BOTANICA MACARONESICA

23

EDICIONES DEL
CABILDO INSULAR
DE GRAN CANARIA

JARDIN BOTANICO
"VIERA Y CLAVIJO"

NUEVA SERIE

BOTÁNICA MACARONÉSICA Nº 23
1996 (DICIEMBRE)

SERIE DE CIENCIAS

EDICIONES DEL **CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA**

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

EXCMO. CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA

BOTÁNICA MACARONÉSICA

23

INDICE

Páginas

5 **Lugardon, B.** L'ultrastructure des parois sporales chez les pteridophytes.

21 **Blackmore, S.** The impact of palynology on taxonomy.

25 **Fombella Blanco, Mª Amor, Rosa Mª Valencia Barrera, Delia Fernández González & Angel Penas Merino.** Estudio polínico de Quercus robur L. en el noroeste de la Península Ibérica.

35 **Muñoz Serrano, Mª Angeles, Inmaculada Fernández & Felipe García Martín.** Estudio de la morfología polínica en la tribu peucedaneae (Apioideae: apiaceae) en la Península Ibérica.

47 **Pérez de Paz, Julia.** Diversidad polínica y taxonomía numérica del género *Echium* L. (Boraginaceae) en Macaronesia.

83 **Sánchez Velázquez, Tomás.** Contribución al conocimiento de las esporas de helechos de la Sierra de Anaga (Tenerife). Islas Canarias.

105 **Dominguez Santana, Mª Dolores & Irene La-Serna Ramos.** Variación anual y diaria del contenido en esporas de Alternaria, Cladosporium, Fusarium y Stemphylium en la atmósfera de La Laguna (Tenerife: Islas Canarias)

119 **La-Serna Ramos, Irene & Mª Dolores Dominguez Santana.**Variación anual y diaria del polen de cupressus, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Urticaceae y Poaceae, en la atmósfera de La Laguna (Tenerife: Islas Canarias).

131 **Trigo, Mª del Mar, Marta Recio, Francisco Javier Toto & Baltasar Cabezudo.**Comportamiento estacional e intradiurno del polen de Poaceae en la atmósfera de Málaga y su relación con los parámetros meteorológicos: datos 1991-1993.

143 **Carretero, M.B. & M.I. Rodriguez-García.** Paso de material a través de la pared del grano de polen de tomate (*Lycopersicum esculentum*) en cultivo *in vitro*.

149 **Belmonte, P. Clemente.** Sobre la tipificación de una miel procedente de San Miguel de Monte (Pampa Argentina).

155 **Roselló Caselles, Josefa, Mª Elvira Burgaz Moreno, Isabel Mateu Andrés & Carmen Gómez Ferrera.** Espectro polínico de mieles de labiadas valencianas.

167 **Sánchez Sánchez, José, Juan Alfonso Gómez Bárez, María del Carmen Escribano González & Rafael J. García-Villanova Ruiz.** Análisis de mieles comerciales de la provincia de Salamanca.

177 **Alvarez-Fernández, O. M., E. Díaz Losada, A. V. González Porto & M. P. Saa Otero.** Análisis polínico de paleosuelos y sedimentos turbosos en el SW de Orense (España)

191 **Alvarez Ramis, Concepción, Miklós Kedves & Teresa Fernández Marrón.** Asociaciones esporopolínicas del cretácico superior del Cerro de la Mesa (Guadalix de la Sierra, Provincia de Madrid).

201 **Atienza Ballano, M., M. Dorado Valiño, A. Gómez-Lobo Rodríguez & B. Ruiz Zapata.** Estudio polínico de un depósito situado en la vertiente norte de la Sierra de Béjar.

211 **Cachán Santos, Luis Javier, Mª Amor Fombella Blanco, Delia Fernández González & Rosa Mª Valencia Barrera.** Estudio palinológico de las capas G-4 y G-8 del paquete Campiello, Pozo San Jerónimo (Asturias).

221 **Gil García, M. J., T. Martín Arroyo, R. Tomás Las Heras, & B. Ruiz Zapata.** Dinámica de la vegetación durante el holoceno en el Puerto de Canencia (Madrid): Relación con el espectro polínico.

233 **Gómez-Lobo Rodríguez, Andrés, Mª José Gil García, Miguel Atienza Ballano & Blanca Ruiz Zapata.** Evolución de la paleovegetación en el noroeste del Sistema Ibérico (Soria), durante los últimos 7000 BP.

241 **Macías Rosado, Rosario, Pilar López García & José Antonio López-Sáez.** Análisis palinológicos en el sureste madrileño: yacimientos arqueológicos y depósitos naturales.

255 **Ramil Rego, Pablo & Mª Jesús Aira Rodríguez.** Caracterización de la vegetación en las Sierras septentrionales de Galicia desde el final del Tardiglaciar.

269 **Ramil Rego, Pablo & Maria Jesús Aira Rodríguez.** Antropización y desarrollo agrícola en el N.O. Peninsular, a partir de análisis polínicos y paleocarpológicos.

285 **Rivas Carballo, M. Rosario, Gaspar Alonso Gavilaá & Maria Valle Hernández.** Estudio preliminar sobre la paeloecología del neogeno en la provincia de Valladolid.

297 **Notas corológico-taxonómicas de la Flora Macaronésica** (N°s 82-85)

297 **Reyes-Betancort, J.A., M.C. León Arencibia & W. Wildpret de la Torre.** *Phagnalon metlesicsii* pignatti (asteraceae, gnaphalieae), nueva cita para macaronesia.

303 **Rubén Barone.** Sobre la presencia de *gymnocarpos decander* forssk. (Caryophyllaceae) en la gomera, islas canarias

307 **García Casanova, J., P. Romero Manrique, A. B. Fernández López & C. Samarín Bello** (1997). Adiciones corológicas: Nuevas poblaciones de *Anagyris latifolia* brouss. *Ex* willd.(fabaceae) en la Gomera (Islas Canarias)

313 **Hernández, Efrain & David García.** *Bystropogon Odoratissimus* Bolle en el Macizo de Teno (Tenerife, Islas Canarias)

PRÓLOGO

EL 9 SIMPOSIO DE PALINOLOGÍA promovido por la Asociación de Palinólogos de Lengua Española (A.P.L.E.) y que se celebra con carácter bienal, tuvo lugar en Las Palmas de Gran Canaria, del 30 de Noviembre al 4 de Diciembre de 1992 en el habitual ambiente de trabajo y amistad que ha facilitado tanto el intercambio de conocimientos como las relaciones de amistad por medio de la Palinología.

La organización correspondió al Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" del Cabildo de Gran Canaria donde tradicionalmente se ha trabajado en Palinología en la rama de Actupalinología aplicada a estudios de Biodiversidad de endemismos canarios y macaronésicos en general, su origen y evolución.

Asistieron unos 80 investigadores y se abordaron unas 55 comunicaciones agrupadas según las cinco unidades temáticas habituales: Actupalinología, Aeropalinología, Biología del Polen, Melitopalinología y Paleopalinología. Estas reuniones científicas se complementaron con cinco Mesas Redondas que se caracterizaron por una gran participación.

Asimismo se impartieron dos conferencias plenarias por invitación expresa, una inaugural a cargo del Dr. B. LUGARDON (Universidad P. Sabatier de Toulouse, Francia): "Ultrastucture des parois sporales et relations phyletiques chez les Pteridophytes" y otra de clausura a cargo del Dr. S. BLACKMORE, "The impact of Palynology on Taxonomy".

El Simposio terminó con una excurción científico-cultural con un itinerario que permitía recorrer distintas formaciones vegetales desde la costa Norte, adentrándose en el NE en antiguos enclaves de Laurisilva (Osorio-Teror), Pinar canario (Tamadaba), hasta vegetación de montaña (Tejeda), con las espectaculares panorámicas del "mar de nubes", y roques volcánicos emblemáticos.

La organización contó con la colaboración de entidades como el Ministerio de Educación y Ciencia: Dirección General de Investigación Científica y Técnica, Patronato de Turismo de Gran canaria, Museo Canario, Rego y Cía S.A., a las que manifestamos nuestro más profundo agradecimiento.

En este número, los artículos se han agrupado según las mismas unidades temáticas del Simposio. Se ha respetado la opinión de los autores de los manuscritos por lo que los editores no se responsabilizan de su contenido científico.

La edición se ha realizado con ayuda de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT).

Julia Pérez de Paz

Miembro de la APLE, Vicepresidenta del Comité Organizador del 9 Simposio y del Comité Editorial de Botánica Macaronésica

ACTUPALINOLOGÍA

L'ULTRASTRUCTURE DES PAROIS SPORALES CHEZ LES PTERIDOPHYTES

B. LUGARDON

Biologie Végétale, Univ. P. Sabatier, 39 allées J. Guesde, 31000 Toulouse, France.

Recibido: junio 1994

Mots-clés: Ultrastructure, Sporoderme, Ptéridophytes.

Palabras clave: Ultraestructura, Esporoderma, Pteridofitos

RÉSUMÉ

Les parois fossilisables des spores présentent des caractères ultrastructuraux nettement différents dans chacun des grands groupes de Ptéridophytes actuelles. Les différences portent d'une part sur la structure fine de l'exospore qui montre une aperture organisée de façon variée, et comporte des éléments structurés -longs feuillets ou courtes lamelles suivant les cas- diversement associés à de la sporopollénine amorphe. Elles portent d'autre part sur la présence ou l'absence, et sur les particularités structurales (mais aussi ontogéniques et chimiques) des parois recouvrant l'exospore.

L'ultrastructure des parois résistantes des spores actuelles et fossiles peut donc apporter des informations d'un grand intérêt, comme le montre l'étude de divers sporodermes récents ou datant du Crétacé, du Carbonifère et du Dévonien.

SUMMARY

Resistant spore walls have ultrastructural features obviously different in each main group of living Pteridophytes. Differences concern the fine structure of the exospore that shows a variably arranged aperture, and comprises structured elements -either elongated sheets or short lamellae- combined with amorphous sporopollenin. Other differences are related to the presence or absence, and the structural (but also ontogenetic and chemical) characteristics of the extra-exosporal walls.

The ultrastructure of recent and fossil spore walls can thus supply noteworthy information, as shown by studies of various sporoderms belonging to living plants or dating from the Cretaceous, Carboniferous and Devonian periods.

INTRODUCTION

Premières plantes vasculaires apparues sur la Terre, les Ptéridophytes constituent un ensemble très riche et complexe qui occupe une position

ISSN 0211- 7150

particulièrement originale dans le Règne Végétal. Elles ont, en effet, le double privilège de comporter des formes archaïques relativement proches des Thallophytes, et de renfermer les ancêtres des plantes à graines qui composent l'essentiel de la flore terrestre actuelle. Le développement des connaissances sur les diverses lignées de Ptéridophytes, leurs affinités et leur évolution, présente donc un intérêt considérable.

L'étude des spores au moyen du microscope électronique à transmission (MET) est l'une des méthodes d'investigations qui peuvent contribuer de façon appréciable à cet approfondissement des connaissances. Les spores des Ptéridophytes ont en effet des parois qui possèdent des caractères ultrastructuraux de nature variée, à la fois constants dans chaque espèce, très proches dans chaque groupe naturel d'espèces, et sensiblement différents d'un groupe à l'autre. En outre ces parois sont très résistantes, de telle sorte que beaucoup d'entre elles se sont conservées en parfait état dans les sédiments: ceci représente un avantage particulièrement important dans le cas des Ptéridophytes qui comportent une très grande quantité d'espèces fossiles anciennes dont les appareils végétatifs ont souvent été mal ou pas du tout préservés.

LES PAROIS SPORALES FOSSILISABLES DANS LES GRANDS GROUPES DE PTERIDOPHYTES ACTUELLES

Les nombreuses études réalisées en microscopie photonique (MPh) nous ont appris que la partie résistante du sporoderme des Ptéridophytes comporte toujours une exospore, et que cette exospore est ou non, suivant les cas, recouverte par une seconde paroi ordinairement appelée la périspore. L'exospore est la paroi homologue de l'exine des grains de pollen et est, comme cette dernière, composée de sporopollénine. Elle paraît généralement massive à l'observation au Mph, et est caractérisée essentiellement par son aperture unique qui se présente le plus souvent comme une protubérance rectiligne (spores monolètes) ou triradiée (spores trilètes). La paroi extra-exosporale montre des aspects extrêmement variés. Beaucoup de ses caractéristiques, dont son origine, sa composition, ses rapports avec l'exospore, n'ont pas pu être déterminés par les études en Mph les plus minutieuses et ont donné lieu à diverses interprétations.

En raison de son pouvoir séparateur qui est à peu près 1000 fois plus grand que celui du Mph, le microscope électronique à transmission a été à l'origine d'un développement considérable de nos connaissances sur les parois sporales. L'étude des sporodermes mûrs avec cet instrument permet d'observer de nombreux détails d'un très grand intérêt et jusque-là ignorés à cause de leurs faibles dimensions. Elle révèle en particulier l'agencement exact de l'aperture, les systèmes de petites cavités, canaux ou fissures qui sont souvent présents dans l'exospore, les liens existant parfois entre cette paroi et la partie extra-exosporale du sporoderme. D'autre part, le MET permet une étude approfondie de la formation des sporodermes chez des représentants vivants des groupes actuels. Ceci est spécialement important et appréciable dans le cas des spores. Bien

souvent, en effet, beaucoup d'éléments constitutifs des parois de ces spores deviennent plus ou moins indistincts au cours de la maturation sporale de telle sorte que la présence et les caractères de ces éléments sont fréquemment indétectables sur les coupes de sporodermes mûrs. Les études ontogéniques réalisées avec le MET permettent de voir les composants de chaque paroi s'organiser, se combiner entre eux et éventuellement devenir indiscernables dans la paroi murissante. Elles permettent en outre d'observer la formation des canaux, fissures, et autres très petits détails visibles sur les coupes de parois mûres, et par conséquent de connaître les rapports existant entre ces détails et les composants des parois. De telles études procurent donc des connaissances très précises sur l'ontogénie et l'ultrastructure des parois sporales dans les espèces chez lesquelles elles sont effectuées. Ces connaissances sont, de plus, extrêmement utiles pour l'étude des coupes ultraminces de sporodermes mûrs ou fossilisés appartenant à d'autres espèces car il est possible, grâce à elles, d'interpréter sûrement les détails observables sur ces coupes et d'en tirer de nombreuses informations. On peut ainsi, à partir d'indices dont beaucoup ont de très petites dimensions et semblent a priori dénués de signification, définir les caractères ultrastructuraux d'un sporoderme plus ou moins ancien et établir son appartenance à un groupe précis de plantes; on peut en outre, dans bien des cas, en déduire sans grand risque d'erreur les principales modalités de sa formation.

Des études en MET sur l'ontogénie des sporodermes ont été réalisées dans des espèces appartenant à chacun des grands groupes actuels de Ptéridophytes (les références de ces travaux et une synthèse de leurs résultats peuvent être trouvées dans les publications de LUGARDON, 1990, et de TRYON & LUGARDON, 1991). Ces recherches doivent, de toute évidence, être poursuivies et multipliées, étant donné d'une part la complexité des processus ontogéniques mis en jeu, d'autre part l'existence (chez quelques Filicinées et les sélaginelles en particulier) de sporodermes présentant des singularités curieuses qui mériteraient certainement des investigations approfondies. Quoi qu'il en soit, il paraît vraisemblable que les études déjà effectuées ont mis en évidence les principaux caractères des diverses sortes de parois sporales existant chez les Ptéridophytes.

Les descriptions proposées ici résument sommairement les résultats de ces études et présentent les caractéristiques essentielles des parois qui composent la partie résistante des différents types de sporodermes dans les grands groupes de Ptéridophytes vivantes.

1 - Filicinées homosporées.

1.A - Exospore (Fig. 1-4): paroi à surface externe lisse ou ornementée, à aperture trilète ou monolète. Ici comme dans les groupes suivants, la structure de l'aperture, très constante dans chaque cas et aisément reconnaissable sur toute section convenablement orientée de l'exospore, sera décrite en premier; l'ultrastructure proprement-dite de la paroi, qui est souvent plus difficile à observer et présente des variations plus ou moins marquées dans certains groupes, sera décrite ensuite.

1.A.a - Aperture: repli saillant de l'exospore dont les deux côtés sont serrés l'un contre l'autre mais non soudés l'un à l'autre. Ce repli délimite par

conséquent une étroite "fente aperturale" (LUGARDON, 1972 b) s'ouvrant vers la cavité sporale; l'exospore est en général fortement épaissie à la base du repli, et très amincie autour du sommet de la fente aperturtale (c'est au niveau de cette région amincie que la paroi se rompt au moment de la germination -ou sous l'effet de traitements chimiques comme l'acétolyse). La structure de cette aperture est identique dans les spores trilètes et monolètes.

1.A.b - Ultrastructure: "infrastructure feuilletée" profonde, formée en premier, composée de fins feuillets (d'épaisseur généralement comprise entre 10 et 30 nm) très étendus + sporopollénine amorphe constituant la partie externe de la paroi; un système de petites cavités, ménagé dans la région moyenne ou profonde de l'exospore, mais séparé de la cavité sporale par la couche la plus interne de la paroi, est relié au milieu extérieur par des canaux radiaux . L'infrastructure feuilletée comporte 10 à 12 feuillets chez les Ophioglossales (Fig. 1); elle se simplifie graduellement, en présentant dans chaque cas des agencements particuliers, chez les Marattiales, les Osmundales (Fig. 2), les Gleicheniales (Fig. 3), et est réduite à un unique feuillet dans la plupart des familles de Filicales (Fig. 4). La stratification de l'exospore diffère selon que l'infrastructure comporte plusieurs feuillets ou un seul. Dans le premier cas, trois couches peuvent être distinguées (Fig. 1-3): une couche interne continue, constituée par les feuillets les plus profonds intimement soudés; une couche moyenne comportant les autres feuillets de l'infrastructure plus ou moins écartés, de la sporopollénine amorphe accumulée contre ces feuillets, et un réseau de cavités résultant du comblement incomplet des espaces compris entre les feuillets par la sporopollénine amorphe; une couche externe composée uniquement de sporopollénine amorphe, traversée par de fins canaux (parfois des fissures plus importantes) joignant les cavités de la couche moyenne à la surface. Quand l'infrastructure est réduite à un feuillet, l'exospore montre seulement deux couches (Fig. 4): une mince couche interne formée par l'unique feuillet; une couche externe très épaisse constituée de sporopollénine amorphe et présentant dans sa partie la plus profonde un système de fissures et canalicules extrêmement fins qui montrent sur les coupes une disposition caractéristique en petites arcades contiguës (ce système de minuscules perforations a vraisemblablement les mêmes fonctions que le réseau de cavités disposées entre les feuillets de la couche moyenne dans le cas précédent, mais son mode de formation est tout à fait différent). Ce tye d'exospore à deux couches, commun à beaucoup de Filicales, a été appelé "blechnoïde" (LUGARDON, 1974).

1.B - Paroi extra-exosporale: "périspore" *sensu stricto* (LUGARDON, 1972 b; le nom de "périspore" sera réservé dans tous les cas, dans la suite de cet exposé, à des parois présentant les caractères spécifiés ici). Paroi toujours formée après l'exospore, par accumulation sur cette dernière de matériel qui se condense et se solidifie progressivement au cours des dernières phases de la sporogénèse. Elle montre à maturité une organisation et des aspects très variés mais, sauf dans quelques très rares cas, elle présente deux caractères distinctifs permettant de l'identifier avec certitude: (I) elle est composée de substances (une seule, ou plusieurs disposées en couches superposées) nettement distinctes de la

sporopollénine exosporale; (II) elle est continue autour des spores et ne montre aucune discontinuité ou modification notable de ses caractères au-dessus de l'aperture. Elle a été observée chez toutes les Filicinées homosporées actuelles dont les spores ont été étudiées en MET. Elle résiste généralement à l'acétolyse et à la fossilisation, mais se déchire et se détache souvent des spores, d'où son absence fréquente autour des spores fossiles.

2 - Filicinées hétérosporées (microspores et mégaspores)

2.A - Exospore: paroi à aperture trilète, cette aperture ayant des dimensions très petites par rapport au diamètre sporal dans les mégaspores.

2.A.a - Aperture: identique à l'aperture des Filicinées homosporées.

2.A.b - Ultrastructure: à deux couches, de type blechnoïde.

2.B - Paroi extra-exosporale: "épispore" (LUGARDON & HUSSON, 1982). Cette paroi s'organise en même temps que la couche externe de l'exospore et est constituée de la même sporopollénine que cette couche. Généralement volumineuse et complexe, très différente d'un genre à l'autre et souvent très différente également dans les microspores et mégaspores d'un même genre, elle se distingue dans tous les cas d'une périspore par plusieurs caractères bien visibles sur les coupes de spores mûres: (I) elle montre le même contraste et la même texture que la partie superficielle de l'exospore; (II) elle est localement en continuité avec l'exospore; (III) elle a souvent une structure différente sur la face proximale et la face distale des spores, et présente en général une différenciation nettement marquée, avec ou sans discontinuité, au niveau de l'aperture. En raison de sa composition et de ses liens avec l'exospore, elle réagit comme cette paroi à l'acétolyse ou à la fossilisation et, contrairement aux périspores, est très généralement conservée autour des spores fossiles.

3 - Lycopodinées homosporées (Lycopodiales).

3.A - Exospore (Fig. 5): à surface fovéolée, ou avec réseau proéminent, ou lisse ; à aperture trilète.

3.A.a - Aperture: repli dont le sommet est plus ou moins saillant et effilé, ou légèrement enfoncé dans une sorte de sillon suivant les genres; ce repli est peu serré sauf dans sa région apicale, et sa partie évasée est occupée par de la sporopollénine à texture lâche qui se présente sous la forme de fibrilles et de granules associés à quelques courtes lamelles, et disposés en strates plus ou moins nettes s'étendant d'un côté à l'autre du repli.

3.A.b - Ultrastructure: la paroi comprend de l'extérieur vers l'intérieur: (I) une très étroite couche de sporopollénine amorphe, continue et d'épaisseur uniforme autour des spores; (II) une seconde couche continue, composée de lamelles très minces (7-10 nm) et peu étendues, imbriquées et cimentées en une masse compacte; cette couche constitue l'essentiel de la paroi; elle présente de fortes variations d'épaisseur qui sont à l'origine des dépressions des fovéoles ou des murs des réseaux, et s'amincit plus ou moins brusquement dans la région aperturale; (III) uniquement au niveau de la face proximale, la sporopollénine à texture lâche qui occupe la partie évasée du repli apertural et s'étend plus ou moins de part et d'autre de l'aperture en-dessous de la couche lamellaire. Cette

sporopollénine particulière est toujours très nette sur les coupes ultraminces; par contre les lamelles de la principale couche continue sont peu ou non visibles dans l'exospore mûre de nombreuses espèces. L'exospore paraît dépourvue de tout système de perforations sur la face proximale et les flancs des spores, mais elle montre dans la région du pôle distal, sur une étendue très variable suivant les espèces, des fissures étroites et orientées plus ou moins obliquement qui forment une sorte de dédale traversant la paroi toute entière.

3.B - Paroi extra-exosporale: suivant les espèces, ou bien elle est inexistante, ou bien les spores possèdent une périspore ayant les caractères définis plus haut (formation postérieure à celle de l'exospore, composition différente de celle de cette dernière paroi, absence de discontinuités et de modifications de son organisation au niveau de l'aperture). Cette périspore est très mince (épaisseur de l'ordre de 50 nm le plus souvent, de 300 nm au maximum), étroitement appliquée contre l'exospore et composée, suivant les cas, d'une seule couche ou de deux couches accolées.

4 - Lycopodinées hétérosporées: I, microspores des Sélaginellales.

4.A - Exospore (Fig. 6, 7): paroi d'épaisseur régulière (essentiellement dans les spores possédant une épaisse paroi extra-exosporale) ou formant des verrues ou épines parfois très développées, à aperture trilète.

4.A.a - Aperture: repli saillant bien marqué dont les deux côtés sont serrés l'un contre l'autre. Ce repli rappelle donc le repli apertural des spores des Filicinées, mais il en diffère nettement par deux caractères: (I) les deux côtés du repli sont plus ou moins soudés l'un à l'autre sur toute leur longueur, d'où l'absence de fente aperturale bien définie; (II) l'exospore conserve une épaisseur à peu près inchangée sur les côtés et au sommet du repli.

4.A.b - Ultrastructure: couche interne composée de lamelles imbriquées + couche externe constituée de sporopollénine amorphe; la couche lamellaire interne, d'épaisseur régulière, est très réduite dans certaines espèces; la couche externe forme les motifs de l'ornementation. Cette exospore se singularise en outre par un système de perforations qui traverse dans tous les cas la paroi de part en part, mais diffère sensiblement suivant les espèces. (I) Chez certaines sélaginelles, ce système consiste en étroits canaux radiaux qui sont à peu près uniformément répartis sur les diverses faces des microspores et les côtés du repli apertural (Fig. 7). (II) Dans d'autres espèces la paroi est complètement dépourvue de tels canaux, mais possède sur la face proximale, entre les trois bras de l'aperture, trois "zones pluristrates" (LUGARDON, 1972 a) au niveau desquelles la couche lamellaire est creusée de cavités allongées tangentiellement qui sont en relation avec la cavité sporale et communiquent avec l'extérieur par des fissures ménagées dans la couche externe (Fig. 6). (III) Et dans un petit nombre d'espèces, l'exospore montre à la fois des zones pluristrates plus ou moins réduites et quelques canaux.

4.B - Paroi extra-exosporale: trois possibilités, apparemment indépendantes des variations de la structure exosporale, existent suivant les espèces.

(I) - Les microspores n'ont pas de paroi extra-exosporale.

(II) - Elles ont une véritable périspore ayant tous les caractères propres à ce type

de paroi. Cette périspore est le plus souvent très mince et plaquée sur la surface exosporale; dans un seul cas connu jusqu'ici (*S. kraussiana*), elle est par contre très épaisse et se détache fréquemment de l'exospore.
(III) - Elles possèdent une paroi extra-exosporale présentant un mode d'élaboration très singulier, la "para-exospore" (LUGARDON, 1972 a), dont la formation débute avant celle de l'exospore et s'achève en même temps que celle de cette dernière. A l'état mûr, cette para-exospore se reconnaît à plusieurs caractères distinctifs: (!) elle est essentiellement composée de la même sporopollénine que la couche externe de l'exospore; (!!) elle est en général largement écartée de l'exospore sur une grande partie du pourtour des microspores, mais elle est unie à cette exospore en un certain nombre de points situés principalement sur la face proximale, entre région équatoriale et zone aperturale; (!!!) elle montre une discontinuité à peu près continue au niveau de l'aperture, et les deux bords de cette discontinuité sont soit libres et plus ou moins redressés au-dessus du repli apertural de l'exospore, soit raccordés aux deux côtés de ce repli apertural.

5 - Lycopodinées hétérosporées: II, microspores des Isoétales.

5.A - Exospore (Fig. 8): paroi peu épaisse à surface présentant de petites irrégularités, à aperture monolète.

5.A.a - Aperture: simple amincissement de la paroi sans repli marqué, la région amincie pouvant s'inflèchir vers l'intérieur ou l'extérieur en fonction de l'état du contenu sporal.

5.A.b - Ultrastructure: analogue à celle de l'exospore des microspores des sélaginelles, avec une couche interne lamellaire (toujours bien développée ici) et une couche externe formée de sporopollénine amorphe (généralement plus étroite que la couche interne). De plus, la paroi montre chez toutes les espèces, de part et d'autre de l'aperture rectiligne, deux zones pluristrates semblables à celles qui caractérisent l'exospore microsporale d'une partie des sélaginelles.

5.B - Parois extra-exosporales: ces microspores présentent la singularité (c'est le seul cas connu) de posséder non pas une, mais deux parois extra-exosporales qui sont, dans toutes les espèces (LUGARDON, 1973 b):
(I) - Une para-exospore présentant l'ensemble des caractères ontogéniques et structuraux propres à ce type de paroi, tels qu'ils ont été définis plus haut; dans la région aperturale, les deux lèvres bordant la discontinuité de cette paroi sont toujours, ici, fortement redressées au-dessus de l'aperture de l'exospore.
(II) - Une périspore typique; elle constitue une couche plus ou moins complexe et épaisse, suivant les espèces, sur la surface externe de la para-exospore, et forme en outre une très mince couche sur l'autre face de la para-exospore et la surface de l'exospore; elle est initialement continue d'un bord à l'autre de la discontinuité proximale de la para-exospore, mais elle est souvent rompue à ce niveau dans les spores préparées pour étude.

6 - Lycopodinées hétérosporées: III, mégaspores des Sélaginellales et Isoétales.

6.A - Exospore (Fig. 10): généralement très large et présentant de fortes variations d'épaisseur chez les Sélaginellales, sensiblement plus mince et d'épaisseur plus régulière chez les Isoétales, à aperture trilète dans les deux

groupes.

6.A.a - Aperture: la partie externe de l'exospore dessine un repli saillant (nettement plus marqué et effilé, en général, chez les isoètes que chez les sélaginelles) montrant une lacune médiane aux contours irréguliers, tandis que la partie profonde de la paroi est continue au-dessous de la lacune sans présenter ni repli ni modification notable.

6.A.b - Ultrastructure: très importante couche externe composée d'éléments de formes diverses et associés de différentes manières, mais ménageant toujours entre eux des espaces vides plus ou moins larges + couche interne beaucoup plus étroite qui est composée de feuillets plus ou moins serrés et soudés entre eux chez beaucoup de sélaginelles, mais paraît avoir une structure plus simple chez quelques sélaginelles et les isoètes. Les deux couches sont fortement unies l'une à l'autre (comme les couches de tous les autres types d'exospores); la division de l'exospore en deux parties presque indépendantes l'une de de l'autre que l'on observe dans beaucoup d'espèces est due à un clivage tangentiel qui se produit spontanément dans la région profonde de la couche externe sur tout le pourtour des mégaspores sauf dans la zone aperturale.

6.B - Paroi extra-exosporale: ces mégaspores ne possèdent aucune paroi de nature organique comparable à l'un ou l'autre type de paroi extra-exosporale observé chez les Ptéridophytes. L'exospore des mégaspores mûres est nue chez quelques Sélaginellales. Dans les autres espèces de sélaginelles et chez les Isoétales, de la silice se dépose dans les espaces vides de l'exospore et sur la surface de cette paroi au cours des derniers stades de la sporogénèse. Le dépôt de silice sur les mégaspores des sélaginelles est ordinairement peu important et il se limite le plus souvent à une couche mince, plus ou moins continue et régulière, moulée sur le relief exosporal. Chez les Isoétales, le dépôt de silice est généralement beaucoup plus abondant: il forme fréquemment autour des mégaspores une couche bien plus épaisse que l'exospore et constitue l'ornementation spécifique de ces spores (moins constante et significative, comme on peut le constater dans bien des cas, que l'ornementation des parois organiques).

7 - Articulées (Equisetaceae actuelles).

7.A - Exospore (Fig. 9): d'épaisseur régulière, elle possède une aperture très originale, au contour ovale ou subcirculaire, très peu étendue par rapport aux dimensions des spores, à peine perceptible à l'observation en Mph.

7.A.a - Aperture: elle correspond à une région fortement amincie de l'exospore, sans repli, en-dessous de laquelle se trouve une masse de sporopollénine ayant la forme d'une lentille biconvexe. Cette masse de sporopollénine, appelée "obturateur sous-apertural" (LUGARDON, 1969), est attachée à la région amincie de l'exospore par sa partie centrale, et est simplement plaquée contre la paroi tout autour de cette région.

7.A.b - Ultrastructure: l'exospore est composée de deux couches de sporopollénine amorphe d'épaisseurs à peu près égales, présentant généralement des densités électroniques légèrement différentes sur les coupes ultraminces; l'obturateur sous-apertural montre la même densité électronique que la couche

exosporale interne à laquelle il est rattaché. Les seuls éléments structurés de cette exospore très particulière sont de courtes lamelles alignées au niveau de la surface de contact des deux couches de sporopollénine amorphe.

7.B - Paroi extra-exosporale: la mince enveloppe recouvrant l'exospore est très vraisemblablement une "épispore" (LUGARDON, 1990), étant donné qu'elle possède l'ensemble des caractères distinctifs de la paroi extra-exosporale des microspores et mégaspores des Filicinées hétérosporées. Elle est formée en même temps que la partie superficielle de la couche exosporale externe, et est composée de la même sporopollénine que cette couche. Elle se présente sous la forme d'une couche simple, ayant une épaisseur à peu près régulière de l'ordre de 100 nm sauf dans la région aperturale où cette épaisseur diminue sensiblement; elle est généralement écartée de la surface exosporale sur tout le pourtour des spores, excepté au niveau de l'aperture où elle est plaquée contre la partie amincie de l'exospore et se confond plus ou moins complètement avec celle-ci.

Les élatères des spores des Equisetaceae vivantes sont deux longs rubans fixés par leur milieu à l'épispore de part et d'autre de l'aperture; ces curieuses élatères, qui sont de nature cellulosique et par conséquent n'appartiennent pas à la partie résistante du sporoderme, diffèrent à tous égards des appendices composés de sporopollénine que possèdent, en particulier, les spores de certaines Hydroptéridées et Articulées fossiles.

ULTRASTRUCTURE DE SPORODERMES ACTUELS ET FOSSILES

Les recherches effectuées en MET montrent donc d'une part que les caractères essentiels des parois sporales résistantes diffèrent sensiblemement de l'un à l'autre des grands groupes actuels des Ptéridophytes, d'autre part que certains de ces caractères présentent des variations bien marquées à l'intérieur de la plupart des groupes. L'étude fine révèle en outre, dans chaque type de paroi et spécialement dans les parois extra-exosporales, un nombre plus ou moins grand de détails structuraux qui n'ont pas été évoqués plus haut en raison de leur abondance et de leur diversité; ces détails ont également une importance non négligeable car ils représentent des particularités caractéristiques tantôt d'un groupe de familles, tantôt d'une seule famille, ou d'un genre, ou d'une unique espèce.

Ces connaissances acquises en grande partie grâce à des recherches sur la formation des parois sporales chez des plantes contemporaines sont d'une grande utilité pour l'étude de tout sporoderme récent ou ancien des Ptéridophtes. Elles permettent de reconnaître et d'interpréter les quelques détails ou particularités qui sont souvent, sur les coupes ultraminces, les seuls indices indiquant les caractéristiques structurales (et ontogéniques) des parois étudiées. Elles permettent en outre de comparer précisément ces parois aux différents types de parois connus chez les Ptéridophytes vivantes, et suggèrent parfois des rapprochements inattendus, comme le montrent quelques exemples pris soit dans

la flore actuelle, soit chez des spores fossiles d'âges divers.

L'exospore des Hymenophyllaceae, famille de Filicinées que la plupart des auteurs placent dans les Filicales, possède une infrastructure feuilletée complexe qui d'une part diffère légèrement mais nettement dans les genres *Hymenophyllum* et *Trichomanes*, d'autre part présente beaucoup de points communs avec l'infrastructure exosporale des Ophioglossales (TRYON & LUGARDON, 1991). L'ultrastructure sporale des Hymenophyllaceae donne donc à penser que cette famille est en réalité notablement éloignée des Filicales qui ont une exospore blechnoïde dont l'infrastructure comporte un seul feuillet, ainsi que des Gleicheniaceae et petites familles affines (Gleicheniales) qui sont souvent placées à la base des Filicales et ont une infrastructure exosporale un peu plus complexe et très typique.

Les Psilotaceae, seul groupe actuel de Ptéridophytes n'ayant pas été évoqué plus haut, ont des spores qui ressemblent beaucoup à celles de certaines fougères, ainsi que ERDTMAN & SORSA (1971) l'ont souligné en notant que la morphologie des spores ne confirme nullement la position isolée et plus ou moins primitive généralement attribuée à ces plantes. L'étude fine de leurs parois sporales et celle de la sporogénèse chez *Psilotum* (LUGARDON, 1973 a, 1979) révèle de très nombreuses et étroites affinités avec les Filicinées. En particulier, l'exospore (Fig. 11) montre clairement la fente aperturale bien définie et l'infrastructure feuilletée qui caractérisent les spores des Filicinées. En outre, l'infrastructure composée d'un petit nombre de feuillets présente des points de ressemblance avec l'infrastructure exosporale des Gleicheniaceae. Cela s'accorde de façon remarquable avec les conclusions de BIENHORST (1968, 1973) qui, à partir d'études comparatives sur les gamétophytes et les sporophytes, rattache les Psilotaceae aux Filicinées et les rapproche du genre *Stromatopteris* ordinairement inclus dans la famille des Gleicheniaceae.

Les études morphologiques qui ont été réalisées sur les spores du Crétacé rapportées au genre *Ariadnaesporites* (voir GUNTHER & HILLS, 1970) ont amené à attribuer ces microfossiles à un groupe disparu de Filicinées hétérosporées proche des Hydroptéridées vivantes. L'étude ultrastructurale de divers spécimens de microspores provenant du Cénomanien du Portugal (LUGARDON *et al.*, 1984) a apporté de nouveaux et appréciables arguments en faveur de cette thèse en démontrant que les principales particularités structurales des spores fossiles sont identiques à celles qui caractérisent l'exospore et l'épispore des Hydroptéridées actuelles. D'une part elle a mis en évidence la structure blechnoïde de leur exospore; d'autre part elle a montré que leur large paroi superficielle, très typique avec son volumineux "trifolium" (POTONIE, 1956) surmontant l'aperture et avec ses appendices filamenteux fixés dans la région distale, est composée de la même sporopollénine que l'exospore et est localement en continuité avec cette dernière. Cette étude a révélé en outre de nombreux détails de la structure des sporodermes fossiles, comme le système complexe de lacunes ménagé dans la couche externe de l'exospore, l'organisation de la paroi superficielle et celle de ses longs appendices distaux. Beaucoup de ces détails structuraux diffèrent de façon significative d'une espèce à l'autre, et plusieurs d'entre eux donnent à penser que les plantes fossiles sont plus proches des Salviniales que des

Marsiléales.

Les coupes d'*Apiculiretusispora* du Dévonien montrent un sporoderme peu épais et dépourvu de paroi extra-exosporale. L'exospore (Fig. 12; observations non publiées) est constituée essentiellement par une couche continue qui présente, de l'extérieur vers l'intérieur, des petites projections superficielles, une zone externe montrant de fins clivages tangentiels superposés et généralement peu étendus, une zone profonde d'aspect massif; les dimensions, la forme et la densité des projections superficielles, ainsi que l'importance relative des zones sous-jacentes, varient sensiblement d'un spécimen à l'autre. Cette couche a une épaisseur à peu près uniforme sur la face distale et les flancs des spores; elle s'amincit progressivement dans la région aperturale et est très réduite à l'aperture, au niveau de laquelle elle dessine un repli court et peu saillant mais généralement bien marqué. L'exospore comporte d'autre part, en-dessous de la région amincie de la couche continue, une formation constituée par un matériel montrant une texture granuleuse plus ou moins lâche; cette formation particulière, qui est très large sous le repli de l'aperture et se réduit graduellement des deux côtés de celle-ci, est manifestement plus fragile que la couche continue mais paraît avoir parfaitement résisté à la fossilisation dans toutes les spores étudiées et est certainement composée de sporopollénine. L'organisation très spéciale de cette exospore dans la région aperturale, avec matériel sporopollénique lâche associé à la couche continue amincie, est exactement semblable à celle que l'on observe chez les Lycopodiales actuelles. Il paraît donc certain que ces dernières et *Apiculiretusispora* possèdent la même ultrastructure exosporale, bien que (comme dans l'exospore mûre de nombreux lycopodes vivants) la présence de lamelles imbriquées dans la couche continue des spores fossiles n'ait pas pu être formellement démontrée. Ceci implique que (I) les principaux caractères ultrastructuraux présentés par l'exospore des Lycopodiales modernes étaient établis dès le Dévonien et n'ont pas varié notablement depuis cette époque; (II) si, comme cela est extrêmement probable, *Apiculiretusispora* correspond à la forme dispersée des spores d'espèces de *Psilophyton* qui sont connues depuis le Dévonien inférieur (GENSEL & WHITE, 1983), ces Psilophytales appartiennent très vraisemblablement à la même lignée que les Lycopodiales récentes et font partie des Lycopodinées.

Un autre exemple d'ultrastructure exosporale méritant d'être évoqué ici est fourni par des spécimens de *Calamospora*, *Vestispora* et *Laevigatosporites* prélevés dans des sporanges appartenant à différentes Articulées du Carbonifère supérieur (BROUSMICHE & LUGARDON, 1990; LUGARDON & BROUSMICHE DELCAMBRE, 1994). L'exospore de ces trois types de spores ne présente, en effet, aucune ressemblance structurale avec celle des Articulées actuelles. Elle montre (Fig. 13-15) un repli apertural avec fente médiane nette, une infrastructure feuilletée profonde recouverte de sporopollénine amorphe, et un système de petites cavités relié à l'extérieur par des canaux traversant la couche externe de la paroi. Tous ces caractères sont strictement identiques à ceux de l'exospore des Filicinées. De plus, la structure des exospores fossiles présente des variations qui sont comparables à celles que l'on observe dans l'exospore des Filicinées et sont pareillement liées au développement plus ou moins grand de

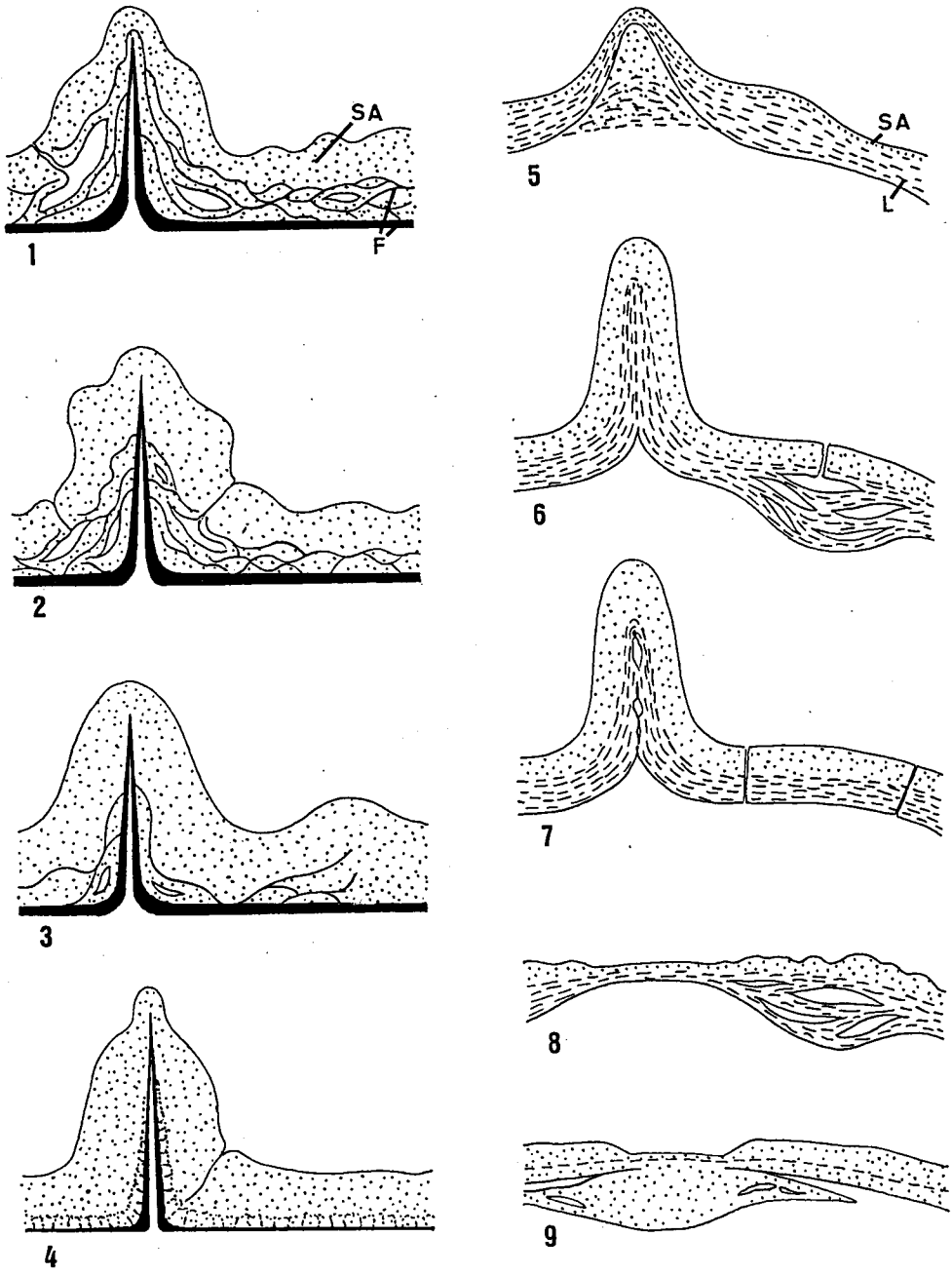
l'infrastructure feuilletée: alors que le nombre de feuillets et de cavités intercalées entre ces feuillets est très élevé de part et d'autre de l'aperture de *Calamospora* (Fig. 13), les feuillets et cavités sont bien moins nombreux chez *Vestispora* (Fig. 14), et l'infrastructure est extrêmement réduite chez *Laevigatosporites* (Fig. 15) de telle sorte que la structure de ce type de spore ressemble beaucoup à la structure blechnoïde de l'exospore des Filicales. D'après les observations effectuées jusqu'ici, il semble que la paroi des Articulées fossiles et celle des Filicinées diffèrent seulement par des détails structuraux souvent difficilement perceptibles: elles se distinguent essentiellement par des particularités de l'agencement de l'infrastructure feuilletée quand celle-ci est complexe ou, dans le cas des exospores à infrastructure très simple, par la disposition des minuscules cavités propres à ce type de paroi, qui sont alignées à distance régulière de la couche exosporale interne de *Laevigatosporites* (Fig. 15) tandis qu'elles dessinent des petits arceaux s'appuyant sur cette couche dans les exospores à structure blechnoïde (Fig. 4). L'ultrastructure exosporale des trois types de spores d'Articulées du Primaire qui ont été étudiés jusqu'à ce jour soulève plusieurs problèmes. D'une part, l'absence de tout point de ressemblance entre cette ultrastructure et celle de l'exospore des représentants actuels des Articulées constitue une curieuse énigme. L'explication la plus plausible est que l'organisation très particulière de l'exospore des Equisetaceae vivantes résulte d'une série de modifications structurales liées à l'évolution de l'unique lignée d'Articulées ayant survécu jusqu'à notre époque, mais cette hypothèse demande à être vérifiée par l'étude fine de l'exospore chez des membres d'âges divers de cette lignée. D'autre part, la similitude presque parfaite de l'ultrastructure exosporale chez des Articulées du Paléozoïque et chez les Filicinées donne à penser que ces deux grands groupes de Ptéridophytes ont des affinités plus étroites qu'on ne le supposait, et suggère que ces groupes sont issus d'une souche commune. Par ailleurs, il faut noter que cette similitude pose un problème "technique" non négligeable lors de l'étude de certaines spores anciennes d'Articulées et de Filicinées, car l'attribution de ces spores à l'un ou l'autre groupe réclame l'observation précise des détails de l'ultrastructure exosporale et nécessite par conséquent des spécimens très bien conservés.

CONCLUSIÓN

La partie résistante du sporoderme des Ptéridophytes a depuis longtemps attiré l'attention des botanistes et des palynologues à cause de sa grande diversité morphologique, comme en témoignent les nombreuses et importantes études en Mph puis en Meb à balayage que lui ont consacré à la fois des systématiciens de la flore actuelle et des spécialistes de la micropaléontologie ou de la stratigraphie des sédiments anciens. Les investigations réalisées avec le MET démontrent que les parois sporales résistantes présentent aussi une très grande diversité sur le plan ultrastructural. L'étude fine des parois des spores peut être d'un intérêt considérable dans divers domaines de la recherche. Elle peut, de toute évidence, constituer un complément très appréciable aux études morphologiques des systématiciens, micropaléontologues et géologues. En révélant les détails

spécifiques de chaque paroi des sporodermes, elle est susceptible, par exemple, de procurer aux taxonomistes des critères très utiles pour établir les limites de certains genres ou les degrés d'affinités liant des espèces, des genres ou des familles. De même, elle fournit de nombreuses précisions sur les sporodermes anciens et permet ainsi, le cas échéant, de distinguer sûrement des microfossiles ordinairement confondus en raison de leurs morphologies presque identiques, ce qui constitue un grand avantage dans le cas de spores utilisées comme marqueurs stratigraphiques.

Il est probable, cependant, que les résultats les plus importants des travaux en MET sur les parois sporales seront obtenus dans le cadre de la recherche phylogénique. Comme l'ont montré les quelques exemples présentés ici, l'étude ultrastructurale des sporodermes, aussi bien fossiles que récents, peut apporter de précieuses indications inédites sur l'appartenance des plantes-mères à tel ou tel groupe de Ptéridophytes, ainsi que sur les relations unissant certains groupes l'un à l'autre. L'étude fine des nombreuses spores du Paléozoïque, en particulier, paraît très prometteuse: elle procurera certainement une grande quantité de données nouvelles sur ces microfossiles dont beaucoup semblent avoir des structures tout à fait originales, et aidera sans aucun doute, grâce à ces données, à mieux connaître les diverses lignées de Ptéridophytes qui sont apparues, se sont développées et, pour certaines, se sont éteintes au cours de cette époque. Des perspectives plus ambitieuses encore peuvent être envisagées. D'une part il est permis d'espérer que l'étude des sporodermes du Primaire révèlera la nature et les étapes des remaniements structuraux qui ont accompagné la transformation des parois sporales en parois polliniques, et contribuera ainsi à la découverte des maillons reliant Ptéridophytes et Gymnospermes. D'autre part il est possible que des sporodermes très anciens, dont beaucoup représentent probablement les seuls vestiges laissés par les plantes qui les ont produits, possèdent des caractéristiques ultrastructurales qui permettront d'identifier les lignées de végétaux non-vasculaires d'où sont issues les Ptéridophytes: cette éventualité ne doit pas être négligée, d'autant plus qu'elle constitue peut-être notre unique chance de connaître les origines des plantes vasculaires.



Figuras 1-9.- Schémas de l'ultrastructure exosporale (aperture à gauche des figures) chez les Ptéridophytes actuelles (Fig. 1-11) et des Ptéridophytes fossiles (Fig. 12-15). - Fig. 1, Ophioglossales; Fig. 2, Osmundales; - Fig. 3, Gleicheniales; - Fig. 4, Filicales à exospore blechnoïde; - Fig. 5, Lycopodiales; - Fig. 6-7, microspores des Sélaginellales (Fig. 6, avec zones pluristrates; Fig. 7, avec canaux); Fig. 8, microspores des Isoétales; - Fig. 9, Equisétales; -

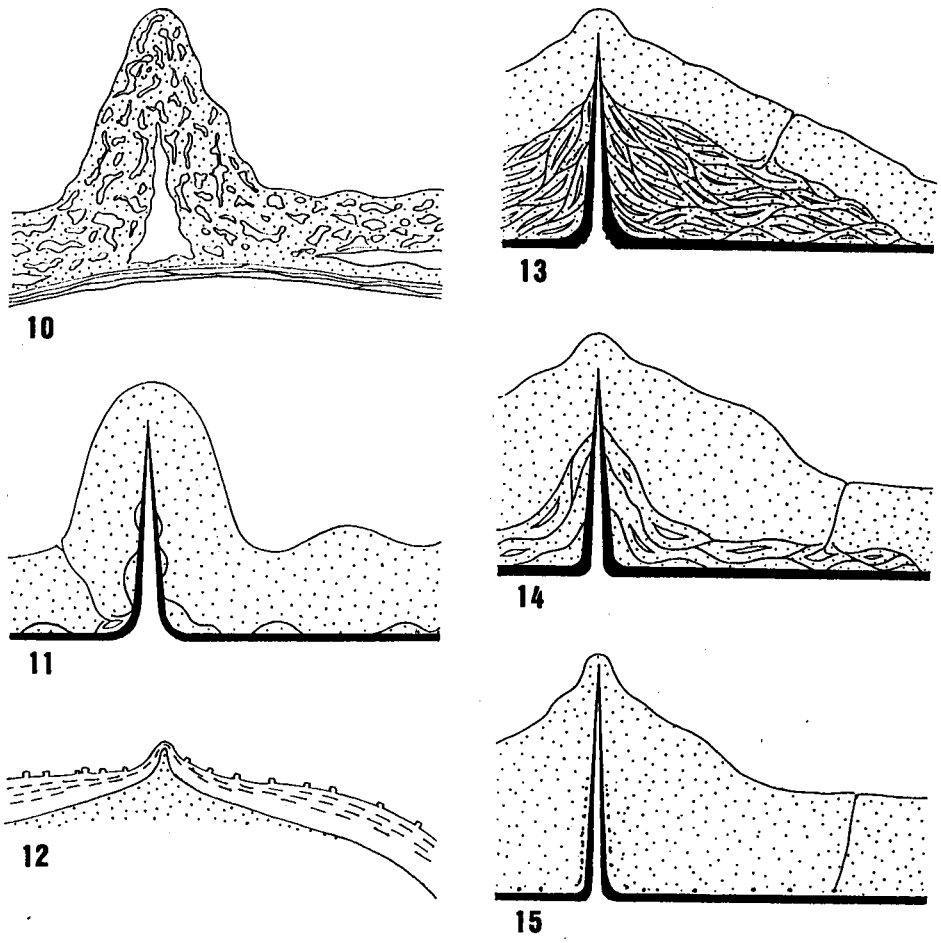


Fig. 10-15.- Mégaspores des Sélaginellales et Isoétales; - Fig. 11, Psilotales; - Fig. 12, *Apiculiretusispora*; - Fig. 13, *Calamospora*; -Fig. 14, *Vestispora*; - Fig. 15, *Laevigatosporites*. (F, feuillets; L, lamelles; SA, sporopollénine amorphe) (Dessins originaux ou repris dans diverses publications de l'auteur)

REFERENCES

A.F. & B. LUGARDON, 1991. - *Spores of the Pteridophyta: Surface, Wall Structure and Diversity based on Electron Microscope Studies*. Springer Verlag, New York, 648 p.

BIENHORST, D.W., 1968. - On the Stromatopteridaceae (Fam. nov.) and on the Psilotaceae. *Phytomorphology*, 18: 232-268.

- 1973. - Non-appendicular fronds in the Filicales. In *The phylogeny and classification of the ferns* (eds A.C. Jermy, J.A. Crabbe & B.A. Thomas), Academic Press, London: 45-57.

BROUSMICHE, C. & B. LUGARDON, 1990. - Ressemblances inattendues des caractères ultrastructuraux entre quelques Arthrophytes fossiles et Filicophytes actuelles primitives. *C. R. Acad. Sc. Paris,* 310: 873-879.

ERDTMAN, G. & P. SORSA, 1971. -*Pollen and spore morphology / Plant taxonomy: Pteridophyta* (text and additional illustrations). Almqvist & Wiksell, Stockholm, 226 p.

GENSE,L P.G. & A.R. WHITE, 1983. - The morphology and ultrastructure of spores of the Early Devonian trimerophyte *Psilophyton* (Dawson) Hueber & Banks. *Palynology*, 7: 221-233.

GUNTHER, P. & L.V. HILLS, 1970. - Heterospory in *Ariadnaesporites*. *Pollen et Spores*, 12: 123-130.

LUGARDON, B., 1969. - Sur la structure fine des parois sporales d'*Equisetum maximum* Lamk. *Pollen et Spores*, 11: 449-474.

- 1972 a. - Sur la structure fine et la nomenclature des parois microsporales chez *Selaginella denticulata* (L.) Link et *S. selaginoides* (L.) Link. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 274: 1656-1659.

- 1972 b. - La structure fine de l'exospore et de la périspore des Filicinées isosporées: I, Généralités, Eusporangiées et Osmundales. *Pollen et Spores*, 14: 227-261.

- 1973 a. - Sur les parois sporales de *Psilotum triquetrum* Sw. et leur structure fine. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 276: 1277-1280.

- 1973 b. - Nomenclature et structure fine des parois acéto-résistantes des microspores d'*Isoetes*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 276: 3017-3020.

- 1974. - La structure fine de l'exospore et de la périspore des Filicinées isosporées: II, Filicales, Commentaires. *Pollen et Spores*, 16: 161-226.

- 1979. - Sur la formation du sporoderme chez *Psilotum triquetrum* Sw. (Psilotaceae).*Grana*, 18: 145-165.

- 1990. - Pteridophyte sporogenesis: a survey of spore wall ontogeny and fine structure in a polyphyletic plant group. In *Microspores: Evolution and Ontogeny* (eds S. Blackmore & R.B. Knox), Academic Press, London: 95-120.

LUGARDON, B. & C. BROUSMICHE DELCAMBRE, 1994. - Exospore ultrastructure in Carboniferous sphenopsids. In *Ultrastructure of Fossil Spores and Pollen (eds M.H. Kurmann & J.A. Doyle)*, The Royal Botanic Gardens, Kew: 53-66.

LUGARDON, B., F. DINIZ & J.M. MORON, 1984. - Structure fine d'*Ariadnaesporites* du Portugal. *Rev. de Paléobiol., Genève* (vol. spécial 1984): 139-148.

LUGARDON, B. & P. HUSSON, 1982. - Ultrastructure exosporale et caractères généraux du sporoderme dans les microspores et les mégaspores des Hydroptéridées. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 294: 789-794.

POTONIE 1956. - Synopsis der Gatungen der sporae dispersae, I, Sporites. Beih. zum Geol. Jahrb., 23, 103 p.

THE IMPACT OF PALYNOLOGY ON TAXONOMY

STEPHEN BLACKMORE

The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD.

Recibido: octubre 1993.

Palabras claves: Palinología, Taxonomía, Sistemática, Homologías, Homoplasia.

Key words: Palynology, Taxonomy, Systematic, Homology, Homoplasy.

SUMMARY

Homology and its relationship to taxonomic palynology is discussed and the potential contribution of palynology to taxonomy considered. The author argues that the integration of palynological data into taxonomy and the application of modern taxonomic concepts to the data is necessary if palynology is to assume an influential rôle in plant systematics

RESUMEN

Se tratan los temas de la homología en relación con la palinología taxonómica y se examina la contribución potencial de la palinología a la taxonomía. El autor sostiene que si la palinología debe jugar un influyente papel en la sistemática de plantas, es necesaria la integración de datos palinológicos en la taxonomía y la aplicación a estos datos de modernos conceptos taxonómicos.

INTRODUCTION

This brief paper is concerned with a simple but fundamental issue concerning taxonomic palynology that is rarely debated at conferences or considered in the literature. This is the issue of homology which lies at the heart of comparative biology.

I would like to emphasize why I think it is important for palynologists to think about such general issues. I began to study palynology about twenty years ago, at a time when many university departments and other institutions were establishing new palynological laboratories. The main objective of these particular laboratories was to investigate the diversity of pollen grains and spores and apply the findings in plant taxonomy. These developments were stimulated by many factors. Important influences included Erdtman's taxonomically oriented

ISSN 0211-7150

palynological studies (ERDTMAN, 1952, 1957, 1965), the systematic application of transmission electron microscopy (for example by, SKVARLA & TURNER, 1966) and the development of the scanning electron microscopy. Around the world, such laboratories have contributed much valuable research. However, although we now know much more about the morphological diversity of pollen grains and spores than previously, it is my opinion that we palynologists have not influenced plant taxonomy as much as we should have done.

Some of the reasons why the taxonomic impact of palynology has been less than it could have been are easy to identify. Firstly, studies of pollen have not always been integrated with the results obtained from other kinds of characters. This makes it difficult for the reader to interpret the significance of the palynological study (BLACKMORE *et al.*, 1991). Secondly, modern taxonomic concepts and methods of character analysis have often not been used. Unfortunately, as a result, palynology has tended to be left behind while systematics in general has moved on. Two additional factors that tend to reduce the impact of palynology on systematics are the complex terminology of the subject (DAVIS & HEYWOOD, 1963) and the extreme complexity of circumscribing comparative characters based on pollen morpohology.

It might be argued that none of this matters very much, palynologists are contributing basic information of fundamental scientific importance and that the immediate impact of their findings is unimportant. However, we live in times when competition for the pool of funds available for science is increasing rather than decreasing. Taxonomic palynology could become a vulnerable subject in danger of being regarded as an optional extra unless it is fully integrated into plant systematics and seem to have a significant influence on it.

To achieve greater impact I believe that we palynologists must make use of concepts that are central to taxonomy, adopt modern methods of analysis and interpret our findings in a broad systematic framework.

THE CONCEPT OF HOMOLOGY

Taxonomy is a comparative discipline. We make comparisons between organisms in order to search for similarities and differences that reveal the relationships between them. This process requires the recognition of characters abstractions from nature, that form the basis of the comparison. These characters might equally well be drawn from pollen morphology, gross morphology, phytochemistry, cytology or other disciplines. An analysis of the occurence of the characters in the taxa under investigation is used to recognise natural, or monophyletic, groups.

An analytical procedure is essential because whilst any attribute of an organism can be a character, only some characters can define groups within a hierarchical system. It is possible to compare any attribute that varies between organisms, but not everything that varies has the ability or power to inform us about groups. Characters that define a group are known as homologies, or

synapomorphies (see, PATTERSON, 1982). Such characters are distinguished from plesiomorphies, which occur at a more inclusive level in the taxonomic hierarchy.

In this context, a group can be a taxon at any rank, it can be a species, a genus, a family or a kingdom. Every monophyletic group, at any level, must share some homologies that define it. The important question for taxonomists is to discover which characters (out of all those we might observe) are homologies that define monophyletic groups.

There have been many approaches to the recognition of groups. BLACKMORE & BARNES (1990) pointed out that cladistic methods were now strongly favoured in zoology and increasingly are the method of choice in botany. There are many general reviews of cladistic procedures and some recently published books include RIEPPEL (1988) and FOREY *et al.* (1992). In outline the sequential procedure involves recognising characters, scoring their occurence in the taxa under study and performing an analysis of the distribution of characters. This analysis seeks to find the most parsimonius distribution of characters, with the greatest congruence between characters. After the analysis has been performed, character congruence (agreement with other characters) is taken to indicate a common origin in contrast to incongruence which indicates the condition of homoplasy. Homoplasy is misleading similarity, resemblance that can arise for a variety of reasons including parallelism, convergence or evolutionary reversals. The addition of new information (new characters on new taxa) may change the hypothesis of relationships, but in a well supported case additional characters will often be congruent and additional support.

DISCUSSION

Palynological studies often provide only a small number of characters, but if these form well supported groups they can be extremely important consequently palynology is potentially as important as any other source of characters and is not a separate discipline but rather, a specialised part of plant taxonomy.

Palynological characters can be analysed separately from the gross morphologhical information (see for example, BLACKMORE, 1982) and this provides explicit information about the ability of the pollen characters to define groups. A more satisfying approach involves the simultaneous analysis of pollen characters and other characters in a combined data matrix (see for example, BLACKMORE *et al.,* 1991; SCOTLAND, 1991; DOYLE & HOTTON, 1991). Probably the greatest challenge facing taxonomic palynologists is how to abstract characters from the great morphological variation that exists in pollen grains and spores. At present it is difficult to know how to characterise the fine levels of variation that frequently occur in ornamentation when studied in the scanning electron microscope. The potential to analyse this variation exists, but the conceptual basis on which caracters can be proposed is still poorly developed. However, this challenge is not peculiar to palynology, it faces all of taxonomy.

The delimitation of circumscription of characters is always the limiting factor on the quality of a taxonomic analysis.

REFERENCES

BLACKMORE, S.& S.H. BARNES, 1991.- Palynological diversity. In S. Blackmore & S.H. Barnes (eds), *Pollen and Spores: Patterns of Diversification*, pp 1-8. Oxford University Press, Oxford.

BLACKMORE, S., R.W. SCOTLAND, & P.J. STAFFORD, 1991.- The comparative method in palynology. In A. Ballouche & J. Maley (eds): *Palaeontology of Africa and the Surrounding Islands*. pp 3-10. A.A. Balkema, Rotterdam.

DAVIS, P.H. & V.H. HEYWOOD, 1963.- *Principles of Angiosperm Taxonomy*. Oliver & Boyd, Edinburgh.

DOYLE, J.A. & C.L. HOTTON, 1991.- Diversification of early angiosperm pollen in a cladistic context. In S. Blackmore & S.H. Barnes (eds), *Pollen and Spores: Patterns of Diversification*. pp 160-195. Oxford University Press, Oxford.

ERDTMAN, G. 1952.- *Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms*. Hafner, New York and London.

ERDTMAN, G. 1957.- *Pollen and Spore Morphology, Plant Taxonomy*. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta (An Introduction to Palynology. II). Almqvist & Wiksell, Stockholm.

ERDTMAN, G. 1965.- *Pollen and Spore Morphology, Plant Taxonomy*. Gymnospermae, Briophyta (An Introduction to Palynology. III). Almqvist & Wiksell, Stockholm.

FOREY, P.L., C.J. HUMPHRIES, I.J. KITCHING, R.W. SCOTLAND, D.J. SIEBERT, & D.M. WILLIAMS, 1992.- *Cladistics, a Practical Course in Systematics*. Clarendon Press, Oxford.

RIEPPEL, O., 1988.- *Fundamentals of Comparative Biology*. Birkhauser-Verlag, Berlin.

SCOTLAND, R. 1991.- A systematic analysis of pollen morphology of Acanthaceae genera with contorted corollas. In S. Blackmore & S.H. Barnes (eds), *Pollen and Spores: Patterns of Diversification*, pp 269-289. Oxford University Press, Oxford.

SKVARLA, J.J. & B.L. TURNER, 1966.- Systematic implications from electron microscope studies of Compositae pollen - a review. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 53: 230-56.

ESTUDIO POLÍNICO DE QUERCUS ROBUR L. EN EL NOROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

Mª AMOR FOMBELLA BLANCO, ROSA Mª VALENCIA BARRERA, DELIA FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, ANGEL PENAS MERINO.

Departamento de Biología Vegetal. Universidad de León. 24071 León.

Recibido: Diciembre 1993

Palabras clave: Polen, *Quercus robur*, Noroeste Península Ibérica.

Key words: Pollen, *Quercus robur*, NW Spain.

RESUMEN

Se ha llevado a cabo el estudio palinológico de 24 poblaciones de *Quercus robur* L., procedentes de diferentes localidades del Noroeste de la Península Ibérica.

El tamaño, la forma y la ornamentación del grano de polen muestran una gran heterogeneidad. Así mismo, en más del 50% de las poblaciones analizadas se observa una endoapertura difusa, y en un porcentaje similar la presencia de genículo.

Los resultados obtenidos permiten confirmar la gran variabilidad intraespecífica de esta especie.

SUMMARY

A palynological analysis on 24 populations of *Quercus robur* L. is carried out in several localities from the northwest Spain.

The heterogeneity of pollen grains is present in size, shape and sculpture. The diffuse endoaperture is found in more than 50% of the populations, the same as the geniculum.

The results show the high intraspecific variability of this species.

INTRODUCCIÓN

El género *Quercus* L. está representado en Europa por un gran número de especies, de las cuáles mas de 30 son endémicas y constituyen la vegetación forestal más reciente. Desde las primeras revisiones taxonómicas, sobre dicho género, realizadas por CAMUS (1936-39) & SCHWARZ (1936), hasta nuestros días, numerosos estudios taxonómicos y paleobotánicos se han llevado a cabo. Actualmente en la Península Ibérica, RIVAS MARTÍNEZ *et al.* (1991), reconocen 13 especies y 6 subespecies dentro del género *Quercus* L.. La especie *Q. robur*

ISSN 0211- 7150

L., en función de algunos caracteres morfológicos y bioclimáticos, ha sido dividida por los mismos autores en 2 subespecies, *Q. robur* L. subsp. *robur* y *Q. robur* L. subsp. *broteroana* O. SCHWARZ, coincidiendo, en cierta medida, su área de distribución.

La morfología polínica del género ha sido estudiada por Van Campo *et al.* (1956), MONOSZON (1962), PLANCHAIS (1962), & SAENZ DE RIVAS (1973). Teniendo en cuenta principalmente la ornamentación de la exina, VAN DER SPOEL-MALVIUS (1963) diferencia dos tipos polínicos: tipo A en el que incluye el polen de las especies *Q. petraea* (Mattuschka) Liebl., *Q. robur* y *Q. pubescens* Willd., caracterizado por presentar verrugas grandes, y el tipo B constituido por *Q. ilex* L. y *Q. coccifera* L., cuyo polen no posee los complejos verrugosos anteriores. Posteriormente SMIT (1973) propone 3 tipos polínicos siguiendo la clasificación taxonómica de SCHWARZ (1964) y basados también en la estructura externa de la exina: tipo *Q. robur/petraea*, con micro-verrugas y partes mas planas en el tectum, tipo *Q. ilex/coccifera*, cuya ornamentación consiste en elementos alargados y esparcidos. Por último, en el tipo *Q. suber* L. combina elementos alargados con otros redondeados. En la última revisión polínica del género, VAN BENTHEM *et al.* (1984) separan el grupo *Q. robur* del resto de especies por presentar conjuntos de verrugas poco o nada separadas entre ellas.

El sistema apertural de *Q. robur* ha sido considerado como tricolpado por Smit (1973), OLSSON (1975) & VAN BENTHEM *et al.* (1984), mientras que ERDTMAN (1952), VAN CAMPO (1961) & SAENZ DE RIVAS (1973) ponen de manifiesto la existencia de un poro o poroide.

El presente trabajo se enmarca en un estudio multidisciplinar más amplio sobre el género *Quercus* en el NO de la Península Ibérica y constituye un análisis de la variación polínica en diferentes poblaciones de *Q. robur* en cuanto a grosor y ornamentación de la exina, forma y tamaño de los granos de polen, así como de los problemas que se plantean a nivel apertural.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras polínicas observadas proceden de material fresco, cuyos pliegos de referencia están depositados en el Herbario del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de León (LEB).

Todos los granos de polen estudiados a microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido han sido acetolizados.

Poblaciones examinadas:

QR1.- Proximidades de Ceneya (O). 30TUN38
QR2.- Rodical (O). 29TQH09
QR3.- La Espina (O). 29TQJ10
QR4.- Castañedo (O). 29TQJ11
QR5.- Proximidades de Morla (LE). 29TQG27

QR6.- Proximidades de Barcia (O) 29TQJ02
QR7.- Proximidades de Novellana (O). 29TQJ12
QR8.- Cañedo (S). 30TVN58
QR9.- Grullos (O). 29TQJ31
QR10.- La Florida (O). 29TQJ09
QR11.- Llera (O). 29TQJ40
QR12.- Estrada (Lu). 29TPH54
QR13.- El Campo (O). 30TTN79
QR14.- Frieres. 30TTP70
QR15.- Bobes (O). 30TTP70
QR16.- Posada de Llanera (O). 30TTP61
QR17.- Los Campos (O). 30TTP62
QR18.- Entre Arlos y Sta. Cruz de Llanera. (O). 30TTP61
QR19.- Paradavella (Lu). 29TPH57
QR20.- Laraje (C). 29TNJ60
QR21.- Campelo (Lu). 29TPH35
QR22.- Ferreiro (Lu). 29TPH45
QR23.- Cerezal (Lu). 29TPH44
QR24.- Santalla (Lu). 29TPH43

RESULTADOS

Variaciones morfológicas:

Los granos de polen de *Q. robur,* en vista ecuatorial, son prolados, subprolados o prolados-esferoidales; y en vista polar subtriangulares, circulares, subcirculares, o trilobados (Tabla 1). El apocolpio puede ser plano (Fig. 1), circular (Fig. 2), u obtusamente elíptico (Fig. 5). El mesocolpio varía entre rectangular (Fig. 1), elíptico (Fig. 5) o pseudorómbico en el caso de presencia de genículo. Su tamaño es mediano, comprendido entre 21 y 43 μm, para el eje polar, y entre 17 y 38 μm, para el eje ecuatorial. (Tabla 1).

Las aperturas son de dos tipos: tricolpadas y en muchos casos con endoaperturas difusas, a excepción de la población QR13 de la localidad de EL Campo (O), en la cual algunos granos son dicolpados. Las ectoaperturas son colpos estrechos, terminales o subterminales, cubiertos por una membrana apertural provista de microespínulas y perforaciones. En numerosas poblaciones se ha observado, tanto a microscopio óptico como a microscopio electrónico de barrido, la presencia de genículo en la región ecuatorial de los granos de polen (Figs. 4 y 12), así como de endoaperturas difusas, alargadas en el sentido ecuatorial (Tabla 1).

El espesor de la exina está comprendido entre 0,7 y 1,6 μm. La ornamentación está constituida por verrugas anastomosadas y areolas con microespínulas, separadas entre sí por surcos (Figs. 7 y 8), o por verrugas aisladas más o menos redondeadas con microespínulas y perforaciones (Figs. 9-12). La distribución de

Tabla 1.- Valores del eje polar (P), ecuatorial (E) y Exina (Ex) en μm; Formas del grano de polen: Mesocolpio (M), en vista polar (VP) y Tipo de endoapertura (End.). SRO= Subrómbico, R= Rectangular, SR= Subrectangular, EL= Elíptico, T= Trilobado, C= Circular, SC= subcircular y STR = Subtriangular. + = con endoapertura, * = algunos polénes con endoapertura, - = ausencia de endoapertura.

Muestra	P	E	P/E	Ex	M	VP	END.
QR1	26 (28-24)	21 (24-18)	1.3	0.8	SRO	SC	-
QR2	30 (35-27)	24 (29-21)	1.2	0.9	R	SC	*
QR3	32 (37-28)	29 (28-31)	1.1	0.9	R	T	-
QR4	30 (33-27)	26 (31-21)	1.2	1.3	SRO	STR-T	-
QR5	32 (34-26)	27 (31-22)	1.2	1.3	R	STR-SC	+
QR6	30 (30-27)	21 (26-30)	1.2	1.0	SRO	T	*
QR7	33 (39-27)	24 (27-32)	1.2	1.1	R	T	+
QR8	35 (41-32)	24 (30-21)	1.5	0.7	EL	T	-
QR9	35 (40-31)	24 (28-20)	1.5	1.5	SR	T	-
QR10	33 (36-29)	21 (23-19)	1.6	1.3	SR	T	+
QR11	30 (34-26)	22 (25-18)	1.4	1.3	EL	SC	-
QR12	37 (43-34)	24 (30-20)	1.6	1.64	EL	C	*
QR13	35 (39-30)	24 (26-21)	1.5	1.2	SRO	T-SC	*
QR14	25 (39-27)	22 (27-17)	1.6	1.1	SRO	SC-STR	*
QR15	36 (40-31)	27 (33-22)	1.3	1.1	SR	SC	-
QR16	31 (38-27)	27 (30-25)	1.2	1.2	SRO	C-SC	-
QR17	32 (35-28)	25 (30-22)	1.3	1.2	EL	SC	*
QR18	33 (36-29)	25 (28-20)	1.3	1.0	R	T	-
QR19	27 (29-21)	25 (28-21)	1.1	1.4	R	SC-SR	*
QR20	32 (35-29)	23 (28-19)	1.4	1.1	R	STR-T	*
QR21	30 (34-27)	25 (29-21)	1.2	0.9	SRO	T-SC	*
QR22	34 (39-29)	23 (29-19)	1.5	1.1	EL	C	*
QR23	37 (41-33)	28 (33-21)	1.3	1.1	R	C	-
QR24	38 (41-33)	28 (38-25)	1.4	0.9	SRO	C	-

los elementos supratectales es variable. En algunos granos de polen su concentración es más o menos homogénea (Figs. 4 y 11), mientras que en otros se observa mayor abundancia en el apocolpio (Figs. 3 y 6) o en el mesocolpio (Figs. 1 y 5), disminuyendo hacia las aperturas (Figs. 1, 2 y 4). La nexina es irregular o discontinua.

CONSIDERACIONES GENERALES

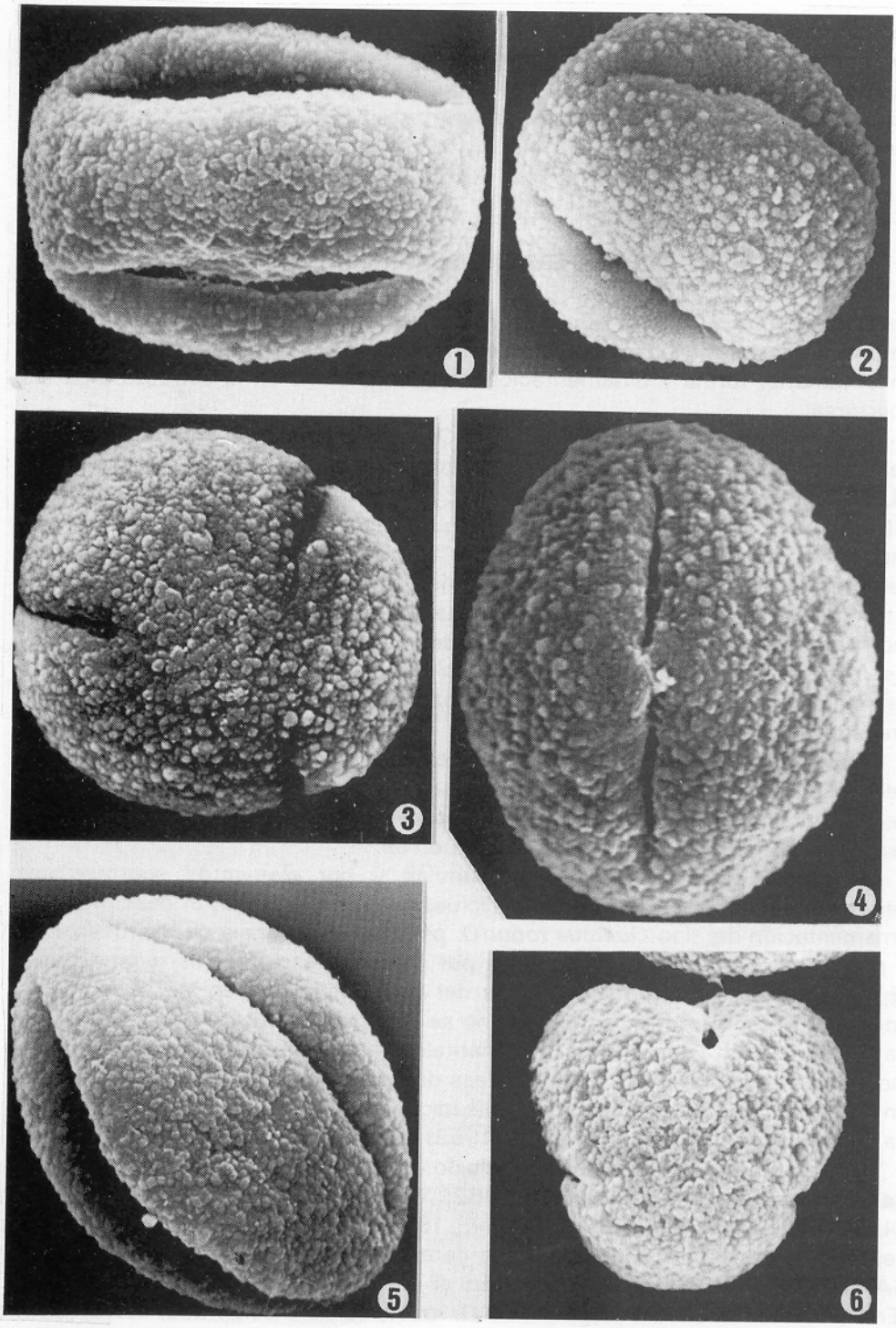
De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que el polen del conjunto de poblaciones estudiadas de *Q. robur*, muestra una gran heterogeneidad tanto en el tamaño, forma y ornamentación del grano, como en la estructura de las aperturas.

El tamaño de los granos de polen de *Quercus,* ha sido un carácter utilizado habitualmente para agrupar varios taxones en tipos polínicos, sin embargo, OLSSON (1975) estudiando *Q. robur* y *Q. petraea* se plantea grandes dudas en relación a las medidas del polen, ya que después de efectuar un estudio estadístico llega a la conclusión de que el "tamaño" no puede ser utilizado como carácter taxonómico, puesto que existiría la posibilidad de encontrar introgresiones e híbridos, en fase adaptativa, que no manifiesten caracteres morfológicos claros. En este sentido nos definimos en el presente artículo, pues las medidas obtenidas para todo el conjunto de poblaciones, muestran una variabilidad tan amplia que incluso podrían estar incluidos todos los taxones presentes en la Península Ibérica.

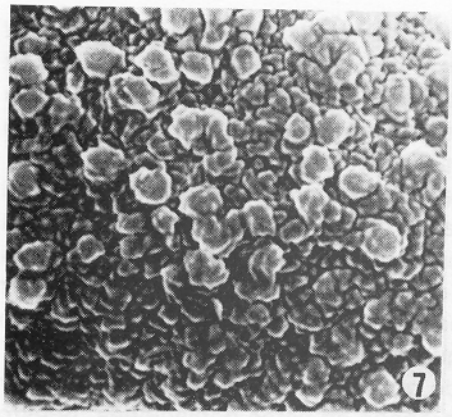
El mismo problema señalado anteriormente se plantea al observar las formas del mesocolpio y de los granos de polen en vista polar y ecuatorial, es decir, hemos encontrado todas las posibilidades descritas hasta el momento para el espectro polínico completo del género *Quercus.*

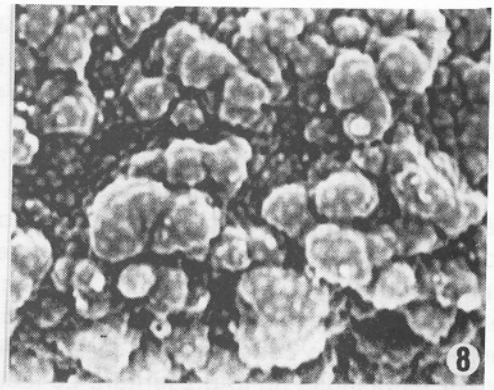
El tectum está constituido por areolas y por elementos supratectales verrugosos, todos ellos provistos de microespínulas. SMIT (1973) describe en la ornamentación del tipo *Quercus robur/Q. petraea* la presencia de microverrugas y partes planas del tectum cubiertas por procesos espinuloides redondeados, apreciando mayor uniformidad en las del mesocolpio que en las de la región apertural, sin embargo, en este caso, no se pone de manifiesto esa variabilidad, ya que existen diferencias ornamentales en toda la superficie tectal, independientemente de las distintas áreas del grano del polen; variación patente en la forma, tamaño y distribución de las microverrugas. A esta misma conclusión ya habían llegado YAMAZAKI *et al.* (1959) y posteriormente OLSSON (1975).

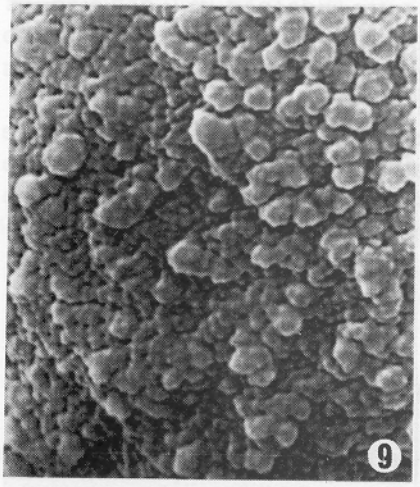
Usualmente, *Q. robur* ha estado incluido entre los tipos de polen con ausencia de endoapertura (PRAGLOWSKI, 1962; VAN DER SPOEL-WALVIUS, 1963; OLSSON, 1975; VAN BENTHEM *et al.*, 1984). Sin embargo, algunos autores señalan la presencia de una apertura compuesta; así VAN CAMPO (1961) & SAENZ DE RIVAS (1973), consideran el polen del subgénero *Lepidobalanus* (Endl.) Örsted, en el cual está incluido *Q. robur,* como tricolporado, con un poro o una simple constricción mediana de la endexina, difícil de apreciar en muchos

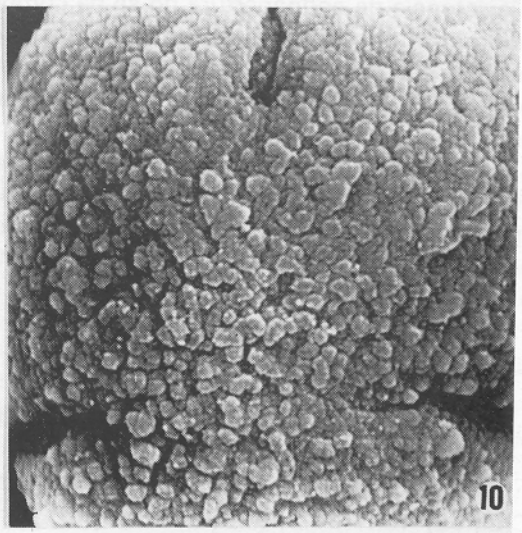


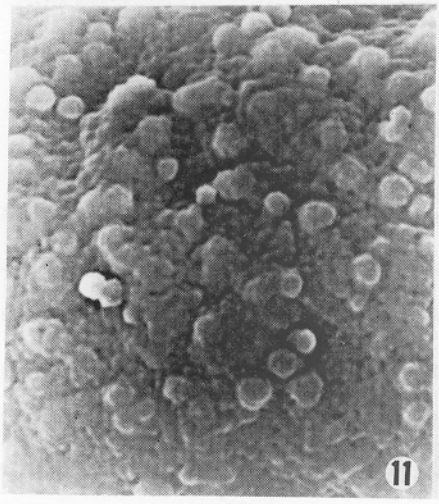
Figuras 1-6.-

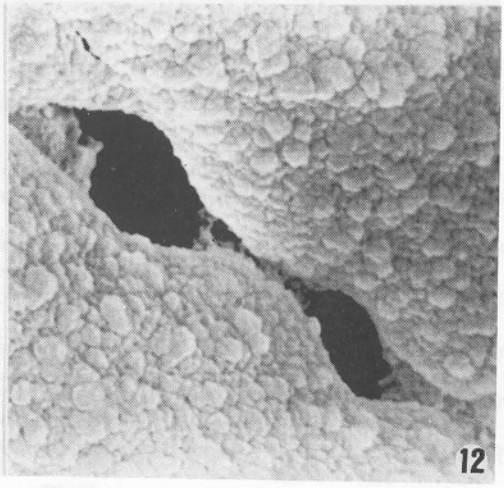












Figuras 7-12.-

casos, debido a los repliegues o espesamientos de la misma. VAN BENTHEM *et al.* (1984), si bien definen el tipo *Q. robur* como tricolpado, plantean la posibilidad de la existencia de una endoapertura, que no sería fácil de observar debido a la extensión prominente de la sexina en la parte media del colpo, descrito como genículo por POTONIÉ (1934), y que enmascararía dicha posibilidad.

En nuestro caso no podemos hablar de un poro en el sentido clásico del término, sin embargo, en un número importante de poblaciones (13), existe una rotura clara de la endexina que constituye una endoapertura difusa, alargada en sentido ecuatorial. En cuanto a la presencia de genículo, carácter que Stanley *et al.* (1959) diferencian en el 90% de las especies de *Quercus,* pensamos que no es un rasgo tan constante, al comprobar que el 58% de las poblaciones de *Q. robur* estudiadas no lo presentan. La idea de que el genículo pueda enmascarar la existencia de endoapertura no se ha comprobado en estas poblaciones, puesto que hemos observado distintas combinaciones entre endoapertura y genículo, es decir, desde granos con ambos caracteres presentes, hasta los que poseen solo genículo o solo endoapertura difusa, e incluso poblaciones que carecen de los dos.

Frente a otras características taxonómicas relativamente homogéneas que diferencian a *Q. robur* de otros taxones eurosiberianos, la morfología polínica no aporta ningún valor que apoye esta independencia o individualidad, ya que como hemos visto anteriormente la variabilidad intraespecífica muchas veces es igual o incluso superior que la interespecífica.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado en el marco del Proyecto de Investigación financiado por la CICYT nº NAT 90-0871-CO3-01

REFERENCIAS

CAMUS, A., 1936-39.- *Les Chênes.* Monographie du genre *Quercus.* Ed. Lechevallier. Paris.

ERDTMAN, G., 1952.- *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms.* Ed. Almqvist and Wiksell. Stockholm..

MONOSZON, M.Kh., 1962.- Variations of the morphological characters of pollen from certain species of oak. *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R. (Bot. Sci. Sect. Transl.)* 140(1-6): 165-168.

OLSSON, U., 1975.- On the Size and Microstructure of Pollen Grains of *Quercus robur* and *Q. petraea* (*Fagaceae*). *Bot. Notiser* 128: 256-264.

PLANCHAIS, N., 1962.- Le pollen de quelques Chênes de domaine méditerranéen occidental. *Pollen et Spores* 4: 87-93.

POTONIE, R., 1934.- Zur Microbotanik der Kohlen und ihrer Verwandten; 1. Zur Morphologie der fossilen Pollen und Sporen. *Arb. Inst. Paläobot. Petrogr. Brennsteine* 4: 5-24.

PRAGLOWSKI, J., 1962.- Notes on the pollen morphology o Swedish trees and shrubs . *Grana Palynol.* 3(2): 45-65.

RIVAS MARTINEZ, S. & C. SAENZ LAIN, 1991.- Enumeración de los *Quercus* de la Península Ibérica.

Rivasgodaya 6: 101-110.

SAENZ DE RIVAS, C., 1973.- Estudios palinológicos sobre *Quercus* de la España mediterránea. *Bol. R. Soc. española Hist. Nat. (Biol.)* 71: 489-501.

SCHWARZ, O., 1936.- Sobre los *Quercus* catalanes del subgénero *Lepidobalanus*. *Cavanillesia* 8: 65-100.

- 1964.- *Quercus* L. In *Flora Europaea*, 1: 61-64. T.G. Tutin *et al.* (eds.). Cambridge University Press. Cambridge.

SMIT, A., 1973.- A scanning electron microscopical study of the pollen morphology in the genus *Quercus*. *Acta Bot. Neerl.* 22(6): 655-665.

STANLEY, E.A. & G.O.W. KREMP, 1959.- Some observations on the geniculus in the pollen of *Quercus prinoides*. *Micropaleontology* 5(3): 351-354.

VAN BENTHEM, F., G.C.S. CLARKE & W. PUNT, 1984.- *Fagaceae*, part 33. In *The Northwest European Pollen Flora*. W. Punt & G.C.S. Clarke (ed). Elsevier. Amsterdam, pp 87-110.

VAN CAMPO, M., 1961.- Mécanique aperturale. *Grana Palynologica* 2-3: 91-97

VAN CAMPO, M. & H. ELHAI, 1956.- Etude comparative des pollens de quelques Chênes. Application à une tourbière normande. *Bull. Soc. Bot. France* 103: 254-260.

VAN DER SPOEL-MALVIUS, M.R., 1963.- Les caracteristiques de l'exine chez quelques espèces de *Quercus*. *Acta Bot. Neerl.* 12: 525-532.

YAMAZAKI, T. & M. TAKEOKA, 1959.- Electronmicroscope investigations on the surface of the pollen membrane, based on the replica method. V. Especially on the pollen of the genus *Quercus*. *J. Jap. For. Soc.* 41(4): 125-130.

ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA POLÍNICA EN LA TRIBU PEUCEDANEAE (APIOIDEAE; APIACEAE) EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Mª ANGELES MUÑOZ SERRANO, INMACULADA FERNÁNDEZ y FELIPE GARCÍA MARTÍN

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, Apartado 1095, 41080 Sevilla.

Recibido: octubre 1993

Palabras clave: Polen, Palinología, Apiaceae, Peucedaneae.

Key words: Pollen, Palynology, Apiaceae, Peucedaneae.

RESUMEN

Se estudia, al microscopio óptico y electrónico de barrido, la morfología polínica de 23 especies de Apiaceae de la Península Ibérica pertenecientes a la tribu Peucedaneae. Esta tribu está representada en el área de estudio por los géneros *Capnophyllum* Gaertner, *Angelica* L., *Ferula* L., *Ferulago* Koch, *Opopanax* Koch, *Peucedanum* L., *Pastinaca* L., *Heracleum* L. y *Tordylium* L. Los resultados confirman el carácter estenopolínico de esta familia. Se realiza una descripción a nivel genérico del polen de estos taxones y se discute la variación morfológica entre las distintas especies estudiadas, con vista a poder identificarlas en los análisis de mieles.

SUMMARY

The pollen morphology of 23 species of Apiaceae from Iberian Peninsula belonging to the tribe Peucedaneae have been studied with light and scanning electron microscopy. This tribe includes the genera *Capnophyllum* Gartner, *Angelica* L., *Ferula* L., *Ferulago* Koch, *Opopanax* Koch, *Peucedanum* L., *Pastinaca* L., *Heracleum* L. and *Tordylium* L. The results confirm the stenopalynous character of this family. The description of the pollen grains is realized at the generic level and the specific differences are commented with a view to identify them in the honey analyses.

INTRODUCCIÓN

La familia Apiaceae (=Umbelliferae) es uno de los grupos naturales reconocidos desde más antiguo. Está integrada por unas 3.000 especies (190 en la Península Ibérica) repartidas en aproximadamente 300 géneros (74 en la Península Ibérica).

Las tres subfamilias reconocidas por DRUDE (1898), Hydrocotyloideae,

ISSN 0211- 7150

Saniculoideae y Apioideae, constituyen así mismo otros tantos grupos monofiléticos. A la subfamilia Apioideae, de distribución fundamentalmente Holártica, pertenece la tribu Peucedaneae, que incluye géneros caracterizados por poseer frutos con una marcada compresión dorsal. Este atributo, cuyo estado primitivo es la ausencia de compresión, ha podido derivar al menos dos veces a lo largo del curso evolutivo de las Apioideae, por lo que la citada tribu tiene una composición artificial.

En la Península Ibérica la tribu Peucedaneae está representada por 27 especies distribuidas en 9 géneros: *Capnophyllum* Gaertner, *Angelica* L., *Ferula* L., *Ferulago* Koch, *Opopanax* Koch, *Peucedanum* L., *Pastinaca* L., *Heracleum* L. y *Tordylium* L.

Desde el punto de vista palinológico son muy numerosos los trabajos realizados en esta familia (ERDTMAN, 1952; CERCEAU-LARRIVAL, 1959, 1962, 1963, 1967a, b; HUANG, 1967, 1972; CERCEAU-LARRIVAL & ROLAND-HEYDACKER, 1976; PUNT, 1984). Sin embargo, sólo el polen de unas pocas especies de la tribu Peucedaneae ha sido descrito en los mismos, debido posiblemente a que la mayoría de sus representantes tienen su área de distribución en el suroeste de Europa o incluso son endémicos de la Península Ibérica.

Uno de los propósitos de este estudio es intentar determinar si los datos palinológicos permiten esclarecer los límites del grupo. El otro, es contribuir a un mayor conocimiento de la morfología polínica de la familia, con vista a su identificación en las mieles y en los sedimentos terrestres y lacustres.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado 56 poblaciones pertenecientes a 23 de las 27 especies correspondientes a esta tribu en la Península Ibérica, cuyo origen se indica en el apéndice. Las muestras de polen proceden de material seco conservado en los Herbarios del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Facultad de Biología de Sevilla (SEV), de la Facultad de Farmacia de Sevilla (SEVF) y del Jardín Botánico de Madrid (MA).

Para su estudio el polen fue tratado con el método acetolítico (ERDTMAN, 1960).

Una vez obtenidas la muestras se estudió al microscopio óptico (MO) la polaridad, simetría, forma, tamaño de los ejes, sistema apertural y exina. Para las dimensiones de los ejes polar y ecuatorial (P y E) se han medido al menos 30 granos de polen en cada una de las poblaciones y alrededor de 10 para el resto de los caracteres. El estudio de la ornamentación se ha llevado a cabo con un microscopio electrónico de barrido (MEB); para ello, el polen una vez acetolizado y deshidratado en la serie de alcoholes, se colocó en un portaobjetos y se metalizó con oro-paladio.

RESULTADOS

El polen de la tribu Peucedaneae se caracteriza por ser generalmente trizonocolporado, isopolar y radiosimétrico; rectangular-elíptico en visión ecuatorial, con o sin constricción en el ecuador, y triangular en visión polar; prolado o perprolado, de tamaño mediano con ectoaberturas subterminales y endoaberturas lalongadas; exina desigualmente engrosada con costillas bien marcadas; y ornamentación rugulada o fosulado-rugulada (Tabla 1).

A continuación se realiza la descripción de los granos de polen a nivel genérico comentando las diferencias especificas que existen.

Capnophyllum Gaertner. (Figs. 1-4).

Polen trizonocolporado, isopolar y radiosimétrico. Rectangular-elíptico en visión ecuatorial (v.e.) y corte óptico meridiano (c.o.m.) y triangular en visión polar (v.p.) y corte óptico ecuatorial (c.o.e.); prolado o perprolado, P/E = 1,73-2,38. Tamaño mediano: P = 26-32 μm; E = 12-16 μm. Sistema apertural provisto de fastigium en la única especie estudiada; ectoaberturas tipo colpos subterminales (14-20 μm); endoaberturas lalongadas (2-3,5 x 3,5-5 μm). Exina de 1,5-2,5 μm de grosor en las zonas polares y de 2-3 μm en las zonas subpolares. Infratéctum columelado y téctum completo. Ornamentación rugulada.

Angelica L. (Figs. 5-9).

Polen trizonocolporado, isopolar y radiosimétrico. Rectangular-elíptico en v.e. y c.o.m. en *A. pachycarpa* y *A. razulii*, elíptico constreñido en el ecuador en *A. sylvestris*, y triangular en v.p. y c.o.e.; prolado o perprolado, P/E = 1,61-2,72. Tamaño mediano: P = 24-35 μm; E = 11-18 μm. Ectoaberturas de tipo colpos subterminales (14-22 μm); endoaberturas lalongadas (c. 2x4 μm). Exina de c. 1,5-2 μm de grosor en la apocolpia y de c. 2-3,5 μm en la mesocolpia. Infratéctum columelado y téctum completo. Ornamentación rugulada en *A. pachycarpa* y fosulado-rugulada en *A. razulii* y *A. sylvestris*.

Ferula L. (Figs. 10-13).

Polen trizonocolporado, isopolar y radiosimétrico. Rectangular-elíptico en v.e. y c.o.m. y triangular en v.p. y c.o.e. en *F. tingitana*; elíptico-ovado y circular en *F. communis*; prolado o perprolado, P/E = 1,56-2,69. Tamaño mediano: P = 25-37 μm; E = 13-18 μm. Sistema apertural provisto de fastigium en *F. communis* y sin él en *F. tingitana*; ectoaberturas de tipo colpos terminales; endoaberturas lalongadas (2-4 x 3-6 μm). Exina de grosor uniforme (1-2 μm). Infratéctum columelado y téctum completo. Ornamentación rugulada.

Ferulago Koch. (Figs. 14-17).

Polen trizonocolporado, isopolar y radiosimétrico. Rectangular-elíptico en v.e. y c.o.m. en *F. granatensis* y elíptico-ovado en *F. brachyloba* y *F. capillaris* y triangular en v.p. y c.o.e.; prolado o perprolado, P/E = 1,39-2,54 μm. Tamaño mediano: P = 25-42 μm; E = 11-21 μm. Ectoaberturas de tipo colpos subterminales (14-23 μm); endoaberturas lalongadas (2-4 x 4-6 μm). Exina de grosor imofprme

en *F. capillaris*

Tabla 1.- Valores de P y E (en μm) y relación P/E de las especies estudiadas. Se indican los valores mínimos, máximos y las medias.

Especies	P	E	P/E
Angelica pachycarpa	27(32,05)35	11(13,20)15	2,23(2,43)2,71
Angelica razulii	24(29,02)33	11(13,18)18	1,61(2,21)2,67
Angelica sylvestris	25(29,19)34	11(13,20)15	1,77(2,21)2,72
Capnophyllum peregrinum	25(28,53)32	12(14,56)17	1,52(1,96)2,38
Ferula communis	25(27,72)31	13(15,24)18	1,56(1,82)2,23
Ferula tingitana	32(34,68)37	13(14,95)15	2,00(2,32)2,69
Ferulago brachyloba	20(26,45)32	11(15,15)21	1,23(1,76)2,45
Ferulago granatensis	28(32,30)39	12(14,61)17	1,88(2,22)2,54
Ferulago capillaris	32(38,05)42	15(19,53)21	1,69(1,95)2,33
Heracleum sphondylium	33(34,53)37	13(15,86)17	2,00(2,18)2,77
Opopanax chironium	25(32,53)39	13(14,90)18	1,78(2,19)2,69
Pastinaca lucida	26(31,60)37	12(15,56)18	1,76(2,05)2,26
Pastinaca sativa	30(38,05)48	14(18,63)26	1,47(2,08)2,88
Peucedanum carvifolia	25(28,50)32	11(13,09)16	1,78(2,18)2,66
Peucedanum cervaria	27(29,51)32	12(12,97)14	1,93(2,27)2,58
Peucedanum gallicum	23(26,44)29	10(11,89)13	1,68(2,23)2,45
Peucedanum hispanicum	27(31,92)37	12(13,76)16	1,93(2,32)2,69
Peucedanum lancifolium	23(28,30)33	10(12,33)16	1,87(2,30)2,66
Peucedanum officinale	30(34,66)41	13(17,47)22	1,66(1,99)2,38
Peucedanum oreoselinum	24(28,38)35	10(12,53)15	1,80(2,28)2,80
Peucedanum venetum	23(26,02)29	11(11,96)14	1,71(2,17)2,45
Tordylium maximum	32(37,27)47	13(18,46)24	1,47(2,01)2,61
Tordylium officinale	32(37,36)43	17(20,90)26	1,52(1,80)2,11

(2-3 μm), mientras que en *F. brachyloba* y *F. granatensis* la exina aparece engrosada en las zonas subpolares y en el ecuador respectivamente (1,5-3 μm). Infratéctum columelado y téctum completo. Ornamentación rugulada.

Opopanax Koch. (Figs. 18-21).

Polen trizonocolporado, isopolar y radiosimétrico. Rectangular-elíptico en v.e. y c.o.m. y triangular en v.p. y c.o.e.; prolado o perprolado, P/E = 1,78-2,69. Tamaño mediano: P = 25-39 μm; E = 13-18 μm. Sistema apertural provisto de fastigium; ectoaberturas de tipo colpos subterminales (18-21 μm); endoaberturas lalongadas (2-3 x 4-6 μm). Exina de grosor uniforme (2-3 μm). Infratéctum columelado y téctum completo. Ornamentación rugulada.

Peucedanum L. (Figs. 22-27).

Polen trizonocolporado, isopolar y radiosimétrico. Rectangular-elíptico en v.e.

y c.o.m., salvo en *P. oreoselinum* que se encuentra constreñido en el ecuador, y triangular en v.p. y c.o.e.; prolado o perprolado, P/E = 1,68-2,80. Tamaño pequeño o mediano: P = 23-41 μm; E = 10-22 μm. Ectoaberturas de tipo colpos subterminales (14-25 μm); endoaberturas lalongadas (1,5-3 x 2,5-6 μm). Exina de 1-2,5 μm de grosor en la apocolpia y de 1,5-3 μm en la mesocolpia. Infratéctum columelado y téctum completo. Ornamentación rugulada en *P. cervaria*, *P. gallicum* y *P. venetum* y fosulada en *P. carvifolia*, *P. hispanicum*, *P. lancifolium*, *P. officinale* y *P. oreoselinum*.

Pastinaca L. (Figs. 28-32).

Polen trizonocolporado, isopolar y radiosimétrico. Rectangular-elíptico en v.e. y c.o.m. y triangular en v.p. y c.o.e.; prolado o perprolado, P/E = 1,76-2,58. Tamaño mediano: P = 26-48 μm; E = 12-21 μm. Ectoaberturas de tipo colpos subterminales (14-25 μm); endoaberturas lalongadas (2-3,5 x 3-9 μm). Exina de 2-2,5 μm de grosor en la apocolpia y de 3-4 μm en la mesocolpia en *P. lucida*. En *P. sativa* la exina en las zonas subpolares es de c. 2 μm de grosor, mientras que en los polos y en el ecuador es de 2-4 μm; en la apocolpia el engrosamiento es debido a un aumento en el grosor de la sexina, por el contrario en la mesocolpia es al revés, el aumento de grosor se debe a un engrosamiento de la nexina. Infratéctum columelado y téctum completo. Ornamentación rugulada.

Heracleum L. (Figs. 33-36).

Polen trizonocolporado, isopolar y radiosimétrico. Rectangular-elíptico en v.e. y c.o.m. y triangular en v.p. y c.o.e.; prolado o perprolado, P/E = 2,00-2,77. Tamaño mediano: P = 32-37 μm; E = 15-17 μm. Ectoaberturas de tipo colpos subterminales (15-20 μm); endoaberturas lalongadas (2-3 x 4-5 μm). Exina de 2-3 μm de grosor en la apocolpia y de 3-4 μm en la mesocolpia. Infratéctum columelado y téctum completo. Ornamentación rugulada.

Tordylium L. (Figs. 37-42).

Polen trizonocolporado en *T. officinale* y una de las poblaciones estudiadas de *T. maximum*, en las otras dos poblaciones de esta última especie el polen es bizonocolporado; isopolar y radiosimétrico cuando el polen presenta tres aberturas y bisimétrico si el número de aberturas es dos. Rectangular-elíptico en v.e. y c.o.m. y triangular en v.p. y c.o.e., cuando el polen es trizonocolporado, mientras que si el polen presenta dos aberturas la forma en v.p. y c.o.e. es elíptica; prolado o perprolado, P/E = 1,47-2,61. Tamaño mediano: P = 32-47 μm; E = 13-26 μm. Ectoaberturas de tipo colpos subterminales (15-20 μm); endoaberturas lalongadas (2-4 x 4-6 μm). Exina de 2-3 μm de grosor en la apocolpia y de 3,5-6 μm en la mesocolpia. Infratéctum columelado y téctum completo. Ornamentación rugulada en *T. officinale* y fosulada en *T. maximum*.

DISCUSIÓN

Desde el punto de vista palinológico la tribu Peucedaneae es estenopolínica, por lo que la morfología polínica no permite esclarecer los límites del grupo. No obstante, teniendo en cuenta el sistema apertural, el contorno del polen y el grosor de la exina se han podido diferenciar la mayor parte las especies estudiadas, con vista a poder identificarlas en los análisis polínicos.

El número de aberturas, que en esta familia es generalmente tres (ERDTMAN, 1952; PUNT, 1984), permite separar a *Tordylium maximum*. De esta especie se han estudiado tres poblaciones: dos de ellas con polen bizonocolporado; mientras que la tercera presenta polen con tres aberturas. Esta diferencia en cuanto al número de aberturas ya fue indicada por CERCEAU-LARRIVAL (1962), quien señaló la importancia de este carácter como un dato a tener en cuenta y que podría reforzar la exclusión del género *Tordylium* de la tribu Peucedaneae, como habían propuesto otros autores (DE CANDOLLE, 1830).

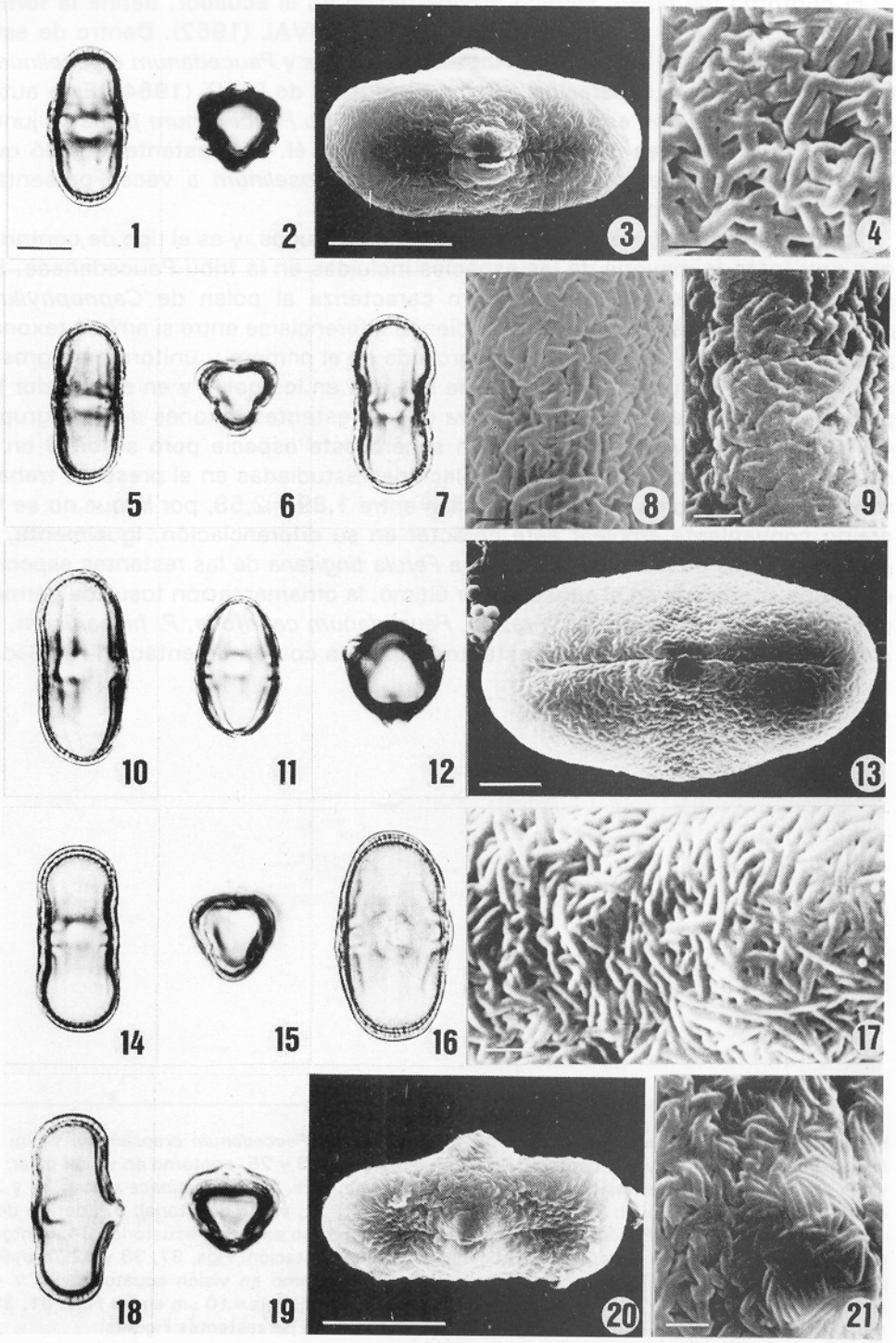
No obstante, un año después CERCEAU-LARRIVAL (1963), siguiendo el criterio de DRUDE (1898) que consideró a *Tordylium* dentro de un subgrupo de la tribu Peucedaneae, realizó un estudio sobre la subtribu Tordylinea y sugirió la separación de las especies de *Tordylium* con polen bizonocolporado de los restantes taxones del género con polen trizonocolporado, aunque recalcó el necesario estudio de las plántulas y de las plantas adultas para establecer unos criterios válidos.

Por otro lado, el que en el presente trabajo se hayan estudiado tres poblaciones de *Tordylium maximum*: dos con polen bizonocolporado y una con polen triaperturado, sugiere un estudio polínico profundo de esta especie por toda su área de distribución, antes de realizar cualquier tipo de separación.

El contorno del polen, siguiendo el criterio de Cerceau-Larrival (1971), ha permitido diferenciar tres grupos dentro de la tribu Peucedaneae, aunque a veces los resultados no coinciden con los realizados por esta autora, debido a la dificultad que presenta la interpretación de este carácter.

Uno de los grupos se caracteriza por presentar contorno ovado y en él se han incluido a *Ferula communis*, *Ferulago brachyloba* y *F. capillaris*, que a su vez se diferencian entre sí por el grosor de la exina, tamaño y contorno en visión polar. De estas especies no se han encontrado referencias en la bibliografía consultada.

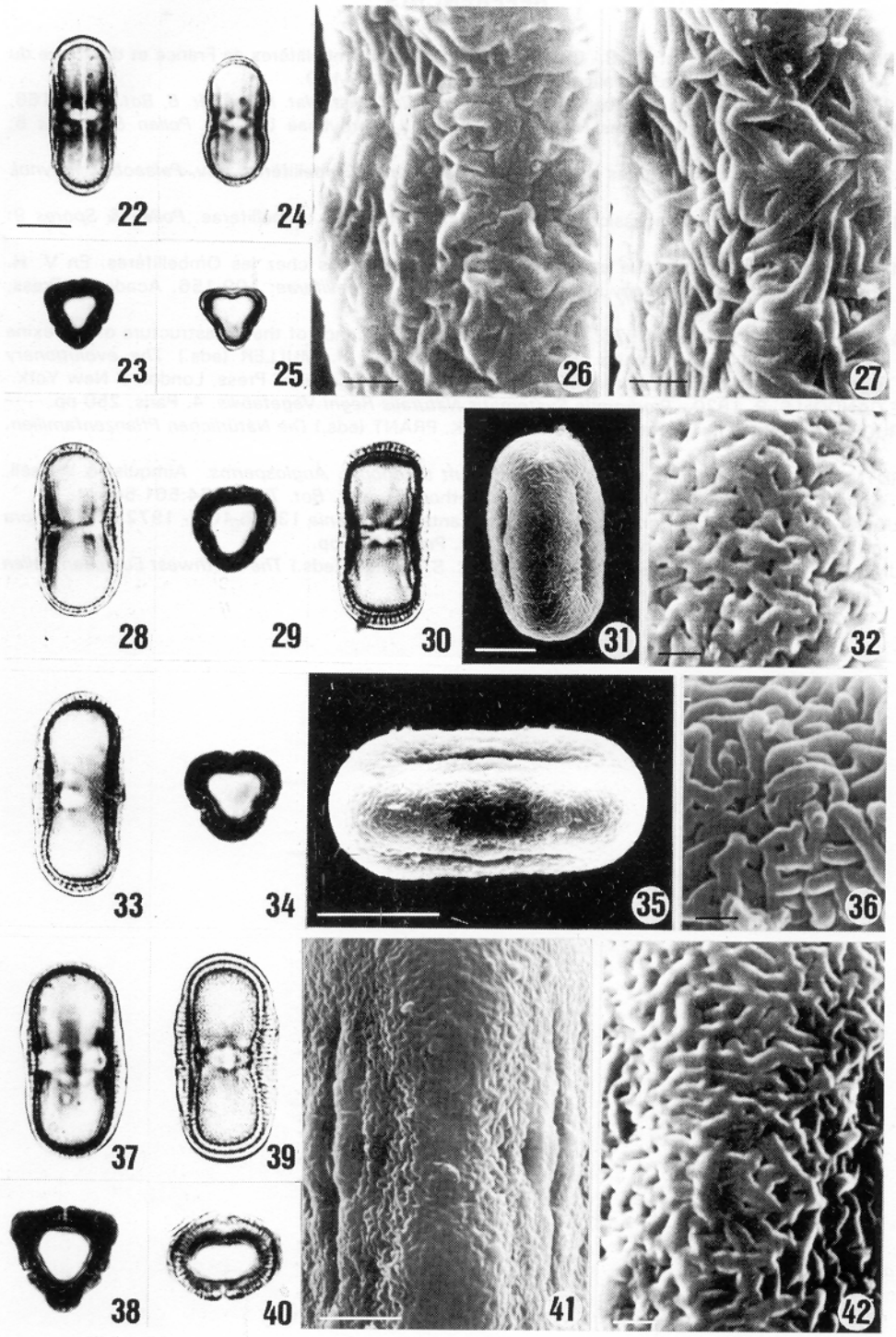
Figuras. 1-4 *Capnophyllum peregrinum* 1, contorno en visión ecuatorial; 2, contorno en visión polar; 3, visión ecuatorial; 4, detalle de la ornamentación. Figs. 5 y 9 *Angelica razulii*, Figs. 6 y 8 *Angelica pachycarpa* y Fig. 7 *Angelica sylvestris*. 5 y 7, contorno en visión ecuatorial; 6, contorno en visión polar; 8 y 9, detalle de la ornamentación. Fig. 10 *Ferula tingitana* y Figs. 11-13 *Ferula communis*. 10 y 11, contorno en visión ecuatorial; 12, contorno en visión polar; 13, visión ecuatorial. Figs. 14 y 15 *Ferulago granatensis*, Fig. 16 *Ferulago capillaris* y Fig. 17 *Ferulago brachyloba*. 14 y 16, contorno en visión ecuatorial; 15, contorno en visión polar; 17, detalle de la ornamentación. Figs. 18-21 *Opopanax chironium*. 18, contorno en visión ecuatorial; 19, contorno en visión polar; 20, visión ecuatorial; 21, detalle de la ornamentación. Escala = 10 μm en las Figs. 3, 20 y en todas las de MO; escala = 4 μm en la Fig. 13 y escala = 1 μm en las restantes Figuras.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

El contorno del polen, elíptico y constreñido en el ecuador, define la forma ecuatorial constricta descrita por CERCEAU-LARRIVAL (1962). Dentro de este grupo se han incluido las especies *Angelica sylvestris* y *Peucedanum oreoselinum*, no coincidiendo esta separación con los resultados de PUNT (1984). Este autor consideró a estas dos especies incluidas en el tipo *Peucedanum palustre* junto con las otras especies del género estudiadas por él. No obstante, señaló que tanto *Angelica sylvestris* como *Peucedanum oreoselinum* a veces presentan "forma de hueso" (bone-shaped).

La forma rectangular-elíptica define otro de los grupos, y es el tipo de contorno que presentan la mayoría de las especies incluidas en la tribu Peucedaneae. En este grupo la presencia de fastigium caracteriza al polen de *Capnophyllum peregrinum* y *Opopanax chironium*, pudiendo diferenciarse entre sí ambos taxones por presentar exina desigualmente engrosada en el primero y uniforme en grosor en el segundo. El aumento de grosor de la exina en los polos y en el ecuador ha permitido diferenciar a *Pastinaca sativa* de los restantes taxones de este grupo. CERCEAU-LARRIVAL (1959) también separó esta especie pero se basó en la relación P/E = 2. Sin embargo, las poblaciones estudiadas en el presente trabajo muestran unos valores de P/E que oscilan entre 1,89 y 2,58, por lo que no se ha creido conveniente emplear este carácter en su diferenciación. Igualmente, el grosor uniforme de la exina diferencia a *Ferula tingitana* de las restantes especies con exina engrosada en el ecuador. Por último, la ornamentación fosulada permite diferenciar al polen de *Angelica razulii*, *Peucedanum carvifolia*, *P. hispanicum*, *P. lancifolia* y *P. officinale* de las restantes especies con ornamentación rugulada.

Figuras. 22, 23 y 26 *Peucedanum carvifolia*, Figs. 24 y 25 *Peucedanum oreoselinum* y Fig. 27 *Peucedanum cervaria*. 22 y 24, contorno en visión ecuatorial; 23 y 25, contorno en visión polar; 26 y 27, detalle de la ornamentación. Fig. 28 *Pastinaca lucida*, Figs. 29-32 *Pastinaca sativa*. 28 y 30, contorno en visión ecuatorial; 29, contorno en visión polar; 31, visión ecuatorial; 32, detalle de la ornamentación. Figs. 33-36 *Heracleum sphondylium*. 33, contorno en visión ecuatorial; 34, contorno en visión polar; 35, visión ecuatorial; 36, detalle de la ornamentación. Figs. 37, 38 y 42 *Tordylium officinale* y Figs. 39-41 *Tordylium maximun*. 37 y 39, contorno en visión ecuatorial; 38 y 40, contorno en visión polar; 41 y 42, detalle de la ornamentación. Escala = 10 μm en las Figs. 31, 35 y todas las de MO; escala = 4 μm en la Fig. 41 y escala = 1 μm en las restantes Figuras.


22
24
26
27
23
25
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
39
38
40
41
42

REFERENCIAS

CERCEAU-LARRIVAL, M. Th. 1959.- Clé de détermination d'Ombellifères de France et d'Afrique du Nord d'après leurs grains de pollen. *Polen & Spores* 1: 145-190.

- 1962.- Plantules et pollens d'Ombellifères. *Mém. Mus. Natl. Hist. Nat. Paris, Sér. B, Bot.* 14: 1-166.
- 1963.- Le pollen d'Ombellifères Méditerranéennes. II. Tordylinae DRUDE. *Pollen & Spores* 5: 297-323.
- 1967a.- Corrélation de caractères chez les grains de pollen D'Ombellifères. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 4: 311-324.
- 1967b.- Palynologie Madagassica et Mascarenica. Fam. 157. Umbelliferae. *Pollen & Spores* 9: 431-440.
- 1971.- Morphologie pollinique et corrélations phylogénétiques chez les Ombellifères. En V. H. HEYWOOD (ed.) *The Biology and Chemistry of the Umbelliferae*: 109-156. Academic Press, London & New York.
- & F. ROLAND-HEYDACKER 1976.- The evolutionary significance of the ultrastructure of the exine in Umbelliferous pollen grains. En I. K. FERGUSON y J. MULLER (eds.) *The evolutionary significance of the ultrastructure of the exine*: 481-498. Academic Press, London & New York.

DE CANDOLLE, P. 1830.- *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*. 4. Paris, 250 pp.

DRUDE, O. 1898.- Umbeliferae. En A. ENGLER & K. PRANT (eds.) *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*. 3: 63-250.

ERDTMAN, G. 1952.- *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms.* Almquist & Wiksell, Stockholm, 539pp.- 1960.- The acetolysis method. *Svensk. Bot. Tidskr.* 54:561-564.

HUANG, T C.1967.- Pollen grains of Formosan plants. II.*Taiwania* 13: 95-105.- 1972.- *Pollen flora of Taiwan.* Natinal Taiwan Univ., Botany Dept. Press, 297 pp.

PUNT, W. 1984.- Umbelliferae. En W. PUNT y G. C. S. CLARKE (eds.) *The Northwest European Pollen* Flora.4: 155-363.

APENDICE

Angelica pachycarpa Lange. **La Coruña**, *Bellot y Casaseca* (SEV 2762).

Angelica razulii Gouan. **Navarra**, *Segura Zubizarreta* (MA 362102); *Neé* (MA 88298); **Pirineos Orientales**, *Sennen* (MA 88364).

Angelica sylvestris L. **Asturias**, *García Martín* (SEVF); **Cáceres**, *Fernández Díez* (SEV 27672); **Huesca**, *Devesa* (SEVF); **Pontevedra**, *Silvestre* (SEVF); **Salamanca**, *Fernández Díez* (SEV 38579).

Capnophyllum peregrinum (L.) Lag. **Córdoba**, *Rivas Goday* (MA 171750); **Málaga**, *Ladero, Moreno y Rivas Goday* (MA 204693).

Ferula communis L. **Huelva**, *Rivera y Cabezudo* (SEV 47342); **Zaragoza**, *Segura Zubizarreta* (SEV 83907).

Ferula tingitana L. **Gibraltar**, *Heywood y col.* (SEV 14441).

Ferulago brachyloba Boiss. & Reuter. **Córdoba**, *Fernández, Valera y Parras* (SEVF); **Jaén**, *Silvestre* (SEVF).

Ferulago granatensis Boiss. **Granada**, *García Martín y Silvestre* (SEVF); idem (SEVF).

Ferulago capillaris (Link ex Sprengel) Coutinho. **Salamanca**, *García Martín y Garcia Rowe* (SEVF); *Aparicio, García Martín y García Rowe* (SEVF).

Heracleum sphondylium L. **Pontevedra**, *Silvestre* (SEVF).

Opopanax chironium (L.) Koch. **Cádiz**, *Silvestre* (SEVF); **Granada**, *Silvestre* (SEVF); **Málaga**, *García Martín y Silvestre* (SEVF).

Pastinaca lucida L. **Mallorca**, *Devesa, Luque y Romero* (SEVF).

Pastinaca sativa L. **Guadalajara**, *F. Galiano* (SEV 39508); **Huesca**, *Losa* (SEVF); **Logroño**, *Casaseca y Fernández Diez* (SEV 38628).

Peucedanum carvifolia Vill. **Logroño**, *Zubia* (MA 88619); **Navarra**, *Montserrat* (SEV 69876); **Oviedo-León**, *Mayor* (MA 357229); **Palencia**, *Lainz* (MA 500294).

Peucedanun cervaria (L.) Lapeyr. **Huesca**, *Montserrat* (SEV 70000); *Montserrat y Lanaspa* (SEV 69899).

Peucedanum gallicum Latourr. **Orense**, *Lainz* (SEV 9673); **Soria**, *Aparicio, García Martín y Silvestre* (SEVF); *Segura Zubizarreta* (SEV 100575).

Peucedanum hispanicum (Boiss.) Endl. **Almería**, *Silvestre* (SEVF); **Granada**, *García Martín* (SEVF); **Jaén**, *Rivas y Galiano* (SEV 2846).

Peucedanum lancifolium Lange. **Huelva**, *García y col.* (SEVF); **La Coruña**, *Dalda González* (MA 197249); **Pontevedra**, *Castroviejo* (MA 196405); **Salamanca**, *Rico* (SEV 66532); *Rico* (MA 310084).

Peucedanum officinale L. subsp. *brachyradium* García Martín & Silvestre. **Málaga**, *García Martín y Silvestre* (SEVF); subsp. *stenocarpum* (Boiss. & Reuter) Font Quer. **Pontevedra**, *Silvestre* (SEVF).

Peucedanum oreoselinum (L.) Moench. **Avila**, *Sánchez Mata* (SEV 113932); **Gerona**, *Hno. Criságono* (SEV 88628).

Peucedanum venetum (Sprengel) Koch. **Catalogne**, *Sennen* (MA 88543); **Gerona**, *Vayreda* (MA 88544).

Tordylium maximum L. **Cáceres**, *Gallego, García Rowe y Romero* (SEVF); **Huesca**, *Silvestre* (SEVF); **Sevilla**, *López y García* (SEVF).

Tordylium officinale L. **Córdoba**, *Domínguez y Moreno* (SEVF); **Sevilla**, *Silvestre* (SEVF).

herbáceas, que constituye el grupo mediterráneo, fundamentalmente continental. Uno de los primeros caracteres taxonómicos considerados al estudiar este género, ha sido la morfología del anillo basal interno de la corola. En base a ello se han establecido tres grupos (COINCY, 1903): *Pachylepis*, para los táxones macaronésicos; y *Gamolepis* y *Eleuterolepis* para los mediterráneos (SAUVAGE & VINDT, 1952). GIBBS (1971), al estudiar las especies mediterráneas, y BRAMWELL (1972), al revisar el género para Macaronesia, dan valor taxonómico a la morfología y coloración de la corola, estambres exertos o inclusos, inflorescencia, y formas de crecimiento o hábito, y en base a ello establecen los grupos sistemáticos. De esta manera, aunque sin rango taxonómico, GIBBS establece cuatro grupos para los táxones mediterráneos, y BRAMWELL define ocho secciones para los macaronésicos, considerando a los táxones leñosos en siete secciones, como arquetipo de los mediterráneos y estrechamente relacionados con el género *Lobostemon* Lehm., exclusivamente sudafricano (JOHNSTON, 1953 y 1954; BRAMWELL, 1973 y 1986; KOUTNIK, 1985; PÉREZ DE PAZ, 1993; PÉREZ DE PAZ & PARDO, 1994). Los táxones herbáceos, que constituyen la octava sección, presentan claras afinidades mediterráneas.

Merece destacar, desde un punto de vista evolutivo, que el grupo macaronésico ratifica su condición oceánica, por la que la evolución ha adquirido más importancia que la inmigración (WILLIAMSON, 1981), presentando una gran concentración de especies en el archipiélago canario, donde la radiación adaptativa (BRAMWELL, 1975) ha sido el principal modelo de especiación. Para JOHNSTON, las semejanzas con *Lobostemon* le hacen pensar en un solo complejo taxonómico para ambos géneros, cuyo ancestro quedó aislado en tres regiones, y posteriormente evolucionó de forma diferente para los caracteres: hábito, estructura floral e inflorescencia, de manera que el hábito herbáceo, que implica más generaciones en el mismo período de tiempo, permitió que determinadas tendencias evolutivas alcanzaran niveles más avanzados que el hábito leñoso.

En los antecedentes palinológicos, se destacan los estudios con pólenes acetolizados. Al MO: BOU (1968), con seis táxones norteafricanos de *Echium*. Al MO y MEB: CLARKE (1977) con dos especies europeas; DÍEZ (1981, 1984) con dieciséis especies Ibéricas, sugiere la ornamentación perforada como primitiva frente a la microrreticulada. Al MEB y MET: BEEN SAAD-LIMAN (1984) con un estudio ultraestructural de la pared de algunos géneros de Boraginaceae, entre ellos *Echium* (*E. italicum*), comenta las tendencias evolutivas según las aperturas de Avetisian (1956) para la familia.

Para el grupo macaronésico, al MO y MEB: PÉREZ DE PAZ (1988) con veinticinco especies representantes de todas las secciones macaronésicas, los tres representantes mediterráneos y tres especies de *Lobostemon*. Al MET: PÉREZ DE PAZ & TESTILLANO (1990), con un estudio ultraestructural de la exina en diez táxones representantes de siete secciones macaronésicas, dos de la mediterránea y dos de *Lobostemon*. Al MO, MEB y MET: PÉREZ DE PAZ (1993), con todos los táxones macaronésicos y representantes mediterraneos (con unas 200 poblaciones), 17 de *Lobostemon*, aplicando técnicas fenéticas y cladísticas; PÉREZ DE PAZ & PARDO (1994), con las secciones de *Echium* relacionadas más

directamente con *Lobostemon*; PÉREZ DE PAZ (1995) con generalidades y el resto de las secciones.

En los estudios referidos a las especies macaronésicas y género *Lobostemon*, la diversificación palinológica para algunos caracteres como la talla del polen, ornamentación y estructura de la exina, señala la existencia de dos formas extremas con múltiples intermedias entre una y otra. Por consiguiente se ha observado de forma gradual, y se ha correlacionado con algunas tendencias macromorfológicas y cariológicas (JOHNSTON, 1953 y 1954; BRAMWELL, 1973; LUQUE, 1984; PÉREZ DE PAZ, 1993; PÉREZ DE PAZ & PARDO, 1994):

La observación de las formas extremas (primitiva y derivada) e intermedias en los caracteres polínicos, y su correlación con otros caracteres, ha inducido a identificar a las "secuencias morfológico-polínicas" como posibles tendencias o vías de evolución, que relacionan, por un lado, a los táxones macaronésicos de *Echium* con los representantes mediterráneos en dichas islas, y con el género surafricano *Lobostemon*, por otro. Dichas tendencias evolutivas coinciden con las establecidas, a nivel general, para las Angiospermas (WALKER & DOYLE, 1975) y más concretamente con las de la familia Boraginaceae (SAHAY, 1980 y DÍEZ, 1981). Al mismo tiempo, se ha considerado que en este complejo taxonómico de los géneros *Echium* y *Lobostemon*, los tres núcleos biogeográficos con táxones de condición: continental-herbácea, isleño-leñosa, y continental-fundamentalmente leñosa, al parecer, están íntimamente relacionados por las series morfológico-polínicas.

El presente estudio, se centra básicamente en los táxones macaronésicos, según modelo taxonómico de BRAMWELL (1972), considerando las especies de afinidad mediterránea junto con *E. plantagineum*, para lograr un estudio más globalizado de *Echium* en Macaronesia. Para la estimación sistemática de este conjunto isleño, se valorarán los resultados y congruencia de las técnicas fenéticas de agrupación jerárquica aglomerativa (Fenogramas) y ordenación taxonómica (Análisis de Componentes Principales), según 20 caracteres polínicos (10 al MO y 10 al MEB). La finalidad es pues obtener un mejor conocimiento de la "diversificación" en los táxones macaronésicos de este género y precisar las relaciones fenéticas de similitud, a través de la Palinología.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material polínico observado, procede de 144 poblaciones que representan a los treinta y nueve táxones de *Echium* presentes en Macaronesia, cuyos pliegos testigos se encuentran fundamentalmente en el herbario del Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" (LPA), una buena parte en el Instituto Canario de Investigaciones Agronómicas: Jardín Botánico de la Orotava (ORT); y de forma ocasional, en el British Museum (BM) y colecciones particulares.

La procedencia de todas las muestras se relacionan en el Apéndice final, siguiendo básicamente la jerarquía taxonómica de BRAMWELL (1972) para los rangos inferiores al género. Cada taxon lleva entre paréntesis una abreviatura que

se utiliza en las matrices de datos de los dos programas utilizados para la taxonomía numérica. En cada uno se hace referencia a las distintas poblaciones estudiadas, nominadas con la abreviatura del taxon seguida de un número. Seguido de ello, las siglas del herbario y referencias de palinoteca, con un número del 1-8 y dos letras mayúsculas (p.e.: AC 1BX). Las muestras estudiadas proceden de material de herbario de varios individuos por población.

Para la observación del material polínico se ha hecho uso de la Microscopía Óptica (MO) y Electrónica de Barrido (MEB). En el laboratorio se siguió el método acetolítico de ERDTMAN (1969), ligeramente modificado por HIDEUX (1972), tanto para las observaciones al MO como para el MEB. En la observación al MO, las medidas se han realizado en un Olympus BHB con ocular micrométrico Reichert PK 12.5x y con objetivo de inmersión 100x; las microfotografías, en un Zeiss Standard phot.1 con iluminación halógena 12V 100W, objetivo de inmersión 100x planapocromático y cámara automática Olympus Photomicrogaphic System Model PM-10AD. El MEB utilizado fue un Jeol JSM T-220A con cámara Mamiya 6x7. La observación se ha realizado de dos formas: sobre granos acetolizados enteros y sobre granos acetolizados fracturados o seccionados.

Se estudian 20 caracteres polínicos, de los cuales cinco son cuantitativos tomados al MO en μm, y 15 cualitativos, cinco al MO, y los 10 restantes observados al MEB. Los estados de cada uno de los caracteres, se especifican en el apartado de Resultados. En los análisis al MO de los cuatro caracteres cuantitativos se han realizado un total de 34 medidas para los ejes P, diámetros E1, E2 y T en todas las poblaciones, así como el mismo número de estimaciones para los caracteres cualitativos al MO y MEB. Los esquemas de las Figuras, proceden de microfotografías al MO (1000x); al MEB, de pólenes enteros (7500x), y detalles superficiales de ornamentación (35000x).

Para la terminología empleada se ha tenido en cuenta el glosario de BLACKMORE *et al.* (1992) y para la castellanización de la misma, a SÁENZ DE RIVAS (1978).

Análisis multivariable:

El presente estudio que trata de reagrupar las entidades taxonómicas del género *Echium* en Macaronesia, ha utilizado los métodos fenéticos tradicionales de la taxonomía numérica (HEYWOOD, 1968; SNEATH & SOKAL, 1973; HILL & SMITH, 1976; HIDEUX, 1977; HIDEUX & MAHÉ, 1977; CRISCI & LÓPEZ ARMENGOL, 1983), considerando en principio como UTOs (Unidades Taxonómicas Operativas de SNEATH & SOKAL, 1973) o poblaciones polínicas a 144 localidades naturales reseñadas en el listado de material. Se han utilizado medidas o coeficientes de distancia taxonómica entre UTOs, para los análisis de cluster o de fenogramas (técnica de agrupación), y coeficientes de correlación entre caracteres, para el ACP o Análisis de Componentes Principales (técnica de ordenación), en ambos casos, mediante los programas NTSYS-pc (ROHLF, 1992) y SPSS/PC+ (1984).

Para determinar la afinidad polínica y respectivas correlaciones, se ha hecho uso de los dos tipos de técnicas (agrupación y ordenación) para minimizar los

efectos metodológicos e interpretar la información complementaria, evaluando el grado de correspondencia y de congruencia taxonómica (CRISCI, 1984) desde un punto de vista metodológico. Se ha tenido en cuenta que en los fenogramas, las relaciones que menos se distorsionan son las estrechas o de máxima similitud, mientras que en el ACP, la mayor fidelidad se refleja en las relaciones entre grupos distantes (CRISCI & LÓPEZ ARMENGOL, 1983).

De los 20 caracteres polínicos considerados: cinco son cuantitativos tomados al MO en μm; cinco cualitativos al MO con varios estados ordenados cuantificables; y los 10 restantes cualitativos observados al MEB, también con varios estados ordenados y cuantificables. Tanto los cuantitativos como los cualitativos se han considerado como variables continuas. Todos ellos, después de una ponderación lo más equitativa posible se transcribieron a una matriz de datos 20x144 después de codificarlos (SNEATH & SOKAL, 1973; HIDEUX, 1977; HUIDEUX & MAHÉ, 1977) de forma reagrupada y con un sistema normalizado de nueve clases, 10-90, por considerarlo el más ponderado en la valoración conjunta de caracteres cuantitativos y cualitativos. Para cada carácter cualitativo, se determinó el número de clases, según los estados observados en cada población polínica. La codificación efectuada en este trabajo, hizo innecesaria la estandarización.

A partir de la matriz 20x144 se confeccionó la matriz 20x38 (Tabla 1 en el Apéndice 2) que tomó como nuevos valores las medias aritméticas entre los datos de las poblaciones de un taxon; por tanto, representa especies y subespecies del género *Echium* en la Macaronesia y este trabajo se refiere al análisis realizado a partir de ella.

En el Apéndice 1 se muestra la codificación de los 20 caracteres y en la Tabla 1, la matriz de datos 20x38. La inclusión del cociente P/E1 como (PE1) a pesar de ser combinación lineal de las variables P y E1, se justificó ya que por codificar los valores cuantitativos de dichas variables como caracteres reagrupados en un sistema de nueve clases, se les restó ponderación. La consideración por tanto de dicho cociente como variable, compensó en cierta medida la baja ponderación que sufrieron las variables P y E1 al ser consideradas como caracteres reagrupados.

Técnicas de agrupación, fenogramas:

Los fenogramas obtenidos se utilizaron respectivamente, como información de las asociaciones entre UTOs y entre los caracteres polínicos.

Se eligió el coeficiente de distancias euclidianas con menor índice de distorsión, según cálculos del coeficiente de correlación cofenética (r) del NTSYS/pc. Aunque los índices de distorsión más bajos corresponden a los métodos de ligamiento simple e intermedio (UPGMA), respecto al completo (con apenas diferencias de milésimas), los fenogramas se realizaron por ligamiento completo, ya que subraya y garantiza la máxima distancia taxonómica entre los grupos a formar. Esto se ha considerado de mucha utilidad en este caso, no solo para conocer la incidencia y valor diagnóstico de los caracteres, toda vez que, algunos de ellos, no presentan grandes discontinuidades en sus estados, como se refleja en su condición de series morfológico-polínicas. (Apéndice 1).

Tanto el fenograma de UTOs como el de caracteres, se presentan según formato del NTSYS/pc (Fig.4).

Técnicas de ordenación, ACP:

Este análisis considera dos aspectos: las relaciones entre las UTOs según su proximidad en un espacio delimitado por los tres primeros factores o Componentes Principales, y el "valor discriminatorio de los caracteres polínicos" más directamente asociados a estos tres Componentes Principales.

La matriz de correlación se calculó según el coeficiente de Pearson, para los 20 caracteres polínicos a partir de la matriz de datos anteriormente especificada. Los valores de este análisis se reflejan en tablas mostradas en el Apéndice 2.

El análisis referido a las UTOs, viene dado por la disposición de éstas en el espacio de los tres primeros Componentes o Factores, según los valores de la matriz Proyección del NTSYS-pc que usa los pesos de los caracteres en cada factor para el cálculo de las posiciones en dicho espacio. Estos tres Componentes, se representan gráficamente como los ejes de un espacio bi y tridimensional, en el cual, según la disposición de las UTOs, se observa el valor discriminatorio de cada factor o componente, con sus correspondientes caracteres. Estas gráficas bi y tridimensionales (Figs. 5-7) se han interpretado conjuntamente con los valores numéricos de la matriz Proyection, anteriormente mencionada.

Como medida de distorsión, se calculó el coeficiente de correlación cofenético (r), comparando la matriz de distancias euclidianas entre UTOs, con la nueva matriz de distancias entre UTOs calculada a partir de la matriz de proyección.

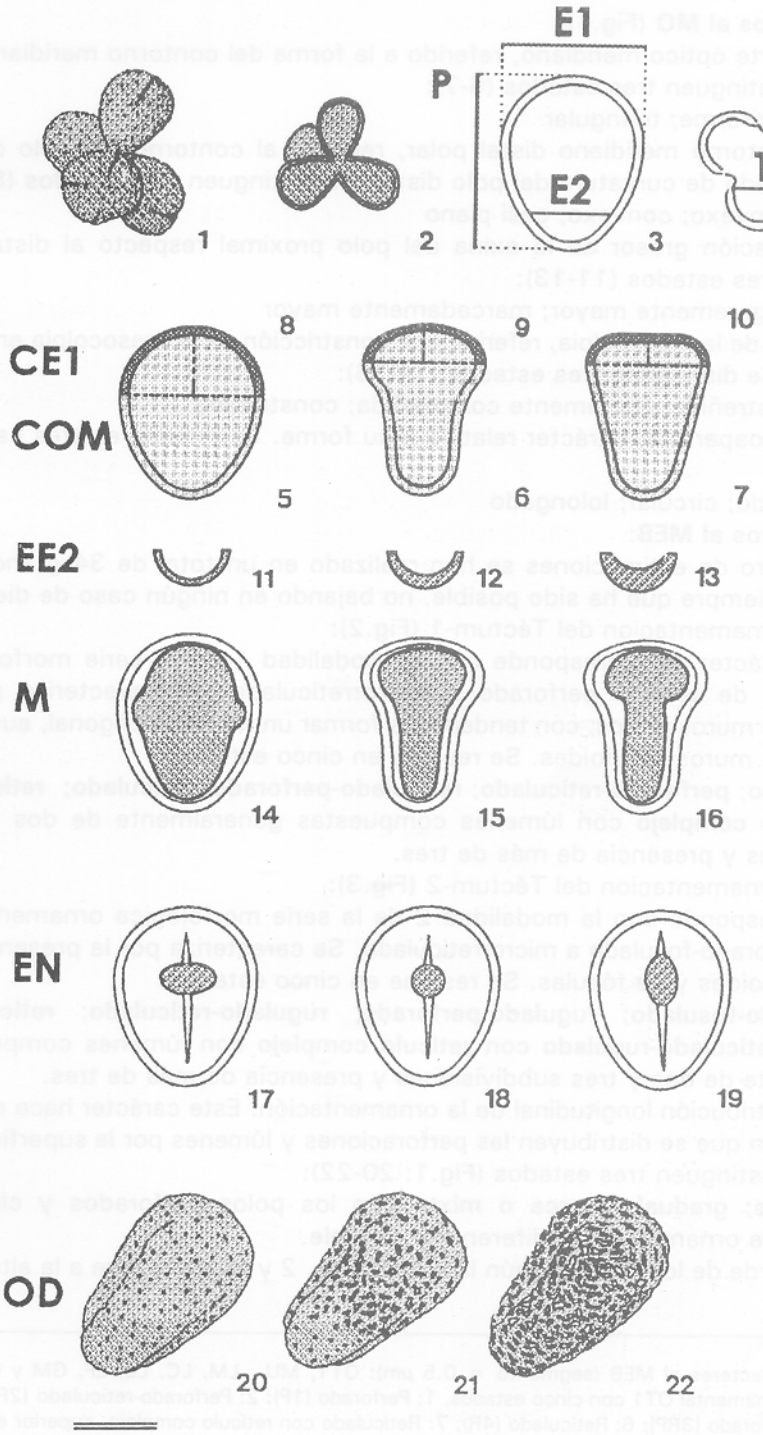
RESULTADOS

Determinación de los estados en los 20 caracteres polínicos:

A- Cuantitativos (Fig.1: 3-4). Se han considerado como estados las diferencias métricas observadas:

1) P: Eje Polar, longitudes entre 12-28 μm.
2) E1: Diámetro distal polar, longitudes entre 9-20 μm.
3) E2: Diámetro próximo polar, longitudes entre 5-16 μm.
4) PE1: Relación P/E1 = valores entre 1-1,50.
5) T: Diámetro de la Mesocolpia distal, en corte óptico ecuatorial, no corresponde exactamente con el lado del triángulo polar: longitudes entre 6-10 μm.

Figura 1.- Caracteres al MO: 3-19 y MEB: 20-22. Segmento = 6 μm.
1- 2: tetrada tetraédrica en *Echium*; 3: longitud de P, E1 y E2; 4: T, diámetro mesocolpia distal; 5: COM, corte óptico meridiano oval; 6: piriforme; 7: triangular; 8: CE1, polo distal muy convexo; 9: convexo; 10: casi plano. 11: EE2, grueso de la exina proximal igual a la distal; 12: ligeramente mayor; 13: marcadamente mayor; 14: M, mesocolpia no constreñida; 15: ligeramente constreñida; 16: marcadamente constreñida; 17: EN endoapertura circular; 18: lalongada; 19: lolongada. 20: OD, distribución de la ornamentación uniforme; 21: mixta; 22: gradual.


E1
P
E2
T
1
2
3
4
CE1
COM
8
9
10
5
6
7
EE2
11
12
13
M
14
15
16
EN
17
18
19
OD
20
21
22

B- Cualitativos al MO (Fig.1):

6) COM: Corte óptico meridiano, referido a la forma del contorno meridiano del polen. Se distinguen tres estados (5-7):

oval; piriforme; triangular

7) CE1: Contorno meridiano distal polar, referido al contorno del polo distal. Refleja el grado de curvatura del polo distal. Se distinguen tres estados (8-10):

muy convexo; convexo; casi plano

8) EE2: Relación grosor de la exina del polo proximal respecto al distal. Se distinguen tres estados (11-13):

igual; ligeramente mayor; marcadamente mayor

9) M: Forma de la mesocolpia, referido a la constricción de la mesocolpia en vista meridiana. Se distinguen tres estados (14-16):

no constreñida; ligeramente constreñida; constreñida

10) EN: Endoapertura, carácter relativo a su forma. Se resume en tres estados (17-19):

lalongado; circular; lolongado

C- Cualitativos al MEB:

El número de estimaciones se han realizado en un total de 34 granos por población, siempre que ha sido posible, no bajando en ningún caso de diez.

11) OT1: Ornamentacion del Téctum-1 (Fig.2):

Este carácter se corresponde con la modalidad 1 de la serie morfológica ornamental, de téctum perforado a microrreticulado. Se caracteriza por la presencia de muros rectos, con tendencia a formar un retículo poligonal, ausencia de fósulas y muros ruguloides. Se resume en cinco estados:

perforado; perforado-reticulado; reticulado-perforado; reticulado; reticulado con retículo complejo con lúmenes compuestas generalmente de dos y tres subdivisiones y presencia de más de tres.

12) OT2: Ornamentacion del Téctum-2 (Fig.3):

Se corresponde con la modalidad 2 de la serie morfológica ornamental de téctum perforado-fosulado a microrreticulado. Se caracteriza por la presencia de muros ruguloides y de fósulas. Se resume en cinco estados:

perforado-fosulado; rugulado-perforado; rugulado-reticulado; reticulado-rugulado; reticulado-rugulado con retículo complejo con lúmenes compuestas generalmente de dos y tres subdivisiones y presencia de más de tres.

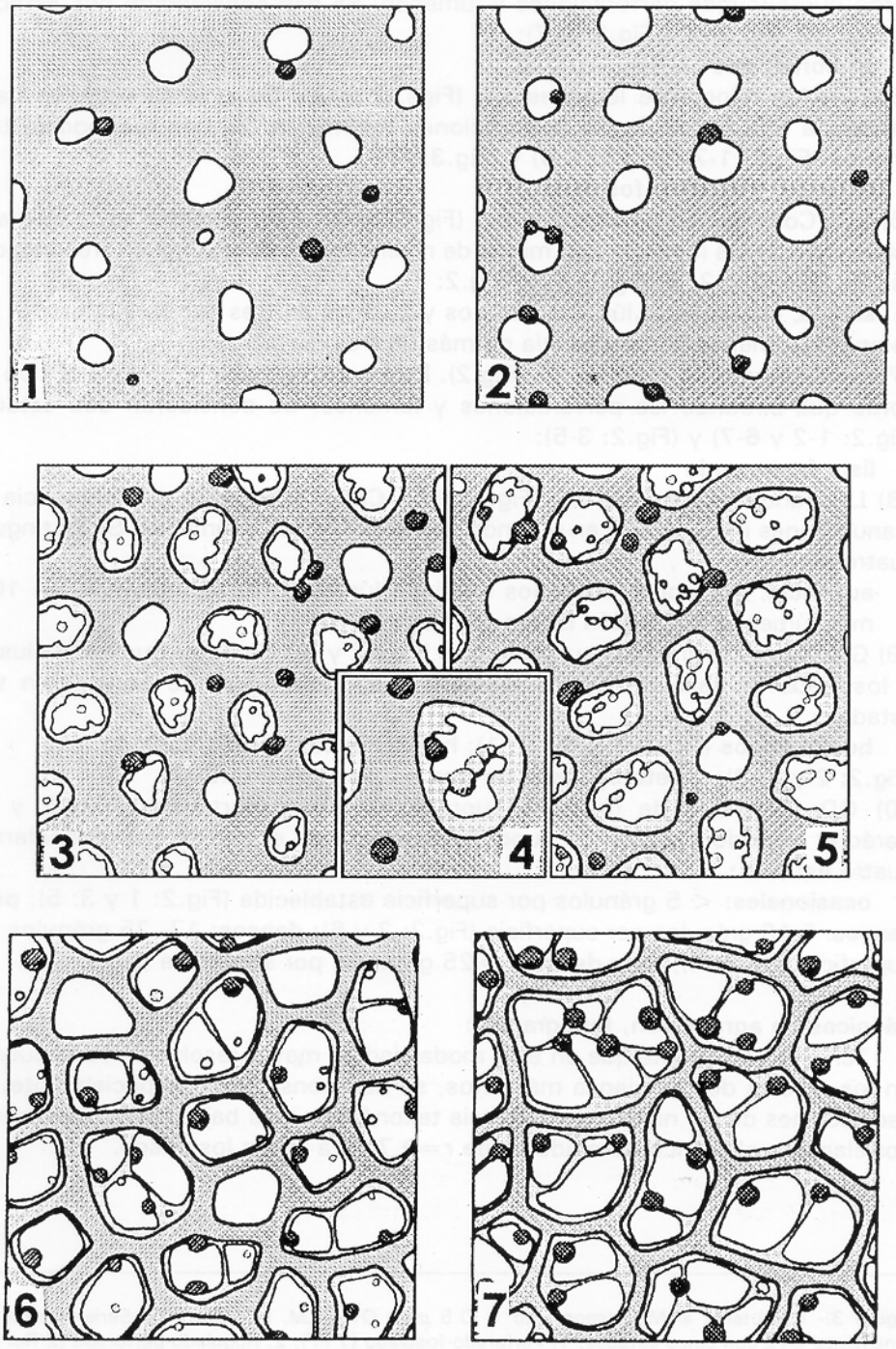
13) OD: Distribución longitudinal de la ornamentación. Este carácter hace alusión a la forma en que se distribuyen las perforaciones y lúmenes por la superficie del polen. Se distinguen tres estados (Fig.1: 20-22):

uniforme; gradual; brusca o mixta con los polos perforados y cinturón ecuatorial de ornamentación diferente y variable.

14) MU: Borde de los muros según la altura (Figs. 2 y 3). Se refiere a la altura del

---

Figura 2.- Caracteres al MEB (segmento = 0.5 μm): OT1, MU , LM, LC, LB, LF, GM y G. Serie morfológica ornamental OT1 con cinco estados, 1: Perforado (1P); 2: Perforado-reticulado (2PR); 3-5: Reticulado-perforado (3RP); 6: Reticulado (4R); 7: Reticulado con retículo complejo, superior e inferior (5RR2).


1
2
3
4
5
6
7

borde que circunda perforaciones y lúmenes. Se han considerado dos estados (Fig.2: 1-2, Fig.3: 5 y Fig.2: 3-7):

un borde; dos bordes alto y bajo.

15) LM: Morfología de lúmenes *s.l.* (Figs. 2 y 3). En este carácter se hace referencia a la forma de las perforaciones y lúmenes. Se han reconocido tres estados (Fig.2: 1-7), (Fig.3: 3-5) y (Fig.3: 1):

redondo; alargado; fosulado

16) LC: Complejidad de lúmenes *s.l.* (Figs.2 y 3). Este carácter se refiere a la subdivisión de los lúmenes con muros de nivel inferior. Se distinguen tres estados (Fig.2: 1-6), (Fig.2: 6; Fig.3: 4) y (Fig.2: 7):

simple; compuesto, lúmenes de dos y a veces de tres subdivisiones; **complejo,** lúmenes con presencia de más de tres

17) LB: Contorno de lúmenes *s.l.* (Fig.2). Este carácter hace referencia al tipo de borde que circunda las perforaciones y lúmenes. Se consideran dos estados (Fig.2: 1-2 y 6-7) y (Fig.2: 3-5):

liso; festoneado

18) LF: Fondo de lúmenes *s.l.* (Fig.2: 3-5). Carácter referido a la presencia de granulaciones infratectales en el fondo de perforaciones y lúmenes. Se distinguen cuatro estados:

ausencia; presencia, al menos en cinco lúmenes (3); **abundancia,** en 10 ó más lúmenes (5); **fusión** de las mismas (4).

19) GM: Tipos de gránulos supratectales (Figs.2 y 3). Carácter que hace alusión a los tipos de talla de dichos elementos supratectales. Se consideran tres estados:

homogéneos (Fig.2: 1 y Fig.3: 1); **heterogéneos de dos** tipos de talla (Fig.2: 2 y 3: 2); y **heterogéneos de tres o más** tipos (Fig.2: 7).

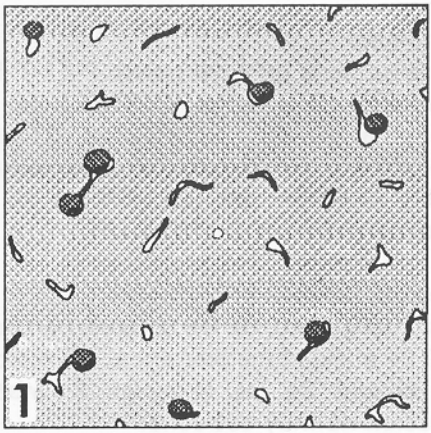
20) GD: Densidad de gránulos supratectales interaperturales (Figs.2 y 3). Carácter referido a 6 μm^2 de superficie polínica en el que se han considerado cuatro estados:

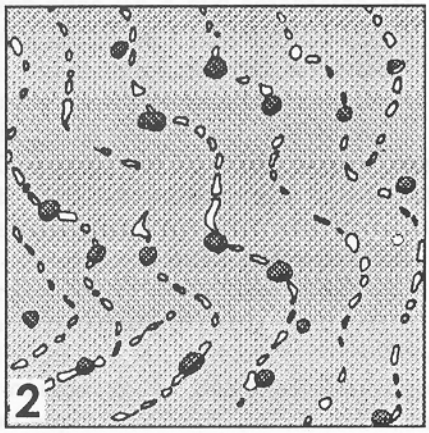
ocasionales: < 5 gránulos por superficie establecida (Fig.2: 1 y 3: 5); **poco densos**: 5-16 gránulos por superficie (Fig.2: 2 y 6); **densos**: 17- 25 gránulos por superficie (Fig.3: 4); **muy densos**: >25 gránulos por superficie (Fig.2: 7).

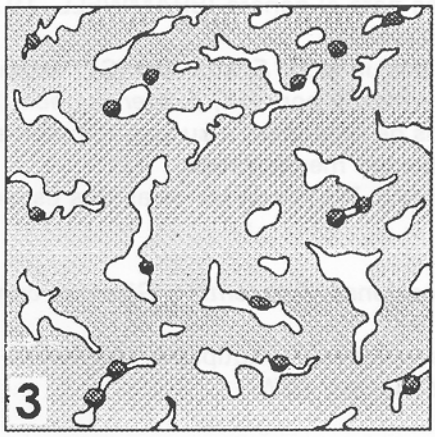
Técnicas de agrupación, fenogramas:

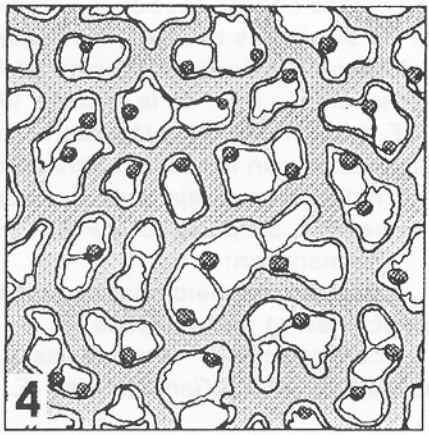
Teniendo en cuenta que en esta modalidad, la mayor resolución se encuentra en los niveles de semejanza más altos, se han considerado especialmente, las asociaciones de los niveles de distancia taxonómica más bajos. El coeficiente de correlación cofenético obtenido es de r=0,7 para todos los casos.

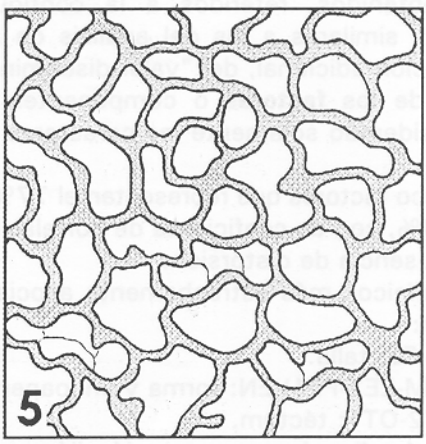
Figura 3.- Caracteres al MEB (segmento = 0.5 μm): OT2, LM, LC, GM y G. Serie morfológica ornamental OT2 con cinco estados, 1: Perforado-fosulado (1'PF); 2: Rugulado-perforado (2'RuP); 3: Rugulado-reticulado (3'RuR); 4: Reticulado-rugulado (4'RRu); 5: Reticulado con retículo complejo y rugulado (5'R2Ru).


1


2


3


4


5

De caracteres (Fig.4-A): cabe destacar:

- Actuación de OT2 de forma independiente.
- Estrecha correlación entre los caracteres de la talla del polen: P-E1-T-E2 y no tan estrecha entre los caracteres relativos a la forma: COM-EE2--M.
- Prioritariamente, la talla se relaciona con el téctum y complejidad (OT1-LC), luego, con la forma de los granos (COM-EE2-M), y más remotamentemente se relaciona a la curvatura del polo distal y endoapertura (CE1-EN), a su vez asociados remotamente a detalles de ornamentación (OD-LM-LB-LF).

De UTOs (Fig.4-B):

Las similitudes polínicas dan como resultados más importantes:

* En primer lugar, la disgregación dentro del género, de los táxones herbáceos de la sección *Echium* (LAN, PL, BO y BOF) de afinidad mediterránea, del resto del grupo macaronésico, a excepción del cluster de las especies *E. triste-E. stenosifon* (T,TN,TNG-SN) aunque de relación no muy estrecha.

En segundo lugar, las asociaciones del resto de los táxones macaronésicos, van acordes con las secciones establecidas para el género (BRAMWELL, 1972), con las siguientes excepciones y observaciones:

* Disgregación de la sección *Stricta*: por un lado, *E. strictum* (ST) asociado a *E. handiense* (HA, de la sección *Virescentia*), y por otro, *E. stenosiphon* (SN) con *E. triste* (T-TN-TNG, táxones herbáceos de *Gigantea*), a su vez, remotamente relacionados con la sección *Echium* de afinidad mediterránea.

* Relación muy lejana de *E. wildpretii* (WL-WLT) con las otras dos especies de la sección *Simplicia* (SI y PN).

* Permanecen:

- diferenciadas pero relacionadas las secciones *Virescentia* y *Gigantea* con las excepciones ya mencionadas.
- con relaciones remotas las dos secciones monotípicas, *Auberiana* (*E. auberianum: AU) y Gentianoidea (E. gentianoides: GEN)*.

Técnicas de ordenación, ACP (Tablas 2 y 3 [Apendice 2] y Figs.5-7):

Los resultados obtenidos, referidos a la configuración de los grupos taxonómicos son muy similares a los del análisis de agrupación taxonómica anterior, con la aportación adicional, del "valor discriminatorio de los caracteres polínicos", a través de los **factores** o componentes. En cada componente principal, se han considerado solamente los caracteres con pesos superiores a 0,5.

El modelo elige cinco factores que representan el 77% de la variabilidad total, los tres primeros el 60%, con un coeficiente de correlación cofenética: r=0,94, que indica una casi ausencia de distorsión.

Los caracteres polínicos más estrechamente asociados a cada uno de los factores elegidos, son:

Factor 1 = E1-P-T-E2: talla.
Factor 2 = (COM-M-EE2-PE1)-EN: forma y endoapertura.
Factor 3 = LM-OT2-OT1: téctum.
Factor 4 = LB-LF: detalles de ornamentación (lúmenes).
Factor 5 = GD-MU: otros detalles de ornamentación.

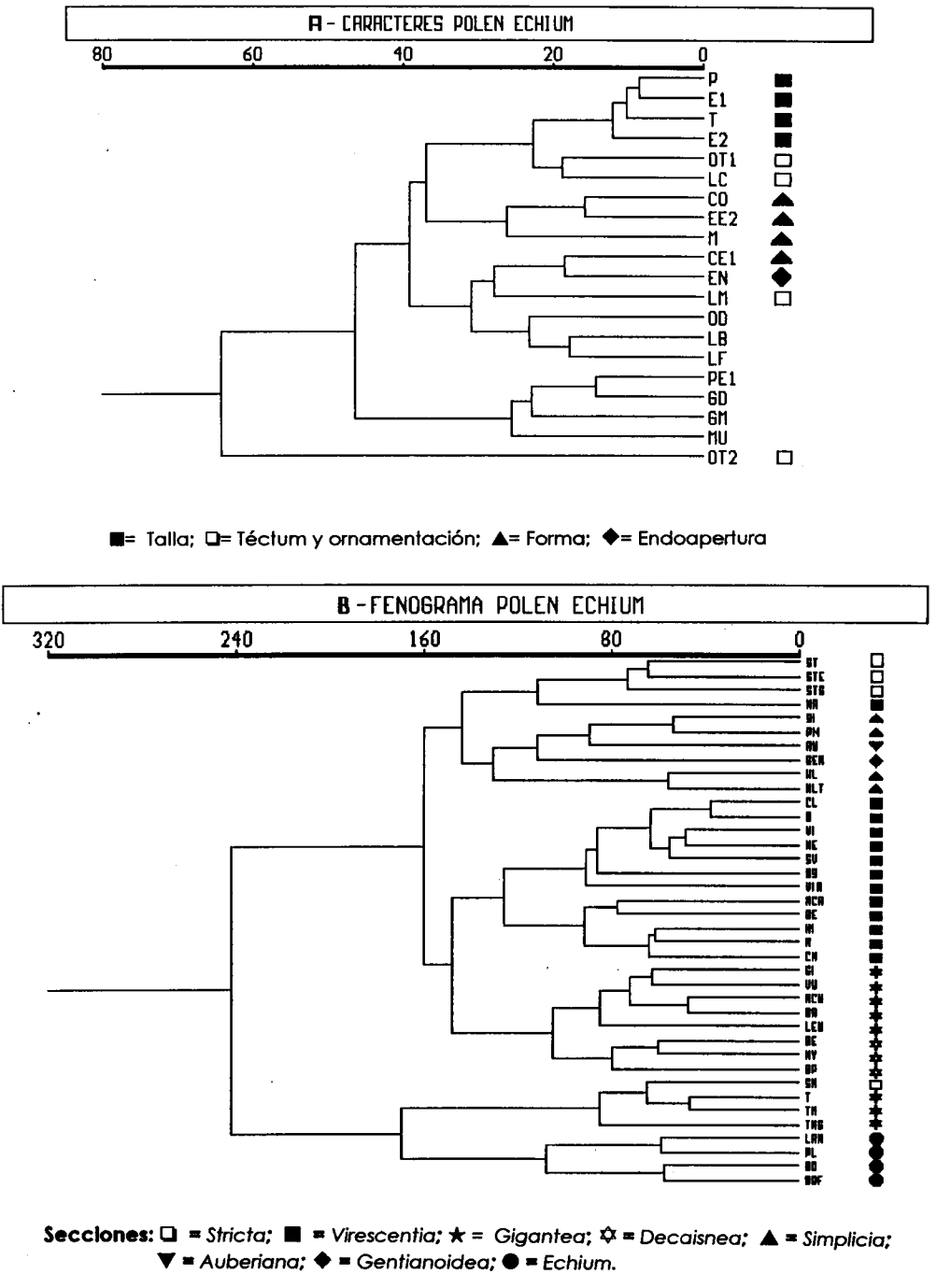


Figura 4.- Técnicas de AGRUPACIÓN según 20 caracteres polínicos en 38 táxones macaronésicos de *Echium*. A: FENOGRAMA de caracteres. B: FENOGRAMA de 38 UTOs con diferenciación de las ocho secciones.

Los resultados de la disposición de las **UTOs**, se representan en gráficas bidimensionales, tridimensionales y según los valores de la matriz de Proyección.

En las gráficas bidimensinales (Figs.5-6):

El **Factor 1 (talla)**, es el mejor discriminante para el grupo de los representantes herbáceos mediterráneos del género *Echium (BOF-BO-PL-LAN)*, con tallas máximas, frente al grupo formado por los táxones macaronésicos fundamentalmente leñosos. En este último grupo, se distinguen dos sectores: uno con tallas medias (26-33), que incluye a los táxones *E. stenosiphon-E. triste (SN-T), sección Gentianoidea (GEN), E. wildpretii (WL-WLT) y Auberiana (AU)*; y otro: de tallas mínimas (5) que gradualmente va desde los valores más cercanos a cero del extremo de la sección *Virescentia* y *E. strictum* (ST), hasta la sección *Gigantea, E. simplex (SI), E. pininana (PN) y sección Decaisnea* (22).

El **Factor 2 (forma)** diferencia: en el grupo de tallas medias a *E. wildpretii, E. auberianum*, y *E. gentianoides* del grupo *E. triste-E. stenosiphon* con valores negativos; en el grupo de tallas mínimas, discrimina fundamentalmente a la sección *Virescentia* de *E. strictum* (ST-STE-STG) y sección *Decaisnea*. Merece destacar la clara separación de *E. handiense (HA)* y *E. strictum (ST-STE-STG)*, y diferenciación de los táxones de *E. wildpretii (WL-WLT)* y el complejo *E. triste-E stenosiphon (T-TN-TNG-SN)*.

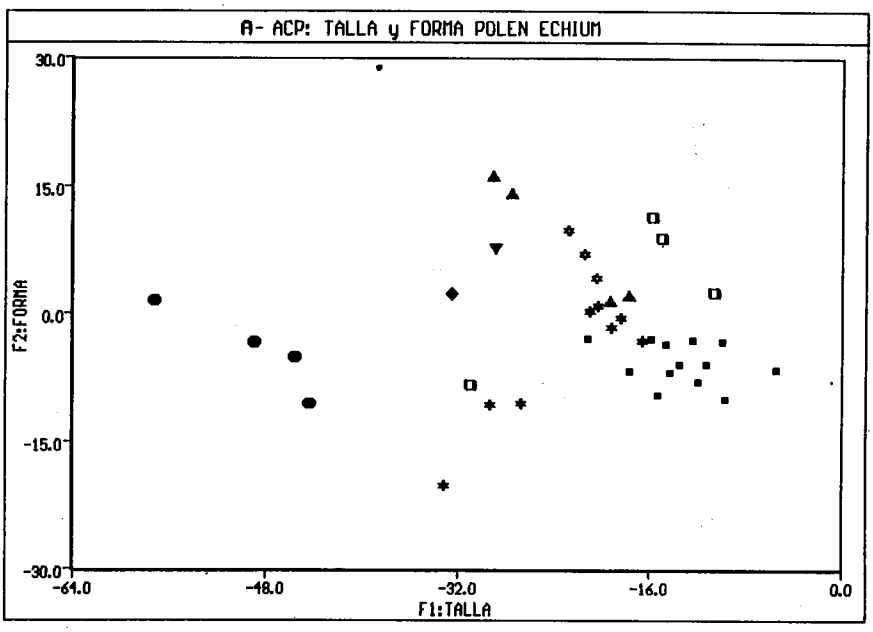
El **Factor 3 (téctum)** puede discriminar con carácter gradual según los niveles de OT1 y OT2: en el sector de tallas máximas, diferencia a *E. bonnetii* de *E. lancerotense* y *E. plantagineum*. En el sector de tallas medias se diferencian *E. gentianoides (GEN)*, el grupo *E. triste-E. stenosiphon, E. auberianum*, y más lejanamente *E. wildpretii (WL-WLT)*. En el sector de tallas mínimas, se diferencia el grupo *E. strictum-E. handiense*; gradualmente *E. pininana-E. simplex - Virescentia*; y *Decaisnea-Gigantea* junto con *E. candicans (CN)* y *E. nervosum (N)* de *Virescentia*.

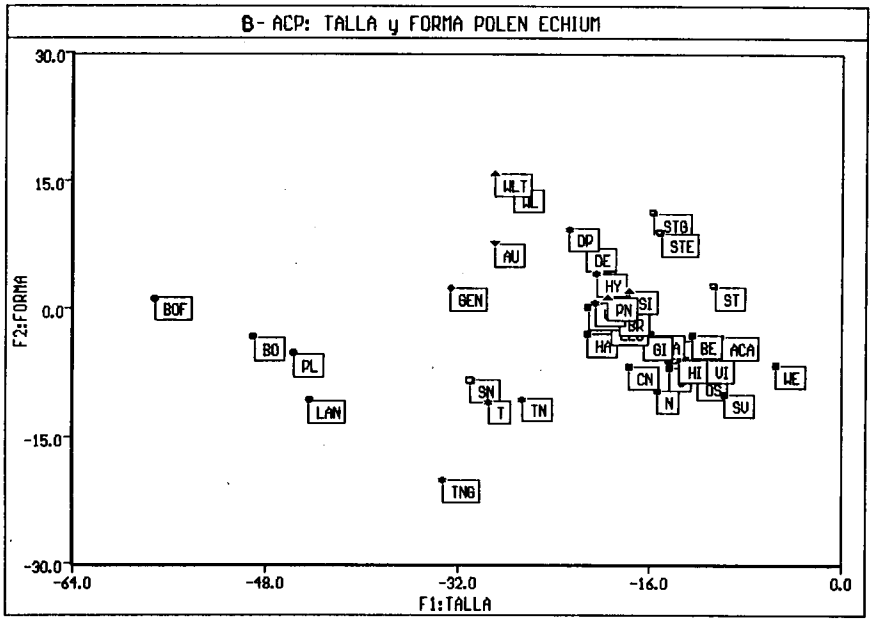
En las gráficas tridimensionales (Figs.7-8), cabe destacar para los tres factores, la diferenciación de los siguientes grupos:

- Táxones de la sección *Echium* (BO, LAN y PL).
- Sección monotípica *Gentianoidea* (GEN).
- Sección monotípica *Auberiana* (AU).
- Táxones de *E. wildpretii (WL, Simplicia)*.
- Táxones de *E. triste-E. stenosiphon (Gigantea y Stricta)*: T-SN.
- Diferenciación más o menos gradual del conjunto *Decaisnea-Gigantea; E. simplex-E. pininana (Simplicia) - Virescentia y E. strictum (Stricta)*.

DISCUSIÓN

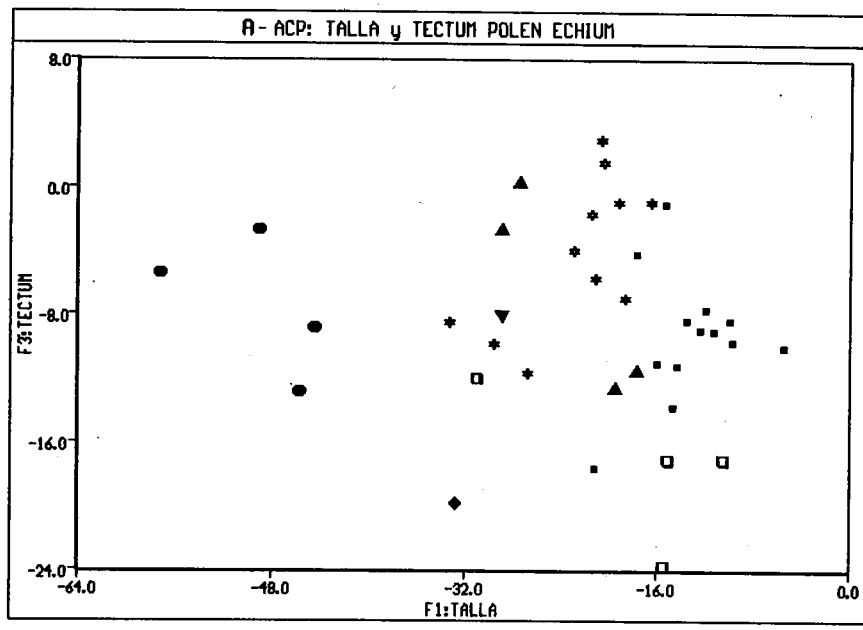
Para la determinación de estados en los caracteres polínicos cualitativos con carácter de series morfológicas (principalmente OT1 y OT2), se han tenido en cuenta las múltiples formas intermedias observadas, que en algunos casos, implica la coexistencia de más de un estado por población, y es la razón por la cual, en la codificación realizada (Apéndice 1), estos caracteres cualitativos, se

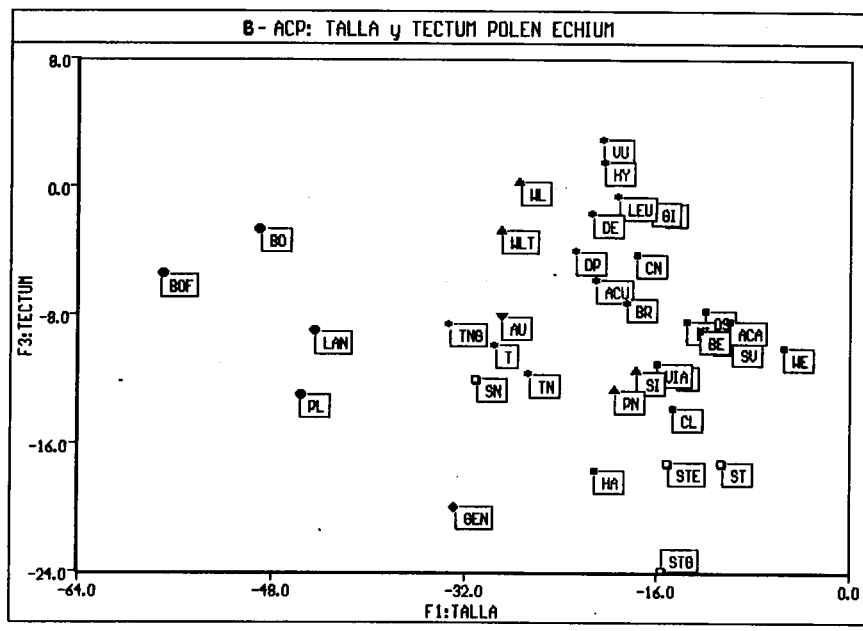




Secciones: ❑ = *Stricta;* ■ = *Virescentia;* ★ = *Gigantea;* ✡ = *Decaisnea;* ▲ = *Simplicia;* ▼ = *Auberiana;* ◆ = *Gentianoidea;* ● = *Echium.*

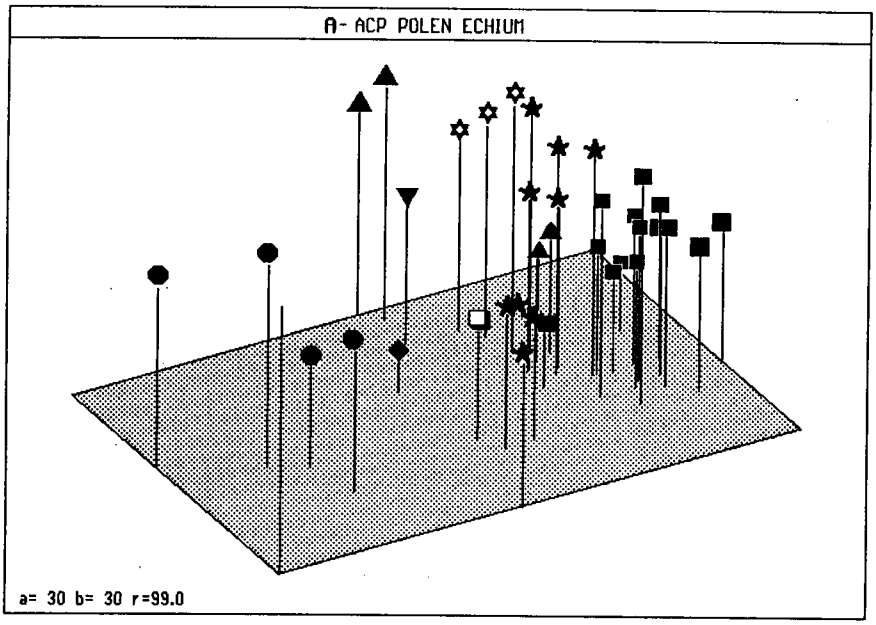
Figura 5.- Técnicas de ORDENACIÓN (Análisis de Componentes Principales, ACP) según 20 caracteres polínicos en 38 táxones macaronésicos de *Echium*. Gráficas bidimensionales del Factor 1 (talla) y 2 (forma). A: diferenciación de las ocho secciones. B: diferenciación de la ocho secciones y 38 táxones.

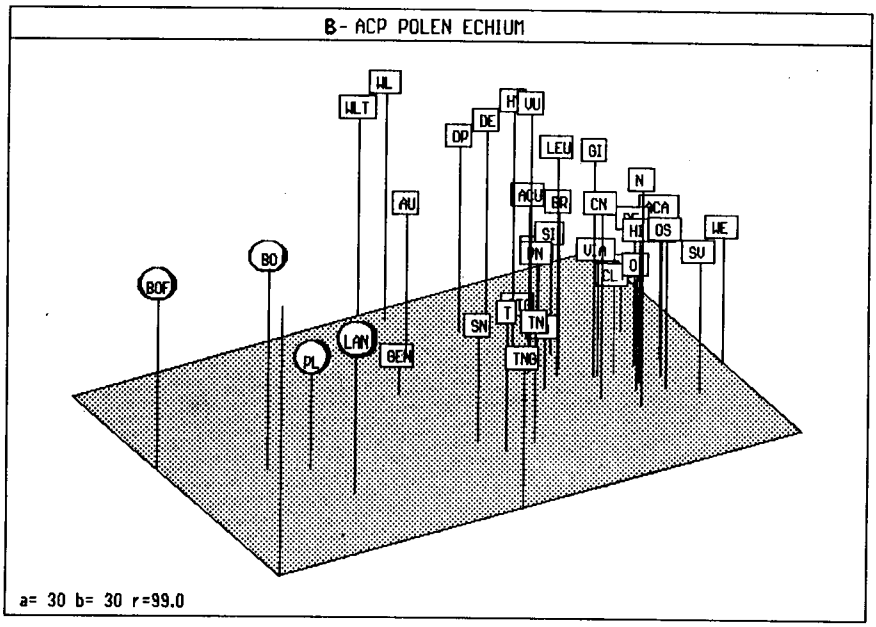




Secciones: ❑ = *Stricta;* ■ = *Virescentia;* ★ = *Gigantea;* ✡ = *Decaisnea;* ▲ = *Simplicia;* ▼ = *Auberiana;* ◆ = *Gentianoidea;* ● = *Echium.*

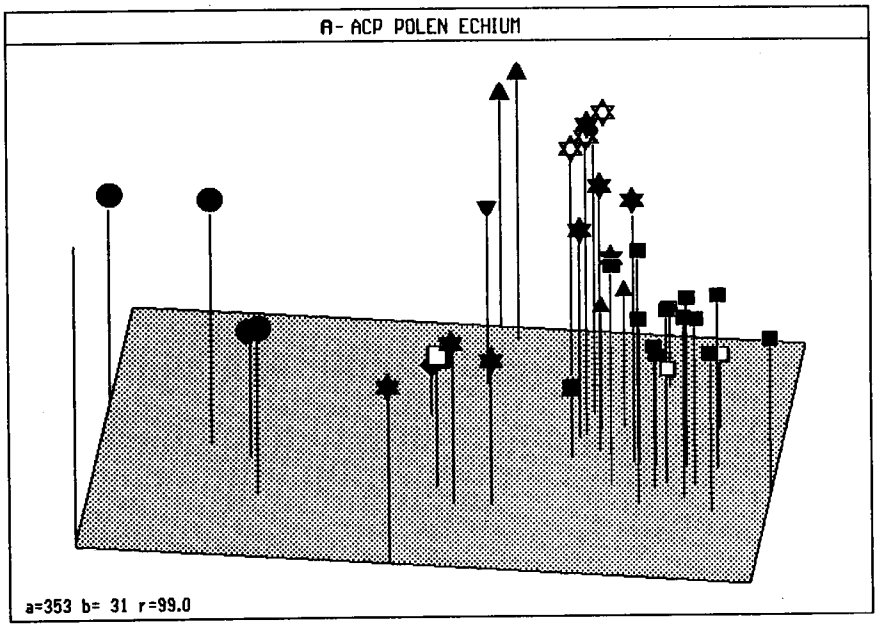
Figura 6.- ACP. Gráficas bidimensionales del Factor 1 (talla) y 3 (téctum) según 20 caracteres polínicos en 38 táxones macaronésicos de *Echium*. A: diferenciación de la ocho secciones. B: diferenciación de la ocho secciones y 38 táxones.

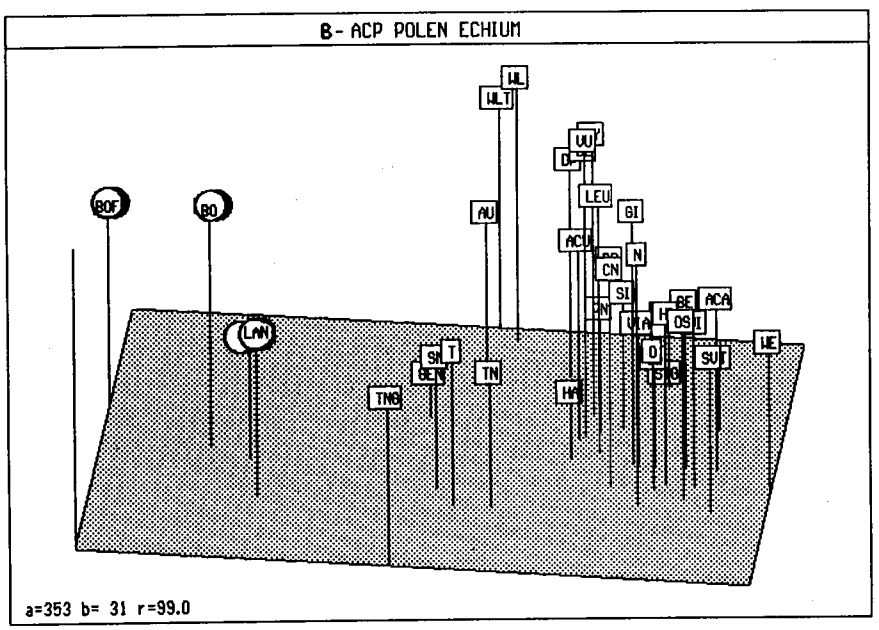




Secciones: ❑ = *Stricta;* ■ = *Virescentia;* ★ = *Gigantea;* ✡ = *Decaisnea;* ▲ = *Simplicia;* ▼ = *Auberiana;* ◆ = *Gentianoidea;* ● = *Echium.*

Figura 7.- ACP según 20 caracteres polínicos en 38 táxones macaronésicos de *Echium*. Gráficas tridimensionales: Factores 1 (talla), 2 (forma) y 3 (téctum).





Secciones: ❑ = *Stricta;* ■ = *Virescentia;* ★ = *Gigantea;* ✡ = *Decaisnea;* ▲ = *Simplicia;* ▼ = *Auberiana;* ◆ = *Gentianoidea;* ● = *Echium.*

Figura 8.- ACP, gráficas tridimensionales con diferente ángulo de giro.

equiparen en número de clases a los cuantitativos. No por ello, se deben considerar con más ponderación de la debida. Por el contrario, se debe interpretar como fiel reflejo de la considerable diversidad de los táxones macaronésicos, algunos, posiblemente en vías de diversificación actual, reflejando la condición de "epibionte activo", que hace patente la radiación adaptativa del grupo isleño.

Los resultados de la taxonomía numérica señalan que la congruencia encontrada en los diferentes análisis, tanto de las técnicas de agrupación (fenogramas) como de ordenación (ACP) es casi total. Los coeficientes de correlación cofenética encontrados en dichas técnicas, indican que se han desarrollado con una mínima distorsión en la elaboración de los fenogramas, y prácticamente nula, libres de ruidos metodológicos, en el ACP.

En la información obtenida de la correlación de los caracteres se han observado ligeras variantes, que lejos de significar incongruencia, suponen un valor complementario. Los índices de distorsión más bajos se encuentran en el ACP, responsable a su vez, de la determinación de su valor diagnóstico.

Se determinan los tres primeros "componentes o factores" que agrupan a los caracteres que más influyen en la determinación de los grupos taxonómicos. Su valor diagnóstico viene valorado en orden decreciente según cinco grupos o factores, dando prioridad a los caracteres referidos a la **talla** (Factor 1: E1-P-E2-T), seguidamente de la **forma** del polen (Factor 2: COM-M-EE2-PE1) y en tercer lugar, al tipo de **téctum** (Factor 3: LM-OT2-OT1). La endoapertura (EN) actúa correlacionada con la forma de los granos (especialmente con la curvatura del polo distal) en este análisis referido exclusivamente al conjunto macaronésico.

Los resultados de ambas técnicas, referidos a las **relaciones taxonómicas** entre las UTOs, coinciden en términos generales y se han estimado fundamentalmente según los tres grupos de caracteres anteriormente citados, considerando preferentemente, en los casos menos claros, los resultados de los fenogramas debido a la mayor precisión y resolución en los niveles de máxima similitud:

* Los dos análisis coinciden con la marcada diferenciación de la sección *Echium* de afinidad mediterránea.

* Se señala una nueva asociación formada por los táxones *E. triste* y *E. stenosiphon*. Su afinidad polínica está justificada además, por el tipo de corola, inflorescencia y tipo de indumento espinoso tricomatoso.

* Se destaca la gran afinidad entre las secciones *Decaisnea* y *Gigantea*, anteriormente relacionadas con el género *Lobostemon*, por caracteres como la talla de los granos y tipo de téctum, lo que también se justifica por el tipo de corola, inflorescencia y hábito (JOHNSTON, 1953; BRAMWELL, 1972 Y 1973; PÉREZ DE PAZ, 1993 ; PÉREZ DE PAZ & PARDO, 1994).

* El nivel de similitud observado en *E. decaisnei* subsp. *purpuriense* respecto a los táxones de su misma sección, sugiere una distancia taxonómica suficiente, justificada también por caracteres de la corola, núculas e indumento foliar, para su elevación taxonómica, a rango de especie.

* La afinidad entre *E. strictum* (sección *Stricta*) y sección *Virescentia* (principalmente con *E. callithyrsum*, *E. webbii* y *E. handiense*) referida

especialmente a la talla y téctum (OT1), viene apoyada por el tipo de corola, pero no es muy estrecha con los dos primeros, si se considera la forma de los granos, el hábito vegetativo y tipo de inflorescencia, caracteres que relacionan más a esta especie con *E. handiense*.

* El aislamiento de *E. wildpretii*, respecto a *E. simplex* y *E. pininana* de su misma sección, está también justificado por la talla del polen, tipo de téctum y corola. Se le ha encontrado particularmente relacionado con algunas especies de *Lobostemon* (PÉREZ DE PAZ, 1993; PÉREZ DE PAZ & PARDO, 1994), más lejanamente con la sección *Auberiana*, y remotamente con *Gentianoidea*.

* El aislamiento de las secciones *Gentianoidea* (*E. gentianoides*) y *Auberiana* (*E. auberianum*) está justificado así mismo por los tipos de hábito, de corola, de inflorescencia, y estambres más o menos inclusos.

CONCLUSIONES

Las técnicas fenéticas de la **taxonomía numérica** constatan en líneas generales, a través del análisis de los veinte caracteres polínicos estudiados, las agrupaciones taxonómicas propuestas por BRAMWELL (1972) definidas en ocho secciones, y sus resultados (Figs.4-7) aportan nuevos datos a tener en cuenta, para el establecimiento de ciertas modificaciones taxonómicas, a reafirmar con caracteres no polínicos, macro y micromorfológicos (en preparación):

a. Configuración como sección independiente de la asociación formada por los táxones *E. triste* y *E. stenosiphon*.

b. Redefinición de la sección *Stricta*, que quedaría como sección monotípica, o en todo caso, formada con la agrupación *E. strictum* y *E. handiense*, dada la similitud morfológico-polínica entre ambas especies.

c. Posible segregación de *E. wildpretii*, como sección monotípica.

d. La sección *Echium*, de táxones herbáceos, se confirmaría con categoría taxonómica suficiente para elevarla a rango de subgénero, propuesta inédita de BRAMWELL (1971).

e. Elevación de *E. decaisnei* subsp. *purpuriense* a rango de especie, coincidiendo en este sentido con LEMS & HOLZAPFEL (1968 y 1972).

f. Confirmación del valor diagnóstico de los caracteres polínicos implicados en la **talla** de los granos, **forma** y tipo de **téctum**.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente el material polinífero, a los responsables de los Herbarios: ORT (Dr. Santos, Tenerife), BM (Dr. Blackmore, London), así como de colecciones particulares al Dr. Hansen y Dr. Sunding. La base de los dibujos a Dña. M. Ortiz.

especialmente a la talla y téctum (OT1), viene apoyada por el tipo de corola, pero no es muy estrecha con los dos primeros, si se considera la forma de los granos, el hábito vegetativo y tipo de inflorescencia, caracteres que relacionan más a esta especie con *E. handiense*.

* El aislamiento de *E. wildpretii*, respecto a *E. simplex* y *E. pininana* de su misma sección, está también justificado por la talla del polen, tipo de téctum y corola. Se le ha encontrado particularmente relacionado con algunas especies de *Lobostemon* (PÉREZ DE PAZ, 1993; PÉREZ DE PAZ & PARDO, 1994), más lejanamente con la sección *Auberiana*, y remotamente con *Gentianoidea*.

* El aislamiento de las secciones *Gentianoidea* (*E. gentianoides*) y *Auberiana* (*E. auberianum*) está justificado así mismo por los tipos de hábito, de corola, de inflorescencia, y estambres más o menos inclusos.

CONCLUSIONES

Las técnicas fenéticas de la **taxonomía numérica** constatan en líneas generales, a través del análisis de los veinte caracteres polínicos estudiados, las agrupaciones taxonómicas propuestas por BRAMWELL (1972) definidas en ocho secciones, y sus resultados (Figs.4-7) aportan nuevos datos a tener en cuenta, para el establecimiento de ciertas modificaciones taxonómicas, a reafirmar con caracteres no polínicos, macro y micromorfológicos (en preparación):

a. Configuración como sección independiente de la asociación formada por los táxones *E. triste* y *E. stenosiphon*.

b. Redefinición de la sección *Stricta*, que quedaría como sección monotípica, o en todo caso, formada con la agrupación *E. strictum* y *E. handiense*, dada la similitud morfológico-polínica entre ambas especies.

c. Posible segregación de *E. wildpretii*, como sección monotípica.

d. La sección *Echium*, de táxones herbáceos, se confirmaría con categoría taxonómica suficiente para elevarla a rango de subgénero, propuesta inédita de BRAMWELL (1971).

e. Elevación de *E. decaisnei* subsp. *purpuriense* a rango de especie, coincidiendo en este sentido con LEMS & HOLZAPFEL (1968 y 1972).

f. Confirmación del valor diagnóstico de los caracteres polínicos implicados en la **talla** de los granos, **forma** y tipo de **téctum**.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente el material polinífero, a los responsables de los Herbarios: ORT (Dr. Santos, Tenerife), BM (Dr. Blackmore, London), así como de colecciones particulares al Dr. Hansen y Dr. Sunding. La base de los dibujos a Dña. M. Ortiz.

REFERENCIAS

BEEN SAAD-LIMAN, S., 1984.- *Contribution a une étude ultrastructural de l'exine chez quelques Boraginacées Tunisiennes*. Thèse Doctorale. Faculté des Sciences de Tunis. 76p. 35l.

BLACKMORE, S., A. LE THOMAS, S. NILSSON & W. PUNT, 1992.- *A Glossary of Palynological Terms. I.F.P.S.*

BOU, G., 1968.- *Caracteres polliniques de quelques Boraginacées Meditérranéens et Saharo-sindiennes*. Raport de Stage, D.E.A. Biol. Veget. Montpellier.

BRAMWELL, D., 1971.- *Studies in the Flora of the Canary Islands*. Tesis Doctoral. University Reading. Unp.

- 1972.- A revision of the genus *Echium* in Macaronesia. *Lagascalia* 2: 37-115.

- 1973.- Studies in the genus *Echium* from Macaronesia. *Monogr. Biol. Canar.*, 4: 71-82.

- 1975.- Some morphological aspects of de adaptive radiation of Canary Islands *Echium* species. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 32(2): 241-254.

- 1986.- Contribución a la Biogeografía de las islas Canarias. *Bot. Macar.* (14):3-34.

CLARKE, G.C.S., 1977.- *The Northwest European Pollen Flora*, II: 59-101 (Boraginaceae). Reprinted from Review of Palaeobotany and Palynology, vol. 24. Ed. W. Punt and G.C.S. Clarke. E.S.P.C. 1980.

COINCY,A. de, 1903.- Les *Echium* de la section des Pachylepis sect. nov. *Bull. Herb. Boiss.* ser. 2: 4.

CRISCI, J., 1984.- Taxonomic Congruence. *Taxon* 33(2): 233-239.

- & M.F. LÓPEZ ARMENGOL, 1983.- *Introducción a la teoría y práctica de la Taxonomía Numérica*. Monografía, 25, Ser. Biológica. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Técnico. Washington, D.C.

DÍEZ, M.J., 1981.- *Polen de Boraginaceae en la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. Ump.

- 1984.- Contribución al Atlas Palinológico de Andalucía Occidental, I.Boraginaceae. *Lagascalia* 13(1): 147-171.

ERDTMAN, G., 1969.- *Handbook of Palynology*. Copenhagen. Munksgaard.

GIBBS, P.E., 1971.- Taxonomic studies on the genus *Echium*.I. An outline revision of the spanish species. *Lagascalia* 1: 27-82.

HEYWOOD, V.H., 1968.- *Taxonomía Vegetal*. Ed. Alhambra. S.A. Madrid.

HIDEUX, M., 1972.- Techniques d'étude du pollen au M.E.B. effect differents traitements physicochimiques.*Micron* 3: 1-31.

- 1977.- Traitement numérique des données palinologiques à des fins taxinomiques. *Grana* 16: 85-97.

- & J. MAHÉ, 1977.- Traitement par la taxonomie numérique des données palynologiques: Saxifragacées ligneuses australes. *Rev. Gen. Bot.* 84: 21-60.

HILL, M.O. & A.J.E. SMITH, 1976.- Principal component analysis of taxonomic data with multistate discrete characters. *Taxon* 25 (2/3): 249-255.

JOHNSTON, I.M., 1953.- Studies in the Boraginaceae XXV. A revaluation of some genera of the Lithospermeae. *Journ. Arnold Arbor.* 34: 258-299.

- 1954.- Studies in the Boraginaceae XXVII. Some general observation concerning the Lithospermeae. *Journ. Arnold Arbor.* 35: 158-166.

KOUTNIK, D.L., 1985.- Lectotypification in the genus *Lobostemon* (Boraginaceae). *Taxon* 34: 525-528.

LEMS, K. & C.M. HOLZAPFEL, 1968.- Evolution in the Canary Islands. I. Phylogenetic relations in the genus *Echium* (Boraginaceae) as shown by trichome development. *Bot. Gaz.* 129 (2): 95-107.

- 1972.- Botanical notes on the Canary Islands VI. The *Echium decaisnei - Echium famarae* complex (Boraginaceae). An. Inst.nac.Invest.agr./Ser.: Prod. Veg./1: 189-196.

LUQUE, T., 1984.- Estudio cariológico de Borraginaceas españolas. II. Echium L. de España peninsular e Islas Baleares. *Lagascalia* 13 (1): 17-38.

PÉREZ DE PAZ, J., 1988.- Introducción a la palinología del género *Echium* Tourn. en la Macaronesia. *Actas del VI Simposio de Palinología, A.P.L.E.*. Universidad de Salamanca.

- 1993.- *Diversidad polínica, sistemática, evolución y biogeografía del género Echium L. y de Lobostemon Lehm. (Boraginaceae)*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna. Unp.

- & P.S. TESTILLANO, 1990.- Nuevas aportaciones palinológicas de *Echium* (L.) Tourn. en la Macaronesia y de *Lobostemon* Lehm. (Boraginaceae): Ultraestructura I. *Polen, esporas y sus aplicaciones*. VII Simposio de Palinología (A.P.L.E., Granada, Septiembre 1988): 261-269.

Granada.
- & C. PARDO, 1994.- Affinités Palynologiques entre le genre *Echium* L. (sect. *Gigantea, Decaisnea, Simplicia, Auberiana*) et *Lobostemon* Lehm. (Boraginaceae). *Acta Botanica Galica*, vol. 141 (2): 243-255.
ROHLF, F.J., 1992.- *NTSYS-pc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*. Exeter Software. New York.
SÁENZ DE RIVAS, C., 1978.- *Polen y esporas*. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico. Ed. Blume, Madrid.
SAHAY, S.K., 1980.- Palynotaxonomy of Boraginaceae and some other families of Tubiflorae. *Biol. Mem*. 4 (1&2): 117-205.
SAUVAGE, Ch. & J. VINDT, 1952.- *Flore du Maroc*. Spermatophytes, Fas.1: Ericales, Primulales, Plumbaginales, Ebenales, Contortales.
SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL, 1973.- *Numerical Taxonomy*. The principles and practice of numerical classification. W.H. Freeman and company. San Francisco.
SPSSinc, 1984.- *Statistical & Reporting Sofware for IBM PC and DEC Professional 350*. United States of America. Chicago.
WALQUER, J.W. & J. DOYLE, 1975.- The Bases of Angiosperm Phylogeny: Palynology. *Ann. Missouri bot. Gard*. 62: 664-723.
WILLIAMSON, M., 1981.- *Island populations*. Oxford University Press. Hong Kong.

APÉNDICE 1

Codificación de los 20 caracteres polínicos:

1) **P: eje polar**, valores agrupados en nueve clases:
<14: **10**/ 14,01-15: **20**/ 15,01-16: **30**/ 16,01-17: **40**/ 17,01-18: **50**/ 18,01-19: **60**/ 19,01-20: **70**/ 20,01-21: **80**/ >21: **90**.

2) **E1: diámetro transversal distal polar**, valores agrupados en ocho clases:
10-11: **10**/ 11,01-12: **21,4**/ 12,01-13: **32,8**/ 13,01-14: **44,2**/ 14,01-15: **55,6**/ 15,01-16: **67,1**/ 16,01-17: **78,5**/ 17,01-18: **90**.

3) **E2: diámetro transversal próximo polar**, valores en μm agrupados en nueve clases:
6-7: **10**/ 7,01-8: **20**/ 8,01-9: **30**/ 9,01-10: **40**/ 10,01-11: **50**/ 11,01-12: **60**/ 12,01-13: **70**/ 13,01-14: **80**/ 14,01-15: **90**.

4) **PE1: P/E, forma de los granos**, valores agrupados en nueve clases:
1-1,10: **10**/ 1,11-1,15: **20**/ 1,16-1,20: **30**/ 1,21-1,25: **40**/ 1.261.30: **50**/ 1,31-1,35: **60**/ 1,36-1,40: **70**/ 1,41-1,45: **80**/ 1,46-1,50: **90**.

5) **T: mesocolpia distal polar**, valores agrupados en nueve clases:
6:**10**/ 6,5: **20**/ 7: **30**/ 7,5: **40**/ 8: **50**/ 8,5: **60**/ 9: **70**/ 9,5: **80**/ 10: **90**.

En los caracteres cualitativos, cada clase esta definida por los estados observados en cada población:

6) **COM: corte optico meridiano**, carácter con nueve clases y tres estados: oval, triangular y piriforme:

1. Subcircular + oval: **10**/
2. OVAL: **20**/
3. TRIANGULAR: **30**/
4. Oval + Triangular + Subpiriforme: **40**/
5. Oval + Subpiriforme: **50**/
6. Subpiriforme: **60**/
7. Oval + Subpiriforme + Piriforme: **70**/
8. Subpiriforme + Piriforme: **80**/
9. PIRIFORME: **90**.

7) **CE1: contorno meridiano distal polar**, carácter con seis clases y tres estados: muy convexo, convexo y casi plano:

1. MUY CONVEXO: **10**/
2. Muy convexo + Convexo: **26**/
3. CONVEXO: **42**/
4. Muy convexo + convexo + Casi Plano: **58**/
5. Convexo + Casi Plano: **74**/
6. CASI PLANO: **90**.

8) **EE2: grosor de la exina en el polo proximal**, carácter con cuatro clases y tres estados: igual, ligeramente y marcadamente mayor:

1. IGUAL que en el distal polar: **10**/

2. LIGERAMENTE MAYOR: **36,6/**
3. Igual + MAYOR: **63,3/**
4. MARCADAMENTE MAYOR: **90.**

9) M: forma de la mesocolpia, carácter con cinco clases y tres estados: no constreñida, ligeramente y constreñida:

1. NO CONSTREÑIDA: **10/**
2. No constreñida + Ligeramente constreñida: **30/**
3. LIGERAMENTE-CONSTREÑIDA: **50/**
4. No constreñida + Ligeramente constreñida + Constreñida: **70/**
5. CONSTREÑIDA: **90.**

10) EN: endoapertura, carácter con nueve clases y tres estados: lalongado, circular y lolongado:

1. Muy lalongada + LALONGADA: **10/**
2. Lalongada + Sublalongada: **20/**
3. Sublalongada: **30/**
4. Lalongada + Sublalongada + Circular: **40/**
5. CIRCULAR: **50/**
6. Circular + Sublalongada + Sublolongada: **60/**
7. Circular + Sublolongada: **70/**
8. Sublolongada + Lolongada: **80/**
9. LOLONGADA + Muy lolongada: **90/**

11) OT1: ornamentacion del tectum-1, carácter con nueve clases y cinco estados: perforado, perforado-reticulado, reticulado-perforado, reticulado y con reticulo doble:

1. PERFORADO, **P: 10/**
2. Perforado + Perforado-reticulado, **P + PR: 20/**
3. PERFORADO-RETICULADO, **PR: 30/**
4. Perforado-reticulado + Reticulado-perforado, **PR + RP: 40/**
5. RETICULADO-PERFORADO, **RP: 50/**
6. Reticulado-perforado + Reticulado, **RP + R: 60/**
7. RETICULADO, **R: 70/**
8. Reticulado-perforado + Reticulado-perforado + Reticulado complejo, **RP + R + R2: 80/**
9. Reticulado + RETICULADO COMPLEJO, **R + RR2: 90.**

12) OT2: ornamentacion del tectum-2, carácter que tiene asignado nueve clases y cinco estados: perforado-foveolado, rugulado-perforado, rugulado-reticulado, reticulado-rugulado y con reticulo complejo:

1. PERFORADO-FOVEOLADO, **PF: 10/**
2. Perforado-foveolado + RUGO-PERFO-FOVEOLADO, **PF + RuPF: 20/**
3. Perfo-foveolado + Rugo-perfo-foveolado + Rugo-reticulado, **PF + RuP + RuR: 30/**
4. Rugo-perfo-foveolado + Rugo-reticulado, **RuP + RuR: 40/**
5. RUGO-RETICULADO, **RuR: 50/**
6. Rugo-reticulado + Reti-rugulado, **RuR + Rru: 60/**
7. RETI-RUGULADO, **Rru: 70/**
8. Rugo-perfo-foveolado + Reti-rugulado + Reti complejo-rugulado,

RuP + Rru + R2Ru: 80/

9. Reti-rugulado + RETI COMPLEJO-RUGULADO, **Rru + R2Ru: 90.**

13) OD: distribución de la ornamentación entre los dos polos, carácter con seis clases y tres estados: uniforme, gradual y mixta:

1. ±UNIFORME: **10/**
2. Uniforme + Gradual: **26/**
3. GRADUAL: **42/**
4. Uniforme + Gradual + Mixta: **58/**
5. Gradual + Mixta: **74/**
6. MIXTA: **90.**

14) MU: borde de los muros, según la altura, carácter con cinco clases y dos estados: un borde y dos bordes (alto y bajo):

1. UN BORDE: **10/**
2. Predominio de un borde: **30/**
3. Un borde + dos bordes: **50/**
4. Predominio de dos bordes: **70/**
5. DOS BORDES: **90.**

15) LM: morfología de lúmenes, *s.l.*, carácter con cinco clases y tres estados: REDONDA, ALARGADA y FOSULADA:

1. Predominancia de REDONDAS: **10/**
2. Redondas + Alargadas: **30/**
3. Predominancia de ALARGADAS: **50/**
4. Redondas + Alargadas + Fósulas: **70/**
5. Abundancia de FÓSULAS: **90.**

16) LC: complejidad de lúmenes *s.l.*, carácter con cinco clases y tres estados: SIMPLE, COMPUESTAS de dos y tres lúminas y COMPLEJAS de más de tres lúminas:

1. SIMPLES: **10/**
2. Predominio de Simples sobre Compuestas generalmente de dos: **30/**
3. Simples + Compuestas de dos y tres lúminas: **50/**
4. Predominio de las COMPUESTAS de dos y tres lúminas: **70/**
5. Predominio de las COMPLEJAS con presencia de + de tres LÚMENES: **90.**

17) LB: contorno de lúmenes, *s.l.*, carácter con cinco clases y dos estados: LISO y FESTONEADO:

1. LISO: **10/**
2. Predominio de Lisos: **30/**
3. Lisos + Festoneados: **50/**
4. Predominio de Festoneados: **70/**
5. FESTONEADO: **90.**

18) LF: fondo de lúmenes *s.l.*, carácter con cinco clases y cuatro estados: AUSENCIA, PRESENCIA (en 5 lúminas), ABUNDANCIA (en 10 o más lúminas) y con fusión de las mismas:

1. AUSENCIA: **10/**
2. Ligera presencia: **30/**

3. PRESENCIA: **50**/
4. ABUNDANCIA: **70**/
5. ABUNDANCIA y FUSIÓN para formar los muros secundarios: **90**.

19) GM: tipos de gránulos supratectales, carácter con tres clases y tres estados:

1. HOMOGÉNEOS: **10**/
2. Heterogéneos de dos tipos: **50**/
3. HETEROGÉNEOS de tres o más tipos: **90**.

20) GD: densidad de gránulos supratectales interaperturales, carácter referido a 6 μm^2 de superficie polínica con cuatro clases y cuatro estados:

1. OCASIONAL: Con < 5 gránulos/superficie: **10**/
2. POCO DENSOS: 6-15 gránulos/superficie: **36,6**/
3. DENSOS: 17-25 gránulos/superficie: **63,3**/
4. MUY DENSOS: > 25 gránulos/superficie: **90**.

APÉNDICE 2

Tabla 1.- Matriz de datos 20x38 según los 20 caracteres polínicos y 38 UTOs de *Echium* macaronésicos.

	P	E1	E2	PE1	T	COM	CE1	EE2	M	EN	OT1	OT2	OD	MU
	LM	LC	LB	LF	GM	GD								
ST	20.0	10.0	20.0	63.1	14.6	73.8	59.2	59.2	43.8	44.6	35.4	00.0	69.1	66.9
	26.1	19.2	45.4	63.8	50.0	38.6								
STG	20.0	10.0	20.0	70.0	20.0	90.0	74.0	63.3	90.0	60.0	40.0	00.0	74.0	30.0
	30.0	10.0	50.0	50.0	50.0	36.6								
STE	20.0	10.0	20.0	60.0	10.0	80.0	42.0	90.0	70.0	40.0	20.0	00.0	42.0	50.0
	30.0	10.0	50.0	50.0	50.0	63.3								
SN	70.0	55.6	50.0	53.3	66.7	73.3	63.3	54.4	50.0	30.0	63.3	00.0	36.7	76.7
	50.0	36.7	23.3	63.3	63.3									
CL	30.0	21.4	30.0	65.0	23.7	55.0	48.0	63.3	47.5	37.5	42.5	00.0	48.0	90.0
	23.7	30.0	50.0	70.0	55.0	60.0								
ON	30.0	21.4	30.0	54.5	34.5	59.5	56.5	63.3	31.8	24.5	45.4	00.0	37.6	90.0
	25.0	44.5	50.0	86.4	64.5	63.3								
OS	20.0	21.4	20.0	40.0	40.0	60.0	26.0	63.3	10.0	20.0	40.0	00.0	42.0	90.0
	10.0	50.0	50.0	90.0	50.0	63.3								
VI	20.0	21.4	30.0	60.0	18.7	62.5	40.0	39.9	17.5	36.2	42.5	00.0	70.0	85.0
	30.0	42.5	55.0	70.0	65.0	66.6								
VIA	40.0	32.8	40.0	50.0	10.0	80.0	42.0	36.6	50.0	40.0	60.0	00.0	74.0	90.0
	50.0	50.0	50.0	90.0	50.0	63.3								
SV	30.0	21.4	20.0	65.0	30.0	35.0	74.0	23.3	20.0	40.0	40.0	00.0	58.0	90.0
	30.0	40.0	50.0	70.0	70.0	63.3								
WE	20.0	10.0	20.0	51.7	15.0	45.0	55.3	50.0	10.0	26.7	35.0	00.0	63.3	90.0
	20.0	33.3	50.0	76.7	63.3	36.6								
ACA	20.0	21.4	20.0	50.0	26.7	31.7	42.0	27.7	23.3	26.7	23.3	00.0	42.0	63.3
	20.0	16.7	30.0	23.3	36.7	27.7								
HI	30.0	21.4	30.0	60.0	22.5	68.7	58.0	43.3	15.0	25.0	27.5	00.0	66.0	80.0
	22.5	30.0	40.0	30.0	90.0	70.0								
HA	20.0	10.0	30.0	70.0	30.0	80.0	74.0	90.0	50.0	60.0	50.0	00.0	58.0	90.0
	30.0	50.0	10.0	30.0	90.0	63.3								
NE	30.0	32.8	30.0	50.0	25.0	37.5	42.0	23.3	20.0	25.0	30.0	25.0	58.0	90.0
	22.5	40.0	10.0	30.0	90.0	63.3								
CN	50.0	44.2	40.0	55.0	40.0	50.0	26.0	36.6	20.0	30.0	30.0	00.0	58.0	90.0
	30.0	20.0	30.0	50.0	70.0	63.3								
BE	30.0	32.8	30.0	50.0	10.0	50.0	42.0	63.3	30.0	20.0	20.0	00.0	26.0	90.0
	30.0	10.0	50.0	50.0	50.0	63.3								
GI	40.0	32.8	30.0	47.5	46.2	36.2	62.0	26.7	12.5	51.2	26.2	33.7	50.0	60.0
	61.2	30.0	42.5	47.5	80.0	60.0								
LEU	30.0	21.4	30.0	66.7	30.0	56.7	42.0	72.2	23.3	40.0	13.3	46.7	42.0	90.0
	70.0	70.0	50.0	43.3	90.0	54.5								
ACU	40.0	32.8	30.0	65.7	30.0	55.0	51.1	70.9	35.7	48.6	44.3	30.0	64.9	72.9
	64.3	58.6	41.4	52.9	72.9	63.3								

cont.

cont.

	P	E1	E2	PE1	T	COM	CE1	EE2	M	EN	OT1	OT2	OD	MU
	LM	LC	LB	LF	GM	GD								
BR	40.0	32.8	30.0	56.0	38.0	51.0	48.4	52.6	38.0	40.0	36.0	06.0	48.4	58.0
	58.0	50.0	50.0	54.0	58.0	52.6								
TR	60.0	55.6	50.0	52.5	52.5	65.0	42.0	56.6	45.0	35.0	70.0	00.0	18.0	70.0
	21.2	55.0	35.0	40.0	90.0	43.3								
TN	50.0	44.2	40.0	50.0	50.0	70.0	58.0	36.6	50.0	35.0	70.0	00.0	26.0	50.0
	15.0	70.0	50.0	30.0	90.0	36.6								
TNG	70.0	67.1	40.0	50.0	60.0	50.0	42.0	36.6	30.0	60.0	90.0	00.0	26.0	90.0
	15.0	90.0	30.0	10.0	90.0	36.6								
VU	40.0	44.2	40.0	40.0	55.0	50.0	34.0	50.0	30.0	25.0	20.0	20.0	58.0	50.0
	70.0	50.0	50.0	50.0	90.0	63.3								
DE	40.0	32.8	40.0	47.5	44.4	47.5	54.0	50.0	52.5	42.5	03.1	38.8	66.0	50.0
	66.2	43.7	22.5	20.0	57.5	43.3								
DP	50.0	32.8	30.0	60.0	45.0	75.0	58.0	76.6	30.0	40.0	00.0	30.0	42.0	30.0
	70.0	10.0	10.0	30.0	90.0	63.3								
HY	50.0	44.2	40.0	60.0	26.7	46.7	36.7	63.3	43.3	23.3	00.0	40.0	68.7	63.3
	56.7	43.3	23.3	43.3	90.0	54.4								
SI	50.0	44.2	40.0	65.0	40.0	50.0	42.0	63.3	30.0	40.0	20.0	00.0	50.0	40.0
	15.0	10.0	50.0	60.0	50.0	36.6								
PN	50.0	32.8	40.0	63.3	40.0	63.3	42.0	81.1	43.3	40.0	18.3	00.0	58.0	76.7
	16.7	10.0	36.7	43.3	63.3	45.5								
WL	50.0	44.2	40.0	50.0	60.0	70.0	26.0	90.0	50.0	20.0	20.0	55.0	74.0	30.0
	70.0	40.0	40.0	30.0	50.0	50.0								
WLT	50.0	44.2	50,0	50.0	50.0	70.0	26.0	90.0	90.0	10.0	40.0	50.0	74.0	30.0
	70.0	30.0	30.0	50.0	50.0	63.3								
AU	70.0	67.1	50.0	50.0	76.7	83.3	31.3	81.1	50.0	53.3	26.7	10.0	68.7	50.0
	56.7	30.0	50.0	70.0	50.0	36.6								
GEN	70.0	55.6	40.0	50.0	60.0	80.0	74.0	90.0	70.0	60.0	55.0	00.0	26.0	50.0
	20.0	10.0	10.0	10.0	50.0	36.6								
LAN	90.0	78.5	80.0	63.3	86.7	86.7	26.0	63.3	56.7	53.3	73.3	16.7	20.7	
	90.0	23.3	63.3	36.7	23.3	76.7	63.3							
BO	90.0	78.5	80.0	60.0	83.3	76.7	31.3	81.1	50.0	60.0	63.3	76.7	26.0	63.3
	30.0	76.7	30.0	10.0	63.3	81.1								
BOF	90.0	90.0	90.0	70.0	90.0	90.0	26.0	90.0	90.0	60.0	80.0	90.0	26.0	50.0
	30.0	90.0	30.0	10.0	50.0	90.0								
PL	90.0	78.5	70.0	84.0	80.0	84.0	35.6	90.0	62.0	60.0	78.0	00.0	38.8	66.0
	32.0	74.0	30.0	22.0	66.0	84.7								

Tabla 2.- ACP. Estadísticos iniciales (SPSS). Comunálitis, Eigenvalores (raiz latente), Varianza y Varianza acumulada según caracteres y factores (componentes) resultantes:

Variable	Communality	Factor	Eigenvalue	%Var	%Cum
P	1.00000 *	1	6.79705	34.0	34.0
E1	1.00000 *	2	2.81534	14.1	48.1
E2	1.00000 *	3	2.34879	11.7	59.8
PE1	1.00000 *	4	1.79336	9.0	68.8
T	1.00000 *	5	1.56118	7.8	76.6
COM	1.00000 *	6	.94984	4.7	81.3
CE1	1.00000 *	7	.64813	3.2	84.6
EE2	1.00000 *	8	.58343	2.9	87.5
M	1.00000 *	9	.55690	2.8	90.3
EN	1.00000 *	10	.43553	2.2	92.4
OT1	1.00000 *	11	.41429	2.1	94.5
OT2	1.00000 *	12	.24627	1.2	95.8
OD	1.00000 *	13	.23183	1.2	96.9
MU	1.00000 *	14	.18430	.9	97.8
LM	1.00000 *	15	.16274	.8	98.6
LC	1.00000 *	16	.09301	.5	99.1
LB	1.00000 *	17	.07667	.4	99.5
LF	1.00000 *	18	.05710	.3	99.8
GM	1.00000 *	19	.03279	.2	99.9
GD	1.00000 *	20	.01145	.1	100.0

Tabla 3.- ACP. Estadísticos finales (SPSS). Comunálitis, Eigenvalores (raiz latente), Varianza y Varianza acumulada según caracteres y factores (componentes) elegidos para este modelo:

Variable	Communality	Factor	Eigenvalue	%Var	%Cum
P	.89729 *	1	6.79705	34.0	34.0
E1	.93014 *	2	2.81534	14.1	48.1
E2	.92470 *	3	2.34879	11.7	59.8
PE1	.72599 *	4	1.79336	9.0	68.8
T	.85901 *	5	1.56118	7.8	76.6
COM	.76002 *				
CE1	.75660 *				
EE2	.68315 *				
M	.78904 *				
EN	.64412 *				
OT1	.81469 *				
OT2	.77160 *				
OD	.61198 *				
MU	.78515 *				
LM	.75162 *				
LC	.72734 *				
LB	.65814 *				
LF	.82293 *				
GM	.70804 *				
GD	.69418 *				

APÉNDICE 3

Material estudiado:

1- Sección STRICTA (Christ ex Spr. & Hutch.) Bramwell
Echium strictum L. fil (ST):
ST1- Canarias: Tenerife: Bco. del Infierno, 800m. Leg. Bramwell, 16-3-69. LPA 12182, 12183, 12184. Ac 6AZ, 1CT.
ST2- Roque de las Animas, 400m. Leg. Bramwell, 18-4-69. LPA 12179, 12180, 12199, 15638. Ac 2CT.
ST11- Valle Guerra, El Boquerón. Leg. A.Santos, J.Pérez, 10-4-86. Ac 8AP.
ST12- Bajamar, acantilados. Leg. Bramwell, 19-2-69. LPA 12186, 12187, 12188. Ac 4AM. TEM, CSIC.
ST13- Anaga, Cruz de Afur, 700m. Leg. Bramwell, 1-3-69. LPA 12176, 12177, 12181. Ac 8AV.
ST14- Hierro: Tincos, 400m. Leg. Sventenius, 8-4-58. ORT 18297. Ac 8AZ.
ST15- Ladera de Jinama, 550m. Sventenius, 11-5-49. ORT 18296. Ac 3BH.
ST3- Jinama-Frontera, 650m. Leg. R.Febles, 3-5-86. LPA 12201 Ac 6BM, 2CU.
ST4- La Palma: Garafía, 300m. Leg. A.Santos,6-74. ORT 1246. Ac 1BE, 3CU.
ST5- Gran Canaria: Montaña Doramas, 500m. Leg. A.Marrero, 23-2-85. Ac 8AO.
ST6- Teror. El Toscón. Leg. P.Maya, 1-1-88. LPA 15916, 15917. Ac 6CA.
ST7- Jardín Canario. Leg. Sventenius, 11-2-72. LPA 12202, 12212. Ac 5CT.
ST8- Anden Verde-Punta Góngora. Leg. J.Pérez, 12-2-88. LPA 16377, 16380. Ac 6BK, 4CT.
ST9- Guayedra, Bco. del Palo, 1600m. Leg. R.Febles, 24-4-88. LPA 16459. Ac 6CA'.
ST10- Agaete, Los Berrazales. Leg. J.Pérez, 15-5-86. Ac 8AS.
ST16- Los Tilos de Moya, 600m. Leg. Bramwell, 1-4-69 LPA 12200. Ac 1BM.
ST17- Carretera de Moya, 600m. Leg. J.Pérez, 13-5-88. LPA 16455, 16456, 16457, 16458. Ac 4BX. MEB UCM. MET, ULPGC.
subsp. exasperatum (Webb ex Coincy) Bramwell (STE):
STE- Tenerife: Teno, El Fraile, 120m. Leg. Bramwell, 25-1-69. LPA. 12172, 12173, 12174. Ac 1AX.
STE1- Teno, Roque el Fraile, 150m. Leg. R.Febles, 16-4-87. LPA 12194, 12195, 15628. Ac 3CT.
STE2- Buenavista, el Fraile, 250m. Leg. Bramwell, 13-2-69. LPA 12196, 12197, 12198, 16796. Ac 8BM.
subsp. gomerae (Pitard) Bramwell (STG):
STG- Gomera: Alojera, 750m. Leg. Sventenius, 25-2-59. ORT 4977. Ac 7AS.
Echium stenosiphon Webb (SN):
SN1- Cabo Verde: San Antao: Ribeira Cho-Cho. Leg. Sventenius, 25-3-70. LPA 12171. Ac 3BG, 6CU.
SN2- Ribeira Ponta do Sol, 500m. Leg. Sventenius, 25-3-70. LPA 12170. Ac 4BF, 5CU.
SN3- LPA cult. Ac 2BF, 4AN.

2- Sección VIRESCENTIA (Christ ex Spr. & Hutch.) Bramwell
Echium callithyrsum Webb ex Bolle (CL):
CL1- Canarias: Gran Canaria: Bco. de los Cernícalos, 950m. Leg. A.Marrero, 14-2-87. LPA 12023, 12023. Ac 1BH, 5CI.
CL2- Bco. de la Virgen, 950m. Leg. A.Marrero, 24-2-85. LPA 12043, 12044. Ac 1AO, 8CJ.
CL3- Juncalillo, 1200m. Leg. Bramwell, 29-3-69, LPA 12025, 12031, 12033, 12034. Ac 8AN, 7CJ.
CL4- Fagajesto, 1000m. Leg. B.Navarro, S.Martín, 19-2-83. LPA 12041, 12042. Ac 5BG.
CL5- Teror-S.Mateo, 800m. Leg. J.Pérez, 28-3-89. LPA 12045. Ac 1BK 4CN.
CL6- Bco. de Ayacata, 1300m. Leg. J.Pérez, R.Febles, 15-3-88. LPA 15603, 15604. Ac 6CJ.
CL7- Rincón de Tenteniguada, 1150m. Flor azul. Leg. V.Montelongo, A.Roca, 30-4-86. LPA 13581, 13582. Ac 8AR, 5BX. MEB UCM. MET CSIC.

CL8- Rincón de Tenteniguada, 1150m. Flor roja. Leg. V.Montelongo, A.Roca, 30-4-86. LPA 13585. Ac 5BC, 2CA'. MET ULPGC. Mi-UCM.

Echium onosmifolium Webb et Berth. (O):

O1- Gran Canaria: Risco Blanco, 1200m. Leg. R.Febles, 4-5-87. LPA 12111. Ac 2BN, 6CM.

O2- Pinar de Inagua. Leg. V.Montelongo, 16-4-82. LPA 12286, 12287, 12288. Ac 8CI.

O3- Ayagaures-Vicentes. Leg. J.Pérez, 24-5-88. LPA 16443, 16444, 16445. Ac 5CA'. MET ULPGC.

O4- Bco. de Arguineguín-Presa de Soria. Leg. J.Pérez, 24-5-88. LPA 16450, 16451, 16452, 16453. Ac 4BK, 1CN.

O5- Fataga, Cruz Grande. Leg. J.Pérez, 9-3-82. LPA 12129. Ac 6BA.

O6- Sta. Lucía, Ansite, 600m. Leg. Sventenius, 21-2-73. LPA 12119. Ac 5BA, 7BY. MET CSIC.

O7- Bco. de Tejeda, 1300m. Leg. Bramwell, 27-3-69. LPA 12125, 12126, 12127. Ac 5AS.

O8- Temisas, Bco. de la Angostura, 650m. Leg. Sventenius, 24-5-71. LPA 12113, 12118. Ac 4BA, 7BM.

O9- Sobre Cortadores. Leg. Sventenius, 24-5-71. LPA 12112, 12114, 12115. Ac 1BN, 7CM.

O10-Tirajana, La Culata, 1300m. Leg. A.Marrero, 6-3-85. LPA 15630, 15631, 15632. Ac 3BO, 5CM.

O11-Roque Bentayga, 900m. Leg. P.Maya, R.Febles, 11-3-87. LPA 12121, 12122, 12123. Ac 8BI, 2CN.

O12-Bco. de Fataga, 400m. Leg. Bramwell, 30-3-69. LPA 12130, 12131, 16799. Ac 2AT, 2BA, 8CM.

subsp. spectabile Kunkel (OS):

OS- Montaña del Cedro, 550m. Leg. J.Pérez, A.Marrero, 20-1-87. LPA 15644, 15645. Ac 2BC, 3CN.

Echium virescens DC. (VI):

VI1- Tenerife: Cumbre de Masca, 1100m. Leg. Bramwell, 11-2-69. LPA 12251, 12252, 16802, 16803, 16804. Ac 4BH, 7CÑ.

VI2- Ladera de Güimar, 550m. Leg. Bramwell, 9-3-69. LPA 12245, 12246, 12250. Ac 5BH, 7CN.

VI3- Adeje, Bco. del Infierno, 700m. Leg. Bramwell,10-3- 69. LPA 12247, 12248, 12249. Ac 7BH, 8CN.

VI4- Vilaflor, 1900m. Leg. Bramwell, 30-4-69. LPA 12253, 12254, 16860, 16861. Ac 6BH, 8CÑ.

VI5- Anaga: Cruz de Taborno, 700m. Leg. Bramwell, 7-2-69. LPA 12263, 12264, 12265. Ac 3AX, 4BZ. MEB UCM. MET CSIC, ULPGC.

VI6- Guía de Isora, San Juan, 250m. Leg. Bramwell, 9-3- 69. LPA 12255, 12256. Ac 4AÑ.

VI7- Lomo de Pedro Gil, 1600m. Leg. Bramwell, 15-4-69. LPA 12260, 12261, 12262. Ac 5AK, 5AV.

VI8- Bco. de Erjos, 550m. Leg. A.Marrero, 26-6-85. LPA 15622, 15623, 15624. Ac 5BO, 6CÑ.

var. angustissimum. Bolle ex Christ. (VIA):

VIA- Cumbre de Pedro Gil, 1900m. Leg. Bramwell, 30-5-69. LPA 12266, 12267, 12268, 16805, 16806. Ac 4AX.

Echium sventenii Bramwell (SV):

SV1- Tenerife: Adeje, Bco. Seco, 800m. Leg. Sventenius, 22-3-62. ORT 13798. Ac 7CI.

SV2- Adeje, Bco. Seco. Leg. A.Santos, Calero, 12-4-83. ORT 28892. Ac 8AT.

SV3- Adeje, Bco. Seco, 350m. Leg. Bramwell, 1-6-69. LPA 12219, 12220, 12221, 12222, 12224. AC 7AÑ.

Echium webbii Coincy (WE):

WE1- La Palma: Caldera de Taburiente. Leg. J.Rodrigo, N.González, 19-8-82. LPA 16166. Ac 3CÑ.

WE2- Sobre Gallegos, 750m. Leg. J.Pérez, J.Veza, E.Cabrera, C.Pedrero, 22-8-87. LPA 15633, 15634. Ac 7BN, 5CN.

WE3- Pinar de Puntagorda, 750m. Leg. P.Maya, R.Febles, 27-6-87. LPA 12269. Ac 3BN, 4CÑ.

WE4- Los Tilos-Barlovento. Leg. Bramwell, 7-6-69. LPA 12273, 12274, 12275. Ac 7AN, 5CÑ.

WE5- Pinar de Fuencaliente, 700m. Leg. Bramwell, 9-6-69. LPA 12270, 12271, 12272. Ac 7AV, 2BZ. MEB UCM. MET CSIC.

WE6- Roque de Mazo. Leg. Sventenius, 25-3-66. ORT 252321. Ac 8BD.
WE7- Bco. de las Angustias, 500m. Leg. Bramwell, 10-6-69. LPA 12276, 12277. Ac 6AV.
Echium acanthocarpum Svent. (ACA):
ACA1- La Gomera: Ancule. Leg. A.Bañares, 5-83. ICTF 20386. Ac 1CM.
ACA2- Hermigua, La Meseta. Leg. M. Fdez. Galván, 24-4-75. Ac 7AP.
ACA3- Agando, 800m. Leg. Bramwell, 27-6-69. LPA 11963, 11964, 11965. Ac 1AN, 8CS.
Echium hierrense Webb ex Bolle (HI):
HI1- Hierro: Las Playas, 300m. Leg. R.Febles, 2-5-86. LPA 12097, 12098. Ac 4AP, 5BZ. MEB UCM. MET CSIC, ULPGC.
HI2- Tincos, 600m. Leg. Sventenius, 2-5-59. ORT 18292. Ac 8AX.
HI3- Sabinosa, 600m. Leg. Sventenius, 6-4-58. ORT 18291. Ac 2BE, 1CÑ.
HI4- Isora-Las Playas, 350m. Leg. P.Maya, R.Febles, 24-4-87. LPA 12096. Ac 2CÑ.
HI5- Hoya de las Playas, 500m. Leg. Sventenius, 13-4-61. ORT 18276. Ac 6BE.
Echium handiense Svent. (HA):
HA- Fuerteventura: Jandía, Pico de la Zarza, 800m. Leg. Sventenius, 4-3-57. ORT 23886, 21628. Ac 6AR, 4BE, 6CN.
Echium nervosum Dryander in Aiton (N):
N1- Madeira: Jabua. Leg. A.Hansen, 7-4-63. AC 2CI.
N2- Ponta do Garajau. Leg. Bramwell, J.Pérez, 1-6-77. LPA 12109. Ac 4AS, 6BG.
Echium candicans L. fil. (CN):
CN1- Madeira: Pico d'Arriero. Leg. A.Hansen, 24-5-70. Ac 1CI.
CN2- Ribeiro do Vasco Gil, 900m. Leg. Sventenius, 4-7-62. ORT 836. Ac 6AP.
Echium bethencourtii Santos (BE):
BE- Canarias: La Palma: Bco. de Gallegos, 200m. Leg. A.Santos, 3-75. Ac 2AP.

3- Sección GIGANTEA (Christ ex Spr. & Hutch.) Bramwell
Echium giganteum L. fil. (GI):
GI1- Tenerife: Bco. de Ruiz, 200m. Leg. Bramwell, 17-2-69. LPA 12093, 12094, 12095. Ac 3BZ, 3CS. MEB UCM. MET CSIC, ULPGC.
GI2- San Juan de la Rambla, 5m. Leg. Bramwell, 22-1-69. LPA 12090, 12091, 12092. Ac 4CR.
GI3- Ladera Sta. Ursula, 300m. Leg. Sventenius, 31-1-45. ORT 13836. Ac 6BI, 3CR.
GI4- Bco. de las Goteras, 250m. Leg. Bramwell, 14-1-69. LPA 12077, 12078, 12079, 12080. Ac 5BM.
GI5- Mirador de Humboldt. Leg. Bramwell, 9-1-69. LPA 12081, 12082, 12083. Ac 8AJ.
GI6- La Orotava, 250m. Leg. Bramwell, 20-10-68. LPA 12087, 12088, 12089. Ac 7AX.
GI7- Playa de San Marcos, 30m. Leg. Bramwell, 24-1-69. LPA 12084, 12085, 12086. Ac 2AX.
GI8- Risco Tigayga. Leg. Sventenius, 22-3-64. ORT 13837. Ac 5BK.
Echium leucophaeum Webb ex Sprague & Hutchinson (LEU):
LEU1- Tenerife: Bco. de la Hoya, Bajamar, 400m. Leg. A.Marrero, 6-6-85. LPA 15640, 15641. Ac 6CI.
LEU2- Camino Chinamada, 600m. Leg. A.Santos, M. Fdez. Galván, 6-3-81. ORT 29219. Ac 3AS.
LEU3- Cumbre de Taganana, 700m. Leg. Bramwell, 7-2-69.LPA 12100, 12101, 12102, 12103. Ac 6AX.
LEU4- Cumbre de Igueste, 600m. Leg. Bramwell, 1-3-69. LPA 12105, 12106. Ac 5AK, 8CR.
LEU5- Bco. Chamorga, 300m. Leg. Sventenius, 25-7-45. ORT 13774. Ac 2BK.
Echium aculeatum Poir. (ACU):
ACU1- Tenerife: Cumbre de Masca, 1000m. Leg. Bramwell, 25-4-69. LPA 11987, 11988, 11989, 11990. Ac 2BI, 5BY, 1CS. MEB UCM. MET CSIC.
ACU2- Punta Teno, 150m. Leg. Bramwell, 17-3-69. LPA 11971, 11972. Ac 5AN, 2CS.
ACU3- Bco. del Infierno, 800m. Leg. Bramwell, 10-3-69. LPA 11975, 11976, 11977, 11978. Ac 1AV, 4CS.
ACU4- Valle Santiago, 900m. Leg. A.Marrero, A.Roca, 2-7- 86. Ac 4AZ.
ACU5- Tamaimo, 550m. Leg. Bramwell, 5-3-69. LPA 11983, 11984, 11985, 11986. Ac 2AV.
ACU6- La Gomera: Taguluche. Leg. M.Fdez. Galván. ORT 4971. Ac 3BI.
ACU8- Aguagilva. Leg. M.Fdez. Galván, 3-76. Ac 3AT.
ACU9- Bco. de La Villa, 550m. Leg. P.Maya, R.Febles, 9-4-87. LPA 11970. Ac 2CR.

ACU10- Hierro: Taibique-Restinga, 500m. Leg. P.Maya,R.Febles, 24-4-87. LPA 11968, 11969. Ac 1CR.
ACU11- Sabinal de la Dehesa, 200m. Leg. Sventenius, 2-4- 58. ORT 18280. Ac 4BI.
ACU7- Cuevas de Pajales, 600m. Leg. Sventenius, 10-4-58. ORT 18279. Ac 4BJ.
Echium brevirame Sprague & Hutch. (BR):
BR1- La Palma: Bco. del Carmen. Leg. Bramwell, 8-6-69. LPA 12019, 12020, 12021. Ac 7AM, 5CS. MET CSIC.
BR2- Punta de Garafía, 200m. Leg. A.Marrero, M.Jorge, 30-6-87. LPA 12011. Ac 3BM, 6BZ, 6CR. MEB UCM. MET ULPGC.
BR3- Bco. de las Angustias. Leg. Bramwell, 10-6-69. LPA 12014, 12015, 12022. Ac 5BI, 5CR.
BR4- Puntallana. Leg. Bramwell, 8-6-69. LPA 12023. Ac 4AV.
BR5- Volcán de San Antonio, 600m. Leg. Bramwell 9-6-69. LPA 12012, 12016, 12017, 12018. Ac 5AX.
BR6- Mirador El Time, 570m. Leg. J.Pérez, J.Veza, E.Cabrera, C.Pedrero, 22-8-87. Ac 6BN, 6BO.
BR7- Volcán Teneguía, 450m. Leg. J.Pérez, J. Veza, E.Cabrera, C.Pedrero, 23-8-87. Ac 8BN, 8BO.
Echium triste Svent. (T):
T1- Gran Canaria: Bco. de La Palma, 100m. Leg. Sventenius, 22-5-72. LPA 12236, 12237. Ac 8BG.
T2- Playa Tasartico, 1m. Leg. J.Pérez, P.Maya, 10-5-88. Ac 2BX. MEB UCM. MET ULPGC.
T3- Veneguera. Leg. Sventenius, 7-2-73. LPA 12234, 12235. Ac 4BG.
T4- Mogán-Pto. Rico, 100m. Leg. Sventenius,21-2-73. LPA 12238, 12239, 12240. Ac 1AE, 6BC.
T5- Bco. de Mogán. Leg. Sventenius, 28-7-71. LPA 12232, 12233. Ac 1BG. MET CSIC.
subsp nivariense (Svent.) Bramwell (TN):
TN- Tenerife: Bco. de las Manchitas, Adeje, 350m. Leg. Bramwell, 9-3-69. LPA 12241, 12242, 12243, 12244. Ac 5AT.
var. gomeraeum Svent. (TNG):
TNG- Gomera: Playa de Argaga, 50m. Leg. Sventenius, 9-10-56. ORT 4946. Ac 6AT, 2BO.
Echium vulcanorum A. Chevalier (VU):
VU1- Cabo Verde: Fogo: Monte Mhuco. Leg. Lowe, 24-3-1864. (BM s.n.) Ac 2CJ.
VU2- Cha das Caideiras, 1750m. Leg. O.H.Ruston, C.Brochman. (OHR 2167). Ac 3CI.

4- Sección DECAISNEA Bramwell
Echium decaisnei Webb & Berth. (D):
D1- Canarias: Gran Canaria: Pico de Bandama. Leg. J.Pérez, J.Veza Pérez, 23-5-88. LPA 16421, 16422, 16423. Ac 1BY, 6CT. MEB UCM. MET ULPGC.
D2- Dda. Tasartico. Leg. J.Pérez, P.Maya, 10-5-88. LPA 16424, 16425. Ac 9CA', 7CU.
D3- Mtña. del Cedro, 400m. Leg. J.Pérez, A.Marrero, 20-1-87. LPA 12053, 12056, 12057. Ac 1BC, 8CU.
D4- El Dragonal. Leg. J.Pérez, 13-5-90. Ac 7CS.
D5- Tafira. Leg. Bramwell, 28-3-69. LPA 12069, 12070. Ac 3AN.
D6- Los Berrazales. Leg. J.Pérez, 20-1-87. LPA 12055. Ac 2AZ.
D7- Juncalillo, 600m. Leg. Bramwell, 28-3-69. LPA 12065. Ac 6AK.
D8- Costa de Bañaderos. Leg. J.Pérez, A.Marrero, 20-1-87. LPA 12054, 16435, 16436. Ac 1AT.
D9- Agüímes-Temisas. Leg. J.Pérez, A.Roca, 15-3-87 LPA 12051, 12052. Ac 6BF, 4CU. MET CSIC.
D10- Playa del Inglés. Leg. J.Pérez, 23-1-87. LPA 16440, 16441, 16442. Ac 1AZ.
D11- Presa Ayagaures. Leg. J.Pérez, A.Marrero, A.Roca, 24-5-88. LPA 16402, 16403, 16405, 16406. Ac 1M, 6M.
D12- Bco. Fataga. Leg. J.Pérez, A.Roca, 15-3-87. LPA 12048, 12049, 12050. Ac 7BF, 2M.
D13- Bco. de Azuaje. Leg. J.Pérez, 13-5-88. LPA 16383, 16389. Ac 1CA, 3M. MEB UCM. MET ULPGC.
D14- Cuesta Silva. Leg. J.Pérez, 13-5-88. LPA 16385, 16386, 16387, 16408. Ac 5M.
D15- Guayadeque. Leg. J.Pérez, J.Veza, J.Veza Pérez, E.Veza, A. Iglesias, 20-2-88. LPA 16413. Ac 4M.
D16- Lomos de Correa. Leg. B.Navarro, 15-5-88. LPA 16407. Ac 7M.
D17- Playa Tasartico. Leg. J.Pérez, P.Maya, 10-5-88. LPA 16433, 16434. Ac 8M.
D18- Fataga. Leg. A.Roca, 10-3-82. Ac 5AR, 7BA.
D19- Cenobio Valerón. Leg. J.Pérez, 22-5-87. Ac 4BN.
D20- Roque Bentayga, 900m. Leg. P.Maya, R.Febles, 20-1-87. LPA 12046, 12047. Ac 1BI.

Echium bonnetii Coincy (BO):
BO1- Gran Canaria: Bco. Arguineguín. Leg. Sventenius, 8-3-72. LPA 11996. Ac 2BH.
BO2- Andén Verde, 500m. Leg. Sventenius, 23-1-73. LPA 12006. AC 7BC.
BO3- Tenerife: Punta Teno, 150m. Leg. Bramwell, 13-2-69. LPA 12005. Ac 2BD, 7BZ. MEB UCM. MET CSIC.
BO4- Adeje, Bco. Seco, 600m. Leg. Bramwell, 10-3-69. LPA 11997. Ac 4BD.
BO5- Teno Bajo. Leg. Bramwell, 26-6-69. LPA 11998, 11999, 12000, 12001, 12002. Ac 3AV, 8BA.
var. fuerteventurae (Lems & Holzap.) Bramwell (BOF):
BOF1- Fuerteventura: Volcán de la Oliva, 600m. Leg. Bramwell, 13-5-69. LPA 12007, 12008, 12009. Ac 6AN.
BOF2- Betancuria. Leg. Bramwell, 10-5-69. LPA 12010. Ac 6BD.
Echium plantagineum L. (PL):
PL1- Gran Canaria: Las Arenillas. Leg. J.Pérez, 10-4-80. Ac 3AÑ.
PL2- Los Tilos. Leg. Sventenius, 28-2-72. LPA 12153, 12154, 12155, 12156. Ac 7BD, 2BY. MEB UCM. MET CSIC.
PL5- San Nicolás de Tolentino. Leg. Sventenius, 4-3-73. LPA 12151, 12152. Ac 8BC.
PL3- Tenerife: El Bailadero, 600m. Leg. Bramwell, 7-2-69. LPA 12158. Ac 3BD.
PL4- Buenavista, 180m. Bramwell, 13-2-69. LPA 12157, 12160, 16798. Ac 5BD.

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LAS ESPORAS DE HELECHOS DE LA SIERRA DE ANAGA (TENERIFE). ISLAS CANARIAS

TOMÁS SÁNCHEZ VELÁZQUEZ

I.B. "Domingo Rivero" Arucas. Camino de La Cruz s/n. 35400 Arucas. Gran Canaria. Islas Canarias.

Recibido: noviembre 1995

Palabras clave: esporas, helechos, Tenerife, Canarias.

RESUMEN

Se ha estudiado mediante microscopía óptica y electrónica de barrido algunos aspectos morfológicos de las esporas de 20 taxones de helechos de la Sierra de Anaga en la isla de Tenerife.

También se da a conocer un estudio comparativo de esporas entre poblaciones distintas por su gran variabilidad morfológica.

El presente trabajo va a contribuir en la confección de un atlas palinológico de los helechos que habitan en Canarias.

SUMMARY

Some morphological aspects of fern spores of twenty taxa from Sierra de Anaga (Tenerife) have been studied by means of optical and scanning electron microscopes.

A comparative study of spores between different populations is also reported due to the great morphological variability.

The present work will contribute to the preparation of an atlas of fern spores of from the Canary Islands.

INTRODUCCIÓN

Desafortunadamente son bastantes escasos los trabajos palinológicos que se han realizado sobre helechos procedentes de las Islas Canarias. Entre ellos destacamos los de PEARMAN (1976), GIBBY *et al.* (1977), SÁENZ DE RIVAS & RIVAS-MARTINEZ (1979), ROBERT (1979), BENNERT *et al.* (1982), AFONSO (1982), GONZALEZ (1982), ORMONDE (1990, 1991) y QUEIROS *et al.* (1991).

Mis estudios sobre Ecología de la flora pteridológica de la Sierra de Anaga, presentados en el X Simposio Ciencias Criptogámicas de Melilla, prosiguen con este trabajo palinológico de esta región de la Isla deTenerife.

ISSN 0211- 7150

La Sierra de Anaga, situada en el nordeste de esta isla, alberga una importante reserva de monteverde que se distribuye por la cúpula de una cadena montañosa (fig. 1). Este bosque contiene poblaciones de helechos que datan del Terciario, de los que se han identificado 20 taxones y, en este sentido, OSSUNA Y VAN DER HEEDE (1897) ya cita especies de helechos de esta Sierra con los nombres de *Diksonia culcita* Henrit y *Adiantum reniforme* Lin.

En líneas generales se pretende contribuir en el campo de la Palinología basándome en estudios morfológicos de esporas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las esporas maduras fueron extraídas de helechos fértiles de la Sierra de Anaga (Tenerife) y después de ser herborizados se encuentran en el herbario del Jardín Botánico "Viera y Clavijo" (LPA) de Gran Canaria y cuya referencia se hace mención en la Tabla 2.

Las esporas se montan en glicerogelatina y a continuación, se observan al microscopio óptico. De los 20 taxones estudiados se han preparado 37 muestras, correspondiendo en la mayoría de los casos 2 muestras por taxón que pertenece a dos poblaciones y así se toman 30 dimensiones por muestra. Se obtienen tres valores para cada uno de los parámetros siguientes: longitud (L) en vista polar proximal para las esporas monoletas y diámetro ecuatorial (E) en vista polar proximal para las triletas. Estas dimensiones se expresan en el mismo orden que sigue FERRARINI *et al.* (1986), la primera equivale a la espora más pequeña, la segunda indica la media general de las dos muestras, y la tercera corresponde a la espora de mayor tamaño. Asimismo, las medidas se toman excluyendo el tamaño del perisporio ya que esta pared varía notablemente en toda la extensión de la superficie de la espora por lo que nos lleva a medidas erróneas y se cree que no tiene valor taxonómico (Tabla 1).

El microscopio electrónico de barrido (Jeol JSM T-220A) se ha utilizado para la observación de la ornamentación de las esporas, las cuales, en su mayoría, procedentes de material fresco, se observan después de recubrirlas en vacío con una capa de oro, sin haber sido acetolizadas previamente. A continuación, se hacen microfotografías con una máquina fotográfica Mamiya 6x7, para esto se utiliza películas Ilford-400 asa.

Por último, con los resultados obtenidos se realizan estudios comparativos entre esporas morfológicamente variables que pertenezcan a dos poblaciones de los siguientes taxones: *Pteris incompleta* Cav. (**P1**, **P2**), *Asplenium onopteris* L. var. *onopteris* (**A1**, **A2**), *Dryopteris guanchica* Gibby et Jermy (**D1**, **D2**) y *Polystichum setiferum* (Forssk) Woynar (**S1**, **S2**). En este sentido se aplica el test de SIMPSON Y ROE descrito en BIDAULT (1968) para el tamaño de los parámetros **L** y **E** (fig. 2) y además, se compara las ornamentaciones esporales de ambas poblaciones.

Para describir los tipos de ornamentación de las esporas se ha empleado una terminología puesta en práctica por NAYAR & DEVI (1964, 1966), VIANE & VAN

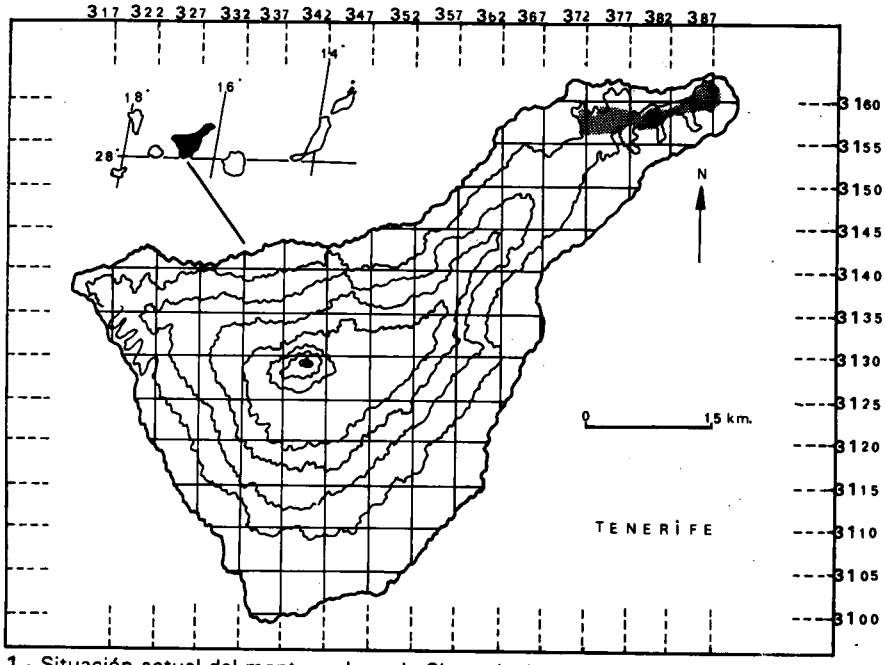


Figura 1.- Situación actual del monteverde en la Sierra de Anaga (M), en el mapa de Tenerife (Islas Canarias).

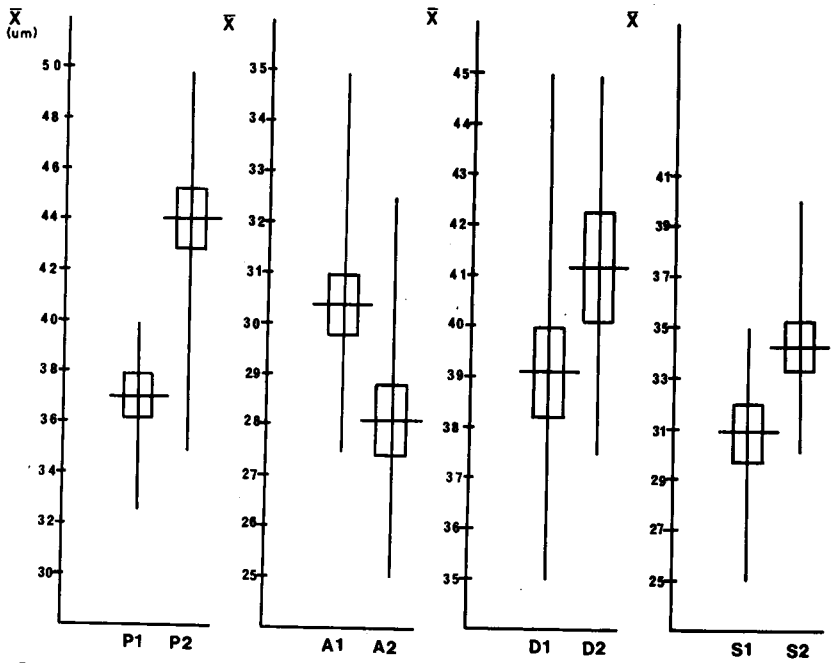


Figura 2.- Test de comparación entre dos poblaciones para los parámetros esporales E en *Pteris incompleta* Cav. (P1: El Pijaral, P2: Las Yedras) y L en *Asplenium onopteris* var. onopteris (A2: Monte Aguirre, A2: El Pijaral, Dryopteris guanchica Gibby et Jermy. (D1: El Pijaral, D2: Las Vueltas de Taganana) y *Polystichum setiferum* (Forssk.)Woynar (S1: Las Yedras, S2: El Pijaral). (Simpson y Roe).

Tabla 1.- Dimensiones expresadas en micras para los parámetros longitud (L) y eje polar (E) de esporas monoletas y triletas respectivamente, según varios autores en comparación con los datos obtenidos en el presente trabajo.

Especies	Sánchez T.	Ferrarini et al. (1986)	Fernández et al. (1980, 1983)	Salvo E.
Selaginella denticulata Macrosporas Microsporas	 283-(335)-387 22-(31'9)-42	 364'8 (una sóla) (30)-34'32-(38)	---------	 300-500 29-36
Polypodium macaronesicum	52-(65'5)-87	---------	---------	---------
Pteris incompleta	32-(40'3)-50	---------	42-48	32-36
Adiantum reniforme var. *reniforme*	43-(50'7)-58	---------	---------	---------
Anogramma leptophylla	40-(46'6)-50	(44)-48'08-(52)	41-54	42-49
Hymenophyllum tunbrigense	27-(33'1)-40	(32)-37'04-(40)	40-48	34-42
Vandenboschia speciosa	26-(29'6)-37	(32)-35'52-(40)	15-34	32-39
Culcita macrocarpa	37-(48'3)-56	---------	50-55	45-52
Asplenium hemionitis var. *hemionitis*	20-(24'4)-29	---------	---------	36-45
Asplenium onopteris var. *onopteris*	25-(29'2)-33	(28)-29'76-(36)	33'8-40'34	28-32
Ceterach aureum var. *aureum*	33-(38'2)-43	---------	---------	---------
Cystopteris viridula	39-(45'9)-52	---------	43'7-55	36-45
Diplazium caudatum	26-(32'8)-39	---------	27'27-43'18	26-36
Dryopteris oligodonta	29-(35'5)-41	---------	---------	---------
Dryopteris guanchica	34-(40'2)-46	---------	---------	24-38
Dryopteris affinis ssp *affinis* var *affinis*	37-(43'6)-50	---------	---------	39-45
Polystichum setiferum	25-(32'3)-40	(26)-27'68-(32)	37'5-42'5	33-36
Davallia canariensis	42-(49'9)-58	---------	---------	46-53
Woodwardia radicans	46-(54'8)-63	(50)-54'64-(60)	---------	52-56
Blechnum spicant	37-(42'5)-50	(40)-45'44-(50)	---------	43-48

Tabla 2.- Referencias de los helechos, recolectados por T. Sánchez, de la Sierra de Anaga en la Isla de Tenerife

Especie	Localidad	Fecha - recol.	Nº reg.
Selaginella denticulata	El Pijaral	25-III-89	
Polypodium macaronesicum	El Pijaral Vueltas de Taganana Cabezo de Tejo	29-XII-90 9-VI-89 25-III-89	
Pteris incompleta	El Pijaral Las Yedras	3-IX-90 1-IX-90	
Adiantum reniforme var. *reniforme*	Monte de las Mercedes Monte Aguirre	-V-87 2-IX-90	
Anogramma leptophylla	Las Yedras Monte de las Mercedes	9-VI-89 25-III-89	
Hymenophyllum tunbrigense	El Pijaral Cabezo de Tejo	29-XII-90 25-III-89	
Vandenboschia speciosa	Las Yedras El Pijaral Cabezo de Tejo	9-VI-89 25-III-89 2-IX-90	
Culcita macrocarpa	El Pijaral Cabezo de Tejo	29-XII-90 25-III-89	
Asplenium hemionitis var. *hemionitis*	El Pijaral Monte Aguirre	3-IX-90 2-IX-90	
Asplenium onopteris var. *onopteris*	Monte Aguirre El Pijaral	2-IX-90 3-IX-90	
Ceterach aureum var. *aureum*	Monte Aguirre Monte de las Mercedes	2-IX-90 25-III-89	
Cystopteris viridula	Pico del Inglés	1-IX-90	
Diplazium caudatum	Las Yedras El Pijaral	9-VI-89 25-III-89	
Dryopteris oligodonta	Las Yedras El Pijaral	9-VI-89 29-XII-90	
Dryopteris guanchica	Vueltas de Taganana El Pijaral	1-IX-90 3-IX-90	
Dryopteris affinis ssp *affinis* var *affinis*	El Pijaral	3-IX-90	
Polystichum setiferum	Las Yedras El Pijaral	1-IX-90 25-III-89	
Davallia canariensis	Cabezo de Tejo El Pijaral	25-III-89 29-XII-90	
Woodwardia radicans	El Pijaral	29-XII-90	
Blechnum spicant	Vueltas de Taganana Cabezo de Tejo	9-VI-89 2-IX-90	

COTTHEM (1977), DEVI (1980), PUTTOCK & QUIN (1980), MOY (1988), TRYON & LUGARDON (1991), y sobre todo FERRARINI *et al. (1986),* cuyos trabajos son muy útiles.

RESULTADOS

Selaginella denticulata (L.) Link

Especie heterosporea, por lo que tiene dos tipos de esporas:

a) Macrosporas

La ornamentación es tuberculada y papilada con tubérculos y papilas que tienen una media alrededor de los 5'5 μm. de alto. Estos elementos se encuentran separados y son menos abundantes y de menor tamaño en la cara proximal con respecto a la distal. De ellos surgen espinas, están aglutinadas entre sí y son más o menos largas, flexuosas y delgadas (Fig. 3, **A, B, C** y **D**).

b) Microsporas

El perisporio es tuberculado con tubérculos generalmente confluentes lateralmente y entre ellos hay unos intersticios que se encuentran perforados (Fig.3, **E, G** y **H**).

La superficie es equinulada con espínulas de 0'2 a 0'7 μm. de largo, y en algunas ocasiones, poco a poco se ramifican hasta unirse unas con otras formando una estructura alveolar (Fig. 3, **F**).

Polypodium macaronesicum Bobrov

El perisporio es venulado, muy fino y no firmemente adherido al exosporio (Fig. 4, **B**).

El exosporio está densamente tuberculado, de aspecto cerebroide, con tubérculos más o menos isodiamétricos en torno a la lesura, mientras que en la cara distal son más irregulares y tienden a confluir dando elementos alargados separados por estrechos canales (Fig. 4, **A**).

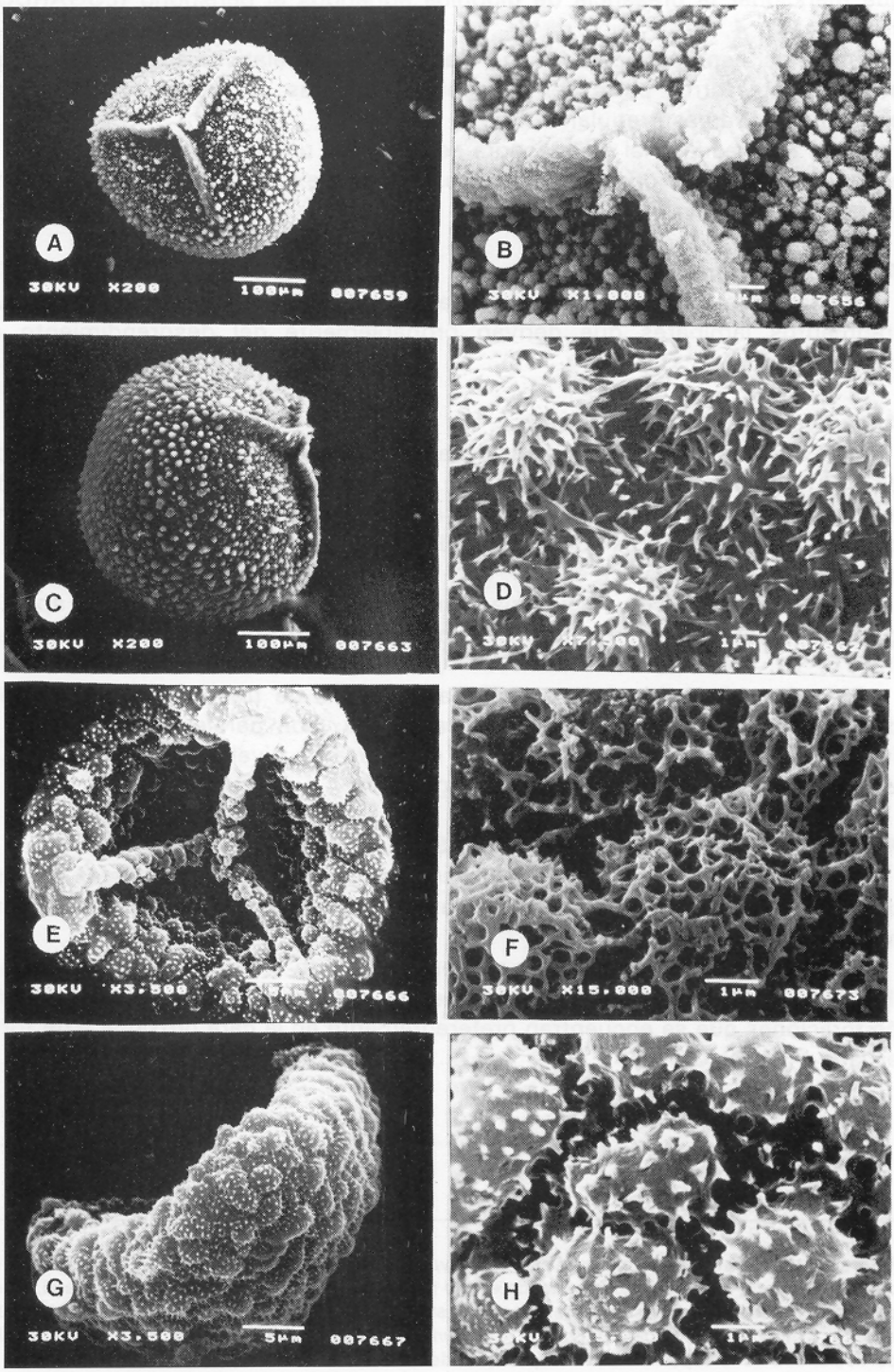
Pteris incompleta Cav.

El perisporio está provisto de tubérculos más o menos fusionados en el borde de la lesura y en la cara distal.

La superficie del perisporio contiene báculos que alcanzan 1'3 μm. de longitud y presentan una distribución irregular con orientación variable. También habría

---

Figura 3.- Microfotografías electrónicas de Selaginella denticulata (L.) Link. Macrosporas. A, cara proximal, B, detalle de la lesura. Microsporas. C, vista lateral; D, detalle de la superficie de la cara distal; E, cara proximal; F, detalle de tugérculos que adquieren un aspecto alceolar, G, cista lateral; H, aspecto tuberculado del perisporio.


A
30KV X200 100µm 007659
B
30KV X1.000
C
30KV X200 100µm 007663
D
30KV 1µm
E
30KV X3.500 007666
F
30KV X15.000 1µm 007673
G
30KV X3.500 5µm 007667
H
1µm

que mencionar la presencia de glóbulos adheridos al perisporio (LUGARDON, 1981), (Fig. 4, **F**).

En otras esporas aparece una capa externa relativamente delgada que posiblemente forme parte del perisporio y además, se fragmenta fácilmente originando escamas irregulares (Fig. 4, **D**)

En la zona ecuatorial de la espora se distingue un cíngulo de 5 a 8'7 µm. de ancho, que en la mayoría de los casos es sinuoso, experimentando una estrechez en los ángulos (Fig. 4, **C** y **E**).

Adiantum reniforme L. var. ***reniforme***

El exosporio presenta una superficie psilada, aunque sobre ella se observan fragmentos laminares que derivan probablemente del desprendimiento del perisporio (Fig. 4, **G** y **H**).

Anogramma leptophylla (L.) Link

En la cara distal del perisporio se desarrollan elementos tuberculo-vermiculados de 1'8 a 10'5 µm. de largo por 3'2 a 0'7 µm. de ancho. Entre éstos quedan espacios libres de hasta 1'25 µm. de ancho. Por otra parte, la cara proximal, concretamente en el área que bordea a la lesura, está dominada por mamelas sin dejar espacios libres entre ellas.

La superficie es con frecuencia granulada y en ciertas esporas se aprecian glóbulos de aproximadamente 0'27 µm. de diámetro y de distribución irregular (Fig. 5, **B**).

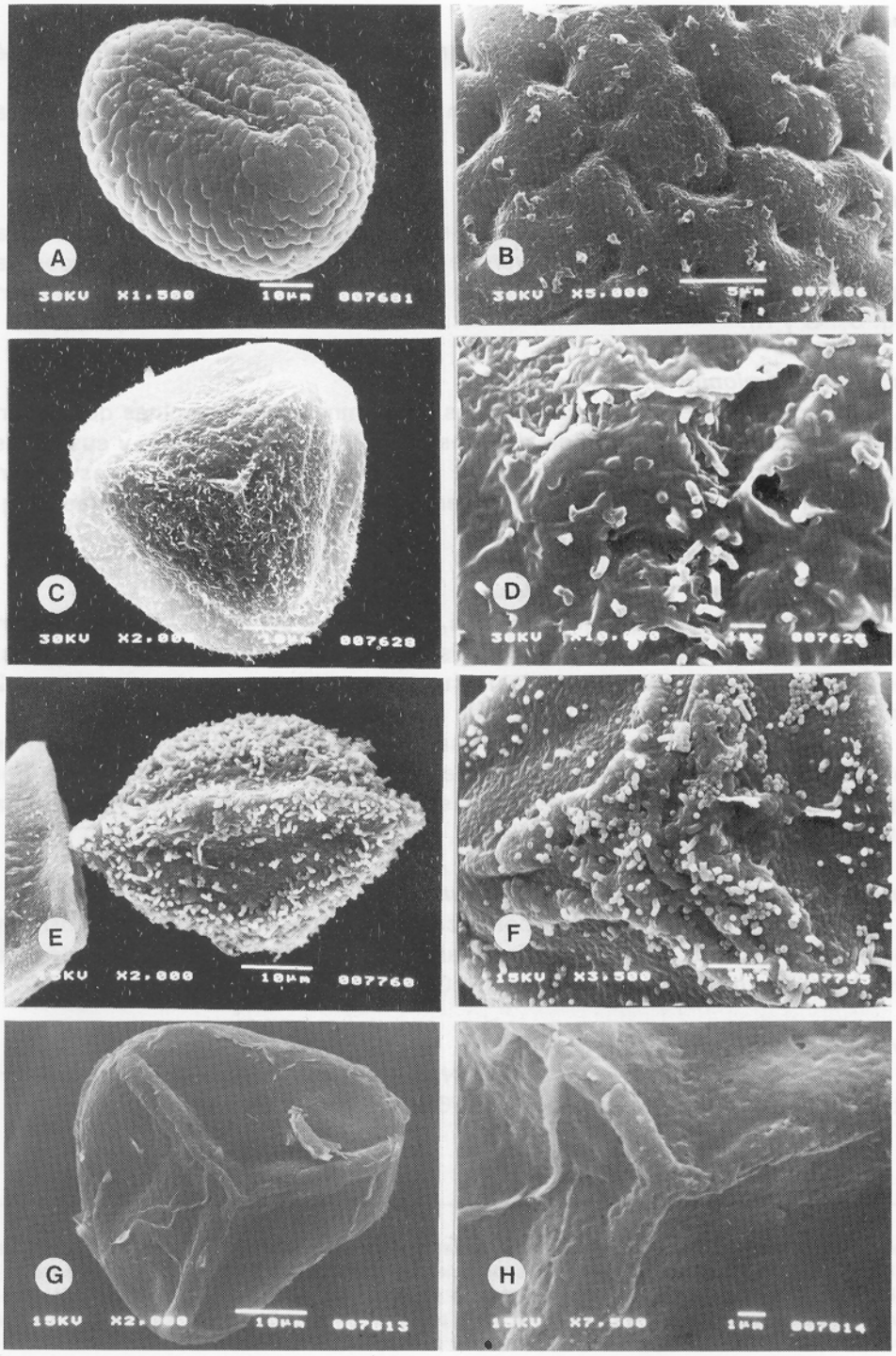
Es característico de esta especie la presencia de tres anillos botuliformes, dispuestos en la zona ecuatorial de la espora. Son paralelos entre sí, no se fusionan en casi toda su extensión, y se acortan a nivel de la dirección de los extremos de los brazos de la lesura (Fig. 5, **A**)

Hymenophyllum tunbrigense (L.) J. E. Sm.

Los brazos de la lesura están ornamentados por espínulas dispuestas en varias direcciones, que en la mayoría de los casos se unen por sus bases relativamente anchas (Fig. 5, **D**).

El perisporio está adornado de procesos papilado-espinulosos y, no pasan de 1'4 µm. de altura. Entre los elementos ornamentales existen pequeñas perforaciones que se encuentran preferentemente en la cara proximal y de forma aislada (Fig. 5, **C**).

Figura 4.- Microfotografías electrónicas de *Polypodium macaronesicum* Bobrov. A, cara proximal oblicua; B, detalle de cara distal mostrando el fino perisporio. *Pteris incompleta* Cav.: El Pijaral. C, cara proximal; D, detalle de la superficie de cara distal. *P.incompleta*: Las Yedras. E, vista lateral; F, aspecto tuberculado de la cara proximal. *Adiantum reniforme* L. var. reniforme. G, cara proximal; H, particularidad de la superficie del exosporio alrededor de la laesura.


A
30KV X1.500 10µm 007601
B
30KV X5.000 5µm
C
30KV 007628
D
30KV
E
X2.000 10µm 007760
F
15KV X3.500
G
15KV 10µm 007813
H
15KV X7.500 1µm 007814

Vandenboschia speciosa (Willd.) Kunkel

Los brazos de la lesura están ornamentados de espínulas relativamente dispersas.

El perisporio papilado-espinuloso, con elementos de hasta 1'7 μm. de altura (Fig.5, **E** y **F**).

Culcita macrocarpa C. Presl

La superficie del perisporio es por lo general fimbriada, con fimbrias de hasta 2'4 μm. de largo, que se distribuyen de una manera no uniforme. A veces, la superficie está psilada, ya que parece que las fimbrias se rompen y se desprenden (Fig. 5, **G** y **H**).

Asplenium hemionitis L. var. ***hemionitis***

El perisporio presenta pliegues cónicos o columnares, con espinas que llegan a tener en las crestas 2'4 μm. de alto. Los pliegues se anastomosan y sus bases están perforadas de poros de hasta 2 μm. de diámetro. Las areolas tienen contorno irregular y en su interior se observan espínulas de forma dispersa (Fig. 6, **A** y **B**).

Asplenium onopteris L. var. ***onopteris***

El perisporio contiene pliegues cónicos, tendiendo a ser mamilados, que miden usualmente de 1'3 a 3'8 μm. de ancho. Están en su mayor parte anastomosados, sus crestas se encuentran dentadas y sus bases poseen poros que alcanzan 2 μm. de diámetro y, en ocasiones son de 2'75 μm (Fig.6, **C** y **E**).

La superficie de los pliegues es lisa y la de las areolas, más o menos poligonales, se encuentran ocasionalmente perforadas y están cubiertas por espínulas que en la mayoría de los casos se anastomosan para formar una estructura casi reticular (Fig.6, **D** y **F**).

Ceterach aureum (Cav.) Buch var. ***aureum***

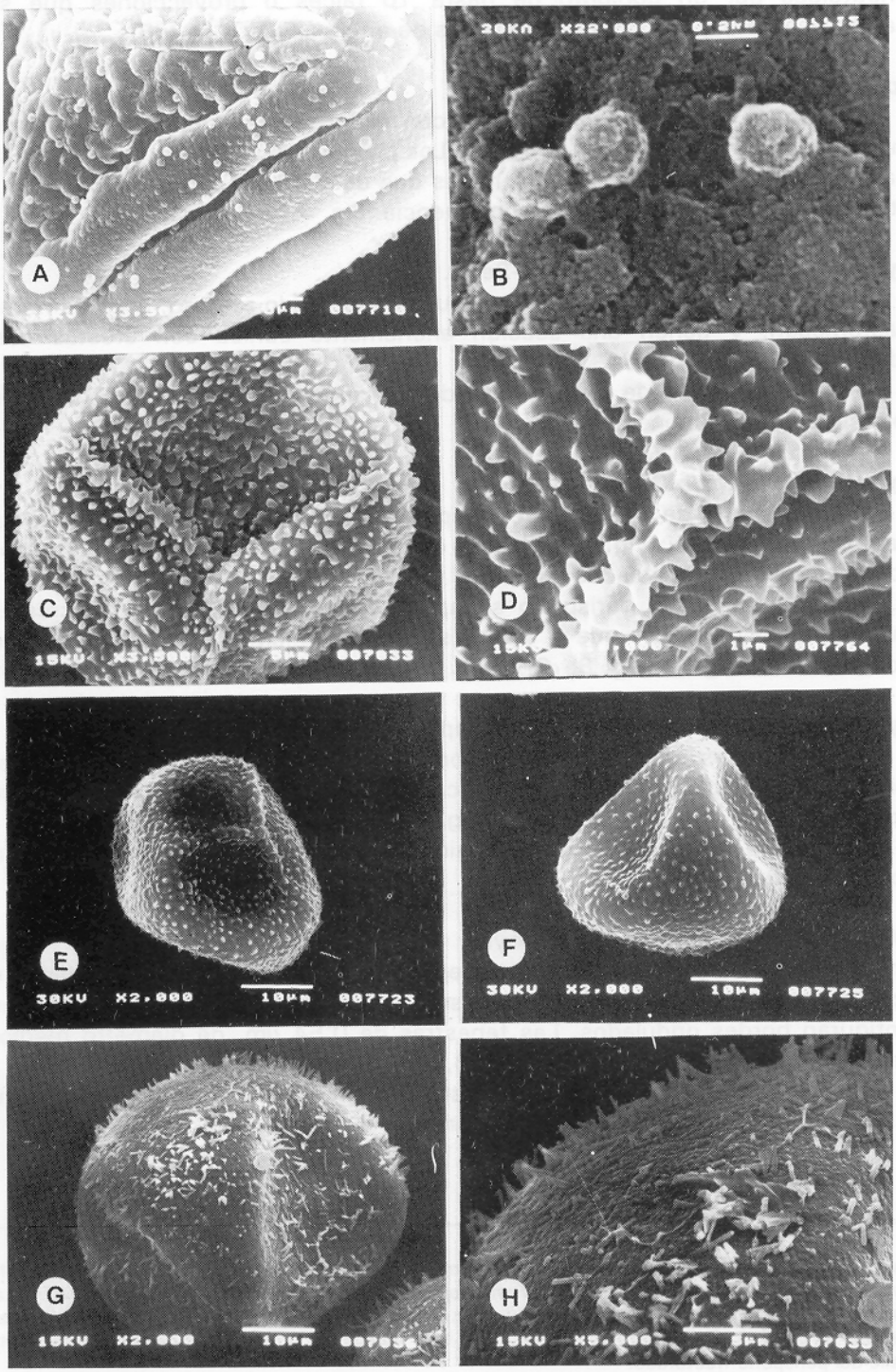
El perisporio está constituido por escasos pliegues, los cuales son cortos y anchamente cónicos (Fig. 6, **G**) . Esta pared cuando se resquebraja desvela otra capa baculada de perisporio que es común al género *Asplenium* (Fig. 6, **H**).

Cystopteris viridula (Desv.) Desv.

Esporas densamente muricadas (AFONSO, 1982), con espinas que adquieren alturas más o menos similares de hasta 6 μm. y extremos morfológicamente

---

Figura 5.- Microfotografías electrónicas de *Anogramma leptophylla* (L.) Link. A, vista lateral oblicua de los anillos botuliformes; B, detalle de la superficie con glóbulos. *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) J. E. Sm. C, cara proximal; D, particularidad de la superficie del perisporio alrededor de la laesura. *Vandenboschia speciosa* (Willd.) Kunkel. E, cara proximal en vista lateral; F, cara distal. *Culcita macrocarpa* C. Presl. G, vista lateral; H, detalle del perisporio.


A
B
C
D
E
30KV X2,000 10µm 007723
F
30KV X2,000 10µm 007725
G
15KV X2,000 10µm
H
15KV

constituidas por un conjunto de hasta 10 raíces o proyecciones que se anastomasan entre sí a diferentes niveles de altura (Fig. 7, **A** y **B**).

Diplazium caudatum (Cav.) Jermy

El perisporio de superficie escabra, con pliegues columnares de recorrido sinuoso y grosor variable (0'6 a 4 μm.). Los pliegues relativamente escasos, se anastomosan entre sí delimitando areolas que usualmente son subcirculares, y están engrosados en las zonas de confluencia (Fig. 7, **C** y **D**).

Dryopteris oligodonta (Desv.) Pic.-Serm.

El perisporio está constituido por pliegues de recorrido sinuoso, a veces no se anastomosan, y tienen una sección anchamente cónica con crestas casi redondeadas (Fig. 7, **E**).

La ornamentanción de la superficie del perisporio es rugoso-granulosa con elementos poco prominentes (Fig. 7, **F**)

Dryopteris guanchica Gibby et Jermy

En el perisporio se puede observar pliegues columnares largos que no se anastomosan entre sí (Fig. 8, **A**) o se desarrollan procesos cortos y gruesos tuberculado-ectovermiculados (Fig. 8, **C** y **D**).

En la superficie del perisporio se aprecian pequeñas y delgadas crestas equinuladas (Fig.8, **B**), que a veces se conectan entre sí para formar un microrretículo irregular (Fig. 8, **C**).

Dryopteris affinis (Lowe) Fras.-Jenk. ssp ***affinis*** var. ***affinis***

El perisporio es ectovermiculado con elementos relativamente alargados, sinuosos, independientes y, en algunos casos ramificados con dimensiones que varían entre 0'6 y 5'7 μm. de ancho (Fig. 7, **G**)

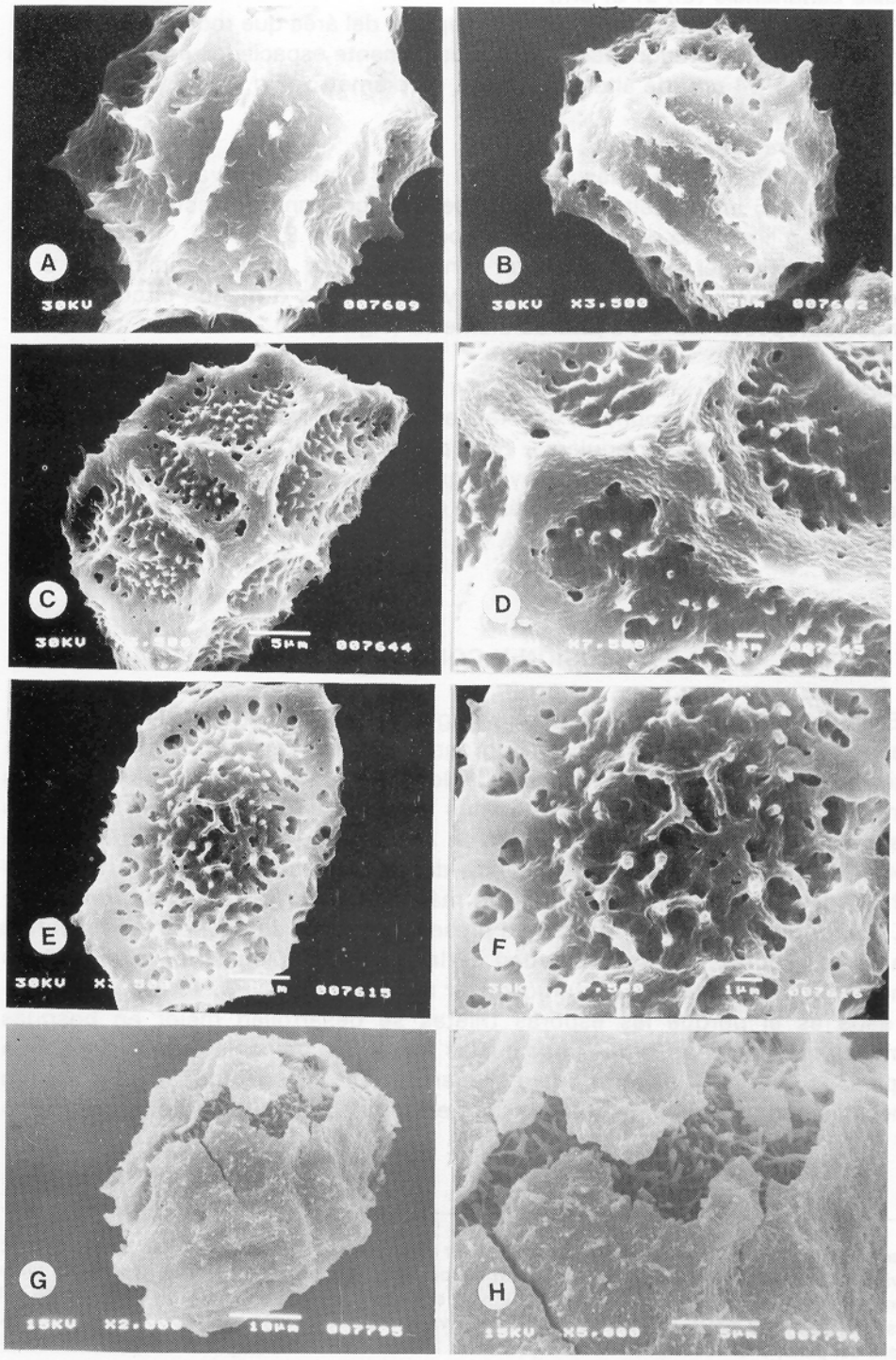
La superficie es venulada y en determinadas áreas de la espora se desarrollan procesos alados (Fig. 7, **H**).

Polystichum setiferum (Forssk.) Woynar

El perisporio es flaviforme, con los pliegues fenestrados de formas variadas y recorridos cortos y tortuosos. Asimismo cabe destacar que los pliegues configuran bordes ondulados. Las fenestras de 0'54 μm. de diámetro medio, algunas de ellas están taponadas (Fig. 8, **E** y **G**).

La superficie del perisporio lleva incrustada espínulas dispersas de 0'2 a 1 μm. de largo, especialmente visibles en las crestas (Fig. 8, **F** y **H**).

Figura 6.- Microfotografías electrónicas de *Asplenium hemionitis* L. *var. hemionitis*. A, cara proximal; B, vista lateral de la cara proximal. *Asplenium onopteris* L. *var. onopteris*: Monte Aguirre. C, vista lateral; D, detalle del perisporio. *A. onopteris* L. var. *onopteris*: El Pijaral. E, cara distal; F, detalle del perisporio de la cara distal. *Ceterach aureum* (Cav.) var. *aureum*. G, vista lateral de la cara distal; H, detalle del perisporio fracturado.


A
30KV
007609
B
30KV X3.500
C
30KV
5µm
007644
D
E
30KV
007615
F
G
15KV
10µm
007795
H
15KV X5.000
5µm

Davallia canariensis (L.) J. E. Sm.

El exosporio presenta tubérculos, a excepción del área que rodea la lesura, con formas más o menos redondeadas, están usualmente espaciados entre sí y miden alrededor de 1'84 μm. de alto y 2'92 μm. de diámetro (Fig. 9, **A** y **B**).

Woodwardia radicans (L.) J. E. Sm.

El perisporio posee pliegues, estrechos y más o menos elevados que pueden alcanzar los 7'5 μm. de alto. Presentan sección columnar y frecuentemente se anastomosan limitando de 3 a 6 areolas por cara (Fig. 9, **C**).

La superficie del perisporio está constituida por báculos aplicados a la superficie de 0'25 a 0'92 μm. de largo y placas más o menos circulares que apenás sobrepasan los 0'78 μm. de diámetro (Fig. 9 , **D**).

Blechnum spicant (L.) Roth

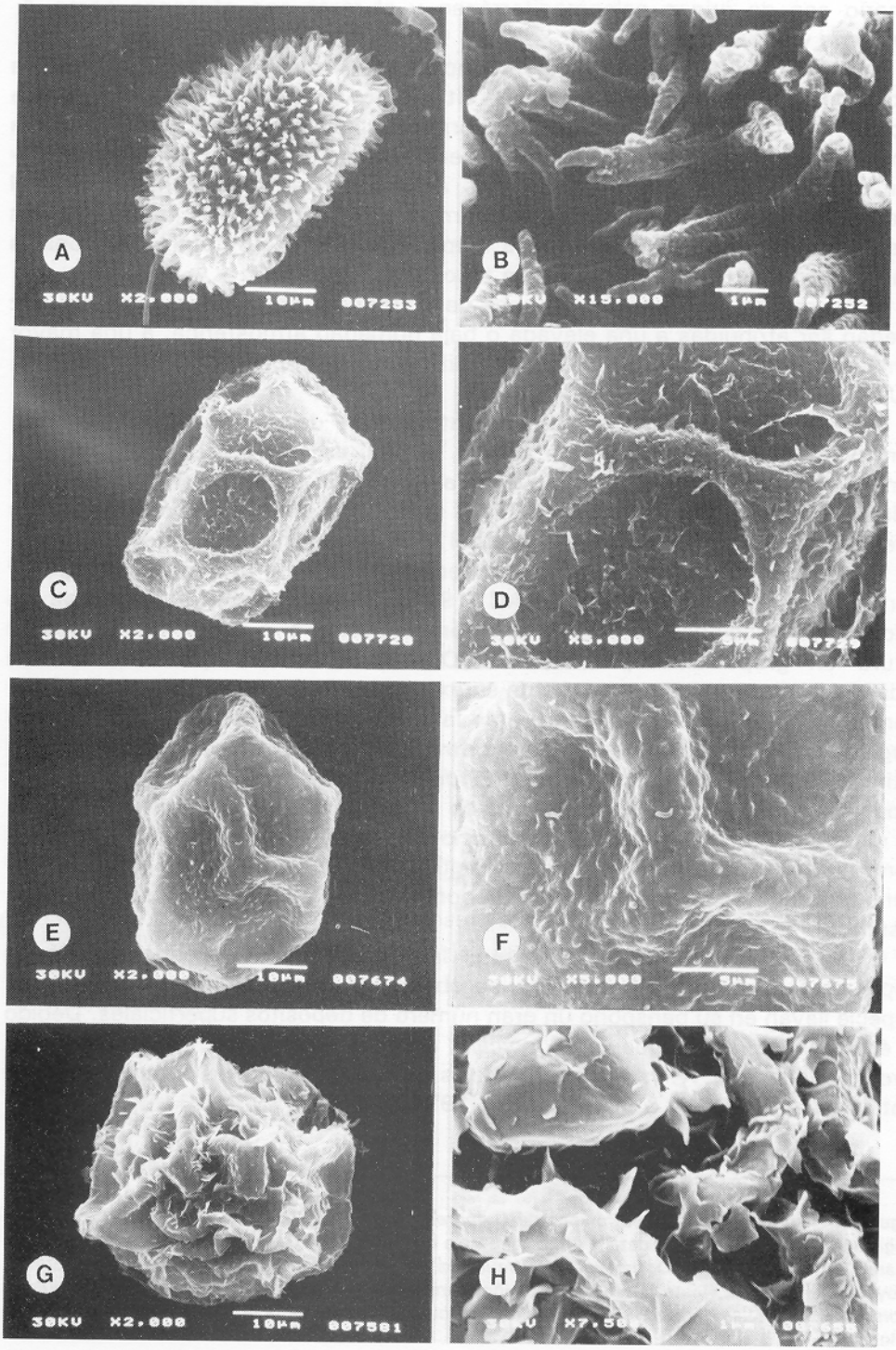
La superficie del perisporio es generalmente psilada, aunque pueden apreciarse pequeñas excrecencias irregulares. Esta pared es muy quebradiza, revela que entre las dos capas de perisporio hay un gran número de cavidades de tamaños variables según DEVI (1980) y además, se observa claramente que no está sujeta al exosporio psilado (Fig. 9, **E** y **F**).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el monteverde de la Sierra de Anaga vive aproximadamente el 40% del total de taxones diferentes que se citan para la isla de Tenerife. Esta proporción equivale a los 20 taxones estudiados, de los cuales 13 de ellos poseen esporas monoletas y el resto triletas. Estos últimos taxones se distribuyen por las partes más altas de la ladera norte de la Sierra de Anaga donde se asienta este bosque subtropical que recibe una gran influencia de los vientos alisios, y van saturados de humedad; mientras que la ladera Sur, más árida, solamente tiene *A. reniforme* var. *reniforme* con esporas triletas. La presencia relativa de abundantes helechos con estas esporas y la gran variedad de la flora pteridólogica en esta zona de Tenerife proporciona al bosque un carácter relíctico (WAGNER, 1974). Lo que no se sabe es el porqué las esporas triletas se desarrollan mejor en bosques húmedos que en secos, ni tampoco cuáles fueron los mecanismos de dispersión empleados por las esporas para llegar a las Islas Canarias. Se tienen conocimientos de que la mayoría de los helechos que habitan en el archipiélago

---

Figura 7.- Microfotografías electrónicas de *Asplenium hemionitis* L. *var. hemionitis.* A, cara proximal; B, vista lateral de la cara proximal. *Asplenium onopteris* L. *var. onopteris*: Monte Aguirre. C, vista lateral; D, detalle del perisporio. *A. onopteris* L. var. *onopteris*: El Pijaral. E, cara distal; F, detalle del perisporio de la cara distal. *Ceterach aureum* (Cav.) var. *aureum*. G, vista lateral de la cara distal; H, detalle del perisporio fracturado.


A
30KV X2,000 10µm 007253
B
X15,000 1µm 007252
C
30KV X2,000 10µm 007720
D
30KV X5,000
E
30KV X2,000 10µm 007674
F
G
30KV X2,000 10µm 007581
H

canario son de origen paleomediterráneo y el resto son africanos como *A. reniforme* var. *reniforme*.

Nuestros resultados nos permiten concluir que hay esporas pertenecientes a poblaciones de varios taxones que son altamente variables dentro de un mismo ecosistema, tal como se explica posteriormente. Por otra parte, si se comparan ornamentaciones y tamaños esporales entre taxones originarios de Europa y Canarias, las diferencias son aún más acusadas, tal como demostramos al relacionar nuestros estudios con los tamaños reflejados en la tabla 1 y las descripciones ornamentales con sus respectivas microfotografías electrónicas realizadas por FERRARINI *et al.* para taxones italianos.

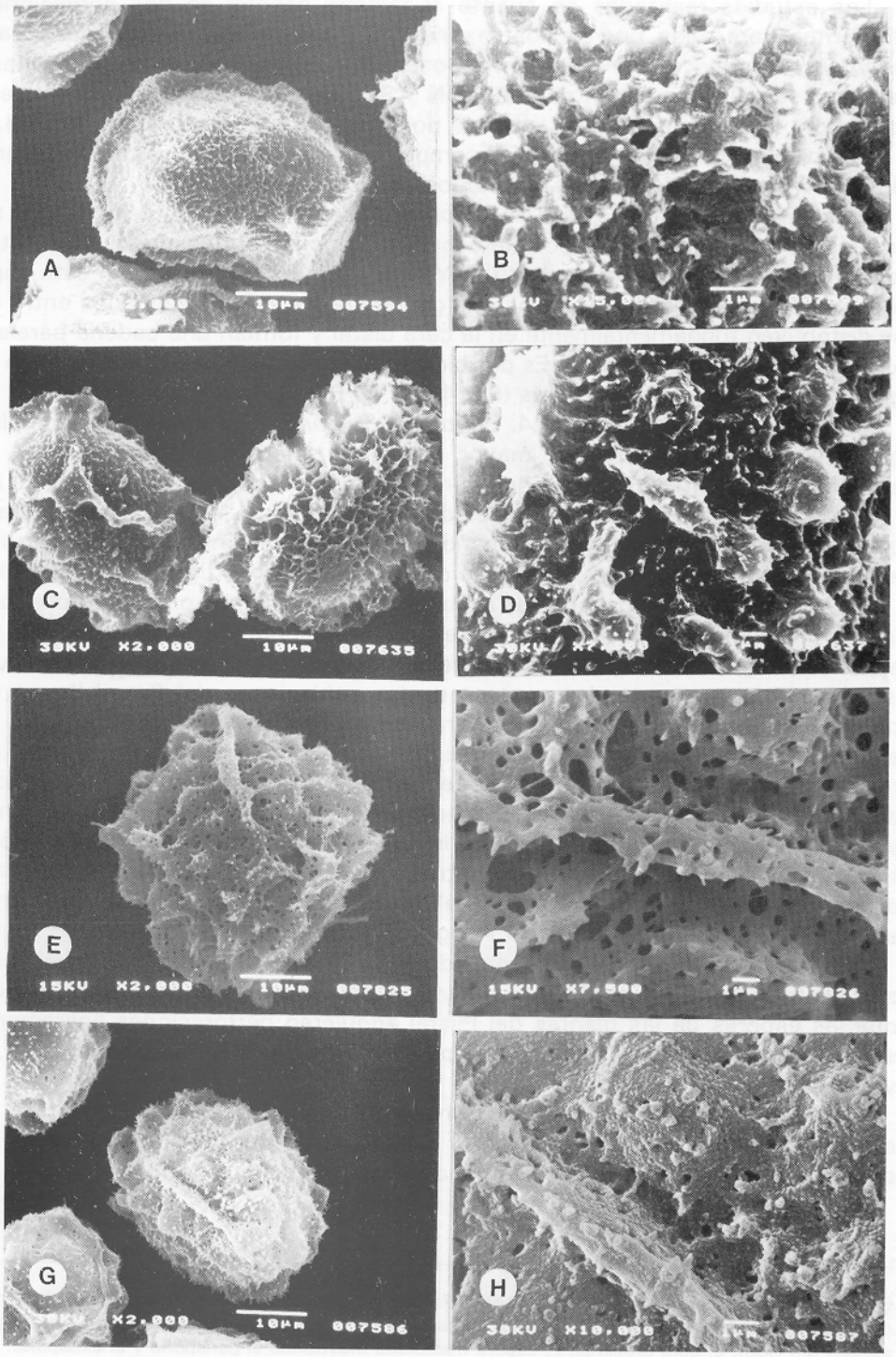
Actualmente, no se tienen razones para entender estas diferencias; tal vez puedan ser atribuidas a una elevada o baja humedad atmosférica, a una mayor o menor precipitación pluviométrica, a diferentes citotipos, etc., (PUTTOCK & QUINN, 1980).

Es de resaltar el tamaño relativamente grande de las esporas *C. viridula*, dentro del complejo *Cystopteris fragilis*, el cual es de 45'6 µm. de longitud, dimensiones coincidentes con las que dio a conocer BLASDELL (1963), y por otro lado, la gran densidad de espinas (JERMY & HARPER, 1971), son características que están en relación con el aumento del nivel de ploidía de la especie.

En otro sentido, creo que no es conveniente acuñar el tipo espinoso-lagunar para estas esporas según PEARMAN (1976). Parece ser que el origen de las raíces o proyecciones se deba al anastomarse entre sí a diferentes niveles de altura un grupo de espinas (AFONSO, 1982), en las que se observan individualizadas en una gran parte de su extensión. Se propone revisar un mayor número de muestras para interpretar la evolución del complejo *Cystopteris fragilis*, ya que actualmente existen contradicciones científicas al respecto. Por último, se ha de reseñar que el *C.viridula* produce frecuentemente esporas monoletas, pero en algunos momentos de su fructificación originan triletas. Esto se debe a que el fenómeno del hibridismo o apogamia está conectado con este complejo y que ha sido investigado en algunos géneros por NAYAR (1963), y se tiene que rechazar toda posibilidad de contaminación entre esporas de taxones distintos.

En el presente estudio, al comparar las ornamentaciones esporales de las especies *B. spicant* y *W. radicans*, se observa que las esporas de la segunda especie llevan en su perisporio un gran número de depósitos superficiales. Debido a ésto, se concluye que el *B. spicant* con perisporio casi liso parece más evolucionado que *W. radicans*, hipótesis coincidente con las interpretaciones obtenidas por TRYON & LUGARDON (1991).

Figura 8.- Microfotografías electrónicas de *Dryopteris guanchica* Gibby et Jermy: Las Vueltas de Taganana. A, vista lateral; B, detalle de la superficie del perisporio. *D. guanchica* Gibby et Jermy: El Pijaral. C, vistas laterales; D, procesos tuberculados del perisporio. *Polystichum setiferum* (Forssk.) Woynar: El Pijaral. E, vista lateral en posición transversal; F, detalle del perisporio. *P. setiferum* (Forssk.) Woynar: Las Yedras. G, cara proximal oblicua; H, detalle de la ornamentación alrededor de la lesura.


A
10µm 007594
B
1µm
C
30KV X2,000 10µm 007635
D
E
15KV X2,000 10µm 007625
F
15KV X7,500 1µm 007626
G
X2,000 10µm 007586
H
30KV X10,000 1µm 007587

Los estudios realizados en cuanto al tamaño esporal en dos poblaciones diferentes para cada uno de los taxones: *P. incompleta*, *A. onopteris* var. *onopteris*, *D. guanchica* y *P.setiferum* ponen de manifiesto su gran variabilidad, tal como se refleja en el test de SIMPSON Y ROE para los parámetros esporales, longitud o diámetro ecuatorial, en vista polar, según el tipo de espora (fig. 2).

También se han realizado estudios comparativos para la ornamentación esporal de los mismos taxones, cuyos resultados son los siguientes:

En el Pijaral, las esporas de *P. incompleta* presentan una capa delgada que se fragmenta fácilmente y que posiblemente corresponda al perisporio. Y por otro lado, las plantas que proceden de Las Yedras, sus esporas no llevan esta capa y el exosporio presenta tubérculos que generalmente están fusionados entre sí, se distribuyen fundamentalmente en la cara distal y forman una cadena paralela junto a los brazos de la lesura. Es posible que la pérdida de perisporio se deba al grado de madurez de las esporas (fig. 4, **C, D, E** y **F**).

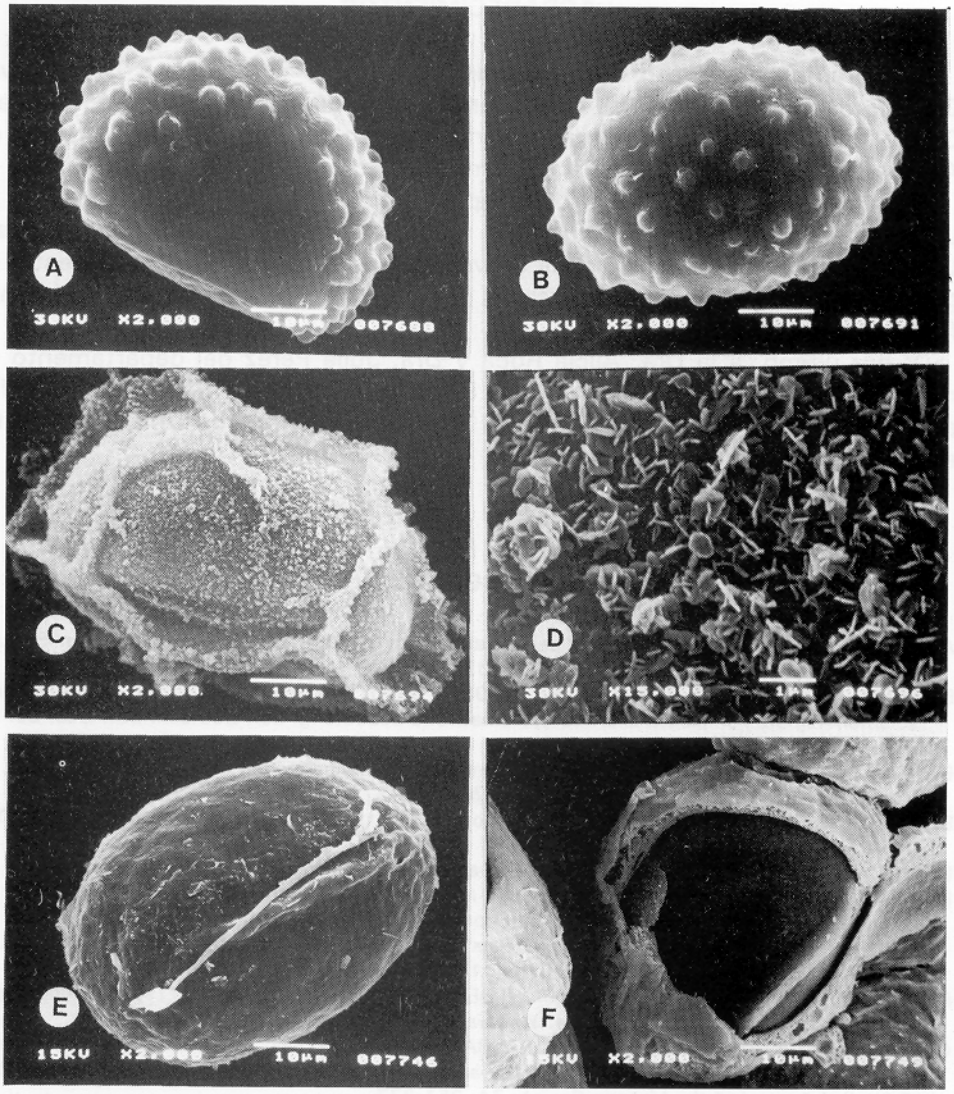
En el Pijaral, las esporas de *A. onopteris* var. *onopteris* contienen espínulas que crecen para alcanzar un mayor grado de solapamiento entre sí en la superficie de las areolas, por lo que construyen un retículo más desarrollado en relación a las esporas de poblaciones del Monte Aguirre. Además, se constata que tanto el número como el tamaño de las perforaciones es mayor en las esporas de poblaciones del Pijaral que del Monte Aguirre, (fig. 6, **C, D, E** y **F**).

En las Vueltas de Taganana, las esporas del *D. guanchica* presentan pliegues largos y columnares que forman parte de un perisporio en cuya superficie se aprecian crestas anastomosadas entre sí que proporcionan un microrretículo irregular. Por otra parte, las esporas de las poblaciones del Pijaral llevan un perisporio formado por elementos gruesos, tuberculo-vermiculados, que se extienden sobre crestas anastomosadas para formar un mayor grado de reticulación en relación a las esporas de las Vueltas de Taganana. Con respecto a los resultados de esta especie, existe unas diferencias ornamentales muy variables entre ambas poblaciones, por lo que me permiten concluir que se puede tratar de dos taxones que se encuentran muy próximos evolutivamente. Para aclarar estas diferencias es preciso realizar nuevas y profundas investigaciones sobre esta especie de la Sierra de Anaga, (Fig. 8, **A, B, C** y **D**).

En la ornamentación de las esporas del *P. setiferum* no se aprecian diferencias significativas entre los perisporios de ambas poblaciones. Es menester destacar que las esporas de las plantas del Pijaral adquieren perforaciones ligeramente superiores en tamaño en relación a la población de Las Yedras, (Fig. 8, **E, F, G** y **H**).

Por último, señalar que la terminología empleada para describir la ornamentación de las esporas es muy escasa por lo que se nos hace difícil en ciertos momentos llevar a buen término nuestro trabajo científico.

Figura 9.- Microfotografías eletrónicas de *Davallia canariensis* (L.) J. E. Sm. A, vista lateral; B, cara distal. *Woodwardia radicans* (L.) J. E. Sm. C, cara distal; D, superficie del perisporio. *Blechnum spicant* (L.) Roth. E, cara proximal; F, espora fracturada mostrando el perisporio y el exosporio.


A
30KV X2,000 10µm 007688
B
30KV X2,000 10µm 007691
C
30KV X2,000 10µm
D
30KV X15,000 1µm
E
15KV X2,000 10µm 007746
F
15KV X2,000 10µm 007749

AGRADECIMIENTOS

Primeramente expreso mi agradecimiento a mis compañeros Dra. Nieves González del departamento de Criptogamia del Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" de Tafira y al Prof. Pedro Alberto Lorenzo del I.B. "Domingo Rivero" de Arucas por ayudarme a preparar este manuscrito e interesarse por él.

A la Dra. Carmen Prada del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad Complutense de Madrid y al Dr. José Ormonde, del Museo, Laboratorio y Jardín Botánico de la Universidad de Coimbra quiero manifestar mi gratitud por sus revisiones científicas y por los envíos bibliográficos que me han facilitado en todo momento.

Y por último, a la Dra. Alicia Roca y Dra. Julia Pérez del departamento de microscopía electrónica del Jardín Botánico "Viera y Clavijo" de Tafira agradecerles las facilidades dadas en la obtención de microfotografías electrónicas de barrido.

BIBLIOGRAFÍA

AFONSO, M. L., 1982.- Contribuiçao para o estudo do género. *Cystopteris Bernh.* Em Portugal continental e insular. *Bol. Soc. Brot.*, 55: 337-352.

BENNERT, G., W. JÄGER & G. THEREN, 1982.- Sporenmerkmale von Sippen des *Asplenium adiantum-nigrum*-komplexes und ihre systematische Bedeutung. *Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd.* 95: 297-312.

BIDAULT, M., 1968.- Essai de taxonomie expérimentale et numérique sur le *Festuca ovina* 1.S.L. Du sud-est de la France. *Rev. Cytol. Et biol. Et biol vég.* 31: 217-356.

BLASDELL, M. F., 1963.- A monographic study of the fern genus *Cystopteris. Mem. Torr. Bot. Club* 21: 1-102.

DEVI, S., 1980.- The concept of perispore - an assessment. *Grana* 19: 159-172.

FERNANDES, A. & R. FERNANDES, 1980 eds.- *Iconographia selecta florae azoricae. Fasc. I.* Ed. A. Secretaria regionali culturae regionis autonomae azorensis. Conimbriga. 121 pp.

- 1983 eds.- *Iconographia selecta flora azoricae. Fasc.* II (Vol.I) Ed. A. Secretaria regionali culturae regionis autonomae azorensis. Conimbriga. 132-285 pp.

FERRARINI E., F. CIAMPOLINI, R.E.G. PICHI-SERMOLLI & D. MARCHETTI, 1986.- Iconographia Palynologica Pteridophytorum Italiae. *Webbia* 40(1): 1-102.

GIBBY, M., A.C. JERMY, H. RASBACH, K. RASBACH, T. REICHSTEIN & G. VIDA, 1977.- The genus *Dryopteris* in the Canary Islands Azores and the description of two new tetraploid species. *Botanical Journal of the Linnean Society* 74: 251-277.

GONZALEZ HENRIQUEZ. N., 1980.- Contribución al estudio de las esporas de helechos de Canarias: I (Polypodiaceae, Davalliaceae). *Bot. Macaronésica.* 7: 53-66.

JERMY., A. C. & L. HARPER, 1971.- Spore morphology of the *Cystopteris fragilis* complex. *Brit. Fern. Gaz.* 10: 211-213.

LUGARDON, B., 1981.- Les globules des *Filicinées*, homologues des corps d'Ubisch des Spermaphytes. *Polen & Spores* 23: 93-124.

MOY, C.J., 1988.- Variations of fern spores ultraestructure as reflections of their evolution. *Grana* 27: 39-51.

MITUI, K., 1979.- Spore morphology of the genera, *Blechnum, Struthiopteris* and *Woodwardia* (Blechnaceae). *Bull. Nippon Dental Univ.* 8: 139-148. F. 1-36.

NAYAR, B. K., 1963.- Spore morphology of *Loxogramme. Grana Palynol.* 4: 388-392.

- & DEVI, S., 1964.- Spore morphology of Indian ferns. II. Aspleniaceae and Blechnaceae. *Grana Palynol.* 6(3): 476-502.

- & DEVI, S., 1966.- Spore morphology of the Pteridaceae. I. The *Pteridoid* ferns. *Grana Palynol.*

5(2): 222-246.

ORMONDE, J., 1990.- O género *Ceterach* Willd. Nas Ilhas Macaronésicas. In J. Rita. Simposio sobre *"Taxonomía, Biogeografía y Conservación de Pteridófitos"*. Menorca: 157-170.

- 1991.- O complexo *Asplenium aethiopicum* (Aspleniaceae, Pteridophyta) nas Ilhas Macaronésicas. *Acta Bot. Malacitana*, 16(1): 293-415.

OSSUNA Y VAN DER HEEDE, M., 1897.- Noticias sobre la flora y la fauna de Anaga. *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, (2), 6(2): 179-186.

PEARMAN, R. W., 1976.- A scanning electron microscopic investigation of the spores of the genus *Cystopteris. Fern. Gaz.* 11(4): 221-230.

PUTTOCK, C. F. & C.J. QUIN, 1980.- Perispore morphology and the taxonomy of Australian Aspleniaceae. *Aust. J. Bot.* 28: 305-322.

QUEIROS, M., J. ORMONDE & I. NOGUEIRA, 1991.- Contribuiçao para conhecimento citotaxónomico da flora dos Açores, IV. *Acta Boct. Malacitana,* 16(1): 281-292.

ROBERTS, R. M., 1979.- Spore size in *Asplenium adiantum-nigrum* l. and *A. onopteris* L. *Watsonia* 12(3): 233-238.

SAENZ DE RIVAS, C., 1976.- Sobre la nomenclatura palinólogica: la esporodermis. *An. Ins. Bot. Cavanilles* 33: 159-177.

- & RIVAS MARTINEZ, S., 1979.- Revisión del género *Cheilantes* (Sinopteridaceae) en España. *Lagascalia* 8: 215-241. T.1-7.

SALVO, E. *Guía de helechos de la Península Ibérica y Baleares. Ibérica y Baleares*. Ed. Pirámide. Madrid. 377 pp.

SÁNCHEZ VELÁZQUEZ, T., 1989.- P-4 *Ecología de la flora pteridólogica de la Sierra de Anaga* (Tenerife). En VII *Simposio Ciencias Criptogámicas*, Melilla, 23-26 septiembre de 1989.

TRYON, A. F. & B. LUGARDON, 1991.- *Spores of the Pteridophita*. Surface, Wall Structure, and Evolution based on Electron Microscope Studies. Ed. Springer-Verlag. New York. 648 pp.

VIANE, R. & VAN COTTHEM, 1991.- Spore morphology and Stomatal Characters of some Kenyan *Asplenium*-species. *Ber Deutsch. Bot. Ges. Bd.* 90: 219-239.

WAGNER, W. H. J. R., 1974.- Structure of spores in relation to Ferns Phylogeny. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61(2): 332-353.

AEREOPALINOLOGÍA

VARIACIÓN ANUAL Y DIARIA DEL CONTENIDO EN ESPORAS DE ALTERNARIA,CLADOSPORIUM, FUSARIUM Y STEMPHYLIUM EN LA ATMÓSFERA DE LA LAGUNA (TENERIFE: ISLAS CANARIAS).

Mª DOLORES DOMINGUEZ SANTANA & IRENE LA-SERNA RAMOS

Departamento de Biología Vegetal (Botánica). Facultad de Farmacia. Universidad de La Laguna. 38271 La Laguna. Tenerife. Islas Canarias.

Recibido: octubre 1993

Palabras clave: Aeropalinología, polen, *Alternaria, Cladosporium, Fusarium, Stemphylium*, Tenerife, Islas Canarias.

Key words: Aeropallinology, pollen, *Alternaria, Cladosporium, Fusarium, Stemphylium*, Tenerife, Canary Islands.

RESUMEN

En este trabajo presentamos la variación anual y diaria de las esporas alergógenas (*Alternaria* C.G.D. Nees ex Wallroth, *Cladosporium* Link ex E.M. Fries, *Fusarium* Link ex E.M. Fries y *Stemphylium* Wallroth) de mayor incidencia en la atmósfera de la ciudad de La Laguna (Tenerife), durante los años 1988 y 1990.

Los resultados muestran que estos táxones aparecen durante todo el año. Mientras que *Alternaria, Cladosporium* y *Stemphylium* no tienen un marcado carácter estacional, *Fusarium* presenta una mayor incidencia en otoño. En cuanto a la variación diaria, cabe destacar que las esporas de *Fusarium* presentan un patrón de variación inverso a los de *Alternaria, Cladosporium* y *Stemphylium*. Mientras que en éstos es más o menos a partir de las diez de la mañana cuando aumenta su concentración en el aire, a estas horas disminuye la de *Fusarium*.

SUMMARY

In this paper we present the annual and daily variation of allergenic and greater incidence spores (*Alternaria, Cladosporium, Fusarium* and *Stemphylium*) in the atmosphere of the town of La Laguna (Tenerife), during 1988 and 1990.

Results show that these taxa are present during all the year. Whereas *Alternaria, Cladosporium* and *Stemphylium* don't have marked seasonal characteristics, *Fusarium* is present in greater incidence in the autumn. In respect to daily variations, we must emphasize that the *Fusarium* spores present a variation opposite to the *Alternaria, Cladosporium* and *Stemphylium* while the later appear more less after 10 a.m. when their concentration is greater in the air, it's during these hours when the quantity of *Fusarium* spores are reduced.

ISSN 0211- 7150

INTRODUCCIÓN

Es en la década de los años 80 cuando resurge el interés por los estudios aeropalinológicos en diferentes lugares de nuestro país. La mayoría de estos estudios dedican su atención al polen y son más escasos los referentes a la micoflora. Entre estos últimos cabe mencionar los realizados para Barcelona (ROSES-CODINACHS, 1992), Córdoba (GARCÍA-PANTALEÓN, 1992, INFANTE *et al.*, 1987; INFANTE & DOMINGUEZ, 1988; NOGALES *et al.*, 1985; NOGALES *et al.*, 1986; TRUJILLO, 1988; TRUJILLO, *et al.*, 1990; TRUJILLO *et al.*, 1990; TRUJILLO *et al.*, 1991), Huelva (GONZALEZ MINERO *et al.*, 1993; León (FERNÁNDEZ, 1990), Madrid (SUBIZA MARTÍN & JEREZ LUNA, 1983), Tenerife (DOMÍNGUEZ SANTANA *et al.*, 1993) y Valladolid (LINARES LOPEZ *et al.*, 1983).

En la mayoría de ellos se analiza la variación de la concentración anual de los táxones encontrados y, en ocasiones, su correlación con los parámetros climatológicos. Sin embargo, salvo en el estudio realizado por TRUJILLO *et al.* (1990) sobre las esporas de *Aspergillus* Mich. ex Fr. en la atmósfera de Córdoba, en ninguno de ellos se considera la variación diaria de dichos táxones.

Por ello, en este trabajo, a fin de ayudar a los especialistas en alergología, además de la variación estacional, se estudia el patrón de variación diaria de los cuatro táxones alergógenos (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* y *Stemphylium*), de mayor incidencia en el aire de la ciudad de La Laguna (Tenerife).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la recogida de muestras utilizamos un captador volumétrico Burkard spore-trap colocado en la azotea de la Facultad de Farmacia a una altura de unos 12 metros (550 m s.n.m.). Dicho edificio está situado en la ciudad de San Cristóbal de La Laguna (capital del municipio), la cual a su vez está enclavada en la altiplanicie de La Laguna-Los Rodeos (Fig. 1) y está alejada de bosques, edificios altos, parques, etc. que puedan influir notablemente en la captación de los palinomorfos muestreados. Ya que, al NE de la vega lagunera (núcleo urbano) se alza la masa boscosa de la laurisilva que constituye el bosque de Las Mercedes y hacia el W-SW la formación montañosa de La Esperanza con pinares canarios y mixtos con fayal-brezal.

Para la elaboración del modelo de variación diaria, seguimos el utilizado por GALAN *et al.* (1988). Es decir, realizamos los conteos cada hora durante las 24 horas del día y hallamos la media de la concentración para cada hora. En cada caso, el divisor corresponde al número total de días en que hubo incidencia del palinomorfo correspondiente, obteniéndose así un "día ideal".

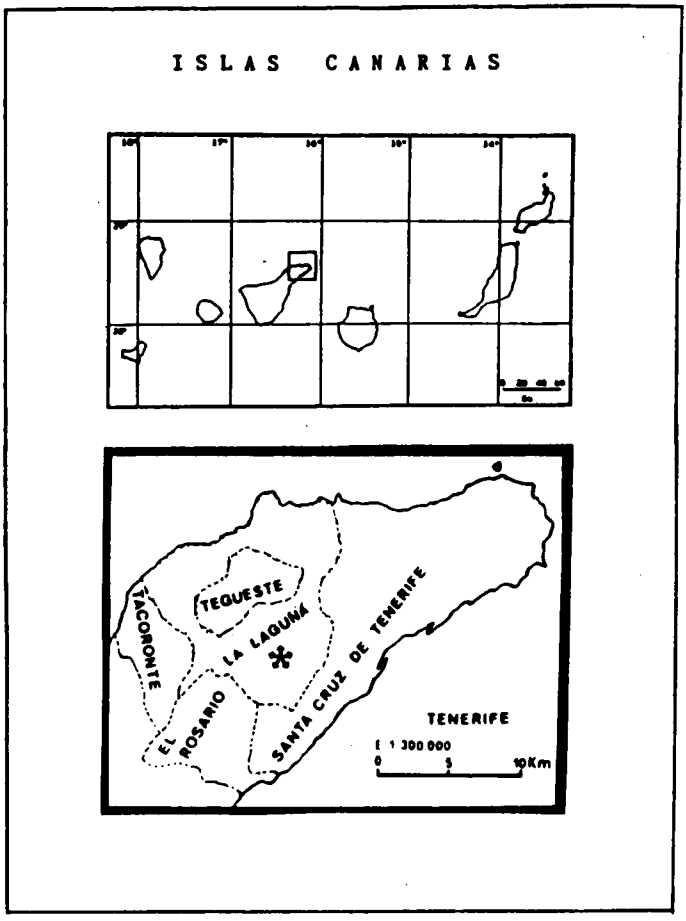


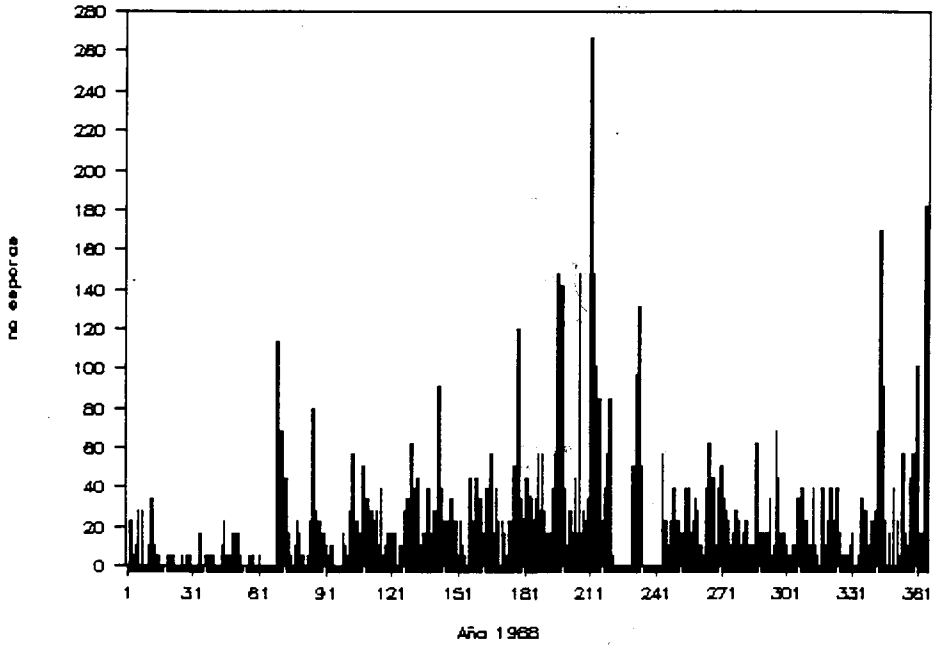
Figura 1.- (*) Localización geográfica de la estación de muestreo.

RESULTADOS

Alternaria (Fig. 2, 3)

Está presente durante todo el año, coincidiendo los valores más altos con días de calima, en los que sopla el viento procedente del Sahara, cargado de polvo en suspensión. En 1988, la incidencia máxima fue de 267 esporas/m^3 (el 29 de Julio) y en 1990, de 193 esporas/m^3 (los días 18 y 23 de Marzo).

El patrón de variación diaria fue bastante similar en los dos años, pero con un ligero desplazamiento horario de un año a otro. La diferencia entre las horas de mínima aparición es bastante pequeña (6 a.m. en 1988 y 7 a.m. en 1990) y mayores entre las de máxima (12 a.m. en 1988 y 7 p.m. en 1990). Las concentraciones más altas de esporas se detectaron entre las 10 a.m. y las 9 p.m.



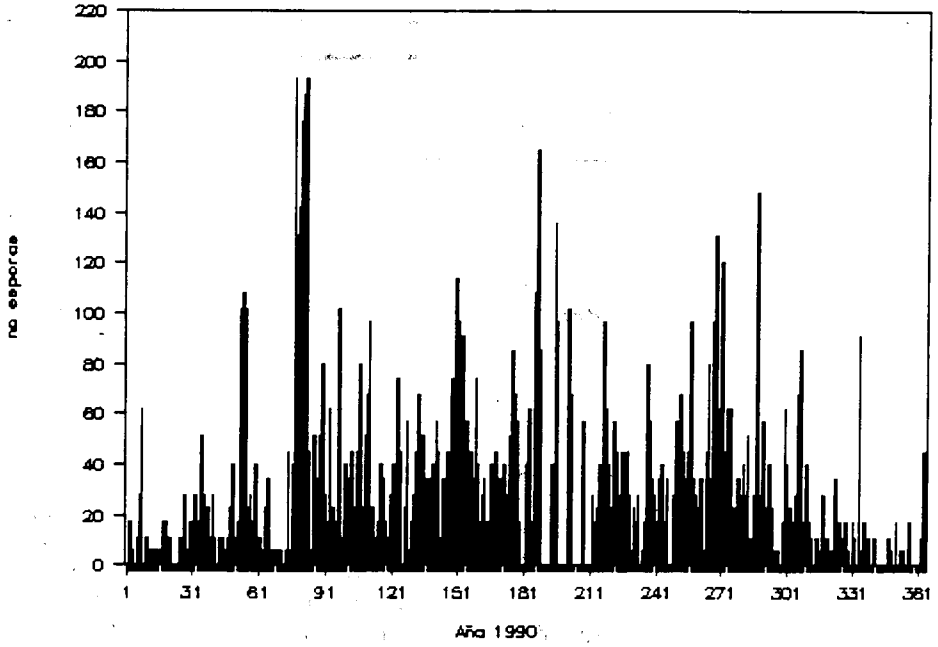
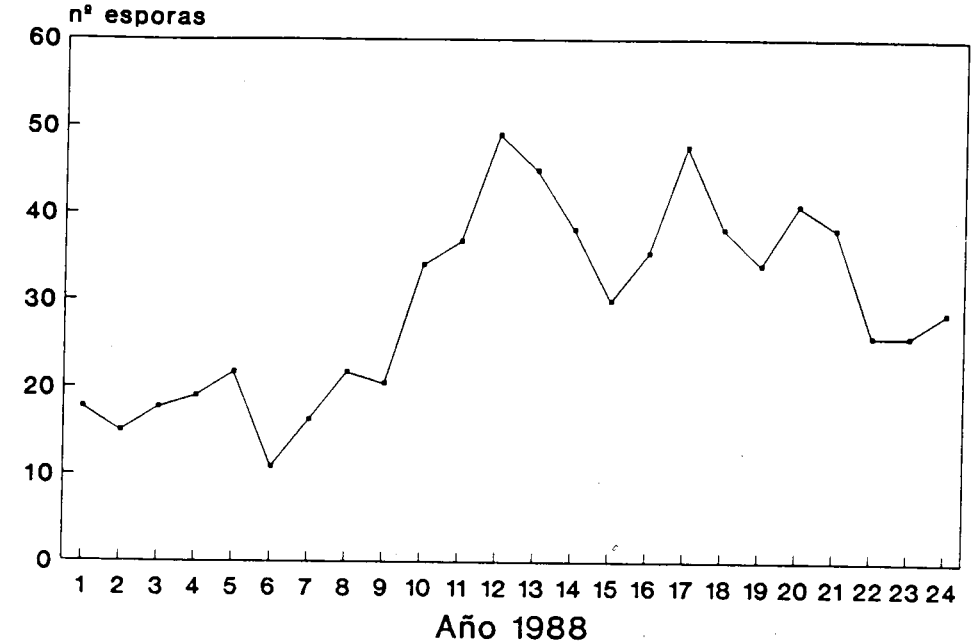


Figura 2.- Calendario de las esporas de *Alternaria* expresado en nº/m³ de aire y día, durante 1988 y 1990.



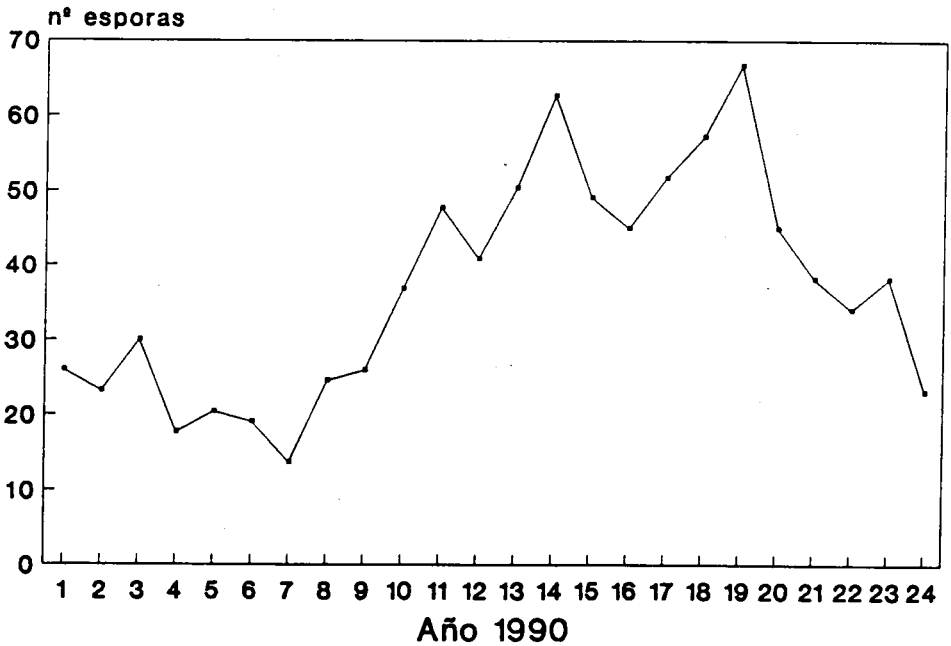
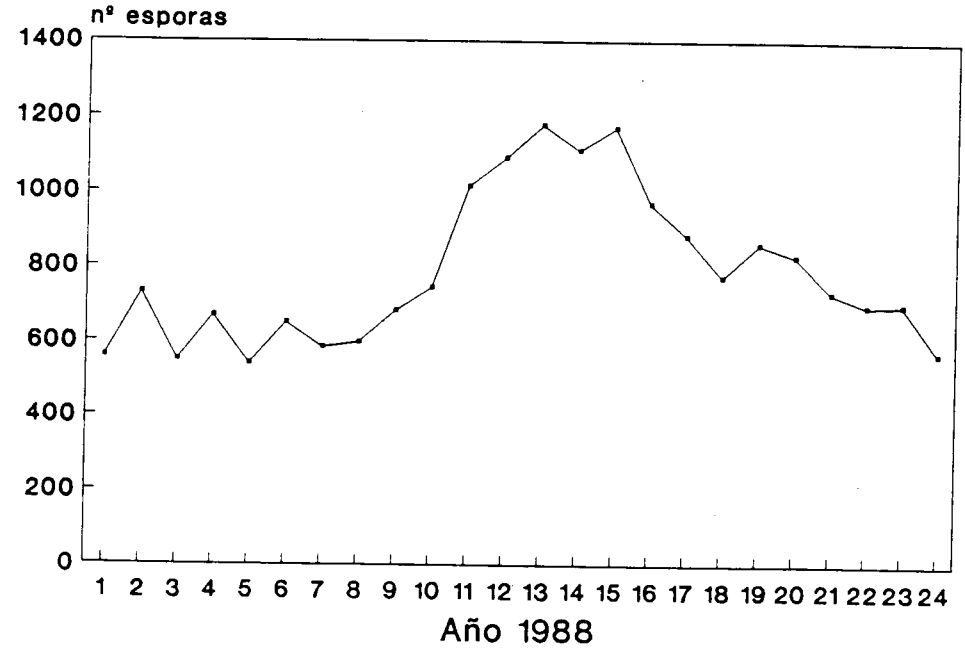


Figura 3.- Media de la concentración (nº de esporas/m^3 de aire) de *Alternaria* para cada hora del día durante 1988 y 1990.



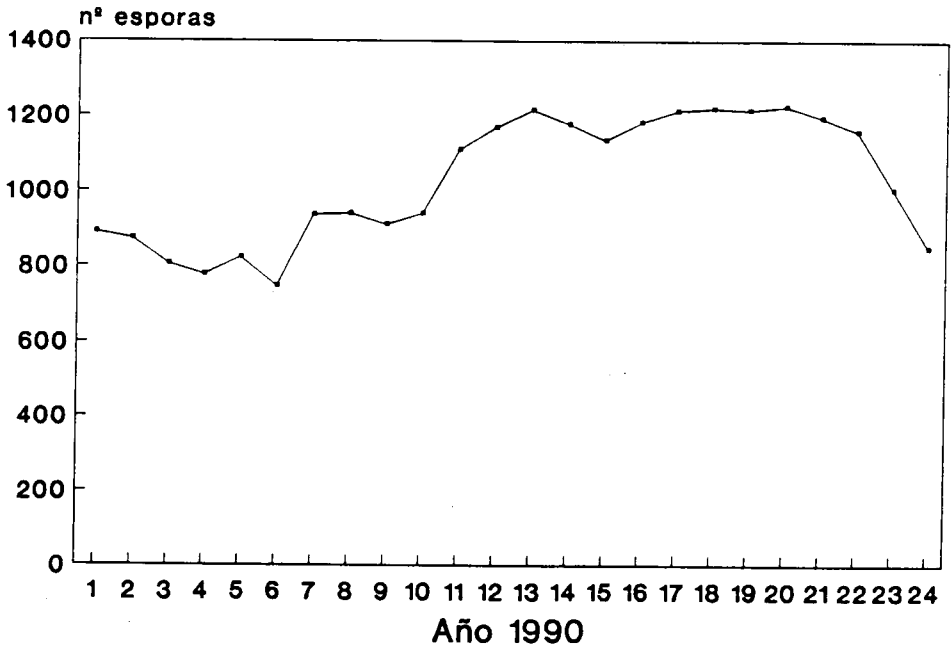


Figura 5.- Media de la concentración (nº de esporas/m^3 de aire) de *Cladosporium* para cada hora del día durante 1988 y 1990.

Fusarium (Fig. 6, 7)

Aparece a lo largo de todo el año, pero tiene su óptimo en otoño y es más escaso y esporádico en el verano. La incidencia máxima, en 1988, fue de 364 esporas/m^3 (el 21 de Noviembre) y en 1990 de 864 esporas/m^3 (el 30 de Octubre).

El patrón de variación diaria es bastante similar en los dos años, en lo que se refiere al intervalo horario en donde se manifestó la concentración más alta (7 p.m. y 9 a.m.) o la más baja (10 a.m. a 6 p.m.). Sin embargo hay diferencia entre las horas de mínima (11 a.m. en 1988; 2 p.m. en 1990) y máxima (11 p.m. en 1988; 6 a.m. en 1990) aparición.

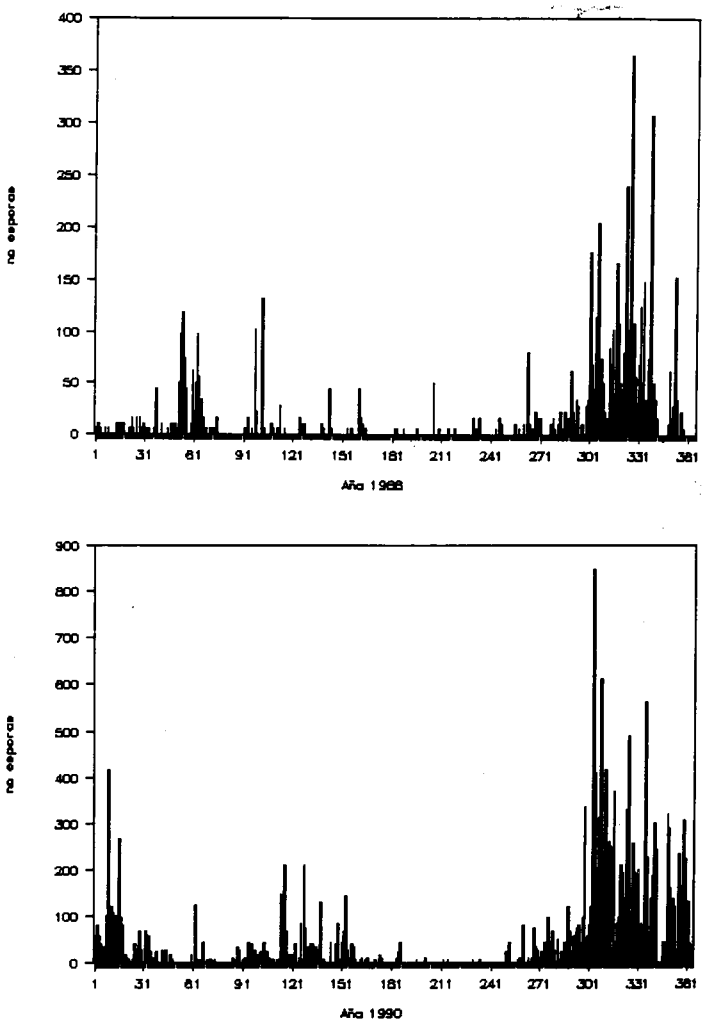
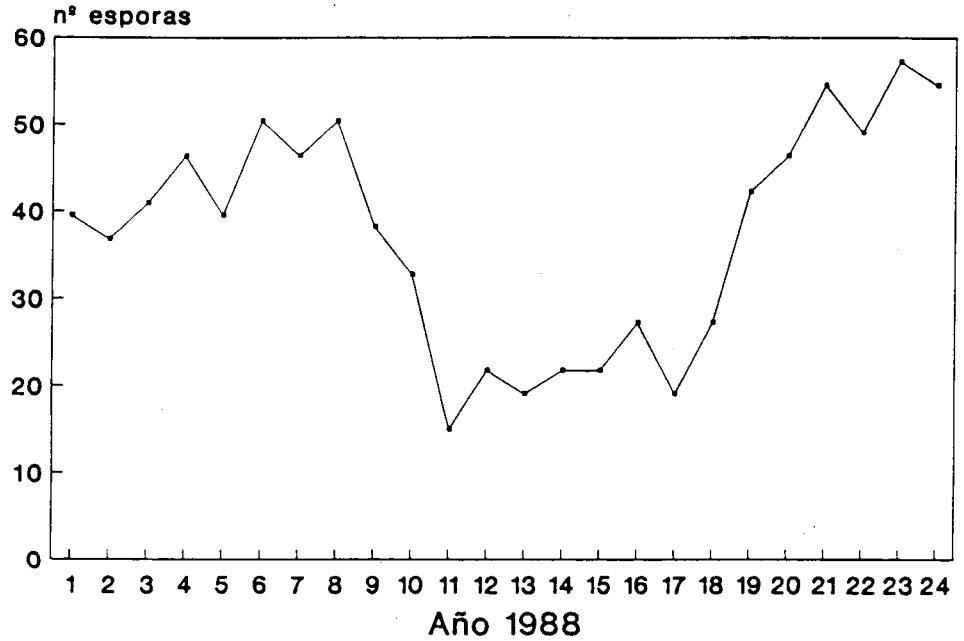


Figura 6.- Calendario de las esporas de *Fusarium* expresado en nº/m^3 de aire y día, durante 1988 y 1990.



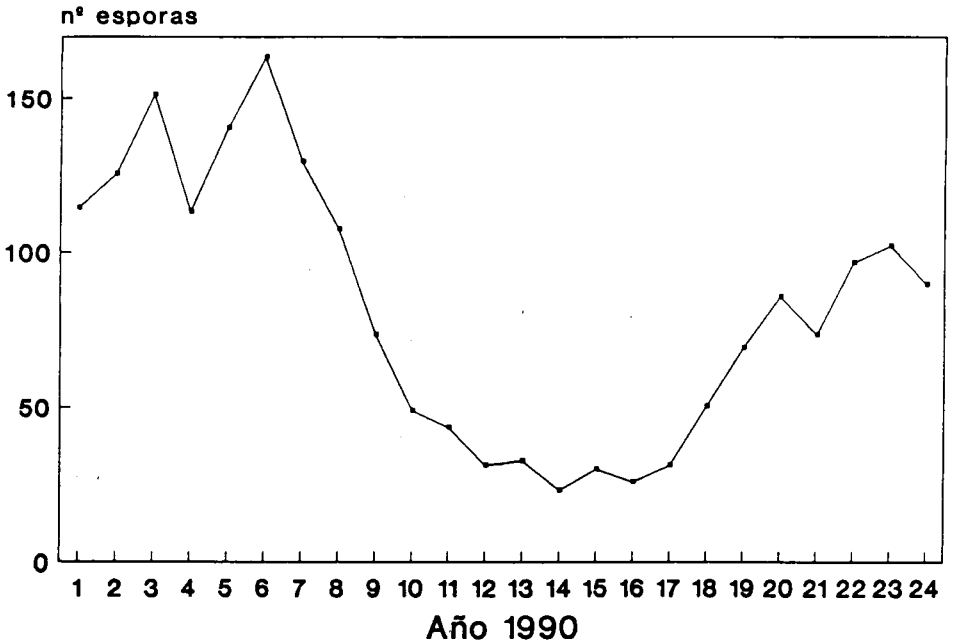


Figura 7.- Media de la concentración (nº de esporas/m^3 de aire) de *Fusarium* para cada hora del día durante 1988 y 1990.

Stemphylium (Fig. 8, 9)

Aparece durante todo el año, pero con menor incidencia en invierno que en el resto del año. En 1988, el día de mayor concentración fue el 18 Agosto (176 esporas/m^3) y en 1990, el 24 de Septiembre (449 esporas/m^3).

El patrón de variación diaria es bastante similar en los dos años. Las concentraciones más altas se detectaron entre las 11 a.m. y las 2 p.m. y las más bajas entre las 10 p.m. y las 8 a.m.

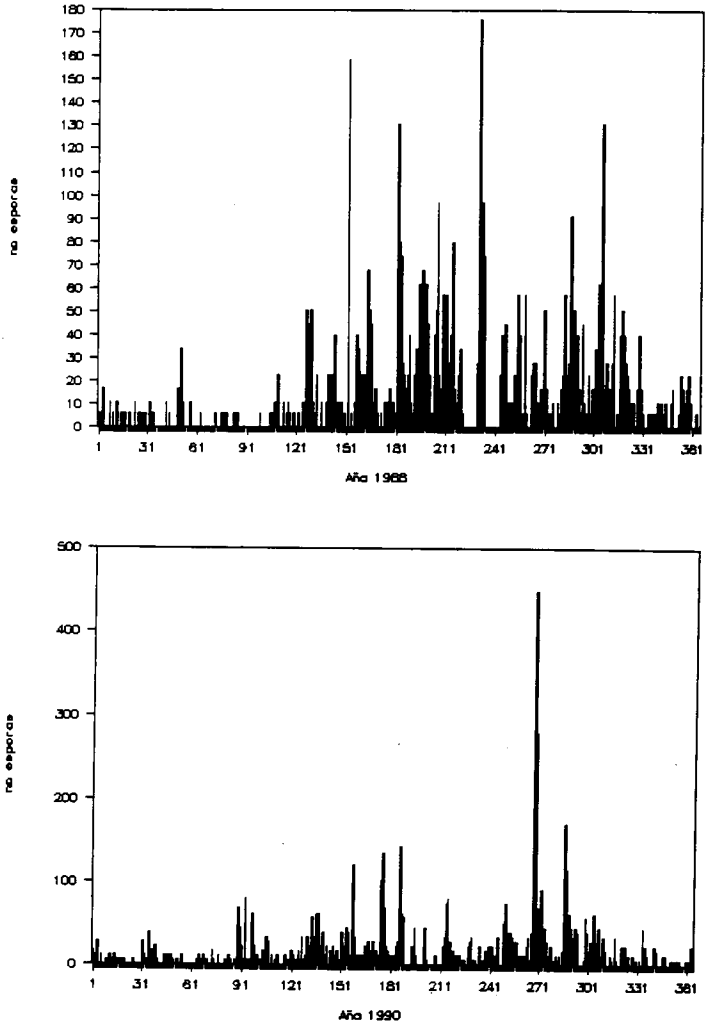
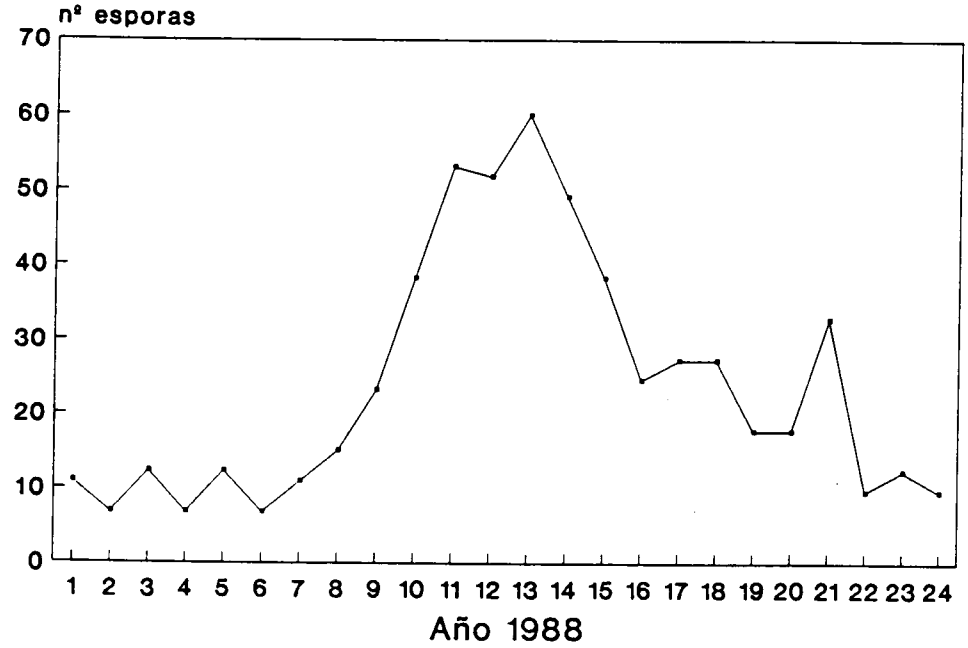


Figura 8.- Calendario de las esporas de *Stemphylium* expresado en nº/m^3 de aire y día, durante 1988 y 1990.



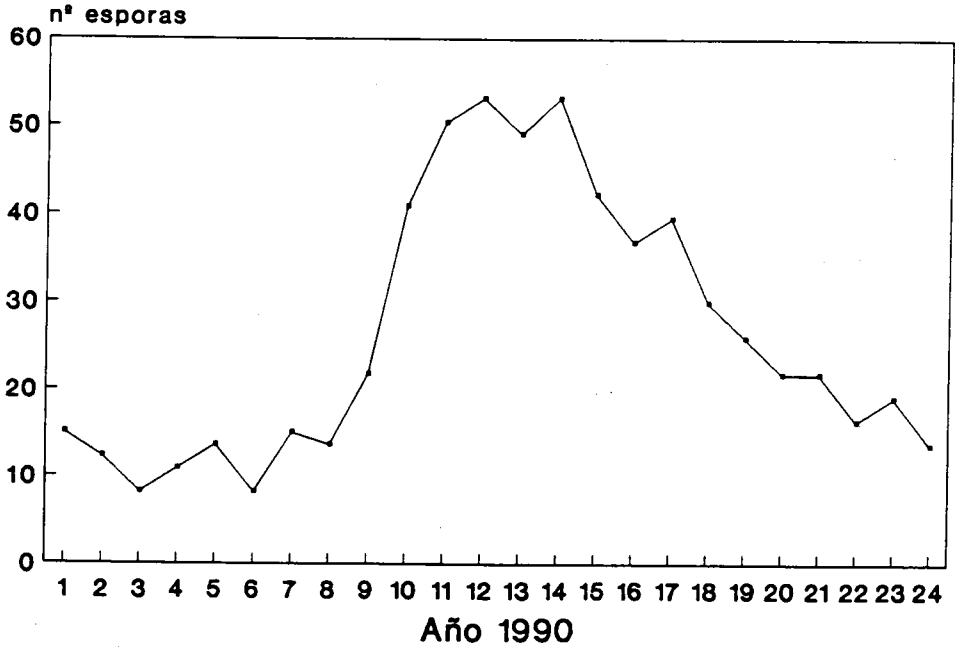


Figura 9.- Media de la concentración (nº de esporas/m^3 de aire) de *Stemphylium* para cada hora del día durante 1988 y 1990.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que estos táxones aparecen durante todo el año. Sin embargo, mientras *Alternaria, Cladosporium* y *Stemphylium* no tienen marcado carácter estacional, *Fusarium* presenta mayor incidencia en otoño.

Respecto a la variación diaria, de los cuatro táxones analizados, tres (*Alternaria, Fusarium* y *Stemphylium*) presentaron un patrón de variación bastante similar en los dos años y éste fue algo diferente en *Cladosporium*.

En todos ellos las concentraciones más altas se manifestaron en un determinado intervalo de horas del día. La amplitud de ese intervalo no fue la misma para todos los táxones, pero sí lo fue para cada uno de ellos en los dos años estudiados, salvo para determinado intervalo de horas del día. La amplitud de ese intervalo no fue la misma para todos los táxones, pero sí lo fue para cada uno de ellos en los dos años estudiados, salvo para *Cladosporium* en donde fue mayor en 1990 que en 1988.

Por otra parte, cabe destacar que a diferencia con las esporas de *Alternaria, Cladosporium* y *Stemphylium*, las de *Fusarium* disminuyen su presencia en el aire durante el día, es decir, presentan un patrón de variación inverso. Mientras que en *Alternaria, Cladosporium* y *Stemphylium* es más o menos a partir de las 10 a.m. cuando aumenta su concentración en el aire, a estas horas disminuye la de *Fusarium*.

REFERENCIAS

DOMÍNGUEZ SANTANA, M.D., I. LA-SERNA RAMOS, B. MÉNDEZ PÉREZ & P.L. PÉREZ DE PAZ, 1993.- Contenido de polen y esporas en aire de la comarca de La Laguna (Tenerife, Islas Canarias): año 1988: 133-146. *In* LA-SERNA RAMOS, I. (ed.). *Polen y esporas: Contribución a su conocimiento. VIII Simposio de Palinología (A.P.L.E.), Tenerife 1990.* Secretariado de Publicaciones. Universidad de La Laguna.

GALAN, C., INFANTE,F. , E. RUÍZ DE CLAVIJO & E. DOMÍNGUEZ, 1988.- Variación estacional y diaria del polen de *Olea europaea* L. en la atmósfera de Córdoba en relación con los parámetros meteorológicos. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 4: 46-53.

GARCÍA-PANTALEÓN, F.I., C. GALÁN SOLDEVILLA, E. DOMÍNGUEZ VILCHES, J.A. ROMERO & A. MEDIAVILLA MOLINA, 1992.- Air spore microfungi in dwelling of south of Spain. *Aerobiología* 8(2): 245-253.

GONZALEZ MINERO, F.J., P. CANDAU, M.L. GONZALEZ ROMANO & C.I. GOLFÍN, 1993.- Contenido de esporas en el aire de Huelva, de Abril de 1989 a Abril de 1990. *In* LA-SERNA RAMOS, I. (ed.). *Polen y esporas: Contribución a su conocimiento. VIII Simposio de Palinología (A.P.L.E.), Tenerife 1990: 159-167.* Secretariado de Publicaciones. Universidad de La Laguna.

GONZÁLEZ MINERO, F.J., M.L. GONZÁLEZ ROMANO, F. ROMERO, F. PINEDA & P. CANDAU, 1993.- Airborne fungal spores trend over a highly polluted area of south-west Spain using Cour's trap. *Aerobiología*. 9(1): 39-45.

FERNANDEZ, M.D., 1990.- Estudio del contenido de polen y esporas de la atmósfera de la ciudad de León. Tésis Doctoral (inéd.). Universidad de León.

INFANTE, F., R. RUÍZ DE CLAVIJO, C. GALÁN & E. DOMINGUEZ, 1987.- Estudio comparativo de *Alternaria* Nees ex Fries, en el aire exterior e interior en la ciudad de Córdoba. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 3: 5-11.

INFANTE, F. & E. DOMINGUEZ, 1988.- Annual variation of *Cladosporium* spores in home habitats in Córdoba, Spain. *Annals of Allergy* 60(3): 256-261.

LINARES LÓPEZ, M., J.M. GÓMEZ CARRASCO & R. ANDION DA PENA, 1983.- Estudio aerobiológico mediante método volumétrico, de la atmósfera de Valladolid, durante los años 1981, 1982. *In* SOLE DE PORTA, N. & M. SUÁREZ CERVERA (eds.): *Actas del IV Simposio de Palinología 1982*: 261-267 Barcelona.

NOGALES, M.T., C. GALÁN, E. RUÍZ DE CLAVIJO & E. DOMÍNGUEZ, 1985.- Variación estacional del contenido en esporas de *Cladosporium* en la atmósfera de Córdoba. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 2: 339-345.

NOGALES, M.T., E. DOMÍNGUEZ, C. GALÁN & E. RUÍZ DE CLAVIJO, 1986.- Variación estacional del contenido en esporas del género *Alternaria* Nees ex Fr. en el aire de la ciudad de Córdoba (España). *Allergol. et Immunopathol.* 14 (2): 115-119.

ROSES-CODINACHS, M., M. SUÁREZ-CERVERA, J. MÁRQUEZ & J. TORRES, 1992.- An aerobiological study of pollen grains and fungal spores of Barcelona (Spain). *Aerobiología* 8(2): 255-265.

SUBIZA MARTÍN, E. & M. JEREZ LUNA, 1983.- Concentración de esporas de hongos en la atmósfera de Madrid. (Método volumétrico). pp. 277-293.

SOLE DE PORTA, N & M. SUÁREZ CERVERA (eds.) *Actas del IV Simposio de Palinología 1982*. Barcelona.

TRUJILLO, D., 1988.- Identificación, cuantificación y variación estacional de la aeromicoflora de Córdoba. Evaluación de muestreadores volumétricos. Tesis de Licenciatura (inéd.). Universidad de Córdoba.

TRUJILLO, D., INFANTE, F. , E. DOMINGUEZ, 1990.- Aeromicoflora de Córdoba. Evaluación de muestreadores volumétricos. pp. 309-314. *In* BLANCA, G. *et al.* (eds.): *Polen, esporas y sus aplicaciones, VII Simposio de Palinología 1988*. Granada.

TRUJILLO, D., INFANTE, F. , C. GALAN & E. DOMINGUEZ.- 1990. Seasonal and daily variation of *Aspergillus* Mich. ex Fr. spores in the atmosphere of Córdoba (Spain). *Allergol. et Immunopathol.* 18(3) 167-173.

TRUJILLO, D., INFANTE, F. , E. DOMINGUEZ & C. GALÁN.- 1991.- Influencia del método de muestreo en aeromicología: comparación de dos muestreadores volumétricos. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 5: 53-61.

Bot. Macaronésica 23: 119-130 (1996)

VARIACIÓN ANUAL Y DIARIA DEL POLEN DE CUPRESSUS, AMARANTHACEAE-CHENOPODIACEAE, URTICACEAE Y POACEAE, EN LA ATMÓSFERA DE LA LAGUNA (TENERIFE: ISLAS CANARIAS).

IRENE LA-SERNA RAMOS & Mª DOLORES DOMINGUEZ SANTANA

Departamento de Biología Vegetal (Botánica). Facultad de Farmacia. Universidad de La Laguna. 38271 La Laguna. Tenerife. Islas Canarias.

Recibido: octubre 1993

Palabras Clave: Aeropalinología, polen, *Cupressus*, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Urticaeae, Poaceae, Tenerife, islas Canarias.

Key words: Aeropallynology, pollen, *Cupressus*, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Urticaeae, Poaceae, Tenerife, Canary islands.

RESUMEN

En este trabajo presentamos la variación anual y diaria de los cuatro tipos de pólenes alergógenos (*Cupressus* L., Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Urticaceae y Poaceae) de mayor incidencia en la atmósfera de la ciudad de La Laguna (Tenerife), durante los años 1988 y 1990.

Los resultados muestran que el polen de *Cupressus* tiene una marcada incidencia invernal, mientras que los tres tipos restantes aparecen de forma habitual durante todo el año, pero con su óptimo durante la primavera. En cuanto a la variación diaria, puede decirse que en todos los casos es a partir de las 10 a.m. o incluso más tarde (Poaceae), cuando hay mayor incidencia de granos en el aire. Las concentraciones más altas de Amaranthaceae-Chenopodiaceae y Urticaceae se manifiestan entre las 12 a.m. y las 2 p.m., las de *Cupressus* un poco más temprano (11 a.m.) y las de Poaceae más tarde (4 p.m. ó 5 p.m.).

SUMMARY

In this paper we present the annual and daily variation of four types of allergenic pollens (*Cupressus*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Urticaceae and Poaceae) of greater incidence in the atmosphere of the town of La Laguna (Tenerife), during 1988 and 1990.

Results show that *Cupressus* pollen appears during the winter while the other three types appear regularly all year, but with their optimum in the spring. In respect to daily variation, all appear after 10 a.m. or later as in the case of Poaceae, when there is a greater incidence in the air. The highest concentrations of Amaranthaceae-Chenopodiaceae and Urticaceae are between 12 p.m. and 2 p.m., the Cupressus spores appear a little earlier (11 a.m.) and in Poaceae spores appear later (4 or 5 p.m.).

ISSN 0211- 7150

INTRODUCCIÓN

Son numerosos los trabajos, que sobre el contenido de pólenes en el aire de diversas ciudades españolas, se han llevado a cabo. Sin embargo en lo que a Canarias se refiere, hasta el momento son escasos (MONSERRAT, 1953; GAVILANES & MONSERRAT, 1954; CHAPARRO & CONDE, 1984; DOMÍNGUEZ *et al.*, 1993). En la mayoría de ellos se analiza la variación de la concentración anual de los táxones encontrados y, en ocasiones, su correlación con los parámetros climatológicos.

Estudios de patrones de variación diaria, en el territorio español, sólo conocemos los realizados por GALÁN *et al.*, (1988, 1989, 1991a, 1991b) para el aire de Córdoba para diversos tipos polínicos.

Por ello, en este trabajo, a fin de ayudar a los especialistas en alergología, además de la variación estacional, se estudia el patrón de variación diaria de los cuatro tipos polínicos alergógenos (*Cupressus*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Urticaceae y Poaceae), de mayor incidencia en el aire de la ciudad de La Laguna (Tenerife).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la recogida de muestras utilizamos un captador volumétrico Burkard spore-trap colocado en la azotea de la Facultad de Farmacia a una altura de unos 12 metros (550 m s.n.m.). Dicho edificio está situado en la ciudad de San Cristóbal de La Laguna (capital del municipio), la cual a su vez está enclavada en la altiplanicie de La Laguna-Los Rodeos (Fig. 1) y está alejada de bosques, edificios altos, parques, etc. que puedan influir notablemente en la captación de los palinomorfos muestreados. Ya que, al NE de la vega lagunera (núcleo urbano) se alza la masa boscosa de la laurisilva que constituye el bosque de Las Mercedes y hacia el W-SW la formación montañosa de La Esperanza con pinares canarios y mixtos con fayal-brezal.

Dado el carácter estenopolínico de las familias Amaranthaceae y Chenopodiaceae, prácticamente indiferenciables desde el punto de vista palinológico, las consideramos en un único tipo morfológico.

Para la elaboración del modelo de variación diaria, seguimos el utilizado por GALÁN *et al.* (1988). Es decir, realizamos los conteos cada hora durante las 24 horas del día y hallamos la media de la concentración para cada hora. En cada caso, el divisor corresponde al número total de días en que hubo incidencia del palinomorfo correspondiente, con lo cual se obtiene un "día ideal".

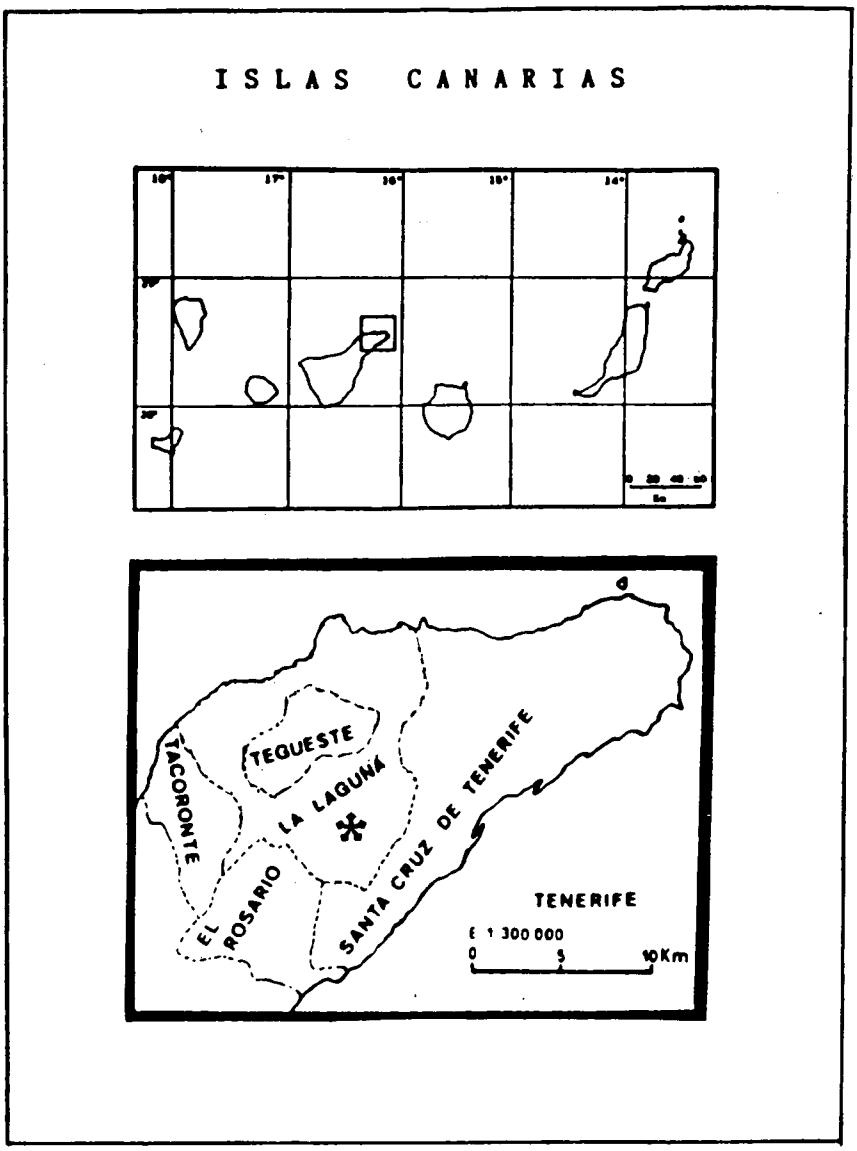


Figura 1.- (*) Situación geográfica de la estación de muestreo.

RESULTADOS

Cupressus (Fig. 2, 3)

Comienza a detectarse a finales de Noviembre (segunda mitad del otoño), alcanzándose en el invierno las concentraciones máximas. Es en el mes de Febrero cuando tiene su óptimo de incidencia, siendo los días de máxima concentración: el día 14 con 267 granos/m^3 en 1988 y el día 9 con 585 granos/m^3 en 1990. Coincidiendo con el inicio de la primavera comienza a disminuir su presencia en el aire, hasta hacerse prácticamente inapreciable en el verano.

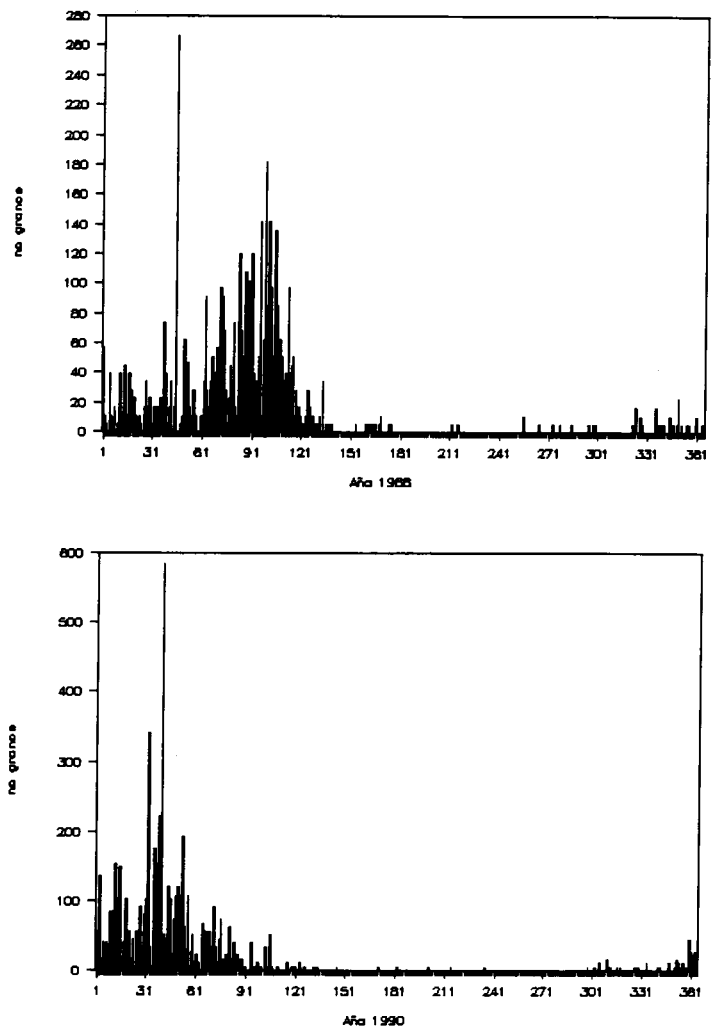


Figura 2.- Calendario del polen de *Cupressus* expresado en nº/m^3 de aire y día, durante 1988 y 1990.

La aislada y baja presencia de este polen en algunos días del verano probablemente sea debido a floraciones fuera de época, muy frecuentes en las plantas introducidas y cultivadas como ornamentales.

El patrón de variación diaria fue algo diferente en los dos años. No hay diferencias en la hora de máxima aparición (11 a.m.), pero sí en la de mínima (2-3 a.m y 10 p.m. en 1988, 8 p.m. en 1990). Se observó un comportamiento diferente en las primeras horas, pero no en el intervalo de máxima concentración que en los dos años fue entre las 10 a.m. y las 12 a.m.

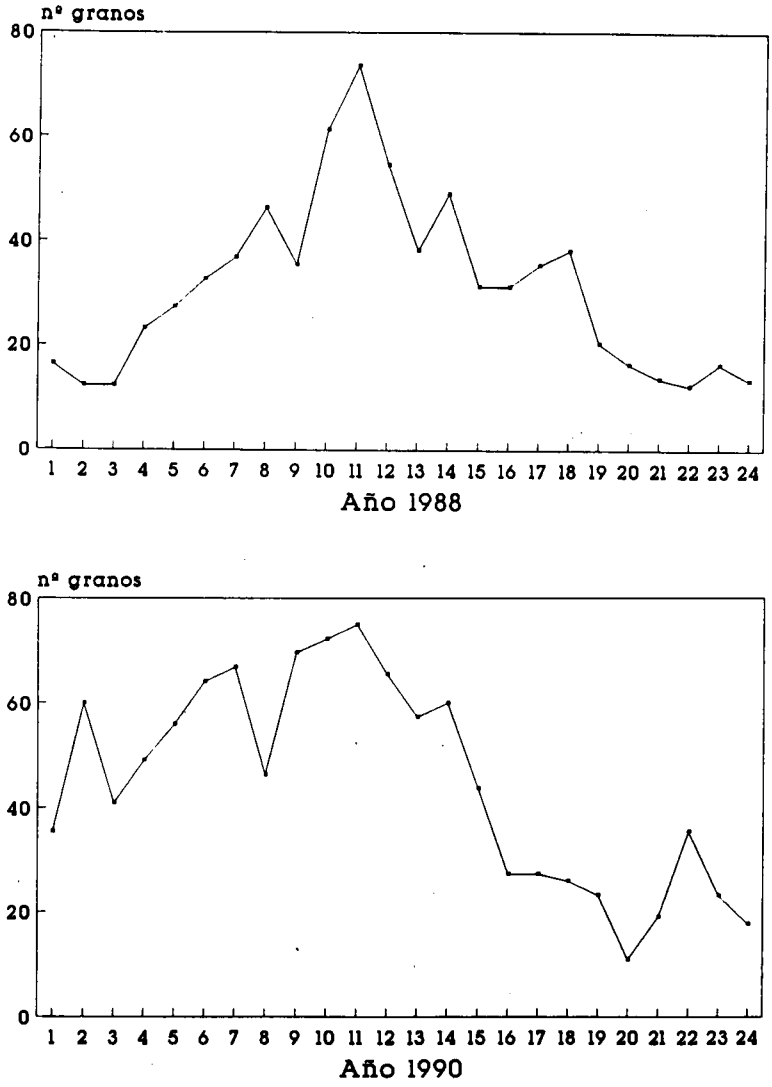


Figura 3.- Media de la concentración (nº de granos/ m^3 de aire) de *Cupressus* para cada hora del día durante 1988 y 1990.

Amaranthaceae-Chenopodiaceae (Fig. 4, 5)

Este tipo de polen aparece durante todo el año, pero tiene su óptimo en los meses de Mayo y Junio. El máximo alcanzado en 1988 corresponde al 26 de Mayo (74 granos/m^3) y en 1990 al 16 de Junio (57 granos/m^3).

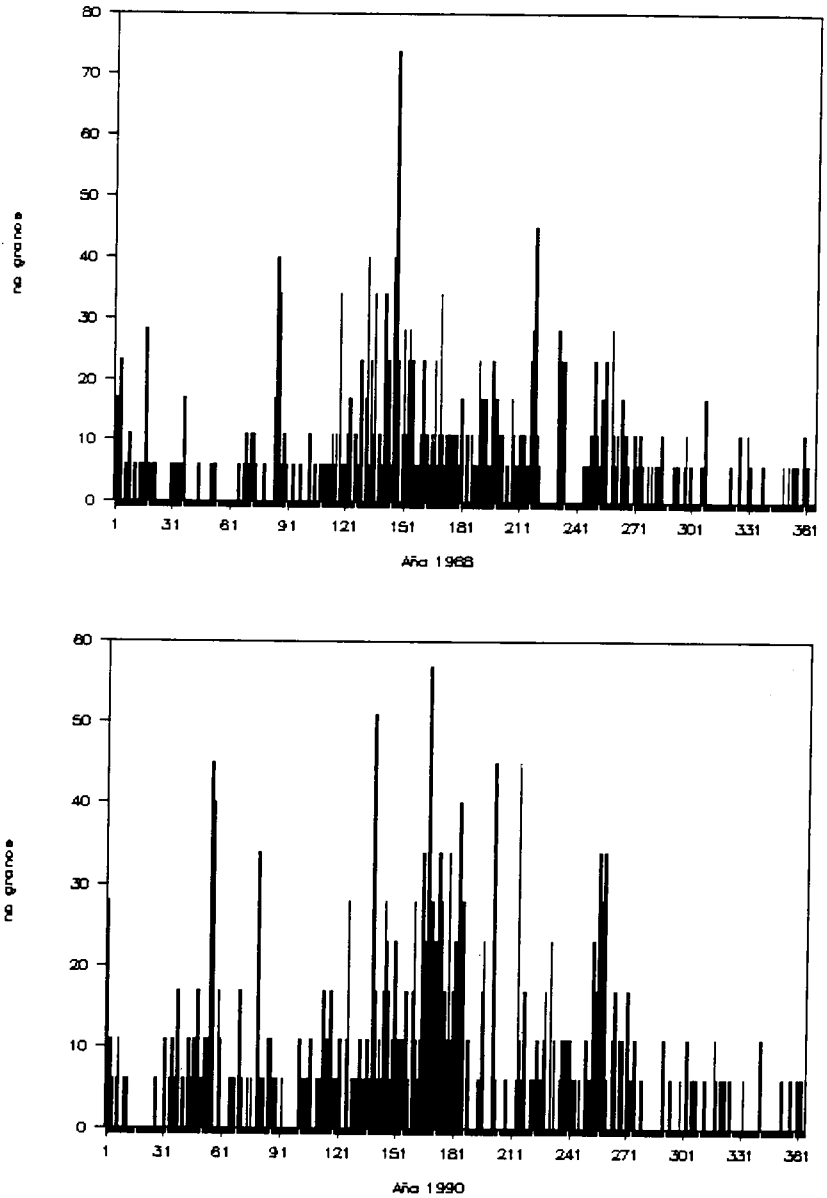
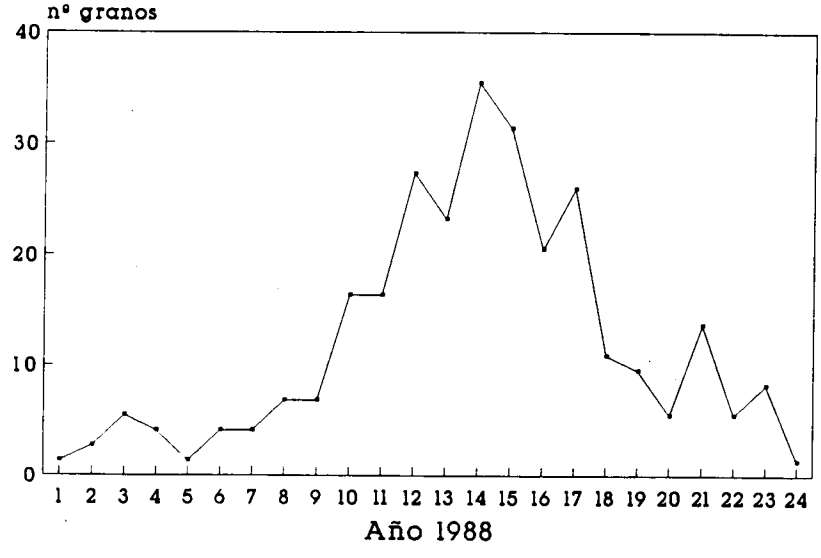


Figura 4.- Calendario del polen de Amaranthaceae-Chenopodiaceae expresado en nº/m^3 de aire y día, durante 1988 y 1990.

La variación diaria es bastante similar en los dos años. Las diferencias entre las horas de máxima y mínima aparición son pequeñas. El patrón es muy parecido al establecido para la atmósfera de Córdoba por GALÁN *et al.* (1989), aunque allí el intervalo de horas con mayor incidencia es más corto (entre las 10 a.m. y las 3 p.m.) que el observado en nuestra zona (entre las 10 a.m. y las 5 ó 6 p.m.)



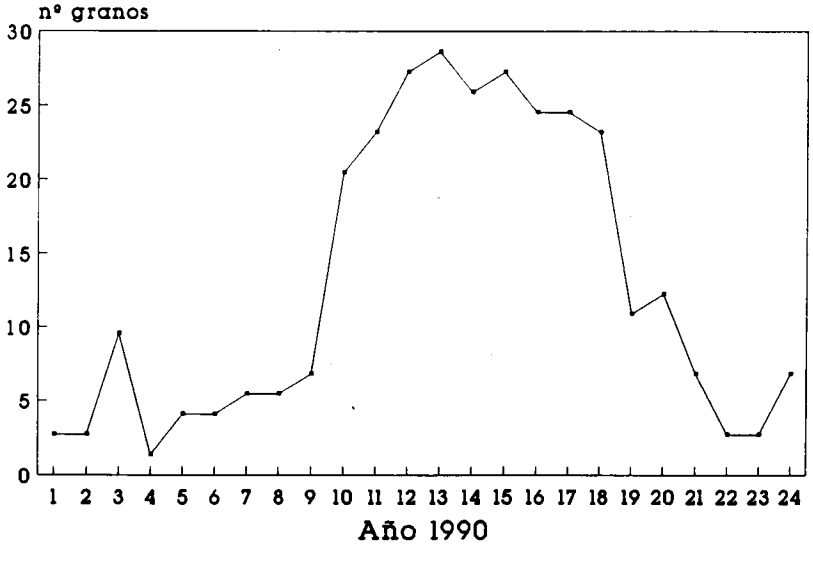
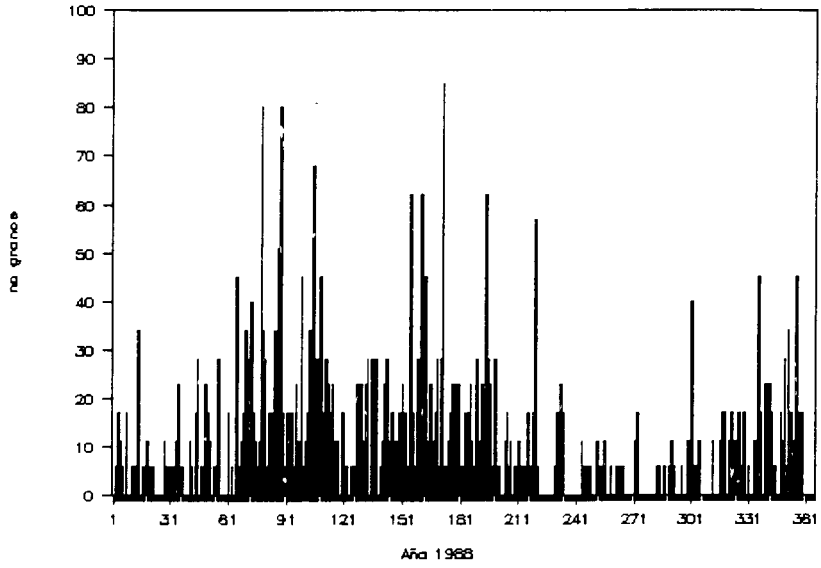
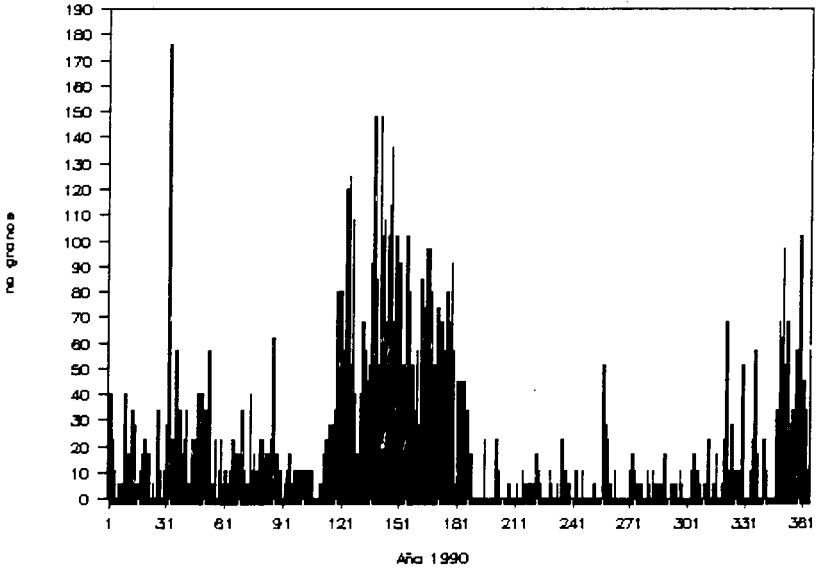


Figura 5.- Media de la concentración (nº de granos/ m^3 de aire) de Amaranthaceae-Chenopodiaceae para cada hora del día durante 1988 y 1990.

Urticaceae (Fig. 6, 7)

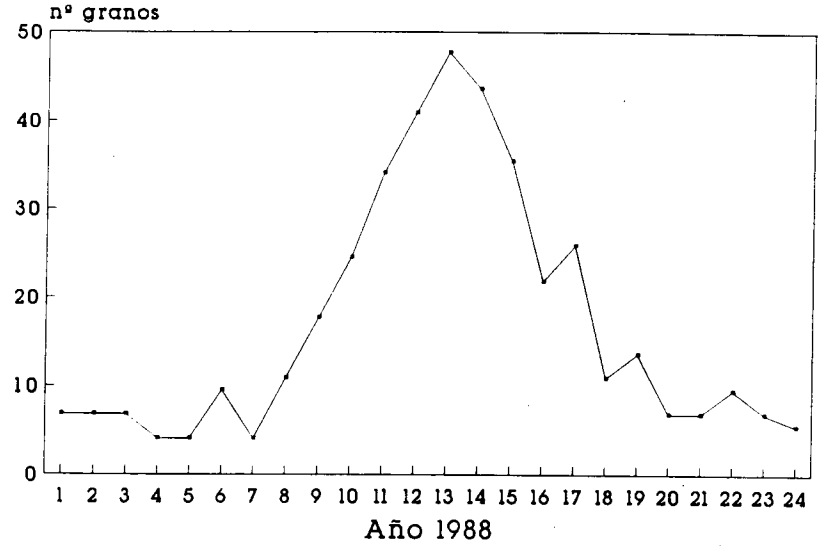
Aparece durante todo el año, alcanzando su óptimo en primavera. En 1988, los meses de mayor incidencia fueron Marzo, Abril y Junio (valor máximo: 85 granos/m^3 el 20 de Junio). En 1990 el periodo de mayor incidencia se retrasó con respecto a 1988 y fue mas corto (Mayo y Junio), a pesar de que el día de máxima concentración fue el 1 de Febrero con 176 granos/m^3.





Figra 6- Calendario del polen de *Cupressus* expresado en nº/m^3 de aire y día, durante 1988 y 1990.

La variación diaria es más o menos coincidente en los dos años. El intervalo de mayor incidencia fue entre las 11 a.m. y las 3 p.m., correspondiendo las concentraciones más altas al mediodía, de 12 a.m. a 2 p.m. El patrón de variación es bastante similar al encontrado en la atmósfera de Córdoba por GALAN *et al.* (1991b), aunque éste último fue dado en porcentajes.



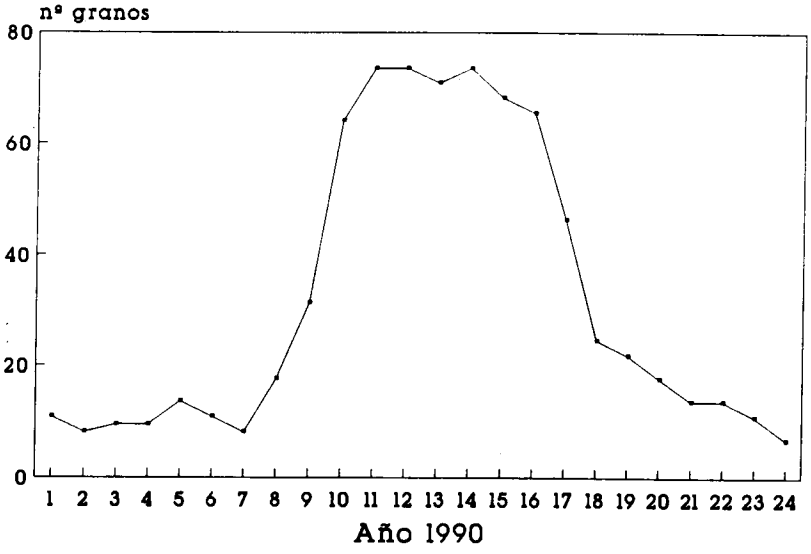
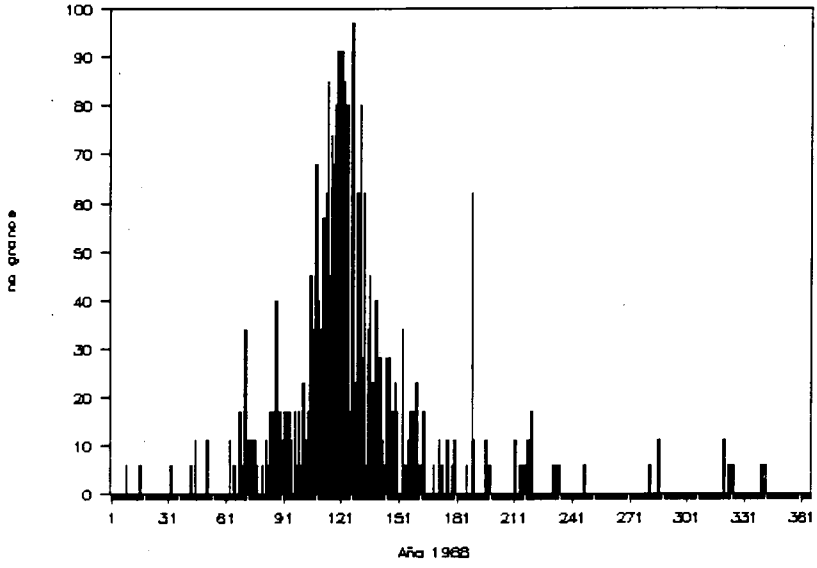


Figura 7.- Media de la concentración (nº de granos/ m^3 de aire) de Urticaceae para cada hora del día durante 1988 y 1990.

Poaceae (Fig. 8, 9)

Aparece durante todo el año, pero los niveles empiezan a subir a principios de Marzo, alcanza sus máximos valores en concentración y frecuencia, entre Abril y principios de Junio, disminuyendo durante el verano y sobre todo durante el otoño y principios de invierno. La concentración más alta en 1988 fue de 97 granos/m^3 (el 6 de Mayo) y en 1990 de 68 granos/m^3 (el 12 de Mayo).



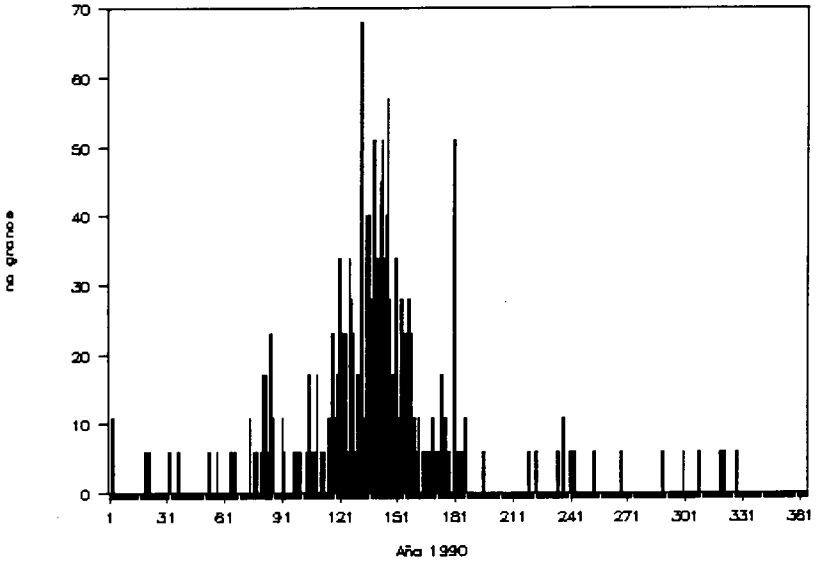


Figura 8.- Calendario del polen de Poaceae expresado en n°/m^3 de aire y día, durante 1988 y 1990.

El patrón de variación diaria es prácticamente coincidente en los dos años. Las concentraciones más altas se manifestaron entre las 2 p.m. y las 7 p.m., correspondiendo los valores más altos a las 4 p.m. ó 5 p.m. A partir de las 9 ó 10 p.m. hastra las 7 u 8 a.m. las concentraciones fueron mínimas. En este caso, el intervalo horario de máxima aparición difiere con el dado por GALAN *et al.* (1991b) para la atmósfera de Córdoba (10-12 a.m. en 1982 y 7 a 9 a.m. en 1983 y 1984).

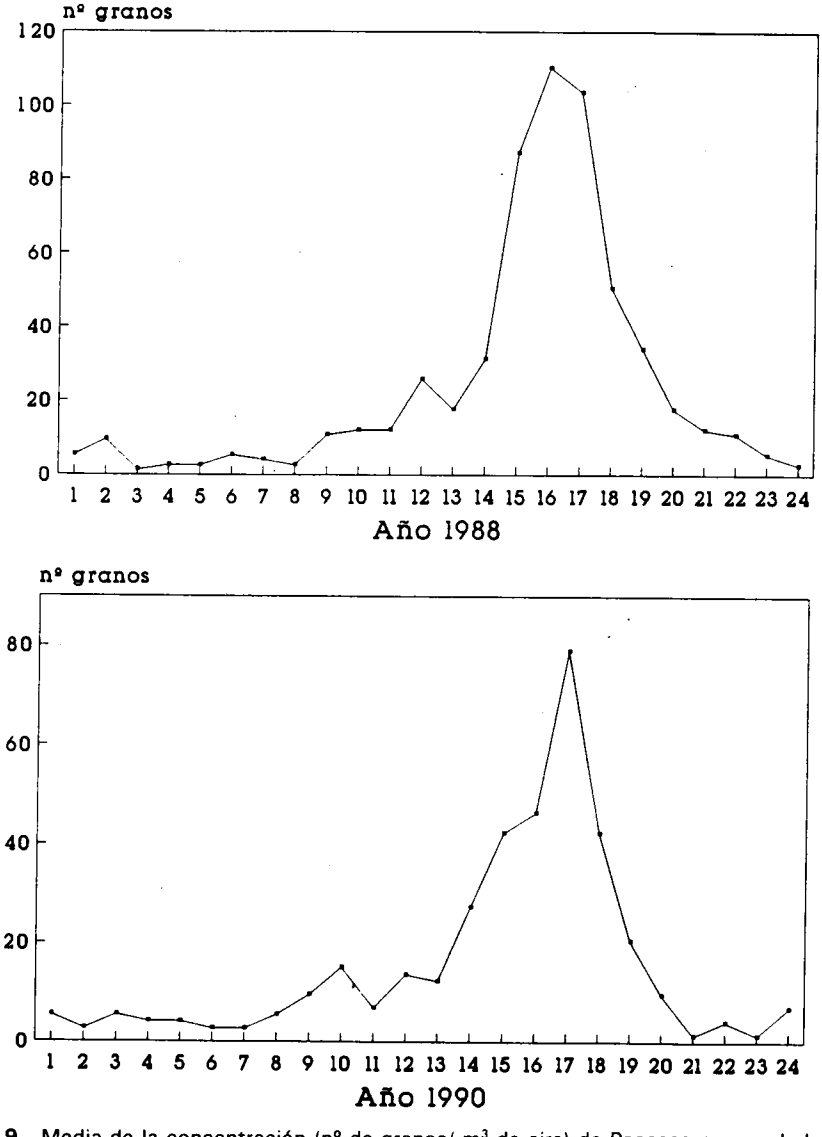


Figura 9.- Media de la concentración (nº de granos/ m^3 de aire) de Poaceae para cada hora del día durante 1988 y 1990.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que el polen de *Cupressus* tiene una marcada incidencia invernal, mientras que los tres tipos restantes aparecen de forma habitual durante todo el año, pero con su óptimo durante la primavera.

En cuanto a la variación diaria, puede decirse que en todos los casos es a partir de las 10 a.m. o incluso más tarde (Poaceae), cuando hay mayor incidencia de granos en el aire. Las concentraciones más altas de Amaranthaceae-Chenopodiaceae y Urticaceae se manifiestan entre las 12 a.m. y las 2 p.m., las de *Cupressus* un poco más temprano (11 a.m.) y las de Poaceae más tarde (4 o 5 p.m.).

Como era de esperar, las horas de máxima concentración polínica coinciden con las horas de mayor insolación y temperatura más alta.

REFERENCIAS

CHAPARRO, A. & J. CONDE, 1984.- Estudio y comentarios de las estaciones mediterráneas costeras. *Public. XIV Congreso Nacional Soc. Esp. Alergia e Inmunol. Clín.*: 44-49.

DOMÍNGUEZ SANTANA, M.D., I. LA SERNA RAMOS, B. MENDEZ PEREZ & P.L. PEREZ DE PAZ, 1993.- Contenido de polen y esporas en aire de la comarca de La Laguna (Tenerife, Islas Canarias): año 1988. *In* LA SERNA RAMOS, I. (ed.). *Polen y esporas: Contribución a su conocimiento. VIII Simposio de Palinología (A.P.L.E.), Tenerife 1990: 133-146*. Secretariado de Publicaciones. Universidad de La Laguna.

GALAN, C., F. INFANTE, E. RUIZ DE CLAVIJO & E. DOMINGUEZ, 1988.- Variación estacional y diaria del polen de *Olea europaea* L. en la atmósfera de Córdoba en relación con los parámetros meteorológicos. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 4: 46-53.

- - F. INFANTE, E. RUIZ DE CLAVIJO, F. GUERRA, R. MIGUEL & E. DOMINGUEZ, 1989.- Allergy to pollen grains from Amaranthaceae and Chenopodiaceae in Córdoba, Spain. Annual and daily variation of pollen concentration. *Annals of Allergy* 63(11): 435-438.

- - J. CUEVAS, F. INFANTE & E. DOMÍNGUEZ.- 1991a. Variación anual de la concentración de aeropolen de Compositae en la atmósfera de Córdoba. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 5: 19-28.

- - R. TORMO, J. CUEVAS, F. INFANTE & E. DOMÍNGUEZ, 1991b.- Theorical daily variation patterns of airborne pollen in the South-West of Spain. *Grana* 30: 201-209.

GAVILANES, C.R. & P. MONSERRAT, 1954.- La Polinosis en Canarias. *In* ALEMANY, R. (ed.). *Polinosis. III Congr. Nac. de Alergia. Canarias: 299-302*. Ed. Paz Montalvo. Madrid.

MONSERRAT, P., 1953.- *La polinosis en Canarias. Plantas susceptibles de producir polinosis, su distribución y épocas de polinización*. Publ. Mus. Canar. Las Palmas de Gran Canaria. 129 pp. + 23 lám.

COMPORTAMIENTO ESTACIONAL E INTRADIURNO DEL POLEN DE POACEAE EN LA ATMÓSFERA DE MÁLAGA Y SU RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS: DATOS 1991-1993.

Mª DEL MAR TRIGO, MARTA RECIO, FRANCISCO JAVIER TOTO & BALTASAR CABEZUDO.

Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. Apdo. 59. 29080 Málaga.

Recibido: octubre 1993.

Palabras clave: Aerobiología, Poaceae, Málaga.

Key words: Aerobiology, Poaceae, Málaga.

RESUMEN

Durante los años 1991, 1992 y 1993 se ha muestreado ininterrumpidamente la atmósfera de la ciudad de Málaga mediante un captador volumétrico tipo Burkard situado en el extrarradio de la ciudad y a unos 15 m del suelo. A lo largo de este período se han analizado tanto los valores polínicos diarios como la variación que presentaban los mismos a lo largo de las 24 horas del día.

Dado que el pólen de gramíneas junto con el de olivo es una de las principales causas de polinosis en la ciudad de Málaga, en el presente trabajo se analizan las concentraciones obtenidas del polen de dicho taxon y se estudia la influencia que los factores climáticos tienen sobre las mismas, estableciéndose modelos de comportamiento tanto estacional como intradiurno.

SUMMARY

During 1991, 1992 and 1993 we are carried out from Málaga (S.E. Spain) a study on the annual and daily variation of pollen grasses in the atmosphere of the city. The samples were collected with the aid of a seven days recording Burkard spore trap situated at 1 Km of the city center and about 15 m above ground level.

Given that grasses pollen is, with pollen from *Olea europaea*, the major agent causing of pollinosis in Málaga, in this paper we have analysed the seasonal variation of the pollen incidence and its relationships with climatic parametres as well as the diurnal rhythmics for Málaga.

ISSN 0211- 7150

INTRODUCCIÓN

La familia Poaceae (gramíneas), debido a su carácter anemófilo, ha sido tradicionalmente uno de los grupos más frecuentemente tratados desde el punto de vista aerobiológico, siendo considerada por numerosos autores como una de las principales causas de polinosis. (WEEKE & SPIEKSMA, 1991; SUBIZA & JEREZ, 1986; HERNÁNDEZ DE ROJAS *et al.*, 1991).

La ciudad de Málaga se encuentra situada en el sur de la Península Ibérica y a orillas del Mar Mediterráneo siendo sus coordenadas 36° 47' de latitud Norte y 4° 19' de longitud Oeste. Probablemente sea su proximidad al mar el factor que determina que a lo largo del año no se detecten concentraciones tan importantes de polen de gramíneas en la atmósfera de la ciudad como las citadas por otros autores para localidades próximas, como Córdoba, situada más al interior y de clima más continental (DOMÍNGUEZ *et al.*, 1984). Sin embargo, en los meses de primavera (mayo y junio fundamentalmente) se registran cantidades de polen lo suficientemente importantes como para producir reacciones de tipo alérgico en la población, siendo este polen de gramíneas junto con el de olivo los causantes de la mayor parte de las afecciones polínicas que se registran durante la época primaveral.

Son escasos los datos que se tienen sobre la aerobiología de gramíneas en la ciudad de Málaga, ya que sólo se han encontrado referencias incluidas dentro de estudios más amplios (SUBIZA & JEREZ, 1986; JÄGER & MANDRIOLI, 1991; 1992). En el presente trabajo se estudia la fluctuación estacional e intradiurna que presenta el polen de este taxon en la atmósfera de la ciudad de Málaga así como su relación con los principales parámetros meteorológicos con el objeto de poder establecer patrones de comportamiento que permitan a las personas implicadas poder tomar las medidas profilácticas oportunas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo se llevó a cabo durante los años 1991, 1992 y 1993 utilizándose un captador volumétrico tipo Burkard situado en la terraza de la Facultad de Medicina y a unos 15 m del suelo. Dicho edificio se encuentra ubicado en el Campus Universitario de Teatinos, en una zona abierta, sin edificios próximos que impidan la libre circulación del aire y aproximadamente a 1 Km de distancia del núcleo urbano.

El recuento de los granos de polen se ha realizado hora a hora, por lo que los datos vienen expresados en nº de granos de polen por m^3 y hora (media diaria). Para dicho recuento se han realizado 4 barridos por preparación utilizándose un objetivo de 40 aumentos y extrapolándose posteriormente los resultados obtenidos al total de la muestra. Los datos correspondientes al año 1993 no son completos (enero a septiembre) pero abarcan la estación principal de presencia de este aeroalergeno (primavera).

A la hora de establecer la variación intradiurna, sólo se han tenido en cuenta los días exentos de precipitaciones de los meses de mayo y junio, cuya concentración media diaria de polen recolectado superaba los 5 granos por m^3 de aire, obteniéndose así un día ideal para cada año de estudio.

Los datos meteorológicos han sido facilitados por la estación Málaga-Aeropuerto a través del Instituto Meteorológico Zonal de Málaga. Dicha estación meteorológica se encuentra situada a unos 5 km de distancia aproximadamente de la estación de muestreo, siendo la más cercana a la misma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en la Fig.1, el polen de gramíneas se ha detectado durante todo el año, por lo que es difícil establecer claramente el comienzo de la floración y dispersión polínica de este grupo. Sin embargo, el 90% del total anual de polen se concentra en los meses de abril, mayo y junio, con un pico máximo que se sitúa entre el 10 de mayo y los primeros dias de junio, según los datos correspondientes a los años de estudio.

Este comportamiento estacional es similar a los registrados para otras ciudades mediterráneas (MARTÍN VILLODRE *et al.*, 1990) y del sureste de España (DOMÍNGUEZ *et al.*, 1984; RIZZI *et al.*, 1992; BELMONTE *et al.*, 1992), siendo el período de polinación más amplio y menos intenso que en el norte y centro de Europa (WEEKE & SPIEKSMA, 1991).

Como ya pusiera de manifiesto HIRST (1953), las precipitaciones producen un lavado momentáneo del polen contenido en la atmósfera ya que hace descender las concentraciones a niveles muy bajos e incluso nulos (Figs. 2, 3 y 4), teniendo mayor incidencia si se producen en las horas de máxima concentración polínica (entre las 10 de la mañana y las 4 de la tarde).

Por otra parte, si comparamos los valores de las precipitaciones registradas desde enero a abril, meses previos a la temporada de polinación principal, con las cantidades de polen registradas durante mayo y junio, se puede observar que existe una relación directa entre la cantidad de lluvia y el valor de los picos máximos alcanzados por el polen. Así, en 1991 y 1993 las precipitaciones acumuladas en la época preestacional, fueron sensiblemente superiores a las de 1992 (véanse Tab. 1 y Fig. 5), obteniéndose a finales de abril de dichos años cantidades de 225 y 185 mm respectivamente frente a los 102 mm de 1992. Por otro lado, parece ser que el número de días de lluvia registrados en esta época preestacional también influye positivamente en la intensidad de los picos máximos de polen recogido, ya que para este mismo período se situaba en 36 días para 1991, en 20 para 1992 y en 24 para 1993. La escasez de lluvias obtenidas durante el invierno y la primavera de 1992 contribuyó a que en ese año el pico máximo de floración se produjera más tempranamente (11 de mayo), mientras que las precipitaciones intermitentes registradas durante abril y mayo de 1993 hicieron que el pico máximo se obtuviera más tarde (2 de junio).

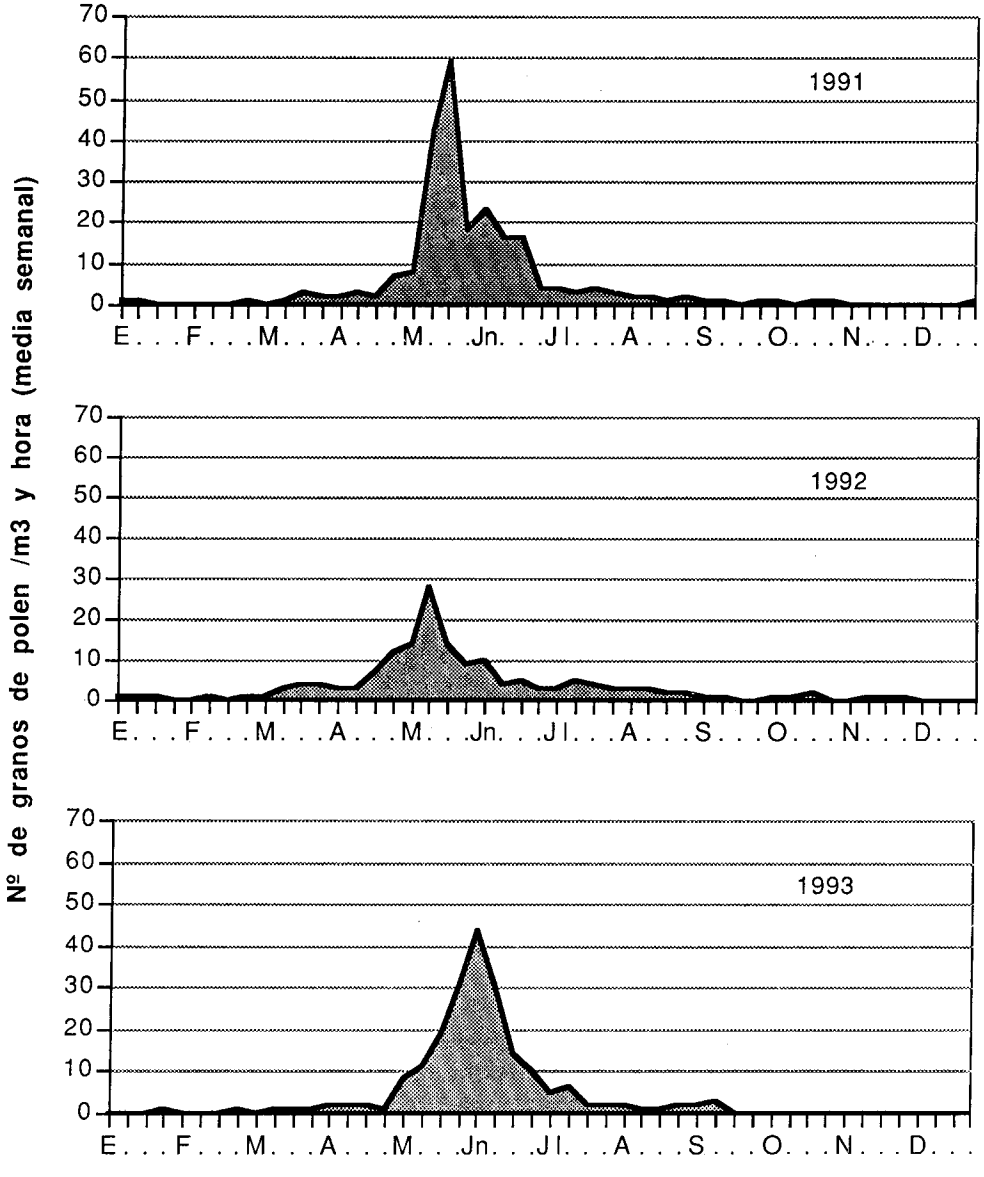


Figura 1.- Distribución anual del polen de gramíneas durante los años de estudio.

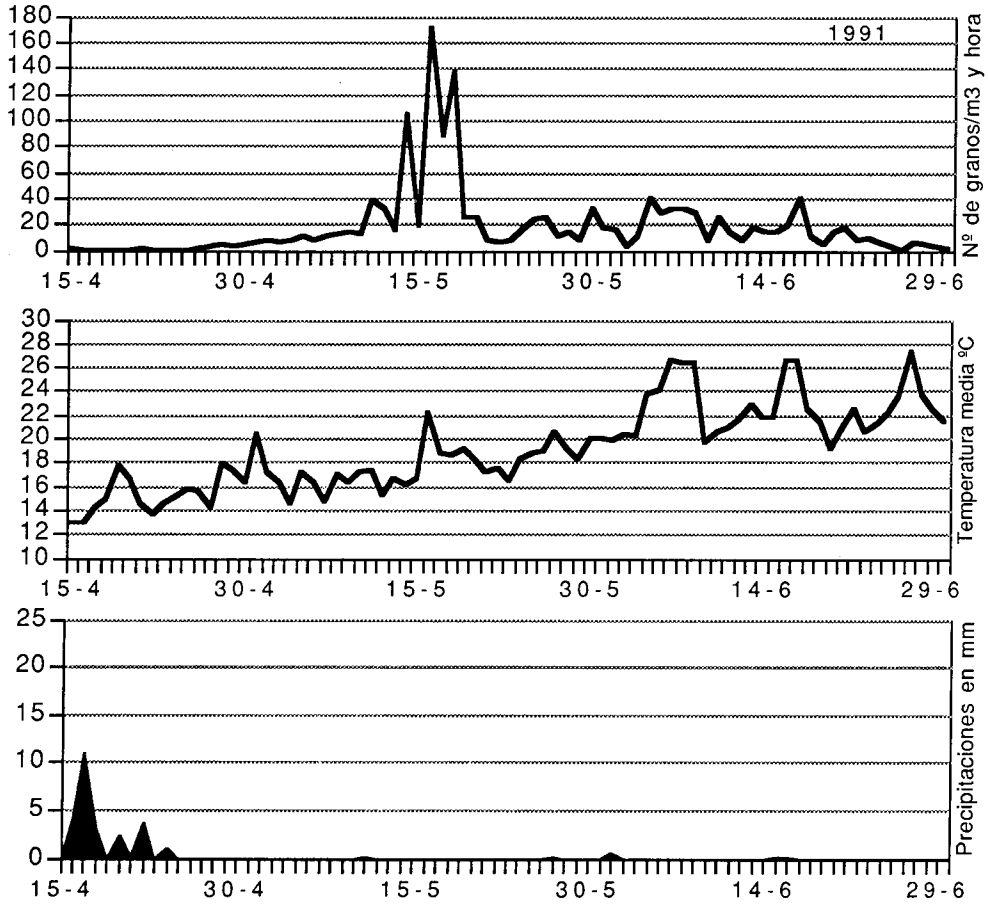


Figura 2.- Representación de la media diaria de polen, temperatura media y precipitaciones registradas del 15 de abril al 30 de junio de 1991.

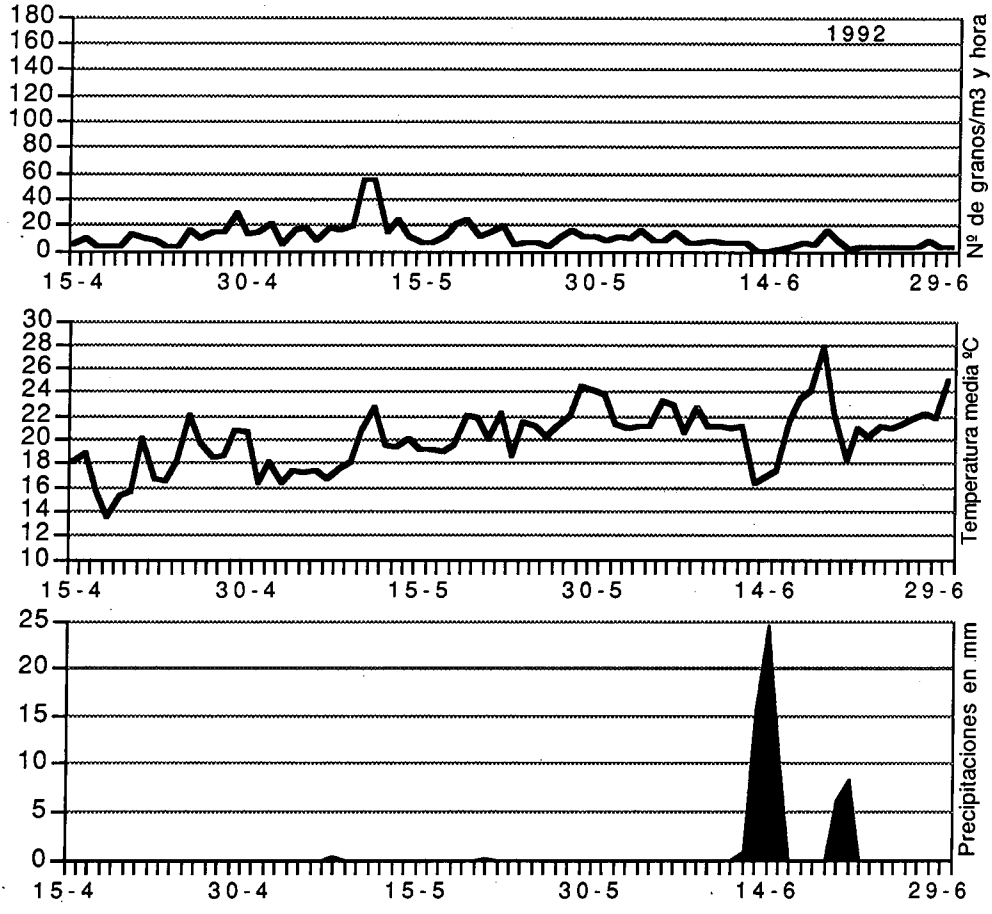


Figura 3.- Representación de la medida de polen, temperatura media y precipitaciones registradas del 15 de abril al 30 de junio de 1992.

Sin embargo, cuando las lluvias se producen ya avanzado el mes de junio, como ocurrió en 1992, no parece que éstas tengan una influencia directa sobre la floración.

Los años estudiados ofrecen unas ciertas diferencias en lo que a temperatura se refiere (Tab. 2), lo que unido al factor precipitaciones probablemente expliquen las distintas concentraciones de pólen registrado (Tab. 3).

Tabla 1.- Precipitaciones mensuales y acumuladas.

Años	1991		1992		1993	
	Mens.	Acum.	Mens.	Acum.	Mens.	Acum.
Enero	19,9	19,9	33,7	23,7	51,3	51,3
Febrero	83,9	103,8	34,1	57,8	44,2	95,5
Marzo	93,5	197,3	20,2	78,0	64,1	159,6
Abril	27,5	224,8	23,7	101,7	25,6	185,2
Mayo	0,2	225,2	0,4	102,1	43,7	228,9
Junio	0,9	226,1	65,5	167,6	0	228,9
Julio	0	226,1	1,8	169,4	0	228,9
Agosto	0	226,1	0	169,4	0	228,9
Septiembr.	27,9	226,9	13,3	182,7	1,2	230,1
Octubre	120,8	374,8	111,8	294,5		
Noviembre	65,8	440,6	12,1	306,6		
Diciembre	29,6	470,2	22,3	306,7		

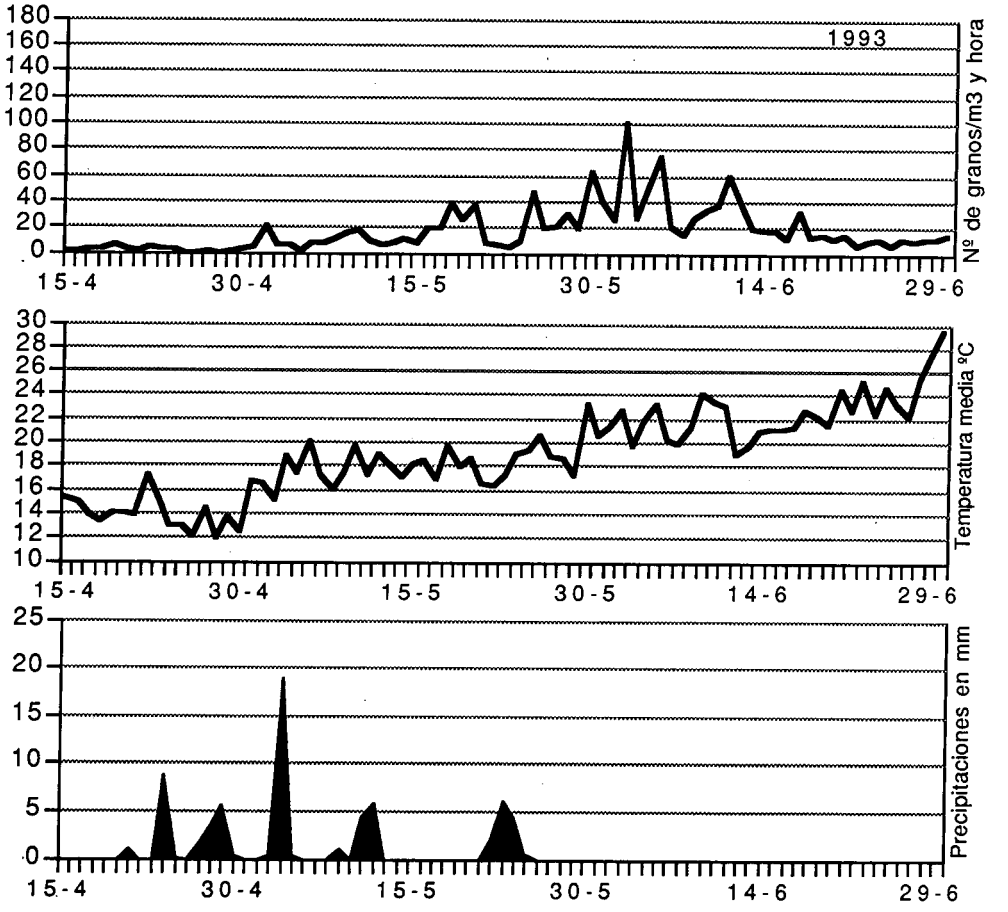


Figura 4.- Representación de la media diaria de polen, temperatura media y precipitaciones registradas del 15 de abril al 30 de junio de 1993,

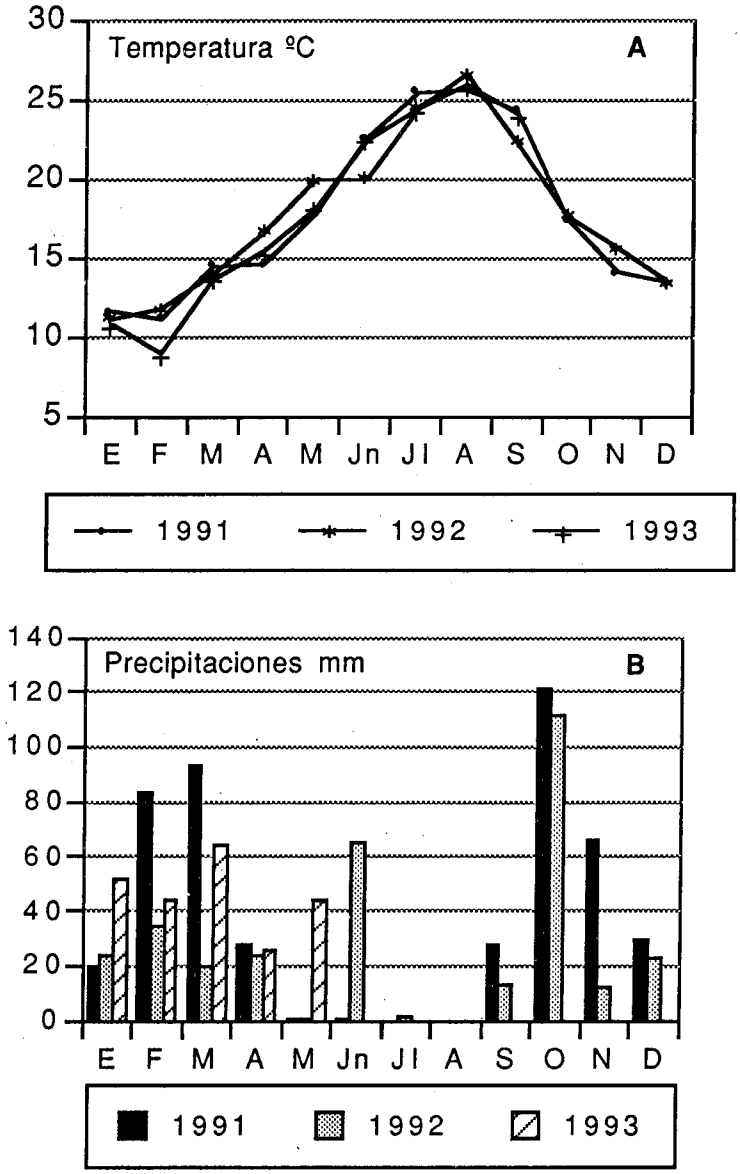


Figura 5.- **A)** Representación gráfica de los valores medios mensuales alcanzados por las temperaturas durante los años 1991-1993. **B)** Volumen de las precipitaciones registradas durante el mismo período.

Así, el invierno y el comienzo de la primavera de 1993 fueron ligeramente más frescos, lo que unido a la presencia de lluvias intermitentes durante el mes de mayo influyeron para que el pico máximo se obtuviera más tardíamente, mientras que en el año 1992, más cálido y seco, este máximo fué mucho más precoz.

Tabla 2.- Temperaturas medias mensuales y acumuladas.

Años	1991		1992		1993	
	Media	Acum.	Media	Acum	Media	Acum
Enero	11,6	359	11,2	347	10,8	334
Febrero	11,2	672	11,8	690	8,9	669
Marzo	14,5	1123	13,9	1121	13,7	1091
Abril	14,6	1562	16,7	1621	15,4	1550
Mayo	17,8	2113	19,9	2237	18,2	2112
Junio	22,6	2791	20	2877	22,5	2788
Julio	25,5	3577	24,5	3637	24,4	3543
Agosto	25,7	4374	26,6	4461	25,9	4347
Septiembr.	24,3	5102	22,3	5130	24,1	5048
Octubre	17,4	5643	17,7	5679		
Noviembre	14,1	6067	15,6	6146		
Diciembre	13,4	6475	13,4	6560		

Tabla 3.- Valores máximos obtenidos.

Años	Día de máxima concentración	Hora de máxima concentración
1991	16 Mayo: 4111 granos/m^3	16 Mayo, 13-14h.: 431 granos/m^3
1992	11 Mayo: 1440 granos/m^3	10 Mayo, 9-10h.: 258 granos/m^3
1993	2 Junio: 2376 granos/m^3	2 Junio, 11-12h.: 310 granos/m^3

En las fig. 3, 4 y 5 se observa que los incrementos de la temperatura en ausencia de lluvias, coincide con incrementos en las concentraciones de granos de polen, siendo estos incrementos más acusados durante el mes de mayo y primera quincena de junio y teniendo poca relevancia a partir de estas fechas.

En cuanto a la variación intradiurna (Fig. 6), se aprecia que el comportamiento durante estos 3 años es similar, observándose que las mayores concentraciones se producen entre las 8 de la mañana y las 4 de la tarde, con un pico máximo alrededor de las 12 del mediodía y un mínimo entre las 12 de la noche y las 6 de la mañana.

Estos valores intradiurno y distribución de la curva son similares a los obtenidos por GALÁN *et al.* (1991) en la Ciudad de Córdoba aunque con el pico máximo desplazado hacia las 10 de la mañana. Sin embargo, estudios sobre la variación intradiurna realizados por otros autores muestran un comportamiento distinto de la curva. Así, CORDEN & MILLINGTON (1991) en estudios realizados en Derby (zona central de Inglaterra) encontraron máximos desplazados hacia las 7 de la tarde.

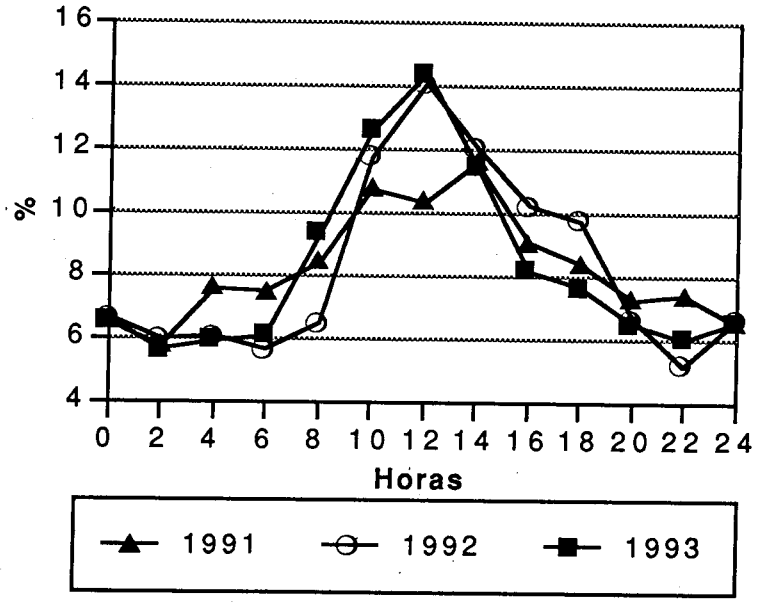


Figura 6.- Distribución de las concentraciones a lo largo del día.

REFERENCIAS

BELMONTE, J. , J. BOTEY, A. CADAHIA, A. PUIGDEMUNT & J.M. ROURE, 1992.- *Estudio polínico de la atmósfera de Cataluña. Resultados años 1990-1991*. División de Alergia de Laboratorios LETI, S.A., Barcelona. 68 págs.

CORDEN, J. M. & W. M. MILLINGTON, 1991.- A study of Gramineae and Urticaceae pollen in the Derby area. *Aerobiologia* 7: 100-106.

DOMÍNGUEZ, E., J. L. UBERA & C. GALÁN, 1984.- *Polen alergógeno de Córdoba*. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, Córdoba, 153 págs.

GALÁN, C., R. TORMO, J. CUEVAS, F. INFANTE & E. DOMÍNGUEZ, 1991.- Theoretical daily variation patterns of airborne pollen in the South-west of Spain. *Grana* 30: 201-209.

HERNÁNDEZ DE ROJAS, M. D., A. BASOMBA & E. SUBIZA, 1991.- Allergenic pollen and pollinosis in Spain. In D'AMATO, G., F. Th. M. SPIEKSMA & S. BONINI (eds.). *Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe*: 189-192. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 226 págs.

HIRST, J. M., 1953.- Changes in atmospheric spore content: diurnal periodicity and the effects of wether. *Transactional Brithish Mycol. Soc.* 36: 375-393.

JÄGER, S. & P. MANDRIOLI (eds.), 1991.- Airborne grass pollen distribution in Europe 1991. *Aerobiologia*, special issue, 7 (1/1): 3-36.

- - (eds.), 1992.- Airborne grass pollen distribution in Europe 1992. *Aerobiologia*, special issue 8(2/1): 3-41.

MARTÍN VILLODRE, J., M. SUÁREZ CERVERA & J. A. SEOANE CAMBA, 1990.- Influencia de los factores climáticos en la captura del polen aerovagante. *In* E. BLANCA, C. DÍAZ DE LA GUARDIA, M.C. FERNÁNDEZ, M. GARRIDO, M.I. RODRÍGUEZ GARCÍA & A.T. ROMERO GARCÍA. *Polen, esporas y sus aplicaciones. VII Simposio de Palinología*: 385-396, Granada. 495 págs.

RIZZI LONGO, L., M. L. PIZZULIN SAULI & F. LARESE FILON, 1992.- Comparison between the allergenic airborne pollen in Trieste and at Lozzo di Cadore (Italy) in 1989. *Aerobiologia* 8 (3): 385-391.

SUBIZA, E. & M. JEREZ, 1986.- Consideraciones aerobiológicas del polen de Gramíneas en España y su interés en la epidemiología de la Fiebre del Heno y asma polínico. (Método volumétrico). Estudio multicéntrico. SEA. *Actas del VI Simposio de Palinología*: 211-220, Salamanca.

WEEKE, E. R. & F. Th. M. SPIEKSMA, 1991.- Allergenic significance of Gramineae (Poaceae). En D'AMATO, G., F. Th. M. SPIEKSMA & S. BONINI (eds.). *Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe*: 109-112. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 226 págs.

BIOLOGÍA DEL POLEN

PASO DE MATERIAL A TRAVÉS DE LA PARED DEL GRANO DE POLEN DE TOMATE (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM*) EN CULTIVO *IN VITRO*

M.B. CARRETERO & M.I. RODRIGUEZ-GARCÍA

Dpto. Bioquímica Celular y Molecular en Plantas. Estación Experimental del Zaidín.
Profesor Albareda 1, 18008 Granada.

Recibido: octubre 1993.

Palabras Clave: Polen, *Lycopersicum Esculentum*, Nitrato de lantano. Vías de paso.

Key words: Pollen, *Lycopersicum Esculentum, Lantanum nitrate, Path ways.*

RESUMEN

En este trabajo se estudia el posible paso de material a través de la pared del polen de tomate. Se ha utilizado nitrato de lantano como elemento traza, añadido a una solución fijadora o bien medio de cultivo en el que se mantuvieron los granos previamente a su fijación. Nuestros resultados muestran paso de material, existiendo una relación entre el grado de maduración del grano y las vías de paso encontradas. Es importante destacar que la incorporación de lantano antes o simultaneamente a la fijación no parece influir en el paso del mismo hacia el citoplasma.

SUMMARY

We studied the passage of material through the tomato pollen grain wall. Lantanum nitrate was used as trace element and it was added to a fixative solution or a culture medium, in which pollen grains were cultured before the fixation. We observed the passage of material depends of stage of development of the pollen grain; the passage is lower when the pollen grain is more nature. It is important to note that the trace element incorporation before or simultaneosly with the fixation have not influence in lantanum passage to the cytoplasm.

INTRODUCCIÓN

El grano de polen es una estructura de gran importancia dentro del ciclo de vida de plantas superiores. De todos es conocido que el grano de polen se encuentra rodeado de una pared cuya naturaleza esporopolenínica ha sido considerada como una barrera que lo aisla del medio externo.

Sin embargo el grano de polen es una estructura dinámica que debe mantener relación con su entorno durante su desarrollo. Existen trabajos previos en los que

ISSN 0211- 7150

se demuestra, como el nitrato de lantano, utilizado como elemento traza, puede penetrar hacia el interior del grano de polen a través de su exina(ROWLEY & FLYNN, 1971; ROWLEY, 1975; FERNANDEZ & RODRIGUEZ-GARCÍA, 1990). Otros marcadores utilizados como son hierro coloidal (ROWLEY & DUMBAR, 1970), peroxidasa exógena y ferritina (ROWLEY, 1975) tambien han demostrado que estos elementos pueden llegar hasta el citoplasma del grano, para lo cual deben atravesar la pared del mismo. Se han descrito varias vías de paso a través de la pared del polen: a) del material de la exina (ROWLEY & FLYNN, 1971); b) de microcanales existentes en la exina (ROWLEY *et al,* 1987; ABADIE *et al,* 1986 y 1988) c) por regiones aperturales (ROWLEY & DUMBAR, 1970). Además el lugar o lugares de paso pueden variar según el estadio de desarrollo del grano de polen (FERNANDEZ & RODRIGEZ-GARCÍA, 1990).

El objeto de este trabajo es estudiar en el polen del tomate (*Lycopersicum esculentum)* el comportamiento de su pared con respecto al paso del lantano tanto cuando éste se encuentra dentro de la antera como cuando ya está libre. Para ello utilizamos dos métodos diferentes: a) fijación de las anteras en soluciones de glutaraldehido y osmio a las cuales se le añade el elemento traza; b) incorporando el elemento traza en un medio de cultivo en el que se mantiene el polen durante un tiempo determinado para posteriormente ser fijado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se fijaron anteras de tomate (*Lycopersicum esculentum*) de tamaño comprendido entre 5-8 mm de longitud de dos formas diferentes: 1) serie control siguiendo el proceso convencional de preparación de muestras para microscopía electrónica (FERNÁNDEZ & RODRÍGUEZ-GARCÍA, 1988); 2) serie problema en la que la fijación se realizó en soluciones fijadoras de glutaraldehido y osmio a las que se les añadió 1% de nitrato de lantano (FERNÁNDEZ & RODRÍGUEZ-GARCÍA, 1990). La deshidratación se llevó a cabo en serie gradual de etanol y la inclusión de las muestras fue en resina EPON.

Para la realización del cultivo se aislaron granos de polen maduros por aplastamiento de anteras. Una vez aislado se mantuvieron durante 2-4 horas en un medio de cultivo MR26, según indican BENITO MORENO et al (1988), al cual se le había añadido 1% de nitrato de lantano. Posteriormente estos granos de polen fueron fijados por el mismo procedimiento que la serie control.

Las secciones ultrafinas (70-80 mm) fueron realizadas con un ultramicrotomo Reichert Jung Ultracult-E. Sólo las secciones control fueron contrastadas con acetato de urnilo y citrato de plomo (REYNOLD, 1963). Las observaciones fueron realizadas en Microscopio Electrónico de Transmisión Zeiss 10C a un voltaje de 60kV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los experimentos realizados utilizando como elemento marcador el nitrato de lantano, se ha observado que la pared del grano de polen de tomate permite la entrada de material procedente del exterior. Estos resultados vienen a confirmar los anteriormente publicados en *Olea europaea* (FERNÁNDEZ & RODRÍGUEZ-GARCÍA, 1990). Es bien conocido que el polen bicelular medio y maduro consta de una pared bien desarrollada, constituida por exina e intina. Todas las muestras de tomate, excepto las muestras control, presentan trazas de lantano en forma de un precipitado denso a los electrones (Fig. 1, 2, 4). El lugar de acumulación de dicho precipitado varía según el estadio de desarrollo del grano de polen.

En el polen bicelular medio, es posible localizar precipitado de lantano tanto a nivel de pared como de citoplasma (Fig. 2). En la pared de las regiones interaperturales (Fig. 2) el precipitado fino de lantano se encuentra esparcido de forma homogénea entremezclado con el material que constituya la exina. Los microcanales, que atraviesan el tectum y permiten la comunicación entre el infratectum y el medio exterior, también se encuentran llenos de precipitado así como el infratectum. La intina de las regiones interaperturales también tiene una apariencia electrón densa como consecuencia de la acumulación del precipitado (Fig. 2). El citoplasma contiene pequeñas vesículas llenas de material electrodenso, las cuales se localizan cercanas o incluso en contacto con el plasmalema (Fig. 2). La membrana plasmática es impermeable al nitrato de lantano (REVEL & CARNOVSKY, 1967) lo cual ha llevado a sugerir que el origen de estas vesículas llenas de precipitado sea a partir de invaginaciones del plasmalema producidas como consecuencia de procesos de pinocitosis (ROWLEY *et al,* 1970; ROWLEY & DUMBAR, 1970; ROWLEY & FLYNN, 1971). En las regiones aperturales del polen medio, los depósitos de lantano se acumulan a nivel de las tubulaciones del oncus de la intina estando la matriz de la intina apertural libre de precipitado (Fig. 1).

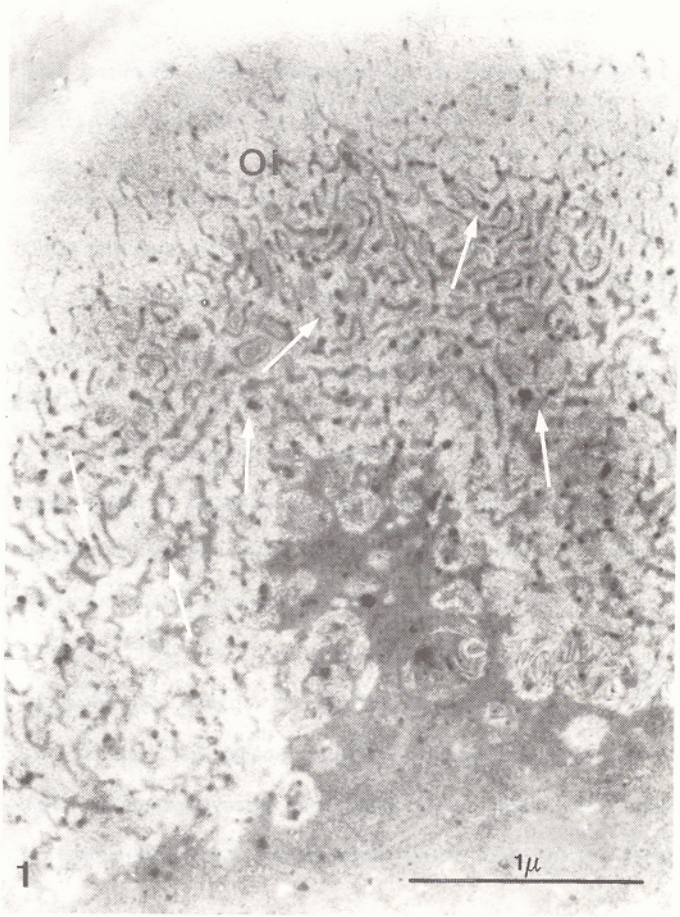
En el polen maduro los depósitos de lantano localizados en la pared de las regiones interaperturales se acumulan en los mismos lugares descritos en el polen medio (microcanales, infratectun e intina). La diferencia más notable entre ambos estadios de desarrollo, es la completa inexistencia de marcado a nivel de las regiones aperturales del polen maduro, y consecuentemente la cantidad de precipitado apreciada es menor. El lantano se acumula especialmente en la intina, a ambos lados de la región apertural. Al igual que en el estadio anterior es posible encontrar vesículas dispersas por el citoplasma que contienen material electrodenso. Regiones aperturales, microcanales y material de la exina ya habían sido previamente descritas como posibles vías de comunicación entre el esporofito y el gametofito (RAWLEY & FLYNN, 1971).

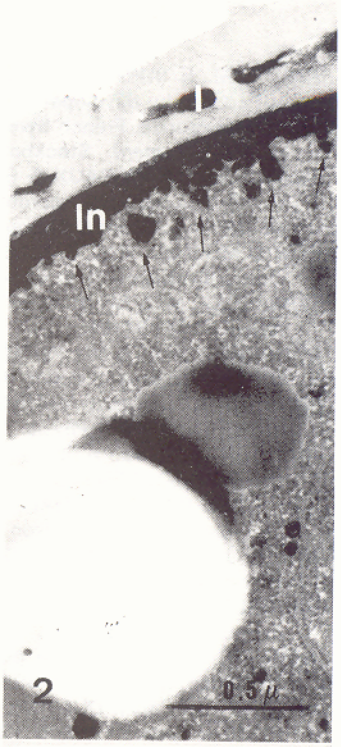
La finalidad de añadir el nitrato de lantano al medio de cultivo fue la de intentar que las condiciones a las que era sometido el grano de polen fueran más parecidas a las condiciones fisiológicas que cuando el lantano era añadido a la solución fijadora y como consecuencia sometidas a un stress lento, ya que la fijación de la célula mediante procedimientos químicos es paulatina. Hay que tener en cuenta que la incorporación del lantano al medio también puede producir

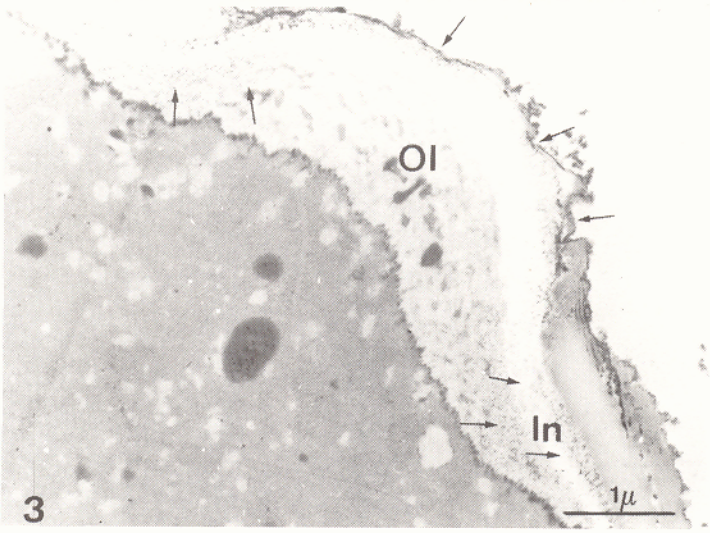
efectos tóxicos en el grano, sin embargo, la baja concentración del elemento traza y la corta duración del cultivo nos hacen pensar que estos efectos podrían ser mínimos como lo demuestra el hecho de que la organización celular del grano no se ve afectada. La distribución de los depósitos de nitrato de lantano fue similar tanto en el polen cultivado en medio que contiene el elemento traza (Fig. 3, 4) como en el polen fijado en solución con lantano (Fig. 1, 2). Las regiones aperturales del polen maduro, en ambos casos, se encontraban libres de precipitado (Fig. 3), mientras que las regiones interaperturales muestran el precipitado localizado a nivel del infratectum, microcanales y entre el material de la exina (Fig. 4). En conclusión, podemos afirmar que las vías de paso por las cuales penetra el elemento traza hacia el interior del polen no se ven afectadas por la metodología empleada, ya que distintos procedimientos conducen a idénticos resultados. También se ha confirmado, que en el polen del tomate, las vías de paso disminuyen con el grado de madurez del grano, lo cual ya había sido anteriormente descrito para el polen del olivo (FERNÁNDEZ & RODRÍGUEZ-GARCÍA, 1990). Este hecho tiene una explicación razonable si tenemos en cuenta que las necesidades fisiológicas que tiene el grano de polen varían durante su desarrollo. Cuando el grano de polen ya está desarrollado y maduro es autosuficiente por contener gran cantidad de sustancias de reserva, por lo que la necesidad de aporte de material de origen externo es mínima.

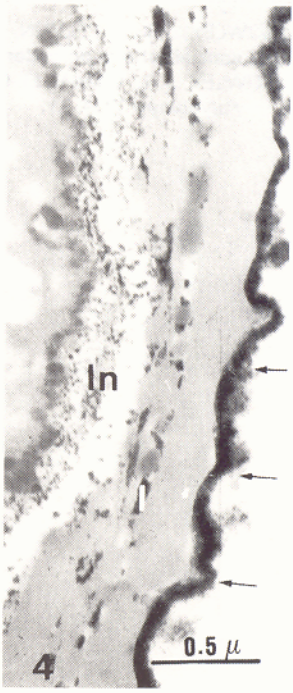
Figuras 1 y 2.- Muestras fijadas en solución de glutaral-dehido más postfijación con osmio ambas con 1% de nitrato de lantano.
Figuras 3 y 4 - Muestras cultivadas *in vitro* en medio MR26 con 1% de nitrato de lantano.

Figura 1 - Región apertural de polen medio. obsérvese precipitado denso (flechas) localizado a nivel de las tubulaciones del oncus de la intina (OI).
Figura 2 - Región interapertural de polen medio. Infratectum (1) e intina (In) con gran cantidad de precipitado. Obsérvese la presencia de vesículas densas en las cercanías o en contacto con el plasmalema (flechas).
Figura 3 - Región apertural de polen maduro. El oncus de la intina (01) se encuentra libre de precipitado. Las flechas señalan depósitos localizados sobre la superficie de la apertura y en la intina (In) a ambos lados de la región apertural (flechas).
Figura 4 - Región interapertural de polen maduro. El precipitado se observa en la superficie externa de la pared del grano (flechas); infratectum (I) e intina (In).


Ol
1
1μ


In
2
0.5 μ


Ol
In
3
1μ


In
4
0.5 μ

REFERENCIAS

ABADIE, M., E. BURY & M. HIDEAUX, 1986.- Dinamique des glycoproteines et rôle des microcanaux au cours du developement des microspores et du pollen de *Dactylis gomerata* L. Etude ultrastructurale. French Swedish *Symposioum on pollens of Loocfoot (Dactylis glomerata L.) and their Environment.* Stockholm (September 1986) Report No. 51: 33-39.

ABADIE, M., M. HIDEAUX & E. BURY, 1988.- Dèmasquage des substances d'impregnation et de transfert de nature glycoproteigne et polisaccharidique au niveax des parois polliniques de *Dactyllis glomerata* L. *Ètude Botanique* 13è sèrie 9: 181-201.

BENITO MORENO, R.M., F. MACKE, A. ALWEN & E. HEBERLE-BORS, 1988.- In situ seed production after pollination with in vitro matured, isolated pollen. *Planta* 176: 145-148.

FERNÁNDEZ, M. & M.I. RODRÍGUEZ-GARCÍA, 1988.- Pollen wall development in *Olea europaea. New Phytol.,* 108: 91-99.

FERNANDEZ, M.C. & M.I. RODRÍGUEZ-GARCÍA, 1990.- Passage of lanthanum through the pollen wall of *Olea europaea* L. during development. *Plant Cell Reports* 8: 667-671.

LEONARD, R.T., G. NAGAHASHI & W.W. THOMSOM, 1975.- Effect of lanthanum on ion absorption in corn roots. *Plant Physiol.,* 55: 542-546.

OVERTON, J., 1969.- A fibrillar intercellular material between reaggregating embryonic chick cells. *J. Cell Biol.,* 40: 136-143.

TAYLOR, A.R.D. & J.S. HALL, 1978.- Fine structure and cytochemical properties of tobacco leave protoplasts and comparison with the source tissue. *Protoplasma* 96: 113-126.

REVEL, J.P. & M.J. KARNOWSKY, 1967.- Hexagonal array of subunits in the intercellular junctions of the mouse heart and liver. *J. Cell Biol.* 33: 7-12.

REYNOLD, E.S., 1963.- The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microsocpy. *J. Cell biol.,* 17: 208-212.

ROWLEY, J.R., 1975.- the permeability of the pollen grain wall to exgenus protein tracers. J. Ultrastruc. *Research* 50:394-395.

ROWLEY, J.R. & A. DUMBAR, 1970.- Transfer of colloidal iron from sporophyte to gametophyte. *Pollen et Spores* 12: 305-328.

ROWLEY, J.R. & J.J. FLYNN, 1971.- Migration of lanthanum through the pollen wall. *Cytobiol.* 3: 1-12.

ROWLEY, J.R., J.J.FLYNN, A. DUNBAR & S. NILSON, 1970.- Influence of pinocytosis and membrane specializations on pollen wall form. *Grana* 10: 3-12.

ROWLEY, J.R., GAMAL EL-GHAZALY & J.S. ROWLEY, 1987.- Microchannels in the pollen grain exine. *Palynology* 11:1-21.

MELITOPALINOLOGÍA

SOBRE LA TIPIFICACIÓN DE UNA MIEL PROCEDENTE DE SAN MIGUEL DE MONTE (PAMPA ARGENTINA).

P.CLEMENTE BELMONTE

Centro de Investigación.Ministerio de Sanidad y Consumo. c/Cantabria s/n.Barajas.28042-Madrid.

Recibido: septiembre 1993.

Palabras claves: República Argentina, Miel, Tipificación, Palinología.

Key words: Argentine, Honey, Standardization, Palinology.

RESUMEN

En esta publicación se dá a conocer el estudio del contenido polínico de miel de la cosecha de Febrero de 1991 procedente de San Miguel de Monte (Pampa Argentina).

La finalidad de este trabajo se centró en la tipificación de la miel, mediante el estudio de los grana en dispersion. Por resultados obtenidos en mi estudio y de acuerdo con las normas establecidas por la Comisión Internacional de Botánica Apícola, he clasificado la miel estudiada como **multifloral**, no obstante el elevado número de pólenes, (30%) pertenecientes a la familia Myrtaceae.

SUMMARY

In this note I was realized the honey standardization, according to the pollinic content, coming from San Miguel de Monte (Argentine), harvested in February of 1991.

Consistent with the rules established by the International Commission for Bee Botany and the realized results of my study, I had classify the honey studied as **polyfloral honey**, still the high percentage 30% of Myrtaceae pollens.

INTRODUCCIÓN

España, en la actualidad, es un gran importador de miel; las causas de este progresivo aumento en la importación de dicho producto pueden ser debidas, en primer lugar a la escasez de las cosechas de miel del pais, en segundo lugar a un aumento en la demanda de este producto por el mercado interior, y en tercer lugar los bajos costos de las mieles importadas (PERIS, 1984). El interes práctico que para nuestro pais representa el estudio de la miel pampeana se debe a que España importa miel, en cantidad considerable, de la República Argentina.

ISSN 0211- 7150

Se analiza el contenido polínico de muestras de miel cosechada en Febrero de 1991, en San Miguel de Monte (República Argentina). Esta miel ha sido tomada directamente en las colmenas sin sufrir ningun tipo de manipulación. Las muestras me fueron confiadas para su estudio por el Dr. Neiman a traves de la profesora C.Alvarez Ramis de la Facultad de Geología de la Universidad Complutense de Madrid, a los cuales agradecemos su aportación.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS COLMENARES

La República Argentina es la tercera de las repúblicas americanas por su extensión y debido a ella presenta una gran diversidad climática, hidrológica y por consiguiente de vegetación y fauna.

La situación geográfica de San Miguel de Monte, lugar donde se encuentra enclavado el colmenar, corresponde a la zona sur de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1). La zona donde se situan los colmenares pertenece, según los mapas fitogeográficos del pais, a la denominada "estepa pampeana" (Fig. 2), y dentro de esta a la "pampa húmeda" (LÓPEZ MAGALDI, 1991).

En cuanto a su interes apícola la zona es una de las áreas de alta explotación en relación a las restantes del pais (PERIS, 1985). De acuerdo con la clasificación establecida (Consejo Asesor Apícola 5 de Mayo 1984) para la provincia de Buenos Aires se corresponde a la zona II.

MATERIAL Y MÉTODOS EMPLEADOS

La miel procede de colmenas "tipo universal", que son colmenas movilistas verticales de tipo Langstroth como puede observarse en la Fig. 3.

El método que he seguido, en la obtención de los palinomorfos, ha sido el descrito por LOUVEAUX *et al,* 1978, si bien con la pequeña modificación de incluir el ácido sulfúrico en el proceso final (CLEMENTE, 1989).

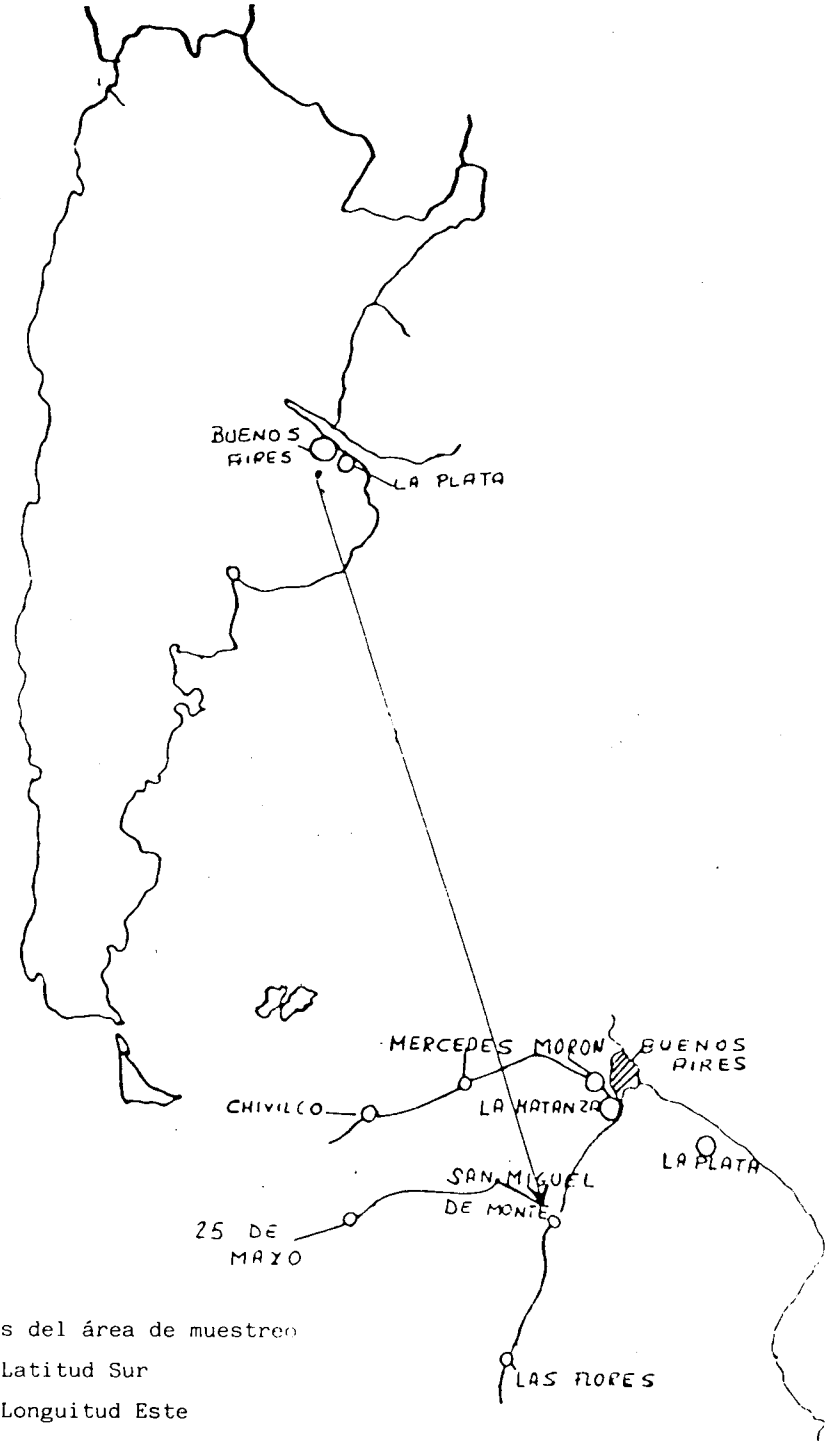
El método elegido es el que mejor se adapta a la composición polínica de nuestra miel.

Con el residuo obtenido se montaron varias laminas microscópicas para su observación al microscópio óptico.

RESULTADOS

Composición Botánica de los palinomorfos:

A continuación se indican los palinomorfos reconocidos incluyéndolos en sus familias correspondientes.



Coordenadas del área de muestreo

35º Latitud Sur

59º Longuitud Este

Figura 1.- Localización del área de muestreo

* Compositae
  Anthemis sp.
  Carduus sp.
  Cirsium sp.
  Helianthus annuus L.

* Cruciferae
  Diplotaxis sp.

* Cupressaceae
  Juniperus sp.?

* Gramineae
  Zea mays L.

* Labiatae

* Leguminosae
  Medicago sp.
  Trifolium repens L.

* Myrtaceae
  Eucalyptus sp.
  Myrtus sp.?

* Salicaceae
  Salix sp.?

* Umbelliferae

El polen de tipo *Eucalyptus* es el que se presenta en mayor porcentaje (30%), aunque no es suficiente para poder tipificar este producto como monofloral de *Eucalyptus*. Los polenes de las familias Compositae, Cruciferae, Leguminosae y Gramineae se presentan en porcentajes inferiores al anteriormente citado, pero se incluyen entre los valores del 16 al 45% (los pólenes que arrojan estos porcentajes se denominan pólenes frecuentes). Los palinomorfos correspondientes a las siguientes familias Cupressaceae, Labiatae, Salicaceae e Umbelliferae se encuentran en porcentajes bastante inferiores, y por tanto, se incluyen dentro de los denominados esporádicos (porcentaje inferior al 3%).

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos de este estudio, puedo tipificar, de acuerdo con la Comision Internacional de Botánica Apícola, las muestras estudiadas como "miel

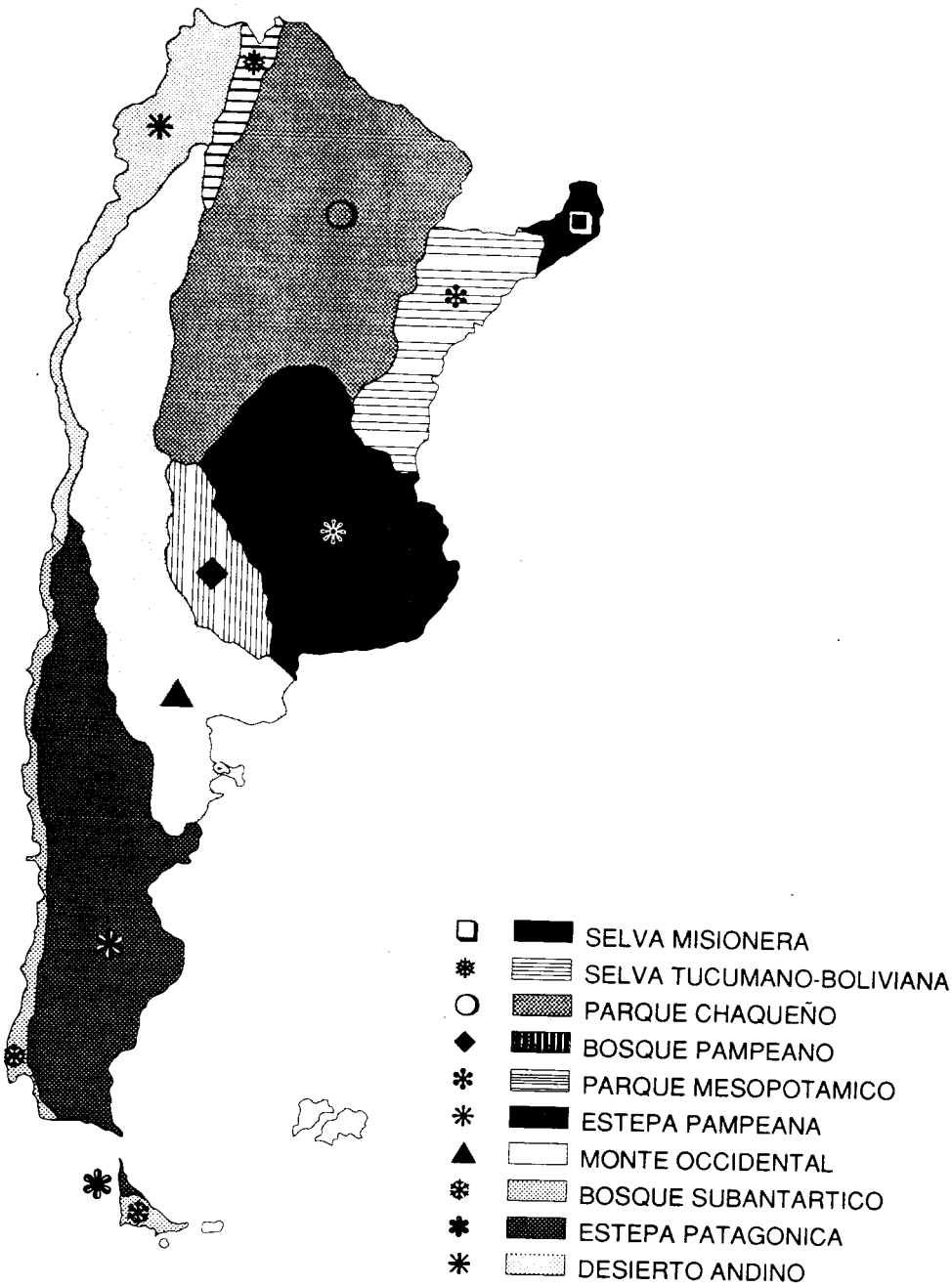


Figura 2.- Zonas Fitogeográficas de la República Argentina

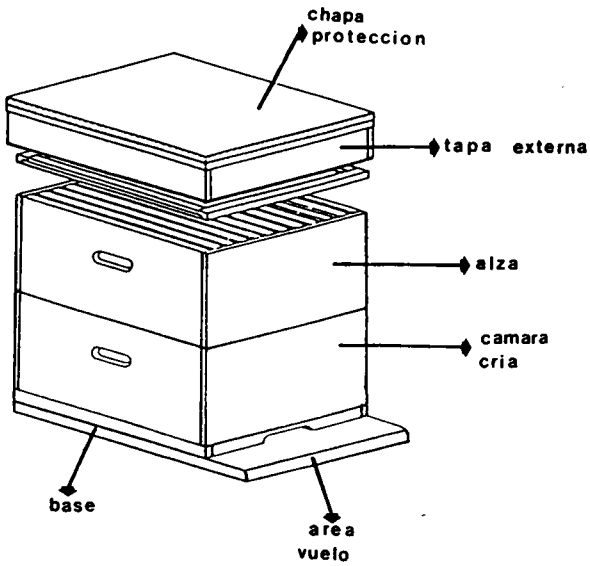


Figura 3.- Colmena Tipo "Langstroth"

multifloral". De acuerdo con la clasificación de Maurizio, esta miel se incluye en la clase III, que corresponde a un contenido polínico de 10.000 a 50.000 grana por gramo de miel.

Esta miel se caracteriza por presentar una coloración muy clara y olor suave. En el aspecto sanitario no presenta contaminación microbiológica y la contaminación por materias extrañas (fragmentos de insectos,restos vegetales, etc...) no se ha tenido en cuenta debido a su escasa representatividad.

REFERENCIAS

BARNETO,C. et al.,1978.- *Atlas polínico de Andalucía Occidental.* Inst. de Desarrollo Regional de la Univ.de Sevilla. Excma. Diputación de Cadiz. 450 p. Sevilla.

CLEMENTE BELMONTE,P.,1989.- Estudio melisopalinológico de miel recogida en la campaña primaveral de 1985 en Colmenar Viejo. *III Congreso Nal. de Apicultura*, p. 179-184. Guadalajara.

GRANE,E.,1979.- *Honey*. 608 p. Heinemann. London.

LOPEZ MAGALDI,M.A. & M.B. GERARDI, 1991.- *Tratado sobre las* abejas.467 p. Ed. Albatros. República Argentina.

LOUVEAUX,J.,1970.- Atlas photographique d'analyse pollinique des miels. *Ser. Repression Fraudes Contr. Qual.*

LOUVEAUX,J. et al.,1978.- Metohds of melissopalynology. *Bee World* 59(4):139-157.

PERIS MARTINEZ,J.,1984.- Produccion y comercio de los productos apícolas en España. *El Campo* nº 93, 40-68.

PERIS MARTINEZ,J.,1985.- *La Apicultura en la República Argentina.* Secretaria de Estado de Comercio del Soivre. Mº Economia y Hacienda. 307 p. Valencia.

SALA LINARES,A.,1989.- Estudio palinológico de algunas mieles de importacion. *III Congreso Nal. de Apicultura* p. 204-214 . Guadalajara.

Bot. Macaronésica 23: 155-166 (1996)

ESPECTRO POLINICO DE MIELES DE LABIADAS VALENCIANAS

JOSEFA ROSELLÓ CASELLES*, Mª ELVIRA BURGAZ MORENO*, ISABEL MATEU ANDRÉS* & CARMEN GÓMEZ FERRERAS**.

* Dpto. de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de Valencia. Dr. Moliner 50. 46100 Burjasot. Valencia (España).

** Dpto. de Biología Vegetal I. Facultad de Biología. Universidad Complutense. 28040 Madrid (España).

Recibido: Octubre 1993.

Palabras clave: Miel, melisopalinología, Valencia.

Key words: Honey, melissopalynology, Valencia.

RESUMEN

Se estudian 22 muestras de mieles de labiadas valencianas. El 4.5% de las mismas, han sido tipificadas de cantueso (*Lavandula stoechas* L.), el 9% de espliego (*Lavandula latifolia* Medicus), el 54.5% de romero (*Rosmarinus officinalis* L.), y el 32% restante de tomillo (*Thymus* L.). Los resultados se comparan con los de otras mieles españolas del mismo origen floral.

SUMMARY

Twenty-two honey samples from Labiatae family in the Valencia area were studied. 4.5% of them were typyfied as *Lavandula stoechas* L., 9% as lavander (*L. latifolia* Medicus), 54.5% as rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and the remaining 32.5% as thyme (*Thymus L.*). The results were compared with the other Spanish honeys of the same floral origin.

INTRODUCCIÓN

La familia de las labiadas es uno de los grupos botánicos, junto con leguminosas y rosáceas, de mayor interés desde el punto vista apícola (RICCIARDELLI & PERSANO, 1981). Son numerosas las especies de esta familia (*Rosmarinus officinalis* z., *Lavandula latifolia* Medicus, *Lavandula stoechas* L., *Thymus* L., etc.), que al producir néctar en cantidad y calidad suficiente dan origen a mieles monoflorales muy apreciadas en el mercado.

ISSN 0211- 7150

La abundancia de labiadas en el área valenciana, donde se encuentran 25 géneros de los 34 existentes en España (MATEO & CRESPO, 1990), unida a la benignidad climática de esta región, permite un gran aprovechamiento de esta familia, por parte de las abejas. Como consecuencia de ello, una parte importante de la producción de miel cosechada en la Comunidad Valenciana (5.605 Tm en 1989, Anuario de Estadistica Agraria, M.A.P.A.), está constituida por miel monofloral de romero y, en menor cuantía, por mieles de tomillo, espliego y cantueso. En el presente trabajo se aborda el estudio melisopalinológico de estas mieles, y los resultados obtenidos se comparan con los de otras regiones españolas del mismo origen floral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudian 22 muestras de mieles monoflorales de diferentes especies de labiadas, todas ellas cosechadas en distintas localidades de la Comunidad Valenciana, durante el periodo comprendido entre 1987 y 1991 (Tabla 1, fig. 1).

La metodología empleada en la realización de los análisis melisopalinológicos ha sido la recomendada por la International Commission for Bee Botany (IUBS) (LOUVEAUX *et al*, 1978).

Al igual que en trabajos precedentes (GÓMEZ FERRERAS, 1985, 1988; BURGAZ *et al.*, 1990, 1992), el porcentaje mínimo de polen de labiadas considerado para tipificar a las mieles monoflorales de las distintas especies de esta familia, ha sido del 15% (Tabla 1). Para lo cual no se ha tenido en cuenta las especies que no aportan néctar (polinífera y anemófilas). El criterio seguido para determinar las especies nectaríferas es el propuesto por LOUVEAUX *et al.* (1978) y TALAVERA *et al.* (1988).

RESULTADOS

En las muestras estudiadas, el número de granos de polen por gramo de miel oscila entre 800 y 44.500, presentando, por tanto, una riqueza polínica media-baja (Tabla 1). El 23%, de las mismas, se han incluido en la clase I, el 59% en la clase II y el 18%, restante, en la clase III (MAURIZIO, 1939). La riqueza polínica se ajusta a los valores dados por otros autores (RICCIARDELLI & PERSANO, 1981) para estos tipos de miel.

El número total de formas polínicas existentes en las mieles estudiadas es de 85, como puede observarse en el espectro polínico (Tabla 2). Las muestras nº 10 y nº 3 son las que poseen menor y mayor número de éstas, con 15 y 32 formas polínicas, respectivamente (Tablas 1 y 2).

Todas las mieles analizadas son de origen floral, con índices de mielada (I.M.) nulos o practicamente nulos.

El análisis cualitativo ha puesto de manifiesto que, el 4.5% de las muestras

han resultado ser monoflorales de cantueso (*Lavandula stoechas* L.), el 9% de espliego (*Lavandula latifolia* Medicus), el 54.5% de romero (*Rosmarinus officinalis* L.), y el 32% restante, miel de tomillo (*Thymus* L.).

Tabla 1.- Muestras estudiadas. Nº: Número de muestra. A: Alicante. Cs: Castellón. V: Valencia. La riqueza polínica indica el nº de granos de pólen/gr de miel. C.M: Clases de Maurizio. F.P.: Número de Formas Polínicas. % T.: Porcentaje de pólen de la especie que da origen a la miel monofloral respecto al total. % N.: Porcentaje de pólen de la especie que da origen a la miel monofloral respecto a las especies nectariferas.

Nº	LOCALIDAD (PROV.)	AÑO	RIQUEZA	C.M.	F.P.	% T.	% N.	MIEL
1	Corrales de Utiel (V)	1989	37.000	III	28	13	27	CANTUESO
2	Tuejar (V)	1987	3.315	II	23	36	62	ESPLIEGO
3	Buñol (V)	1989	1.860	I	32	22	27	ESPLIEGO
4	Sª Mariola (A)	1991	8.900	II	23	16	23	ROMERO
5	Canet Lo Roig (Cs)	1991	6.350	II	18	9	15	ROMERO
6	Calles (V)	1988	44.500	III	19	19	30	ROMERO
7	Losilla de Aras (V)	1988	12.750	III	17	31	49	ROMERO
8	Ademuz (V)	1988	1.150	I	20	56	77	ROMERO
9	Yátova (V)	1990	1.350	I	28	14	38	ROMERO
10	Jarafue (V)	1988	1.250	I	15	21	26	ROMERO
11	Ayora (V)	1988	2.840	II	16	24	34	ROMERO
12	Siete Aguas (V)	1989	5.300	II	16	33	62	ROMERO
13	Villar de Tejas (V)	1989	5.200	II	17	38	55	ROMERO
14	Sinarcas (V)	1989	5.700	II	18	62	75	ROMERO
15	Enguera (V)	1988	8.100	II	20	15	22	ROMERO
16	Torre Baja (V)	1989	12.400	II	22	17	34	TOMILLO
17	Quesa (V)	1990	2.600	II	21	18	31	TOMILLO
18	Chelva (V)	1989	3.550	II	22	16	40	TOMILLO
19	Villar de Canes (Cs)	1990	15.900	III	18	20	33	TOMILLO
20	Chodos (Cs)	1991	8.750	II	22	11	36	TOMILLO
21	Quesa (V)	1991	800	I	30	31	43	TOMILLO
22	Mugrón de Meca (V)	1991	5.200	II	29	14	19	TOMILLO

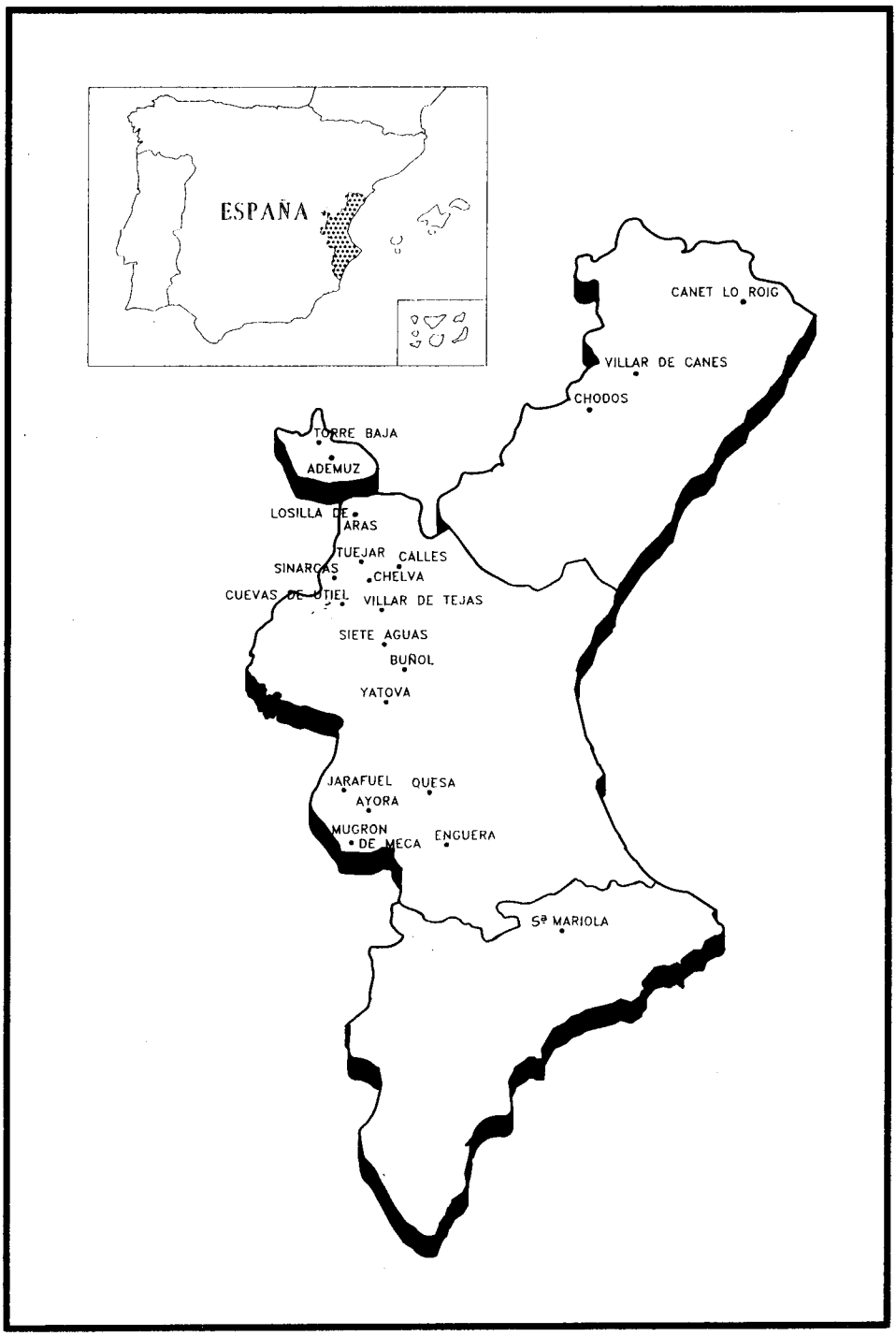


Figura 1.- Situación geográfica de las localidades muestreadas.

Tabla 2.- Espectro polínico de las muestras estudiadas. C: Miel de catueso. E: Miel de espliego. R: Miel de romero. T: Miel de tomillo. Las ciras corresponden al porcentaje sobre el total de tipos polínicos. El signo + equivale a porcentajes (1%).

TIPOS POLINICOS / MUESTRAS	1 C	2 E	3 E	4 R	5 R	6 R	7 R	8 R	9 R	10 R	11 R	12 R	13 R	14 R	15 R	16 T	17 T	18 T	19 T	20 T	21 T	22 T
ANACARDIACEAE																						
Pistacia lentiscus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	+	15
BORAGINACEAE																						
Cynoglossum	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Echium	.	.	6	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	+	.
Lithodora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
BUXACEAE																						
Buxus sempervirens	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	5	+
CAMPANULACEAE																						
Campanula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
CAPRIFOLIACEAE																						
Lonicera	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CARYOPHYLLACEAE																						
Silene	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Paronychia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
CHENOPODIACEAE																						
Chenopodium	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
CISTACEAE																						
Cistus	27	+	.	.	.	2	.	.	.	4	.	38	7	11	.	.	33	40	.	.	.	.
Cistus albidus	.	.	3	12	5	.	3	9	40	.	2	.	.	.	8	7	.	.	23	8	+	7
Cistus ladanifer	.	.	1	.	.	.	.	.	1	5	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+
Cistus monspeliensis	1	.	1	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fumana	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Halimium	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Helianthemum	2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	1	.	+	4	.	.	2	.	.	12	2
COMPOSITAE																						
Anthemis	1	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	+	.	+
Carduus	.	.	3	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Centaurea	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
Helianthus annuus	.	.	15	.	.	.	.	.	2	+	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	2	.
Taraxacum	1	3	2	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
CRASSULACEAE																						
Sedum	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
CRUCIFERAE																						
Cruciferae	.	.	.	1	.	.	2	+	2	5	1	1	.	.	29	.	1	.	.	.	1	5
Diplotaxis erucoides	2	+	2	16	+	4	5	1	+	.	1	.	+	.	.	+	6	.	.	+	6	7
CYPERACEAE																						
Carex	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
DIPSACACEAE																						
Scabiosa atropurpurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
ERICACEAE																						
Erica	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Erica multiflora	.	1	.	1	.	19	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	6	2	.	.	.	.
FAGACEAE																						
Quercus	+	1	+	.	1	1	1	.	5	2	2	.	2	1	17	39	3	14	1	1	2	9

Tabla 2.- (Continuación)

TIPOS POLINICOS / MUESTRAS	1 C	2 E	3 E	4 R	5 R	6 R	7 R	8 R	9 R	10 R	11 R	12 R	13 R	14 R	15 R	16 T	17 T	18 T	19 T	20 T	21 T	22 T
LABIATAE																						
Calamintha	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Lamium amplexicaule	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lavandula latifolia	3	36	22	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Lavandula stoechas	13	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Mentha	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1	1	+	2	2	1	3	1	2	+
Phlomis	.	.	+	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rosmarinus officinalis	2	+	1	16	9	19	31	56	14	21	24	33	38	62	15	2	6	8	9	4	7	4
Satureja	.	.	.	1	.	.	+	+	.	.	1	.	.	.	.	+	.	1	2	.	.	.
Sideritis	.	.	.	.	.	1	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	1	.	.	2
Teucrium	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thymus	1	5	10	2	2	1	+	1	4	4	2	4	7	2	2	17	18	16	20	11	31	14
LEGUMINOSAE																						
Anthyllis cytisoides	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Ceratonia siliqua	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Genista	9	3	3	16	33	32	33	17	9	10	22	3	20	5	2	6	3	4	19	59	2	6
Lotus corniculatus	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1
Onobrychis viciifolia	1	1	13	.	.	.	1	.	2	.	.	.	1	4	.	.	.	.	.	1	.	.
Ononis natrix	11	.	2	.	+	.	.	.	1	1	+	.	.	.	+	.	.	.	2	.	.	.
Psoralea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
Robinia pseudoacacia	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium repens	1	+	1	+	.	1	+	.	.	.	.	.	4	.	.	+	.	1	.	2	1	2
Vicia	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
LILIACEAE																						
Asparagus	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Merendera	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
MYRTACEAE																						
Eucalyptus	.	.	.	.	.	7	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.
OLEACEAE																						
Fraxinus ornus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Olea europaea	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Phillyrea angustifolia	.	.	.	1	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.
OXALIDACEAE																						
Oxalis pes-caprae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.
PAPAVERACEAE																						
Fumaria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Hypecoum	+	2	.	1	.	.	.	.	.	7	26	.	1	5	10	+	3	.	.	.	13	18
Papaver rhoeas	.	4	1	1	.	1	.	1	2	.	+	.	.	.	.	1	.	1	1	+	4	2
PINACEAE																						
Pinus	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	+	.	.	.	.	.
PLANTAGINACEAE																						
Plantago	.	32	+	.	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	.
POACEAE																						
Poaceae [<37 µm]	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zea mays	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
POLYGONACEAE																						
Rumex	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	6	2	.	.	1	.	.	.	+	.	.
PRIMULACEAE																						
Coris monspeliensis	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Primula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.

Tabla 2.- (Continuación)

TIPOS POLINICOS / MUESTRAS	1 C	2 E	3 E	4 R	5 R	6 R	7 R	8 R	9 R	10 R	11 R	12 R	13 R	14 R	15 R	16 T	17 T	18 T	19 T	20 T	21 T	22 T
RANUNCULACEAE																						
Clematis	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus ficaria	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	10	6	1	1
Thalictrum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
RESEDACEAE																						
Reseda	4	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.
RHAMNACEAE																						
Rhamnus	+	.	1	+	8	+	.	+	2	3	.	.	3	.	.	.	+	.	.	2	1	+
ROSACEAE																						
Crataegus monogyna	2	.	.	.	.	.	.	2	.	1	1	.	3	+	1	1	.	.	2	.	.	.
Prunus	9	.	.	.	.	.	.	.	.	36	+	+	.	.	4	.	.	.	6	1	.	.
Prunus avium	.	.	.	5	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Prunus dulcis	.	+	2	18	1	1	.	5	.	.	12	.	.	.	.	9	1	3	.	1	2	.
RUTACEAE																						
Citrus	.	.	.	.	.	2	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	4	.	.	.	1	.
SALICACEAE																						
Salix	1	+	.	2	1	9	21	1	2	1	+	1	5	1	5	13	1	1	.	.	2	.
SCROPHULARIACEAE																						
Scrophularia	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Verbascum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
SOLANACEAE																						
Solanum	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
UMBELLIFERAE																						
Umbelliferae	.	.	2	1	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	15
URTICACEAE																						
Urtica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
VITACEAE																						
Vitis vinifera	1	.	.	.	.	.	2	3	+	.	.	9	5	1	1	2	.	1	1	.	.	.

DISCUSIÓN

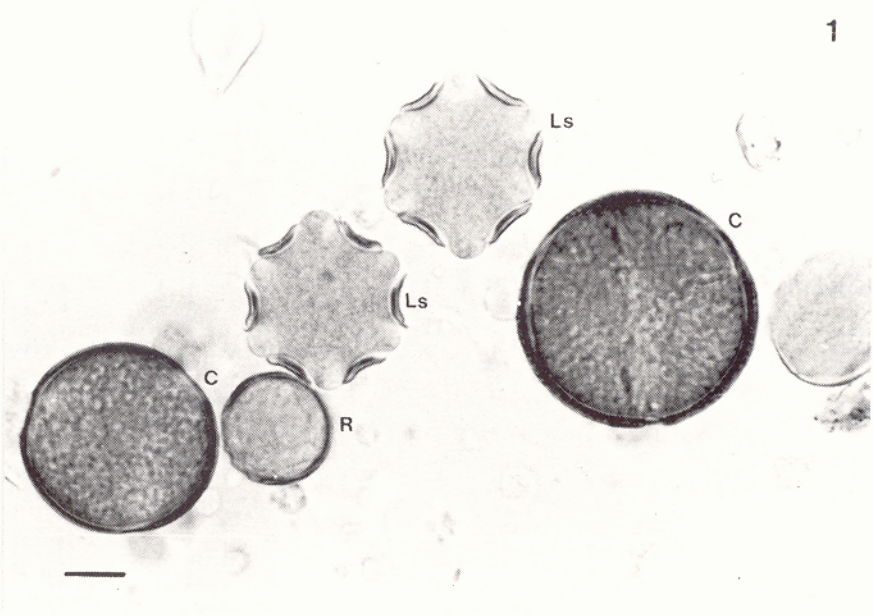
Miel de cantueso (*Lavandula stoechas L.*) .- La miel de cantueso (muestra nº 1) posee una riqueza polínica media, estando incluida en la clase III de Maurizio. Presenta un total de 28 formas polínicas (Tablas 1 y 2), cifra que supera a las dadas por Gómez Ferreras (1988).

En esta miel además del polen de *Lavandula stoechas*, aparecen, con porcentajes superiores al 3%, los de *Cistus*, *Ononis natrix*, *Prunus*, *Genista* y *Robinia pseudoacacia* (Tabla 2, figura 2).

Estas formas polínicas coinciden, en parte, con las de otras mieles de cantueso españolas (LOUVEAUX & VERGERON, 1964; GÓMEZ FERRERAS & SAENZ LAIN, 1980; GÓMEZ FERRERAS, 1988). .

Resaltamos la ausencia en esta muestra de *Cistus ladanifer*, *Erica arborea* y *Castanea sativa*, citados como característicos de las mieles de cantueso de Cáceres (GÓMEZ FERRERAS & SAENZ LAIN, 1980) y Madrid (GÓMEZ FERRERAS, 1988), asi como el polen de *Rubus*, citado asimismo en las mieles de esta última provincia.

Miel de espliego.- Esta miel (muestras nº 2 y nº 3) presentan una riqueza polínica baja (clases I y II, de Maurizio), con una media de 27.5 formas polínicas (Tablas 1 y 2). Estos valores se aproximan a los indicados por LOUVEAUX & VERGERON (1964), SERRA *et al.* (1987) Y SERRA (1988).



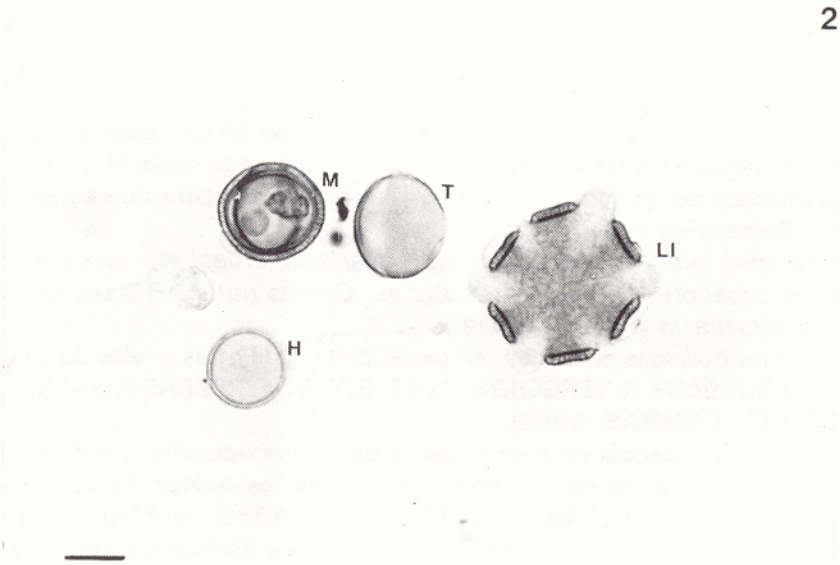


Fig. 2.- 1: Microfotografía òptica de la miel de cantueso (Lavandula stoechas L.) Ls: L. stoechas, C: Cistus. R: Reseda.

2: Micrograda óptica de la miel de espliego (L. latifolia Medicus). Ll: L. latifolia. M: Mentha. T: Trifolium. H: Hypecoum. Escala 10um.

Las formas polínicas comunes en ambas muestras, además del polen de *Lavandula latifolia*, son: *Taraxacum*, *Diplotaxis erucoides*, *Quercus*, *Mentha*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus*, *Genista*, *Onobrychis viciifolia*, *Trifolium repens*, *Papaver rhoeas*, *Plantago*, Poaceae y *Prunus dulcis* (Tabla 2, figura 2). Estos taxones coinciden con los dados para las mieles de espliego de Cuenca, Soria y Guadalajara (ORTIZ VALBUENA & GÓMEZ FERRERAS, 1984; SERRA *et al.*, 1987; SERRA, 1988).

Destacamos, sin embargo, la ausencia en estas mieles valencianas de polen de *Acer*, *Castanea sativa* y *Rubus ulmifolius*, citados por SERRA *et al.* (1987) y SERRA (1988).

Por último, nuestros resultados difieren con los de LOUVEAUX & VERGERON (1964) y RICCIARDELLI & VORWOHL (1980), que citan como característicos, entre otros, de las mieles de espliego españolas la abundancia del polen de *Hypecoum* y de Cistaceae, siendo la presencia de estos taxones muy escasa en las mieles estudiadas (Tabla 2).

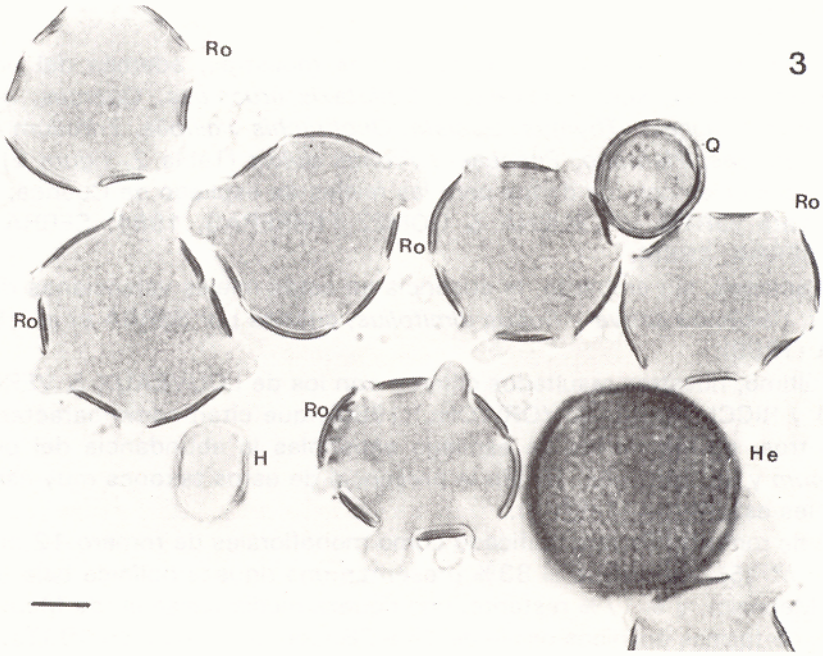
Miel de romero.- Se han tipificado como monoflorales de romero 12 muestras (nº 4 al nº 15), de las que el 83% presentan una riqueza polínica baja (clases I y II de Maurizio), y el 17% restante, una riqueza media (clase III, de Maurizio). El número de formas polínicas oscila de 15 a 28, con una media de 19 (Tablas 1 y 2), valores que coinciden con los dados por la mayoría de los autores (LOUVEAUX & VERGERON, 1964; SERRA et al., 1987; BURGAZ *et al.*, 1990; FERRER & TORREGUITART, 1990). No obstante, la muestra nº 9, con 28 formas polínicas, sobrepasa la media más frecuente en las mieles de romero.

La miel de romero se caracteriza por presentar en el 100% de las muestras estudiadas, además del polen de *Rosmarinus officinalis*, polen de *Genista*, *Thymus* y *Salix*; en el 75% *Quercus*; en el 67% *Diplotaxis erucoides* y Cruciferae; en el 58% *Cistus albidus*, *Rhamnus* y *Vitis vinifera*; y en el 50% *Crataegus monogyna* e *Hypecoum* (Tabla 2, Figura 3). Estos resultados coinciden, en su mayoría, con los de los distintos autores que estudian mieles españolas del mismo origen floral (LOUVEAUX & VERGERON, 1964; RICCIARDELLI & VORWOHL, 1980; GÓMEZ FERRERAS, 1985; SERRA *et al.*, 1987; PÉREZ ARQUILLUÉ *et al.* 1988; SALA LLINARES, 1988; BURGAZ et al., 1990; FERRER & TORREGUITART, 1990; PÉREZ DE ZABALZA & RICCIARDELLI, 1990).

Destacamos la presencia de *quercus* en el 75% de las muestras, taxon que no ha sido encontrado en las mieles de romero catalanas y aragonesas (SERRA et al., 1987; PÉREZ

Tanto *Erica* como *Papaver*, sólo aparecen en el 33% y en el 42% de las muestras, respectivamente, mientras que otros autores encuentran una gran representación de los mismos, en las mieles por ellos estudiadas (GÓMEZ FERRRERAS, 1988); SALA LLINARES, 1988; PÉREZ ARQUILLUÉ *et al.*, 1988).

Por último, destacamos la presencia de *Vitis vinifera* y *Crataegus monogyna* en el 58% de las muestras. El primero de ellos no ha sido citado como característico de las mieles de romero españolas, mientras que el segundo, sólo se cita en mieles de la provincia de Huesca (PÉREZ DE ZABALZA & RICCIARDELLI, 1990).



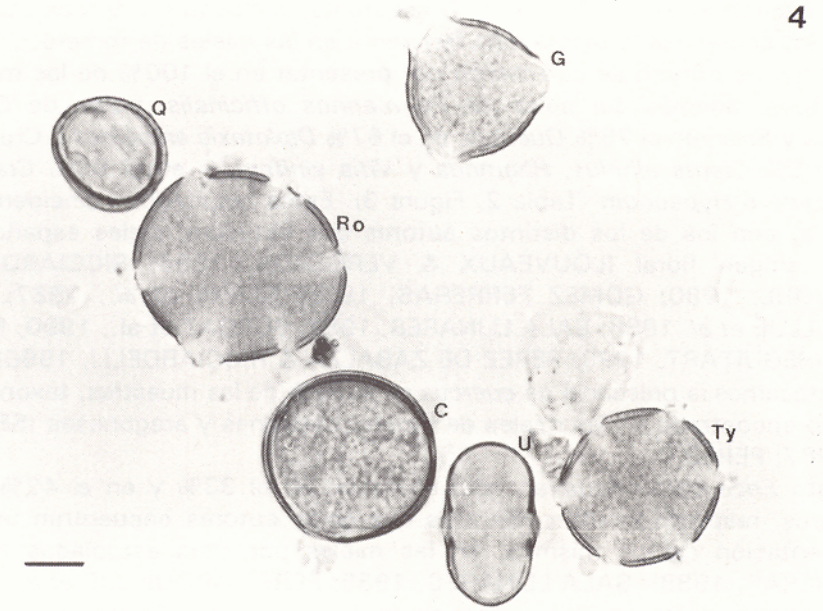


Figura 3.- 3: Microfotografía óptica de la miel de romero (Rosmarinus officinalis L.). Ro: R. officinalis. Q: Quercus. H. Hypecoum. He: Helianthemum.

4: Microfotografía óptica de la miel de tomillo (Thymus L.). Th: Thymus. G: Genista. Q: Quercus. C: Cistus. U: Umbelliferae. Escala: 10 um.

Miel de tomillo.- Siete de las muestras estudiadas (nº 16 al nº 22), han sido consideradas mieles monoflorales de tomillo. La mayoría de ellas tienen un contenido polínico bajo, estando incluidas en las clases I y II de Maurizio, y sólo la muestra nº 19 posee una cantidad de polen mayor (clase III) (Tabla 1).

Estas mieles se caracterizan por presentar un número de formas polínicas que varía de 18 a 30, siendo la media de 23 (Tablas 1 y 2), cifras que coinciden con las dadas por los distintos autores que estudian mieles de este mismo origen floral (LOUVEAUX & VERGERON, 1964; RICCIARDELLI & VORWOHL, 1980; PÉREZ ARQUILLUÉ *et al.*, 1988, PÉREZ DE ZABALZA, 1989).

En el 100% de las muestras aparece *Thymus*, *Genista*, *Quercus*, *Rosmarinus officinalis* y *Mentha*; en el 86% *Papaver rhoeas*; en el 71% *Cistus albidus*, *Diplotaxis erucoides*, *Prunus dulcis* y *Trifolium repens*; y en el 54% *Hypecoum*, *Ranunculus ficaria*, *Rhamnus* y *Salix* (Tabla 2, figura 3).

De las formas polínicas anteriores, unicamente el polen de *Genista* aparece en todos los espectros de mieles de tomillo españolas (LOUVEAUX & VERGERON, 1964; RICCIARDELLI & VORWOHL, 1980; PÉREZ ARQUILLUÉ *et al.*, 1988; PÉREZ DE ZABALZA, 1989). Sin embargo, de los restantes tipos polínicos que caracterizan a las mieles de tomillo valencianas, sólo algunos coinciden con los citados, en otras regiones españolas, como es el caso de *Diplotaxis erucoides*, *Rhamnus* y *Trifolium repens* (PÉREZ ARQUILLUÉ *et al.*, 1988; PÉREZ DE ZABALZA, 1989).

El polen de *Hypecoum*, a pesar de ser dado como característico de las mieles españolas de este origen floral (LOUVEAUX & VERGERON, 1964; RICCIARDELLI & VORWOHL, 1980), sólo aparece en cuatro de las muestras estudiadas. Si bien en dos de ellas (nº 21 y nº 22) con porcentajes relativamente bajos del 13% y del 18%, respectivamente (Tabla 2).

Consideramos, por tanto, pólenes marcadores de las mieles valencianas de tomillo los de *Quercus*, *Mentha*, *Rosmarinus officinalis* y *Salix*, al no haber sido citados en las mieles de otras regiones españolas.

REFERENCIAS

BURGAZ, M.E., I. MATEU & C. GOMEZ FERRERAS, 1990.- Estudios palinológicos de mieles de Valencia (España). *Actas VIII Simp. Palinol. A.P.L.E.*. (In press).

--- 1992.- Pollinic characterization of Spanish Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) honey. 8th International Palynological Congress. Aix-en-Provence (Francia).

FERRER, E. & A. TORREGUITART, 1990.- Análisis del contenido de mieles de romero en función de su procedencia geográfica. In: G. BLANCA *et al.* (Eds.). *Polen, esporas y sus aplicaciones*: 405-413.

GOMEZ FERRERAS, C., 1985.- *Estudio polínico de mieles españolas*. Tesis Doc. Univ. Complutense Madrid.

- - 1988.- Análisis polínicos de mieles de la provincia de Madrid (España). *Actas VI Simposio de Palinología*: 223-230.

GOMEZ FERRERAS, C. & C. SAENZ LAIN, 1980.- Análisis polínico de mieles de Cáceres (España). *An. Jard. Bot. Madrid 36*: 191-210.

LOUVEAUX, J. & Ph. VERGERON, 1964.- Étude du spectre pollinique de quelques miels espagnols. *Ann. Abeille 7 (4)*: 329-347.

LOUVEAUX, J.; A. MAURIZIO & G. VORWOHL, 1978.- Methods of melissopalynology. *Bee World 59(4)*: 139-157.

MATEO, G. & M.B. CRESPO, 1990.- *Claves para la flora valenciana*. Ed. Del Cènia al Segura. Valencia. 430 pp.

ORTIZ VALBUENA, A. & C. GOMEZ FERRRAS, 1984.- Caracterización apícola de la Serranía Media (comarca III) de Cuenca. *III Feria Apícola Regional de Castilla-La Mancha*: 69-84.

PEREZ ARQUILLUE, C.; A. UCAR; A. HERRERA & C. GOMEZ FERRERAS, 1988.- Análisis polínico aplicado a la determinación del origen botánico de mieles de Monegros (España). *Anal. Bromatol. 40 (2)*: 265-277.

PEREZ DE ZABALZA, A., 1989.- *Estudio palinológico de las mieles de Navarra*. Tesis Doc. Univ. Navarra. 384 pp.

PEREZ DE ZABALZA, A. & G. RICCIARDELLI, 1990.- Pollen spectrum of the honeys of Huesca, Spain. *Apicoltura 6*: 131-152.

RICCIARDELLI, G. & G. VORWOHL, 1980.- Sortehonige im mittelmeergebiet. Dokumentation mit Hilfe der Mikroskopischen Honiguntersuchung. *Riv. Agricolt. Subtropicale e Tropicale 74 (1-2)*: 89-118.

RICCIARDELLI, G. & L. PERSANO, 1981.- *Flora Apistica Italiana*. Istituto esperimentale per la Zoologia Agraria. Roma. 289 pp.

SALA LLINARES, A., 1988.- Estudio palinológico en mieles del Mediterráneo español. *Actas VI Simposio de Palinologia*: 247-260.

SERRA, J., 1988.- Propriétés physico-chimiques, composition et spectre pollinique des miels de *Lavandula latifolia* Med. produits en Espagne. *Sciencies des Aliments 8*: 295-307.

SERRA, J., A. GOMEZ PAJUELO & J. GONELL, 1987.- Composición, propiedades fisico-químicas y espectro polínico de algunas mieles monoflorales de España. *Alimentaria 24 (185)*: 61-84.

TALAVERA, S., J. HERRERA, J.ARROYO, P.L. ORTIZ & J.A. DEVESA, 1988.- Estudio de la flora apícola de Andalucía Occidental. *Lagascalia 15 (extra)*: 567-592.

ANÁLISIS DE MIELES COMERCIALES DE LA PROVINCIA DE SALAMANCA

JOSÉ SÁNCHEZ SÁNCHEZ, * ; JUAN ALFONSO GÓMEZ BÁREZ ** ; MARÍA DEL CARMEN ESCRIBANO GONZÁLEZ ** & RAFAEL J. GARCÍA-VILLANOVA RUIZ **

* Departamento de Biología Vegetal (Botánica) y ** Departamento de Química analítica, Nutrición y Bromatología. Universidad de Salamanca. 37071 - Salamanca.

Recibido: octubre 1993.

Palabras clave: Análisis, miel, polen, físico-químicos, bosque, eucalipto, milflores, Salamanca.

Key words: Analysis, pollen, honey, physico-chemical, forest, eucalyptus, multifloral, Salamanca.

RESUMEN

Se analizan nueve muestras de miel comercializadas, en la ciudad de Salamanca, como de bosque, eucalipto y milflores. Se realiza tanto el análisis polínico cualitativo como el cuantitativo de todas ellas, y en lo que respecta a los análisis físico-químicos se tratan todos los parámetros que figuran en la Norma de Calidad de la miel, teniendo en cuenta los Métodos Oficiales de análisis. Del estudio en conjunto de las características físico-químicas y espectro polínico puede deducirse que todas las muestras cumplen la normativa legal española y pueden catalogarse como de buena calidad.

SUMMARY

Nine commercial samples of honey sold in the city of Salamanca (Spain) and said to be of quality forest, eucalyptus and multifloral are studied. Analysis was performed for both quali and quantitative pollen and for all the physico-chemical parameters of the Spanish quality regulation (Official Methods). Conclusions are drawn from the physico-chemical characters and the polinic spectrum so that all the samples comply with the Spanish regulation and enable as to classifyng them as of good quality.

INTRODUCCIÓN

En el curso de los últimos años se intenta obtener la denominación de origen de la miel de diferentes regiones de nuestra geografía, para lo cual se hace imprescindible realizar una gran cantidad de análisis objetivos que incluyan características físico-químicas y melisopalinológicas de este producto.

Si bien existe algún estudio sobre mieles salmantinas (SÁNCHEZ, 1982) nunca se han estudiado conjuntamente las características físico-químicas y los análisis

ISSN 0211-7150

polínicos. Esto proporcionaría una idea global de las características de la miel, lo cual no puede lograrse, aunque muchas veces se intenta, sólo con el estudio de uno de estos aspectos. Por ello, nos pareció necesario este estudio conjunto, a fin de obtener información sobre la composición y calidad de la miel, así como de sus posibles alteraciones o adulteraciones y la caracterización de dichas mieles. En este trabajo nos hemos centrado en el estudio de los parámetros regulados por la legislación española.

Se han analizado nueve muestras de miel de tres tipos: bosque (3), eucalipto (3) y milflores (3). Se eligió la miel de bosque por ser Salamanca gran productora de este tipo de miel, la de eucalipto por ser fácil de obtener como monofloral y tener buena aceptación por el consumidor y la de mil flores por ser la más ampliamente comercializada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las nueve muestras se han adquirido en un establecimiento comercial de la ciudad de Salamanca y estaban etiquetadas como indicamos a continuación y con la fecha (entre paréntesis) de envasado:

Nº 1 - Miel de bosque (Marzo de 1989)
Nº 2 - Miel de bosque (Enero de 1990)
Nº 3 - Miel de bosque (Abril de 1990)
Nº 4 - Miel de eucalipto (Enero de 1990)
Nº 5 - Miel de eucalipto (Marzo de 1990)
Nº 6 - Miel de eucalipto (Junio de 1990)
Nº 7 - Miel de milflores (Noviembre de 1989)
Nº 8 - Miel de milflores (Enero de 1990)
Nº 9 - Miel de milflores (Marzo de 1990)

Se han analizado los siguientes parámetros:

-Sobre madurez: Azúcares reductores, sacarosa aparente y humedad.
-Sobre limpieza: Sólidos insolubles en agua, cenizas y cuerpos extraños.
-Sobre deterioro: pH, acidez libre, lactónica y total, actividad diastásica e hidroximetilfurfural.
-Estudio polínico cualitativo y cuantitativo.

Estos parámetros constituyen los factores esenciales de composición y calidad contemplados en la Norma de Calidad para la miel destinada al mercado interior (B.O.E., 1983). Sus métodos de análisis se encuentran recogidos en el Anexo I de los Métodos Oficiales de análisis para la miel (B.O.E., 1986), que, junto con la citada Norma de Calidad, constituyen la Reglamentación Técnico-Sanitaria española sobre este alimento. En todos los casos se han seguido dichos métodos oficiales, excepto en el análisis de cuerpos extraños en el que hemos procedido

a un detenido análisis visual y en el de contenido polínico para el que se ha seguido básicamente la técnica acetolítica (ERDTMAN, 1960) en cuanto al análisis cualitativo; mientras que para el cuantitativo hemos procedido a contar todos los elementos existentes en una cámara de volumen conocido, separando los granos de polen de los elementos de mielada. Además, se han analizado prolina y conductividad que, aunque no figuran en la Norma de Calidad, si aparecen reflejados en los Métodos Oficiales de análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A.-Parámetros físico-químicos

En la Tabla 1 se resumen los resultados obtenidos en el estudio de los diferentes parámetros físico-químicos. Los valores son siempre medias de tres determinaciones, las cuales, en el caso de azúcares reductores, sacarosa y acidez, a su vez, son medias de tres valoraciones.

En general, se observan valores similares en todos los parámetros para las muestras de miel del mismo tipo y las variaciones encontradas parecen deberse a las diferentes fechas de recolección y a los distintos tiempos transcurridos desde la extracción hasta el envasado,

1.-Prolina

El mayor contenido de este aminoácido corresponde a la miel de eucalipto con una media de 31,6 mg/100 g. Le siguen la miel de bosque con 25,6 mg/100 g y la que menos prolina contiene es la de milflores con un valor medio de 19,4 mg/100 g. Estos valores tan bajos parecen indicar el origen floral de estas mieles.

Dado que la legislación española no controla los niveles de prolina, los resultados se comparan con los de otros autores, siendo menores que los encontrados en mieles del País Vasco (SANCHO, 1990) y de Galicia (HUIDOBRO, 1983).

2.-Azúcares reductores

Los valores promedio para las distintas mieles, en g de azúcar invertido/100 g son: 74,1 para la miel de bosque, 74,3 para la de milflores y 72,0 para la de eucalipto. Estos valores hacen pensar que las mieles estudiadas son florales o mezcla de este tipo y de mielada.

En todos los casos los valores encontrados son superiores al 65 % exigido por la legislación española.

3.-Sacarosa aparente

Los bajos porcentajes hallados para este azúcar (valores medios de 0,58, 0,76

y 0,97 % para las mieles de eucalipto, bosque y milflores, respectivamente) están muy alejados del máximo legal del 5% e indican que en ningún caso se ha alimentado de forma artificial, con azúcar, a las abejas productoras de estas mieles, durante el invierno (cuando se lleva a cabo esa práctica fraudulenta, el porcentaje de sacarosa es próximo al 8%).

4.- pH, acidez libre, lactónica y total

La acidez real o pH presenta valores medios de 3,56 para la miel de bosque, 3,45 para la de milflores y 3,43 para la de eucalipto. Estos valores son típicos de mieles florales, o mezcla de estas con las de mielada, ya que las que sólo son de mielada presentan valores más altos de pH.

Tabla 1.- Parámetros físico-químicos.

Parámetro (expresión)	BOSQUE 1	BOSQUE 2	BOSQUE 3	EUCALIPTO 4	EUCALIPTO 5	EUCALIPTO 6	MILFLORES 7	MILFLORES 8	MILFLORES 9
Prolina (mg/100g)	22,3	27,3	27,1	30,7	31,1	33,0	19,8	19,2	19,1
Azúcares reductores (g/100g)	74,5	74,2	73,5	71,9	72,0	72,1	75,0	73,8	74,0
Sacarosa aparente (g/100g)	0,8	0,8	0,7	0,5	0,6	0,6	0,8	1,1	1,0
ACIDEZ									
Libre (meq/Kg)	28,5	28,9	29,5	18,8	18,5	38,6	22,9	21,3	23,5
Lactónica (meq/Kg)	2,71	6,68	3,69	7,36	7,72	5,23	4,68	6,38	8,60
Lactónica/Libre	o,o95	o,231	0,125	0,391	0,417	0,135	0,204	0,299	0,366
Total (meq/Kg)	31,2	35,6	32,2	26,2	26,2	43,8	27,6	27,7	32,1
pH	3,29	3,44	3,96	3,39	3,36	3,55	3,46	3,58	3,30
Cenizas (g/100g)	0,22	0,25	0,20	0,24	0,18	0,20	0,16	0,15	0,16
Humedad (g/100g)	14,9	15,9	16,1	17,6	17,5	17,7	14,9	15,6	15,8
HMF (mg/Kg)	5,40	4,97	4,88	5,71	5,85	5,72	3,20	4,10	5,28
Actividad diastásica (indice)	12,8	13,2	14,4	16,2	16,4	17,9	13,1	12,8	7,6
Conductividad ([S/cm] x 10^4)	3,19	3,56	2,53	5,15	5,66	5,84	3,27	2,84	2,31
Sólidos insolubles (g/100g)	0,038	0,030	0,030	0,029	0,033	0,031	0,032	0,029	0,027

La acidez presenta siempre valores inferiores al máximo legal de 40 mg/kg. Cabe destacar la elevada acidez libre de la muestra 3 de eucalipto (38,6 meq/kg), muy cercana a lo máximo permitido y que, con el transcurso del tiempo, podría superarlo; tal vez, este valor tan elevado, se deba al tiempo transcurrido entre recolección y envasado.

La acidez lactónica (reserva de acidez) es variable, incluso entre las muestras de miel del mismo tipo, debido a sus diferentes fechas de envasado.

La relación acidez lactónica/acidez libre es superior en miel de milflores y de eucalipto a 0,200 (excepto en la muestra 3 de eucalipto), lo cual parece indicar el carácter floral de estas mieles. Sin embargo, la miel de bosque presenta grandes oscilaciones, lo cual pone de manifiesto la presencia de miel de mielada unas veces y mezcla de ésta con la de flores en otros.

La acidez total, deducida por suma de la libre y la lactónica, es muy parecida en los tres tipos de miel, excepción hecha de la mencionada muestra 3 de eucalipto, que presenta un valor excepcionalmente elevado (43,8 meq/kg).

5.- Cenizas

Los valores encontrados son próximos al 0,2 % en los tres tipos de miel, muy inferiores al límite legal del 0,6 % y no tienen ninguna significación en lo referente al origen de la miel.

6.- Humedad

El contenido de agua es, en todos los casos, inferior al 18%, con lo que estas mieles serían consideradas de buena calidad en todos los países y no alcanzan nunca el máximo valor legal (20%) legislado en nuestro país.

El valor promedio es 15,7% para las de bosque, 15,4 para las de milflores y 17,6 para las de eucalipto. Estos valores indican, independientemente de otros parámetros, que estas mieles tendrán mayor tendencia a la granulación y menor a la fermentación.

7.- Hidroximetilfurfural

Nunca ha sobrepasado los 6 mg/Kg (muy alejado del máximo legal de 40), lo cual indica que todas las mieles estudiadas son de elevada calidad y frescura, pues no han sido ni sobrecalentadas, ni almacenadas a temperatura elevada. Además, parece que no ha pasado mucho tiempo desde su extracción hasta su análisis.

Los valores son bastante concordantes entre muestras de la misma miel para las de bosque y eucalipto y menos para las de milflores.

8.- Actividad diastásica

Los valores de este parámetro en miel de eucalipto son siempre superiores al límite legal de 8 y presentan un promedio de 16,85. Igualmente, la miel de

bosque, con un valor medio de 13,46, siempre sobrepasa el mínimo exigido. Las dos primeras muestras de miel de milflores sobrepasan claramente ese límite, mientras que la tercera, con un valor de 7,56, no lo alcanza.

Todo lo anterior indica la buena calidad y conservación de las muestras analizadas (a excepción de lo indicado para la muestra 3 de mil flores). Tambien se deduce la ausencia de adulteraciones de estas mieles con azúcares industriales.

9.- Conductividad eléctrica

Se han encontrado valores medios de conductividad, expresados en [S/cm] x 10^4, de 3,09 para miel de bosque y 2,81 para la de milflores y superiores (5,55) en las de eucalipto. En todos los casos los valores tan bajos de este parámetro, señalan el origen floral de estas mieles, o la mezcla de miel de flores y mielada. Puede afirmarse que las abejas de las que proceden estas mieles, no han sido alimentadas artificialmente (en este caso su conductividad sería inferior a 1).

10.- Sólidos insolubles en agua

Los sólidos insolubles encontrados son siempre inferiores al límite legal del 0,6%, siendo muy parecido su valor en todos los tipos de miel. La ausencia de cuerpos extraños en las mieles analizadas (análisis visual) indica una buena limpieza de las mismas.

Para el conjunto de los parámetros físico-químicos podemos indicar que los valores encontrados en miel de bosque son similares a los tabulados para este tipo de miel (McGREGOR, 1979) y a los determinados por BORQUE (1982: 147) y por SERRA *et al.* (1987: 79), excepto en los casos de pH, actividad diastásica y conductividad en los que hemos obtenido valores ligeramente inferiores a los de dichos autores. No obstante, cabe destacar el amplio margen descrito para casi todos los parámetros en este tipo de miel, debido probablemente, a las diferentes proporciones de mezcla de miel de flores con miel de mielada.

La miel de eucalipto presenta valores muy parecidos a los hallados por TELLO (1982: 11) y por SERRA (1989: 48), en mieles españolas del mismo origen floral.

En el ánalisis de miel de milflores se obtuvieron valores en una buena concordancia con los tabulados (McGREGOR, 1979) y dentro del intervalo de variación indicado por otros autores (TELLO, 1982; PÉREZ *et al.*, 1990), si bien los datos de humedad y actividad diastásica son ligeramente inferiores a los dados por los mencionados autores, aunque estas diferencias no son significativas.

B.-Análisis polínico

Los resultados que se reflejan en la Tabla 2 corresponden a la primera muestra de cada tipo (1, 4 y 7), observándose un total de 2.136 granos de polen en la muestra de bosque, 1.632 en la de eucalipto y 1.450 en la de milflores, de los que se han identificado 2.070, 1.446 y 1332 respectivamente. Se han analizado también el resto de las muestras y los tanto por ciento obtenidos en los análisis

Tabla 2.- Análisis polínico cualitativo.

	BOSQUE		EUCALIPTO		MILFLORES	
Familia						
Tipo polínico	N°	%	N°	%	N°	%
Boraginaceae						
Anchusa undulata	1	+	-	-	11	+
Echium plantagineum	433	20,3	28	1,9	515	37,6
Heliotropium europaeum	8	+	-	-	-	-
Campanulaceae						
Campanula erinus	2	+	3	+	3	+
Jasione montana	1	+	1	+	2	+
Chenopodiaceae						
Chenopodium album	5	+	-	-	3	+
Cistaceae						
Cistus ladanifer	90	4,2	-	-	151	11,0
Halimium halimifolium	4	+	-	-	16	1,2
Compositae						
Calendula arvensis	312	14,6	8	+	37	2,7
Crepis capillaris	5	+	2	+	54	3,9
Senecio vulgaris	2	+	-	-	6	+
Cruciferae						
Raphanus raphanistrum	52	2,4	17	1,2	69	5,0
Sinapis arvensis	17	+	6	+	23	1,7
Ericaceae						
Arbutus unedo	19	+	-	-	-	-
Calluna vulgaris	9	+	-	-	2	+
Erica australis	62	2,9	1	+	8	+
Fagaceae						
Castanea sativa	98	4,6	8	+	32	2,3
Fumariaceae						
Hypecoum imberbe	46	2,1	-	-	2	+
Gramineae						
Festuca arundinacea	1	+	-	-	-	-
Zea mays	3	+	1	+	5	+
Labiatae						
Lamium amplexicaule	19	+	-	-	80	5,8
Lavandula stoechas	171	8,0	4	+	126	9,2
Phlomis purpurea	2	+	-	-	12	+
Leguminosae						
Trifolium repens	5	+	1	+	31	2,3
Liliaceae						
Asphodelus albus	5	+	1	+	-	-
Lythraceae						
Lythrum salicaria	18	+	-	-	2	+
Myrtaceae						
Myrtus communis	683	32,4	1366	94,4	106	7,7
Pinaceae						
Pinus pinea	2	+	-	-	-	-
Plantaginaceae						
Plantago coronopus	4	+	-	-	1	+
Rosaceae						
Crataegus monogyna	37	1,7	5	+	12	+
Prunus spinosa	25	1,2	-	-	20	1,5
Scrophulariaceae						
Scrophularia canina	-	-	-	-	26	1,9
Umbelliferae						
Scandix pecten-veneris	5	+	-	-	13	1,0

cualitativos han sido prácticamente idénticos a los reflejados en la mencionada Tabla, por lo que no se recogen en ella. Para la ordenación de los tipos polínicos se ha seguido sobre todo a VALDÉS *et al.* (1987).

Respecto a la miel de bosque hemos de indicar el alto contenido de eucalipto (32,4 %), así como de Boraginaceae (21,0 %) y de Compositae (15,1 %). Destacar también, aunque con % muy inferior, las Lythraceae por aparecer en general poco representadas en las mieles.

Las mieles comercializadas como eucalipto cuentan con más del 94 % de polen del Tipo *Myrtus communis*, que incluye a los eucaliptos, porcentaje bastante elevado para este tipo de miel. Del resto de pólenes identificados cabe destacar que ningún tipo alcanza el 2 % del total.

En cuanto a las mieles de milflores es necesario destacar el alto contenido en Boraginaceae (38,45 %) y la buena proporción de Cistaceae (12,20 %) y Labiatae (15,93 %).

En lo que respecta a los análisis cuantitativos se han realizado para las tres muestras de cada tipo, apreciandose muy pocas diferencias, y resultando la media como sigue:

Miel de bosque: 347.000 granos de polen/10 gramos de miel
Miel de eucalipto: 272.888 granos de polen/10 gramos de miel
Milflores: 311.000 granos de polen/10 gramos de miel

Todas las muestras cuentan con un contenido medio-alto en polen y son incluibles en la Clase III de Maurizio.

Los elementos característicos de mielada detectados no son significativos en las muestras de eucalipto y milflores y abundantes en la catalogada como bosque; si bien en las mieles comercializadas como eucalipto aparecen numerosos esporas (84), pósiblemente de *Gymnosporangium*. A estos elementos pretendemos hacer un seguimiento más completo en un próximo futuro.

CONCLUSIONES

Todas las muestras analizadas cumplen la normativa legal española, en lo referente a los niveles de azúcares reductores, sacarosa aparente, acidez libre, cenizas y sólidos insolubles en agua. Los valores obtenidos para prolina, no legislada, son menores que en otras mieles españolas. Los de conductividad son los normales para estos tipos de mieles.

Los porcentajes de humedad encontrados, indican que las mieles estudiadas son de primera calidad y que presentan mayor tendencia a la granulación que a la fermentación.

Sólamente una muestra de miel de eucalipto presenta actividad diastásica inferior al valor legislado de 8. No obstante, los bajos valores de hidroximetilfurfural hallados ponen de manifiesto la frescura y calidad de todas las mieles estudiadas. También se evidencia una buena conservación, sin haberse

detectado ningún tipo de fraude.

Los análisis polínicos cuantitativos muestran una riqueza polínica media-alta en todas las mieles y los cualitativos nos indican que todas ellas pueden catalogarse como de buena calidad dentro de su tipo.

Del conjunto de análisis físico-químicos (relación acidez lactónica/acidez libre y conductividad) y polínicos parece deducirse la mezcla de miel de flores con miel de mielada en la muestra comercializada como de bosque.

REFERENCIAS

B.O.E. del 13 de Agosto de 1983 (Orden del 5 de Agosto). Norma de Calidad para la miel destinada al mercado interior. Madrid.

B.O.E. del 18 de Junio de 1986 (Orden del 12 de Junio). Métodos oficiales de análisis para la miel. Madrid.

BORQUE, C., 1982.- Tipificación de mieles monoflorales españolas. *An. INIA Ser. Agric.*, 20, 145-151.

ERDTMAN, G., 1960.- The acetolysis method. *Svensk. Bot. Tidskr.* 54, 561-564.

HUIDOBRO, J. F., 1983.- *La miel. Algunos parámetros de interés en su control de calidad.* Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

McGREGOR, S. E., 1979.- *La apicultura en los Estados Unidos.* Ed. Limusa, Mejico.

PEREZ, C., P.CONCHELLO, A. ARIÑO, A. UCAR & A. HERRERA, 1990.-Evaluación del grado de frescura en mieles de Zaragoza. *Anal. Bromatol.*, 42, 99-105.

SANCHEZ, J., 1982.- *Análisis polínico de mieles de la pro-vincia de Salamanca.* Ediciones de la Universidad de Salamanca.

SANCHO, Mª T., 1990.- *Estudio de las mieles producidas en la Comunidad Autónoma del País Vasco.* Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

SERRA, J., GOMEZ,A. & J. GONELL,, 1987.- Composición, propiedades físico-químicas y espectro polínico de algunas mieles monoflorales de España. *Alimentaria*, 24, 61-84.

SERRA, J., 1989.- Características físico-químicas, Composición de la miel de eucalipto (*Eucaliptus* sp.) producida en España. *Anal. Bromatol.*, 41, 41-56.

TELLO, E., 1982.- La miel de Aracena. *Archivos de Zootecnia*, 31, 293-303.

VALDES, B *et al.*, 1987.- *Atlas polínico de Andalucía occidental.* Inst. de desarrollo regional Nº 43. Universidad de Sevilla y Excma. Diputación de Cadiz.

PALEOPALINOLOGÍA

ANÁLISIS POLÍNICO DE PALEOSUELOS Y SEDIMENTOS TURBOSOS EN EL SW DE ORENSE (ESPAÑA).

O. M. ALVAREZ FERNÁNDEZ, E. DIAZ LOSADA, A.V. GONZÁLEZ PORTO & M.P. SAA OTERO.

Dpto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias de Orense. Universidad de Vigo. 32004 Orense, España.

Recibido: septiembre 1993

Palabras clave: Pólen, análisis, paleosuelos, Orense.

Key words: Pollen, Analysis, Paleosoils, Orense.

RESUMEN

En el presente trabajo se hace análisis polínico de paleosuelos hallados en yacimientos de origen romano situados en Lovios (Orense) y un sedimento turboso en el "Monte Vieiro", Bande (Orense).
Se obtienen datos de vegetación referentes a los últimos 2000 años BP.

SUMMARY

In the present work we make an analysis of paleosoils pollen found in a roman site located in Lovios (Orense) and a turbary sediment in "Monte Vieiro", Bande (Orense).
Vegetation data related to the last two thousand year BP, are obtained.

INTRODUCCIÓN

En Galicia existe una gran tradición de colaboración entre arqueológos y palinólogos. Se inicia en el año 1972 con los trabajos de JATO RODRÍGUEZ & VÁZQUEZ VARELA y se ha mantenido ininterrumpidamente hasta la actualidad. De ello son buena muestra los distintos trabajos realizados (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHUZTZ, 1961; LÓPEZ GARCÍA, 1984; AIRA RODRÍGUEZ & GUITIÁN OJEA, 1984; 1985-86; SAA OTERO, 1985; AIRA RODRÍGUEZ, 1986; AIRA *et al,* 1989; RAMIL REGO & AIRA RODRÍGUEZ, 1990; RAMIL REGO, 1992). Estos estudios permiten avanzar en el conocimiento de la evolución del medio natural

ISSN 0211- 7150

y gallega durante el Holoceno y de las condiciones ambientales en que se desarrolló la vida de las distintas culturas que poblaron el país.

En este sentido se ha planteado el presente trabajo, que es resultado de un proyecto financiado por la Dirección Xeral de Patrimonio Histórico e Documental de la Consellería de Cultura e Xuventude de la Xunta de Galicia, a la que queremos expresar aquí nuestro agradecimiento, y que nos ha brindado la oportunidad de aportar datos sobre la vegetación del Holoceno para la zona menos estudiada de la Comunidad Gallega (el Sur de la provincia de Orense).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se hace análisis polínico en dos yacimientos arqueológicos y un suelo natural de características turbosas situados en el extremo occidental de la provincia de Orense en varios puntos de la comarca denominada "Baja Limia". Los dos yacimientos arqueológicos estudiados se ubican en el término municipal de Lovios, situado en la falda de la sierra del Xerés, y el sedimento turboso se localiza en el término municipal de Bande.

La situación geográfica de los yacimientos y de la turbera se representa en el mapa de la Fig. 1.

Los yacimientos estudiados son:

-Necrópolis de la Ermita de San Bieito: es un yacimiento tumular, situado en el monte San Mamed, a una altitud de 750 m. Pertenece a la parroquia de Grou, que dista de la capital municipal 7,7 Km y está comunicada con ella por la N-540 (41° 57'19" latitud N y 4° 23'20" longitud W).

-Calzada Romana o vía XVIII del Itinerario de Antonio: cruza las tierras de Lovios, adentrándose en Portela D'Home y saliendo por Parada de Ventosa, después de ir paralela al río Caldo, para seguir la dirección del río Limia y llegar a Baños de Bande (41° 50'04" latitud N y 4° 26'05" longitud W). Se encuentra rodeada por los montes: Crasto (837 m), Carballina (1050 m) y Sierra de Santa Eufemia, de abruptos vértices, que alcanza los 1.094 m de altitud.

- Turbera de Monte Vieiro: situada a 850 m de altitud, próxima al tramo de carretera entre los km 37 y 38 de la N-540 que une Celanova-Bande, y rodeada por los montes Penedo de la Vela de 900 m de altitud y Penedo de Silva de 933 m respectivamente (42° 04'04" latitud N y 7° 58'10" longitud W).

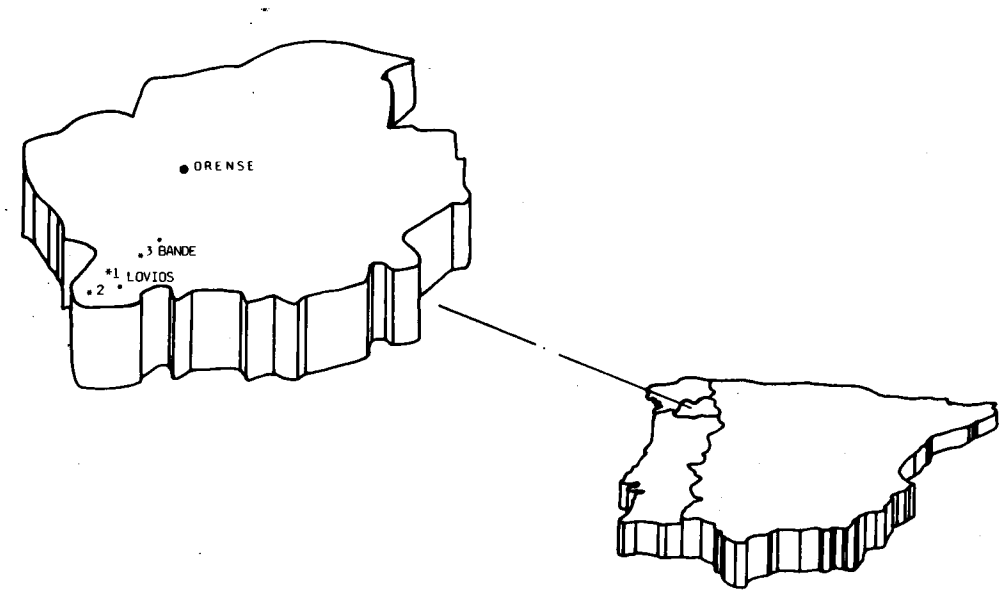


Figura 1.- Mapa de distribución de los yacimientos arqueológicos y del sedimento turboso (.): 1) Necrópolis de la Ermita de San Bieito; 2) Calzada Romana o Vía XVIII del itinerario de Antonio (LOVIOS). 3) Turbera de Monte Vieiro (BANDE).

Junto con éstas, aparece una superficie arbolada de coníferas de repoblación. La especie más extendida es *Pinus pinaster* AITON, que es poco exigente en cuanto a suelo y humedad y necesita un clima templado como el que domina en la zona. En algunos lugares, aparecen frondosas de forma aislada, entre ellas, *Quercus* y *Betula*, en pequeñas proporciones.

La vegetación en la turbera está compuesta por gramíneas de los géneros *Agrostis, Festuca* y *Monilia*, que colmatan la zona y tienden a ahogar al resto de la vegetación.

Otras especies no tan abundantes la rodean: *Calluna vulgaris* (L.) HULL, *Ulex galli* Planchon, *Erica tetralix* L. y especies de *Rubus*, así como Juncaceae y Cyperaceae, muy comunes en lugares húmedos.

Los flancos de la turbera son más secos y abundan especies de los géneros *Cytisus, Rumex, Ranúnculus*, un bosquete de abedules, *Betula alba* Coste y pinos de repoblación: *Pinus pinaster* AITON, otras especies menos frecuentes son *Salix repens* L. y *Salix atrocinerea* BROT.

En la necrópolis de San Bieito se han tomado muestras en dos cortes identificados con la denominación de Testigo Sur: Corte A de 80 cm. de potencia, en el que se han tomado 16 muestras y Testigo Este: Corte E de 65 cm. de potencia, en él se han tomado 13 muestras.

En la calzada se han tomado muestras en dos tramos diferentes, uno en la vía propiamente dicha, entre Lovios y Portela D'Home y el otro en un sector de la misma conocido como "Ponte Nova". En el "primer tramo" se han analizado cuatro cortes, obteniendo un total de 25 muestras, para determinar su contenido polínico.

* Corte A: de 25 cm de potencia. La parte inferior, de 5 cm de espesor, corresponde al momento de construcción de la vía.
* Corte B: formado por un horizonte enterrado, sobre el que se encuentra un sedimento de 25 cm de espesor, y coetáneo al Corte A.
* Corte C: de 45 cm de potencia, situado en un talud de la calzada.
* Corte D: de 30 cm de profundidad, de sedimentación posterior a la formación de la calzada, al igual que el corte anterior.

En el "2º tramo" del trazado viario, la recogida de muestras corresponde a un único corte de 49 cm de potencia.

La recogida total, en los dos tramos, fue de 35 muestras.

Ambos yacimientos corresponden a períodos culturales distintos: el primero pertenece al Megalítico y el segundo al Galaico Romano.

La cronología estimada para el primero, basada en la datación C-14, es de 4717 ± 270 BP (ICEN-762).

Para completar y ampliar datos de vegetación en la Baja Limia, se ha creido conveniente realizar análisis polínico en un sedimento, de tipo turboso, extraido en el "Monte Vieiro".

Las muestras se han tomado en la parte central de la turbera, con ayuda de una sonda tipo "Rusa". Se extrajeron seis columnas de material turboso, alcanzando 219 cm de profundidad. A partir de ahí se percibe una capa dura, que impidió seguir penetrando con la sonda.

Las columnas se han fraccionado a intervalos de 3 cm, para un estudio más detallado de su contenido polínico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagramas polínicos de la necrópolis de la Ermita de San Bieito

Testigo sur: corte A. Este diagrama (Fig. 2), con una potencia de 80 cm, presenta un nivel estéril entre los 30-40 cm. Se identificaron 25 taxones, 6

arbóreos y 19 no arbóreos diferentes.

Muestra una gran dominancia de polen arbóreo, el taxon más abundante es *Quercus*, cuyos porcentajes son elevados; máximo del 65% entre los 10-15 cm. Presenta una distribución regular entre los 5 cm y los 30 cm., con valores próximos al 65% a los 45 cm., descendiendo posteriormente en los niveles más profundos.

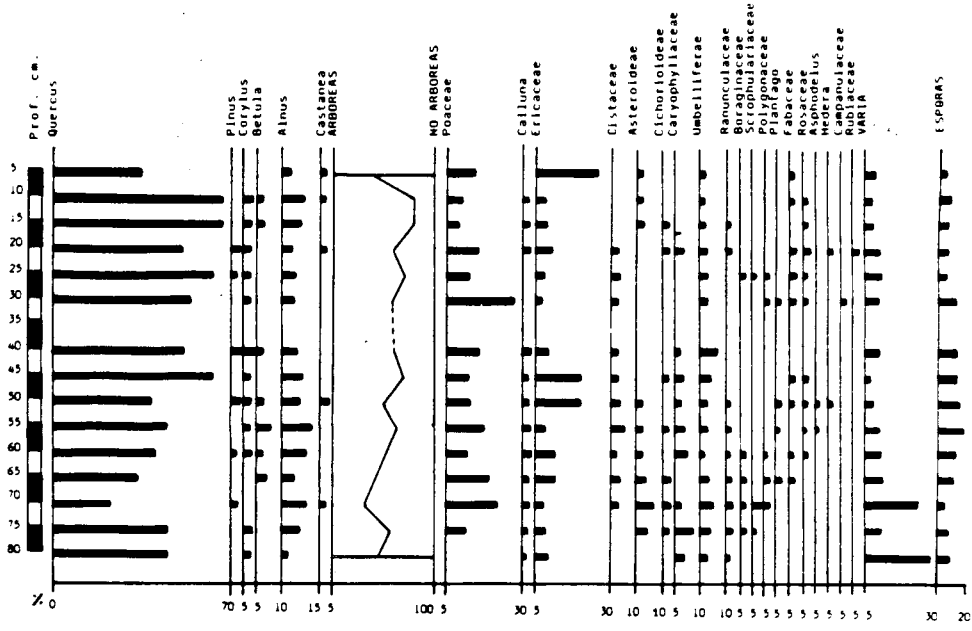


Figura 2.- Diagrama polínico de la Mámoa de San Bieito. Testigo Sur. Corte A.

El G. *Alnus* aparece distribuido de forma similar en todo el diagrama, destacando los niveles más altos (10%), a los 55 cm, coincidiendo en este nivel un aumento de *Betula* sp.

El resto de la vegetación arbórea, aparece de forma dispersa y con representación escasa en el diagrama.

La vegetación no arbórea está formada por las familias Poaceae y Ericaceae, en su gran mayoría. Poaceae tiende a aumentar desde la superficie hasta los 30 cm, con porcentajes del 25%, y luego disminuyen sus valores hasta llegar a un 20% a los 70 cm de profundidad. Ericaceae tiene los valores más altos en superficie y entre los niveles 45 cm y 50 cm. En el resto de los puntos presentan porcentajes ínfimos. Otras plantas arbustivas, como el *Calluna*, aparece en torno al 3% en todo el perfil, a excepción del estrato entre los 20 cm y 40 cm.

La Fam. Cistaceae no llega al 10%. Muestra una discontinuidad. Aparece solamente en los niveles más profundos. Otros taxones, que se mantienen en torno al mismo porcentaje, son Caryophyllaceae, Umbelliferae y Asteroideae, que muestran una distribución variable en los distintos niveles.

En cuanto a esporas, se observa un incremento a partir del nivel estéril (40 cm) y vuelven a decaer paulatinamente sus valores hasta llegar a la base.

Testigo este: corte E. El diagrama se representa en la Fig. 3, en el que se identifican 23 táxones diferentes.

Los resultados del análisis polínico son similares a los del Testigo Sur (Corte A), con ligeras diferencias en cuanto al valor de los porcentajes de algunos táxones.

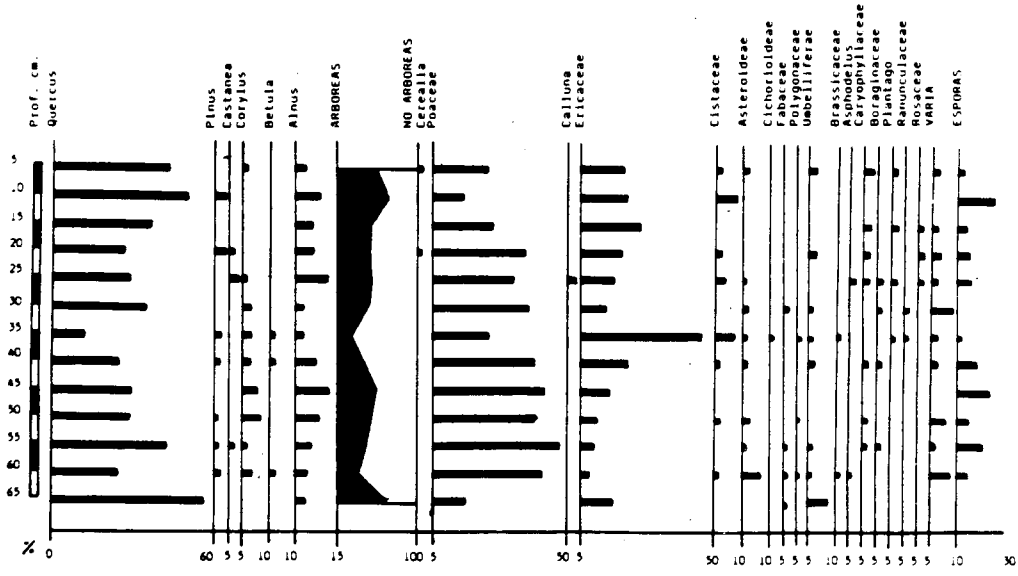


Figura 3.- Diagrama polínico de la Mámoa de San Bieito. Testigo Este. Corte E.

En cuanto a polen arbóreo, el más abundante es el *Quercus*, con máximos en dos niveles: superficial a los 10 cm y profundo a los 65 cm, que coincide con la potencia del corte, con porcentajes del 50% y 55% respectivamente, y mínimos a los 35 cm, alcanzando valores del 12%.

Otros taxones arbóreos, representados en menor proporción que el anteriormente citado, son: *Alnus*, que presenta una distribución uniforme en los

niveles superiores del perfil, alcanzando su mínimo en el centro del mismo a los 30 cm, incrementándose después hasta los 40 cm, para volver a disminuir a medida que se alcanza el nivel más profundo. *Corylus* aumenta progresivamente desde los 25 cm hasta los 50 cm, disminuyendo su valor a medida que descendemos. *Pinus*, *Castanea* y *Betula* tienen una manifestación puntual, con porcentajes que no superan el 4%.

Las Poaceae son las más representativas dentro del polen no arbóreo. Su presencia es constante en el diagrama, reflejando sus máximos del 50% a los 55 cm; sin embargo, presentan porcentajes bajos en tres niveles, 10 cm, 30 cm y 65 cm respectivamente. A continuación Ericaceae, que tiene su máximo del 45% en el centro del diagrama, a 35 cm, y va disminuyendo con la profundidad. Solamente se ha encontrado polen de Cerealia en dos niveles, a los 10 cm y 35 cm.

El resto de los taxones, Asteraceae y Umbelliferae, muestran una presencia casi generalizada en los distintos estratos, pero con porcentajes inferiores al 5%.

Las esporas alcanzan el 25% a los 10 cm y a los 45 cm. En los demás puntos del diagrama no tienen gran dominancia.

Diagramas polínicos de la Via Romana o Via XVIII del itinerario de Antonio.

Diagrama polínico: corte A. En el diagrama (Fig. 4), de 25 cm de potencia, se observan escasos porcentajes en pólenes de vegetación arbórea, formada por los taxones *Pinus, Quercus, Betula, Alnus* y *Castanea*. De todos ellos, *Quercus* es el que mantiene una presencia más o menos constante. *Pinus* muestra una presencia muy desigual, su porcentaje nunca es superior al 8%. Los demás taxones arbóreos aparecen en proporciones más bajas (5%).

Los datos obtenidos para pólenes de vegetación no arbórea reflejan valores muy elevados, especialmente para Ericaceae, con porcentajes que oscilan entre el 50-60%. Poaceae presenta un máximo del 12% en el nivel 15 cm, disminuyendo hacia la superficie y profundidad. Cistaceae se mantiene en torno al 8%, a excepción del nivel 20 cm que presenta un mínimo del 2%. Cyperaceae tiende a aumentar en profundidad. Con valores inferiores al 10% se encuentran las compuestas ligulifloras, subfamilia Cichoroideae, destacando sobre todo a los 15 cm.

El resto de los taxones herbáceos identificados en el análisis representan porcentajes bajos, inferiores al 5%: Liliaceae, Chenopodiaceae, Rosaceae, Scrophulariaceae, Caprifoliaceae, Umbelliferae, Labiatae, Fabaceae y finalmente las compuestas tubulifloras subfamilia Asteroideae, en ningún punto superan ese valor.

La proporción de esporas se mantiene entre el 5% y el 15% en todos los niveles, siendo del 2% en la base.

Diagrama polínico: corte B. En el diagrama representado en la Fig. 5, y con un espesor de 25 cm. se han identificado un total de 24 taxones diferentes, 6 son arbóreos y 18 no arbóreos distintos.

La vegetación arbórea es abundante en la parte superior del perfil, decreciendo progresivamente hacia la profundidad y estando en relación inversa a la vegetación no arbórea.

Pinus aumenta desde un 12%, en el nivel más bajo, hasta un 30% a nivel superficial, siendo el más representativo del grupo. Otros taxones, *Quercus*, *Betula*, *Alnus* y *Castanea*, presentan un registro continuo, pero siempre en proporciones menores al 5%. *Corylus* aparece de forma puntual a los 5 cm.

La familia dominante en la vegetación no arbórea es Ericaceae, que incrementa sus valores en profundidad, desde un 26% hasta un 58%. Lo mismo ocurre con Cistaceae, aunque en proporciones menores al 10%.

Las Liliaceae destacan principalmente en el nivel más alto del corte, mientras que Poaceae manifiesta una distribución regular en el diagrama.

Hay que considerar la presencia de gramíneas de cultivo (Cerealia) en todos los niveles, a excepción del punto más profundo.

Las esporas presentan valores entre el 10% y el 12%.

Diagrama polínico: corte C. En este diagrama se ha alcanzado una profundidad de 45 cm, se identificaron 28 taxones distintos y se han obtenido los resultados que a continuación se comentan y se expresan gráficamente en la Fig. 6.

Se caracteriza, al igual que los anteriores, por bajos niveles de polen arbóreo frente al no arbóreo; sin embargo, es distinto en cuanto a la dominancia relativa de unos taxones respecto a otros.

El taxon arbóreo más abundante es *Quercus*, con proporciones que varían entre un 4% y un 8%. *Pinus* está presente en todos los niveles, pero su máximo no supera el 3%. Todos los demás muestran proporciones bajas y discontinuas en los diferentes puntos del diagrama.

Los taxones más abundantes pertenecen al estrato no arbóreo y son fundamentalmente *Ericaceae*, manteniéndose entre el 48% y el 68%. Le sigue Poaceae, con valores próximos al 20% y finalmente *Cistaceae*, que no llega al 10 %. Los pólenes de *Cerealia* aparecen en la parte central del diagrama.

La proporción de esporas no es constante, oscilando entre el 1% y el 4%.

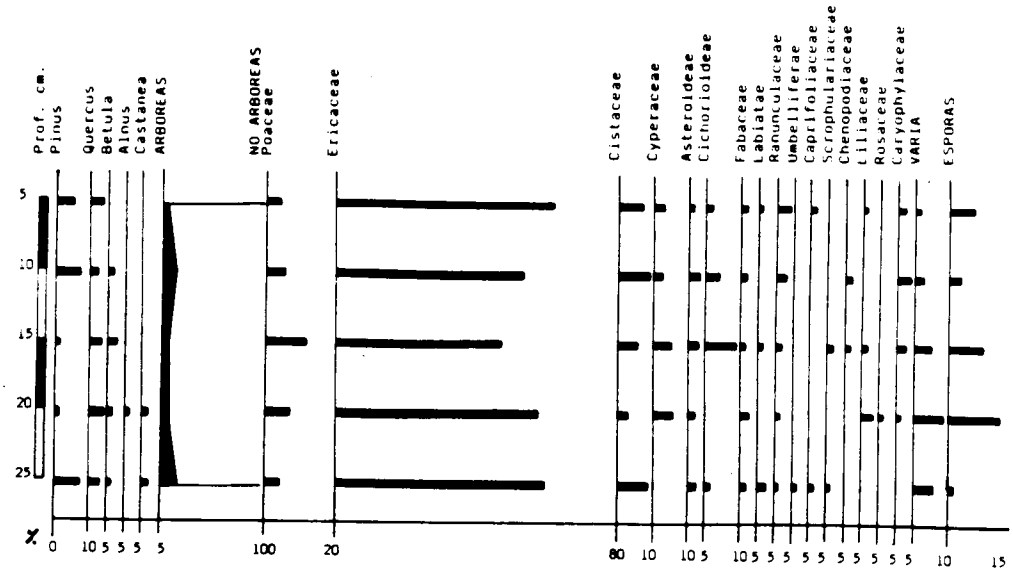


Figura 4.- Diagrama polínico de Vía Romana. Corte A.

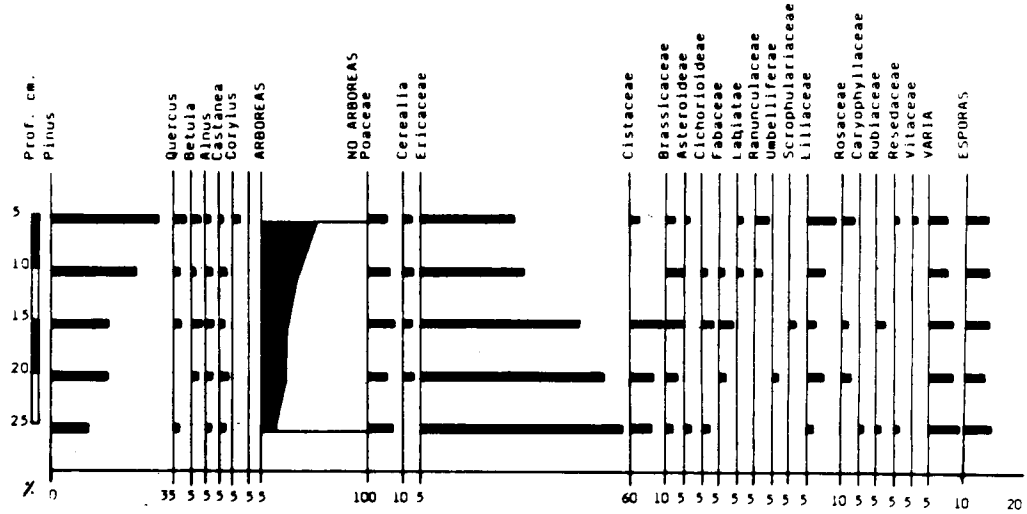


Figura 5.- Diagrama polínico de Vía Romana. Corte B.

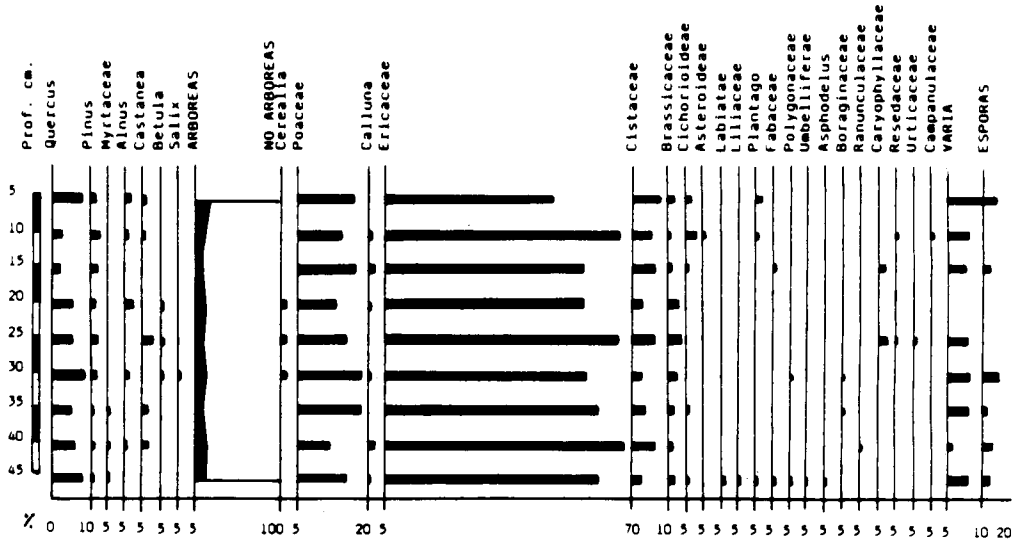


Figura 6.- Diagrama polínico de Vía Romana. Corte C.

Diagrama polínico: corte D. En el diagrama reflejado en la Fig. 7, se han obtenido seis muestras, que abarcan un total de 30 cm. Se han identificado 19 taxones diferentes, los mayores valores corresponden a la vegetación no arbórea, característica común con el resto de los cortes descritos anteriormente.

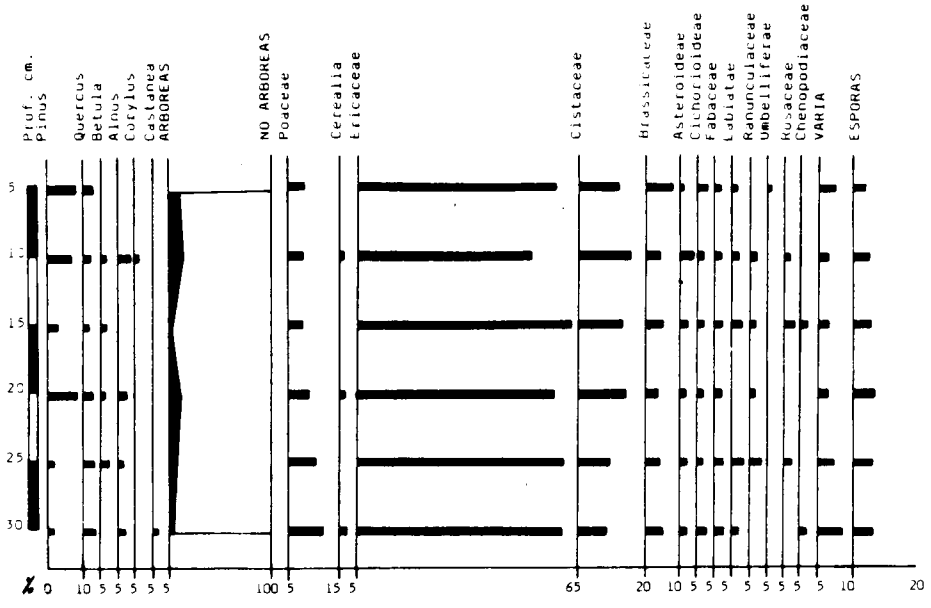


Figura 7.- Diagrama polínico de Vía Romana. Corte D.

En el estrato arbóreo, *Pinus* presenta un máximo del 7% a 5 cm y 20 cm de espesor, respectivamente, y mínimos que no llegan al 2% entre los 25 cm y 30 cm. *Quercus* se mantiene a lo largo del diagrama con porcentajes inferiores al 5%, al igual que el resto de los taxones arbóreos. Los taxones *Corylus* y *Castanea* tienen escasa representación. Solamente aparecen en algunos niveles. Así, *Corylus*, destaca principalmente a los 10 cm, mientras *Castanea* se manifiesta más bien a nivel profundo (30 cm.).

Ericaceae es el taxon más abundante de la vegetación no arbórea, alcanzando los valores más altos en el diagrama alrededor del 63%. Poaceae aumenta desde un 4%, en el nivel alto, hasta un 11% en la base del perfil.

Juntamente con estos taxones aparecen reflejados porcentajes entre el 11% y el 14% de Cistaceae, desde los 5 cm a los 20 cm, y del 8% a nivel más profundo 25-30 cm. Brassicaceae alcanza porcentajes variables nunca superiores al 10%.

Otras plantas no arbóreas presentes: Cichoroideae, Fabaceae y Labiatae, cuyos valores son menores al 5% varían muy poco en el desarrollo del perfil. Las demás se encuentran de forma discontinua a lo largo del diagrama.

Aparecen pólenes de gramineas de cultivo (Cerealia) en diferentes estratos y quizá una mayor proporción y variedad de plantas ruderales.

En cuanto a esporas se refiere, destacan en todo el perfil con porcentajes entre el 5% y el 7%.

Diagrama polínico: Pontenova. Se han recogido 10 muestras para determinar su contenido polínico, alcanzando una profundidad de 40 cm. A la vista del diagrama polínico (Fig. 8), en el que se han identificado 23 taxones distintos, se observa una gran escasez arbórea a lo largo de todo el perfil.

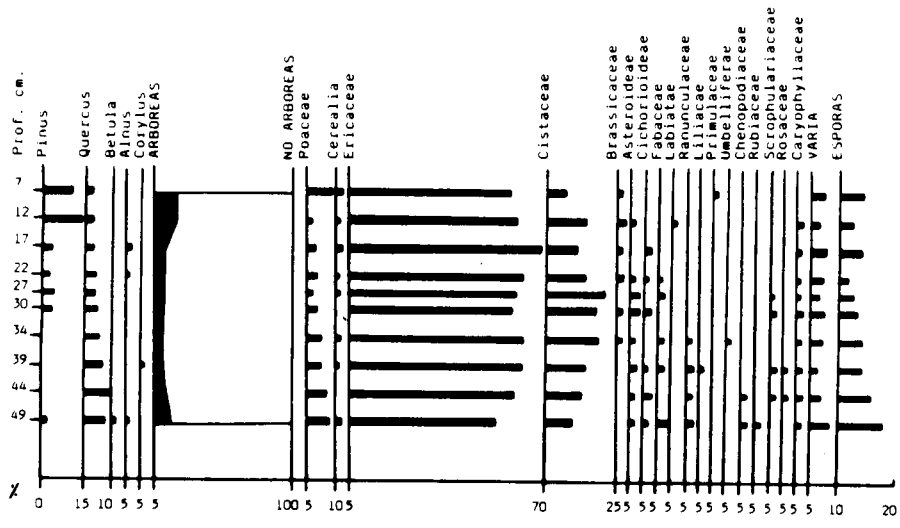


Figura 8.- Diagrama polínico de Vía Romana. Tramo Pontenova.

La vegetación arbórea está representada por: *Pinus*, presente en las capas superiores en proporciones similares al 14% y que sufre un gran descenso en profundidad. *Quercus*, por el contrario incrementa sus valores a este nivel, 8%, y desciende en superficie con porcentajes mínimos (2%).

Las especies no arbóreas son sumamente abundantes en todos los niveles con predominio de Ericaceae, con valores entre el 53% y el 61% en casi todos los puntos, muy acusada a los 17 cm con un 69%.

Junto con éstos existen otros taxones: Cistaceae es el más abundante en la parte central (21%), presentando los mínimos en la parte superior e inferior del diagrama, a la inversa de lo que ocurre con Poaceae, que es en estos niveles donde alcanza sus máximos (10%).

Los pólenes de Cerealia, con porcentajes inferiores al 5%, ocupan prácticamente todos los niveles, al igual que Caryophyllaceae y Asteroideae. Los demás tienen una manifestación puntual.

La representación de esporas varía desde un 7% en superficie hasta un 16% en profundidad.

Diagrama polínico de la turbera de "Monte Vieiro".

En el diagrama de porcentajes representado en la Fig. 9, se han alcanzado los 219 cm de potencia y se han identificado 39 taxones diferentes, de los cuales 10 pertenecen a vegetación arbórea y 29 a la vegetación no arbórea.

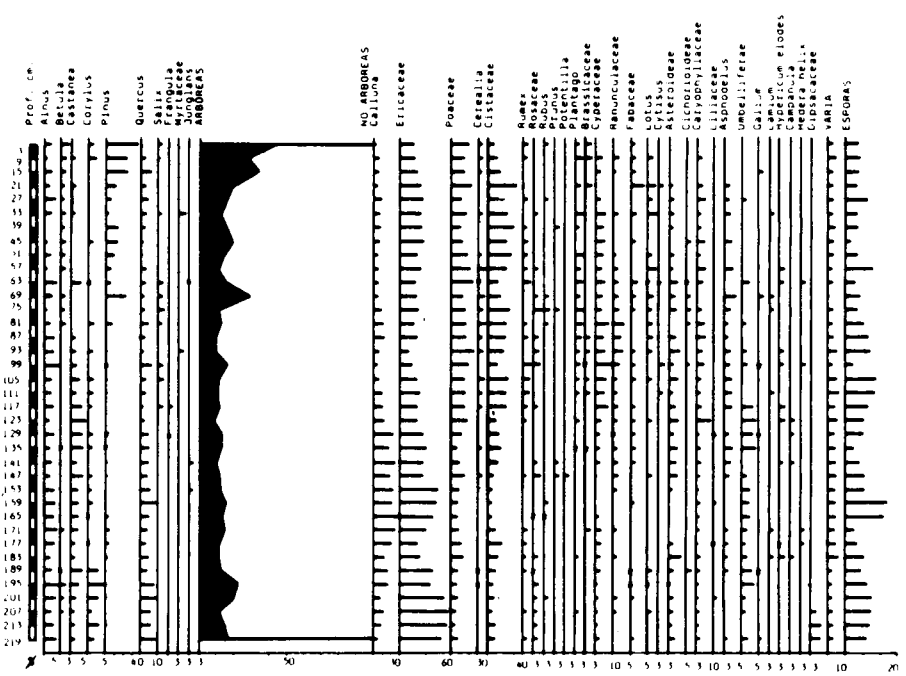


Figura 9.- Diagrama polínico de la turbera "Monte Vieiro".

Los taxones arbóreos más representativos son los que figuran a continuación: *Pinus, Quercus, Alnus* y *Castanea*; y en menor proporción *Betula, Salix, Frangula, Juglans* y Myrtaceae, que no superan el 3% y aparecen de forma muy puntual. *Pinus* alcanza los valores más altos en la porción superior del diagrama 20-30%, *Corylus* predomina en la porción inferior, sus valores no llegan al 5%, *Quercus* sp. no supera el 10% en todo el diagrama, tiende a aumentar en profundidad. *Alnus* se mantiene más o menos constante en su distribución y *Castanea* alcanza sus valores máximos en profundidad, pero no supera el 5%.

Las especies arbustivas están representadas por el brezal (Fam. Ericaceae), con valores del 40% entre los niveles 156-159 cm y del 55 % entre los 204-207 cm. *Calluna* incrementa sus valores hacia el nivel profundo, predominando entre los intervalos 138-141 cm y 162-165 cm.

Cistaceae presenta ligeras fluctuaciones en sus valores, aumentando desde un 10% entre los 216-219 cm, en donde coincide con la base del diagrama, hasta un 30% entre los 18-21cm, para volver a descender a partir de ese punto hasta la superficie.

En el nivel medio de la turbera domina Cyperaceae, alcanzando el 9% entre los 96-99 cm y Caryophyllaceae, que presenta su punto máximo entre los 120-123 cm y disminuye en las zonas más profundas, mientras que a esos niveles aparece Dipsacaceae.

Los resultados obtenidos para *Asteroideae* muestran ligeras discontinuidades, no sobrepasando nunca el 5%. La presencia de *Cerealia* se hace notar en el diagrama, especialmente entre los 51-98 cm y 114-117 cm, con valores que se aproximan al 3%.

Finalmente, en cuanto a las esporas, los valores máximos obtenidos (25%) se manifiestan en el intervalo 156-159 cm y los mínimos (2%) entre los 42-45 cm.

Los resultados obtenidos muestran datos acerca de la vegetación del periodo Atlántico (Mamoa de la Ermita de San Bieito y turbera de Monte Vieiro), en la comarca de la Baja Limia caracterizada por la abundancia de *Quercus* y la presencia de Cistaceae; y de la vegetación del Subatlántico (turbera de Monte Vieiro y Vía Romana), con baja incidencia de la vegetación arbórea y presencia de cereales. Destaca:

La presencia de *Quercus* como componente más abundante del bosque en la segunda mitad del periodo Atlántico.

La presencia de *Corylus, Betula* y *Alnus* como elementos acompañantes en el bosque Atlántico y Subatlántico.

La presencia puntual de *Castanea* en niveles polínicos cronológicamente pertenecientes al periodo Atlántico.

La presencia de Poaceae, Ericaceae y Cistaceae como integrantes de la vegetación de monte bajo.

La existencia puntual de gramíneas de cultivo en niveles Atlánticos y su mayor importancia en niveles más recientes.

La presencia de *Pinus* en niveles polínicos presumiblemente pre-romanos y su expansión en niveles superiores como indicativo de los procesos de repoblación forestal.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Dirección Xeral de Patrimonio Histórico e Documental de la Consellería de Cultura e Xuventude de la Xunta de Galicia, por la financiación del trabajo experimental desarrollado en este estudio.

A los arqueólogos D. JOSE Mº EGUILETA FRANCO; D. MANUEL XUSTO RODRIGUEZ; D. FRANCISCO FARIÑA BUSTO & D. JULIO RODRIGUEZ GONZALEZ por su colaboración en la recogida de las muestras necesarias para llevar a cabo este trabajo y por la información arqueológica acerca del área de estudio.

REFERENCIAS

AIRA RODRIGUEZ, M.J., (1986).- Contribución al estudio de suelos fósiles de montaña y antropógenos de Galicia por análisis polínico. Tésis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 363 pp.

AIRA RODRIGUEZ, M.J., & GUITIAN OJEA, F., (1984).- Estudio polínico y edafológico de los yacimientos de "O Regueiriño" y "A Fontela" (Península do Morrazo). *Pontevedra Arqueológica* I: 99-112 p.

AIRA RODRIGUEZ, M.J. & GUITIAN OJEA, F., (1985-86).- Contribución al estudio de la cultura gallega: Análisis palinológicos de los Castros de Vixil y Penarrubia (Lugo). *Pontevedra Arqueológica* II: 191-200 p.

AIRA RODRIGUEZ, M.J., SAA OTERO, M.P. & TABOADA CASTRO, T., (1989).- Estudios paleobotánicos y edafológicos en yacimientos arqueológicos de Galicia. *Arqueoloxía/Investigación* 4. 134 pp.

DIAZ LOSADA, E.,(1990).- Aportación al estudio de la vegetación del pasado en Orense, a través del análisis polínico. Tésis de licenciatura. Universidad de Santiago de Compostela. 108 pp.

LOPEZ GARCIA, P., (1984).- Análisis palinológico de los sedimentos arqueológicos del yacimiento de "O Fixón" (Viño, Hio, Cangas do Morrazo). *Pontevedra Arqueológica* I: 145-188 p.

LOPEZ GARCIA, P., (1984).- Estudio polínico de los sedimentos del yacimiento de Lavapés. Pontevedra Arqueológica I: 179-188 p.

MENENDEZ AMOR & FLORSCHUTZ., (1961).- Contribución al conocimiento de la Historia de la vegetación en España durante el Cuaternario. Estudios Geológico s. XVII: 83-89 p.

REGO, P., (1992).- La vegetación Cuaternaria de las Sierras Septentrionales de Lugo a través de análisis polínico. Tésis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 356 pp.

RAMIL REGO, P. & M.J. AIRA RODRIGUEZ,, (1990).- Zonación polínica en diagramas realizados en Coto Valdoinferno y Valle de Arnela (Abadín, Lugo, Galicia). Actas del 8 Simposio de Palinología. A.P.L.E. Tenerife. (En prensa).

SAA OTERO, M.P., (1985). Contribución a la cronología de sedimentos costeros por análisis polínico. Tésis doctoral. Universidad de Santiago. 337 pp.

ASOCIACIONES ESPOROPOLÍNICAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR DEL CERRO DE LA MESA(GUADALIX DE LA SIERRA,PROVINCIA DE MADRID).

CONCEPCIÓN ALVAREZ RAMIS[1], MIKLÓS KEDVES[2] & TERESA FERNÁNDEZ MARRON[1]

[1] Depto. de Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas U.C.M./U.E.I. de Paleontología. Instituto de Geología Económica.C.S.I.C. 28040 Madrid.
[2] Lab. Biología celular y Micropaleontología evolutiva. Universidad J.A. de Szeged. 6701 Hungría.

Recibido: junio 1993.

Palabras clave: Paleopalinología, Normapólenes, Cretácico superior, Provincia de Madrid, España.

Key words: Normapolles, Upper cretaceous, Madrid, Spain

RESUMEN

Se analizan los resultados obtenidos del estudio palinológico de muestras procedentes de siete niveles de una serie litoestratigráfica establecida en el Cerro de la Mesa.

Se concluyen diferencias entre las palinofloras cretácicas de España y Portugal.

SUMMARY

The results of the palynological study of the samples taken in seven levels of the lithostratigraphic serie of Cerro de la Mesa are analysed.

We are detected stratigraphical differences between the paleopalynofloras coming from the cretaceous localities of Spain and Portugal.

INTRODUCCIÓN

Consecuencia de un estudio precedente correspondiente a dos niveles de margas grises del Cretácico superior del Cerro de la Mesa, fué el establecimiento de una serie local integrada por ocho tramos, a lo largo de la cual se han extraido muestras de margas y lignitos en las que se ha efectuado un estudio palinológico.

Este trabajo, que se encuadra en el proyecto Hispano-Húngaro "Estudio de diversos aspectos paleobotánicos del Cretácico superior del Cerro de la Mesa" (Norte de la provincia de Madrid), está subvencionado por el proyecto PB 92-0101

ISSN 0211- 7150

"Estudio palinológico de las Angiospermas primitivas halladas en el Cretácico superior del Borde Sur de la Sierra de Guadarrama" y es la ampliación del avance palinológico del Cerro de la Mesa que dentro del proyecto PB 87-0241 "Estudio paleobotánico de las Coníferas del Cretácico superior de la vertiente Sur de la Sierra de Guadarrama" dieron a conocer dos de las autoras en el 8° Simposio de Palinología,organizado por la APLE en Tenerife en Septiembre de 1990.

Desde los primeros estudios palinológicos efectuados en el Cerro de la Mesa (ALVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN -en prensa- y KEDVES, ALVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1993) se puso de manifiesto el gran peso específico de las Angiospermas, tanto por su abundancia como por su diversidad en el conjunto de la paleoasociación, hecho que nos determinó el continuar la investigación sobre los Normapólenes del Borde Sur de la Sierra de Guadarrama.

Esta publicación se refiere exclusivamente a la serie establecida en Cerro de la Mesa relativamente próximo al pueblo de Guadalix de la Sierra (Fig.1).

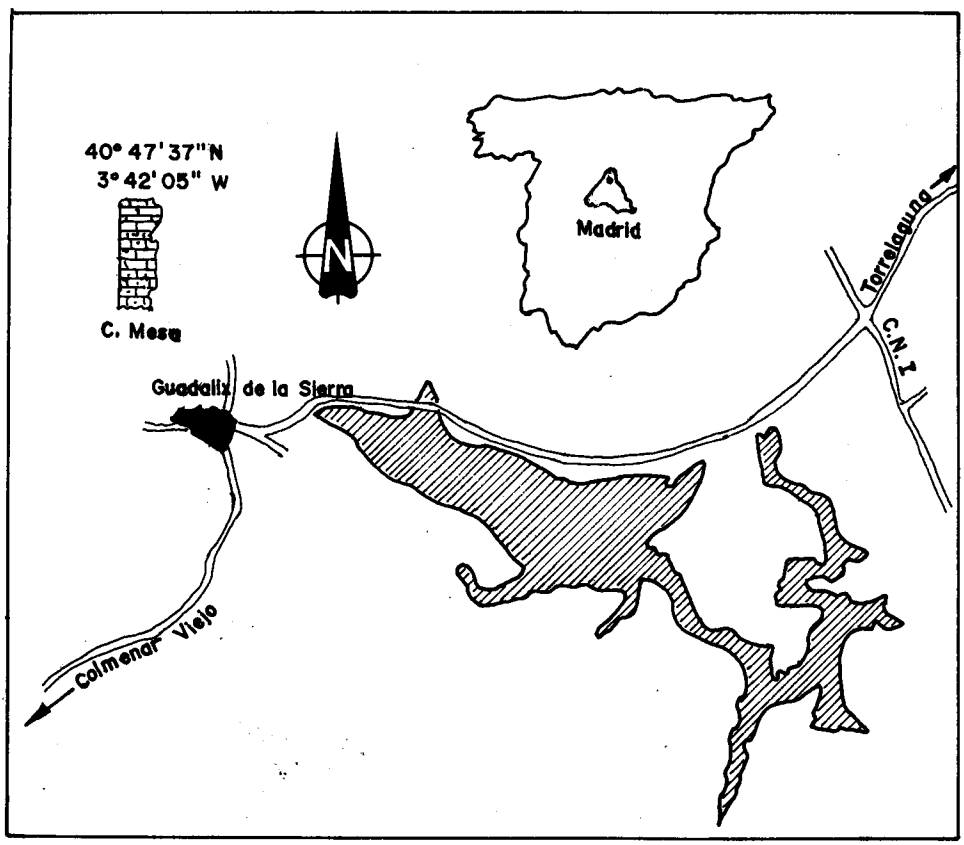


Figura 1.- Situación de la serie dentro de la provincia de Madrid en relación al pueblo de Guadalix de la Sierra y al embalse de "El Vellón".

MATERIAL Y MÉTODOS

La serie litoestratigráfica está integrada por ocho tramos (Fig.2).
Los palinomorfos objeto de este estudio, fueron tomados en siete niveles.

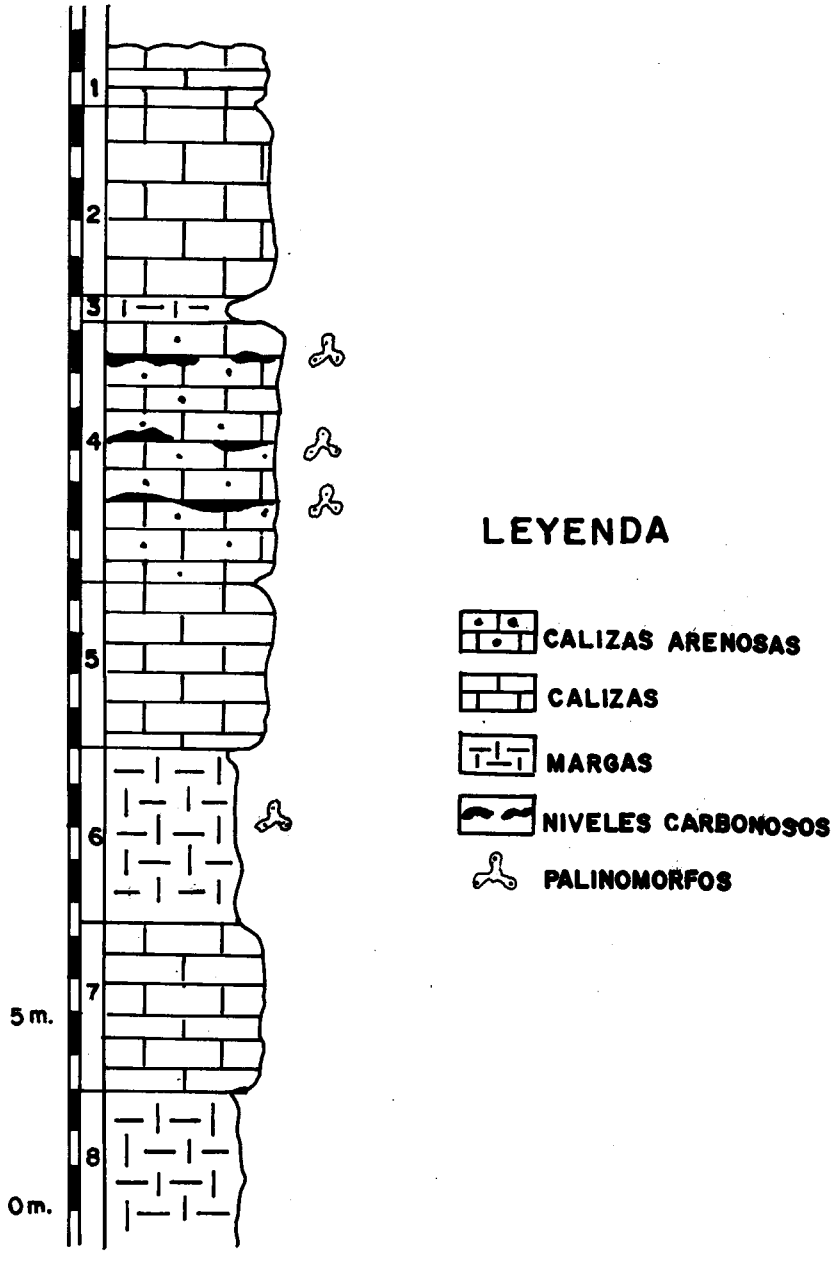


Figura 2.- Serie litoestratigráfica establecida en el Cerro de la Mesa.

Cuatro de ellos se superponen en el tramo 6, formado por margas con un alto contenido en materia orgánica que le confieren un color gris caracteristico.

En el tramo 4, formado por calizas arenosas, se hallan intercaladas tres pequeñas y discontinuas capas de lignitos, de las que se tomaron las otras muestras analizadas.

El tratamiento palinológico de las muestras se ha efectuado de acuerdo con los métodos establecidos para margas y lignitos reflejado en los diversos trabajos que figuran en la bibliografía.

Las preparaciones microscópicas de los palinomorfos, efectuadas en los laboratorios de Szeged y Madrid, se encuentran depositadas en el Laboratorio de Paleobotánica del Departamento y U.E.I. de Paleontología en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid.

Las fotografias de los palinomorfos figurados en este trabajo fueron tomadas en el Laboratorio de Biología celular y micropaleontología evolutiva de Szeged.

RESULTADOS

Nomenclatura

Por tratarse de restos vegetales microscópicos dispersos en sedimentos, y dada la coincidencia que puede existir entre pólenes procedentes de táxones alejados o por el contrario marcadas diferencias entre pólenes de táxones próximos, su estudio presenta grandes dificultades de clasificación. Por ello casi nunca se puede realizar una clasificación natural y nos vemos obligados a denominarlos, en su mayoría, de acuerdo a una nomenclatura parataxonómica que comprende los géneros y las especies de forma que se indican a continuación.

REINO ANIMALIA

Camaras internas de Foraminíferos.

REINO PROTISTA

Botryococcus braunii Kütz
Dinoquiste.

REINO PLANTA

Criptógamas vasculares

Leiotriletes microadriennis W. Kr. 1959
Uvaesporites neerlandicus Herngr.,Feld.,Kds y Meess 1986

Gimnospermas

Araucariacites hungaricus H. Deak 1964
Classopollis fsp.
Cupressacites bockwitzensis W.Kr. 1971
Cupressacites dorogensis Kds 1961
Ephedripites minimus Ameron 1965
Pityosporites constrictus Sing 1964

Angiospermas

Atlantopollis microrugulatus Kds.y Din.1979
Aveiropollenites triangulus Kds y Din.1980-81
Bolchovitinaepollenites miniverrucatus Kds y Din. 1981.
Boltenhagenipollenites magnus Kds y Din.1980-81.
Complexiopollis vancampoae Din., Kds. y Sics. 1974
Cupuliferoipollenites pusillus (R.Pot 1934) R.Pot 1960
Hungaropollis cf. krutzschi Gócz 1964.
Interporopollenites subgranulosus Kds y Heg.1975
Interporopollenites plicatus Kds y Heg.1975
Minorpollis triangulus Kds 1969
Minorpollis hojstrupensis Kds 1979
Momipites quietus R. Pot. 1934
Oculopollis concentus Pf.1953.
Papillopollis vancampoae Kds y Pitt. 1979
Papillopollis granulatus Kds y Pitt. 1974.
Polyporites fsp.
Prezaipollenites fsp.
Rocheipollenites triangulus Kds y Din.1980-81.
Triangulipollis turonicus W.Kr. 1967
Triatriopollenites microcoryphaeus (R.Pot 1931) Sontag 1972
Triatriopollenites psedogranulatus (Gladk 1965) Kds 1974.
Triatriopollenites sauerae (Gladk 1965) Kds 1974
Triatriopollenites fsp.
Vacuopollis orthopyramis Pf. 1953.

DISCUSIÓN

Como puede apreciarse en el apartado correspondiente a Nomenclatura el número de especies - forma del Reino Planta determinado a lo largo de la serie es considerable, especialmente en lo que concierne a los pólenes de las **Angiospermas primitivas (72%)**. Entre estos predominan *Interporopollenites* , *Papillopollis* y *Triatriopollenites* y en menor escala *Vacoupollis, Complexiopollis, Atlantopollis* y *Rocheipollenites triangulus* Kds.

1.- Cámara interna de Foraminífero. Prep. C.M.4/4, 14,2/131,5

2.- *Botriococcus braunii* Kütz. Prep.: C.M. 1/5, 8,4/136,3

3.- Detalle de Dinoquiste. Prep.: C.M. 1/7, 16,3/132,0

4.- *Leiotriletes microadriennis* W. Kr. 1959. Prep.: C.M. 3/5, 24,5/129,3.

5.- *Uvaesporites neerlandicus* Herngr., Feld., Kds y Mees. 1986. Prep.: C.M. 5/7, 9,9/ 137,8.

6.- *Pityosporites constrictus* Sing 1964. Prep.: C.M. 3/8, 9,9/334,7.

7.- *Cupressacites bockwitzensis* W.Kr. 1971. Prep.: C.M. 7/2, 9,8/137,4.

8.- *Cupressacites dorogensis* Kds 1974. Prep.: C.M. 7/2, 17,2/145,3

9.- *Araucariacites hungáricus* H. Deak 1964. Prep. C.M. 4/4, 11,8/144,2.

10.-*Classopollis fsp.* Prep. C.M. 7/2, 22, 6/141,2.

11.-*Ephedripites minimus* Ameron 1965. Prep.: C.M. 3/1, 21,3/130,3.

12.-*Cupuliferoipollenites pusillus* (R.Pot 1934) R. Pot. 1960. Prep.: C.M. 4/2, 18,7/137,9.

13.-*Atlantopollis microrugulatus* Kds y Din. 1979. Prep.: C.M. 2/4, 9,8/135,4.

14.-*Complexiopollis vancampoae* Din.,Kds y Sics. 1974. Prep.: C.M. 3/3, 9,5/131,1.

15.-*Hungaropollis cf. krutzschi* Gocz. 1964. Prep.: C.M. 5/1, 16,7/143,3.

16.-*Oculopollis concentus* Pf. 1953. Prep.: C .M. 5/4, 7,4/144,6.

17.-*Papillopollis granulatus* Kds y Pitt. 1974. Prep.: C.M. 5/3, 14,4/147,2.

18.-*Interporopollenites fsp* Prep.: C.M. 6/7, 14,6/131,8.

19.-*Vacuopollis orthopyramis* Pf. 1953 Prep.: C.M. 4/1, 14,9/146,3.

20.-*Rocheipollenites triangulus* Kds y Din 1980- 81. Prep.: C.M. 4/8, 10,8/133,5.

21.y 22.- *Minorpollis* fsp. Prep.: C.M. 4/6, 14,6/146,3 y C.M. 2/8, 16,8/138,8.

23.-*Triangulipollis turonicus* W.Kr. 1967. Prep.: C.M. 2/2, 18,3/143,1.

24.- *Momipites quietus* (R. Pot 1934) W. Kr. 1972. Prep.: C.M. 7/7, 12,2/129,8.

25.- *Boltenhagenipollenites magnus* Kds y Din. 1980-81. Prep.: C.M. 4/2, 13,2/139,3.

26.- *Prezaipollenites* fsp. Prep.: C.M. 7/7, 11,8/141,3.

27.- *Triatriopollenites microcoryphaeus* (R.Pot 1931) Sontag 1972. Prep.: C.M. 7/7, 1,8/141,3.

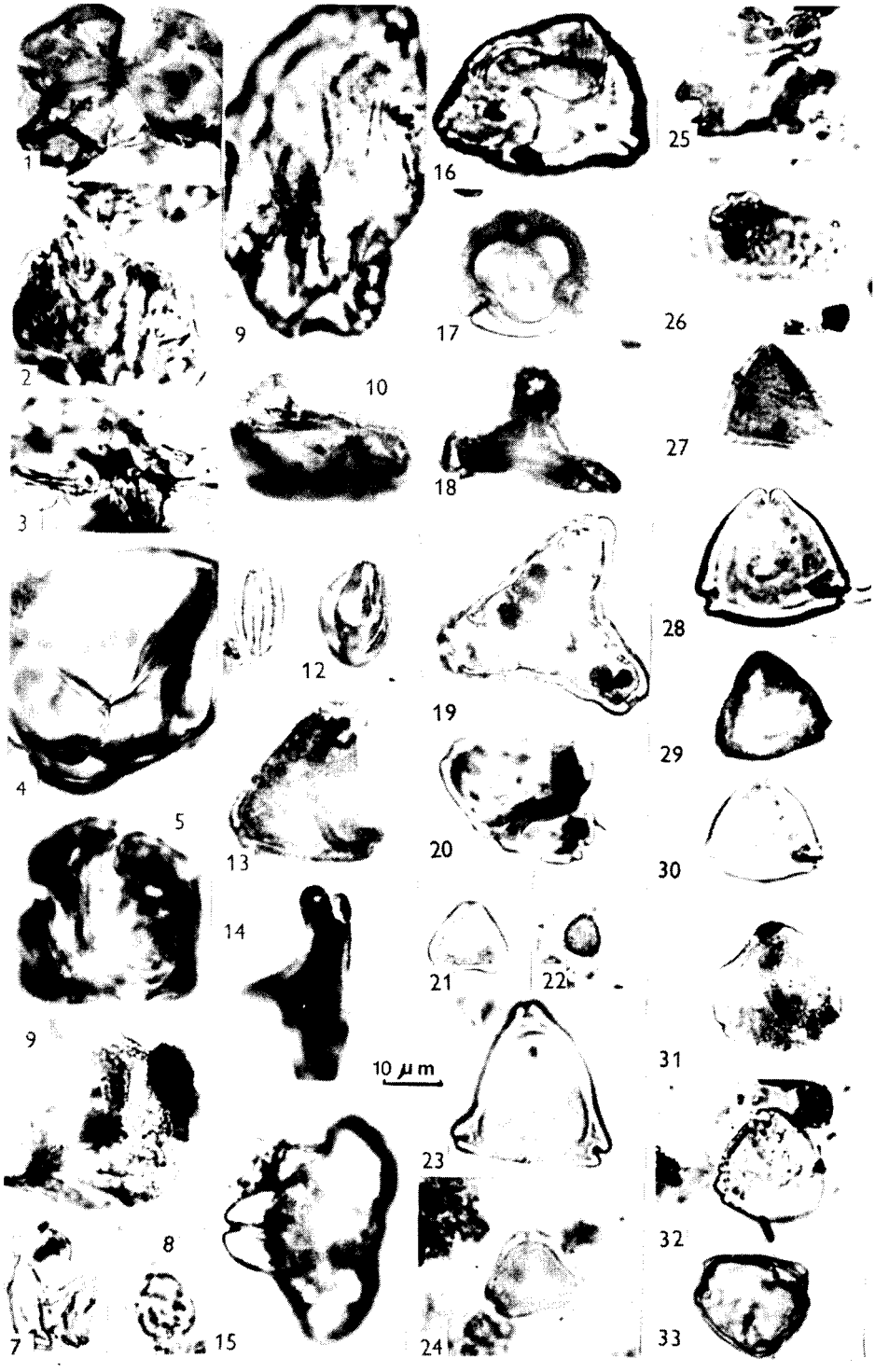
28 y 30.- *Triatriopollenites pseudogranulatus* (Gladk. 1965) Kds 1974. Prep.: C.M. 5/3, 2,6/129,9.

29.- *Triatriopollenites* fsp. Prep.: C.M. 4/3, 16,8/136,7.

31.-*Triatriopollenites sauerae* (Gladk.1965) Kds 1974. Prep.: C.M. 5/4, 20,4/146,5.

32.- Polen Triporado/subtriporado. Prep.: C.M. 3/2, 11,9/133,4.

33.- *Polyporites* fsp. Prep. 4/8, 25,8/142,0.


1
2
3
4
5
9
7
8
9
10
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
10 µm

Hay que destacar, también la presencia de fósiles euri y estenohalinas (Botrioccocales, Dinoquistes, cámaras internas de Foraminíferos, etc.) que nos informan acerca de la posición margino-litoral del yacimiento en el Cretácico Superior.

Si se comparan los pólenes de las Angiospermas de tipo primitivo encontradas en el Cerro de la Mesa con los hallados en otros yacimientos finicretácicos de la provincia de Madrid se observa que no presentan entre sí grandes diferencias . Se aprecia también que las asociaciones españolas de Normapólenes no muestran las caracteristicas diferenciales, tenidas como indicadoras bioestratigráficas de los distintos niveles del Cretácico de Portugal, no obstante su proximidad geográfica.

Una vez más confirmamos, al analizar los Normapólenes de este yacimiento que, junto con abundantes formas caracteristicas del Maestrichtiense coexisten otras muchas descritas como propias del Santoniense-Campaniense en Aveiro, Turòniense-Coniaciense (Cerrajao) y del Cenomanense-Turoniense en Vila Flor.

REFERENCIAS

ALVAREZ RAMIS, C. ,1981.- Estudio de Frenelopsis oligostomata (Romariz) Alvin,procedente del Cretácico superior de Torrelaguna (Madrid). *Estudios Geol.*, 37:83-87.

- 1985.- Sur la paléoecologie des alentours du Barrage "El Vellón" (Madrid, Espagne) pendant le Crétacé supérieur. *Sciences* (M.E.N., Paris), 5:115-125.

- & J. DOUBINGER, 1980.- Los microfósiles vegetales del Cretácico superior de Torrelaguna (Madrid). *Bol. Real Soc. Española de Historia Natural (Geol.)*, 78:205-215.

- & - , 1989.- Contribution a l'étude de la palynoflore Crétacée de Guadalix de la Sierra (Madrid, Espagne). Abstracts of *II European palebotanical conference* :15.

- & T. FERNANDEZ MARRON, 1990.- Palinomorfos atribuidos a Gimnospermas hallados en niveles supracretácicos del embalse de "El Vellón" (Provincia de Madrid). Actas del VII Simposio de Palinología (Polen, Esporas y sus aplicaciones) APLE Granada : 437- 443.

- & (en prensa).- Caracterización del Cretácico superior del Cerro de la Mesa (Guadalix de la Sierra, Madrid). Actas del 8° Simposio de Palinología APLE Tenerife. 1990.

- , - & P. GOMEZ PORTER, 1984.- Etude des niveaux a plantes du Crétacé supérieur d'une carrière située au Bord du Barrage "El Vellón" (Madrid, Espagne). *Sciences* (M.E.N.,Paris) II:83-97.

- , - & - ,1989.- Avance del estudio macropaleobotánico de la flora supracretácica del Cerro de la Mesa (Sierra de Guadarrama, Madrid). Abstracts of *II European paleobotanical conference* :15

- y P. GOMEZ PORTER, 1985.- Nouvelles données concernant le Crétacé supérieur de la province de Madrid (Espagne). Carriere de la "Calerizas". *Sciences* (M.E.N. Paris), V:137-146.

- y - ,1990.- Estudio palinológico de Pteridófitos del Cretácico superior de la provincia de Madrid. 1ª parte: Embalse de El Vellón. *Acta salamanticensia*, 68: 47-53.

ARIAS ORDAS, C., 1969.- Estudio estratigráfico de los alrededores de Guadalix de la Sierra (Madrid). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 1: 309-333.

AZEMA, C., FAUCONNIER, D. & J.M. VIAUD, 1981.- Microfossils from the Upper Cretaceous of Vendée (France). *Rev. of Paleobot. and Palynol.*, 35,2-4: 231-236.

BATTEN,D.J., 1981.- Stratigraphic,Palaeogeographic and evolutionary significance of late Cretaceous and early tertiary Normapolles pollen. *Rev. of Paleobot. and Palynol.*, 35,2-4:125-137.

CORCHON RODRIGUEZ,F. ,1976.- Estudio hidrogeológico del Cretácico de los alrededores de Torrelaguna (Madrid y Guadalajara). *Informaciones y estudios. Servicio Geológico*. M.O.P. Madrid, 40: 1-189.

DINIZ,F., M. KEDVES & P. SIMONCSICS, 1974.- Les sporomorphes principaux de sediments crétacés de Vila Flor et de Carrajao. *Com. Serv. Geol. de Portugal.*, 58 :161-178.

FRIIS, E.M.,1983.- Upper Cretaceous (Senonian) floral structures of Juglandacean affinity containing

Normapolles pollen. *Rev. of Paleobot. and Palynol.*, 39: 161-188.

GOCZAN, F., J.J. GROOT, W. KRUTZSCH & B. PALCTOVA, 1967.-Die Gattungen des "Stemma Normapolles Pflug 1953" (Angiospermae) Neubeschueibungen und Revision europäischer Formen (Oberkreide bis Eozän). *Paläont. Abh.*, Abt.B 11,3 :427-633.

HERNGREEN, G.F.W.,1981.- Cretaceous microfloral provinces. *Pollen et spores*, 23: 441-555.

-, FELDER, W.M., M. KEDVES & J.C.M.T. MEESSEN, 1986.- Micropaleontogy of the Maestrichtian in Borehole Runde. The Nederlands. *Rev.of Paleobot. and Palynol.*, 48,1-3: 1-70.

ITGE (Edit.), 1990.- Hoja nº 509. Torrelaguna. Mapa geológico de España. 1:50.000.Segunda Serie. Madrid: 130 pág.

KEDVES, M. ,1981.- Definitions of evolutionary trends within and classification of Early Brevaxonate pollen. *Review of Paleobotany and Palynology*, 35: 149-154.

- , C. ALVAREZ RAMIS & T. FERNANDEZ MARRON, 1993.- Sobre los pólenes Breviaxones procedentes del Cretácico superior del Borde Sur de la Sierra de Guadarrama (Provincia de Madrid,España). *Plant cell biology and development*. 4: 22-25.

- & DINIZ, F. ,1967.- Quelques tipes de sporomorphes de sédiments crétacés d'Aveiro, Portugal. *Com. Serv. Geol. Port.*, 52: 17-25.

- & - ,1979.- Les pollens d'Angiospermes du Crétacé de Vila Flor,Portugal.genres de forme Atlantopollis et Limaipollenites. *Bol. Soc. Geol. de Portugal*, 21: 203-216.

- & - ,1981.- Contribution à la connaissance des pollens d'Angiospermes du Crétacé supérieur du Portugal. *Bol. Soc. Geol. de Portugal*, XXII:19-36.

- & P. PITTAU, 1979.- Contribution a la connaissance des pollens des Normapolles du Groupe Papilloide du Crétacé supérieur du Portugal. *Pollen et Spores*, 21:169-209.

MÉDUS,J. ,1970.- Contribution à la connaissance des associations polliniques du Crétacé terminal dans le SE de la France et NE de l'Espagne. *Rev. micropal.* Paris,13:45-50

- & ALVAREZ RAMIS,C., 1989.- Des pollens Normapolles d'un niveau du Crétacé supérieur de la region de Guadalix, Prov. de Madrid, Espagne. *Revista española de Micropaleontología*, XX, 1:139-144.

MIKHELIS,A.A., 1981.- Normapolles pollen in Cretaceous Paleogene deposits of the Priazov'ye (Azov Sea area) *Rev. of Paléobot. and Palynol.*, 35,2-4 :209-229.

PORTA, J., M. KEDVES, N. SOLÉ & J. CIVIS, 1985.- Palinología del Maastrichtiense del Barrranco de la Posa (Lérida, España). Problemática regional. *Rev. Inv. Geol.*, 40: 5-28.

TRALAU,H., 1972.- Spores pollen grains and planctonic microfossils from Upper Cretaceous Flint Boulders from Hallan South-Western Sweden. *Geol. Föreningens Stocholm*, 94: 568-571.

SOLÉ DE PORTA, N., 1978.- Palinología de dos secciones del Cenomamiense de los alrededores de Oviedo (España). *Palinología*.(Nº extraordinario),1: 435-441.

ESTUDIO POLÍNICO DE UN DEPÓSITO SITUADO EN LA VERTIENTE NORTE DE LA SIERRA DE BÉJAR.

M. ATIENZA BALLANO, M. DORADO VALIÑO, A. GÓMEZ-LOBO RODRÍGUEZ & B. RUIZ ZAPATA.

Departamento de Geología de la Universidad de Alcalá.

Recibido: Junio 1993.

Palabras clave: Palinología, Turbera, Vegetación, Sierra de Béjar.

Key words: Palynology, Peat bog, Vegetation, Béjar Mountains.

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen los datos resultantes del análisis palinológico de un sondeo realizado en una turbera de la Sierra de Béjar. Dicha turbera se halla localizada en la vertiente Norte de la Sierra, en el paraje denominado La Covatilla.

Tras la construcción del correspondiente diagrama polínico se observan varias fases, dentro de una dinámica general de disminución de la superficie boscosa.

La primera parte del registro corresponde a un marcado dominio del arbolado, a la que le sigue una drástica reducción de éste y posterior estabilización en niveles del 25%.

Paralelamente se aprecia el desarrollo de un creciente número de taxones herbáceos.

SUMMARY

One deposit (La Covatilla) placed in the North side in Sierra de Béjar (Salamanca) has been analyzed from pollinic point of view; in order to establish the vegetation history in the zone.

Also, a local transect has been realized by the recolection of mosses samples to know the actual pollinic rain.

With that has been obtained the vegetation history and her changes.

INTRODUCCIÓN

Con el análisis palinológico de la turbera de La Covatilla se persiguen varios objetivos.

El más importante es tener una referencia clara del desarrollo de los principales taxa arbóreos durante las últimas fases del Holoceno en este enclave del Sistema Central.

Además y como consecuencia de lo anterior, los datos polínicos también permiten describir las principales variaciones del paisaje en el pasado. Esto resulta

especialmente útil al contrastarlo con los estudios de otros depósitos, dándonos como resultado una visión dinámica, a la vez en el espacio y en el tiempo, de la evolución del entorno estudiado.

Otro objetivo importante a perseguir es la descripción de los momentos en que se registra el impacto antrópico en este entorno. Esto a su vez contribuye a conocer mejor el origen y evolución de los pobladores de estas tierras.

La Sierra de Béjar, dada su ubicación en el Sistema Central, constituye un enclave de especial interés, tanto desde el punto de vista paleobotánico, como paleoclimático. El mejor conocimiento de estos parámetros puede ayudar de manera notable en la reconstrucción del paleoambiente y su dinámica del Centro peninsular.

Esta sierra constituye un límite natural entre las provincias de Avila, Salamanca y Cáceres. En concreto, el depósito estudiado se halla muy próximo a la línea divisoria de las dos primeras.

Desde el punto de vista geológico, el sustrato está formado por granitos de origen paleozoico, modelados en la Orogenia Alpina, momento en que se constituye la actual sierra.

En cuanto a los factores climáticos, podemos hablar de un mediterráneo fresco y subhúmedo en esta zona Norte de la Sierra, y Mediterráneo húmedo, de fresco a templado, a medida que nos dirigimos hacia el Suroeste.

Los vientos dominantes, que ademas son los que mayor humedad aportan a este entorno proceden del Suroeste. Así resulta mucho más húmeda esta vertiente, que la que nosotros estamos estudiando, ya que se dan fenómenos de sombra de lluvia tras el paso de estos vientos por la cima.

Biogeográficamente la Sierra de Béjar constituye el Distrito Bejarano del Sector Bejarano-Gredense, que a su vez se incluye en la Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa de la Región Mediterránea.

Si bien la vegetación potencial de la mayor parte de las laderas de esta sierra corresponde a melojares de *Quercus pyrenaica*, hoy este tipo de bosque tiene su límite en los 1.300-1.500 m. de altitud. Por encima se desarrollan extensos piornales y cervunales, y por debajo de la citada cota, al roble melojo le acompañan importantes masas de castaños, alisos, fresnos y pinares de repoblación, así como algunos encinares en las solanas y zonas mas bajas del entorno de la Sierra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó en primer lugar el trazado de un transecto para el estudio de la lluvia polínica actual (Fig. 1). Para ello se tomaron cuatro muestras de briofitos a diferentes altitudes, desde la base de la sierra hasta su cima. Los briofitos son captadores naturales de polen y pueden llegar a registrar espectros de más de diez años.

La toma de muestras en la turbera se realizó mediante el empleo de una sonda Rusa.

La profundidad total fué de 210 cm, obteniéndose un testigo con algunas variaciones en sus características litológicas; así los primeros 50 cm están formados por turba con un alto contenido en restos vegetales. A partir de ahí el sedimento se hace progresivamente mas detrítico hasta la base.

Se analizaron 48 muestras, las cuales fueron tratadas en el laboratorio mediante el método clásico de ácidos y álcalis, con el fin de aislar su contenido polínico. Este, fué montado en láminas para ser observado al microscopio con el fin de identificar y cuantificar el número suficiente de granos de polen. Esto nos ha permitido construir un diagrama polínico a partir de los datos de la turbera, y un histograma con los datos de polen actual.

RESULTADOS

- Lluvia polínica actual:

A continuación se detallan las muestras tomadas, su entorno y sus datos polínicos (Fig. 2).

m-1: Tomada a 1.180 m de altitud dentro de un melojar con castaños, aclarado, y próximo al llano ocupado por prados, cultivos de huerta y algunos pinares jóvenes, de repoblación y de extensión reducida.

En el diagrama *Pinus* y *Quercus petraea-t* son los de mayor porcentaje. También es apreciable el contenido de *Castanea* y *Quercus ilex-t*. De esta manera el polen arbóreo supera al de herbáceas y matorral.

De entre los tipos no arbóreos sólo *Poaceae* y *Cichorioideae* presentan contenidos apreciables.

m-2: Muestra tomada a 1.700 m. en pleno piornal, que sustituye a un melojar en el horizonte superior del piso supramediterráneo. Existen algunos rodales próximos de ese melojar.

Las principales variaciones polínicas con respecto a la muestra anterior son el importante desarrollo de *Poaceae* y *Asteroideae*, que hacen reducir al polen arbóreo al 30% del total.

m-3: Esta muestra corresponde a la superficie del depósito estudiado en La Covatilla, donde hay una importante área de cervunales en las zonas más húmedas y frescas, y piornales en las mas secas.

En este lugar se registra un fenómeno especial de lluvia polínica al ser muy elevados los porcentajes de los tipos arbóreos, dato que contrasta con su distancia y orientación. PA casi llega al 50%, dados los valores de lluvia polínica regional de *Quercus petraea-t*, *Pinus*, *Quercus ilex-t*, *Olea* y *Castanea*.

Poaceae, *Plantago* y *Rumex* son los más representados de entre las herbáceas.

m-4: Muestra tomada en el Collado Bonal, en pleno piso crioromediterráneo, a 2.340 m. de altitud.

La curva de PA solo alcanza el 40%, siendo *Poaceae*, *Rumex*, *Plantago* y *Asteroideae* los tipos no arbóreos más importantes.

En conjunto se puede hablar de una buena representación de la lluvia polínica regional, sobre todo en los espacios abiertos. Este espectro polínico en buena medida procede del Suroeste, como lo confirman los valores de *Olea*.

- Análisis polínico de la turbera de **La Covatilla**.

Tomando el testigo cada 5 cm se obtuvieron 48 muestras, en las que se han determinado 24.764 granos de polen, de 63 tipos diferentes.

La riqueza polínica ha resultado relativamente alta (valores medios de 20.000 granos/gramo de muestra) en todas las muestras, siendo muy alta (160.000 granos/gramo de muestra) en el tramo 50-60 cm.

A grandes rasgos el diagrama presenta dos zonas; 240-165 cm, con proporciones de PA en torno al 90%, y 165-60 cm en que PA oscila en valores de 25-30%. Sin embargo existen otros niveles, diferenciados por las variaciones de los taxones más relevantes:

Nivel **Co.1**:

Este nivel refleja un momento interesante, previo al dominio absoluto de la vegetación arbórea por parte de *Betula*. Existe una proporción significativa de *Pinus*, que rápidamente decrece. *Quercus petraea-t* y *Quercus ilex-t*, registran meras presencias.

Asteroideae y *Poaceae* se reparten una muy reducida proporción de herbáceas.

Nivel **Co.2**:

Esta etapa está definida por los mayores porcentajes de *Betula* en todo el diagrama (85-90%). En él, tambien se da una parcial recuperación del contenido de *Pinus*, cuyo máximo, previo al retroceso, y el inicio de las curvas de *Alnus* y *Carpinus*, marcan el límite superior de este nivel.

Continuan siendo *Asteroideae* y *Poaceae* los únicos representantes significativos de la vegetación no arbórea.

Nivel **Co.3**:

En esta fase a los elevados valores de *Betula* (80%), la modesta curva de *Pinus* y el inicio de la curva continua de *Alnus*, hay que añadir la representación de *Carpinus*, que durante todo este nivel muestra una notable presencia (1-4%).

Los componentes de PNA no muestran cambios significativos respecto a los niveles anteriores.

Nivel **Co.4**:

El periodo que aquí se registra está definido por un notable retroceso de la vegetación arbórea, tanto por parte de *Betula*, como *Carpinus*, que desaparece, y *Pinus* que registra sus valores mas bajos. Son *Poaceae* y *Asteroideae* quienes ocupan el espacio cedido por los anteriores.

Nivel **Co.5**:

Se trata de un nivel de estabilización de los cambios que han sufrido los taxa en los niveles anteriores. *Betula* queda en niveles de 30%, *Pinus* mantiene porcentajes muy bajos, a la vez que *Juniperus*,*Quercus petraea-t* y *Quercus ilex-t*

experimentan un significativo desarrollo.

Plumbaginaceae y *Dipsacaceae* presentan aquí sus máximos porcentajes. Son importantes los niveles de *Caryophyllaceae*, *Asteroideae* y sobre todo *Poaceae* que ya tiene una representación de un 40%.

Nivel **Co.6**:

Esta fase se define por una sustitución importante del espacio de *Betula* por parte de *Pinus*. Este llega al 30% mientras que de *Betula* sólo se detectan presencias. *Juniperus* mantiene sus proporciones y *Quercus petraea-t* experimenta cierto desarrollo.

Entre los representantes no arbóreos, son numerosos los que inician aquí su presencia continua. Los principales son *Ericaceae*, *Plantago* y *Cichorioideae*. *Asteroideae* y *Caryophyllaceae* también experimentan un apreciable incremento, a la vez que *Poaceae* cede parte de su extenso espacio.

Nivel **Co.7**:

En este periodo aparece *Castanea* que desarrolla una curva continua; *Pinus* cede parte de su espacio y los dos tipos de *Quercus* experimentan un sensible desarrollo. A ellos hay que añadir la continuidad de los valores de *Juniperus* y el inicio de presencias esporádicas de *Fraxinus* y *Olea*.

El grupo de PNA mantiene niveles anteriores. Dominan *Poaceae*, *Ericaceae* y *Asteroideae*. Además son significativos *Artemisia*, *Caryophyllaceae*, *Plantago* y *Rubiaceae*.

Nivel **Co.8**:

En esta última fase la curva de PA mantiene sus proporciones anteriores, pero ahora es *Quercus ilex-t* el mas representado (14%), a la vez que *Pinus* se queda en una presencia del 3%. *Olea* desarrolla aqui su curva continua, a la vez que *Quercus petaea-t* y *Castanea* mantienen su presencia y *Juniperus* sólo aparecerá puntualmente.

Entre los representantes no arbóreos destaca *Poaceae*, al que le siguen *Asteroideae*, *Ericaceae* y *Plantago*.

Por último y como principales indicadores antrópicos aparece una proporción significativa de *Rumex* y *Cerealia*.

CONCLUSIONES

El espectro obtenido del estudio de lluvia polínica actual constituye una herramienta muy importante para explicar los datos de polen fósil. Así:

Uno de los taxones mas representados, *Poaceae* aparece en el histograma con valores muy variados, sometidos a cambios locales, con lo que no es buen punto de referencia para establecer la zonación del diagrama.

Si lo son *Pinus*, los dos tipos de *Quercus*, *Betula*, *Ericaceae* e incluso *Castanea* y *Olea*. Todos ellos ofrecen valores muy similares en puntos diferentes del

transecto, por lo que son un claro reflejo de la lluvia polínica regional.

Los datos que han quedado registrados en el depósito de La Covatilla tienen un origen relativamente amplio, especialmente del Suroeste. Este hecho lo confirman los actuales vientos dominantes de esa dirección y lo elevado del registro actual de algunos taxones de esa procedencia (*Olea*).

Con cifras de polen arbóreo por debajo del 50% ya se puede hablar de un espacio relativamente abierto. Es lo que ocurre en la actualidad, donde al menos la mitad del bosque potencial ha desaparecido.

En cuanto a la imagen de la dinámica de la vegetación que nos ofrece el diagrama polínico también son varios los hechos constatados.

Existe una variación de diferentes paisajes registrados en este depósito; inicialmente se aprecia un paisaje boscoso de características más húmedas que los actuales, como lo confirman los valores de *Betula* y la presencia de *Carpinus*.

La existencia de este último taxon en un momento previo a la acción del hombre resulta bastante compleja de explicar dada su distribución claramente eurosiberiana. Sin embargo en este depósito llega a tener niveles del 4%, que dificilmente eluden un bosquete próximo de este árbol.

El momento de mayor deforestación aparece a 160 cm de profundidad. El gran retroceso de *Betula,* quizá por acción antrópica, da paso al inicio del desarrollo de varios tipos herbáceos.

A 140 cm se da una pequeña recuperación de *Betula*, lo que puede indicar que las condiciones climáticas no han variado sensiblemente, hecho que ocurre de manera evidente en la siguiente fase al ser *Pinus* quien ocupa ese espacio. Este taxon se desarrolla mejor que *Betula* en ambientes igualmente fríos, pero más secos que aquél.

En ese momento el proceso de cambio no sólo se da por motivos climáticos, ya que el importante desarrollo de algunas herbáceas como *Plantago*, definen el inicio de un impacto antrópico caracterizado por la incipiente ganadería, que necesita terrenos abiertos para pastizales.

Un nuevo cambio en las condiciones climáticas, esta vez hacia situaciones más cálidas, se da en los 70 cm superiores del perfil. Este hecho está constatado por la expansión y dominio de los dos tipos de *Quercus*, en especial *Quercus ilex-t* que es un tipo mas termófilo y es indicador de un entorno más seco.

Esta fase superior más térmica coincide con el mayor impacto antrópico registrado. Se observa en las curvas de *Olea*, *Rumex*, *Cerealia* y *Plantago lanceolata*.

Dataciones absolutas no se pudieron realizar por la pobreza en carbono de las muestras más profundas.

Sin embargo, se puede afirmar que la imagen general que este diagrama polínico ofrece es la de un registro relativamente amplio, en base a la evolución comentada y a pesar de lo moderado de la longitud del testigo tomado.

La elevada concentración polínica, la enorme oscilación de sus gráficos y el alto número de elementos que varían en su presencia-ausencia confirman el largo registro y la importancia de este diagrama.

REFERENCIAS

ATIENZA BALLANO, M., A. GOMEZ-LOBO RODRIGUEZ & B. RUIZ ZAPATA (1990).- "Estudio polínico de un depósito localizado en la Garganta del Trampal (Sierra de Bejar.Avila)". *Actas de Gredos 1990*.

GARCIA, M., C. MORLA & H. HAINZ (1990).- "Consideraciones sobre la presencia de algunos vegetales relictos terciarios durante el Cuaternario en la Península Ibérica". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec.Biol.)*, 86(1-4), 1990.

HEIM, J. (1962).- "Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans les Ardennes Belges". *Bull. Soc. R. Bot. Belgique*. Tome 96, p. 5.

JANSSEN, C. R. & WOLDRINGH (1981).- "A preliminary radiocarbon dated pollen secuence from the Serra da Estrella, Portugal". *Finisterra*, XVI, 32. Lisboa.

MENENDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHÜTZ, (1963).- "Sur les élèments steppiques dans la végétation quaternaire de l'Espagne." *Bol. R. Soc. Española Hist. Natural* (G) 61: 121-133

RUIZ ZAPATA,B. & E. ACASO DELTELL (1984).- "Clima y vegetación durante el Cuaternario Reciente en el Macizo Central de Gredos (Avila)." *I Congr.Esp. de Geol.* Tomo I: 723-740.

ESTUDIO PALINOLÓGICO DE LAS CAPAS G-4 Y G-8 DEL PAQUETE CAMPIELLO, POZO SAN JERÓNIMO (ASTURIAS)

LUIS JAVIER CACHÁN SANTOS, Mª AMOR FOMBELLA BLANCO, DELIA FERNÁNDEZ GONZÁLEZ & ROSA Mª VALENCIA BARRERA.

Departamento de Biología Vegetal. Universidad de León. 24071 León.

Recibido: Junio 1993.

Palabras claves: Miosporas, carbonífero, pizarras, carbones, NO de España.

Key words: Miospores, carboniferous, shales, coals, NW of Spain.

RESUMEN

Se ha llevado a cabo el análisis palinológico de 12 muestras de pizarras y carbones, pertenecientes a las capas G-4 y G-8 del PozoSan Jerónimo (Asturias).La variabilidad de miosporas tanto cualitativa como cuantitativa es mayor en la muestra roza de carbón, así como en las muestras correspondientes a las dos litologías situadas en el muro. Sin embargo, algunos táxones son más característicos de las pizarras, como es el caso de *Crassispora kosankei* y de los géneros resedimentados.

Los resultados obtenidos demuestran la ausencia de una pauta concreta en la distribución vertical de los táxones.

SUMMARY

A palynological analysis on 12 coal and shale samples is carried out in G-4 and G-8 layers of San Jerónimo shaft, (Asturias).

The qualitative and quantitative of miospores variability is greater in the surface over the coal layer and in the shale and coal samples situated in the lower levels. However, the resedimentation genres and *Crassispora kosankei* taxa are present in shales.

The results show the lacking of model, in the vertical distribution of taxa.

INTRODUCCIÓN Y MARCO GEOLÓGICO

Desde el punto de vista estratigráfico, el Carbonífero está bien representado en la Cordillera Cantábrica, a excepción de los materiales estefanienses que se encuentran discordantes. Durante este período, se diferencian los sedimentos de edad Tournaisiense, Viseense y Namuriense A, que muestran gran uniformidad

ISSN 0211- 7150

de espesores y litologías; mientras que los sedimentos de los niveles superiores son más heterogéneos y están constituidos por materiales terrígenos con intercalaciones de carbón; en estos niveles superiores de las sucesiones, es donde se localizan los carbones y donde se forman las capas más potentes y por tanto, explotables.

Las dataciones del Carbonífero productivo, efectuadas con miosporas, son poco numerosas en el NO de España (Oviedo, León y Palencia). NEVES (1964) estudia las asociaciones de miosporas de la mina "La Camocha" (Gijón), y las atribuye al Namuriense A superior - Westfaliense B; MOORE *et al.* (1971) realizan un análisis de sedimentos carboníferos en la zona de Villamanín (N de León), cuyas asociaciones proporcionan una edad Namuriense-Westfaliense. CHATEAUNEUF (1973), en un estudio palinológico general, data las sucesiones de la Cuenca Carbonífera Central Asturiana, con una edad Westfaliense C superior - Estefaniense Inferior.

Las muestras analizadas, pertenecen al paquete Campiello del Pozo San Jerónimo, ubicado en la Cuenca Carbonífera de Teverga, Unidad de la Sobia-Bodón, Región de Pliegues y Mantos (JULIVERT *et al.*, 1968) (Fig. 1). Dicha Cuenca se considera una prolongación hacia el N de la Cuenca de San Emiliano, su orientación es Noroeste-Sureste y presenta estructura de sinclinal con dos flancos diferenciados, el de Fresnedo, meridional, y el de la Plaza-Villanueva, septentrional (TRUYOLS, 1982). Los sedimentos en este último flanco, constituido por dos paquetes, alcanzan 2000 m de espesor, y están formados por varias capas explotables de carbón que conforman la serie productiva.

- El Paquete Santianes, antes denominado Paquete Caleras, se dispone sobre la Formación Valdeteja y presenta una sucesión de calizas, areniscas y pizarras de unos 1500 m de espesor, incluyendo 11 ò 12 capas de carbón en los niveles superiores de la misma.

- El Paquete Campiello, objeto de nuestro estudio, fue denominado anteriormente Paquete Generalas, su espesor alcanza aproximadamente 400 m. La sucesión, desde el punto de vista litológico, está constituida por areniscas, pizarras y capas de carbón, la ausencia de calizas se considera un indicador de las condiciones de depósito, lo que implica una mayor continentalidad del medio. En este Paquete se han identificado 9 capas de carbón, de las cuales algunas son las más rentables económicamente. La edad de estas capas es equivalente a la Formación San Emiliano en sus tramos productivos. Los estudios de macroflora, llevados a cabo por WAGNER (1959), proporcionan para estas capas una edad Namuriense B. CACHÁN (1978) realiza la primera datación palinológica de este Paquete Superior de la cuenca, mediante el estudio de las asociaciones de miosporas, sus componentes y abundancia, atribuyendo a este conjunto una edad Westfaliense A superior -B inferior. TRUYOLS (1982) establecen una edad Westfaliense A superior mediante macrofauna. Posteriormente las dataciones palinológicas efectuadas por LEYVA *et al.* (1985) y HORVATH (1985) propocionan una edad similar a la ya establecida por CACHÁN (1978).

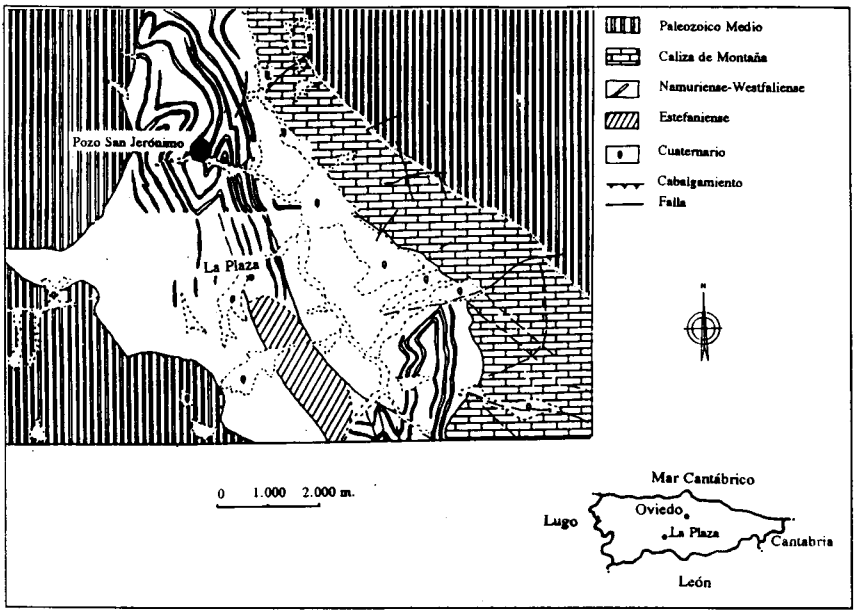


Figura 1.- Esquema geológico. Pozo San Jerónimo. Cuenca de Teverga.

A la vista de las diferencias observadas en la composición de miosporas de las capas explotables, nos hemos planteado la realización de un muestreo más detallado de las mismas, en un tramo cronológico más corto, lo cual permitirá examinar el comportamiento de las asociaciones a través de dichas capas de carbón.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio llevado a cabo en este trabajo se basa en el análisis palinológico de 12 muestras, 4 pizarras y 8 carbones, de las capas G-4 y G-8 del Paquete Campiello.Las muestras se tomaron en muro, techo y zona intermedia, además de la roza, efectuada a través de todo el espesor de la capa y con una anchura de 5 cm. El peso total de cada muestra no sobrepasa los 4 ó 5 Kg.

En la capa G-4, cuya potencia es de 0.90 a 1 m, se han recogido seis muestras de muro a techo:

- Pizarra al muro de la capa
- Carbón, al muro de la capa
- Carbón, en el centro de la capa
- Carbón, al techo de la capa
- Carbón, roza a través de la capa
- Pizarra, al techo de la capa.

La capa G-8, con una potencia de 1,20 a 1,40 m, se muestreó de forma similar.

Los carbones proceden de las capas explotadas y se han tomado en las galerías donde se efectuaban labores de extracción, con el fin de obtener el carbón "fresco" libre de ambientes oxidantes por contacto con el aire. La composición de los mismos es variable, dependiendo de la localidad de procedencia, por lo que los caracteres más significativos ligados a la presencia de miosporas son: el contenido en volátiles que oscila alrededor del 34% y el carbono fijo, que no debe sobrepasar el 50%. Las pizarras se tomaron al techo y muro de las capas de carbón y de igual forma que éstos, procurando que el sedimento no estuviese alterado. El tamaño de grano de dichas pizarras es por lo general fino, éstas pueden ser arenosas o bituminosas ligadas a los tramos continentales, las situadas en el muro suelen corresponder a suelos de vegetación.

En cuanto al tratamiento químico utilizado para la obtención de microflora, es específico del tipo de litología. En el caso del carbón, una vez tamizada y homogeneizada la muestra se maceran 1 ó 2 g de la última fracción mediante la reacción de Schulze. Para las pizarras se tomaron 50 g de muestra homogeneizada y se trataron con ácido fluorhídrico concentrado, siguiendo el método estandarizado para estos sedimentos.

El porcentaje de miosporas se ha calculado sobre 200 ejemplares, distribuidos en dos o tres láminas, lo que refleja la presencia y abundancia de cada tipo de espora.

RESULTADOS

Capa G-4

El análisis palinológico del carbón, en muro, centro y techo de esta capa, ha proporcionado los siguientes resultados: se han identificado 18 táxones que están presentes en las tres muestras; otros 5 se encuentran en la mitad inferior, es decir, son comunes a muro y centro; 8 en la mitad superior que corresponden a centro y techo, y por último 4 géneros son comunes a muro y techo correspondiendo, por tanto, a los extremos de la capa. Así mismo, se han identificado 12 táxones exclusivamente en el muro, 9 en el centro y 6 en el techo (Fig. 2). Respecto a estos tres puntos muestreados se ha observado, que las esporas dominantes son las mismas a través de toda la capa (Fig. 3); entre las mas abundantes se encuentra el género *Lycospora*, con un porcentaje aproximado del 65% en todas las muestras, seguido de *Apiculatisporites* con un 19% en muro y centro y un 9% en el techo; *Calamospora* se encuentra en un 10% en muro y centro, y 8.5 % en el techo; por el contrario, la presencia de *Granulatisporites* aumenta hacia el techo pasando del 2 al 5%; *Densosporites* en muy baja concentración se ha identificado en el muro y *Crassispora* en el centro.

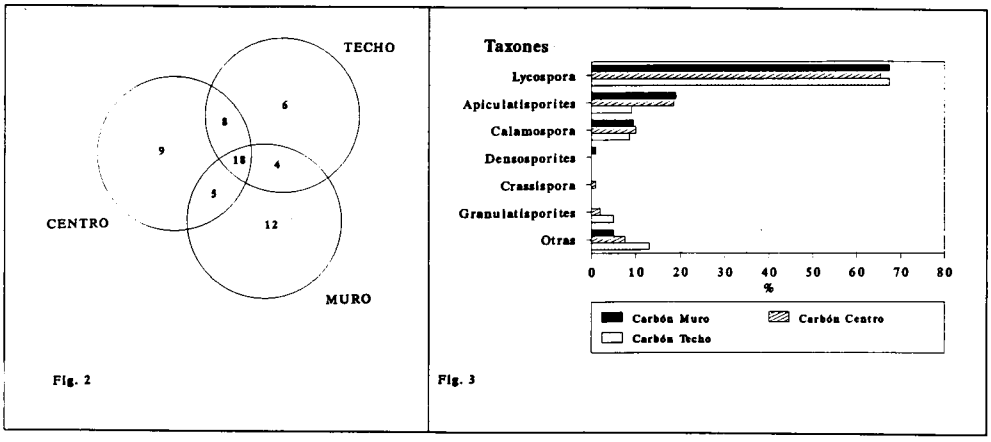


Figura 2.- Representación del nº de taxones en las muestras de carbón de muro, centro y techo de la Capa G-4.

Figura 3.- Representación del porcentaje de los taxones más característicos en las muestras de carbón de muro, centro y techo de la Capa G-4.

Por otro lado se compara el contenido de las muestras de pizarra, de muro y techo, con la muestra roza de la capa de carbón (Fig. 4), y se comprueba que 17 táxones están presentes de muro a techo; 8 especies son características en la pizarra del muro y 1 en la del techo; mientras que 34 pertenecen exclusivamente a la capa de carbón. Existen 32 táxones comunes a las dos litologías, de los que 19 están presentes en las muestras de pizarra del muro y en la roza de carbón y 13 se encuentran en la pizarra de techo y en la roza de carbón. Cuantitativamente se observa (Fig. 5) que el género *Lycospora* es más abundante en el carbón donde alcanza el 69%, sin embargo, decrece significativamente en las pizarras: 29% en el muro y 9% en el techo; por el contrario *Crassispora* se encuentra solo en las pizarras, con un 6% en el muro y con un 5% en el techo. Las esporas resedimentadas solamente aparecen en las pizarras del muro en cantidades inferiores al 1%.

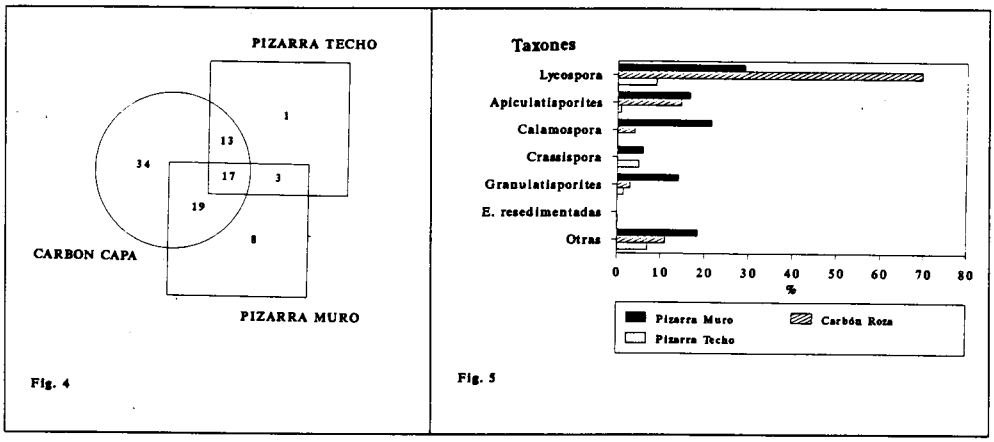


Figura 4.- Representación del nº de taxones en las muestras de pizarra, muro y techo, y de carbón roza de la Capa G-4.

Figura 5.- Representación del porcentaje de los taxones más característicos en las muestras de pizarra, muro y techo, y de carbón roza de la Capa G-4.

Capa G-8

Siguiendo el mismo esquema que en la capa anteriormente analizada, se han identificado 9 táxones comunes a las tres muestras de carbón (Fig. 6), otros 7 se hallan en el muro y en el centro; 15 se encuentran en centro y techo, y finalmente otros 5, comunes a muro y techo, son los correspondientes a los extremos de la capa. Se observa que 33 géneros son característicos del muro, 15 del centro y 7 del techo. Como se observa en la (Fig. 7), *Lycospora,* aunque es el taxon dominante, varía de muro a techo del 39% al 79%; *Apiculatisporites* y *Crassispora* se encuentran en el centro de la capa con un 5 y 7.5% respectivamente; *Calamospora* se halla en las tres muestras con un porcentaje similar, alrededor del 5%; *Dictyotriletes* (*D. bireticulatus*) pasa del 7.5% en el muro al 2.5% en el techo; *Florinites* es significativo en el techo de la capa, alcanzando un 3.5%.

El análisis comparativo de las muestras de pizarra, muro y techo, con la muestra roza de carbón (Fig. 8), ha proporcionado 9 táxones presentes de muro a techo en ambas litologías, 25 comunes a pizarra de muro y carbón, y 11 a pizarra de techo y carbón. 16 géneros son característicos de la pizarra de muro,

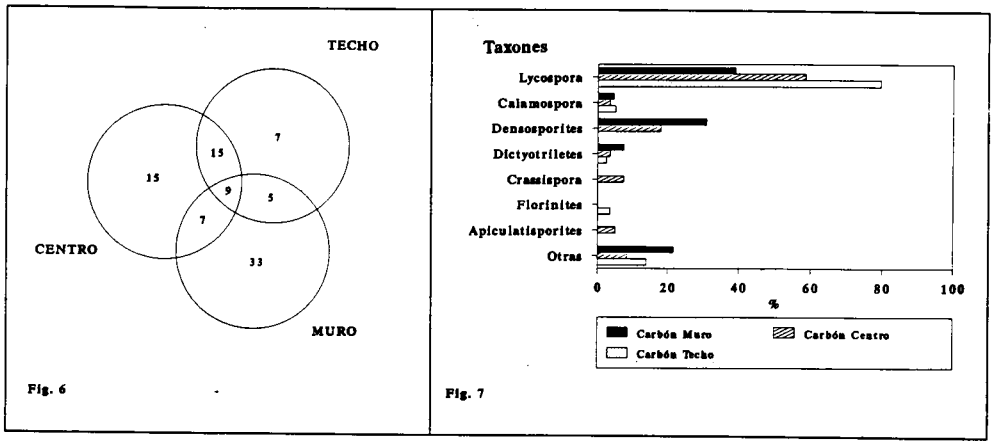


Figura 6.- Representación del nº de taxones en las muestras de carbón de muro, centro y techo de la Capa G-8.

Figura 7.- Representación del porcentaje de los taxones más característicos en las muestras de carbón de uro, centro y techo de la Capa G-8.

7 de la de techo y 52 son propios de la muestra de carbón; por otro lado, un taxon es común a las pizarras de muro y techo. En el caso de las pizarras del muro y techo (Fig. 9), observamos un predominio de *Lycospora* con un 40 y 50% respectivamente, mientras que el porcentaje del resto de los táxones dominantes son diferentes en ambos casos.

Por ejemplo, *Densosporites* con un 19% en el muro, no llega al 1% en la pizarra del techo; así mismo, el conjunto de esporas resedimentadas es menor en el techo. *Calamospora* se encuentra en el carbón con un porcentaje próximo al 8% y está ausente en las pizarras, mientras que en el caso de *Apiculatisporites* sucede lo contrario, está en un 10% en el muro y alcanza el 28% en la pizarra del techo.

A pesar de la existencia de algunas diferencias entre las capas analizadas, se observa un paralelismo entre los táxones que persisten en las pizarras y los carbones de las capas G-4 y G-8, comprobando en ambos casos una mayor riqueza en el muro de las dos litologías.

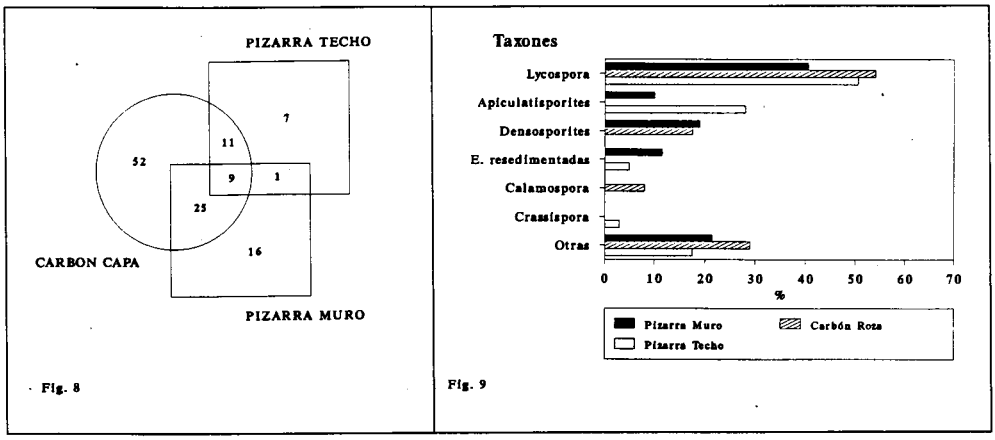


Figura 8.- Representación del nº de taxones en las muestras de pizarra, muro y techo, y de carbón roza de la Capa G-8.

Figura 9.- Representación del porcentaje de los taxones más característicos en las muestras de pizarra, muro y techo, y de carbón roza de la Capa G-8.

CONCLUSIONES

- Muy pocas especies se encuentran con un porcentaje superior al 10 % en las asociaciones estudiadas, sin embargo, se contabilizan muchas con cantidades inferiores al 1%.
- Las esporas dominantes son iguales en ambas litologías, pizarras y carbones, aunque los porcentajes no siguen una pauta concreta.
- Se observa la ausencia de una pauta concreta en la distribución vertical de los táxones.
- El contenido palinológico de la muestra de carbón roza, ilustra un número de táxones muy superior al conjunto de las muestras puntuales tomadas dentro de la capa. Todo ello representa algunos cambios tanto en la composición florística como en las condiciones de depósito de dichas capas.
- Se ha obtenido mayor uniformidad de composición entre muestras de una misma capa que al comparar capas diferentes y más aún si están separadas en la columna estratigráfica.
- El análisis comparativo de las capas G-4 y G-8, pone de manifiesto ciertas diferencias respecto a las litologías:

a) Los carbones contienen mayor número de táxones coetáneos y mejor conservados.

b) Las pizarras presentan mayor número de táxones en el muro entre los cuales se encuentra *Crassipora kosankei* así como las esporas resedimentadas.

REFERENCIAS

CACHAN SANTOS, L.J., 1978.- Palinoflora del Westphaliense A-superior y B-inferior de la Cuenca hullera de Teverga. *Palinología* nº extr. 1978 103-113.

CHATEAUNEUF, J.J., 1973.- Palynologie des faisceaux productifs du Bassin Central des Asturies (Espagne). *C.R. 7ª Congr. Int. Stratigraph. Géol. Carbonifère. Krefeld, 1971*, 3: 297-321.

HORVATH, V., 1985.- Apports de la Palynologie a la Stratigraphie du Carbonifere moyen de l'unite structurales de la Sobia-Bodón (Zona Cantabrique-Espagne). These de l'Universite des Sciences et Techniques de Lille.

LEYVA, F., L.F. GRANADOS, M.N. SOLOVIEVA, E.A. REITLINGER, C. MARTINEZ-DIAZ, J.P. LAVEINE, S. LOBOZIAK, C. BROUSMICHE, A.M. CALDELIER & V. HORVAT, 1985.- La estratigrafía del Carbonífero Medio en el Sector Central de la Unidad Estructural de La Sobia-Bodón. *C.R. 10º Intern. Congr. Stratigraph. Géol. Carbonifère Madrid, 1983,* 231-248.

MOORE, L.R., R. NEVES, R.H. WAGNER & C.H.T. WAGNER-GENTIS, 1971.- The stratigraphy of Namurian and Westphalian rocks in the Villamanin area of northern León, NW Spain. *Trab. Geol.* 3: 307-363.

NEVES, R., 1964.- The stratigraphic significance of the small spore assemblages of the La Camocha mine, Gijón, N Spain. *C.R. 5º Congr. Intern. Stratigraph. Géol. Carbonifère. Paris* 1229-1238.

TRUYOLS. J., 1982.- *Memoria explicativa de la Hoja nº 77 (12-06), (La Plaza). Mapa geológico Nacional a escala 1:5000 (MAGNA)*. Ed. I.G.M.E. 3-64.

WAGNER, R.H., 1959.- Flora fósil y estratigrafía del Carbonífero de España NW y Portugal N. *Est. Geol.* 15 (41-44): 393-420.

DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN DURANTE EL HOLOCENO EN EL PUERTO DE CANENCIA (MADRID): RELACIÓN CON EL ESPECTRO POLÍNICO.

M.J. GIL GARCÍA, (*); T. MARTIN ARROYO, (*); R. TOMÁS LAS HERAS .(**) & B. RUIZ ZAPATA.(*)

* Dpto. de Geología. Universidad de Alcalá de Henares. N-II, Km 33,600. 28871 Alcalá de Henares. Madrid.
** Area de Biología Vegetal. Universidad de La Rioja. C/ Luis de Ulloa, 20. 26006 Logroño. La Rioja.

Recibido: septiembre 1994.

Palabras clave: Polen, turbera, Sistema Central.

Key words: Pollen, Peat bog, Central Mountain Range.

RESUMEN

Se han analizado, desde el punto de vista polínico dos sondeos (PC 0 y PC IV), localizados en la vertiente Norte, en el Puerto de Canencia (Sierra de Guadarrama, Madrid)(Fig. 1); con objeto de reconstruir la historia de la vegetación durante los últimos 2.580 BP. Asi mismo se ha realizado un transecto local, mediante la recogida de muestras de briófitos. De este modo se ha podido obtener una imagen, en términos polínicos, de la vegetación actual y relacionarlos con los cambios de vegetación reflejados en los Diagramas Polínicos.

SUMMARY

Two deposits (PC 0 and PC IV), placed in the North side, in "Puerto de Canencia" (Sierra de Guadarrama, Madrid) (Fig. 1), have been analyzed from pollinic point of view; in order to establish the vegetation history in the zone, during the last 2580 BP. Also, a local transect has been realized by the recollection of mosses samples. In this way, it has been obtained a pollinic image of the actual vegetation and relation it to the vegetation changes refflected in the Pollinic Diagrams.

INTRODUCCIÓN

El Puerto de Canencia, constituye con sus 1500m de altitud una de las cumbres de la Sierra de Guadarrama (Madrid). La vegetación de la zona comienza siguiendo un gradiente altitudinal, con la serie guadarrámica silicícola del enebro rastrero, muestra un estrato arbóreo de *Pinus* (*Pinus sylvestris* L.) bien

ISSN 0211- 7150

desarrollado, junto con pequeños rodales de abedulares (*Melico unifloraeBetuletum celtibericae*). A menores altitudes se encuentran los melojares (*Luzulo forsteri-Quercetum pyrenaicae*), situados en las umbrias del puerto.

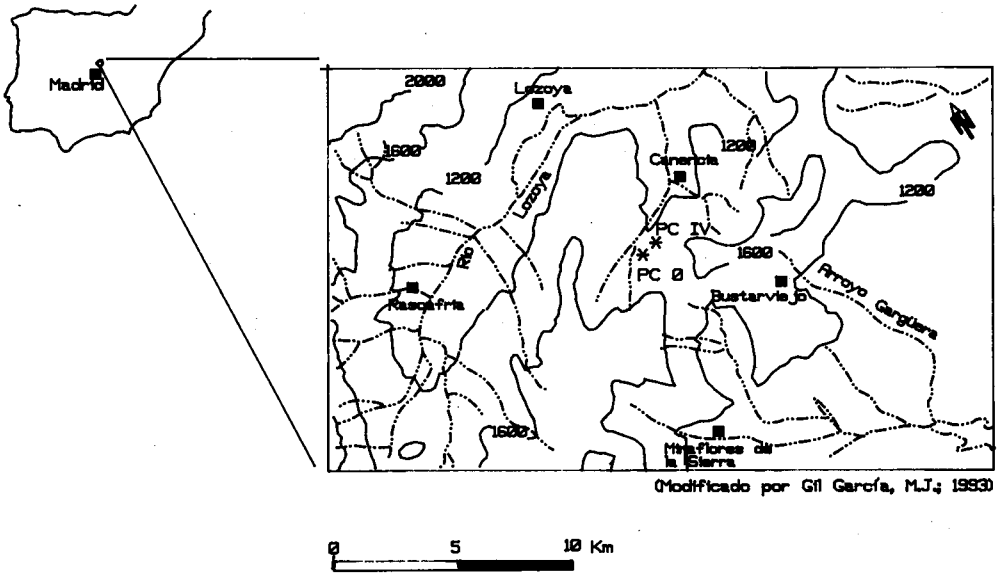


Fig. 1.- Situación Geográfica.

Conocer la evolución de la vegetación, ha sido uno de los objetivos fundamentales de este trabajo, encuadrado dentro del conocimiento del Cuaternario en el sector oriental del Sistema Central español; así como la acción antrópica realizada sobre el entorno.

Para ello, se han analizado desde el punto de vista polínico dos depósitos (PC 0 y PC IV) ubicados a 1460 y 1450 m de altitud respectivamente en la ladera Norte de dicho puerto. Se trata en ambos casos de depresiones locales de ladera, de escasa extensión que se situan sobre un sustrato (gneis, granito) practicamente impermeable, que ha facilitado su existencia con caracteres semiconfinados. El estancamiento de agua, el frio y la prolongada cobertura nival adquieren un papel predominante, propiciando el desarrollo, en dichos emplazamientos, de suelos con caracteres turbosos o rasgos hidromorfos (IBAÑEZ *et al.*, 1985).

Los datos procedentes del espectro polínico actual (trasecto TPC) han permitido estimar la relación existente entre los espectros polínicos y la

vegetación actual, siendo de gran interés en la interpretación de la paleovegetación.

MATERIAL Y MÉTODOS

La toma de muestras, en los depósitos de turba, se realizó mediante el empleo de sondas manuales, bién con una sonda tipo Hiller modificada o bién con una sonda de tipo Rusa, dependiendo de la naturaleza litológica del sondeo. Las profundidades alcanzadas han sido de 145 cm (PC 0) y 80 cm (PC IV). En el caso del transecto se recogieron en cada punto de muestreo ("placeau"), varias muestras de briófitos, que serán tratadas conjuntamente para obtener datos más representativos de la lluvia polínica actual. Este transecto local va a servir para ver como varían los tipos polínicos en cortas distancias. Nos va a dar información sobre la relación entre la lluvia polínica y la vegetación actual ya que, en tan escasos metros, no van a darse variaciones climáticas acusadas, aun cuando en algunos casos puedan identificarse microclimas.

Para la eliminación de todo el material no esporo-polínico de cada una de las muestras, es decir, todo el resto de materiales orgánicos o inorgánicos, se realizó mediante dos tipos de tratamientos: físicos y químicos, dependiendo su intensidad de la naturaleza propia de cada muestra; mediante el ataque de ácidos y álcalis, según los protocolos propuestos por los distintos autores (HEIM, 1967; GIRARD & RENAULT-MISKOVSKY, 1969; SITTLER, 1955). Durante todos los tratamientos de las muestras es fundamental evitar las contaminaciones con pólenes de otras procedencias, para lo cual se tomaron todas las precauciones necesarias. El material a tratar en el laboratorio se tomó de la parte central de la muestra, con objeto de evitar las zonas externas y así evitar cualquier posible contaminación.

Una vez realizados la determinación y contaje de los granos de polen de cada muestra, se elaboraron el histograma del transecto, asi como los diagramas polínicos tanto sintéticos como detallados. En ellos se han establecido zonas polínicas, para lo cual se ha tomado como base la zonación automática realizada mediante el programa de ordenador G1PAL.

RESULTADOS

Transecto Puerto de Canencia.

El transecto que se presenta, ha sido realizado en la ladera Norte del Puerto de Canencia, entre las altitudes de 1.000 y 1.460 m se recogieron cuatro muestras de briófitos (*Tortula muralis*). Las tres primeras muestras (1, 2 y 3) se localizan en el abedular (*Melico uniflorae-Betuletum pyrenaicae*). Por encima, altitudinalmente, se encontraría el pinar cultivado entre el melojar (*Luzulo-Quercetum celtibericae*). La muestra 4 se localizaría en el cervunal (*Nardo-Galion*

vegetación actual, siendo de gran interés en la interpretación de la paleovegetación.

MATERIAL Y MÉTODOS

La toma de muestras, en los depósitos de turba, se realizó mediante el empleo de sondas manuales, bién con una sonda tipo Hiller modificada o bién con una sonda de tipo Rusa, dependiendo de la naturaleza litológica del sondeo. Las profundidades alcanzadas han sido de 145 cm (PC 0) y 80 cm (PC IV). En el caso del transecto se recogieron en cada punto de muestreo ("placeau"), varias muestras de briófitos, que serán tratadas conjuntamente para obtener datos más representativos de la lluvia polínica actual. Este transecto local va a servir para ver como varían los tipos polínicos en cortas distancias. Nos va a dar información sobre la relación entre la lluvia polínica y la vegetación actual ya que, en tan escasos metros, no van a darse variaciones climáticas acusadas, aun cuando en algunos casos puedan identificarse microclimas.

Para la eliminación de todo el material no esporo-polínico de cada una de las muestras, es decir, todo el resto de materiales orgánicos o inorgánicos, se realizó mediante dos tipos de tratamientos: físicos y químicos, dependiendo su intensidad de la naturaleza propia de cada muestra; mediante el ataque de ácidos y álcalis, según los protocolos propuestos por los distintos autores (HEIM, 1967; GIRARD & RENAULT-MISKOVSKY, 1969; SITTLER, 1955). Durante todos los tratamientos de las muestras es fundamental evitar las contaminaciones con pólenes de otras procedencias, para lo cual se tomaron todas las precauciones necesarias. El material a tratar en el laboratorio se tomó de la parte central de la muestra, con objeto de evitar las zonas externas y así evitar cualquier posible contaminación.

Una vez realizados la determinación y contaje de los granos de polen de cada muestra, se elaboraron el histograma del transecto, asi como los diagramas polínicos tanto sintéticos como detallados. En ellos se han establecido zonas polínicas, para lo cual se ha tomado como base la zonación automática realizada mediante el programa de ordenador G1PAL.

RESULTADOS

Transecto Puerto de Canencia.

El transecto que se presenta, ha sido realizado en la ladera Norte del Puerto de Canencia, entre las altitudes de 1.000 y 1.460 m se recogieron cuatro muestras de briófitos (*Tortula muralis*). Las tres primeras muestras (1, 2 y 3) se localizan en el abedular (*Melico uniflorae-Betuletum pyrenaicae*). Por encima, altitudinalmente, se encontraría el pinar cultivado entre el melojar (*Luzulo-Quercetum celtibericae*). La muestra 4 se localizaría en el cervunal (*Nardo-Galion*

saxatile) muy cerca de la sauceda. En los 1.600 pólenes contabilizados, se han determinado 25 taxones, de los cuales 12 lo han sido a nivel de familia, 9 a nivel de género y 1 a nivel de especie. A estos hay que añadir Asteroideae, Cichorioideae y Monoletas.

Los espectros polínicos obtenidos (ver Fig. 2) se caracterizan por la neta predominancia del conjunto arbóreo (llegando a valores superiores al 80%), cuyo peso viene dado fundamentalmente por *Pinus* seguido de *Betula* y *Quercus* "tipo caducifolio". Este predominio de *Pinus* es debido a su gran producción y buena capacidad dispersora, unido a su existencia en la zona. Es de señalar como los porcentajes de *Betula* varían con la altitud, alcanzando los valores más altos en las muestras situadas a mayores altitudes y dentro del abedular, llegando a un 25%; mientras en la muestra nº 4 tan solo se detecta su presencia. No es de extrañar, la presencia de *Juniperus* de forma continua a lo largo del transecto, así como, la aparición de *Taxus* en la muestra nº 1, ya que aunque el abedul es el elemento más abundante en la serie *Melico uniflorae-Betuletum celtibericae*, no es el único árbol de la comunidad, encontrándose en la umbrías tejo (*Taxus baccata* L.) y enebros.

La inexistencia de Salicaceae, incluso en la muestra más cercana a la sauceda, queda explicada por la escasa producción polínica de este taxón, así como, por tratarse de pólenes pesados y de propagación entomófila.

Dentro del componente herbáceo los taxones mejor representados son Poaceae, Brassicaceae, Asteroideae, *Plantago*, *Rumex* y Ranunculaceae. Cabe señalar el alto porcentaje alcanzado por Poaceae en la muestra nº 4, localizada en el cervunal, lo cual no es extraño teniendo en cuenta que el término "cervuno" está referido a la existencia de una Poacea (*Nardus stricta* L.) (LUCEÑO & VARGAS, 1991), se trata pues de *Poaceae* integrantes de comunidades higroturbosas, que son indistinguibles de las otras poáceas.

El porcentaje elevado alcanzado por Ericaceae (13%) en la muestra nº 2 coincidente con la disminución de los porcentajes de *Betula*, este incremento en la curva de Ericaceae proviene de aportes de comunidades arbustivas de sustitución del abedular. Es en las muestras situadas a mayor altitud, en las que se encuentran los porcentajes máximos de Ranunculaceae (6,6%) y tan solo en ellas, aparece Cyperaceae (0,7%), lo cual nos indicaría una mayor humedad hacia cotas superiores. Este aumento de humedad en altitudes mayores se encuentra corroborado con la variación de *Juniperus* de manera inversa (mayor en cotas más bajas) ya que soporta mejor situaciones de mayor estío.

Análisis polínico del depósito PC 0.

En el diagrama polínico (Fig. 3) se observa como la riqueza esporopolínica oscila entre los 215 granos/g de sedimento a los 80 cm (espectro 4), hasta los 2.410 granos/g a los 120 cm (espectro 6). La diversidad taxonómica, varía entre 17 taxones a los 50 cm (espectro 2) hasta los 22 taxones a los 60 cm (espectro 3), siendo la media de 19 taxones por espectro. Atendiendo a la composición florística tanto cualitativa como cuantitativa se han diferenciado dos zonas.

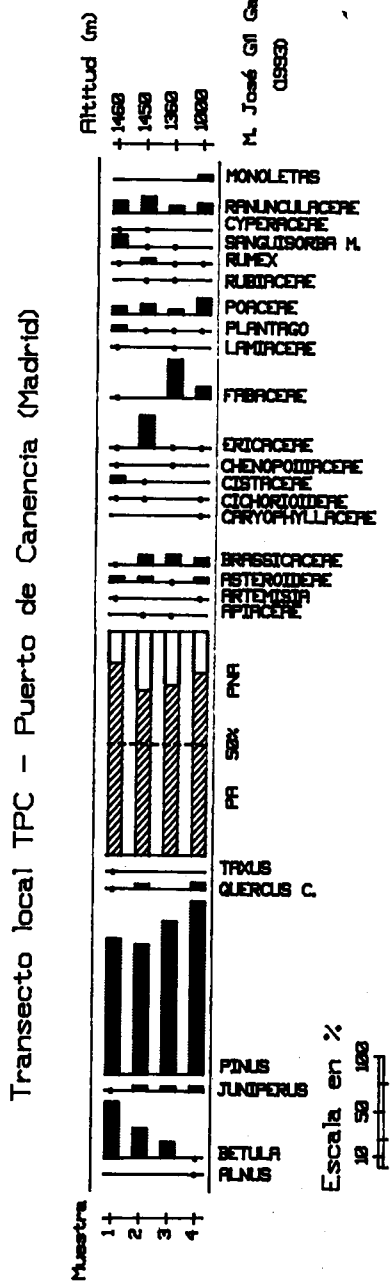


Figura 2.- Transecto TPC, Puerto de Canencia.

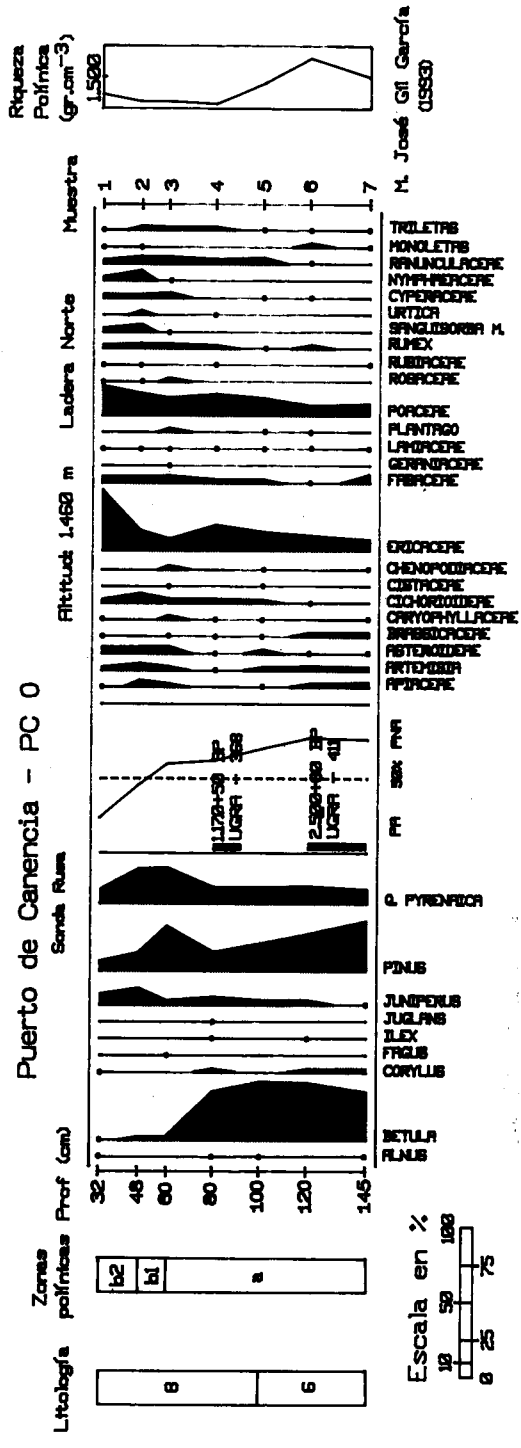


Figura 3.- Diagrama polínico PC. Leyenda litológica: 6.- Turba arglica. 8.- Turba fibrosa con raíces en superficie

Zona a: incluye a los espectros 4 a 7 correspondientes al intervalo entre 60 a 145 cm. Se caracteriza por un dominio claro del componente arbóreo que alcanza porcentajes de hasta el 80%, con una tendencia progresiva al retroceso, sin llegar a descender del 50%. El peso del componente arbóreo viene dado esencialmente por *Betula*, seguida de *Pinus* y *Quercus* c. De forma más esporádica y con menores porcentajes se encuentran *Juniperus* y *Corylus*. Es de señalar la aparición en esta zona de *Fagus*. Los taxones herbáceos mejor representados son Poaceae y Ericaceae, con porcentajes claramente inferiores aparecen Apiaceae, *Artemisia*, Brassicaceae, Geraniaceae y Ranunculaceae.

Zona b: engloba a los espectros más superficiales, 1 a 3, situados entre 0 y 60 cm. Se caracteriza por un retroceso relativamente brusco del componente arbóreo llegando a valores próximos al 30%. Se ha dividido en dos subzonas.

La **subzona b1** se caracteriza por un retroceso de *Pinus*, coincidente con el aumento de *Juniperus*, encontrándose presentes también *Quercus* c. y *Betula*. El componente herbáceo está representado principalmente por Poaceae y Ericaceae. Con menores porcentajes se encuentran Apiaceae, Asteroideae, *Artemisia* y Cichorioideae.

En la **subzona b2** se produce un retroceso de *Quercus* c. y *Juniperus*, mientras que *Betula* y *Pinus* se mantienen prácticamente constantes. Hay un incremento notable de Ericaceae y en menor medida de Poaceae. Se encuentran bien representados Cyperaceae, Nymphaeaceae y Ranunculaceae.

Análisis polínico del depósito PC IV.

A lo largo del perfil PC IV (Fig. 4) puede observarse como la riqueza esporopolínica sufre fluctuaciones, desde valores mínimos de 122 granos/g de sedimento a los 80 cm (espectro 17), incluso cero en el espectro 8, hasta valores superiores a 5.000 granos/g (concretamente alcanza los 6.560 granos/g a los 50 cm, espectro 11), siendo su media de 22 taxones por espectro. La diversidad taxonómica varía desde 29 taxones a los 50 cm (espectro 11), a los 16 taxones a los 10 y 75 cm (espectros 3 y 16). Atendiendo a la composición florística, se han diferenciado tres zonas polínicas que a continuación se detallan.

Zona a: abarca los espectros 14 a 17 localizados entre los 60 y 80 cm. Su característica fundamental es el neto predominio del conjunto arbóreo, debido esencialmente a *Pinus*, con frecuencias de hasta el 58%, seguido de *Betula*. Con porcentajes algo menores, se encuentran *Corylus* y *Quercus* c., quedando el resto de taxones arbóreos tan solo en presencias. Los taxones herbáceos mejor representados son Poaceae y Ericaceae. Igualmente, cabe destacar la presencia, más esporádica, en el tramo intermedio de la zona, de Apiaceae, Asteroideae, Brassicaceae, *Calluna*, Campanulaceae, Fabaceae y Ranunculaceae.

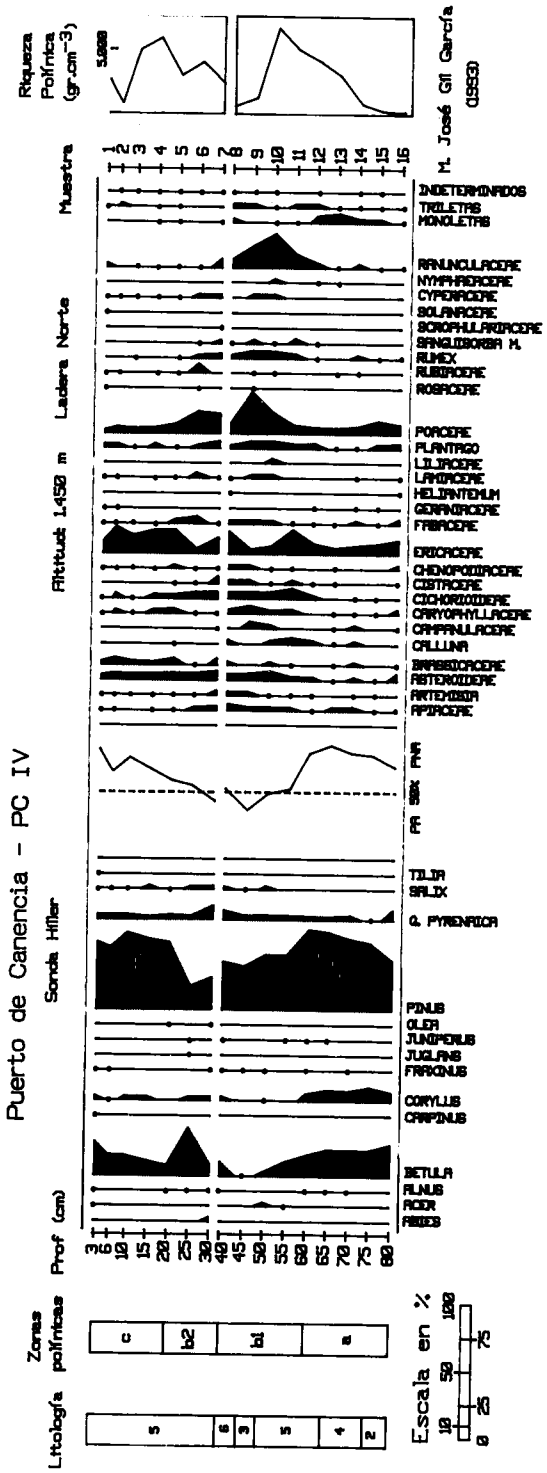


Figura 4.- Diagrama polínico PC IV. Leyenda litología: 2.- Arcilla gris. 3.- Arcilla orgánica. 4.- Arena fina. 5.- Arena fina arcillosa. 6.- Turba argílica.

Zona b: engloba a los espectros 6 a 13 correspondientes al intervalo entre los 20 a 60 cm. En esta zona el componente arbóreo sufre un fuerte retroceso. Aunque en cuanto a la composición cualitativa es homogéneo, se ha dividido en dos subzonas por su diferente composición cuantitativa. En la **subzona b1** los porcentajes de los taxones arbóreos disminuyen gradualmente. *Pinus* es el taxón que domina este grupo, seguido de *Betula* y *Quercus* c., que tienden a estar mejor representados hacia al tramo superior de esta subzona. En cuanto al componente herbáceo, Poaceae y Ranunculaceae presentan las frecuencias más altas de todo el diagrama. Cabe citar, las presencias de forma continua, pero en menores porcentajes, de Cichorioideae, Asteroideae, *Plantago*, Apiaceae, Caryophyllaceae, Campanulaceae y *Rumex*.

En la **subzona b2** se observa como el componente arbóreo es algo más diversificado y son de destacar los altos porcentajes alcanzados por *Betula*, que son los superiores de todo el perfil, así como la mayor representación de *Corylus*. En el componente herbáceo se observa como Poaceae, Ericaceae y Ranunculaceae van disminuyendo de forma progresiva y continua con respecto a la subzona anterior, llegando a desaparecer Ranunculaceae. Siguen estando presentes, en porcentajes algo inferiores, Asteroideae, Cichorioideae y Fabaceae, entre otros. Resulta destacable, asimismo, el incremento que presentan Rubiaceae y Lamiaceae.

Zona c: incluye los espectros más superficiales, 1 a 5, situados de 0 a 20 cm. Los espectros polínicos que singularizan esta zona están dominados por *Pinus*, seguido por *Betula* y *Quercus* c. Es de señalar la presencia de *Salix*, *Corylus* y sobre todo de *Tilia*, que aparece únicamente en esta zona. El taxón mejor representado dentro del estrato herbáceo es Ericaceae, seguido de Poaceae, Brassicaceae y Asteroideae.

CONCLUSIONES

A la vista de los datos expuestos y de los diagramas polínicos (Fig. 3 y 4) puede apreciarse el paralelismo existente entre los 2 depósitos del Puerto de Canencia, si bien es el perfil PC 0 el que posee información desde el comienzo del Subatlántico.

La secuencia polínica se inicia en el tramo inferior de la **zona polínica a** de PC 0, datada en 2.580 ± 80 BP (UGRA-411), donde el estrato arbóreo llega a alcanzar valores del 80%. Indicaría la existencia en la zona de un bosque denso formado por abedules, ya que las frecuencias de *Betula* superan el 38%.

Relativamente alejado del depósito, quizás en cotas superiores, se encontraría un pinar no muy denso, que vendría indicado por frecuencias de *Pinus* que no alcanzan nunca el 40%. Con menores porcentajes se encuentra *Quercus* c., que denotaría un buen desarrollo de bosques regionales, situados en cotas inferiores al abedular, presumiblemente siguiendo una distribución similar a la actual.

Los aportes que se registran de *Corylus*, indican un buen desarrollo de este taxón, con poblaciones regionales, probablemente asociado con cursos de agua. Con menores porcentajes, únicamente presencias, aparece *Alnus*, indicando su situación en poblaciones riparias del valle. La aparición de *Ilex*, indicaría su presencia local, ya que posee una débil capacidad productiva y dispersora. Podría pensarse que este taxón formaría parte del bosque de *Betula* instalado en la zona.

Con posterioridad, se produce un incremento de *Betula*, acompañado de un descenso de *Pinus*. Este incremento que experimenta el abedular, podría tener relación con el carácter pionero de *Betula*, capaz de colonizar nuevas áreas en condiciones desfavorables para otros taxones arbóreos. No es descabellado pensar que, durante este periodo se dieran en la zona del Puerto de Canencia, condiciones de mayor humedad, acompañadas de un descenso de la temperatura, que favorecieron el desarrollo de *Betula*, tal vez debidas a factores microtopográficos como altitud, orientación y pendiente, entre otros.

El pinar se alejaría progresivamente de las cercanías de la turbera, quizás ascendiendo a cotas superiores, o simplemente formando bosques menos densos, dejando claros que son colonizados por Ericaceae, principalmente. La débil representación de taxones estépicos indicaría también la existencia de un clima relativamente húmedo.

Seguidamente comienza un paulatino retroceso del abedular, acompañado de un crecimiento progresivo de *Pinus*. Esta situación quedaría reflejada en el tramo superior de la **zona a** de PC 0, datada en 1.170 ± 50 BP (UGRA-368) y **zona a** de PC IV (Fig. 5). Este aumento de *Pinus* en la turbera PC IV, coincide con tramos

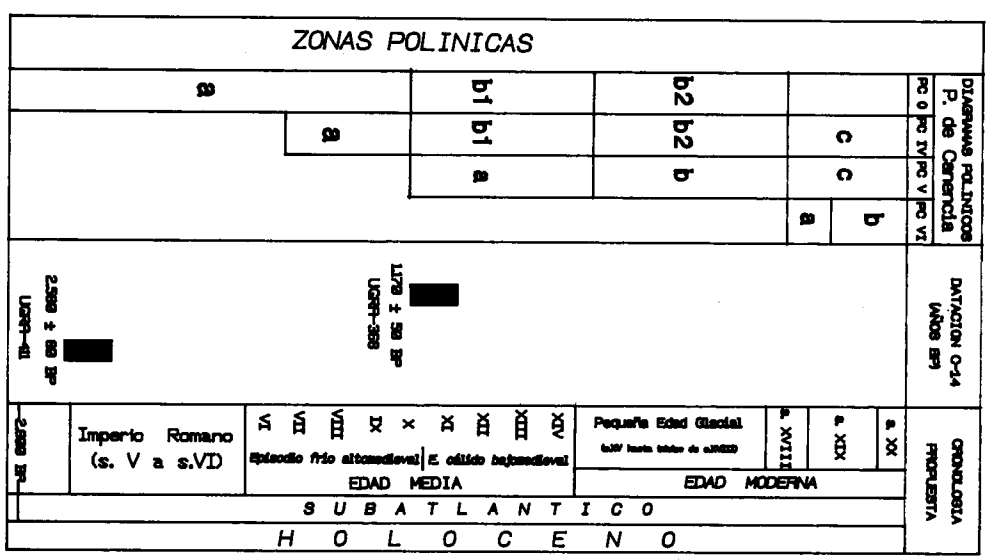


Figura 5.- Correspondencia entre las zonas polínicas de los Diagramas polínicos del Puerto de Canencia. Cronología propuesta.

de litología arenosa, por lo que podría ser consecuencia de un favorecimiento en la percepción polínica de este taxón y no de un aumento real del pinar. A esto hay que añadir que corresponde a una zona con una menor riqueza polínica, por lo que puede darse una sobrerrepresentación por una destrucción diferencial de polen (HAVINGA, 1967).

También podemos destacar que este taxón ha sido citado por REILLE (1978) y HALL (1981) como un tipo polínico especialmente resistente a la degradación. Todo lo cual pone de manifiesto la sobrevaloración que pueden alcanzar las frecuencias de *Pinus* en algunos casos.

Corylus después de un tramo sin encontrarse presente en la secuencia polínica, vuelve a aparecer, lo que indicaría su presencia en poblaciones riparias regionales. Algo similar sucede con *Alnus*, aunque este con menores frecuencias. *Quercus* c. disminuye, llegando a tener tan solo presencias que, coinciden con el aumento de ruderales como Apiaceae, Asteroideae, Caryophyllaceae y *Rumex*. Parece indicar esta situación, un aumento de la actividad ganadera, que afectaría fundamentalmente a los robledales. Se detectan aportes de larga distancia de *Juglans*, taxón introducido en la Sierra por el hombre.

En las **subzonas b1** de PC 0 y PC IV, se observa un débil, aunque progresivo, descenso del estrato arbóreo, más marcado en la turbera de mayor altitud (PC 0). Son fluctuaciones que se dan sobre todo en la curva de *Pinus*, acompañadas de un aumento de Poaceae, Caryophyllaceae y *Plantago*, que indicarían una degradación forestal. La existencia de estos taxones ruderales y pertenecientes a pastizales, apuntan a la existencia en la zona de un pastoreo que, se extendería a los pisos donde se desarrollan robledales, abedulares y pinares. Esta actividad se daría probablemente, mediante reiterados incendios, como puede indicarlo el aumento de Fabaceae, quizás se tratara del piorno serrano (*Cytisus purgans* (L.) BOISS), mucho más pirófito que podría llegar a ser exclusivo y dominante.

En las áreas aclaradas por el pastoreo y en biotopos rupestres, son comunes ciertos pastizales psicroxerófilos formados por Asteroideae, Cichorioideae, Poaceae y en menor medida Lamiaceae. Son precisamente estos taxones los que muestran una tendencia al aumento, en esta zona de los diagramas.

Betula en este periodo llega a perder su curva continua, alcanzando los menores porcentajes. A las posibles causas antrópicas, ya comentadas, pueden añadirse causas climáticas, como un descenso de la humedad. Esto vendrá avalado por el descenso simultáneo de la curva de Ericaceae. Se observa tambien un aumento local de los pastizales, siendo este más acusado en PC IV, quizás en detrimento de las zonas encharcadas de la turbera con la desaparición de Cyperaceae y el descenso de Ranunculaceae.

Con posterioridad, se observa un retroceso del estrato forestal, que queda plasmado en las **subzonas b2** de PC 0 y IV, si bien, en esta última, se produce un hiato polínico coincidente con el paso en el depósito de un material de turba argílica a arena fina arcillosa. Este aumento de material detrítico en los sedimentos, podría ser indicio de un aumento de la erosión debido a la deforestación.

Posteriormente, se produce un aumento de *Betula*, debido muy posiblemente

al aumento de las precipitaciones. En principio, las fuertes variaciones en las frecuencias de *Betula*, que se observan en el perfil PC IV, podrían hacernos pensar en la existencia de un hiato sedimentario. Pero en esta zona no se produce un descenso de riqueza esporopolínica, más bien se sitúa en torno a la media del perfil, que justifique este posible hiato. Además este aumento y retroceso de *Betula*, si bien no tan marcado, se observa en otros diagramas de la zona (GIL, 1992), por lo que se puede rechazar la presencia de un hiato, lo que indicaría que las fluctuaciones de *Betula* son debidas a situaciones reales de la vegetación. Coincidiendo con el mayor desarrollo de *Betula*, se aprecia la disminución de la curva de *Quercus* c., lo cual indica que estas fluctuaciones pudieron deberse a cambios climáticos. Esto podría explicar el aumento de este taxón en áreas limítrofes.

En la **zona c** de PC IV, muestra una imagen de la vegetación muy similar a la actual. Esta zona no parece tener reflejo en el perfil PC 0. En este depósito las muestras más superficiales, debido a la fluidez de la turba, que producía muestras con evidentes niveles de contaminación, fueron desechadas para su estudio. La zona que comentamos, estaría marcada por un aumento notable de la curva de *Pinus*, debido sin duda, igual que en otros perfiles (GIL, 1992), a una repoblación muy intensa, que alcanza la zona de la turbera, en detrimento de *Juniperus*. Las altas frecuencias alcanzadas por *Pinus* producen una baja detección de los restantes tipos polínicos, por lo que las simples apariciones repetitivas de un taxón se han considerado como hechos significativos.

Esta masiva repoblación, provoca una regresión del abedular que, como es sabido, no es un buen competidor cuando las condiciones no le son totalmente favorables, y se ve desplazado por otros tipos de vegetación. *Pinus* gana en la competencia con *Betula* en zonas no muy alejadas de la turbera, por lo que localmente el medio se hace más abierto, al tiempo que se observa un ligero descenso en la curva de Ericaceae.

Después de estas repoblaciones, vuelve a detectarse un descenso pronunciado de *Pinus* en las turberas de la zona (GIL, 1992), probablemente debido al incremento del pastoreo, como lo testimonia el aumento, más o menos acusado, de las curvas de Asteroideae, Poaceae, Cichorioideae y *Plantago*.

Por último, destacar un aumento de la curva de polen arbóreo, fundamentalmente debida al incremento de *Pinus* y *Betula*, lo que refleja la vegetación existente en la actualidad en dicho puerto. Junto al pinar, siguen existiendo pequeños rodales de abedulares en ombroclimas húmedos e hiperhúmedos, debido a la existencia de factores microclimáticos, que favorecen un aumento de la humedad en esta zona.

REFERENCIAS

GIL GARCIA, M.J., (1992).- Dinámica de la Paleovegetación en el sector oriental del Sistema Central español durante el Holoceno en base al análisis polínico. Implicaciones climáticas. *Tésis Doctoral*. Universidad de Alcalá de Henares

GIRARD, M. & J. RENAULT-MISKOVSKY, (1969).- Nouvelles techniques de préparation en palynologie appliqués à trois sédiments du Quaternaire final de l'Abri Cornille (Istres, Bouches-du-Rhône). *Bull. A.F.E.Q.* **4**: 275-284.

GOEURY, C., (1987).- Adquisition, gestion et representation des donnés de l´anlyse pollinique sur micro-ordinateur. *Inst. Fr. Pondichéry. Trav. Sec. Sci. Tech. 16:* 405-416.

HALL, S.A., (1981).- Deteriorated pollen grains and the interpretation of Quaternary pollen diagrams. *Review of Paleobotany and Palynology 32: 1*93-206.

HAVINGA, A.J., (1967).- Palynology and pollen preservation. *Review of Paleobotany and Palynology* 2: 81-98.

HEIM, J., (1970).- Les rélations entre les spectres polliniques récentes et la vegétation actualle de l'Europe occidentale. *Tesis Doctoral.* Université de Lovaina.

IBAÑEZ MARTIN, J.J.; R. JIMENEZ BALLESTA, J. LOPEZ MARTINEZ, P.O. REÑONES, & J. GUMUZZIO, (1985).- Suelos con caracteres turbosos del sector centro-oriental del Sistema Central. Análisis de los factores formadores y características macromorfológicas. *Boletin de la Estación Central de Ecología.* Año XIV. 27: 3-16.

LUCEÑO, M. & P. VARGAS, (1991).- Guia botánica del Sistema Central Español. Piramide S.A. Ediciones. Madrid.

REILLE, M., (1978).- A propos de la disparition du pollen dans certains sédiments minéraux. *Annales des mines de Belgique* 6: 115-120.

SITTLER, C., (1955).- Méthodes et techniques physichochimiques d´préparation des sediments en vue de leur analyse pollinique. *Rev. I.F.P.* 10:2.

EVOLUCIÓN DE LA PALEOVEGETACIÓN EN EL NOROESTE DEL SISTEMA IBERICO (SORIA), DURANTE LOS ÚLTIMOS 7000 BP.

ANDRÉS GÓMEZ-LOBO RODRÍGUEZ, Mª JOSÉ GIL GARCÍA, MIGUEL ATIENZA BALLANO & BLANCA RUIZ ZAPATA.

Departamento de Geología Universidad de Alcalá, N-II, Km 33,600. 28871 Alcalá de Henares. Madrid.

Recibido: septiembre 1994

Palabras claves: Polen, Turbera, Holoceno, Glaciarismo, Sistema Ibérico.

Key words: Pollen, Holocene, Glacialism, Sistema Ibérico, Peat bog.

RESUMEN

En este trabajo se analiza desde el punto de vista polínico, un depósito localizado en los Picos de Urbión (Soria). Se trata de una laguna colmatada, de origen glaciar, situada a una altitud de 1820 m. a la que hemos denominado con las siglas VLH. La secuencia sedimentaria estudiada está datada en 6860 ± 170 BP (UGRA-416).

Los resultados del análisis polínico de este depósito, nos permiten reconstruir la evolución de la vegetación en la zona, así como aportar algunos datos que nos ayuden a aclarar diversos aspectos controvertidos referidos a la llegada y expansión de algunos taxones en la zona. En este sentido, se pretende conocer si su presencia es previa o posterior a la acción antrópica Holocena, que ha modificado en algunos casos lo que sería su distribución 'natural'.

SUMMARY

The pollen content from a deposit located in Los Picos de Urbión (Soria, Spain) is studied in the present paper. The sediment comes from a glacier origin lake, at 1820 m. altitude. We named the lake as VLH.

The result obtained from the pollen analysis let us reconstruct the evolution of the vegetation of this area, as well as give us some data about the arrival and the spreading of several taxon. We pretend to know whether the vegetation was previous or back to the Holocene anthropic effect which actually has changed the natural distribution of it.

INTRODUCCIÓN

El Sistema Ibérico o Cordillera Ibérica, constituye una barrera natural que

ISSN 0211- 7150

separa la Meseta Central al Este y el Valle del Ebro al Oeste. Presenta una dirección predominante NO-SE, pero con escasa continuidad, constituyendo una sucesión relativamente desordenada de macizos y sierras de altitud media cortadas por amplias fosas y depresiones. Predominan los materiales mesozoicos retocados por el glaciarismo Cuaternario. Ligados a este fenómeno se han desarrollado una serie de depósitos (turberas fundamentalmente) a partir de los cuales se ha podido llevar a cabo la reconstrucción de la paleovegetación en base a su contenido polínico.

En el presente trabajo, se analiza el contenido polínico de una turbera situada en los Picos de Urbión (Fig.1), dentro del Sector Noroccidental del Sistema Ibérico, en los límites de la provincia de Soria con Burgos y La Rioja, a una latitud de 42°N. El sondeo, denominado **Laguna del Hornillo (VLH)**, se encuentra en la cabecera del antiguo glaciar del Hornillo, aguas arriba del cierre morrénico correspondiente a una de las últimas fases de retroceso de este glaciar, a una altitud de 1820 m.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sondeo se realizó con una sonda manual tipo Rusa (Triat-laval H, 1978), recogiéndose 280 cm de sedimento en los que se analizaron un total de 34 muestras.

La litología es la siguiente:
0-20 cm: turba poco evolucionada de color marrón
20-25 cm: nivel arcilloso fino, de color blanquecino
25-39 cm: nivel de turba marrón
39-100 cm: arcilloso fino, color blanquecino
100-206 cm: turba evolucionada, de color negro
206-280 cm: arcilloso grisáceo a negruzco, en la base de color marrón.

Estas muestras fueron tratadas químicamente según los protocolos propuestos (ataque mediante ácidos y álcali) a fin de aislar los granos de polen.

RESULTADOS

Con los datos obtenidos de este análisis, y tras la elaboración del correspondiente diagrama polínico (Fig.2), se propone la siguiente zonación (Fig.3):

ZONA VLH-1.- De 280 a 210 cm.

Dominio de la fase arbórea (75-80%). El componente principal es *Pinus*. Cabe destacar los bajos valores de *Betula* (<20%) coincidentes con el aumento de

Pinus. También disminuyen ligeramente el resto de los elementos más termófilos presentes, como *Corylus*, *Quercus-c*, *Quercus ilex-t*.

Esta fase comienza con anterioridad a la datación 6860 ± 170 BP Ugra-416 (nivel 260-270 cm). En lo referente al componente no arbóreo destaca *Poaceae*, acompañado por *Campanulaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Polygonaceae, Rosaceae, Apiaceae y Urticaceae*, junto a *Cyperaceae* y presencias de *Typha*.

ZONA VLH-2.- De 210 a 70 cm.

Se caracteriza por el fuerte dearrollo del componente arbóreo, que alcanza en esta zona los más altos valores del sondeo (hasta 91%). Se produce un claro dominio de *Betula* frente a *Pinus*; junto con la expansión de *Betula* y *Quercus-c* seguido de *Quercus ilex-t*, *Pinus* y *Corylus* disminuyen. En esta zona comienza a aparecer *Olea* de forma más o menos constante; y ya en la parte superior de esta zona se detectan las primeras presencias de *Fagus*.

Se han realizado tres dataciones en esta zona en los siguientes niveles:

* 190-200cm: 6150 ± 90 BP Ugra-441; momento del máximo de *Quercus-c* y expansión de *Betula*.
* 140-150cm: 5020 ± 80 BP Beta-63957; momento aproximado del máximo de *Betula* y mínimo en la curva de *Pinus*.
* 100-110cm: 4860 ± 90 BP Ugra-440; el polen de *Fagus* comienza a aparecer en el sondeo en un momento posterior a esta datación. Los primeros granos de polen de *Fagus* aparecen en la muestra nº13 (91 cm). En este momento comienza una caída en la curva de *Betula*, mientras que se recupera nuevamente *Pinus*.

El componente no arbóreo mantiene unos porcentajes muy bajos en esta zona, siendo *Poaceae* y *Cyperaceae* los taxa más representativos.

ZONA VLH-3.- De 70 a 20 cm.

Esta zona se caracteriza por la caída de polen arbóreo, marcada sobre todo por la disminución de *Betula* hasta su práctica desaparición. En base a la dinámica observada podemos establecer dos subzonas:

SUBZONA VLH-3.a.- De 70 a 40 cm.

Definida en base a la disminución de *Betula* (caída desde valores de un 30% hasta un 3%). *Pinus* mantiene mientras tanto su representación más o menos estable en torno al 35%.

Se produce una caída de *Quercus-c* así como de *Quercus ilex-t*, mientras aumentan los porcentajes de *Corylus* (alcanzando su máximo, 6,5%). En este momento comienza la curva contínua de *Fagus*.

El componente no arbóreo se caracteriza en esta zona por un aumento en los porcentajes de *Poaceae.*

SUBZONA VLH-3.b.- De 40 a 20 cm.

En esta subzona, *Betula* continúa disminuyendo hasta su práctica desaparición, no volviendo a recuperarse; algo similar ocurre con *Corylus*. *Pinus* también

Laguna del Hornillo.VLH.1820 m.
Síntesis zonación propuesta

Zona	Edad C-14	Taxa Arbóreos	Taxa No Arbóreos
4		Aumento de *Pinus, Olea* Disminuyen *Fagus, Betula, Quercus*	Aumento de *Poaceae* y *Cyperaceae*
3.b.	560±80 BP	Máximo de *Fagus*. Caida de *Pinus* Curva de *Olea*. Presencia de *Juglans*	Aumento de *Artemisia, Ericaceae, Plantago*
3.a.		Caida de *Betula, Pinus* se mantiene Comienzo de la curva de *Fagus*	Aumento de *Poaceae* y *Dipsacaceae*
2.	4860±90 BP 5020±80 BP 6150±90 BP	Presencia primeros *Fagus* Máximo de *Betula*, mínimo de *Pinus* Máximo de *Quercus-c*.	Escasa representación, presencias de *Artemisia, Cyperaceae, Polygonaceae, Poaceae, Fabaceae*...
1.	6860±170 BP	Aumento de *Pinus* y caida de *Betula* presentes *Corylus, Ulmus, Fraxinus*...	Ligero aumento de *Poaceae*

Figura 3.- Síntesis Zonación propuesta para el sondeo VLH.

comienza a caer hasta alcanzar un mínimo (17%). En este momento se desarrolla la curva de *Olea*, y se detectan presencias de *Juglans*.

En el nivel 20-29 cm se ha realizado una datación: 560±80 Beta-63956 BP, que coincide con el máximo de *Fagus* (6,5%) y el comienzo de la curva de *Olea*.

El porcentaje de elementos no arbóreos aumenta hasta valores del 60%, dominado fundamentalmente por *Poaceae, Ericaceae, Cyperaceae, Plantago, Asteroideae, Cichorioideae* y *Artemisia*.

ZONA VLH-4.- De 20 a 0 cm.

Queda caracterizada por la recuperación del componente arbóreo (de 36% pasa a 70%), marcado casi exclusivamente por *Pinus*. Salvo *Olea* que inicia en esta última zona una pequeña expansión, el resto de taxa arbóreos prácticamente desaparecen; disminuyen *Quercus-c* y *Quercus ilex-t*, así como *Fagus*. Se detectan presencias de *Tilia, Fraxinus, Ilex, Alnus, Acer* y desaparecen *Betula* y *Corylus*.

En cuanto a los elementos no arbóreos, aumenta *Poaceae*, mientras disminuye *Artemisia, Plantago, Cyperaceae*, así como *Ericaceae*.

DISCUSIÓN

La zona VLH-1., cuyo comienzo sería ligeramente anterior a la datación 6860 ± 170 BP, está marcada por un ligero aumento de *Pinus* frente a *Betula*, así como de *Quercus ilex-t* frente a *Quercus-c*. *Corylus* disminuye también ligeramente. Continúa el dominio de la vegetación arbórea, pero las condiciones podrían ser ligeramente más secas.

Esta tendencia se invierte en el comienzo de la zona VLH-2, (6150 ± 90 BP). El dominio de *Betula* frente a *Pinus* y el aumento de *Quercus-c* (alcanza sus valores máximos) lo definiría como una fase más húmeda. Aumenta la representación de *Cyperaceae,* que nos indican el mayor desarrollo de la turbera, poblada en el entorno por *Betula* y con un desarrollo de Cyperaceae en su superficie. En esta zona se observa un cambio de litología, sustituyéndose la arcilla por turba.

Es a partir de este momento que se empieza a detectar *Olea* de manera contínua en forma de pequeñas presencias. Estaríamos en la fase de dispersión de este taxon.

El máximo desarrollo de *Betula* se produciría alrededor del 5020 ± 80 BP (zona VLH-2). En este momento se detecta mayor presencia de *Alnus*; digamos que inicia aquí una pequeña curva, que supondría la extensión regional de este taxón, que se asocia con unas condiciones de mayor humedad.

Hacia el 4860 ± 90 BP, comienza el declive de *Betula*. *Pinus* se mantiene sin apenas variación. Esta fase podría corresponder a un ligero enfriamiento y un detrimento de la humedad, (estas condiciones atribuidas al comienzo del subboreal, se constatan por ejemplo en el Sistema Central: Turbera del Cervunal, RUIZ ZAPATA & ACASO 1981; Turbera de Baterna, DORADO 1993; o más al sur, sondeo de Campo de Calatrava, Ciudad Real, GARCÍA ANTÓN *et al*, 1986) En este momento empieza a detectarse *Fagus*, en forma de presencias aisladas.

La zona VLH-3.a, supone el comienzo de la curva de *Fagus*, a la vez que se produce un detrimento en las curvas de *Quercus*. Aumenta también *Corylus*, mientras comienzan a crecer los porcentajes de *Poaceae*, y posteriormente de *Ericaceae*.

Este fenómeno (detrimento del robledal), coincide con el momento de la expansión de *Fagus* (COSTA *et al.* 1990) en la península en general. Hasta este momento las hayas no constituian un elemento significativo en el paisaje, detectándose su presencia a lo largo del Holoceno en distintos yacimientos (MARTÍNEZ & MORLA 1992), pero de forma aislada. MARTÍNEZ & MORLA (1992) plantean la presencia del Haya en refugios de caracter local, desde comienzos del Holoceno, en el *eje pirenaico-cantábrico oriental*, comenzando su progresión hacia el interior peninsular a lo largo del Sistema Ibérico entre el 4000-2700 BP, dato que concuerda con la expansión de *Fagus* en nuestra zona.

Es a partir de porcentajes de *Fagus* superiores al 5%, según los valores propuestos por HUNTLEY & BIRKS (1983), que puede hablarse de un bosque regional con dominio del Haya. Estos valores no se alcanzan en nuestro sondeo hasta la zona VLH-3.b, a una profundidad de 25-30 cm, que corresponden con la datación 560 ± 80 BP, fenómeno por tanto muy reciente. En este momento se

detectan también presencias de *Juglans*.

Sin embargo estos valores pueden encontrarse infrarrepresentados debido sobre todo a los elevados porcentajes de *Pinus*, fenómeno similar al comentado respecto a las curvas de *Quercus*. Por lo tanto la instalación de los hayedos en la zona pudo ser ligeramente anterior.

Con posterioridad a la datación 560±80 BP, los porcentajes de *Fagus* comienzan a disminuir (zona VLH-4), de forma paralela a la expansión de *Olea* y la recuperación rápida de *Pinus*. El robledal se encuentra en este momento en clara regresión, al igual que *Betula*, *Corylus*, *Ulmus*, etc. En cuanto a las herbáceas, aumentan *Poaceae y Ericaceae*, así como *Cyperaceae.*

La rápida recuperación de *Pinus*, sin duda está favorecida por el hombre. La zona goza de gran tradición maderera, basada en la explotación de los pinares de *Pinus sylvestris*, cuya expansión se habría visto favorecida en detrimento de los robledales y hayedos.

Síntesis de la evolución de los distintos taxones durante el Holoceno:

7000 BP Presencia más o menos contínua de *Corylus*, *Fraxinus* y *Acer*.

6000 BP Dominio del robledal, máximo de *Quercus-c*. Fase de difusión de *Olea*, su presencia es contínua desde esta fecha.

5000 BP Dominio de *Betula* y mayores porcentajes de *Alnus*. Disminución de *Pinus* y *Quercus*.

4000 BP Se detecta la llegada de los primeros *Fagus*.

560 BP Máximo de *Fagus*, inicio de la curva de *Olea*. Presencia de *Juglans*.

200-0 BP Acción antrópica manifiesta, recuperación de *Pinus* y aumento de los valores de *Ericaceae.*

REFERENCIAS

COSTA. M., M. GARCIA ANTON & C.MORLA, (1990). "La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos". *Ecología,* Fuera de Serie Nº1, 1990,31-58.

GARCIA-ANTON M., C. MORLA JUARISTI, M.B. RUIZ ZAPATA & H. SAINZ OLLERO, (1986). "Contribución al conocimiento del paisaje vegetal holoceno en la submeseta sur ibérica: análisis polínico de sedimentos higroturbosos en el campo de Calatrava (Ciudad Real, España)". Proceedings of the Symposium on Climatic fluctuations during the Quaternary in the Western Mediterranean regions. Ed. F. López - Vera, Univ. Autónoma de Madrid. 189-204

HUNTLEY B. & H.J.B. BIRKS, (1983). "An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago". Cambridge University Press, 667 p.

MARTINEZ ATIENZA F, C. MORLA JUARISTI, (1992). "Aproximación a la Paleocorología Holocena de *Fagus* en la Península Ibérica a través de datos paleopolínicos". Congreso Internacional del Haya, Pamplona. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. Fuera de Serie Nº 1. M.A.P.A.

RUIZ ZAPATA M.B. & E. ACASO DELTELL, (1981). "Contribución al estudio del cuadro vegetal y climático durante el Cuaternario reciente en el Macizo Central de Gredos, (Avila)". Bol.R.Soc. Española Hist.Nat. (Geol), 79: 299-307.

THORNES J.B, (1968). "Glacial and periglacial features in the Urbión mountains (Spain)". Est. Geológ. nº24, 249-258. Madrid.

TRIAT-LAVAL H, (1978). "Contribution pollenanalytique a l'histoire Tardi-& Postglaciaire de la végétation de la basse vallee du Rhône". Tesis Doctoral. Université D'Aix-Marseille III.

ANÁLISIS PALINOLÓGICOS EN EL SURESTE MADRILEÑO: YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS Y DEPOSITOS NATURALES

ROSARIO MACÍAS ROSADO [1], PILAR LÓPEZ GARCÍA[1] & JOSÉ ANTONIO LÓPEZ-SÁEZ[2]

[1] Departamento de Prehistoria. C.E.H. C.S.I.C. Duque de Medinaceli 6. 28014 Madrid.

[2] Departamento de Biología Vegetal I. Facultad de Biología. Ciudad Universitaria s/n. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

Recibido: septiembre 1994

Palabras clave: Sedimentos arqueológicos, Turberas, Palinología, Madrid. España.

Key words: Archaeological sediments, Peats Bogs, Palynology, Madrid, Spain.

RESUMEN

Los resultados de los análisis paleopalinológicos llevados a cabo en el SE y E de la Comunidad Autónoma de Madrid, ponen de manifiesto un fuerte impacto antropogénico sobre el paisaje vegetal, así como la diferente tafonomía de los grupos polínicos considerados en ambos medios sedimentarios (higroturba y yacimientos arqueológicos).

SUMMARY

The paleobotanical data of the natural and archaeological deposits in the SE and E Madrid region are revised for the purpose of discovering which are the most significant taxa in each. The results indicate the different taphonomy of the pollinic groups in both environments.

INTRODUCCIÓN

La Comunidad de Madrid tiene la particularidad de reunir en una sola provincia elementos florísticos y de vegetación, pertenecientes a tres unidades biogeográficas distintas: las provincias corológicas lusoextremadurense, carpetano-ibérico-leonesa y castellano-maestrazgo-manchega (IZCO, 1984).

Debido a ello, conserva un interés especial para emprender estudios sobre la historia de la vegetación holocena, ya que en esta Comunidad podemos encontrar paisajes que van desde el semiárido del sureste de Madrid, a los pinares

ISSN 0211- 7150

oromediterráneos guadarrámicos, pasando por los bosques relictos de haya y abedul, a los tamujares y alcornocales reflejos de una vegetación atlántica.

El Sureste de la Comunidad de Madrid es sin duda, una de las zonas más ricas "arqueológicamente" hablando, de toda la provincia y, probablemente de ambas mesetas.

Sin embargo, se desconocen por el momento muchas de las características seguidas por la evolución de su vegetación, sobre todo en el periodo final del Cuaternario, el Holoceno.

La existencia en la actualidad de una vegetación de tintes "semiesteparios", definida básicamente por los carrascales (*Bupleuro rigidi-Quercetum rotundifoliae*) y coscojares (*Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae*), la presencia en las umbrías de quejijares de la *Cephalanthero-Quercetum valentinae* y, una representación hoy en día ínfima del bosque ripario primitivo (olmedas, choperas y saucedas) hacen de la zona de estudio un "campo" particularmente interesante, en el que emprender estudios acerca de la dinámica vegetacional acaecida en los últimos periodos holocénicos, subboreal y subatlántico, en los cuales la acción manifiesta del hombre, sobre todo en cuanto a deforestación y aparición de una flora nitrófila y subnitrófila derivada se refiere, es mucho más notable.

Los campos de cultivo, principalmente de leguminosas en los bordes de los ríos, sustituyendo a la orla forestal riparia, arbórea y semiarbustiva. La posible aparición y su momento de cultivos cerealísticos, primordialmente en la terrazas fluviales del Henares. La deforestación de origen antrópico. La aparición y desaparición de ciertas formaciones forestales. El cambio climático. Todos estos datos pueden ponerse de manifiesto mediante el análisis polínico de muestras de paleosuelos arqueológicos y de depósitos naturales y, con ello, conocer en mayor medida el paisaje prehistórico que poblaba el este y sureste madrileño.

La escasez de análisis polínicos para el Holoceno ibérico, mayor en el caso de yacimientos arqueológicos (ASQUERINO, 1987) queda igualmente manifiesta en la recopilación de LÓPEZ GARCÍA (1978, 1986). Es por ello, que resulta difícil si no imposible establecer correlaciones y delimitar características ambientales de un momento dado de la Prehistoria.

Aunque los resultados procedentes de ambos medios sedimentarios se presenten generalmente por separado, dadas las dificultades ya señaladas por PEÑALBA (1989) y TURNER & HANNON (1988) para su comparación, intentaremos aunar los resultados aportados por ambos estableciendo las correlaciones y comparaciones posibles. Los yacimientos arqueológicos plantean más problemas a la hora de la interpretación de los análisis polínicos que los depósitos de turba y detríticos, debido a la propia naturaleza del sedimento y del depósito. Inconvenientes que presentan (COUTEAUX, 1977; DUPRÉ, 1979) son la filtración del polen con contaminación de niveles más viejos, destrucción diferencial del polen, hiatus sedimentarios frecuentes e importantes, pobreza polínica, etc.

Aunque la sedimentación en grutas no es muy conocida y hay que cuidar la interpretación de sus espectros polínicos, por la posibilidad de distorsión mediante acciones humanas o animales de aporte de coprolitos, desechos, etc, muchos de estos inconvenientes también existen en turberas y lagos pero más atenuados

(VÁZQUEZ, 1992). En todo caso, la interpretación de los espectros fósiles de yacimientos arqueológicos, aún complicada, proporciona una información valiosa.

La escasez de turberas y otros medios lacustres, sobre todo en la región este de Madrid, se solventa gracias a la posibilidad complementaria de poseer análisis de sedimentos arqueológicos, que a su vez pueden verse ayudados por otras investigaciones sedimentológicas, antracológicas, paleontológicas, etc. No se debe pues denegar tal información pues como veremos a lo largo de este trabajo, y esa es nuestra intención, ambos tipos de sedimentos, arqueológicos y turberas, junto al análisis de muestras briofíticas de superficie pueden y de hecho aportan, una información sumamente valiosa para el conocimiento del paisaje vegetal cuaternario.

Gracias al "Convenio de Colaboración" establecido entre el C.S.I.C. y la Comunidad Autónoma de Madrid, presentamos a través de este trabajo, los primeros resultados de los análisis paleopalinológicos realizados en el sureste de Madrid, sobre depósitos naturales y yacimientos arqueológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado un total de 11 análisis paleopalinológicos, 9 sobre yacimientos arqueológicos y 2 en depósitos naturales (lagunas). Su localización geográfica es expuesta en la Fig. 1. Su relación y muestras analizadas es la siguiente:

1. **Laguna de María Pascuala** (Leganés). Coordenadas U.T.M.: 30TVK320646, altitud 665 m. Se analizaron 19 muestras desde la superficie (0 cm) hasta los 95 cm de profundidad, tomadas a intervalos de 5 cm. Las muestras más profundas (8 a 19) resultaron prácticamente estériles (Fig. 2).

2. **Laguna de Ajalvir** (Ajalvir). 6 muestras analizadas desde la superficie (0 cm) hasta los 30 cm de profundidad, recogidas a intervalos de 5 cm (Fig. 3).

3. **Yacimiento arqueológico del "Castillo de Barajas"** (Barajas). Se tomaron 5 muestras: las tres más profundas (3, 4 y 5) corresponden al interior de la cabaña calcolítica y las dos superiores (4 y 5) a la época celtibérica y medieval respectivamente (Fig.4)

4. **Yacimiento arqueológico del "Pontón de la Oliva"** (Torrelaguna). Se analizaron un total de 6 muestras en este yacimiento romano, desde los 35 a los 90 cm de profundidad, procedentes de los cortes 3 y 6 del yacimiento. Dos de ellas (45-50 cm, 80-90 cm) resultaron estériles. En la Fig. 5 correspondiente al diagrama polínico del yacimiento se aporta la cronología respectiva de cada una de las muestras, de acuerdo a los datos facilitados por los arqueólogos.

5. **Yacimiento arqueológico de la "Cueva del Sifón"** (Patones). Unicamente pudo estudiarse una muestra tomada entre los 10 y 20 cm de profundidad (Fig. 6).

6. **Yacimiento arqueológico del "Caserío de Perales"** (Perales del Río, Getafe). Se analizaron un total de 16 muestras palinológicas, todas ellas pertenecientes a la Cuadrícula 36 del yacimiento, correspondientes a dos fondos de cabaña del

Bronce Final. La relación de muestras analizadas es la siguiente:
- Fondo 1a. Sector A: se recogieron 11 muestras desde los 0 a 110 cm de profundidad (Fig. 7).
- Fondo 43. Sector B: se recogieron 5 muestras, entre los 15 y 65 cm (Fig. 8).

7. Yacimiento arqueológico de "El Ventorro" (Pinto). Fueron analizadas 14 muestras, recogidas cada 5 cm desde la superficie a los 70 cm de profundidad, todas ellas pertenecientes a la Cuadrícula A-1, fondo nº 5, situadas cronológicamente dentro del periodo Campaniforme, según las dataciones por C-14 facilitadas por los arqueólogos (Fig. 9).

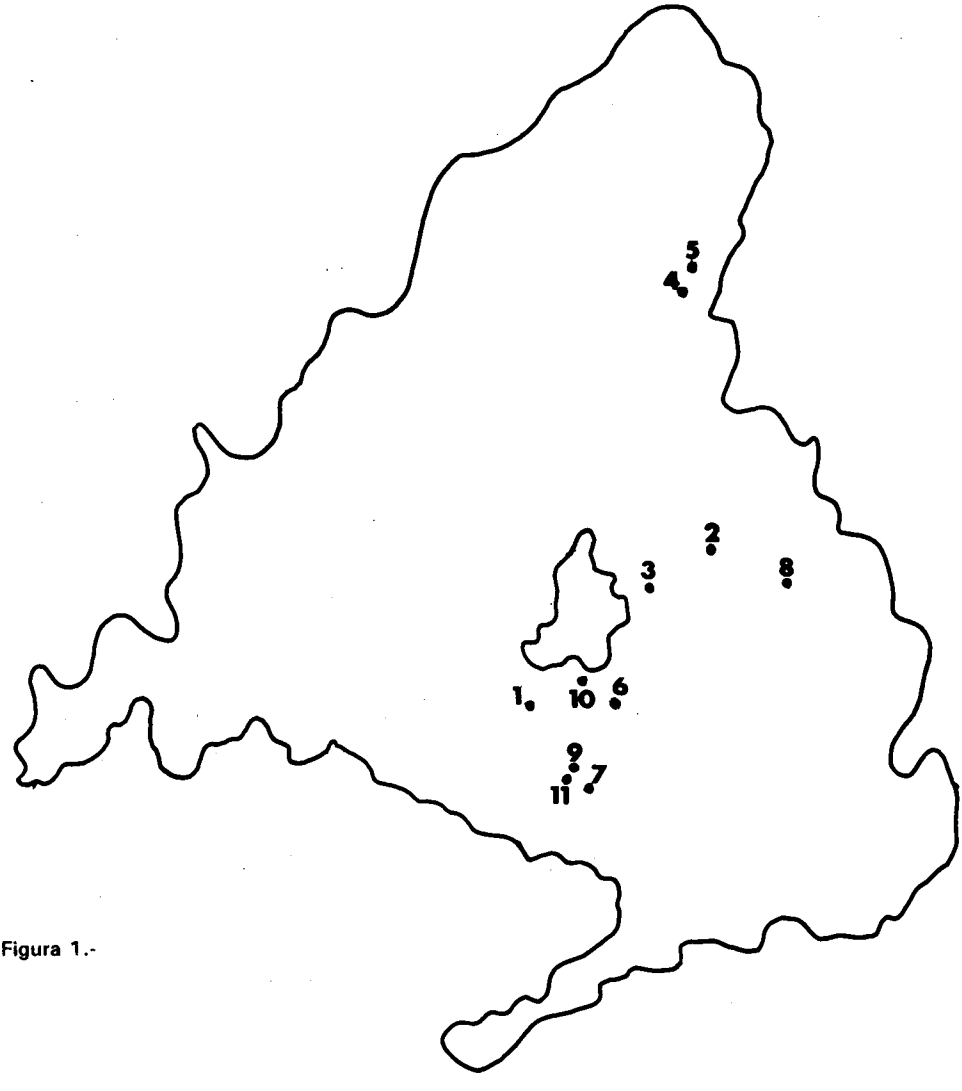


Figura 1.-

8. Yacimiento arqueológico de Ecce Homo (Alcalá de Henares). Se analizaron 9 muestras, desde los 12 a los 195 cm de profundidad, con intervalos aproximados de 20 cm entre cada una de ellas, excepto las correspondientes a 87-120 y 160-195 cm. No se realizó diagrama polínico.

9. Yacimiento arqueológico de "Las Fronteras" (Pinto). Se tomaron un total de 11 muestras en una única columna cada 10 cm de profundidad, en el Corte 34-A1 del yacimiento desde los 0 a los 110 cm (Fig. 10).

10. Yacimiento arqueológico "Villaverde-91" (Villaverde, Madrid). Se analizaron 18 muestras correspondientes a los fondos 18 y 19 del yacimiento, tomadas cada 10 cm. No se realizó diagrama polínico.

11. Yacimiento arqueológico de la "Fabrica de Ladrillos" (Getafe). Se analizaron 25 muestras procedentes de las cuadrículas E'-6'Fondo 13 y A'-2'Fondo 56-57 del yacimiento, en orden cronológico, desde la superficie a los 120 cm de profundidad. No se realizó diagrama polínico.

El tratamiento químico utilizado para cada una de las muestras analizadas, en los 12 análisis palinológicos, ha sido el clásico (ClH, FH, KOH) según LÓPEZ GARCÍA (1984), con concentracción del polen mediante flotación en licor denso de Thoulet (GOEURY & BEAULIUE, 1979), tinción de la muestra con fuschina básica y montaje en glicerol.

En la preparación de las muestras se utilizó asimismo un agitador de ultrasonido (BRANSON, model 250/450 Sonifier), así como fibras de vidrio (type ALE) de 25 mm de Gelman Sciencies, para la separación de la fracción polínica del licor de Thoulet.

La determinación de los tipos polínicos se realizó según MOORE & WEBB (1978), y con la ayuda de la palinoteca del Centro de Estudios Histórico (C.E.H., C.S.I.C., Madrid).

Con los resultados obtenidos se elaboraron los diagramas polínicos correspondientes (Figs. 2-10), en las que figuran el número de palinomorfos por nivel arqueológico, los porcentajes de cada uno de los táxones, así como la curva que relaciona el polen arbóreo y no arbóreo (AP/NAP).

RESULTADOS

Dado que el número de análisis polínicos realizados ha sido alto, hemos preferido comentar brevemente los resultados de ellos, otorgando la preferencia al análisis comparativo entre los resultados obtenidos respecto de ambos sistemas sedimentarios, sedimentos hidroturbosos y yacimientos arqueológicos.

En las figuras 2-10 se presentan los diagramas palinológicos realizados correspondientes a 2 depósitos naturales y 6 yacimientos arqueológicos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De manera general se puede afirmar que existen notables diferencias en la tafonomía de los conjuntos polínicos y en la incorporación del polen a los dos tipos de medios sedimentarios considerados en nuestro estudio, yacimientos arqueológicos e higroturba.

Los cambios del paisaje reflejados por los análisis en yacimientos arqueológicos traducen la proximidad de asentamientos humanos (VÁZQUEZ, 1992).

Sin duda, la formación y características del medio de sedimentación influyen notablemente en el grado de representatividad de las fitoasociaciones presentes durante la génesis de los mismos.

En las turberas se manifiesta una riqueza florística relativamente grande, especialmente de especies del N.A.P., así como una curva regular de la relación A.P./T.

Especies de ámbitos puramente acuáticos tales como *Nymphaea*, *Nuphar*, *Potamogeton* aparecen por igual en ambos tipos de muestras aunque sus porcentajes son mayores respecto al resto del N.A.P. en análisis de sedimentos higroturbosos. Las Cyperaceae, que junto a los esfagnos (*Sphagnum* spp.) son plantas básicas en la formaciones de algunos tipos de turberas aparecen igualmente sobrerrepresentadas en los análisis polínicos de turberas.

Como puede observarse a través de los resultados presentados (Fig. 2-10), es sin duda la deforestación, manifiesta mediante unos porcentajes arbóreos bajísimos, la nota más sobresaliente que se puede deducir en primera instancia de los resultados obtenidos.

Este bajo porcentaje de táxones arbóreos puede en sí deberse a dos causas. Por un lado, a la ya nombrada deforestación, cuyo origen es claramente antrópico y, que con seguridad viene mayormente reflejada en la cobertura arbórea anexa a sistemas fluviales, en los cuales las choperas, saucedas y olmedas fueron sustituídas junto a su cortejo florístico, por cultivos de regadío, principalmente de leguminosas variadas.

En otro lugar, podríamos decir que el bajo porcentaje arbóreo puede igualmente deberse a la propia naturaleza del clima local y en general de todo el SE de Madrid, tachado de subestepario, fuertemente xérico, sustentado además por una vegetación caliza en mucho casos e incluso gipsófila que, en sí darían un espectro florístico semejante al que informa el diagrama polínico (IZCO, 1984).

En base a ello, y ya desde un principio podríamos afirmar que la vegetación que viene representada por los diagramas polínicos es muy semejante a la actual, en la que apenas existe cubierta forestal manifiesta, ni encinares, ni coscojares, ni bosque ripario o, en su defecto "pies de árbol" dispersos pero nunca formando bosque, y sí, abundancia de cultivos de regadío y secano, preponderancia de especies nitrófilas y ruderales, más abundantes en entornos urbanos o de

influencia antrópica.

A la espera de la confirmación de las dataciones por C-14, la mayoría de los análisis polínicos realizados se encuadran cronológicamente en la transición subboreal-subatlántico. La influencia manifiesta del hombre en el medio, nos impide establecer las correspondientes correlaciones correctas entre los resultados obtenidos para los dos medios sedimentarios estudiados.

No obstante, si se han podido concluir ciertos puntos de contraste en la comparación establecida para ellos:

1. Sobrerrepresentación de Cichorieae (Compositae) así como de otras Compositae, principalmente tubulifloras, en los análisis procedentes de yacimientos arqueológicos, por causas naturales y/o influencia antrópica. Tales hechos se manifiestan fuertemente en los yacimientos de Pontón de la Oliva, Cueva del Sifón, Fabrica de Ladrillos, Caserío de Perales, Villaverde-91 y sobre todo, en El Ventorro, donde las Cichorieae superan incluso el 75% del N.A.P.

2. Notable representación del polen arbóreo (A.P.) en los diagramas correspondientes a depósitos naturales (Fig. 2 y 3), donde el A.P. mantiene niveles porcentuales sobre el 20% de una manera más o menos constante a lo largo de los perfiles polínicos estudiados. El número de táxones del A.P. es relativamente alto, presentándose entre otros *Quercus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Olea*, *Juglans*, *Populus*, *Salix* y *Corylus*. *Pinus* (posiblemente *P. halepensis*), está sumamente representado, alcanzando en los niveles más actuales hasta un 40% del A.P., posiblemente como consecuencia de masivas repoblaciones.

En los yacimientos arqueológicos, el polen arbóreo es escaso, restringido en muchos casos a *Pinus*, siendo el resto de táxones del A.P. muy puntuales en los diagramas.

3. Tanto el olivo (*Olea*) como el nogal (*Juglans*) fueron cultivados durante la Prehistoria del SE de Madrid, junto a cultivos de regadío principalmente de Leguminosas. El olivo aparece predominantemente representado en los diagramas correspondientes a yacimientos arqueológicos, sobre todo en el Pontón de la Oliva donde alcanza un 80% del A.P. *Juglans* es escaso y aparece por igual en ambos medios sedimentarios, aunque generalmente alcanza mayores porcentajes dentro del A.P. en los correspondientes a depósitos naturales. Algo semejante puede afirmarse de las Fabaceae, cuya presencia posiblemente responde, por su alto porcentaje (hasta un 15-20% del N.A.P. en ciertas ocasiones), al cultivo de leguminosas, principalmente en regadíos anexos a los sistemas fluviales.

4. Aparición puntual de polen de Cerealia (Castillo de Barajas, Pontón de la Oliva, Laguna de Ajalvir, Cueva del Sifón), indicativa de la no existencia de cultivos cerealísticos en la Prehistoria del SE y E de Madrid, aunque sí posiblemente en zonas cercanas, desde las cuales el polen pudo transportarse por el viento hasta los sedimentos estudiados. Junto al cereal, se hacen frecuentes otros táxones de ámbitos nitrófilos y/o subnitrófilos, caso de las Cichorieae, Anthemideae y otras Compositae, Chenopodiaceae y *Plantago*. Todos ellos, abundan

predominantemente en los diagramas procedentes de yacimientos arqueológicos, donde la presencia del hombre determinaría un fuerte efecto antropizante sobre el medio, con el consiguiente aporte de nitrógeno al suelo, de tal manera que aumentara notablemente el elenco de vegetales favorecidos por tal proceso.

5. Presencia de ciertos palinomorfos pertenecientes a táxones de la flora alóctona actual del SE de Madrid, como el abedul (*Betula*) y el avellano (*Corylus*), posiblemente reflejos de periodos climáticos anteriores, ya que en la actualidad, se comportan como elementos relícticos en hábitats ecológicos favorables, principalmente en la media y alta montaña de la sierra madrileña. *Betula* aparece representado por igual en ambos tipos de sedimentos, estando presente en los yacimientos de Caserío de Perales y El Ventorro. *Corylus* aparece tanto en depósitos naturales (Laguna de Ajalvir) como en yacimientos arqueológicos (Castillo de Barajas).

6. El número de táxones en los análisis procedentes de depósitos naturales es sensiblemente mayor que el presente en yacimientos arqueológicos, sobre todo en referencia a los táxones propios de ámbitos acuáticos, ya sea de la cobertura arbórea (*Alnus*, *Ulmus*, *Salix*, *Populus*, *Fraxinus*) o herbácea (Cyperaceae, Liliaceae, Ranunculaceae, etc). Estos hechos se explican fácilmente si atendemos al tipo de sedimento de partida y a su origen lacustre. En los diagramas de yacimientos arqueológicos el bosque ripario apenas aparece, posiblemente debido a su deforestación para la implantación posterior de cultivos de regadío. No obstante, *Alnus* está presente en el Castillo de Barajas y en Las Fronteras; *Ulmus* en el Pontón de la Oliva, Cueva del Sifón, Caserío de Perales y El Ventorro; *Fraxinus* en Las Fronteras y Caserío de Perales y *Populus* en El Ventorro.

La existencia en ciertas ocasiones de porcentajes relativamente altos, dentro del N.A.P., de táxones propios de ámbitos acuáticos, en aquellos diagramas procedentes de yacimientos arqueológicos, puede intrerpretarse como consecuencia de la previa deforestación, y ante la inexistencia de una cobertura arbórea e incluso arbustiva en el extinto bosque ripario, el elenco de herbáceas del N.A.P. aumentaría considerablemente al tener mayor areal en el que distribuirse.

7. Alta representación de Pteridófitos en los análisis procedentes de ambos medios sedimentarios, algo mayor en los depósitos naturales.

8. El resto de táxones están representados por igual, aproximadamente, en ambos tipos de medios de sedimentación.

REFERENCIAS

ASQUERINO, M.D. 1987.- Contribución de la Palinología a la reconstrucción del medio en la Prehistoria andaluza: La Cueva del Nacimiento (Pontones, Jaén). *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.*, 3: 91-100.

COUTEAUX, M. 1977.- A propos de l'interpretation des analyses polliniques de sédements minéraux, principalment archéologiques. In Laville, H. & Renault-Miskovski, J. (Eds.): *Approche écologique de l'homme fossile*. Suppl. de l'A.F.E.Q., Paris, pp. 259-276.

DUPRE, M. 1979.- *Breve manual de análisis polínico*. Instituto Juan Sebastian Elcano, C.S.I.C., Departamento de Geografía, Universidad de Valencia.

GOEURY, C.L. & J.L. BEAULIEU. 1979.- A propos de la concentration du pollen a l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores*, 23 (1-2): 239-251.

IZCO, J. 1987.- *Madrid Verde*. C.A.M. ICONA. 517 pp.

LOPEZ-GARCIA, P. 1978.- Resultados polínicos del Holoceno en la Península Ibérica. *Trab. Prehist.*, 35: 9-44.

- 1984.- Aplicaciones de la Palinología a la Prehistoria: métodos utilizados y resultados. *Actas Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica*, 309-317. Soria, 1981.

- 1986.- Estudio Palinológico del Holoceno Español a través del análisis de yacimientos arqueológicos. *Trab. Prehist.*, 43: 143-158.

MOORE, P.D. & J.A. WEBB.- 1978. *An illustrated guide to Pollen Analysis*. Hodder & Stroughton. London.

PEÑALBA, M.C. 1989.- *Dynamique de vegetation tardiglaciare et holocéne du centre-nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique*. Thése en Sciences. Université d'Aix-Marseille III.

VAZQUEZ, R. 1992.- *Evolución del paisaje vegetal durante el Cuaternario reciente en la zona central y oriental de la Sierra de Guadarrama a partir del análisis polínico.* Tesis doctoral (inédit.). Universidad de Alcalá de Henares. Facultad de Ciencias. Madrid.

CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LAS SIERRAS SEPTENTRIONALES DE GALICIA DESDE EL FINAL DEL TARDIGLACIAR

PABLO RAMIL REGO & Mª JESÚS AIRA RODRÍGUEZ

Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Farmacia. Universidad de Santiago.
E-15706 Santiago de Compostela (Galicia)

Recibido: septiembre 1994

Palabras claves: Palinología, Paleovegetación, Tardiglaciar, Holoceno.

Key words: Palynology, Paleovegetation, Holocene.

RESUMEN

Se realiza la reconstrucción paleobotánica y paleoecológica de las Sierras Septentrionales de Galicia (NO España), a partir de la integración de datos sedimentológicos, cronológicos y palinológicos.

SUMMARY

Palaeobotanic and palaeoecological reconstructions in the Sierras Septentrionales de Galicia (NW. Spain) were applied to sedimentological, chronological and palynological investigations.

INTRODUCCIÓN

Las Sierras Septentrionales de Galicia constituyen el extremo occidental de los denominados Monte Galaico-Asturianos, sistema montañoso que delimita el sublitoral Cantábrico frente a las planicies de la Meseta de Lugo o Terra Chá. Su núcleo central está formado por la Sierra del Xistral, que alcanza en el pico Cadramón la cota máxima de 1060 m. La transición con los territorios sublitorales se establece mediante un conjunto de pequeñas elevaciones (Montes del Buio, Montes das Cabaleiras), que raramente alcanzan cotas superiores a 600 m. Hacia el Sur se pasa gradualmente a la Serra da Carba, que sirve de límite con la Terra Chá.

Las referencias paleoambientales para el Cuaternario de esta zona comienzan con el trabajo de BELLOT & VIEITEZ (1945) en la Braña de Boedo y continuados posteriormente por MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ (1961) en la turbera de los Montes del Buio, Viveiro; Moucide (DELIBRIAS *et al.*, 1964; NONN, 1966);

ISSN 0211- 7150

Podzsol, de Ferreira (JATO, 1974); Turbera de los Montes del Buio, Vilacampa; Buio I, Buio II (VAN MOURIK, 1986) y Castro de Vixil (AIRA *et al.*, 1989). La importancia paleoambiental y biogeográfica de este territorio nos ha llevado a plantearnos el estudio de la evolución del paisaje vegetal en el conjunto de las Sierras Septentrionales, a partir del estudio polínico de una serie de depósitos turbosos y registros arqueológicos (Fig. 1).

RESULTADOS Y DISCUSION

La correlación de los diferentes análisis polínicos (**Fig.** 2,3,4), apoyada en más de 40 dataciones absolutas, junto con datos edafológicos, carpológicos y arqueológicos (RAMIL, 1992; RAMIL & AIRA, 1990; 1992b,c,d; RAMIL *et al.*, 1992a), ha permitido obtener una zonación de carácter regional (XCH), que refleja la evolución del paisaje vegetal desde el final del Interestadio Tardiglaciar hasta la actualidad (Fig. 5).

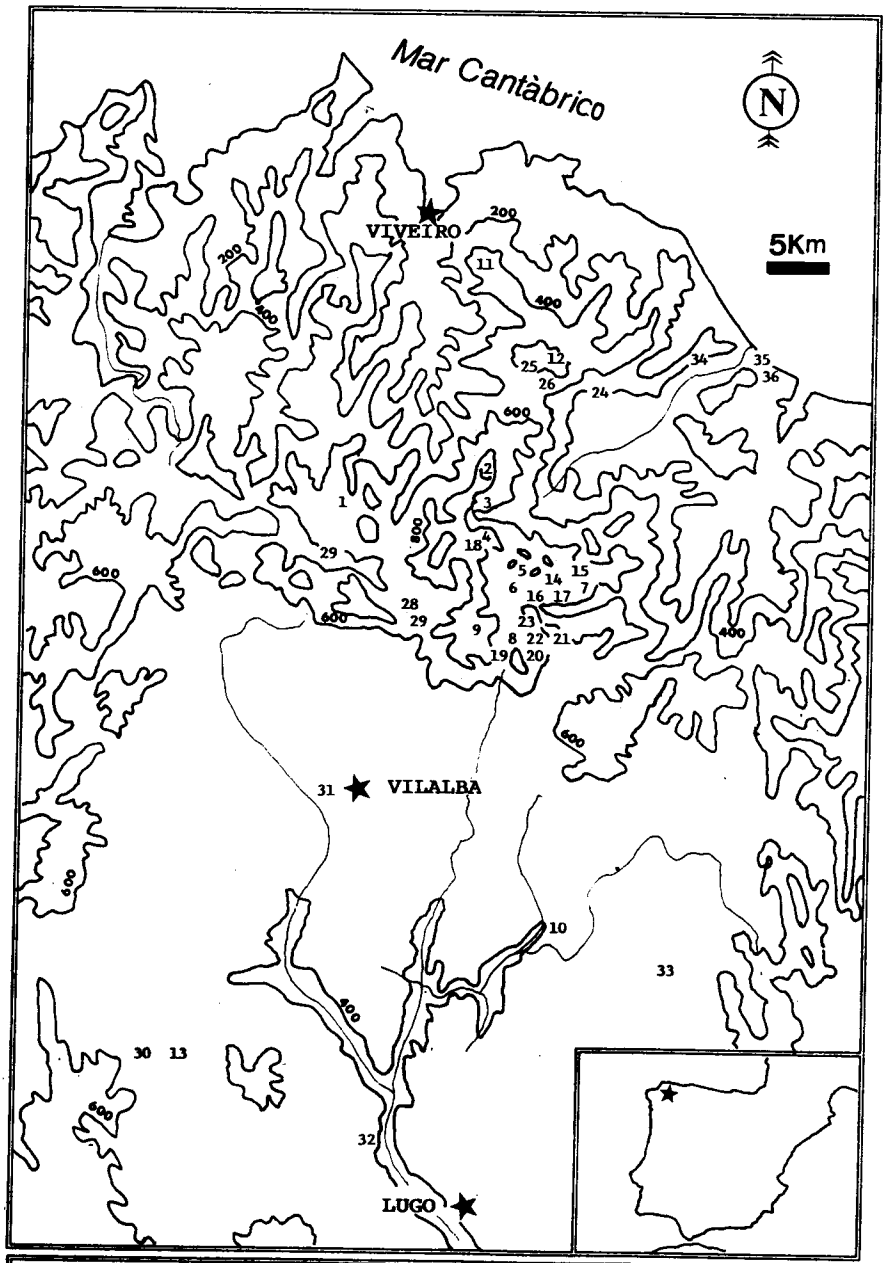
El desarrollo inicial del robledal

En la primera zona polínica (XCH-1), atribuida al Interestadio Tardiglaciar, los porcentajes de polen arbóreo registrados en los espectros de Valdoinferno-I, Pena Grande, Chan da Cruz, al igual que en las turberas del Tremoal do Chan do Lamoso y Tremoal da Pena Vella (RAMIL, 1992; RAMIL *et al.*, 1992a; RAMIL & AIRA, 1992b), permiten considerar un desarrollo limitado de las formaciones arbóreas en el paisaje, con predominio de los taxones mesófilos caducifolios (*Quercus*, *Corylus*), frente a los elementos de carácter boreal (Tp. *Pinus sylvestris*, *Betula*).

El desarrollo de los taxones mesófilos alcanza durante el Interestadio Tardiglaciar su mayor desarrollo en el Sur de la Península, como se deduce del diagrama de Padul (PONS & REILLE, 1988), mientras que el extremo nororiental, al igual que en Pirineos, la presencia de elementos mesófilos es meramente testimonial, constatándose una clara hegemonía de las formaciones de *Pinus-Betula* (PEÑALBA, 1989; REILLE, 1990). Por el contrario en las áreas montañosas continentales de la región noroccidental peninsular, Lago Mayor o Lago de Ajo (WATTS, 1986); Lago de Sanabria (TURNER & HANNON, 1988); Laguna de las Sanguijuelas (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÚTZ, 1961), Lagoa Marinho (RAMIL & AIRA, 1993), a pesar del predominio de los porcentajes de *Pinus*, los elementos mesófilos mantienen una mayor representación que en el extremo noroccidental, pero inferior a la de las Sierras Septentrionales.

El detrimento de la vegetación arbórea

Las zonas polínicas XCH-2 y XCH-3 corresponden con un importante descenso de los porcentajes del polen arbóreo, mantienen en los diagramas la presencia de los taxones mesófilos (*Quercus*, *Corylus*). El detrimento arbóreo, puede relacio-



TURBERAS Y LAGUNAS: Gañidoira 1; Chan do Lamoso 2; Río das Furnas 3; Charca do Chan da Cruz 4; Pena Vella 5; Schwejk 6; Pena Veira 7; Sever 8; Veiga de Samarugo 9; Lagoa de Cospeito 10; Montes del Buio, Viveiro 11; Montes del Buio, Ferreira 12; Braña do Boedo 13. SUELOS: Valdoinferno 14; Abrigo-XXIX 15; Xestido-I 16; Xestido-III 17; Chan da Cruz, 18; Arnela-IX 19; Arnela-I 20; Arnela-V 21; Arnela-VII 22; Arnela-III 23; Podzol Ferreira 24; Buio-I 25; Buio-II 26; Pena Grande 27; Fervedes-II 28; Prado do Inferno 29; Pena Xiboi 30; Castro Vixil 31; Castro Penarrubia 32; Castro Viladonga 33; DEPOSITOS INORGANICOS: Moucide 34; Area Longa 35; Nois 36.

Figura 1.- Distribución geográfica de los análisis polínicos.

ZONACION POLINICA												
REGIONAL	LOCAL	GANDOIRA	CHAN LAMOSO	RIO FURNAS	CHAN DA CRUZ	PENA VELLA	SCHUEJK	PENA VEIRA	SEVER	SAMARUGO	COSETITO	CARACTERISTICAS POLINICAS
XCH												
17	21		25									Ericaceae-Poaceae Predominio de Tp. Pinus pinaster Presencia de Eucalyptus
	20	12 9					11	13 12				Pinus Predominio arbóreo.
16	19		24 23	8 7		18 17	10	11	7	9 7	6 5	Ericaceae.Pinus(Quercus-Corylus-Betula) Presencia continua de Tp. P. pinaster Presencia de cereal y Castanea
15	18		22		16		9					Ericaceae-Poaceae-(Quercus-Corylus) Detrimento arbóreo Presencia continua de Castanea
14	17		21				8					Quercus-Corylus Detrimento herbáceas. Aumenta cereal Fagus. Presencia continua de Castanea.
13	16	8 4	20	6 4	15	16 14	7 5	10 8	6 4	6 5	4 1	Ericaceae / Poaceae. Castanea continuo. Aumenta cereal. Fagus, P. pinaster, Juglans.
	15	3		3 1	14	13 11	4	7 6	3	4 3		Quercus-Corylus / Ericaceae-Poaceae Inicio del detrimento arbóreo Castanea y cereal presentes
12	14		19 15		13 11		3 1	5 4	2	2 1		Quercus-Corylus Predominio de polen arbóreo. Aparición de Fagus.
11	13		14 12		10 6			3 1	1			Quercus-Corylus-Ericaceae-Poaceae Aparición de cereal y Tilia Incremento del polen arbóreo.
	12		11		5 3							Poaceae-Quercus Descenso del polen arbóreo
10	11		10		2 1							Quercus-Corylus-Poaceae-Ericaceae Aparición de Tp. P. pinaster
9	10	2										Betula-(Quercus-Corylus) Dominio arbóreo
	9	1	9 8			10						Quercus-Corylus Dominio arbóreo Recuperación de polen arbóreo.
8	8		7 6			9						Poaceae-Quercus-Corylus / Poaceae Fuerte detrimento de polen arbóreo
7	7		5 4			8 7						Quercus/Corylus-Quercus Dominio arbóreo Incremento de higrófilas.
6	6		3			6						Quercus-Corylus-Poaceae/Ericaceae Inicio de la expansión de Corylus Presencia de Castanea
5	5		2			5						Poaceae-Quercus Inicio de la expansión de Quercus Presencia de Abies y Ulmus
4	4					4						Poaceae-Cyperaceae-Pinus-Betula Débil incremento de Betula Detrimento de Ericaceae
3	3					3						Poaceae-Ericaceae-Pinus Incremento de Pinus y Ericaceae Predominio del polen herbáceo.
2	2					2						Poaceae. Máximo de polen herbáceo. Fuerte detrimento de polen arbóreo
1	1			1		1						Poaceae-(Quercus-Corylus-Pinus) Predominio de polen herbáceo Débil presencia de caducifolios, Pinus

Figura 2.- Zonación polínica. Depósitos turbosos y lacustres.

ZONACION POLINICA

REGIONAL XCH	LOCAL	VALDOINFERNO	ABRIGO XXIX	XESTIDO I	XESTIDO III *	XESTIDO III	CHAN DA CRUZ	ARNELA IX	ARNELA I	ARNELA V	ARNELA VII	ARNELA III	CARACTERISTICAS POLINICAS
16	20		5						10	8			Ericaceae-Poaceae Detrimento de polen arbóreo.
	19				5		7		9				Poaceae-Ericaceae Incremento de polen arbóreo Disminución de Pinus
15	18	11						5 4	8	7			Ericaceae Desciende Pinus
	17	10		3			6		7	6	5	12	Pinus-(Ericaceae-Poaceae)
	16	9 8										11 10	Poaceae-Ericaceae Incremento de Pinus y caducifólios
13	15	7	4						6	5	4		Poaceae-Ericaceae Mínimo arbóreo. Aparece Fagus Incremento de sinantrópicas
	14	6		2					5	4			Poaceae Presencia de Castanea Aparece Tp. P. pinaster
8	13							3					Quercus-Corylus-Poaceae-Ericaceae Incremento de polen arbóreo Aumenta Pteridium
	12		3	1	4 1	2 3	5	2	4	3	3		Ericaceae-Poaceae-Quercus-Corylus Detrimento arbóreo Aumenta Pteridium.
	11		2				4	1	3	2			Ericaceae-Quercus-Corylus
	10	5				1			2	1		9	Quercus-Corylus-Poaceae Descienden Polypodium y Sphagnum
8	9	4	1				3		2		2	8	Corylus-Quercus-Ericaceae-Poaceae Inicio del detrimento arbóreo
7	8	3					3		1		1	7 6	Corylus-Quercus Dominio arbóreo
	7											5	Corylus-Quercus Dominio arbóreo Disminución de Pinus y Poaceae
	6											4	Quercus-Corylus Incremento arbóreo Aumenta Tp. P. sylvestris
6	5											3	Quercus-Corylus Detrimento de Corylus Presencia de Castanea
	4											2	Corylus-Quercus-Poaceae Expansión de Corylus Incremento de Sphagnum
5	3						2					1	Poaceae-Quercus-Polypodium Incremento caducifolio Detrimento de Poaceae
2	2	2											Poaceae Incremento de Tp. P. sylvestris Detrimento de caducifólios
1	1	1					1						Corylus-Poaceae Presencia de Castanea y Ulmus

* Saá Otero En Aira et al., 1989

Figura 3.- Zonación polínica. Yacimientos Sierra del Xistral y valle del Arnela.

ZONACION POLINICA

REGIONAL	LOCAL	PENA GARNDE	FERVEDES II	PRADO DO INFERNO PERFIF A	PERFIF B	PERFIF C	PERFIF D	PENA XIBOI	CARACTERISTICAS POLINICAS
16	10	10		7		9			Ericaceae-Pinus-(Quercus) Aumento del porcentaje arbóreo Desarrollo caducifólios y Pinus
15	9			6					Ericaceae-Quercus-Corylus-Betula Incremento arbóreo Tp. Pinus pinaster
12	8	9	5 3			8		7 3	Ericaceae-(Quercus-Corylus) Presencia de Fagus y Castanea Presencia de polen de cereal
11	7	8		5 3	6	7 4	4		Ericaceae-(Quercus-Corylus) Aparición de polen de cereal Presencia de Tp. P. pinaster
	6				5 4				Quercus-Corylus-Ericaceae
10	5	7 6			3	3 1	3 1	2 1	Ericaceae-(Quercus-Corylus) Presencia de Tp. P. pinaster
6 5	4	5			2				Quercus-Corylus-Ericaceae Desarrollo caducifólio Juniperus, Castanea presentes
3	3	4 2	2 1	2	1				Ericaceae-Poaceae Mínimo arbóreo Presencia de Castanea
2	2			1					Poaceae-Cyperaceae-Ericaceae Mínimo arbóreo
1	1	1							Quercus-Corylus-Ericaceae Desarrollo arbóreo

Figura 4.- Zonación polínica. Yacimientos Terra Chá y cuenca alta del del rio Eume.

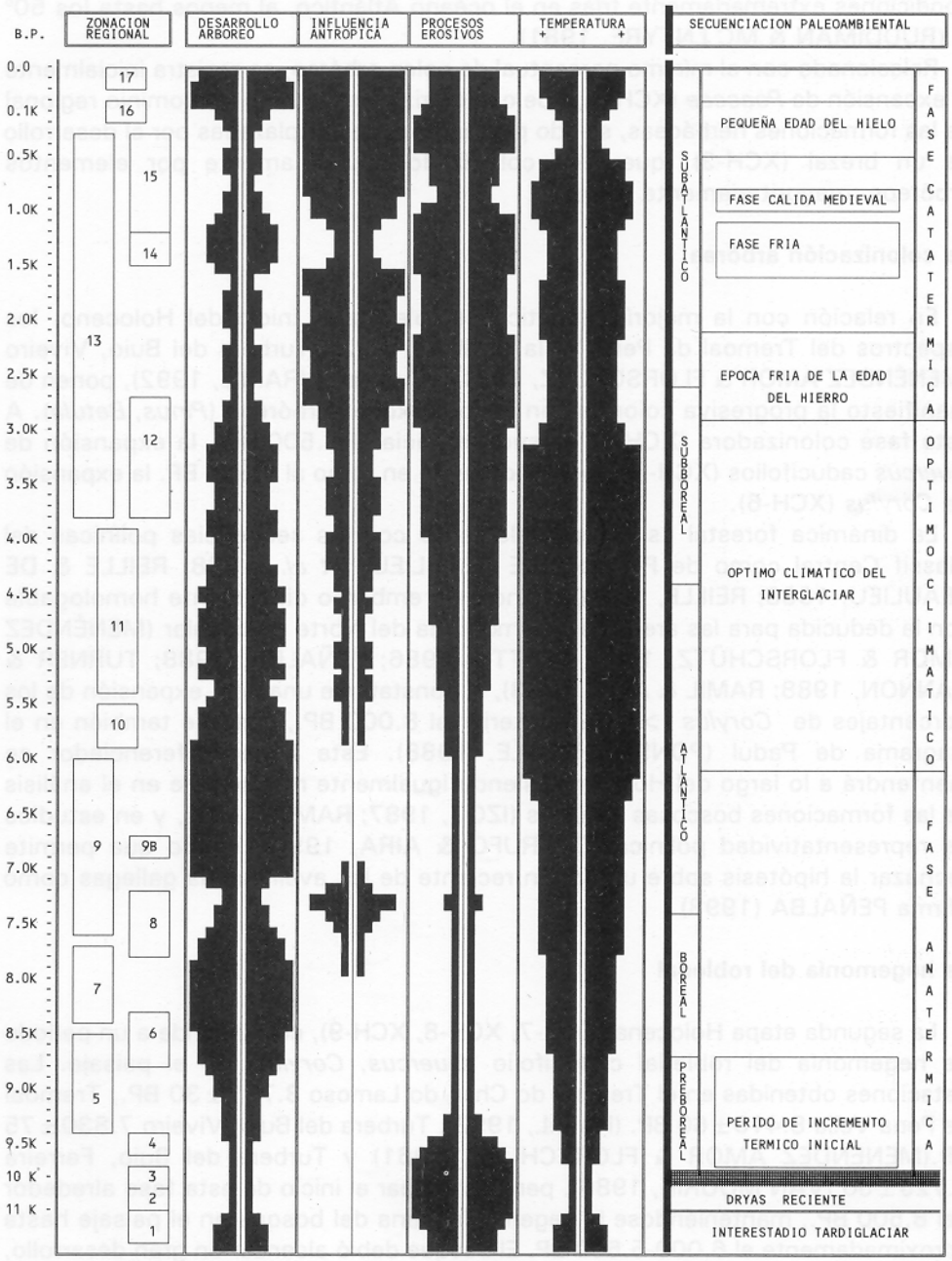


Figura 5.- Atribución cronológica e interpretación paleoambiental de la secuencia polínica.

narse con el recrudecimiento climático existente entre 11.000-10.000 BP., provocado por el avance del frente polar, originando el retorno de unas condiciones extremadamente frías en el océano Atlántico, al menos hasta los 50° N (RUDDIMAN & MC LNTYRE, 1981).

Relacionado con el mínimo porcentual de polen arbóreo, se registra inicialmente la expansión de *Poaceae* (XCH-2), que caracteriza una fase de predominio regional de las formaciones herbáceas, siendo posteriormente remplazadas por el desarrollo de un brezal (XCH-3), que será colonizado paulatinamente por elementos arbóreos, mayoritariamente *Pinus*.

La colonización arbórea

En relación con la mejoría climática establecida al inicio del Holoceno, los espectros del Tremoal da Pena Vella (RAMIL, 1992), Turbera del Buio, Viveiro (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1961) y Arnela-III (RAMIL, 1992), ponen de manifiesto la progresiva colonización de los taxones arbóreos (*Pinus*, *Betula*). A esta fase colonizadora (XCH-4), la sucede hacia el 9.500 BP., la expansión de *Quercus* caducifolios (XCH-5) y posteriormente en torno al 8.500 BP. la expansión de *Corylus* (XCH-6).

La dinámica forestal es comparable tanto con las secuencias polínicas del Massif Central como de Pirineos (DE BEAULIEU *et al.*, 1988; REILLE & DE BEAULIEU, 1988; REILLE, 1990), siendo sin embargo dificilmente homologable con la deducida para las áreas de alta montaña del Norte Peninsular (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1961; WATTS, 1986; PEÑALBA, 1988; TURNER & HANNON, 1988; RAMIL & AIRA, 1993), al constatarse una neta expansión de los porcentajes de *Corylus* (>25%), anterior al 8.000 BP., ausente también en el diagrama de Padul (PONS & REILLE, 1988). Este hecho diferenciador se mantendrá a lo largo del Holoceno, siendo igualmente reconocible en el análisis de las formaciones boscosas actuales (IZCO, 1987; RAMIL, 1992), y en estudios de representatividad polínica (CATRUFO & AIRA, 1990), hecho que permite rechazar la hipótesis sobre un origen reciente de las avellanedas gallegas como afirma PEÑALBA (1993).

La hegemonía del robledal

La segunda etapa Holocena (XCH-7, XCH-8, XCH-9), corresponde a un periodo de hegemonía del robledal caducifolio (*Quercus*, *Corylus*) en el paisaje. Las dataciones obtenidas en el Tremoal do Chan do Lamoso 8.785 ± 30 BP., Tremoal da Pena Vella 8.410 ± 60 BP. (RAMIL, 1992), Turbera del Buio, Viveiro 7.830 ± 75 BP.(MENENDEZ AMOR & FLORSCHUTZ, 1961) y Turbera del Buio, Ferreira 7.725 ± 50 (VAN MOURIK, 1986), permiten situar el inicio de esta fase alrededor del 8.500 BP., manteniéndose la hegemonía plena del bosque en el paisaje hasta aproximadamente el 6.000-5.500 BP. El bosque debió alcanzar un gran desarrollo, con densas formaciones cubriendo las laderas y valles, mientras que en la zonas de cumbres y áreas más deprimidas se desarrollarían formaciones turbófilas y comunidades arbustivas sobre las laderas más pronunciadas y roquedos.

La hegemonía del robledal es sin embargo interrumpida por una fase de detrimento arbóreo (XCH-8), cuya fase culminante es datada entre el 7.800-7.300 BP., coincidiendo con el auge local del poblamiento Epipaleolítico (RAMIL, 1992; LLANA *et al.*, 1993), atribuyéndose la perdida del arbolado a la acción humana. La posterior recuperación de los porcentajes de polen arbóreo ponen de manifiesto el predominio absoluto del robledal en el paisaje (XCH-9). Al final de este periodo los abundantes macrorrestos de *Betula alba* L. existente en los niveles turbosos del Tremoal da Gañidoira (6.895 ± 50 BP.) permiten considerar la progresión del abedular (XCH-9b) sobre los depósitos turbosos.

La consolidación y hegemonía del robledal caducifolio (*Quercus*, *Corylus*) a lo largo del intervalo 8.500-6.000/5.500 BP. es simultanea con la difusión de diversos taxones: *Alnus*, *Ulmus*, *Ilex*, *Salix*, *Sambucus*, *Frangula*, *Castanea*, etc., observándose una drástica reducción de las Gimnospermas (Tp. *Pinus sylvestris*, *Abies*, *Juniperus*), y la ausencia de especies arbóreas de carácter Mediterráneo.

El inicio del detrimento arbóreo

En el periodo 6.000-5.500 BP. (XCH-10) se mantendría de forma global la hegemonía del robledal en el paisaje, aunque se evidencian episodios deforestadores, situados a partir del 5.880 ± 90 BP. en el espectro de la Charca do Chan da Cruz (RAMIL, 1992) y en un momento anterior al 4.740 ± 40 BP. en la turbera de los Montes del Buio (VAN MOURIK, (1986). Los datos paleobotánicos y arqueológicos permiten relacionar las pulsaciones deforestadoras, al igual que las registradas en la zona polínica XCH-8, con un dinámica provocada por la acción humana sobre el medio, en un momento todavía anterior a la aparición regional de los primeros síntomas de actividad agrícola.

La aparición de la agricultura

A partir del 5.500 BP., en relación con la fase de óptimo climático del postglaciar (Fig. 5), se registra en la mayoría de los diagramas la difusión de un conjunto de taxones termófilos: *Tilia*, *Carpinus*, *Arbutus*, *Humulus*, dentro de las formaciones boscosas (XCH-11). A pesar de la preexistencia de las prácticas deforestadoras la vegetación arbórea mantiene todavía a lo largo de este periodo, su importancia en la región. Los procesos deforestadores de este periodo coinciden, en la mayoría de los diagramas, con la presencia de los primeros síntomas de una actividad agro-pastoril. Cronológicamente la aparición de polen de cereal se registra en las Sierras Septentrionales a partir de la datación 5.490 ± 90 BP. obtenida en el Tremoal da Pena Veira; anterior al 5.475 ± 40 BP. en Chan do Lamoso y desde el inicio de la secuencia del Tremoal de Sever (5.090 ± 90 BP.). Siendo igualmente anterior a la fecha de 4.740 ± 40 BP. en el espectro de los Montes del Buio ((VAN MOURIK, 1986). En los yacimientos arqueológicos la presencia más antigua de polen de cereal corresponde a los niveles del Neolítico Final del yacimiento de Prado do Inferno (4.140 ± 120 BP.).

Los episodios deforestadores conducen a un periodo de actividad agrícola/pastoril en el entorno "*Landnams*", sujeta a variaciones temporales y

territoriales, en función de la desigual presión antrópica. A partir de este momento la evolución del paisaje estará fuertemente condicionada por el grado de antropización, provocando una disimilitud territorial en la evolución del paisaje.

La aparición de fagus

En los territorios sometidos a una menor presión humana persistirá durante un cierto tiempo (XCH-12), la importancia de las formaciones arbóreas, siendo *Quercus* y *Corylus* los taxones dominantes, acompañados por *Betula*, *Alnus*, *Pinus* y *Ulmus*, que mantienen generalmente una presencia casi continua. El resto de los taxones arbóreos alcanzan una menor representación, registrándose sin embargo un aumento en la diversidad: *Tilia*, *Ilex*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Castanea*, *Fagus*, *Salix*, *Arbutus*, *Frangula*, *Sambucus*, junto a Tp. *Pinus pinaster* y Tp. *Pinus sylvestris*.

La aparición de *Fagus*, en la turbera de Chan do Lamoso se produce en un momento posterior a la datación 5.475±40 BP. y anterior al 3.405±40 BP., mientras que en los Montes del Buio ((VAN MOURIK, 1986) se registra entorno al 3.680±35 BP. La cronología obtenida en ambos diagramas contradice la dinámica propuesta por HUNTLEY & BIRKS (1983) y recientemente por PEÑALBA(1989,1993). A diferencia de otros territorios vecinos, donde la deforestación favorece la expansión del hayedo (PEÑALBA, 1989), los porcentajes de *Fagus* en nuestros diagramas, atestiguan únicamente la presencia de individuos aislados. La distribución de *Fagus* deducida de los análisis polínicos de las Sierras Septentrionales puede relacionarse fácilmente con las formaciones que todavía permanecen en las montañas orientales y surorientales de Galicia (BELLOT, 1966; IZCO *et al.*, 1986; IZCO, 1987; RAMIL, 1992) que en gran medida constituyen el límite occidental de su área de distribución. La representación polínica y la información fitosociológica obligan a rechazar la hipótesis de PEÑALBA(1993), sobre la inexistencia de hayedos en el extremo occidental de la Península.

El desarrollo de la estepa cultural

La progresión de los procesos antrópicos sobre el medio provocará de forma asincrónica (Fig. 5) un fuerte detrimento de los porcentajes de polen arbóreo (50-25%), que alcanza en la mayoría de los espectros mínimos inferiores al 25%. Dinámica simultanea con una disminución generalizada de la concentración polínica total. La débil representación de la vegetación arbórea, es equiparable a la registrada en los periodos más fríos del último interestadial, pero el detrimento del polen arbóreo no responde a un cambio climático global, sino que coincide con el aumento de los procesos deforestadores y de la actividad agrícola.

El incremento de la acción humana provocará la destrucción de la cubierta vegetal arbórea y su sustitución por formaciones con predominio de *Poaceae*, *Erica* y *Calluna*, acompañadas en menor proporción por: *Ulex*, *Thymelaea*, *Cistaceae*, *Polygala*, *Gentiana*, etc. De forma simultánea en la mayoría de los diagramas la curva de *Castanea* y la del polen de cereal se hace continua, mientras se detecta la presencia de polen de *Juglans* (XCH-13). Las fuertes

variaciones porcentuales y cuantitativas de este periodo indican una vegetación inestable, en respuesta a las variaciones de la presión antrópica, que repercute igualmente en los suelos, provocando su erosión, sobre todo en áreas de topografías más adversas, con deposición de arenas y gravas en los perfiles de la mayoría de las turberas de fondos de valle y en los yacimientos al aire libre (LLANA *et al.*, 1993).

Las dataciones absolutas permiten situar la aparición de *Juglans*, el inicio de la curva continua de *Castanea* y el desarrollo pleno de la "*Estepa cultural*", hacia el 2.600-2.500 BP. Si el periodo de mínimo arbóreo se produce al comienzo del Subatlántico, parece lógico atribuir al inicio de la estepa cultural, una cronología netamente Subboreal, como se deduce de las dataciones absolutas obtenidas en el Tremoal da Gañidoira 3.735±40 BP.; 3.195±35 BP. y en el Tremoal da Pena Vella 3.210±35 BP. La cronología obtenida para el inicio de este evento indica, sin embargo, una relación temporal entre el inicio de la "Estepa cultural" y la difusión regional de *Fagus*. La antropización del medio ocurrida a lo largo de este período pudo de este modo haber jugado un papel importante a la hora de impedir la expansión de este taxón.

La recuperación arbórea

En el diagrama del Tremoal de Schwejk (RAMIL, 1992), tras el periodo de desarrollo de la "Estepa cultural" y la deposición de gravas, el porcentaje arbóreo se recupera alcanzando valores máximos del 60% (XCH-14). Este incremento arbóreo se evidencia igualmente en el espectro del Tremoal do Chan do Lamoso (RAMIL, 1992) y en la Turbera de los Montes del Buio, Ferreira ((VAN MOURIK, 1986). La recuperación arbórea en estos espectros no implica una neta reforestación del territorio, observándose para este mismo período el mantenimiento de la fase de "estepa cultural" (XCH-13), en el diagrama de la Lagoa de Cospeito 1.605±35 BP. y en el Tremoal da Pena Vella 1.240±50 BP., lo que permite considerar que la recuperación arbórea mantuvo un carácter desigual en el conjunto de las Sierras Septentrionales (Fig. 5).

La evolución reciente del paisaje

Tras la recuperación parcial de la vegetación arbórea registrada en la zona XCH-14, se inicia una fase de detrimento generalizado del porcentaje de polen arbóreo (XCH-15), que afecta fundamentalmente a *Quercus* y *Corylus*. A pesar de la importante reducción numérica y porcentual de los taxones arbóreos, la curva de *Castanea* se mantiene todavía continua en los espectros del Tremoal do Chan do Lamoso. El detrimento arbóreo es simultáneo con el incremento de los porcentajes de Ericaceae y Poaceae, manteniendo una presencia constante los taxones segetales y el polen de cereal.

En la turbera de los Montes del Buio ((VAN MOURIK, 1986), el detrimento definitivo de los porcentajes de polen caducifolio, se registra a partir del 1.510±60 BP. La destrucción del arbolado conduce a una deposición de arenas y gravas, anterior al inicio de la expansión regional de *Pinus*. Esta deposición

permite considerar dos fases de fuerte actividad erosiva en el medio. La más antigua datada en el Podzol de Ferreira (JATO, 1974), en torno al 2.500 BP., coincide con el comienzo de las curvas continuas de cereal y *Castanea* (XCH-13) y la segunda posterior al 1.500 BP., fecha que marca el definitivo detrimento del robledal (XCH-15), en un momento previo a la expansión de *Pinus* (XCH-16). A un periodo intermedio entre ambas fases erosivas, podemos atribuir la zona polínica XCH-14, en la que todavía la vegetación arbórea caducifolia juega un papel importante en el paisaje.

La fase de incremento arbóreo (XCH-14), puede relacionarse con el final del Imperio Romano, mientras que el detrimento definitivo del robledal (XCH-15) parece coincidir con la llegada de los árabes a la Península Ibérica (711 D.C.). La expansión inicial de *Pinus*, que caracteriza la zona polínica XCH-16, reflejaría las repoblaciones forestales efectuadas a finales del Siglo XVIII. Los porcentajes de *Pinus* no alcanzarán sin embargo su máxima representación hasta el inicio de la última zona (XCH-17), en relación probablemente con la fuerte actividad repobladora desarrollada en la segunda mitad de este siglo. En las muestras más recientes se produce un descenso en los porcentajes del polen de coníferas, como consecuencia de los incendios forestales registrados en las últimas décadas, hecho que coincide con la aparición de polen de *Eucalyptus globulus* Labill.

CONCLUSIONES

La vegetación preholocena, revela unas condiciones climáticas lo suficientemente frías, para impedir el desarrollo pleno de la vegetación arbórea que se alcanzara posteriormente durante el presente interglaciar. Inicialmente se establece un episodio con predominio de las formaciones arbóreas caducifolias *Quercus-Corylus*, acompañados en menor proporción por Tp. *Pinus sylvestris* y *Betula*. La interpretación de los diferentes espectros restringe el arbolado a las áreas más protegidas del territorio, situándose esta fase en el Interestadio Tardiglaciar. Posteriormente, durante el Dryas reciente, se reduce el arbolado, dando paso al predominio absoluto de las formaciones herbáceas (*Poaceae*), que son sustituidas por la expansión del brezal en un paisaje todavía débilmente arbolado, donde los porcentajes de Tp. *Pinus sylvestris* ejercen su predominio sobre los escasos caducifolios.

El inicio del Holoceno, corresponde con una fase colonizadora con predominio de *Pinus* y *Betula*, aunque el paisaje se mantiene globalmente desarbolado. A partir del 9.500 BP. se produce la expansión de *Quercus*, que marca la lenta (9.500-8.500 BP.) pero progresiva instalación del robledal en el territorio. La posterior expansión de *Corylus* (8.500 BP.), establece la hegemonía del robledal en el paisaje, a lo largo de un periodo de aproximadamente 3.000 años. A partir del 5.500 BP. el incremento de los procesos deforestadores tiende a disminuir progresivamente la vegetación arbórea. La generalización y progresión de la deforestación alcanzará su mayor intensidad a partir del 3.500-2.500 BP., provocando la sustitución del robledal por formaciones arbustivas y herbáceas,

mientras se incrementan considerablemente las prácticas agrícolas.

REFERENCIAS

AIRA RODRIGUEZ, M.J., M.P. SAA OTERO. & T. TABOADA CASTRO, 1989.- Estudios paleobotánicos y edafológicos en yacimientos arqueológicos de Galicia. *Arqueología/Investigación* nº 4. 134 pp.

BEAULIEU de, J.L., A. PONS & M. REILLE, 1988.- Histoire de la flore et de la végètation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de Micropaleontologie*, 3 (4), pp: 5-36.

BELLOT RODRIGUEZ, F., 1966.- La vegetación de Galicia. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles*, XXIV pp: 1-306.

BELLOT RODRIGUEZ, F. & F. VIEITEZ CORTIZO, 1945.- Primeros resultados del análisis polínico de las turberas galaicas. *Anal. Inst. Edaf. Ecol. y F. Veg.* 2, pp: 281-303.

CATRUFO FERREÑO, M.R. & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1990.- Composición de la lluvia polínica en formaciones de bosque, brezal y turbera a través del análisis de muestras de superficie. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biología)*. 86, nº 1-4, pp: 117-123.

DELIBRIAS, G., H. NONN & M. VAN CAMPO, 1964.- Age et flore d'un depôt periglaciaire reposant sur la rasa cantabrique prés de Burela (Galicie, Espagne). *C.R.A.S.* 259, pp: 4092-4094.

HUNTLEY, B. & H.J.B. BIRKS, 1983.- *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13.000 years ago*. Cambridge University Press. Cambridge, 667 pp.

IZCO SEVILLANO, J., 1987.- Galicia. En: M. Peinado Lorca & S. Rivas Martínez (Eds.). *La vegetación de España*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá. pp: 385-418.

-, J. AMIGO VAZQUEZ, & J. GUITIAN RIVERA, 1986.- Identificación y descripción de los bosques montanos del extremo occidental de la Cordillera Cantábrica. *Trab. Compostelanos de Biología.* 13, pp: 183-202.

JATO RODRIGUEZ, M.V., 1974.- *Contribución a la cronología de suelos por análisis de polen*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Santiago.

LLANA RODRIGUEZ, J.C., A. MARTINEZ CORTIZAS & P. RAMIL REGO, 1993.- Contribución al conocimiento de los procesos postdeposicionales en yacimientos al aire libre con secuencia edáfica de Galicia. *Procesos Postdeposicionales, Arqueología Espacial*, 16-17: 95-104 pp.

MENENDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHUTZ, 1961.- Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación en España durante el Cuaternario. *Estudios Geológicos.* XVII, pp: 83-99.

NONN, H. 1966.- *Les regions cotiéres de la Galicie (Espagne).* Etude géomorphologique. Pub. Fac. Lettres de l'Univ. de Strasbourg, 591 p.

PEÑALBA GARMENDIA, M.C., 1989.- *Dynamique de Végètation Tardiglaciaire et Holocene du Centra-Nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique*. These Doctoral. Universite d'Aix, Marseille III.

PEÑALBA GARMENDIA, M.C., 1993.- Biogeografía holocena de las principales especies forestales del Norte de la Península Ibérica. *Cuadernos de Sección, Historia-Geografía*. 20, pp: 391-409. Donostia.

PONS, A. & M. REILLE, 1988.- The Holocen and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecolgy*. 66, pp: 243-263.

RAMIL REGO, P., 1992.- *La vegetación Cuaternaria de las sierras septentrionales de Lugo a través del análisis polínico*. Tesis Doctoral. Fac. Biología. Univ. de Santiago, 456 p.

- & AIRA RODRIGUEZ, M.J., 1990.- Zonación polínica en diagramas realizados en Coto Valdoinferno y Valle de Arnela (Lugo, España). *Actas del VIII Simposio de Palinología. Asociación de Palinologos de Lengua Española*. Tenerife (Septiembre, 1990). (Aceptado, Julio 1991).

- , A. MARTINEZ CORTIZAS & B. RODRIGUEZ LOBELLE, 1992a.- El yacimiento prehistórico de "A Pena Grande", Vilalba, Galicia, (N.W. Espagne): Análisis polínico y edafológico. *Revue de Paléobiologie*. 1992. 11/1, pp: 231-241. Genève.

- & AIRA RODRIGUEZ, M.J., 1992b.- Contribution al conocimiento de la vegetación tardiglaciar y holocena en el extremo Norte de la Terra Chá (Galicia). *Nova Acta Científica Compostelana* (Bioloxía). 1992, 3: 3-11. Santiago.

- & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1992c.- Estudio palinológico de la turbera de Pena Veira. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. (En prensa).

- & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1992d.- Estudio palinológico del Tremoal de Sever (Lugo). *Acta Botánica*

Malacitana, (En prensa). Malaga.

- & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1993.- Caracterización climática y vegetacional de la Serra do Xerés (Portugal) durante el Tardiglaciar y el Holoceno: Análisis polínico de A Lagoa do Marinho. Comunicación presentada a la III Reunión del Cuaternario Ibérico, Coimbra.

REILLE, M., 1990.- *Leçons de palynologie et d'analyse pollinique*. Editions du CNRS. Paris.

REILLE, M. & DE BEAULIEU, J.L., 1988.- History of the Würm and Holocene vegetation in Western Velay (Massif Central, France): A comparaison of pollen analysis from three corins at lac du Bouchet. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 54, pp: 233-248.

RUDDIMAN, W.F. & A. Mc INTYRE, 1981.- The north Atlantic Ocean during the last deglaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 35. pp: 145-214.

TURNER, C. & HANNON, E., 1988.- Vegetational evidence for late Quaternary climatic changes in Southwest Europe in relation to the influence of the North Atlantic Ocean. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B, 318, pp: 451-485.

VAN MOURIK, J.M., 1986.- *Pollen profils of slope deposits in the Galician area (N.W. Spain)*. Nederlandse Geografische Studies 12, 171 p.

WATTS, W.A., 1986.- Stages of climatic change from full Glacial to Holocene in Northwest Spain, Southern France and Italy: A comparison of the Atlantic Coast and the Mediterranean basin. En: A. Ghazi & R. Fantechi (Eds.). *Current Issuees in Climate Research. Procedings of the EC Climatology Programme Symposium*. Sophia, Antipolis, France. October 1984, pp: 101-111.

ANTROPIZACIÓN Y DESARROLLO AGRÍCOLA EN EL N.O. PENINSULAR, A PARTIR DE ANÁLISIS POLÍNICOS Y PALEOCARPOLÓGICOS

PABLO RAMIL REGO & MARIA JESÚS AIRA RODRIGUEZ

Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Farmacia. Universidad de Santiago. E-15706 Santiago (Galicia)

Recibido: septiembre 1994.

Palabras cave: Palinología, Carpología, Antropización, N.O. Península Ibérica.

Key words: Palynology, carpology, Antropization, NW of Península Ibérica.

RESUMEN

A partir de análisis polínicos y carpológicos procedentes de turberas y yacimientos arqueológicos del NO de la Península Ibérica se caracteriza la influencia antrópica durante el Holoceno.

SUMMARY

Palynological and carpological analysis from peat-bog and archeological sites in NW Iberian is used to characterize the antropic influence during the Holocene.

INTRODUCCIÓN

La investigación paleobotánica del N.O. Peninsular ha estado fuertemente ligada desde su inicio con el estudio y evaluación de la actividad humana sobre el medio; debido a condicionamientos deposicionales y postdeposicionales la información polínica y carpológica corresponde de forma mayoritaria con el Holoceno y en menor medida a los periodos más antiguos del Cuaternario.

En el transcurso de estos últimos años se han ido consolidando trabajos de integración de la información botánica procedente de medios turbosos y lacustres con la obtenida en depósitos inorgánicos y en yacimientos arqueológicos. En la mayoría de los casos el desarrollo de los estudios paleobotánicos se ha realizado de forma simultanea con la integración de datos geomorfológicos, edafológicos, arqueológicos, etc. (AIRA, 1986; AIRA *et al.*, 1989,1992; VAN MOURIK, 1986; RAMIL, 1992a; RAMIL & AIRA, 1992a; etc.).

ISSN 0211- 7150

De acuerdo con estos planteamientos se realiza una sintésis de los datos polínicos y carpológicos, disponibles en Galicia y en el N. de Portugal; con el fin de describir las características de la acción humana sobre el medio, a lo largo del Holoceno.

RESULTADOS

Los primeros procesos deforestadores.

El inicio del Holoceno viene marcado en el extremo N.O. Peninsular por una progresiva colonización arbórea: *Betula-Pinus*, *Quercus* y finalmente *Quercus-Corylus*. Estableciéndose a partir del 8.500 BP. el predominio de las formaciones arbóreas mesófilas sobre el territorio, al menos en las áreas de mediana a baja altitud. La hegemonía regional del robledal iniciada en el 8.500 BP. se mantendría a lo largo de un amplio periodo de aproximadamente tres mil años, caracterizándose los espectros polínicos por un importante porcentaje de polen arbóreo que supera en la mayoría de los espectros el 75%. (RAMIL, 1992a). Hegemonía únicamente por la aparición de episodios deforestadores de carácter local, en aquellas áreas donde el poblamiento Epipaleolítico parece haber sido más intenso. En este sentido los análisis polínicos realizados en yacimientos al aire libre en las Sierras Septentrionales de Galicia (N. de Lugo), evidencian una intensa destrucción del bosque caducifolio, en relación con la fase de máxima ocupación humana, que ha sido datada en Xestido-III hacia el 7.310 ± 160 BP. GrN-16839 (RAMIL, 1992a). El proceso deforestador es igualmente observado en las turberas de la región: Turbera de los Montes del Buio (VAN MOURIK, 1986); alrededor del 7.725 ± 25 BP. GrN-7331, en el Tremoal da Pena Vella y hacia el 7.785 ± 50 BP. GrN-19141 en el Tremoal de Chan do Lamoso (RAMIL 1992a).

En los depósitos turbosos la deforestación viene marcada por una fuerte disminución porcentual y cuantitativa de los principales componentes del polen arbóreo (*Quercus*, *Corylus*), a la vez que se registra un aumento de los taxones arbustivos y/o herbáceos, mayoritariamente *Poaceae* y *Ericaceae*, siendo la presencia de taxones sinantrópicos muy reducida (Fig. 1). La interpretación de estos espectros permite considerar que la deforestación tiene un carácter discontinuo, tanto temporal como espacial, del que se deriva un área de acción reducida junto con una rápida reforestación.

Entre aproximadamente el 6.000-5.500 BP. los diagramas polínicos del N.O. Peninsular muestran la reaparición de episodios de detrimento arbóreo, ahora más frecuentes, que indican un incremento de la presión antrópica sobre el medio, en un momento todavía anterior a la aparición regional de la agricultura. Esta dinámica es datada hacia el 5.880 ± 90 BP. UGRA-319 en el Tremoal da Charca do Chan da Cruz (RAMIL & AIRA, 1993a) y en un momento netamente anterior al 5.475 ± 40 BP. GrN-19143 en el Tremoal do Chan do Lamoso (RAMIL, 1992a), siendo igualmente anterior al 4.740 ± 40 BP. GrN-7330 en la Turbera de los Montes del Buio (VAN MOURIK, 1986). El detrimento arbóreo en estos diagramas

Ausencia -

Presencia
Discontinua ▒
Continua en 3 o más muestras
Máximos <5% ▌
Máximos >5% ▌

	CEREAL	LIGULIFLORAE	TUBULIFLORAE	ASPHODELUS	PLANTAGO	POLYGONACEAE	CHENOPODIACEAE	URTICACEAE	CRUCIFERAE	LEGUMINOSAE	RUBIACEAE	CARYOPHYLLACEAE	PTERIDIUM	CRONOLOGIA	LOCALIDAD	AUTOR
Intervalo 9.000 - 6.000 BP.																
YACIMIENTOS ARQUEOLOGICOS																
Valdoinferno-I	-	▒	▒	-	-	▒	▒	-	▒	-	-	-	▌	Epipaleolítico	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Xestido-III	-	▒	▒	-	▌	▒	▒	-	▒	-	-	-	▒	Epipaleolítico 7.310 BP	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Reiro	?	-	▒	-	▌	-	-	▌	-	-	-	-	-	Mesolítico 6.590 BP	Arteixo (A Coruña)	Saá, 1985
Pena Xiboi	-	▒	▒	▒	▒	-	-	▒	▒	-	-	▒	▌	Epipaleolítico	Guitiriz (Lugo)	Ramil, 1992
DEPOSITOS TURBOSOS																
Pena Vella	-	▒	▒	▒	-	▒	▒	▒	-	▒	▒	▒	▌	8.785 BP	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
A Gañidoira	-	-	-	▒	▌	-	-	-	-	-	-	-	▒	6.895 BP	Muras (Lugo)	Ramil, 1992
Intervalo 5.500 - 3.500 BP.																
YACIMIENTOS ARQUEOLOGICOS																
Prado Inferno-A	-	▌	-	▒	▒	▌	-	▒	▒	▌	-	▒	▒	Neolítico	Muras (Lugo)	Ramil, 1992
Prado Inferno-B	▒	-	▒	-	▒	▒	-	-	▒	▒	-	▒	▒	Neolítico	Muras (Lugo)	Ramil, 1992
Prado Inferno-C	-	▒	▌	▒	▒	▌	-	-	▌	▌	-	▒	▌	Neolítico	Muras (Lugo)	Ramil, 1992
Prado Inferno-D	-	▒	▒	▒	-	▒	-	▒	-	-	-	▒	▒	Neolítico	Muras (Lugo)	Ramil, 1992
Fixón	-	▌	▌	▒	▒	-	-	-	-	▒	-	-	-	Campaniforme	Mos (Pontevedra)	López, 1984a
Regueiriño	-	▌	▌	▌	▌	-	-	▒	▒	▒	-	▒	-	Precampaniforme	Moaña (Pontevedra)	Aira et al. 1989
A Fontenla	▒	▌	▌	▌	▌	-	-	▒	▌	-	-	▌	-	Precampaniforme	Moaña (Pontevedra)	Aira et al. 1989
Lavapés	▒	▌	▌	-	▌	-	-	-	-	▌	-	▒	-	Calcolítico	Moaña (Pontevedra)	López, 1984b
DEPOSITOS TURBOSOS																
Pena Veira	▌	▌	▌	-	▌	▒	-	-	▒	▒	▒	▌	▌	5.490 BP	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992

Figura 1.-

afecta fundamentalmente a los porcentajes de *Quercus*, aumentando: Poaceae, Ericaceae y en menor medida Asteraceae. La disminución porcentual no se relaciona con una drástica reducción en la concentración polínica de los taxones arbóreos y en el incremento de los arbustivos y herbáceos, a diferencia de lo que ocurría en el periodo anterior, lo que parece indicar una deforestación mucho más reducida.

La disminución de la vegetación arbórea, registrada en los espectros de nuestro territorio, es sincrónica con la existente en diversos espectros polínicos de las regiones Atlánticas de la Península, siendo en gran medida coincidente con la obtenida por PEÑALBA (1989), para la pulsación de Poaceae y detrimento del polen arbóreo (*Quercus, Corylus*), registrada en los espectros de Belate (5.900 ± 80 BP.) y en Saldropo, 5.630 ± 70 BP. De forma análoga, en la Playa de Jerra (Valle de Oyambre) el espectro polínico obtenido del nivel turboso de Jerra-II (5.300 ± 120 BP.), registra una menor tasa de polen arbóreo que el existente en Jerra-I (5.880 ± 130 BP.), que es interpretado (MARY *et al.*, 1975), como una deforestación antrópica o una denudación causada por una transgresión marina, mientras que en los espectros de: Lagoa Comprida-I (JANSSEN & WOLDRINGH, 1981) Lagoa Comprida-II (VAN DEN BRINK & JANSSEN, 1985), los porcentajes de polen arbóreo todavía se mantienen elevados, frente al aumento de polen de Ericaceae. El detrimento arbóreo es más patente en el espectro de Lagoa Travessa (MATEUS, 1989), donde el pinar de *Pinus pinaster* AITON, se reduce a expensas del desarrollo de las formaciones arbustivas, a partir del 6.560 ± 70 BP.

A pesar de la todavía reducida información paleocarpológica de este intervalo cronológico, los datos disponibles en el N.O. Peninsular (RAMIL, 1992a,b) confirman al igual que en otras regiones (BUXO, 1990) la inexistencia de macrorrestos de plantas cultivadas, siendo los escasos restos recuperados (Fig. 2) producto de una recolección, no exhaustiva, de los recursos naturales o corresponden a la vegetación local del propio yacimiento. La información paleobotánica confirma de este modo el mantenimiento hasta el 5.500 BP. de una economía de subsistencia a partir de la explotación de los recursos naturales, en coherencia con los datos arqueológicos y paleontológicos, aunque en algunos de los yacimientos de este periodo están ya presentes los vestigios cerámicos (BARANDIARÁN, 1987; BARANDIARÁN & CAVA, 1989).

La presencia de granos de polen de Poaceae identificados como tp. cereal, en algunos de los diagramas de este periodo: O Reiro (SAÁ, 1985), La Peña (LÓPEZ, 1988), dificilmente pueden relacionarse con la existencia de cultivos cerealísticos, sino que corresponderían a taxones locales (*Hordeum, Glyceria, Lygeum*) cuyo morfología polínica puede corresponder por efectos de hibridación o incluso por variación de los nutrientes a este tipo polínico (BEUG, 1961; VAN ZEIST *et al.*, 1975; ANDERSEN, 1978; O'CONNELL, 1987).

Presencia ▮
Ausencia -

YACIMIENTOS	TRITICUM	HORDEUM	VICIA	PISUM	LENS	LINUM	BRASSICA	PAPAVER	QUERCUS	CORYLUS	PINUS	VITIS	CRONOLOGIA	LOCALIDAD	AUTOR
EPIPALEOLITICO - MESOLITICO															
Arnela-III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Abrigo-XIX	-	-	-	-	-	-	-	-	▮	-	-	-		Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Valdoinferno-I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Xestido-III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	▮	-	-	7.310 BP.	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Pena Xiboi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		Guitiriz (Lugo)	Ramil, 1992
O Reiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.590 BP.	Arteixo (A Coruña)	Saá, 1985
NEOLITICO - EDAD DEL BRONCE															
Buraco da Pala	▮	▮	▮	▮	▮	▮	▮	▮	▮	-	▮	▮	4.900-4.100 BP.	Passos (Bragança)	Ramil & Aira, 1993
Morcigueira	-	-	-	-	-	-	-	▮	-	-	-	-	4.880 BP.	Melide (A Coruña)	Ramil et al., 1990
Fontenla	-	-	-	-	-	-	-	-	▮	-	-	-	4.410 BP.	Moaña (Pontevedra)	De La Peña, 1984
Prado do Inferno	▮	-	-	-	-	-	-	▮	▮	▮	-	-	4.140 BP.	Muras (Lugo)	Ramil, 1992
Lavapés	-	-	-	-	-	-	-	-	▮	-	-	-	3.930 BP.	Cangas (Pontevedra)	De La Peña, 1984

Figura 2.-

La aparición de la agricultura: el Establecimiento del Landnams.

En el intervalo 5.500-3.500 BP. se observa en los diagramas polínicos de las Sierras Septentrionales de Galicia un incremento de los procesos deforestadores. En este periodo la presión antrópica sobre el territorio continua siendo desigual y el paisaje mantiene todavía un carácter forestal (RAMIL, 1992a).

El incremento de los procesos desforestadores se registra análogamente en otras regiones del Norte Peninsular: Quintanar de la Sierra, Saldropo 5.630±70 BP. Gif-7662, Los Tornos 4.620±70 BP. Gif-7665, Belate 5.900±80 BP. Gif-7235, (Peñalba, 1989), así como en el S.W. de Francia: Mouligna 5.100±130 BP., (OLDFIELD, 1960) y Portugal: Lagoa Comprida-II 4.340±90 BP. (VAN AN DEN BRINK & JANSSEN, 1985); Lagoa Travessa (MATEUS, 1989); Lagoa Estacada 5.170±80 BP, 3.280±60 BP., (QUEIROZ, 1989); Alpiarca-II 5.060±110 BP, 4.580±60 BP. (VAN LEEUWAARDEN & JANSSEN, 1985).

Estos episodios deforestadores preceden en la mayoría de los espectros a la aparición de polen de cereal y al incremento de las taxones segetales, que atestiguan los primeros síntomas de una actividad agro-pastoril en el entorno "*Landnams*" (IVERSEN, 1941; DE BEAULIUE *et al.*, 1988), sujeta a variaciones temporales y espaciales, en función de la desigual presión antrópica.

La aparición de la agricultura en el N.O. Peninsular responde en términos generales con un esquema de adopción de un nuevo modelo de explotación del medio en el que se utilizan un conjunto de plantas importadas mayoritariamente de territorios no peninsulares. En coherencia con este planteamiento la aparición de la agricultura en el N.O. mantiene un neto desfase con los territorios ribereños del Mediterráneo, hipótesis apoyada tanto por datos paleobotánicos como arqueológicos (HOPF, 1966,1974a,b; LÓPEZ, 1978,1988b; PINTO DA SILVA, 1988; BUXO, 1990,1991; DE OLIVEIRA JORGE, 1990; etc.).

Desde los territorios ribereños del Mediterráneo se difundiría posteriormente hacia el Norte, lo que conduce a un retraso en su aparición en el Cantábrico. La progresión de la agricultura hacia el N.O. Peninsular parece difundirse vía Portugal. En el Sur de Portugal la primera aparición de cereal, se registra en Lagoa Travessa en un momento posterior a la datación 6.560±70 BP. (MATEUS, 1989), coincidiendo con una fuerte deforestación de carácter antrópico. El espectro de Lagoa de Albufeira, (QUEIROZ, 1989), permite situar la aparición continua de este taxón en el 5.170±80 GrN-13672.

A mayor latitud, se detecta un claro retraso para la aparición de polen de cereal en los espectros de la Serra da Estrela, cuya curva se hace continua en Lagoa Comprida-II (VAN DEL BRINK & JANSSEN, 1985) en un momento anterior a 4.340±90 BP. Su primera aparición en el Sur de Galicia se registra en el yacimiento de A Fontenla 4.410±50 BP. (AIRA, 1986), una vez descartada su presencia en el yacimiento Mesolítico de O Reiro (6.590±70 BP.) indicada por SAÁ (1985).

En el Norte de Galicia los primeros testimonios de polen de cereal se perciben en las Sierras Septentrionales: Tremoal da Pena Veira (RAMIL & AIRA, 1992b) a partir de la datación 5.490±90 BP. UGRA-330; anterior al 5.475±40 BP. GrN-19143 en Chan do Lamoso (RAMIL, 1992a) y desde el inicio de la secuencia del Tremoal de Sever 5.090±90 BP. GrN-19125 (RAMIL, 1992a; RAMIL & AIRA, 1992c), siendo igualmente anterior a la datación 4.740±40 BP. GrN-7330 obtenida en el espectro de los Montes del Buio (VAN MOURIK, 1986). En los yacimientos arqueológicos su presencia más antigua correspondiendo a niveles Neolíticos del yacimiento de Prado do Inferno 4.140±120 BP. GrN-18192 (RAMIL, 1992a; RAMIL & AIRA, 1993b).

En el resto del Cantábrico, los espectros turbosos de la región Oriental (UGARTE *et al,* 1986; GARCÍA ANTÓN *et al,* 1987; PEÑALBA, 1989) y Central (FLORSCHÜTZ & MENÉNDEZ AMOR, 1962; MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1961; MARY *et al.*, 1973; MARISCAL, 1986; WATTS, 1986), atestiguan la difusión de la agricultura en un periodo, estrictamente posterior al 5.500 BP.

La actividad deforestadora, se registra de forma clara en la mayoría de los espectros obtenidos en contextos arqueológicos, mientras que las evidencias del

MUESTRAS		NUMERO DE MACRORRESTOS (FRUTOS Y SEMILLAS) IDENTIFICADOS											
Nivel		Ts	Ta	Hn	Hv	Vf	Ps	Lc	V	Li	Pa	Q	Pp
I	1	83	3	42	220	46	-	-	-	-	-	-	-
	2	126	-	96	3	73	-	-	-	-	-	½	-
	4	325	16	1604*	34	146	-	-	1	-	-	1	-
	5	367	-	705	2	151	-	-	1	-	-	½	-
	6	385	-	1041*	15	176	-	-	-	-	-	-	-
	7	377	20	1596*	306	25	-	-	-	-	-	4½	1
	8	1302*	45	2537*	268	45	4	-	-	-	-	8½	-
	9	184	15	554	-	25	-	1	2	-	-	3	2
	10	52	2	1176	22	8	-	-	1	-	-	-	-
Suma		3201	101	9351	870	695	4	1	5	-	-	19	3
II	11	98	13	1411*	33	3	-	-	-	-	-	1	-
	12	60	-	822	16	4	-	-	-	-	-	-	-
	13	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Suma		158	13	2293	49	10	-	-	-	-	-	1	-
II	14	62	2	-	16	1	-	-	-	-	-	-	-
	15	107	10	765	21	6	-	-	-	-	-	-	-
	16	92	-	705	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	17	604*	10	5174*	30	5	-	-	-	-	-	-	-
	26	-	-	-	-	-	-	-	-	10^3	10^3	-	-
Suma		865	22	6644	67	12	1	-	-	10^3	10^3	-	-
III	18	49	-	151	2	1	-	-	-	-	-	-	-
	19	54	8	134	-	-	3	-	-	-	-	-	-
	20	34	4	302	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Suma		137	12	587	2	1	4	-	-	-	-	-	-
IV	22	38	-	58	5	1	-	-	-	-	-	-	-
	23	37	1	134	-	4	-	-	-	-	-	1	-
	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	20	-	100	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Suma		95	1	292	7	5	-	-	-	-	-	1	-
TOTAL		4456	149	19167	995	715	9	1	5	10^3	10^3	21	3

* Valores estimados

Ts	Triticum aestivum var. sphaerococcum	Lc	Lens culinaris
Ta	Triticum aestivum	V	Vitis
Hn	Hordeum vulgare var. nudum	Li	Linum usitatissimum
Hv	Hordeum vulgare var. vulgare	Pa	Papaver somniferum
Vf	Vicia faba	Q	Quercus
Ps	Pisum sativum	Pp	Pinus pinaster

Figura 3.-

incipiente desarrollo agrícola son menos patentes, apareciendo polen de cereal exclusivamente en los diagramas de: Prado do Inferno (RAMIL, 1992a; RAMIL & AIRA, 1993b), La Peña (LÓPEZ, 1988), A Fontenla (AIRA, 1986) y en Berniollo, 3.910 ± 100 I-1475, donde no se excluye que su presencia corresponda a una percolación (DE ISTURIZ & SÁNCHEZ GOÑI, 1990).

La débil representación de polen de cereal y el análisis de los taxones sinantrópicos, existentes en los espectros turbosos de las Sierras Septentrionales y en los niveles ocupacionales de Prado do Inferno, al igual que en el resto de los yacimientos del Cantábrico, evidencia una escasez de taxones segetales: Leguminosae, Cruciferae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae, muy semejante a la establecida para los periodos preagrícolas (Fig. 1) e inferior a la que se registra a partir del 3.000-2.500 BP. (Fig. 4).

La mayoría de las especies sinantrópicas registradas en los espectros polínicos, de este período, corresponden a indicadores de la destrucción del bosque (*Asphodelus*, *Plantago*, *Liliaceae*, Scrophulariaceae), que pueden directamente relacionarse con el desarrollo de las formaciones arbustivas y/o herbáceas (*Erica*, *Calluna*, *Poaceae*), de este período. El otro grupo de indicadores de actividad humana, corresponde a la vegetación local del asentamiento, donde el incremento de la nitrofilía provoca el desarrollo de taxones ruderales, *Urtica*, a la vez que se mantiene la representación de la vegetación rupícola: *Polypodium*, *Filicales*, propia de la mayoría de estos asentamientos.

Los datos carpológicos (Fig. 2 y 3) permiten considerar una mayor importancia de la recolección y un menor número de especies cultivadas en los yacimientos gallegos: Fontenla, Lavápes (DE LA PEÑA, 1984); Morcigueira (RANUL *et al.*, 1990); Prado do Inferno (RAMIL, 1992a,b), frente a los yacimientos del Norte de Portugal: (PINTO DA SILVA, 1988; RAMIL & AIRA, 1993c) y del litoral Mediterráneo (BUXO, 1990). En los yacimientos gallegos la existencia de cereales se restringe a la aparición de un único cariópside de *Triticum* en Prado do Inferno (RAMIL, 1992b), mientras que la mayoría de restos recuperados corresponden a semillas carbonizadas de *Brassica* (cf. *Sinapis*), como ocurre la fosa de Morcigueira (RAMIL *et al.*, 1990). Tanto en la Península Ibérica (PINTO DA SILVA, 1988; BUZO, 1990) como en Francia (MARINVAL, 1988), los reducidos restos de *Brassica/Sinapis* dificilmente pueden indicar su cultivo, siendo interpretados mayoritariamente como componentes de la vegetación ruderal o segetal. El abundante número de semillas recuperados en los yacimientos de Galicia podría sin embargo indicar un posible cultivo como fuente de aceite y/o para su consumo como verdura.

Por el contrario los resultados del análisis paleocarpológico del yacimiento de Buraco da Pala (AIRA & RAMIL, 1993c), situado en el valle del río Tua (Norte de Portugal), se deduce una agricultura con clara vocación cerealística (Fig. 3) con predominio de trigos tetraploides *Triticum aestivum* var. *sphaerococcum* y *Hordeum vulgare* var. *nudum*, junto a trigos hexaploides, pertenecientes a alguna de las variedades de *Triticum aestivum*, y cebadas de granos vestidos (*Hordeum vulgare* var. *vulgare*). El cultivo de cereales se complementaría con el de leguminosas, *Vicia faba, Pisum sativum* y *Lens culinaris*.

Ausencia -

Presencia
Discontinua
Continua
más 3 muestras
Máximos <5%
Máximos >5%

	CEREAL	CRUCIFERAE	LEGUMINOSAE	POLYGONACEAE	CHENOPODIACEAE	URTICACEAE	RUBIACEAE	CARYOPHYLLACEAE	EUPHORBIA	SOLANUM	LIGULIFLORAE	TUBULIFLORAE	ASPHODELUS	PLANTAGO	VITIS	CASTANEA	JUGLANS	PINUS PINASTER	FAGUS	Localidad	Autor
DEPOSITOS TURBOSOS Y LACUSTRES (1.050 - 800 m.)																					
Gañidoira	■	■	■	■	-	-	▒	▒	-	-	■	■	▒	■	-	■	-	▒	-	Muras (Lugo)	Ramil, 1992
Chan do Lamoso	▒	▒	-	-	▒	-	-	-	-	-	-	▒	-	▒	-	■	-	-	▒	Ferreira (Lugo)	Ramil, 1992
Río das Furnas	■	▒	▒	■	▒	-	▒	▒	-	-	■	■	-	▒	-	■	▒	▒	▒	Ferreira (Lugo)	Ramil, 1992
Chan da Cruz	-	▒	▒	▒	▒	-	-	▒	-	-	▒	▒	▒	▒	-	■	-	▒	▒	Ferreira (Lugo)	Ramil, 1992
Veiga de Samarugo	▒	▒	■	▒	▒	▒	▒	■	-	-	■	▒	-	▒	-	■	-	-	-	Vilalba (Lugo)	Ramil, 1992
DEPOSITOS TUBOSOS Y LACUSTRES (800 - 400 m.)																					
Pena Vella	■	■	▒	▒	▒	-	-	▒	-	-	■	■	▒	▒	-	■	-	-	▒	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Schwejk	■	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	-	-	■	▒	▒	■	-	■	▒	▒	▒	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Pena Veira	■	▒	■	■	▒	-	▒	▒	-	-	■	■	▒	■	-	■	▒	▒	▒	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Sever	■	▒	■	▒	-	▒	▒	▒	-	-	▒	■	■	▒	-	▒	-	-	▒	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Lagoa de Cospeito	-	▒	■	▒	▒	-	▒	■	-	-	▒	■	▒	▒	-	▒	-	▒	▒	Cospeito (Lugo)	Ramil, 1992
YACIMIENTOS ARQUEOLOGICOS SIN NIVELES OCUPACIONALES																					
Valdoinferno	-	▒	-	▒	-	-	-	▒	-	-	▒	■	-	▒	-	-	-	-	▒	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Abrigo-XXIX	-	-	▒	▒	-	-	-	-	-	-	▒	▒	-	-	-	-	-	-	-	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Arnela-V	-	■	▒	▒	-	-	▒	▒	-	-	■	▒	▒	■	-	-	-	▒	-	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
Arnela-VII	-	-	▒	▒	-	▒	-	▒	-	-	▒	▒	▒	▒	-	▒	-	-	-	Abadín (Lugo)	Ramil, 1992
YACIMIENTOS ARQUEOLOGICOS CON NIVELES OCUPACIONALES																					
Penalba-A	▒	■	-	-	-	▒	-	▒	■	-	■	■	■	■	-	■	-	▒	-	C. Lameiro (Pontevedra)	Aira et al., 1989
Torroso-I	-	■	■	-	▒	-	▒	▒	■	-	■	■	■	-	-	-	-	▒	-	Mós (Pontevedra)	Aira et al., 1989
Troña	■	-	■	▒	-	■	-	■	▒	■	■	■	-	▒	-	▒	-	■	-	Ponteareas (Pontevedra)	Aira et al., 1989
Cortegada-I	■	■	-	-	-	▒	-	■	-	-	■	■	-	■	-	▒	-	-	-	Cortegada (Pontevedra)	Aira et al., 1989
Montaz	▒	■	-	-	-	▒	-	■	■	-	■	■	■	■	-	-	-	-	-	Oleiros (Pontevedra)	Aira et al., 1989
Vixil	▒	■	■	▒	-	▒	-	■	-	-	■	■	▒	-	-	■	-	▒	-	Vilalba (Lugo)	Aira et al., 1989
Penarrubia	▒	■	▒	-	-	-	-	▒	■	-	■	■	■	■	-	-	-	▒	-	Orbazai (Lugo)	Aira et al., 1989
Pedramoura	-	▒	▒	▒	▒	-	-	▒	▒	-	■	▒	▒	▒	-	▒	-	▒	-	Gondomar (Pontevedra)	Aira et al., 1989
Borneiro	▒	-	▒	▒	-	▒	-	▒	-	-	▒	▒	-	▒	-	-	-	▒	-	Cabanas (A Coruña)	Aira et al., 1989
Saaceda	-	▒	-	-	▒	-	-	▒	▒	-	▒	▒	-	▒	-	-	-	▒	-	Cualedro (Ourense)	Aira et al., 1989
Mosteiro - E	■	-	-	▒	-	-	-	▒	-	-	▒	▒	▒	▒	-	■	-	▒	-	Puxin (Ourense)	Díaz, 1990
Cibrán das Las-M	-	-	-	▒	-	▒	-	▒	-	-	-	-	-	▒	-	▒	-	▒	-	Carballiño (Ourense)	Díaz, 1990
San Juliaô	▒	■	■	▒	▒	■	-	■	-	-	■	■	-	■	-	■	■	▒	-	Vila Verde (Baixo Minho)	Aira & Ramil.
Castro de Sola	-	-	■	▒	■	▒	-	▒	-	-	■	■	▒	-	-	■	■	▒	-	Pintancinhos (Braga)	Aira & Ramil.

Figura 4.-

La todavía incipiente actividad agraria, deducida de estos yacimientos y depósitos turbosos, es coherente con el resto de información paleobotánica del Norte Peninsular y análogamente coincidente con los datos arqueológicos de estos territorios, que centran todavía la actividad antrópica sobre el medio, en la acción deforestadora, dentro de un economía agropastoril.

El desarrollo de la estepa cultural

La actividad antrópica ha conducido en los periodos anteriores (5.500-3.000) a una deforestación desigual del territorio, más intensa en las zonas de mayor altitud, donde las formaciones boscosas tienen fuertes limitaciones naturales para su desarrollo, así como en las áreas donde se registran los primeros cultivos cerealísticos. Durante esta fase de desarrollo del "*Landnams*", la vegetación mantendría globalmente un carácter forestal, con porcentajes arbóreos superiores al 50%.

A partir del 3.500/3.000 BP. y hasta aproximadamente el 1.500 BP., los espectros polínicos procedentes de las turberas de las Sierras Septentrionales de Galicia (RAMIL, 1992a) muestran un fuerte detrimento de los porcentajes de polen arbóreo (50-25%), que alcanza en la mayoría de los diagramas mínimos inferiores al 25%, proceso que es simultaneo con una disminución generalizada de la concentración polínica total.

La débil representación de la vegetación arbórea, es equiparable a la registrada en los periodos más fríos del último estadial, pero el detrimento del polen arbóreo no responde a un cambio climático global, sino que coincide con el aumento de los procesos deforestadores y de la actividad agrícola. El aumento de la presión antrópica conduce pues a la sustitución del "*Landnams*", por una vegetación herbácea en la que son notorios los efectos de la acción humana, siendo denominada por diversos autores como "*Estepa cultural*".

La contextualización de estos espectros con los abundantes diagramas polínicos realizados en yacimientos castreños de Galicia (AIRA *et al.*, 1989; DÍAZ, 1990), permiten relacionar el cambio en la explotación del medio, desde el "*Landnams*" a la "*Estepa cultural*" con el desarrollo en el N.O. Peninsular de la Cultura Castreña.

A diferencia con los espectros turbosos de las Sierras Septentrionales de Galicia (RAMIL, 1992a), los diagramas realizados en la mayoría de los poblados de este periodo del extremo N.O. Peninsular (AIRA *et al.*, 1989; DÍAZ, 1990) mantienen siempre una presencia esporádica y reducida de polen de cereal, que únicamente supera el 5%, en el diagrama del Castro de Borneiro (AIRA *et al.*, 1989). La escasa proporción de polen de cereal, en estos diagramas, es igualmente inferior a la registrada en el extremo N.E.: La Hoya y San Miguel de Atxa (IRIARTE, 1992). La diferente representatividad del polen de cereal, podría indicar una mayor distancia entre los yacimientos y los terrenos cultivados, que entre éstos y algunas de las turberas de las Sierras Septentrionales, como es el caso de Pena Veira (RAMIL, 1992a; RAMIL & AIRA, 1992b), donde los cultivos se emplazarían probablemente en su inmediata proximidad.

Los estudios paleocarpológicos en los yacimientos Castrexos de Galicia y del Norte de Portugal (LÓPEZ-CUEVILLAS, 1953; GARCÍA, 1971,1974; VÁZQUEZ, 1975; RODRÍGUEZ, 1978; PINTO DA SILVA, 1988; AIRA *et al.*, 1990; TÉLLEZ *et al.*, 1990; RAMIL & AIRA, 1993a, etc.), confirman la importancia durante este período de una economía de base cerealística, con un neto predominio del trigo (*Triticum*).

El resto de las especies cultivadas tienen una presencia muy poco significativa, la existencia de habas (*Vicia faba*), ha sido reconocida por GARCÍA (1971) en Castromao, siendo igualmente identificada en Castrovite (AMANZ *et al.*, 1990) y en el Castro de Vixil (RAMIL, 1992b). A diferencia de lo que ocurre en los poblados castreños del Norte de Portugal (PINTO DA SILVA, 1988), no hay constancia sobre la presencia de *Pisum sativum* u otras leguminosas.

Cabe resaltar finalmente la inexistencia en los yacimientos gallegos de macrorrestos de vid (*Vitis*) y lino (*Linum*), a diferencia de lo que ocurre en los yacimientos del Norte de Portugal (Fig. 5). Tampoco se disponen, por el momento de restos carpológicos de *Fagus*, *Castanea* y *Pinus pinaster* AITON, a pesar de que estos taxones están presentes en numerosos diagramas polínicos del N.O. Peninsular (Fig. 4).

CONCLUSIONES

En el N.O. Peninsular, el inicio del Holoceno se caracteriza por una fase inicial de colonización arbórea, estableciéndose posteriormente una clara hegemonía del bosque caducifolio en el territorio (8.500-3.500 BP.). La primeras manifestaciones de la actividad humana sobre el medio se relacionan con el auge local del poblamiento Epipaleolítico provocando la existencia de procesos deforestadores que afectan parcial y temporalmente a la dinámica vegetacional regional. La frecuencia de aparición de los procesos deforestadores se hará más frecuente en torno al 6.000 BP., manteniéndose sin embargo el arbolado, un neto predominio en el paisaje.

A partir del 5.500 BP., los análisis polínicos y paleocarpológicos confirman la presencia de plantas cultivadas, estableciéndose a partir de esta fecha el comienzo de la adopción de la agricultura en el N.O. Peninsular.

Entre el 3.500 - 1.500 BP. de los espectros polínicos realizados tanto en medios turbosos como en yacimientos arqueológicos se deduce un aumento en los procesos deforestadores y en la actividad agrícola. Estos cambios sincrónicos con el auge del poblamiento Castreño del N.O. Peninsular, conducen al establecimiento de un paisaje deforestado y con evidentes síntomas de antropización.

Referencias	GALICIA																									NORTE - PORTUGAL								
* Ramil & Aira	A GRAÑA	BOIMORTO	CAMEIXA	CARTIMIL	CASTROMAO	CASTROVITE	CASTROVITE	CORTEGADA	CORTEGADA	FOZARA	MONTAZ	MONTAZ	PENALBA	PENALBA	PENEDA VISO	PENARRUBIA	TRELLE	TORROSO	TROÑA	VIGO	VILADONGA	VILADONGA	VIXIL	VIXIL	ALDEA NOVA	BAIOES	BRITEIROS	CAMINHA	CONIMBRIGA	CRUITO	SAN JULIAO	SOLA	ROMARIZ
1 López Cuevillas, 1953																																		
2 Vázquez Varela, 1975																																		
3 García Rollán, 1971																																		
4 García Rollán, 1974																																		
5 Rodríguez Gracia, 1978																																		
6 Carballo Arceo, 1989																																		
7 Pinto da Silva, 1988																																		
8 Arnaz et al., 1990																																		
9 Téllez et al., 1990																																		
10 Aira et al., 1990																																		
11 Ramil 1992																																		
Triticum																	■	■					■	■									
T. aestivum											■											■			■								
T. aestivum vulgare	■	■			■	■						■		■						■													
T. aestivum compactum		■																															
T. aestivum spelta																																	
T. aestivum sphaerococcum																										■							
T. turgidum turgidum	■	■				■	■					■		■						■													
T. turgidum dicoccum			■		■		■		■		■		■																				
Hordeum vulgare							■		■		■															■				■			
Panicum miliaceum			?				■				■		■			■									■			■					
Secale cereale									■																			■					
Avena							■															■											
Vicia faba					■		■																	■		■		■			■	■	■
Vicia sativa					■																												
Lens culinaris																																	
Pisum																										■							
Brassica/Sinapis																					■												
Vitis																															■		
Linum																													■				
Quercus			■	■			■	■			■		■					■	■			■	■	■			■				■	■	
Corylus avellana								■		■					■																	■	
Sorbus aucuparia			■																														
Pyrus																						■											
Referencia bibliográfica	9	9	1	6	3	9	8	6	8	6	8	9	10	9	4	*	5	6	6	9	11	*	2	11	7	7	7	7	7	7	*	*	7

Figura 5.-

REFERENCIAS

ALTUNA, J., A. CEARRETA, J.M. EDESO, M.J. ELORZA. K. ISTURIZ, K..MARIEZKURRENA, J.A. MUJIKA, & F. UGARTE, 1989.- El yacimiento de Herriko-Barra (Zarautz, País Vasco) y su relación con las transgresiones marinas Holocenas. *II Reunión del Cuaternario Ibérico*. AEQUA-GTPRQ. Madrid.

AIRA RODRIGUEZ, Mª J., 1986.- *Contribución al estudio de los suelos fósiles de montaña y antropógenos de Galicia*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago.

-; SAA OTERO, Mª P. & T. TABOADA CASTRO, 1989.- *Estudios paleobotánicos y edafológicos en yacimientos arqueológicos de Galicia*. Arqueoloxía Investigación 4. Santiago.

-; RAMIL REGO, P. & A. ALVAREZ NUÑEZ, 1990.- Estudio paleocarpológico realizado en el Castro de Penalba Campolameiro, Pontevedra, España). *Botánica Complutensis*, 16: 81-89.

-; SAA OTERO, Mª P. & P. LOPEZ GARCIA, 1992.- Cambios del paisaje durante el Holoceno: análisis de polen en turberas (Galicia, España). *Revue de Paléobiologie*. vol. 11, nº 1: 243-254.

ANDERSEN, S. Th., 1978.- Identification of wild grass and cereal pollen. *Danmarks Geologiske Undersogalse Arbog*: 69-92.

ARNANZ, A.M. & J. CHAMORRO, 1990.- Estudio de frutos y semillas procedentes de cuatro Castros Gallegos. Problemas de interpretación de los resultados. Comunicación presentada en: *Encontros sobre Paleoeconomia e Paleoambiente*. Vila Nova de Famaliçao.

BARANDIARAN, I., 1987.- Antecedentes prehistóricos de Euskal-Herria: Bases estratigráficas. Ponencias del *Congreso de Historia de Euskal-Herria. II Congreso Mundial Vasco*. vol. I: 17-37.

-, & CAVA, A., 1989.- El yacimiento prehistórico de Zatoya Navarra.- Evolución ambiental y cultural a fines del Tardiglaciar y en la primera mitad del Holoceno. *Trabajos de Arqueología Navarra*. 8.

BEAULIEU de, J.L., A. PONS. & M. REILLE, 1988.- Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de Micropaleontol.*, vol 3 (4): 5-36.

BEUG, H.J., 1961.- Beiträge zur postglazialen floren und vegetations-geschichte in Süddalmatien der See Malo Jezero auf Miljet. *Flora*. 150: 600-656.

BUXO i CAPDEVILA, R., 1990.- Metodología y técnicas para la recuperación de restos vegetales en especial referencia a semillas y frutos) en yacimientos arqueológicos. *Cahier Noir*, 5.

-, 1991.- Nous elements de reflexió sobre l'adopció de l'agricultura a la Mediterrània Occidental Peninsular. *Cota Zero*. nº 7: 68-76.

CARBALLO ARCEO, X., 1989.- *A Cultura Castrexa na bacia media do río Ulla*. Tesis Doctoral. Facultade de Xeografía e Historia. Universidade de Santiago.

DIAZ LOSADA, E., 1990.- *Aportación al estudio de la vegetación en el pasado en Ourense, a través del análisis polínico*. Memoria de Licenciatura. Universidade de Santiago.

FLORSCHÜTZ, F. & J. MENENDEZ AMOR, 1962.- Beitrag zur Kenntnis der quatären Vegetationsgeschichte Nordspaniens. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes ETK. Stiftung Rübel*. 37: 68-73.

GARCIA ANTON, M.; B. RUIZ ZAPATA & F.M. UGARTE, 1987.- Primeros resultados del análisis geomorfológico-palinológico de la turbera de Saldropo. Alto de Barazar, Bisckaia.- *Actas de la VII Reunión sobre el Cuaternario. AEQUA*. Santander: 27-30.

GARCIA ROLLAN, M., 1971.- Memoria de la excavación arqueológica de Castromao Caeliobriga). *Archivo Español de Arqueología*, 44:175-211.

-, 1974.- La Peneda del Viso. *El museo de Pontevedra*. XXVIII: 87-95.

HOPF, Mª., 1966.- *Triticum monococcum* Y *Triticum dicoccum* Sch. en el neolítico antiguo español. *Archivo de Prehistoria Levantina*, vol XI: 53-80.

-, 1974a.- Neolithische pflanzenreste aus der Höhle Los Murcielagos bei Züheros, Córdoba. *Madrider Mitteilungen*. nº 15. pp: 9-27.

-, 1974b.- Breve informe sobre el cereal neolítico de la cueva de Züheros, Cordoba. *Trabajos de prehistoria*. 31: 295-296.

IRIARTE CHIAPPUSSO, Mª.J., 1992.- Aportación al conocimiento del paisaje vegetal del Alto Valle del Ebro: Los yacimientos de La Hoya y San Miguel de de Atxa. En: A. Cearreta & F.M. Ugarte (Eds.). *The late Quaternary in the Western Pyrenean region*. International Conference. Servicio Editorial. Universidad del Pais Vasco. 353-360.

ISTURIZ de Mª.J. & Mª F. SANCHEZ GOÑI, 1990.- Investigaciones palinológicas en la prehistoria vasca. *Munibe Antropologia-Arkeologia*.- 42: 277-285.

IVERSEN, J., 1941.- Landnam i Danmarks Stenalder. In: Pollenanalytisk Undersþgelse over der fþrste Lamdbrugs Indvirkning paa Vegetationsudviklingen. *Danmarks Geologiske Undersogelse*. II. Bd. 66.
JANSSEN, C.R. & R. E. WOLDRINGH, 1981.- A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the Serra da Estrela, Portugal. *Finisterra*. XVI, 32: 299-309.
LOPEZ CUEVILLAS, F., 1953.- *La civilización céltica en Galicia*. Santiago de Compostela.
LOPEZ GARCIA, P. 1978.- Resultados polínicos del Holoceno de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*. 35: 29-38.
-, 1984a.- Análisis polínico de los sedimentos arqueológicos del yacimiento de O Fixón. (Viño, Hío, Cangas do Morrazo). *Pontevedra Arqueológica*, I: 145-148.
-, 1984b.- Estudio polínico de los sedimentos del yacimiento de Lavapés. *Pontevedra Arqueológica*, I: 179-188.
-, 1988.- Datos polínicos del Holoceno de Navarra y Aragón. En: J. Civis LLovera & M.F. Valle Hernández. (Eds.) *Actas del VI Simposio de Palinología. APLE* Salamanca: 315-320.
-, 1988b.- *El Neolítico en España*. Ed. Cátedra. Madrid.
MARINVAL, P., 1988.- *L'alimentation végétale en france. Du Mésolithique jusqu'à l'âge du Fer*. Editions du CNRS. Archéologie. Toulouse.
MARISCAL ALVAREZ, B., 1986.- Análisis polínico de la turbera del Pico Sertal, de la Sierra de Peña Labra. Reconstrucción de la Paleoflora y de la paleoclimatología durante el Holoceno en la zona oriental de la cordillera cantábrica. En: F. López Vera (Ed.) *Proceeding of the Symposium en Climatic Fluctuations during the Quaternary in the Western Mediterranean regions*. Universidad Autónoma de Madrid: 225-220.
MARY, G.; J.L. DE BEAULIEU & J. MEDUS, 1973.- Un diagramme sporopollinique et des datations C^{14} pour la tourbière du Llano Ronanzas Asturies-Espagne.- *B.S.G.F.* 7), XV. nº 1.
-; MEDUS, J. & G. DELIBRIAS, 1975.- Le Quaternaire de la cote Asturienne Espagne.- *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire*. 1: 13-23.
MATEUS, J.E., 1989.- Lagoa Travessa: A Holocene pollen diagram from the South-West coast of Portugal. *Revista de Biología*. 14: 17-94.
MENENDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHÜTZ, 1961.- Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación en España durante el Cuaternario. *Estudios. Geológicos*, XVII: 83-99.
O'CONNELL, M., 1987.- Early cereal-type pollen records from Connemara, Western Ireland and their possible significance. *Pollen et Spores*. 29 (2-3): 207-223.
OLDFIELD, F., 1960.- The coastal mud-bed at Mouligna, Bidart, and the age of Asturian industry, in the Pays Basque. *Pollen et Spores*. 2 (1): 57-70.
OLIVEIRA JORGE, S., 1990.- Dos últimos caçadores-recolectores aos primeiros productores de alimentos. En: Jorge de Alarcão (Coord.) *Nova Historia de Portugal*. Vol. I. Portugal das Origens à Romanização. Ed. Presença. Lisboa.
PEÑA SANTOS de la, A., 1984.- Sondeo estratigráfico en el yacimiento de "A Fontenla" (Moaña). *Pontevedra Arqueológica*. I: 91-98.
PEÑALBA GARMENDIA, MªC., 1989.- *Dynamique de Vegetation Tardiglaciaire et Holocene du Centre-Nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique*. These Doctoral. Universite d'Aix, Marseille III.
PINTO DA SILVA, A.R., 1988.- A paleobotánica na arqueología portuguesa. Resultados desde 1931 a 1987. En: F.M.V.R. Queiroga; I.M.A.R. Sousa & C.M. Oliveira (Eds). *Actas do Encontro Palaeocologia e Arqueologia*. Câmara Municipal de Vila Nova de Famalicão: 5-49.
QUEIROZ, P.F., 1989.- A preliminary palaeoecological study at Estacada Lagoa de Albufeira.- *Revista de Biologia*. 14: 3-16.
RAMIL REGO, P.; Mª J. AIRA RODRIGUEZ, M. GONZALEZ MENDEZ,. & F. CRIADO BOADO, 1990.- Donnes Paleobotaniques sur la presence de graines de Brassicaceae au N.O. de la Peninsule Iberique. *Revue de Paléobiologie*, 9-2: 263-272.
-, 1992a.- *La vegetación cuaternaria de las Sierras Septentrionales de Lugo. A través del análisis polínico*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago.
-, 1992b.- Paleoethnobotánica de yacimientos arqueológicos holocenos de Galicia (N.O. Cantábrico). *Munibe* (En prensa).
-; & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1992a.- Contribution al conocimiento de la vegetación tardiglaciar y holocena en el extremo Norte de la Terra Chá Galicia). *Nova Acta Científica Compostelana Bioloxía)*, 3: 3-11.
-; & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1992b.- Estudio palinológico de la turbera de Pena Veira. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 51 (1). (En prensa).

-; & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1992c.- Estudio palinológico del Tremoal de Sever (Lugo). *Acta Botánica Malacitana*. (En prensa).

-; & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1993a.- Análisis polínico de la turbera de la Charca do Chan da Cruz (Ferreira do Valadouro, Lugo, N.O. de España). *Ecología Mediterranea*. (En prensa).

-; & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1993b.- Análisis polínico de los niveles tardiglaciares y holocenos del yacimiento de Prado do Inferno (Lugo, Galicia). *Folia Botánica Miscellania*. (En prensa).

-; & M.J. AIRA RODRIGUEZ, 1993c.- A paleocarpological study of Neolithic and Bronce Age levels of the Buraco da Pala rock-shelter Bragança, Portugal). *Vegetation History and Archaeobotany* (En prensa).

RODRIGUEZ GRACIA, V., 1978.- Materiales del Castro deTrelle. Toen, Orense). *Boletín Auriense*. VIII: 323-325.

SAA OTERO, Mª P., 1985.- *Contribución a la cronología de sedimentos costeros por análisis polínico*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago.

TELLEZ, R.; J.G. CHAMORRO & A.Mª ARNANZ, 1990.- Análisis discriminante en la identificación de trigos arqueológicos españoles. *Trabajos de Prehistoria*. 47: 291-318.

VAN DEN BRINK, L.M. & C.R. JANSSEN, 1985.- The effect of human activities during cultural phases on the development of montane vegetation in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 44: 193-215.

VAN LEEUWAARDEN, W. & C.R. JANSSEN, 1985.- A preliminary palynological study of peat deposits near an Oppidum in the lower Tagus Valley, Portugal. *Actas I. Reuniâo do Quaternario Iberico. TPEQ-AEQUA*. Lisboa. vol 2: 225-236.

VAN MOURIK, J.M., 1986.- Pollen profiles of slope deposits in the Galician area N.W. Spain. *Nederlandse Geografische Studies*. 12.

VAN ZEIST, W.; H. WOLDRING & D. STAFERT, 1975.- Late Quaternary vegetation and climate of southwestern Turkey. *Palaeohistoria*. 17: 53-143.

VAZQUEZ VARELA, J.M., 1975.- Hallazgo de bellotas en el Castro de Vixil: reflexiones sobre la agricultura castreña. *Boletín de la Comisión Histórica y Artística de Lugo*. IX, 81-84: 195-189.

UGARTE, F.; M. GARCIA ANTON, B. RUIZ ZAPATA, C. ASEGUINOLAZA & HERAS, 1986.- La Turbera de Saldropo. En: *Gorbea Mendikatearen Antolaketarako Azterketa*. Eusko Jaurlaritza.

WATTS, W.A., 1986.- Stages of climatic change from full Glacial to Holocene in Northwest Spain, Southern France and Italy: A Comparison of the Atlantic Coast and the Mediterranean Basin. En: A. Ghazi & R. Fantechi (Eds.) *Current Issuees in Climate Research. Procedings of the EC Climatology Programme Symposium, Sophia, Antipolis, France*, October 1984: 101-111.

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA PALEOECOLOGÍA DEL NEOGENO EN LA PROVINCIA DE VALLADOLID

M. ROSARIO RIVAS CARBALLO, GASPAR ALONSO GAVILAÁ & MARIA VALLE HERNÁNDEZ.

Dpto. Geología, Facultad de Ciencias, C/ del Parque s/n Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca.

Recibido: septiembre 1994.

Palabras Clave: Palinología. Paleoecología. Neógeno. Valladolid.

Key words: Palynology, Palaeoecology, Neogene, Valladolid.

RESUMEN

Al realizar el estudio palinológico de las secciones de Las Mamblas y Villabáñez, correspondientes al Neógeno continental de la Provincia de Valladolid, y comparar los resultados con los obtenidos en la localidad de Zaratán, se observó una coincidencia casi total en los táxones identificados, así como una serie de estratos caracterizados por la misma asociación: Chenopodiaceae + Asteraceae. Ahora bien, mientras que en Zaratán y las Mamblas estos estratos se encuentran en la base de las columnas y son sustituidos hacia techo por otros estratos dominados por formas ribereñas o acuáticas, en la sección de Villabáñez las muestras basales representan el episodio de mayor humedad, que a su vez va siendo reemplazado hacia techo por la asociación Chenopodiaceae + Asteraceae.

SUMMARY

The palynological analysis of the Las Mamblas and Villabáñez sections, belonging to the Continental Neogene of Valladolid, has been carried out. If the data of this both sections and those from the locality of Zaratán are compared, a coincidence in the taxa and vegetation is observed. Moreover, the Chenopodiaceae + Asteraceae assemblage characterizes a group of strata in all the stratigraphic columns studied though the evolution of this assemblage is not always the same.

INTRODUCCIÓN

Los sedimentos continentales presentes en el área de Valladolid pertenecen al Mioceno inferior y medio y al Plioceno (PORTERO *et al.*, 1982). Están constituidos por arenas y fangos carbonatados, de color rosado, beige, margas blancas y verdosas y calizas blancas y crema, conformando tres unidades litoestratigáficas

ISSN 0211- 7150

denominadas genéricamente como: Tierra de Campos, las Cuestas y Páramo respectivamente. A escala de cuenca, cada unidad presenta frecuentes y rápidos cambios laterales lo que ha creado una prolija nomenclatura difícil de correlacionar por tener, a veces, valor de representación muy local.

La estratigrafía de la Serie neógena en los alrededores de Valladolid se estableció a partir de varias columnas estratigráficas y se tomaron las de Zaratán, Las Mamblas y Villabáñez (Fig. 1) como las más representativas.

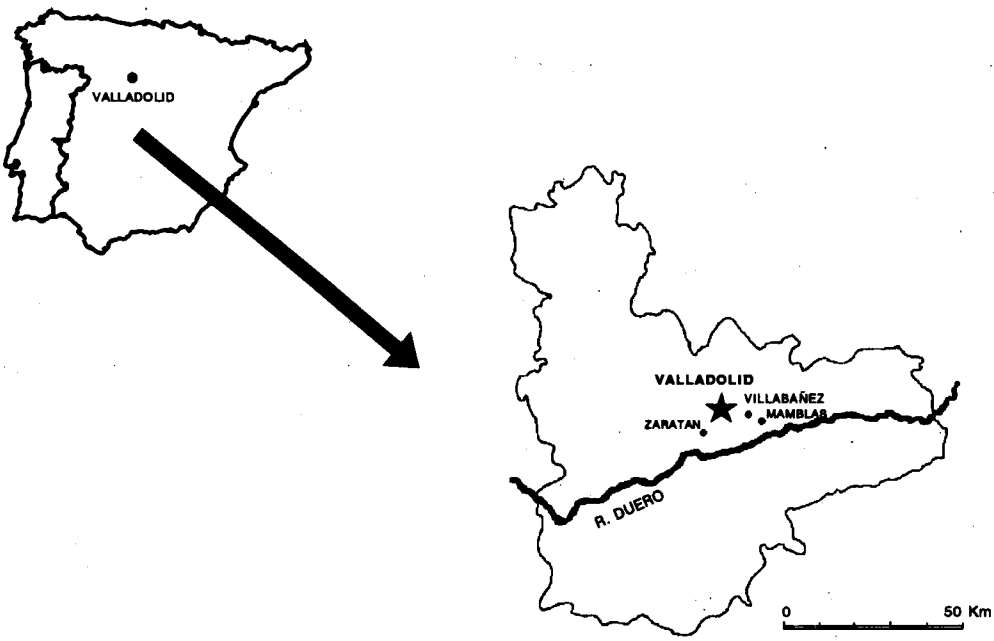


Figura 1.- Situación geográfica del área de estudio y de las columnas estratigráficas de Zaratán, Las Mamblas y Villabáñez.

A grandes rasgos, las columnas se caracterizan por: a) disminución del tamaño de grano y del centil hacia el techo, b) dominio de las litologías siliciclásticas de color ocre-rosado en la base y carbonatadas hacia el techo (margas de color crema y blancas y calizas blancas); en resumen, la relación siliciclásticos/carbonatados es inversa, y c) Estos conjuntos litológicos se hallan separados por un grupo de estratos siliciclásticos de grano fino de color negro, entre los que alternan niveles de margas blancas.

Las características litológicas anteriormente expuestas permiten diferenciar, en las columnas estratigráficas (Fig. 2 y 3), las tres unidades litoestratigráficas con carácter informal denominadas en la bibliografía Facies Tierra de Campos (materiales siliciclásticos), Facies de Zaratán (alternancia de niveles negros de lutitas y margas blancas) y Facies cuestas (dominio exclusivo de margas y calizas). En líneas generales, las columnas estratigráficas muestran el paso de una sedimentación fluvial a una lacustre somera separada por una sedimentación palustre.

El trabajo se planteó al observar la coincidencia entre la flora polínica de Las Mamblas y Villabáñez y la encontrada en Zaratán (RIVAS CARBALLO *et al.*, 1992; 1993), tanto en lo referente a las formas identificadas (pese a la pobreza polínica de las nuevas secciones), como por la aparición de una serie de estratos, en todas las columnas, caracterizados por las mismas asociaciones; sin embargo, la evolución de dichas asociaciones no siempre seguía la misma tendencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio micropaleontológico y sedimentológico se realizó a partir de un detalladísimo muestreo de la sucesión vertical de los sedimentos al tener en cuenta su organización secuencial.

Las muestras recogidas han sido preparadas en el laboratorio según las técnicas de PHIPPS & PLAYFORD (1984), basadas en un ataque ácido en caliente para eliminar la materia inorgánica. La concentración de los palinomorfos se realizó mediante tamices de 500, 125, 75 y 12μ de luz de malla y el residuo resultante se montó sobre portaobjetos utilizando gelatina glicerinada como medio de inclusión. La observación de los granos de polen y esporas se ha llevado a cabo tanto por microscopía óptica como electrónica de barrido.

Para la interpretación de los resultados se tuvieron en cuenta una serie de hechos comunes a todas las secciones. El primero de ellos se refiere a la sobre-representación polínica del género *Pinus* en todas las muestras, debido a la gran cantidad de polen que produce y la extraordinaria capacidad de éste para la dispersión; por tanto, los diagramas se construyeron excluyendo este género del total, para evitar así el enmascaramiento del resto de la población, sin que esto suponga en ningún momento su exclusión en los resultados. El segundo hecho se refiere a los biotipos (porte de las plantas que originaron el polen); mientras que entre las formas asociadas a medios secos pueden identificarse táxones arbóreos

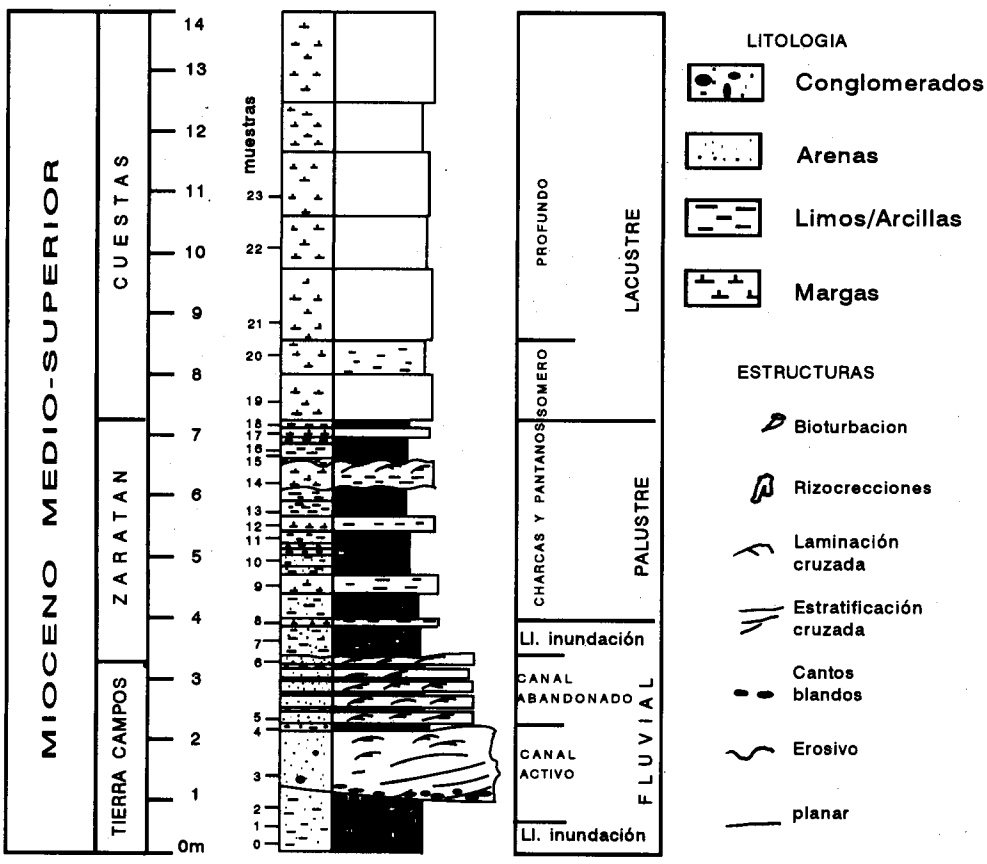


Figura 2.- Columna estratigráfica de Zaratán (según Rivas Carballo et. al., 1993).

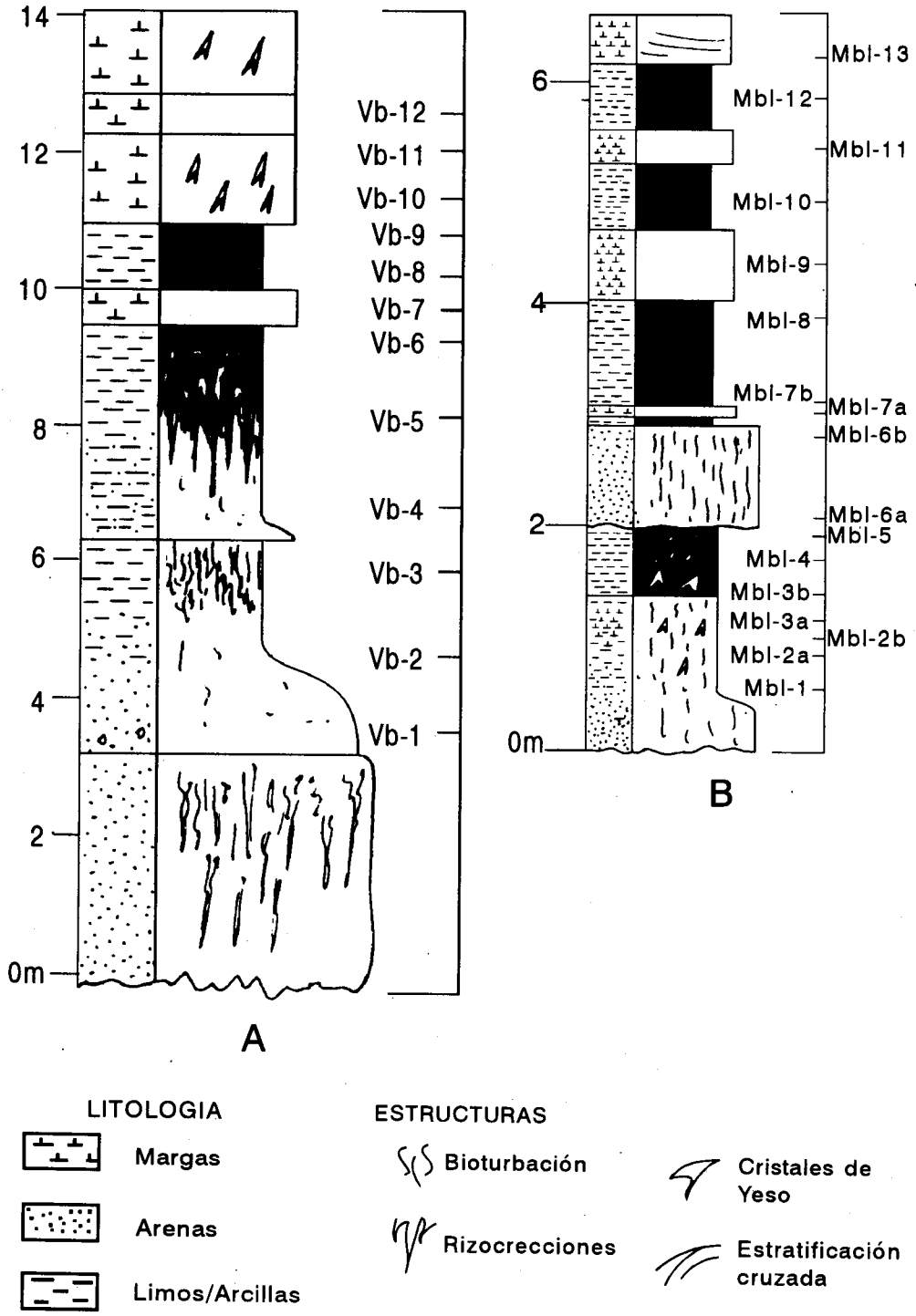


Figura 3.- Columnas estratigráficas de Villabañez (A) y LasMamblas (B).

y herbáceos, entre las ribereñas todos son arbóreos, y entre las acuáticas, todos son herbáceas. Por ello en los diagramas, al referirse a biotipos, ninguno de estos grupos aparece desglosado.

RESULTADOS

1) Sección de Zaratán

Las muestras analizadas en la sección de Zaratán han resultado, en general, satisfactorias. En total se han identificado 68 tipos polínicos (Tab. 1).

En cuanto a las necesidades ecológicas de la flora identificada, la mayoría corresponde a formas que ocupan suelos secos y soleados ("Terrestres", Fig. 4) y al desglosar los biotipos que componen este grupo, se observa como en la parte inferior de la columna hay un equilibrio entre los árboles y las hierbas, equilibrio que se pierde a partir de los niveles ZT-9/ZT-10, al caer fuertemente los porcentajes de herbáceas, por la práctica desaparición de sus elementos principales: Asteraceae, Chenopodiaceae, *Plantago*; también se puede ver como el descenso de las herbáceas de medios secos no favorece a los árboles de su mismo medio sino a las formaciones ribereñas y acuáticas, especialmente al género *Fraxinus* y a la familia Poaceae (=Gramineae).

En este sentido hay que señalar que la curva de las gramíneas, normalmente asociada a medios secos o esteparios, es muy próxima a la de *Fraxinus*, que generalmente vive en las orillas de cauces, lo que podría significar que las formas encontradas en Zaratán se corresponden a especies propias de praderas o carrizales (subfam. Arundineae por ej.) y estarían asociadas a los fresnos formando humedales

2) Sección de las Mamblas

La flora polínica de Las Mamblas ha resultado mucho más escasa que la de Zaratán, tanto porque existen muchos niveles estériles (11 de 17), como por la pobreza de las muestras, habiéndose identificado únicamente 33 tipos polínicos (Tab. 1) y no pasando, la mayoría de ellos, de una mera presencia puntual.

Al igual que ocurría en Zaratán, son las formas herbáceas las que predominan en todo momento, aunque en el primer y último nivel descienden ligeramente. Pero son los biotipos dentro de cada medio los que realmente señalan la evolución de la flora. Los árboles, independientemente del medio que ocupen, permanecen más o menos constantes en toda la serie (Fig. 5), mientras que las herbáceas presentan una alteración brusca en la mitad de la columna al ser reemplazadas la mayor parte de las hierbas de suelos secos (fundamentalmente Asteraceae y Chenopodiaceae) por otras totalmente acuáticas aunque enraizadas (*Epilobium, Potamogeton*).

3) Sección de Villabáñez

De la sección de Villabáñez sólo se han obtenido datos de los niveles superiores, y al igual que ocurría en Las Mamblas, ningún nivel se puede considerar totalmente significativo (Tab. 1). Se han identificado 31 tipos polínicos, pero únicamente el gnus aparece en todas las muestras que no son estériles.

Tabla 1: Relación de los tipos polínicos identificados en las secciones de Zaratán (ZT), Las Mamblas (MBL) y Villabáñez (Vb).

	ZT	MBL	VB		ZT	MBL	VB
Anthocerotales	●			Primulaceae	●		
Equisetum	●		●	Rosaceae	●	●	
Ophioglossum	●	●	●	*Myriophyllum*	●		
Lycopodium	●		●	*Hippuris*	●		
Osmunda	●			*Callitriche*	●		
Selaginella	●		●	*Epilobium*	●	●	
Polypodiaceae	●	●	●	*Nyssa*	●		
Pteris	●	●	●	*Cornus*	●	●	●
Schizeaceae	●			Eleagnaceae	●		
Hymenophyllum	●			*Euphorbia*	●		
Pinus	●	●	●	Rhamnus	●		
Cupressaceae	●	●	●	*Engelhardtia*	●		●
Magnolia	●			*Juglans*	●		●
Aristolochia	●		●	*Linum*		●	
Nuphar	●			Geraniaceae	●	●	
Nymphaea	●			Apiaceae	●		
Ranunculaceae	●	●		*Fraxinus*	●	●	●
Myrica	●	●		*Olea*	●		
Castanea	●	●		*Phyllirea*	●		
Fagus	●			*Ligustrum*	●		●
Quercus	●	●	●	*Convolvulus*	●	●	
Alnus	●	●		Boraginaceae			●
Betula	●			Lamiaceae	●		●
Corylus	●	●		*Plantago*	●	●	
Caryophyllaceae	●			Scrophulariaceae			●
Chenopodiaceae	●	●	●	*Galium*	●		
Polygonum	●		●	Asteraceae	●	●	●
Rumex	●	●		*Artemisia*	●	●	
Armeria	●	●	●	*Centaurea*	●	●	
Plumbago			●	*Potamogeton*	●	●	●
Malvaceae	●			Restionaceae			●
Celtis	●			Poaceae	●	●	●
Ulmus	●			Cyperaceae	●	●	
Helianthemum	●			Typhaceae	●	●	●
Salix	●	●	●	Arecaceae	●	●	
Brassicaceae	●	●	●	*Lemna*		●	
Ericaceae	●	●	●	Liliaceae	●		

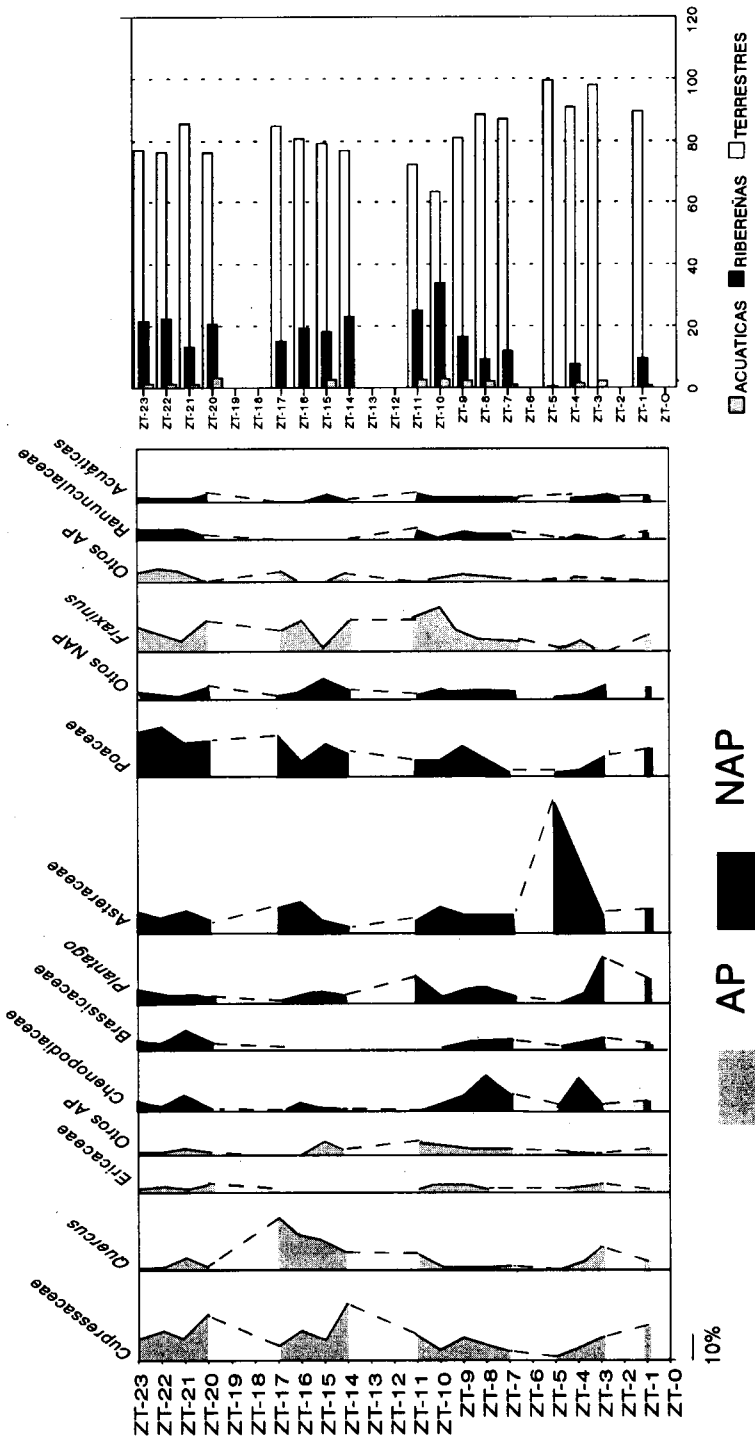


Figura 4.- Diagrama polínico de Zaratán.

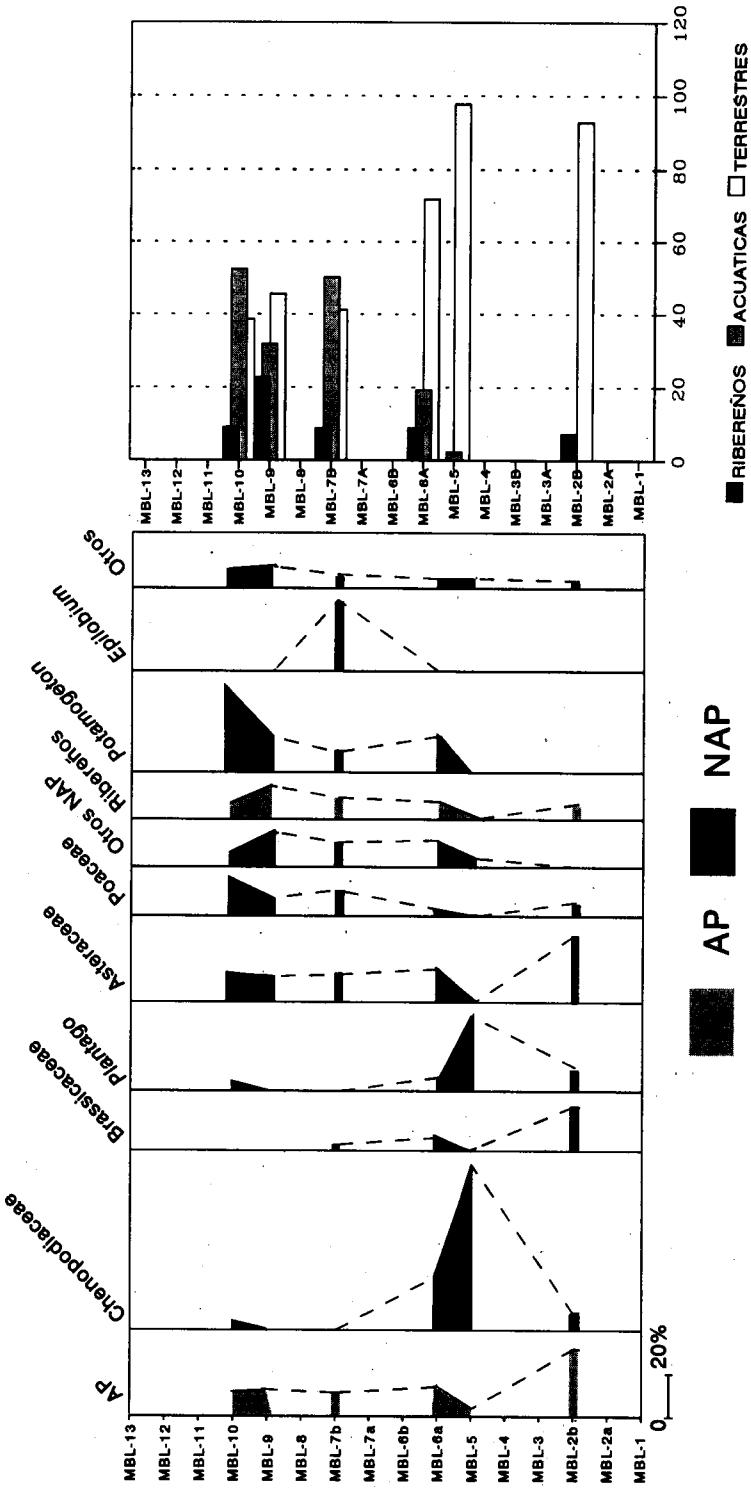


Figura 5.-Diagrama polínico de las Mambias.

Al analizar los medios ocupados por la vegetación se observa un total cambio respecto a Zaratán y Las Mamblas (Fig. 6), ya que son los niveles inferiores los que presentan mayor proporción de formas acuáticas, desapareciendo bruscamente en el nivel VB-10 para ser sustituidas por las formas de medios secos.

En concreto, el cambio se realiza entre los biotipos herbáceos, y es de nuevo la asociación Asteraceae-Chenopodiaceae la que representa a las formaciones herbáceas terrestres (Fig.6).

CONCLUSIONES

En conjunto, toda la flora polínica de las secciones estudiadas es muy similar, especialmente en Zaratán y Las Mamblas. En estas secciones se reconoce una asociación caracterizada por Asteraceae + Chenopodiaceae, acompañada por *Plantago* + Brassicaceae, en la base de las columnas, que desaparece bruscamente para ser sustituida por otra asociación definida por formas ribereñas y acuáticas. En esta segunda es donde puede establecerse una diferencia entre las dos secciones, ya que si en Zaratán está dominada por elementos arbóreos de orillas, en Las Mamblas lo está por hierbas francamente acuáticas, en concreto *Epilobium* y *Potamogeton*, que en Zaratán, aunque presentes, pasan desapercibidas.

En términos ecológicos, esta evolución florística representa el paso de suelos secos a otros cuyo contenido hídrico es mucho mayor, pero mientras que en Zaratán la lámina de agua no debería ser muy profunda, en Las Mamblas sería similar a una laguna o pequeño lago que, según los altos porcentajes de acuáticas, recibiría abundantes aportes de agua corriente.

El caso de Villabáñez es completamente distinto; también aquí hay un reemplazamiento de asociaciones, pero al contrario que en Zaratán y Las Mamblas, son los niveles inferiores los que sustentan la asociación húmeda, caracterizada por herbáceas acuáticas (*Potamogeton*, Restionaceae) y que es bruscamente sustituida por la asociación Asteraceae-Chenopodiaceae, acompañada en este caso por *Armeria*.

Esta evolución, inversa a la de las otras dos secciones, podría significar la colmatación de una pequeña cuenca, pero las diferencias cualitativas entre las asociaciones, especialmente la abundante presencia de Restionaceas, sugieren más bien una desecación debida a una fuerte evaporación. La aparición de esta familia es importante, ya que actualmente está restringida a áreas fragmentadas del Hemisferio Sur (Australia, Tierra de Fuego, Región del Cabo), ocupando zonas donde el clima consta de una estación de lluvias y una estación de sequía. Las plantas, de pequeño porte, tienen las partes aéreas con adaptaciones xeromórficas y las subterráneas adaptadas a la vida acuática. Aunque tradicionalmente se daban por desaparecidas en Europa desde el Oligoceno, se ha descrito su aparición esporádica durante el Neógeno en Francia (NAUD & SUC, 1975; SUC, 1976) y Cataluña (VALLE HERNÁNDEZ, 1983) considerándolas ocupantes de zonas relictas, favorecidas por épocas de acusada sequía.

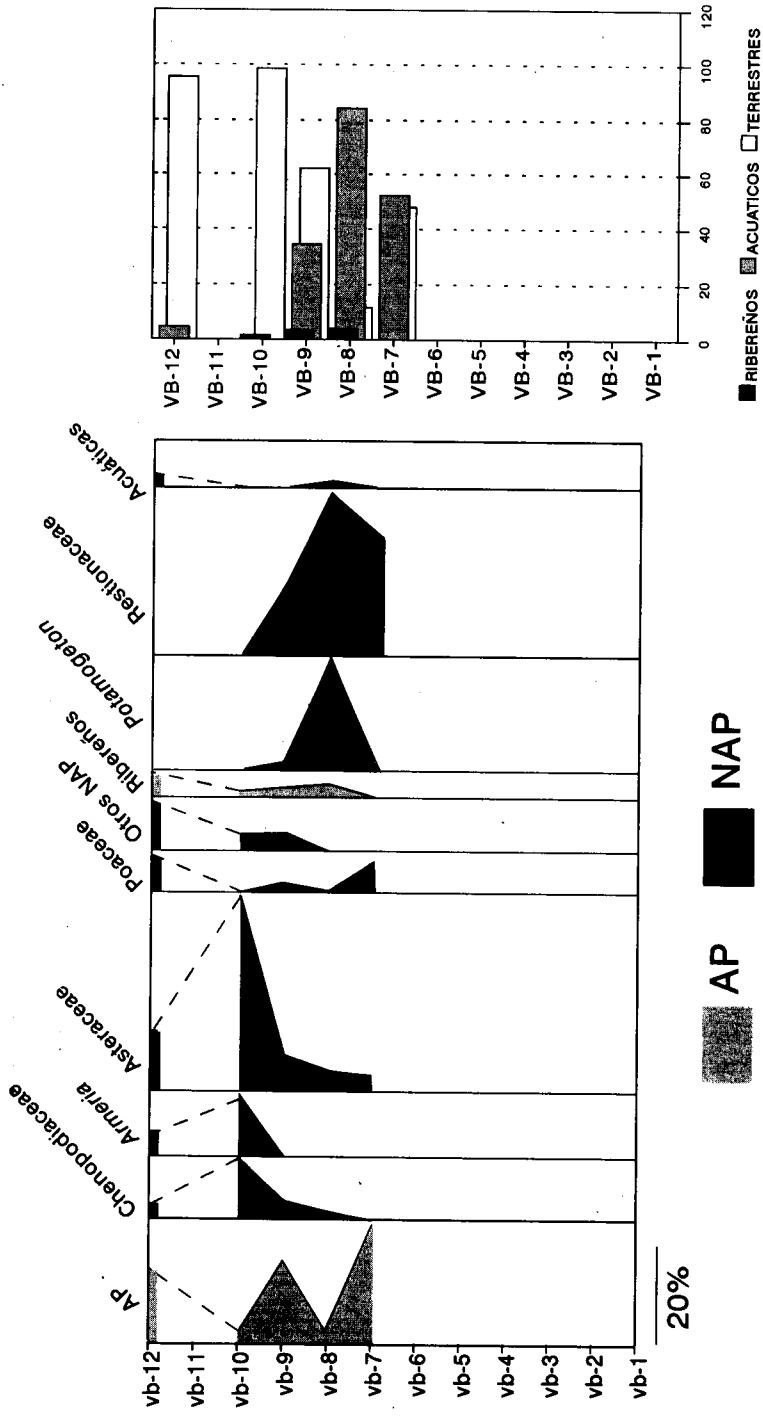


Figura 6.- Diagrama polínico de Villabañez.

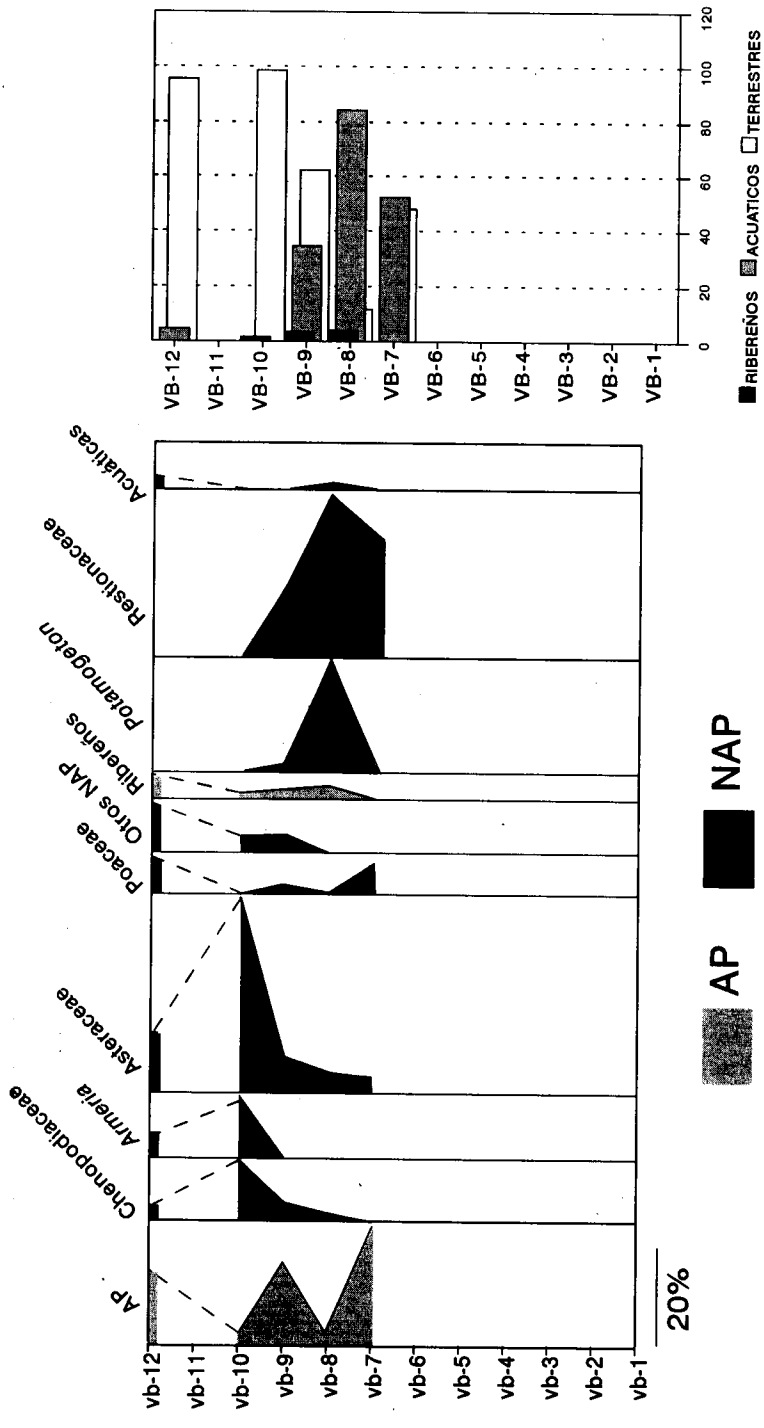


Figura 6.- Diagrama polínico de Villabañez.

REFERENCIAS

NAUD, G. & J.P. SUC, 1975.- Contribution a l'étude paléofloristique des Coirons (Ardèche); analyses polliniques dans les alluvions sous-basaltiques et interbasaltiques de Mirabel (Miocène supérieur). *Bull. Soc. Geol. France* (7ª Ser.), 17(5): 820-827.

PHIPPS, D. & G. PLAYFORD, 1984.- Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. *Pap. Dept. Geol., Univ. Queensland*, 11(1): 1-23.

PORTERO GARCÍA, J.M., P. DEL OLMO, J. RAMÍREZ DEL POZO, & I. VARGAS ALONSO, 1982.- Síntesis del Terciario continental de la Cuenca del Duero. *Iª Reunión Geol. Cuenca del Duero, Salamanca 1979*, I.G.M. E., 1ª Parte: 11-40.

RIVAS CARBALLO, M.R., G. ALONSO GAVILÁN, J. CIVIS & M.F. VALLE, 1992.- Paleoclimatología y Paleoecología de las facies de Zaratán, Neógeno de la Cuenca del Duero (Prov. de Valladolid, España). *Actas III Cong. Geol. España,* Tomo I: 539-543.

RIVAS CARBALLO, M.R., G. ALONSO-GAVILÁN, M.F. VALLE & J. CIVIS, 1993.- Miocene palynology of the central sector of the Duero Basin (Spain) in relation to palaeogeography and palaeoenvironment. *Rev. Palaeobot. Palynol.* (en prensa).

SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.; 1979.- Características de la sedimentación miocena en la zona norte de la Cuenca del Duero. *1ª Reunión Reg. Geol. Cuenca del Duero*, Parte II: 701-705.

SUC, J. P., 1976.- Quelques taxons-guides dans l'étude paléoclimatique du Pliocène et du Pléistocène inférieur du Languedoc (France). *Rev. Micropaleontologie*, 18(4): 246-255.

VALLE HERNANDEZ, M.F.; 1983.- *Estudio palinológico del Plioceno del NE de España*. Serie Resúmenes de Tesis Doctorales. Ed. Universidad de Salamanca, 42 p.

NOTAS COROLÓGICO-TAXONÓMICAS DE LA FLORA MACARONÉSICA (N°s 82-85)

PHAGNALON METLESICSII PIGNATTI (ASTERACEAE, GNAPHALIEAE), NUEVA CITA PARA MACARONESIA

REYES-BETANCORT, J.A., M.C. LEÓN ARENCIBIA & W. WILDPRET DE LA TORRE

Departamento de Biología Vegetal (Botánica). Universidad de La Laguna.
38071 La Laguna. Tenerife (Canarias).

Recibido: marzo 1996

Palabras clave: *Phagnalon*, Asteraceae, taxonomía, corología, Lanzarote, Islas Canarias.

Key words: *Phagnalon*, Asteraceae, taxonomy, corology, Lanzarote, Canary Islands.

RESUMEN

Phagnalon metlesicsii Pignatti, fue descrito en 1969 como endemismo de Sicilia. Recientemente, se ha encontrado una pequeña población de este *taxon* en el norte de San Bartolomé (Lanzarote, islas Canarias). Se presentan algunas consideraciones taxonómicas y fitosociológicas y se propone como nueva cita para las islas Canarias y Macaronesia.

ABSTRACT

Phagnalon metlesicsii Pignatti was described in 1969 as a Sicilian endemic. Recently, a small population of this *taxon* was found on lava flows in the north of San Bartolomé (Lanzarote, Canary Islands). In this paper a taxonomic discussion and some phytosociological considerations are presented. *P. metlesicsii* is proposed as a new record for the Canary Islands and the Macaronesian Region.

INTRODUCCIÓN

El género *Phagnalon* Cass., *Bull. Sci. Soc. Philom. París* 1819: 173 (1819), fué validado por Cassini y diferenciado de su aliado más próximo (*Gnaphalium* L.) en función de la morfología de las brácteas del involucro y de las anteras, además este autor, forma la combinación *Phagnalon saxatile* (L.) Cass., en base a *Conyza saxatile* L., *Sp.Pl.*ed.2, 1206 (1763) (QAISER & LACK, 1985). El *typus* del género recae en este *taxon* como señalan y designan QAISER & LACK (*op. cit.*).

Phagnalon, género asimilado a la tribu *Gnaphalieae* Benth. (BREMER, 1994),

ISSN 0211- 7150

incluye alrededor de 30 (MABBERLEY, 1987) a 40 especies (QAISER & LACK, *op. cit.*) y se distribuye desde Macaronesia, por el oeste, al Himalaya, por el este, siendo su límite septentrional, el sur de Francia y norte de Italia y Etiopía, el límite sur. Todas las especies son perennes y crecen en hábitats variados, desde grietas y resquicios de roca en la alta montaña hasta suelos arenosos en las zonas costeras (*Ejusd.*, *op. cit.*).

De los táxones incluidos en el género, 11 están presentes en el Mediterráneo, de los cuales tres son endémicos, *P. graecum* Boiss. & Heldr. *in* Boiss. (SE de Europa, Albania, Creta, Grecia, Italia, Sicilia), *P. pumilum* (Sibth. & Sm.) DC. (Creta) y *P. metlesicsii* Pignatti (Sicilia) (PIGNATTI, 1969, 1982; BRAMWELL, 1976).

La representación en Macaronesia, queda reflejada *sensu* HANSEN & SUNDING (1993), con un total de siete táxones (seis con rango de especie y uno de variedad) de los cuales para Canarias se registran cuatro: *P. purpurascens* Sch. Bip., *P. rupestre* (L.) DC., *P. saxatile* (L.) Cass. y *P. umbelliforme* DC., como endémico, además de un nototaxon citado para Fuerteventura (*P. purpurascens x rupestre*). Para Madeira citan *P. hansenii* Qaiser & Lack y *P. melanoleucum* Webb, var. *melanoleucum* y var. *luridum* (Webb) Chev. para Cabo Verde. Con nuestro hallazgo, se incrementa el número de táxones en Macaronesia así como la consideración de endemicidad de *P. metlesicsii.*

MATERIAL Y MÉTODO

Hemos utilizado el material recolectado en la isla, cuyas *exsiccata* figuran en el herbario TFC así como material *typus* del *taxon* depositado en TSB. Se ha seguido el método tradicional en taxonomía. La nominación de los táxones ha sido siguiendo la propuesta por HANSEN & SUNDING (1993). Las abreviaturas de los herbarios corresponden a las siglas con las que están registrados en *Index Herbariorum.*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

82.- *Phagnalon metlesicsii* Pignatti, *Gior. Bot. Ital.* 103: 291 (1969).

TYPUS: Monte Cofano, 25-04-1968, Giaccone, Metlesics *et* Pignatti (PIGNATTI,1969); -*Phagnalon*/ interamente glabro! specie nuova? Stazione di ... (palabra no legible) sicula/ M. Cofano (Trapani) /24-Apr-1968/ 1004 Lg.: S.PIGNATTI (impre.)- *Phagnalon metlesicsii* /mihì nov sp. SPignatti (firma) - TSB: *ex* Erbario Pignatti, nº 8988 (*holo* !). (Fig. 1).

Comentario al *typus*: En el apartado de TYPUS hacemos referencia a las etiquetas que porta uno de los pliegos recibidos de TSB (el otro con la misma

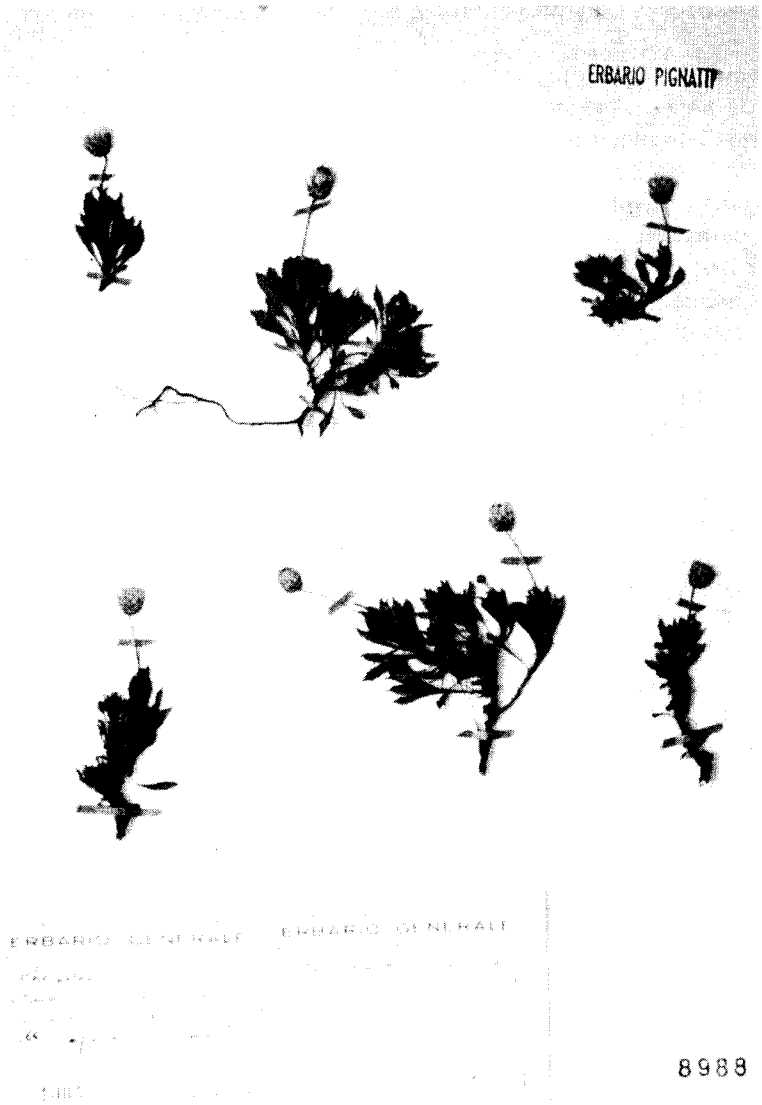


Figura 1.- ***TYPUS***: *Phagnalon metlesicsii. Ex* Erbario Pignatti, nº 8988 (TSB: *holo*!).

numeración, no se corresponde con *P. metlesicsii*). Dicho pliego, considerado *typus*, a pesar de que dice haber sido recolectado el 24 de abril de 1968 y no el 25 como dice la descripción del *taxon,* contiene varios *exsiccata.* La rama izquierda del *exsiccatum*, situado en el centro superior, corresponde al icón que Pignatti muestra como *typus* en la descripción de este *taxon.* Por ello, y por ser material del herbario del autor, lo consideramos *holotypus,* ya que de existir

dupliccata (*isotypus*), éstas serían las depositadas en otros herbarios.

Descripción: Planta perenne de 5-10 cm de alto. Tallo glabro densamente punteado de papilas. Hojas linear-espatuladas, 3-4 (6) x 25-30 mm, provistas por los márgenes laterales de cuatro dientes agudo-mucronados, glabras por la haz y densamente punteadas de papilas blancas por el envés. Pedicelo de 2-4 cm de longitud, con un solo capítulo subcilíndrico, de 6 mm de diámetro y 8-9 de longitud, piriforme después de la antesis. Escamas involucrales glabras, las inferiores claramente con papilas dispersas, ovaladas, ligeramente aquilladas, con estrías transversales en el borde, de 1 x 1,5-2 mm, de color amarillo paja con borde marrón púrpura, las superiores lanceolado-alargadas, más pálidas y de bordes amarillo-pajizo, que adquieren forma de "u" invertida, con quilla verde. Flores femeninas tubuloso-filiformes, de 6 mm de largo, las hermafroditas ensanchadas en la parte superior, infundibuliformes, con limbo quinquedentado, estigma bífido, prominente en las flores femeninas, de 1 mm. Vilano plumoso, de pocos pelos blancos lisos, de 5 mm en flor y 5-6 en fruto. Cipsela de 1 mm de longitud erizada de pelos erectos blanco-grisáceos. (Fig. 2).

Fenología: Florece de febrero a abril.

Ecología: Fisuras de rocas calcáreas, 200-300 m s.m. (PIGNATTI, 1982). Nuestra población ha sido localizada sobre coladas basálticas históricas pertenecientes a la erupción de Timanfaya (1730-1736). En esta localidad, las coladas están constituidas principalmente por lavas de tipo "pahoe-hoe" que se encuentran fracturadas en grandes placas o costras y donde son frecuentes las superficies cordadas. Debido a su juventud, en estos materiales no se ha producido una alteración lo suficientemente intensa como para formar un suelo. Las plantas que colonizan estas coladas explotan un poco de fracción fina que se acumula en los poros y grietas. Entre otras especies que acompañan a *Phagnalon metlesicsii* podemos citar, *Helianthemum canariense* (Jacq.) Pers., *Micromeria varia* Bentham subsp. *rupestris* (Webb & Berth.) P. Pérez, *Phagnalon rupestre* (L.) DC. y *Aeonium lancerottense* Praeger.

Distribución: Sicilia, Monte Cofano, muy rara, endemismo (PIGNATTI, 1969, 1982); Sicilia, endemismo (BRAMWELL, 1976); *Ibid.* (SCHÖNFELDER & SCHÖNFELDER, 1986) y Lanzarote (Canarias).

Exsiccata: LANZAROTE: San Bartolomé, Tomaren (28RFT 34 10), 24-02-1995, J.A. Reyes (TFC: 37816 + *Dupl.*).

Comentario: Hemos asimilado nuestro material, recolectado en San Bartolomé (Lanzarote) y depositado en el Herbario TFC nº 37816, a *P. metlesicsii*. Sin embargo, como comenta PIGNATTI (1982) pertenece a un grupo polimorfo, donde se incluyen *P.graecum* y *P. rupestre e.g.*, que se aproxima a *P. rupestre* subsp. *annoticum* (Jordan) Pignatti, del cual difiere por sus hojas glabras, con 4 o más dientes agudos y mucronados y cubiertas de densas papilas manifiestas. En el

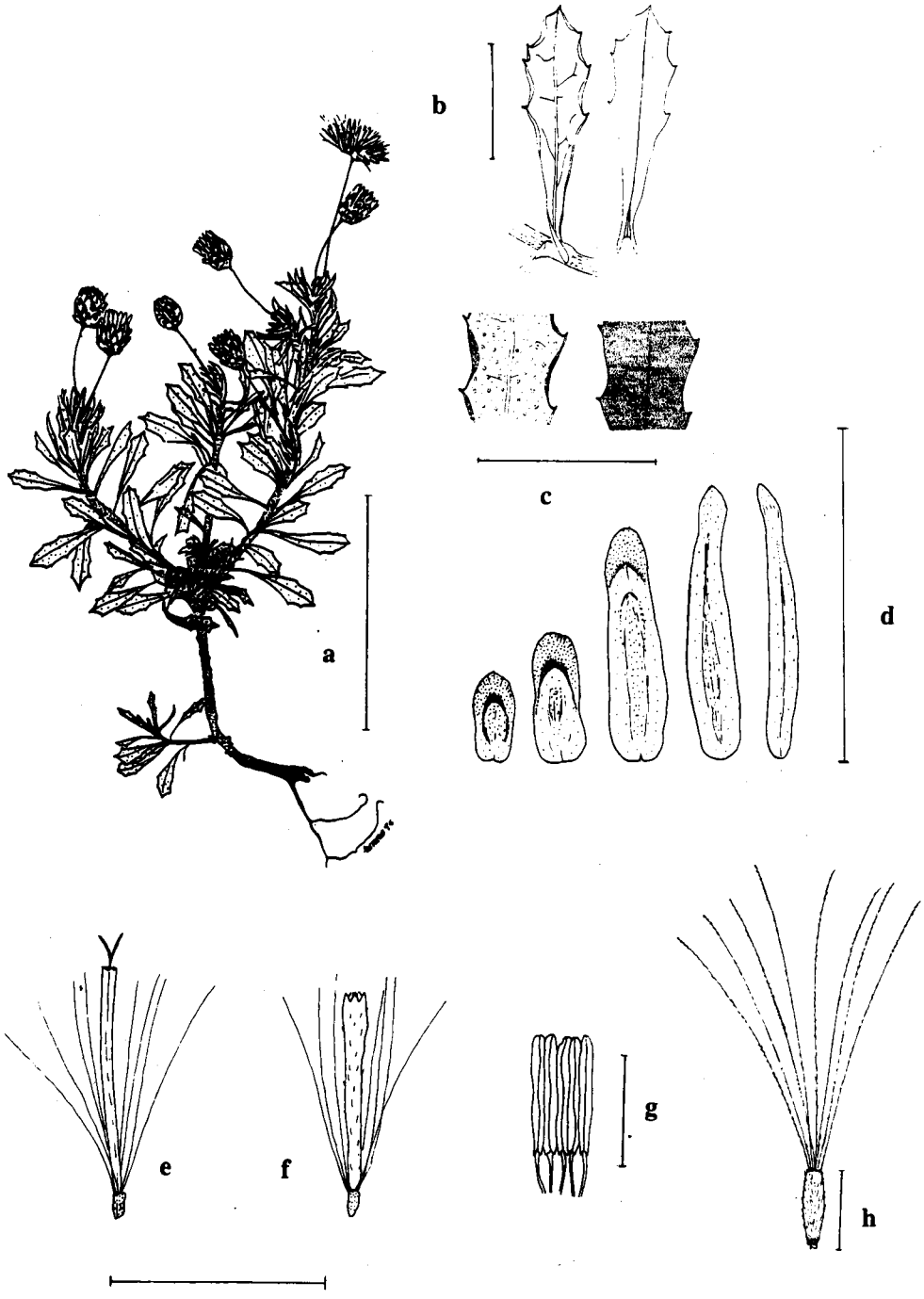


Figura 2.- ***Phagnalon metlesicsii*** Pignatti, **a**: hábito de la planta. **b**: hojas e inserción, haz y envés. **c**: detalle de indumento, haz y envés. **d**: brácteas del involucro, desde las externas hacia las internas. **e**: flor femenina. **f**: flor hermafrodita. **g**: estambres. **h**: cipsela. La escala se representa al lado por una barra que corresponde **a**: 5 cm, **b c** y **d**: 1 cm, **e** y **f**: 5 mm y **g** y **h**: 1 mm

protólogo del *taxon* se comenta la variabilidad de los especímenes, variabilidad que no se manifiesta en el material recolectado por nosotros, que ha sido de una pequeña población. Se ha solicitado material original a distintos herbarios (TSB, PAD y PAL, ya que en la descripción original, al designarse el *typus,* no se cita herbario) así como elevada consulta al autor. Recibido el material del herbario TSB, hemos confirmado el *taxon,* y ampliamos la distribución del mismo, consignando su presencia en Sicilia y Macaronesia (Canarias, Lanzarote).

Aproximación a la clave para identificar las especies presentes en Macaronesia

1. Hojas por ambos lados glabras, margen dentado; escamas involucrales anchas y obtusas . . . . . ***P. metlesicsii***
1. Hojas blanco-lanosas por el envés, al menos en el nervio medio; haz densamente tomentoso o glabrescente 2
  2. Capítulos en inflorescencias umbeliformes 3
    3. Inflorescencias de 10-40 capítulos cilíndricos . . . . . ***P. umbelliforme***
    3. Inflorescencias de 3-6 capítulos globosos . . . . . ***P. melanoleucum***
  2. Capítulos solitarios 4
    4. Brácteas involucrales internas lineares 5
    4. Brácteas involucrales internas panduradas . . . . . ***P. rupestre***
      5. Brácteas del involucro erectas y aplicadas, teñidas de púrpura . . ***P. purpurascens***
      5. Brácteas externas del involucro patentes y a veces reflejas no teñidas de púrpura 6
        6. Brácteas del involucro agudas o acuminadas . . . . . ***P. saxatile***
        6. Al menos las brácteas externas del involucro, de ápice ancho redondeado u obovado . . . . . ***P. hansenii*** (***P. bennettii***)

REFERENCIAS

BRAMWELL, D., 1976.- *Phagnalon. In* T.G. TUTIN, *et al.* (eds.), *Flora Europaea* 4: 133. Cambridge University Press.

BREMER, K., 1994.- *Asteraceae. Cladistics & Classification.* 752 pp. Timber Press. Portland Oregon.

HANSEN, A. & P. SUNDING, 1993.- Flora of Macaronesia. Checklist of vascular plants. 4. rev. ed. *Sommerfeltia* 17: 295.

MABBERLEY, D.J., 1987.- *The plant-book.* 706 pp. Cambridge University Press.

PIGNATTI, S., 1969.- *Phagnalon metlesicsii* nova sp. aus Westsizilien, mit einem Überblick über die Gruppe von *Phagnalon rupestre* im Mittelmeerraum. *Giornale Botanico Italiano* 103: 291-299.

- 1982.- *Flora d-Italia* 3: 40-41. Edagricole. Bologna.

QAISER, M. & H.W. LACK, 1985.- The genus *Phagnalon* (*Asteraceae, Inulae*) in Arabia. *Willdenowia* 15: 3-22.

SCHÖNFELDER, I. & P. SCHÖNFELDER, 1986.- *La flora mediterránea*: 228. Istituto Geográfico de Agostini. Novara.

Bot. Macaronésica 23: 303-305 (1996)
Notas Corológico-Taxonómicas de la Flora Macaronésica (Nos 82-85)

SOBRE LA PRESENCIA DE *GYMNOCARPOS DECANDER* FORSSK. (CARYOPHYLLACEAE) EN LA GOMERA, ISLAS CANARIAS

RUBÉN BARONE

C/ Eduardo Zamacois, 13-3ºA, 38005 Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias.

Recibido: Agosto de 1997

Palabras clave: Corología, *Gymnocarpos decander*, La Gomera, Islas Canarias.

Key words: Chorology, *Gymnocarpos decander*, La Gomera, Canary Islands.

RESUMEN

Se cita por primera vez la presencia de *Gymnocarpos decander* Forssk. para La Gomera, en dos localidades costeras distantes 10 kilómetros en línea recta, aportándose datos sobre su ecología y fenología en dicha isla.

SUMMARY

The presence of *Gymnocarpos decander* Forssk. on La Gomera island is cited for the first time, in two coastal localities distant 10 km between them, with some data about its ecology and phenology on this island.

83.- *Gymnocarpos decander* Forssk.

Gymnocarpos decander Forssk. es una especie saharo-síndica (o saharo-mediterránea, según OZENDA, 1991) que en Canarias ha sido citada para las islas de Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria y Tenerife (HANSEN & SUNDING, 1993; SCHÖNFELDER & SCHÖNFELDER, 1997). Se trata de un elemento florístico de ecología halófila, integrado habitualmente en los dominios del tabaibal dulce (*Ceropegio fuscae-Euphorbietum balsamiferae* Rivas-Martínez *et al.*, 1993) RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1993 y que por lo general es poco abundante, si bien en Tenerife se distribuye de forma dispersa por gran parte del litoral meridional de la isla, desde el término municipal de Güímar al de Guía de Isora, estando también presente en las llanuras de Teno Bajo, al oeste de la isla (BARQUÍN &

ISSN 0211-7150

VOGGENREITER, 1988; y obs. pers.).

El 28 de julio de 1996 tuvimos ocasión de hallar una pequeña población de este taxón en la isla de La Gomera, concretamente en la costa situada junto al faro de San Cristóbal (San Sebastián, UTM: 28RBS9309). Ésta se halla integrada por unos 45 individuos, que aparecen esporádicamente entre los 20 y 60 m s.m., ocupando andenes soleados de gran pendiente (aprox. 30°) y con distinta orientación (preferentemente sur-suroeste), en los que están presentes fanerógamas tales como *Argyranthemum frutescens* (L.) Sch. Bip., *Schizogyne sericea* (L. fil.) DC., *Astydamia latifolia* (L. fil.) Baill., *Euphorbia balsamifera* Ait., *Launaea arborescens* (Batt.) Murb., *Reichardia ligulata* (Vent.) Kunk. *et* Sund., *Plocama pendula* Ait. y *Zygophyllum fontanesii* Webb *et* Berth. En la fecha indicada ya había pasado la época de floración de *Gymnocarpos*, observándose abundantes frutos caídos y flores secas. En febrero de 1997, las plantas de esta especie se encontraban en plena floración, mientras que el 1 de julio de ese mismo año volvían a presentarse en estado vegetativo.

Con posterioridad, el día 28 de junio de 1997, se localizó una nueva población de *G. decander* algo alejada de la primera (unos 10 km en línea recta), en la parte inferior del lomo del Joradillo, situado al oeste de la playa del Medio (San Sebastián, UTM: 28RBS8502-8503) y próximo a la localidad de Playa Santiago, donde esta cariofilácea aparece entre los 20 y 40 m de altitud, sobre laderas áridas de fuerte pendiente (aprox. 30°) y de difícil acceso cercanas al mar. Se censaron en dicha zona unos 150 individuos, que se entremezclan con otras especies halófilas y xéricas: *Argyranthemum frutescens*, *Cenchrus ciliaris* L., *Kickxia scoparia* (Brouss. *ex* Spreng.) Kunk. *et* Sund., *Astydamia latifolia*, *Plocama pendula*, *Euphorbia berthelotii* Bolle, *Lycium intricatum* Boiss., etc.; algo más arriba se aprecian restos de un tabaibal de *Euphorbia balsamifera*.

El hallazgo de esta especie en La Gomera supone el límite occidental de su areal conocido hasta la fecha, siendo muy probable que haya pasado inadvertida ante los ojos de varios botánicos que han realizado muestreos en la isla, dada su gran similitud -sobre todo en estado vegetativo- con otra halófila de ambientes similares, *Salsola marujae* Castroviejo *et* Luceño (= *S. divaricata* Link *ex* Buch, *sensu* SCHÖNFELDER *et al.*, 1993). Por otra parte, debe resaltarse que la apreciable distancia que separa las dos poblaciones citadas en esta nota, sugiere la existencia de alguna más aún por descubrir a lo largo de la costa oriental y meridional gomera.

Testimonio de herbario: *Gymnocarpos decander* Forssk., proximidades del faro de San Cristóbal (San Sebastián de La Gomera), febrero de 1997, *leg.* J.J. Ramos y D. Trujillo (TFMC: 4.472).

REFERENCIAS

BARQUÍN, E. & V. VOGGENREITER, 1988.- *Prodromus del Atlas Fitocorológico de las Canarias occidentales*. C.E.L.L., Icona. La Laguna (sin publicar). 7 vols., 1.314 pp.

HANSEN, A. & P. SUNDING, 1993.- Flora of Macaronesia. Checklist of vascular plants. 4ª rev. ed.

occidentales. C.E.L.L., Icona. La Laguna (sin publicar). 7 vols., 1.314 pp.
HANSEN, A. & P. SUNDING, 1993.- Flora of Macaronesia. Checklist of vascular plants. 4ª rev. ed. *Sommerfeltia* 17: 1-295.
OZENDA, P., 1991.- *Flore et végétation du Sahara*. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris: 660 pp.
RIVAS-MARTÍNEZ, S., W. WILDPRET, M. del ARCO, O. RODRÍGUEZ, P.L. PÉREZ de PAZ, A. GARCÍA-GALLO, J.R. ACEBES, T.E. DÍAZ & F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, 1993.- Las comunidades vegetales de la Isla de Tenerife (Islas Canarias). *Itinera Geobot.* 7: 169-374.
SCHÖNFELDER, P. & I. SCHÖNFELDER, 1997.- *Die Kosmos-Kanarenflora*. Kosmos, Stuttgart: 319 pp.
SCHÖNFELDER, P., M.A. LEÓN-ARENCIBIA & W. WILDPRET, 1993.- Catálogo de la flora vascular de la isla de Tenerife. *Itinera Geobot.* 7: 375-404.

Bot. Macaronésica 23: 307-311 (1996)
Notas Corológico-Taxonómicas de la Flora Macaronésica (N°s 82-84)

ADICIONES COROLÓGICAS: NUEVAS POBLACIONES DE *ANAGYRIS LATIFOLIA* BROUSS. *EX* WILLD.(FABACEAE) EN LA GOMERA (ISLAS CANARIAS)

GARCÍA CASANOVA, J.[1], P. ROMERO MANRIQUE[2], A. B. FERNÁNDEZ LÓPEZ[3] & C. SAMARÍN BELLO[1] (1997).

Chorological additions: new populations of *Anagyris latifolia* Brouss. ex Willd. (Fabaceae) in La Gomera (Canary Islands).

[1] Viceconsejería de Medio Ambiente. Centro de Planificación Ambiental, Carretera de La Esperanza Km 0,8. 38206 La Laguna. Islas Canarias.
[2] Unidad Insular de Medio Ambiente de La Gomera, Carretera General del Sur, nº 6. 38800 San Sebastián de La Gomera. Islas Canarias.
[3] Parque Nacional de Garajonay, Carretera General del Sur, nº 6. 38800 San Sebastián de La Gomera. Islas Canarias.

Recibido: Octubre de 1997

Palabras clave: *Anagyris*, Fabaceae, corología, islas Canarias.

Key words: *Anagyris*, Fabaceae, chorology, Canary Islands.

RESUMEN

En el presente trabajo se dan a conocer nuevos datos sobre la distribución de *Anagyris latifolia* Brouss. *ex* Willd. en La Gomera, ampliándose notablemente el número de citas previas de este taxón para la isla. En conjunto, quedan configuradas dos áreas geográficas claramente disyuntas, aunque parece necesario dedicar esfuerzos de futuras prospecciones entre ambas.

SUMMARY

New data on the distribution of *Anagyris latifolia* Brouss. *ex* Willd. in La Gomera are published. Up four new records are reported, increasing the number of known localities in the island for this taxon. Up to now, two separated distribution areas for this species have been clearly marked, although future field search must be focused on the gap between both territories.

ISSN 0211-7150

INTRODUCCIÓN

Uno de los taxones más raros de la flora endémica de Canarias es el "oro de risco" (*Anagyris latifolia* Brouss. *ex* Willd.), ya que sus poblaciones naturales son muy escasas, se encuentran muy dispersas y presentan, por lo general, un número muy bajo de individuos (PÉREZ DE PAZ, 1975; SANTOS GUERRA & FERNÁNDEZ GALVÁN, 1979; MARRERO & SUÁREZ RODRÍGUEZ, 1988; GARCÍA CASANOVA, 1992; SUÁREZ RODRÍGUEZ, 1994). Recientemente se han hallado nuevos ejemplares de esta especie en La Gomera, lo que confirma y amplia notablemente las citas previas para esta isla (GARCÍA CASANOVA, *op. cit.*)

COMENTARIOS

84.- *Anagyris latifolia* Brouss. *ex* Willd.

Los recientes hallazgos de nuevos ejemplares de *A. latifolia* en La Gomera, aparecen en dos áreas notablemente alejadas entre sí (Fig. 1): barranco Seco, en el este de la isla, y barranco de Benchijigua y divisoria entre el barranco de Imada-barranco del Azadoe, en el lado sur.

En el primero de dichos barrancos se han detectado un par de plantas que crecen muy juntas, sobre un resalte erosivo de la ladera, en un pequeño andén orientado hacia el SO, a 550 m de cota; estas dos plantas se encuentran a pocos centenares de metros de los ejemplares que ya se conocían con anterioridad (GARCÍA CASANOVA, *op. cit.*). Cabe destacar que la vegetación circundante está constituida por jarales de *Cistus monspeliensis* L. y por otros matorrales seriales de las formaciones termófilas (*Mayteno-Juniperion canariensis* Santos & Fernández Galván *ex* Santos 1983 *corr.*), en los que intervienen algunos elementos transgresivos del cardonal-tabaibal (*Aeonio-Euphorbion canariensis* Sunding 1972) y de las comunidades rupícolas (*Soncho-Sempervivion* Sunding 1972). La Tabla 1 recoge los elementos florísticos endémicos más relevantes que acompañan a *A. latifolia* en las nuevas localidades que ahora damos a conocer. En la fecha de su hallazgo (6 de febrero de 1997) los dos ejemplares tenían gran cantidad de hojas y uno de ellos poseía también varias flores. Asimismo, dentro de la cuenca del barranco Seco, en la cabecera de la cañada de la Hurona, se ha localizado otro individuo vigoroso, creciendo en una pequeña repisa de difícil acceso situada en una pared muy inclinada orientada hacia el sur, a 620 m de cota. Las características ecológicas de esta localidad y las especies acompañantes son similares a las reseñadas anteriormente.

En el barranco de Benchijigua, en las proximidades de la degollada del Azadoe, se ha localizado otro ejemplar solitario, viviendo sobre una estrecha repisa totalmente inaccesible de un cantil con orientación ENE, a unos 850 m s.m. La vegetación del entorno está constituida por numerosas especies de carácter eminentemente rupícola, con algunos elementos típicamente termófilos (Tabla 1). En la fecha en que se encontró (7 de febrero de 1997), la planta no tenía flores,

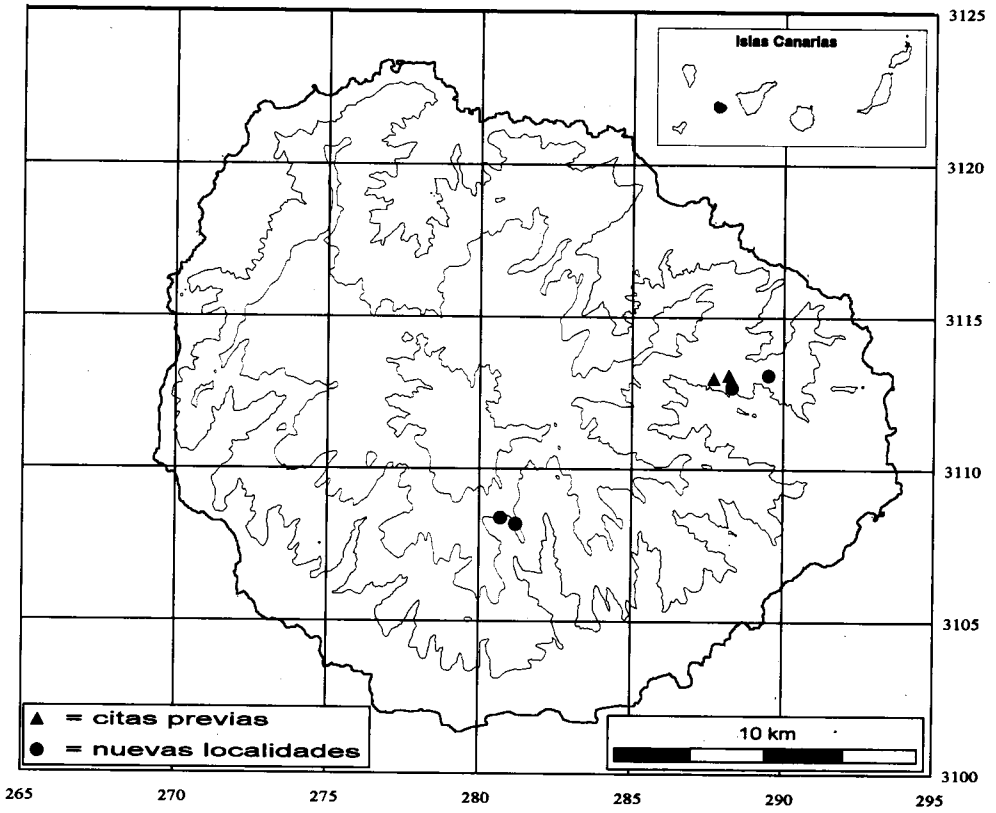


Figura 1.- Anagyris latifolia: distribución en la isla de la Gomera

presentando en cambio una gran cantidad de hojas.

A principios de mayo de 1997, el Dr. A. Santos Guerra nos comunicó que había observado otro ejemplar de *A. latilofia* cerca de la referida cuenca de Benchijigua, entre los barrancos de Imada y del Azadoe. Al rastrear el área, el 14 de mayo de dicho año, pudimos constatar la presencia de la citada planta, descubriendo en las inmediaciones otro individuo más de la misma especie. Ambos ejemplares, que empezaban a perder la hoja en la citada fecha, crecen en un escarpe rocoso orientado hacia el oeste, a 875 m.s.n.m., junto con varias especies rupícolas endémicas (Tabla 1).

Tabla 1.- Inventarios de los enclaves donde se han localizado individuos de *Anagyris latifolia*

N° de Inventario	1	2	3	4
Aeonium decorum Webb *ex* Bolle	+		+	+
Aeonium viscatum Webb *ex* Bolle	+	+		
Anagyris latifolia Brouss. *ex* Willd.	+	+	+	+
Andryala pinnatifida Ait.	+			
Argyranthemum callichrysum (Svent.) Humphr.			+	
Asparagus plocamoides Webb *ex* Svent.			+	+
Asphodelus aestivus Brot.		+		
Brachypodium arbuscula Knoche		+		
Bupleurum salicifolium R. Br. *in* Buch			+	
Carlina salicifolia (L. *fil.*) Cav.			+	+
Descurainia millefolia (Jacq.) Webb *et* Berth.	+			
Dicheranthus plocamoides Webb	+			
Echium aculeatum Poir.		+	+	
Ephedra fragilis Desf.		+		
Euphorbia berthelotii Bolle	+			
Forsskaolea angustifolia Retz.		+		
Habenaria tridactylites Lindl.	+			
Juniperus turbinata subsp. *canariensis* Rivas-Martínez *et al.*	+			
Kleinia neriifolia Haw.		+		
Limonium dendroides Svent.			+	
Olea europaea subsp. *cerasiformis* (Webb *et* Berth.) Kunk. *et* Sund.		+	+	
Pancratium canariense Ker-Gawl.			+	
Pericallis steetzii (Bolle) B. Nord.	+			
Pimpinella junoniae Ceb. *et* Ort.			+	+
Rumex lunaria L.	+			+
Scilla haemorrhoidalis Webb *et* Berth.	+			
Sideritis gomerae De Noé *ex* Bolle			+	
Sideritis cretica subsp. *spicata* (Pitard) L. Negrín *et* P. Pérez	+			
Sonchus filifolius Svent.			+	+
Sonchus ortunoi Svent.	+			+
Tinguarra cervariaefolia (DC.) Parl.			+	

Localidades: 1.- Cabecera de barranco Seco; 2.- cañada de La Hurona (barranco Seco); 3.- barranco de Benchijigua (proximidades de la degollada del Azadoe); 4.- barranco del Azadoe-barranco de Imada.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

La pequeña población del barranco Seco se encuentra dentro del Parque Natural de Majona, pero, por el contrario, los individuos encontrados en la cabecera de la cañada de la Hurona, en las proximidades de la degollada del Azadoe y entre los barrancos de Imada y el Azadoe, crecen fuera de los límites de los Espacios Protegidos, aunque en las dos primeras localidades aparecen en las proximidades del Parque Natural de Majona y de la Reserva Natural Integral de

Benchijigua, respectivamente. En todos los casos, cabe resaltar la invasión del hábitat de *A. latifolia* por tuneras (*Opuntia* sp.), plantas exóticas de acreditada agresividad que representan una importante amenaza para especies como el "oro de risco", cuyas poblaciones se encuentran en un estado de conservación crítico. Esto es especialmente relevante para los individuos encontrados entre los barrancos de Imada y Azadoe, donde es notable la proliferación de *Opuntia* sp. y el ramoneo del ganado que frecuenta el lugar, no existiendo ninguna protección territorial especial que incluya esta localidad.

REFERENCIAS

GARCÍA CASANOVA, J., 1992.- *Anagyris latifolia* Brouss. *ex* Willd. (Fabaceae), nueva aportación al catálogo florístico de la isla de La Gomera (Islas Canarias). *Vieraea* 21:167.

MARRERO, A. & C. SUÁREZ RODRÍGUEZ, 1988.- Aportaciones corológicas de varias especies arbustivas de interés en Gran Canaria (Islas Canarias). *Bot. Macaronésica* 16: 3-14.

PÉREZ DE PAZ, P. L., 1975.- El género *Anagyris* L. (Leguminosae) en las Islas Canarias. *Vieraea* 4 (1-2): 164-172.

SANTOS GUERRA, A. & M. FERNÁNDEZ GALVÁN, 1979.- Plantae in loco natali ab Eric R. Sventenius inter annos MCMXLIII - MCMLXXI, lectae, in herbario ORT Instituto Nationalis Investigationum Agrarium (Hortus Acclimatationis Plantarum Arautapae) sunt. III. Plantae Canariae: Spermatophyta (Ranunculacea - Leguminosae). *Index Sem. Hort. Accl. Pl. Araut.* MCMLXXVIII.

SUÁREZ RODRÍGUEZ, C., 1994.- *Estudio de los relictos actuales del monte verde en Gran Canaria*. Cabildo de Gran Canaria y Consejería de Política Territorial del Gobierno de Canarias. Las Palmas de Gran Canaria: 617 pp.

Bot. Macaronésica 23: 313- 315 (1996)
Notas Corológico-Taxonómicas de la Flora Macaronésica (Nos 82-85)

BYSTROPOGON ODORATISSIMUS BOLLE EN EL MACIZO DE TENO (TENERIFE, ISLAS CANARIAS)

EFRAIN HERNÁNDEZ[1] & DAVID GARCÍA[2]

[1] Viceconsejería de Medio Ambiente, Avda. de Anaga, 35 6ª Pl., 38001 Santa Cruz de Tenerife. Islas Canarias-España.
[2] C/. Luis Braille, 57 3º B. 38203 La Laguna. Santa Cruz de Tenerife.

Recibido: Noviembre de 1997

Palabras clave: Corología, flora vascular, *Bystropogon*, Tenerife, Islas Canarias.

Key words: Chorology, vascular plants, *Bystropogon*, Tenerife, Canary Islands.

RESUMEN

Se da a conocer una nueva población de *Bystropogon odoratissimus* en el macizo de Teno, en el extremo noroeste de la isla de Tenerife. El hallazgo tiene gran interés biogeográfico debido a que la distribución de esta especie está relacionada con los procesos volcánicos que han construido la isla y contribuido a fragmentar y aislar las poblaciones de esta planta endémica.

SUMMARY

In this short note a new population of *Bystropogon odoratissimus* is cited in Teno massif in the northwest corner of Tenerife island.This discovery has considerable biogeographical interest because the distribution of this species is related to the volcanic evolution of the island and subsequent fragmentation and isolation in three populations of this endemic plant.

85.- *Bystropogon odoratissimus* Bolle

Bystropogon odoratissimus es un endemismo tinerfeño que, pese a haber sido descrito a mediados del siglo pasado (BOLLE, 1860), ha sido sistemáticamente omitido en publicaciones ulteriores o relegado a rango varietal de *B. origanifolius* L' Hèr. Ya fuera por tratarse de un taxón críptico, por encontrarse perdido el holotipo, o no haberse designado éste en su momento, lo cierto es que transcurrió

ISSN 0211-7150

Tabla 1.- Localidades de *Bystropogon odoratissimus* en Teno, Tenerife

Número de orden	1	2
Superficie (m^2)	100	100
Altitud (m s.m.)	525	475
Orientación	O	NO
Inclinación (°)	50	45
Cobertura (%)	95	90
Número de especies	27	38
Estrato A		
Erica arborea L.	2	1
Ilex canariensis Poir.	2	-
Laurus azorica (Seub.) Franco	1	-
Maytenus canariensis (Loes.) Kunk. *et* Sund.	-	+
Picconia excelsa (Ait.) DC.	+	-
Visnea mocanera L. *fil.*	-	1
Estrato B		
Aeonium holochrysum Webb *et* Berth.	+	-
Aeonium urbicum (Chr. Sm. *ex* Buch) Webb *et* Berth.	+	+
Ageratina adenophora (Spreng.) King *et* Robins.	+	+
Aspalthium bituminosum (L.) Fourr.	-	+
Atalanthus pinnatus (L. *fil.*) D. Don	+	+
Bystropogon odoratissimus Bolle	1	3
Cistus monspeliensis L.	+	1
Erysimum bicolor (Hormem.) DC.	+	1
Ferula linkii Webb	+	1
Globularia salicina Lam.	1	2
Hypericum canariense L.	1	3
Hypericum glandulosum Ait.	+	+
Hypericum reflexum L. *fil.*	+	2
Isoplexis canariensis (L.) Loud.	+	-
Jasminum odoratissimum L.	1	1
Marcetella moquiniana (Webb *et* Berth.) Svent.	-	+
Opuntia ficus-barbarica A. Berger	-	+
Sideritis kuegleriana Bornm.	+	+
Sonchus acaulis Dum.-Cours.	1	2
Sonchus congestus Willd.	+	+
Tamus edulis Lowe	+	1
Viburnum tinus L.	+	-
Estrato C		
Adiantum reniforme L.	-	+
Aeonium cuneatum Webb *et* Berth.	-	+
Aeonium haworthii (Salm.-Dyck *ex* Webb *et* Berth.) Webb *et* Berth.	+	1
Aeonium tabulaeforme (Haw.) Webb *et* Berth.	-	+
Aichryson laxum (Haw.) Bramw.	-	+
Aichryson parlatorei Bolle	-	+
Asplenium hemionitis L.	-	+
Canarina canariensis (L.) Vatke	1	1
Ceterach aureum (Cav.) Buch	-	1
Dactylis smithii Link	-	1
Davallia canariensis (L.) J.E. Sm.	+	1
Monanthes laxiflora (D.C.) Bolle	-	+
Notholaena marantae (L.) R. Br.	-	+
Pericallis cf. tussilaginis (L'Hér.) D. Don in Sweet	+	+
Polypodium macaronesicum Bobrov s.l.	-	+
Scilla haemorrhoidalis Webb *et* Berth.	-	+

Localidad y fecha de los inventarios: 1. Sobre cueva de Las Cabras, barranco de Los Cochinos (Los Silos), 26-IV-97; 2. El Bebedero, barranco de Los Cochinos (Los Silos), 26-IV-97.

más de un siglo desde su descubrimiento hasta que LA SERNA & WILDPRET (1980) procedieron a validar y tipificar esta especie.

Hasta la fecha, *B. odoratissimus* se ha citado únicamente en unas pocas localidades de Anaga y del macizo de Adeje (LA SERNA, 1984), motivo por el que -suponemos- ha sido considerada como «vulnerable» por varios autores (BARRENO *et al.*, 1984; SANTOS, 1996). Esta especie, sin embargo, no parece particularmente amenazada por factores zooantrópicos, aunque sus poblaciones se encuentran muy dispersas y son poco numerosas. Su areal es más extenso que el mencionado en la bibliografía consultada, pues lo hemos detectado también en el macizo de Teno, lo que constituye un caso sorprendente de distribución relíctica en los tres edificios volcanicos de la serie basáltica antigua, cuya construcción data de finales del Mioceno (ANCOCHEA *et al.*, 1990). A nuestro entender, este patrón de distribución disyunta es único en la flora de Tenerife, lo que refleja que *B. odoratissimus* es un elemento muy primitivo dentro del género. Por otro lado, implica la posibilidad de que las tres zonas mencionadas estuvieran previamente unidas, extremo este que no se menciona en los recientes estudios de ANCOCHEA et al. (*op. cit.*), si bien dichos autores señalan la existencia de materiales de la serie basáltica antigua debajo del estratovolcán de Las Cañadas (barranco de Tamadaya).

La nueva localidad aludida se ubica en la vertiente oriental del barranco de Los Cochinos (Los Silos), a 450-550 m s.m., donde hemos contabilizado càsi un centenar de ejemplares más o menos dispersos por la orla del bosque, en áreas de contacto entre los matorrales esclerófilos de *Oleo-Rhamnetalia crenulatae* y las comunidades más termófilas de *Pruno-Lauretalia azoricae* (Tabla 1).

Exsiccata: *Bystropogon odoratissimus* Bolle, barranco de Los Cochinos (Los Silos) 26-IV-97. E. Hernández (TFC: 40.659, 40.660, 40.661, 40.662, 40.663).

REFERENCIAS

ANCOCHEA, E., J. M. FUSTER, E. IBARROLA, A. CENDRERO, J. COELLO, F. HERNAN, J. M. CANTAGREL & C. JAMOND, 1990.- Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K-Ar data. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 44: 231-249.

BARRENO, E. et al., 1984.- Listado de plantas endémicas, raras o amenazadas de España. *Rev. Inf. Amb.* 3: 48-71.

BOLLE, C., 1860.- Addenda ad floram Atlantidis, praecipue insularum Canariensium Gorgadumque. *Bonplandia* 8: 279-287.

LA SERNA, I., 1984.- Revisión del género *Bystropogon* L'Hér. nom. cons. (Lamiaceae-Stachyoidae). endemismo de la Región Macaronésica. *Phanerogamarum Monographiae* XVIII. Cramer, Vaduz. 380 pp.

LA SERNA, I & WILDPRET, W., 1980.- Contribución al estudio taxonómico y ecológico de *Bystropogon odoratissimus* Bolle. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 35 (1978): 129-144.

SANTOS, A. 1996.- *Bystropogon odoratissimum. In* GÓMEZ CAMPO, C. (ed.), *Libro rojo de especies vegetales amenazadas de las Islas Canarias*: 142-143. Gobierno de Canarias, Consejería de Política Territorial. Santa Cruz de Tenerife.

COMITÉ EDITORIAL

Redacción científica: Director: David Bramwell
Secretaria: Julia Pérez
Vocales: Rosa Febles
Aguedo Marrero
José Naranjo

Corrección texto: Alfonso Luezas

Diseño/composición: Dulce María Angulo
José Naranjo

Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo"
Apartado de Correos nº 14 de Tafira Alta.
35017 **Las Palmas de Gran Canaria**
ESPAÑA - Islas Canarias

E. MAIL: JARDCAN@STEP.ES

IMPRENTA PÉREZ GALDÓS, S.L.
Profesor Lozano, 25
Urbanización El Cebadal
35008 Las Palmas de Gran Canaria
(Islas Canarias) - ESPAÑA

Publicación: Dos veces al año.

Título clave: Bot. Macaronésica
ISSN 0211-7150
Depósito Legal: G.C. 404 -1995

191 **Alvarez Ramis, Concepción, Miklós Kedves & Teresa Fernández Marrón.** Asociaciones esporopolínicas del cretácico superior del Cerro de la Mesa (Guadalix de la Sierra, Provincia de Madrid).

201 **Atienza Ballano, M., M. Dorado Valiño, A. Gómez-Lobo Rodríguez & B. Ruiz Zapata.** Estudio polínico de un depósito situado en la vertiente norte de la Sierra de Béjar.

211 **Cachán Santos, Luis Javier, Mª Amor Fombella Blanco, Delia Fernández González & Rosa Mª Valencia Barrera.** Estudio palinológico de las capas G-4 y G-8 del paquete Campiello, Pozo San Jerónimo (Asturias).

221 **Gil García, M. J., T. Martín Arroyo, R. Tomás Las Heras & B. Ruiz Zapata.** Dinámica de la vegetación durante el holoceno en el Puerto de Canencia (Madrid): Relación con el espectro polínico.

233 **Gómez-Lobo Rodríguez, Andrés, Mª José Gil García, Miguel Atienza Ballano & Blanca Ruiz Zapata.** Evolución de la paleovegetación en el noroeste del Sistema Ibérico (Soria), durante los últimos 7000 BP.

241 **Macías Rosado, Rosario, Pilar López García & José Antonio López-Sáez.** Análisis palinológicos en el sureste madrileño: yacimientos arqueológicos y depósitos naturales.

255 **Ramil Rego, Pablo & Mª Jesús Aira Rodríguez.** Caracterización de la vegetación en las Sierras septentrionales de Galicia desde el final del Tardiglaciar.

269 **Ramil Rego, Pablo & Maria Jesús Aira Rodríguez.** Antropización y desarrollo agrícola en el N.O. Peninsular, a partir de análisis polínicos y paleocarpológicos.

285 **Rivas Carballo, M. Rosario, Gaspar Alonso Gavilaá & Maria Valle Hernández.** Estudio preliminar sobre la paeloecología del neogeno en la provincia de Valladolid.

297 **Notas corológico-taxonómicas de la Flora Macaronésica** (Nos 82-85)

297 **Reyes-Betancort, J.A., M.C. León Arencibia & W. Wildpret de la Torre.** *Phagnalon metlesicsii* pignatti (asteraceae, gnaphalieae), nueva cita para macaronesia.

303 **Rubén Barone.** Sobre la presencia de *gymnocarpos decander* forssk. (Caryophyllaceae) en la gomera, islas canarias

307 **García Casanova, J., P. Romero Manrique, A. B. Fernández López & C. Samarín Bello** (1997). Adiciones corológicas: Nuevas poblaciones de *Anagyris latifolia* brouss. *Ex* willd.(fabaceae) en la Gomera (Islas Canarias)

313 **Hernández, Efrain & David García.** *Bystropogon Odoratissimus* Bolle en el Macizo de Teno (Tenerife, Islas Canarias)

BOTANICA MACARONESICA 23

INDICE

Páginas

5 **Lugardon, B.** L'ultrastructure des parois sporales chez les pteridophytes.

21 **Blackmore, S.** The impact of palynology on taxonomy.

25 **Fombella Blanco, Mª Amor, Rosa Mª Valencia Barrera, Delia Fernández González & Angel Penas Merino.** Estudio polínico de Quercus robur L. en el noroeste de la Península Ibérica.

35 **Muñoz Serrano, Mª Angeles, Inmaculada Fernández & Felipe García Martín.** Estudio de la morfología polínica en la tribu peucedaneae (Apioideae: apiaceae) en la Península Ibérica.

47 **Pérez de Paz, Julia.** Diversidad polínica y taxonomía numérica del género *Echium* L. (Boraginaceae) en Macaronesia.

83 **Sánchez Velázquez, Tomás.** Contribución al conocimiento de las esporas de helechos de la Sierra de Anaga (Tenerife). Islas Canarias.

105 **Dominguez Santana, Mª Dolores & Irene La-Serna Ramos.** Variación anual y diaria del contenido en esporas de Alternaria, Cladosporium, Fusarium y Stemphylium en la atmósfera de La Laguna (Tenerife: Islas Canarias)

119 **La-Serna Ramos, Irene & Mª Dolores Dominguez Santana.** Variación anual y diaria del polen de cupressus, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Urticaceae y Poaceae, en la atmósfera de La Laguna (Tenerife: Islas Canarias).

131 **Trigo, Mª del Mar, Marta Recio, Francisco Javier Toto & Baltasar Cabezudo.** Comportamiento estacional e intradiurno del polen de Poaceae en la atmósfera de Málaga y su relación con los parámetros meteorológicos: datos 1991-1993.

143 **Carretero, M.B. & M.I. Rodriguez-García.** Paso de material a través de la pared del grano de polen de tomate (*Lycopersicum esculentum*) en cultivo *in vitro*.

149 **Belmonte, P.Clemente.** Sobre la tipificación de una miel procedente de San Miguel de Monte (Pampa Argentina).

155 **Roselló Caselles, Josefa, Mª Elvira Burgaz Moreno, Isabel Mateu Andrés & Carmen Gómez Ferrera.** Espectro polínico de mieles de labiadas valencianas.

167 **Sánchez Sánchez, José, Juan Alfonso Gómez Bárez, María del Carmen Escribano González & Rafael J. García-Villanova Ruiz.** Análisis de mieles comerciales de la provincia de Salamanca.

177 **Alvarez-Fernández, O. M., E. Díaz Losada, A. V. González Porto & M. P. Saa Otero.** Análisis polínico de paleosuelos y sedimentos turbosos en el SW de Orense (España)

JARDIN BOTANICO
"VIERA Y CLAVIJO"

Cabildo de Gran Canaria