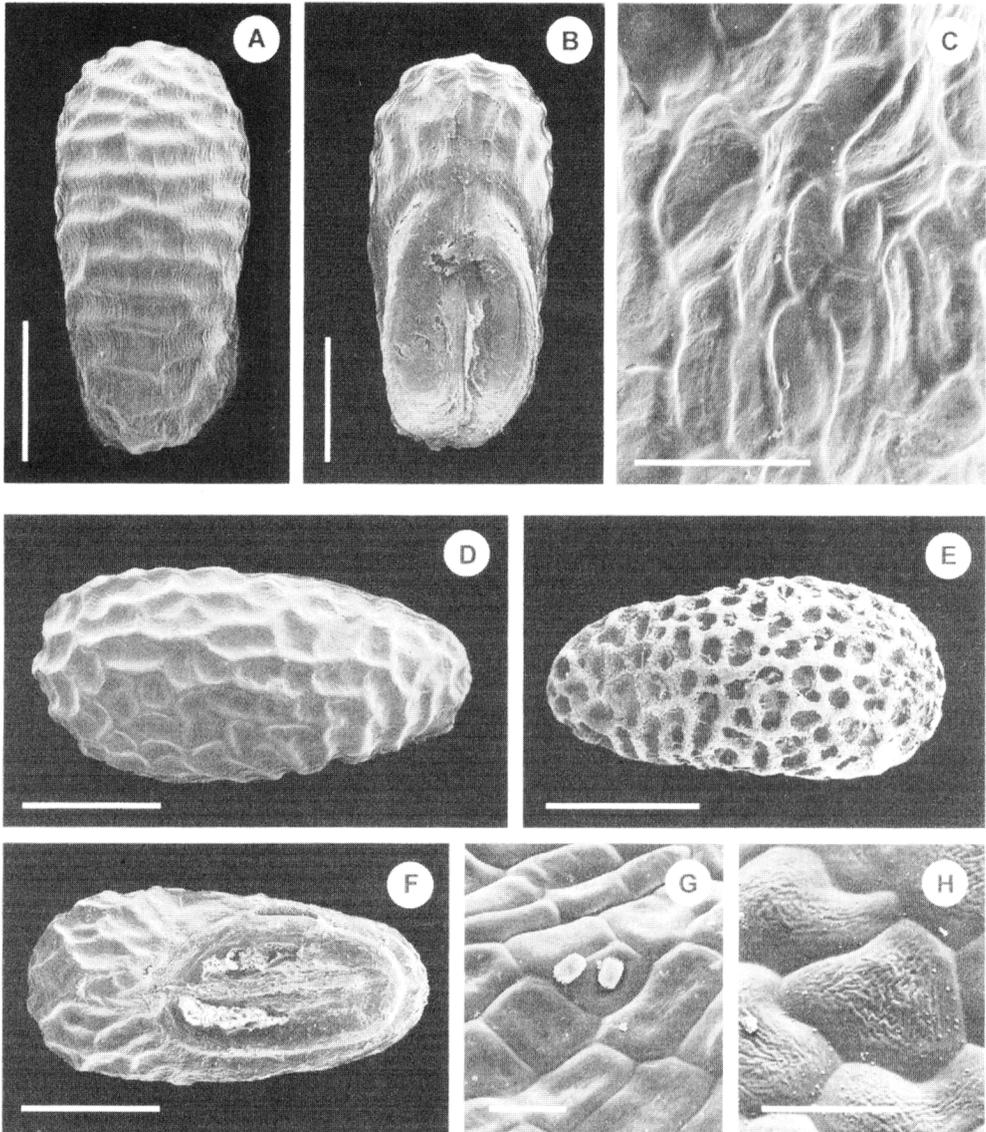


Figura 1. Micromorfología de las núculas de *Ajuga*. A. *chamaepitys*: A - C; A. *iva* var. *iva*: D, F, H; A. *iva* var. *pseudo-iva*: E, G; contorno dorsal: A, D, E; contorno ventral: B, F; superficie de la núcula: C, G, H. Escalas: 20 μm (G, H); 50 μm (C); 1 μm (A, B, D - F). *Ajuga's nutlets micromorphology*. A. *chamaepitys*: A - C; A. *iva* var. *iva*: D, F, H; A. *iva* var. *pseudo-iva*: E, G; dorsal face: A, D, E; ventral face: B, F; nutlet surface: C, G, H. Scale bars: 20 μm (G, H); 50 μm (C); 1 μm (A, B, D - F).

DISCUSIÓN

Las dos especies de *Ajuga* presentes en el área de estudio, pueden diferenciarse tanto morfológica como anatómicamente. En el primer caso, los taxones observados se caracterizan por presentar núculas glabras, coincidiendo con las observaciones para *A. chamaepitys* de Wagner (1914), Fabre y Nicoli (1965) y Wojciechowska (1966), aunque este último autor destaca la presencia de indumento en otras especies del género como *A. chia* Schreb., *A. reptans* L. y *A. genevensis* L.

Desde un punto de vista anatómico, *A. iva* s. l. y *A. chamaepitys* son bastante similares, si bien muestran diferencias en el grosor de las paredes radiales de las células del epicarpo. En cuanto a las variedades de *A. iva* s. l., algunos caracteres como el grosor del epicarpo o de la testa contribuyen a la identificación de las variedades *iva* y *pseudo-iva*. Estos resultados, junto a los obtenidos por Wagner (1914) y Wojciechowska (1966), indican que aunque anatómicamente es un género muy homogéneo, presenta una serie de caracteres de gran utilidad taxonómica para la diferenciación a nivel genérico. Entre estos caracteres se puede destacar, la presencia de células con engrosamientos escalariformes en el mesocarpo que, de acuerdo con Ryding (1993, 1995), no son más que células xilemáticas modificadas que han perdido la función de haces conductores; así como la presencia de cristales en las células de la testa, rasgo que parece ser poco común entre los distintos géneros de *Lamiaceae* y que tampoco ha sido observado con anterioridad en *Ajuga* (Wagner, 1914; Wojciechowska, 1966 y Ryding, 1995).

A pesar de existir cierta similitud entre las núculas de *Ajuga* y las de algunos taxones de *Teucrium* respecto a la forma, ornamentación, morfología del hilo o estructura anatómica, de acuerdo con Wagner (1914) y Wojciechowska (1966), existen algunos caracteres que facilitan su diferenciación. Entre

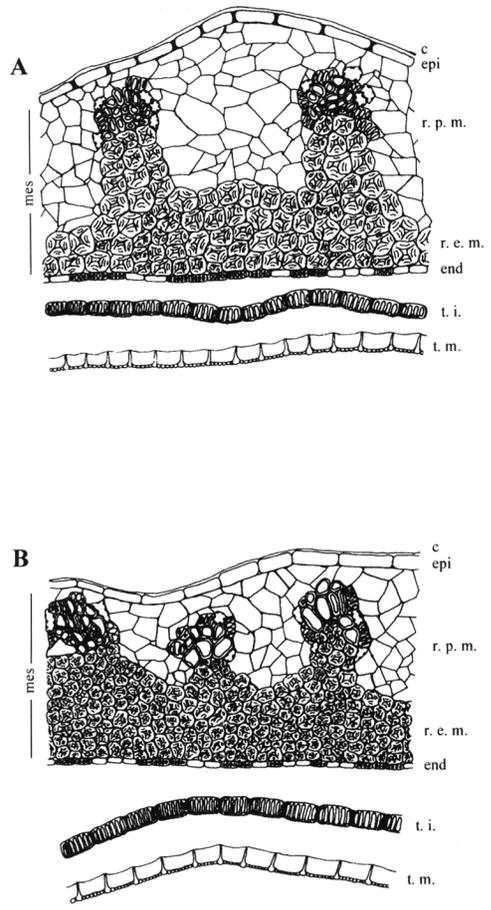


Figura 2. Esquema de la estructura anatómica del pericarpo de *Ajuga* en un corte transversal. A. *chamaepitys*: A; *A. iva* s. l.: B; cutícula: c; epicarpo: epi; mesocarpo: mes; región parenquimática del mesocarpo: r. p. m.; región esclerenquimática del mesocarpo: r. e. m.; endocarpo: end; testa inmadura: t. i.; testa madura: t. m. Escala: 100 μ m. *Ajuga's pericarp structure in transversal section. A. chamaepitys: A; A. iva s. l: B; cuticle: c; epicarp: epi; mesocarp: mes; mesocarp parenchymatic region: r. p. m.; mesocarp sclerenchymatic region: r. e. m.; endocarp: end; unripe seed-coat: t. i.; ripe seed-coat: t. m. Scale bar: 100 μ m.*

éstos habría que destacar, la presencia de eleosoma en las núculas de *Ajuga*, ausente en *Teucrium* (Wojciechowska, 1966), que está relacionada con la dispersión sinzocora (Lüönd & Lüönd, 1979, 1981; Müller-Schneider, 1986; Ruiz de Clavijo, 1997), y con la germinación (Lüönd & Lüönd, 1979, 1981; Ruiz de Clavijo, 1997). Por otro lado, según Wagner (1914), ambos géneros se pueden diferenciar anatómicamente por la presencia de engrosamientos escalariformes en las células del endocarpo de *Ajuga*, que no fueron observados en *Teucrium*, si bien posteriormente Wojciechowska (1966) los observó en *T. botrys* L. y *T. montanum* L. Estas diferencias carpológicas apoyarían la clasificación establecida por Cantino *et al.* (1992) que separa los géneros *Ajuga* y *Teucrium* en las subfamilias *Ajugoideae* y *Teucrioideae* respectivamente, a diferencia de Bentham (1832 - 1836) que los incluye en la subfamilia *Ajugoideae*.

Por otra parte, de acuerdo con Ryding (1995), parece evidente la proximidad de *Ajuga* con la familia *Verbenaceae*, ya que a pesar de tener estilo terminal, este género presenta una serie de caracteres comunes a dicha familia y a las *Lamiaceae* de estilo ginobásico, como son la existencia de células esclerenquimáticas más o menos isodiamétricas y de tamaño variable, que forman una capa gruesa.

En definitiva, se puede decir que *A. chamaepitys* y *A. iva* s. l. se diferencian claramente atendiendo a los caracteres de sus núculas. No obstante, las diferencias observadas entre las dos variedades de esta última resultan, en algunos casos, más sutiles. Además, es evidente la similitud entre los caracteres observados en *A. chamaepitys* y los aportados por Wagner (1914) y Fabre y Nicoli (1965) basados en material procedente de Francia y los de Wojciechowska (1966) con material de Europa meridional. Por último, la proximidad filogenética entre el género *Ajuga* y la familia *Verbenaceae* parece probable debido, entre otros caracteres vegetativos, a la

homogeneidad observada entre ambos grupos a nivel de la capa esclerenquimática del mesocarpo.

ANEXO

Material estudiado

Ajuga iva (L.) Schreb. var. *iva*.

CÁDIZ: Peñón de Zaframagón, 10.VI.1996, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153403). Alcalá de los Gazules, cerca de la cueva de La Motilla, 14.VI.1997, Garrido, Hidalgo & Martín Mosquero (SEV 153889). Arcos de la Frontera, cerca del embalse del Guadalcaacín, 16.IV.1998, Martín Mosquero (SEV 153999). CÓRDOBA. Subida al Pico de las Cruces, 25.VI.1996, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153497).

A. iva var. *pseudo-iva* (DC.) Benth.

HUELVA: Entre Hinojos y Almonte, pinar, 20.V.1996, Juan, Martín Mosquero & Pastor (SEV 153345). Ayamonte, alrededores del Parador de Turismo, 7.IV.1997, Santa-Bárbara & Martín Mosquero (SEV 153760). SEVILLA. Aljarafe, suelo margoso, 28.V.1996, Fernández & Pastor (SEV 153356). Bornos, cantera, 13.VI.1996, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153414). El Garrobo, 17.VI.1996, Fernández & Martín Mosquero (SEV 153427). Alrededores de El Gandul, 14.IV.1997, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153773).

A. chamaepitys (L.) Schreb.

HUELVA: Entre Hinojos y Almonte, pinar, 20.V.1996, Juan, Martín Mosquero & Pastor (SEV 153346). Hinojos, cerca del arroyo La Mayor, pinares, 13.VI.1999, Martín Mosquero & Salgueiro (SEV 157699). SEVILLA. La Puebla del Río, pinares, 9.IX.2000, Martín Mosquero & Salgueiro (SEV 161596).

AGRADECIMIENTOS. Los autores agradecen a Dña. A. Fernández (S.M.E.) la preparación de las muestras en punto crítico. Al Dpto. de Biología del Desarrollo de la Facultad de Medicina de Sevilla las facilidades

prestadas. A F. J. Salgueiro el montaje de las láminas. Por último, a los asesores sus comentarios, sugerencias y recomendaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ABU-ASAB, M. S. & P. D. CANTINO -1993- Phylogenetic implications of pollen morphology in Tribe Ajugeae (Labiatae). *Syst. Bot.* 18(1): 100 - 122.
- BALL, P. W. -1972- *Ajuga L.* In T. G. TUTIN et al. (eds.), *Flora Europaea*, vol. 3. Cambridge.
- BENTHAM, G. -1832-1836- *Labiatarum genera et species*. London.
- DEVESA, J. A. -1987- *Ajuga L.* In B. Valdés et al. (eds.), *Flora Vascular de Andalucía Occidental*, vol. 2. Barcelona.
- FABRE, G. & R. M. NICOLI -1965- Sur la morphologie des akènes de quelques Labiées de la flore de France. Intérêt systematique de cette étude. *Bull. Soc. Bot. France* 112: 267 - 271.
- FONT QUER, P. -1993- *Diccionario de Botánica*. Barcelona.
- JOHANSEN, D. A. -1940- *Plant microtechnique*. New York.
- LÜÖND, B. & R. LÜÖND -1979- Hybridization in *Ajuga* populations. *Candollea* 35: 87 - 109.
- LÜÖND, B. & R. LÜÖND -1981- Insect dispersal of pollen and fruits in *Ajuga*. *Candollea* 36: 167 - 179.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. -1986- Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. *Veröfr. Geobot. Inst. Ethstiftung Rübel Zürich* 85: 1 - 263.
- NAVARRO, T. & J. EL OUALIDI -2000- Trichome morphology in *Teucrium L.* (Labiatae). A taxonomic review. *Anales Jard. Bot. Madrid* 57(2): 277 - 297.
- RUIZ DE CLAVIJO, E. -1997- A comparative study of the reproductive biology of two *Ajuga* species (Lamiaceae) in the southwest of the Iberian Peninsula. *Int. J. Plant. Sci.* 158(3): 282 - 291.
- RYDING, O. -1993- Pericarp structure and phylogeny of Lamiaceae subfamily Pogostemoideae. *Nordic J. Bot.* 14: 59 - 63.
- RYDING, O. -1995- Pericarp structure and phylogeny of the Lamiaceae-Verbenaceae-complex. *Pl. Syst. Evol.* 198: 101 - 141.
- STEARNS, W. T. -1992- *Botanical Latin*. London.
- WAGNER, S. -1914- *Contribution à l'étude anatomique du fruit des Labiées*. Thèse. Université de Paris.
- WOJCIECHOWSKA, B. -1966- Morphology and anatomy of fruits and seeds in the family Labiatae with particular respect to medicinal species. *Monogr. Bot.* 21: 3 - 244.

Acceptado para su publicación en septiembre de 2001

Dirección de los autores. Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla. Apartado 1095. 41080 Sevilla.