

B-90/1-2
ISSN 0081-0657



13. JUL. 1993

BOLETIM

DA

SOCIEDADE BROTERIANA

VOLUME LXV — 2.ª SÉRIE

1992

INSTITUTO BOTÂNICO
DA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

1905



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1905

1905

1905

INSTITUTO BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

BOLETIM
DA
SOCIEDADE BROTERIANA

(FUNDADA EM 1885 PELO PRÓF. DR. JESUÍTA BRAGA)

VOL. LXV (2.ª SÉRIE)

BOLETIM DA
SOCIEDADE BROTERIANA

VOL. LXV (2.ª SÉRIE)

1992



COIMBRA

1992

BOLETIM DA
SOCIEDADE BROTERIANA
VOL. LIV (3.ª série)
1992



INSTITUTO BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

COMPARATIVE EPIDERMAL MORPHOLOGY
OF THE FAMILY MELIACEAE IN WEST AFRICABOLETIM
DA
SOCIEDADE BROTERIANA

(FUNDADO EM 1880 PELO PROF. DR. JÚLIO HENRIQUES)

VOL. LXV (2.^a SÉRIE)

REDACTORES

PROF. DR. A. FERNANDES

PROF. DR. JOSÉ F. MESQUITA



COIMBRA

1992

INSTITUTO BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE DE COÍMBRA

SUBSIDIADO POR

Instituto Nacional de Investigação Científica (I. N. I. C.)

Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica (J. N. I. C. T.)

SOCIEDADE BROTERIANA

REVISTA DE BOTÂNICA E ZOOLOGIA

VOL. LXXV (2ª SÉRIE)

REDAÇÃO

PROF. DR. A. FERREIRA

PROF. DR. JOSÉ A. FERREIRA



COÍMBRA

Composição e impressão das Oficinas da
Tipografia Alcobacense, Lda. — Alcobaca

COMPARATIVE EPIDERMAL MORPHOLOGY OF THE FAMILY MELIACEAE IN WEST AFRICA

by

J. DELE OLOWOKUDEJO & O. PEREIRA-SHETEOLU

Department of Biological Sciences, University of Lagos,
Akoka, Lagos, Nigeria

Received September 23, 1991.

SUMMARY

Meliaceae is an economically important family because it includes several woods that are well known and widely used all over the world. The medicinal properties of some of its species are also commonly exploited in African traditional medicine while others are planted as ornamentals. The epidermal morphology of all 14 genera consisting of 46 species of the family found in the West African sub-region has been investigated by light microscopy. Epidermal cells are either polygonal, isodiametric or irregular in shape. Anticlinal walls are also variable in pattern and thickness. Four stomatal types, viz: anomocytic, staurocytic, paracytic and paratetracytic which are restricted to the abaxial surface occur within the family. In some cases, genera having the same stomata share similar morphological characteristics.

Trichomes vary in their morphology, distribution and abundance. Some taxa are totally glabrous while *Entandrophragma* is the only genus in which glandular multicellular trichomes were observed in some of its species. Other features of the epidermis that show variation include stomatal size and index, and the size of epidermal cells. The importance of these characters in the taxonomy of the family is discussed.

INTRODUCTION

MELIACEAE is a large tropical and subtropical family of mostly trees and shrubs. It comprises about 50 genera and 550 species, which are particularly common as understory trees in rain forests (HEYWOOD, 1978). In West Africa, the family is represented by 14 genera consisting of about 46 species some of which are introduced. *Trichilia* P. Browne, the largest genus

in this subregion, contains 14 species while *Pseudocedrela* Harms, *Lovoa* Harms, *Ekebergia* Sparrm., *Heckeldora* Pierre, and *Azadirachta* A. Juss., each contains a single species. Members of the family are widely distributed in all West African countries from the tropical rain forest belt of the south to the savannah and semi-desert regions of the north (Fig. 7).

Several species of the family are of considerable economic importance in West Africa and other parts of the world. The family includes several woods that are well known and widely used all over the world such as *Khaya* species, known as African mahoganies, which are highly prized for their excellent colour, working properties and finish. *Swietenia* Linn., an introduced genus from America, is known as the true mahoganies. The woods are usually free from distortion under changing conditions of moisture. This quality makes them excellent constructional timber and suitable material for cabinet work (METCALFE & CHALK, 1950). Other important meliaceous timbers of commerce include some species of *Entandrophragma* C. DC. (Sapele Mahogany), *Lovoa Harms* (African Walnut), *Melia* L., *Carapa* Aubl. and *Guarea* Allem.

Moreover, some species of the family possess many medicinal properties which are commonly exploited in African traditional medicine. For instance, oils derived from the nuts of *Carapa pro-cera* DC. are used as medicine for burns, sores, rheumatic pains, insect bites, ringworm and yaws in Senegal. It is also employed as a vermifuge for both tape- and round-worms and also as a purgative. It is sometimes taken in small doses for syphilis as well (DALZIEL, 1937). Apart from their high quality timbers, some species of *Khaya* are also famous for their varied medicinal applications in Nigeria and other African countries (DALZIEL, 1937; OLOWOKUDEJO & NYANANYO, 1990).

All parts of *Melia azedarach* L., a plant known popularly as a medicinal tree of the Arabs and Persians (DALZIEL, 1937), are said to be bitter and strongly purgative. The root-bark is considered one of the best of anthelmintics and is used for round-worms in West Africa. The roots and leaves of *Pseudocedrela kotschyi* Harms are used for rheumatism in Nigeria while in Togo the bitter bark is given in infusions for gastro-intestinal and rheumatic conditions. The bark decoction is also used as a wash for ulcers (DALZIEL, 1937). The pounded bark of *Trichilia*

emetica Vahl-Lely is used for parasitic skin diseases, itch and ringworm in most countries of West Africa while the bitter root is used as a rectal injection to induce purging (DALZIEL, 1937).

ROOMI & ATIQUIDDIN (1977) have shown that leaf extracts of *Azadirachta indica* A. Juss possess high pest repellent properties, and insecticides have therefore been derived from it. Oils for soap-making have also been extracted from the seeds of *Trichilia emetica* in Uganda. *Turraea heterophylla* Sm., with white sweet-smelling flowers, is an attractive ornamental shrub.

Previous studies on the family include those of ROTH (1971) on the anatomical structure of the cortex of some Venezuelan species of the family; MEHRA *et al.* (1972) on the Himalayan Meliaceae; LEPROY (1976) on Madagascan species, and PENNINGTON & STYLES (1975) who worked on pollen, gross morphology and wood anatomy. Other important contributors include DATTA & SAMANTA (1977), MURTY & GUPTA (1978) and OLOWOKUDEJO & NYANANYO (1990). Despite the economic importance of several species of this family in West Africa, there is practically no reliable taxonomic information on the family in this sub-region. The general floristic account given by HUTCHINSON & DALZIEL (1954) needs to be revised because some of the taxa have been reduced to synonymy and numerous new collections have been made.

The present study investigates the morphology of the leaf epidermis of all available species as part of a contribution to the taxonomy of the family. Leaf-surface characters are extensively employed in taxonomic studies since they have been found to be of value not only in making primary taxonomic decisions as STACE (1984) has noted, but as well as in the determination of sterile specimens, archeological remains, fragmentary fossils, stomachal or faecal contents and drugs.

MATERIAL AND METHODS

Sources of specimens

West African specimens of the family Meliaceae were studied in FHI, K and LUH. Abbreviations follows HOLMGREN *et al.* (1981). Two to six specimens of each taxon were investigated, depending on their geographical spread. About 3-6 samples were considered

as representative of species with wide geographical and ecological range while for endemic species or those of restricted distribution, 2-3 samples were examined.

Maceration technique

The method used in separating the abaxial and adaxial epidermises from the mesophyll is similar to that of OLOWOKUDEJO & NYANANYO (1990) and OLOWOKUDEJO & PEREIRA-SHETEOLU (1988) with slight modifications.

An area about 5 mm² was removed from a standard central position on each leaf or leaflet. Each sample was first revived by boiling in water for 5-10 mins. It was then transferred to either a macerating mixture — i. e. JEFFREY'S solution — consisting of equal parts 10% chromic acid and conc. nitric acid, or conc. nitric acid only, for 18-36 hours depending on the nature of the leaf or leaflet. Each specimen bottle containing the sample and macerating liquid was then placed in a water-bath for 15-20 mins at 60° C. The sample was later washed in water and cleaned with camel hair brush.

Isolation of Epidermises

Upper and lower epidermises were carefully isolated by teasing them from the mesophyll using a pair of fine forceps and dissecting needles. Debris of mesophyll tissues were then brushed off before washing each membrane thoroughly in distilled water. Membranes were later transferred to 50% ethanol for about 5 mins to harden and then stained in 1% safranin in 50% alcohol for 5 mins. Each membrane was dehydrated by passing through 50%, 70%, 90%, 100% ethyl alcohol series and a mixture of equal parts of absolute ethyl alcohol and xylene. The membrane were then mounted in Canada balsam and the slides dried on a hot plate.

Statistical analysis

For each taxon 50 cells and stomata were chosen randomly and measured using a micrometer eye-piece. For each quantitative character, the range, mean, standard deviation and standard error were determined for all taxa. The stomatal index (SI) was calculated using the formula of SALISBURY (1927): $\frac{S}{E+S} \times 100$,

where S denotes the number of stomata per unit and E the number of epidermal cells of the same area. Photomicrographs were made using a Zeiss 9901 microscope while a Wild M 12 microscope fitted with camera lucida was used for the drawings.

RESULTS

Some of the observed intra- and interspecific variation patterns in epidermal micromorphology within the family are summarised in Tables 1 and 2. The photomicrographs shown in Figs. 1-5 represent the range of variation in cell shape and size, anticlinal cell wall patterns and stomatal complex. Trichome types are illustrated in Fig. 6.

Epidermal cells

Upper and lower epidermal cells are either isodiametric, irregular or polygonal in shape. The epidermal cell shape is variable both within and among species of the same genus, for example, in *Khaya anthotheca* (Figs. 1C and 1D), *K. ivorensis*, *Trichilia prieureana* subsp. *vermoesonii* and *T. emetica*, adaxial cells are usually isodiametric while the abaxial cells are irregular in shape. Both polygonal and isodiametric cells are found on the same surface in specimens of *Pseudocedrela kotschyi* (Fig. 2F) examined. The pattern of the anticlinal cell walls is also variable within and among the various genera of the family. In *Khaya* both straight and curved anticlinal walls are present while in *Entandrophragma* the walls are either straight, curved or undulate. The intraspecific occurrence of both straight and curved walls on the same surface was observed in *Khaya anthotheca* (Fig. 1D), *Entandrophragma utile* (Fig. 1E) and *E. cylindricum* (Fig. 2B).

Considerable variation also occurs in the size of abaxial and adaxial epidermal cells both within and among the various taxa of the family (Table 1). Adaxial cells are generally wider than the abaxial ones, the former ranging from 8.70 μm to 29.13 μm in *Lovoa trichilioides* and *Trichilia welwitschii* respectively, and the latter with a mean value of 8.48 μm in *Swietenia mahagonii*, the smallest, and 23.52 μm *Trichilia welwitschii* which has the largest epidermal cells in the family. Abaxial and adaxial epidermal

TABLE 1

Variation in epidermal characteristics of Meliaceae species

Taxa	Cell shape	Anticlinal cell wall pattern	Cell width (μm) min. (mean \pm std error) max.	Cell wall thickness (μm) min. (mean \pm std error) max.	Trichome type
1. <i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss. adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Straight Straight	16.20 (19.55 \pm 0.03) 24.30 5.40 (8.96 \pm 0.03) 13.50	2.70 (2.51 \pm 0.02) 5.40 2.70 (2.04 \pm 0.01) 4.50	Non-glandular Non-glandular
2. <i>K. grandifoliola</i> C. DC. adax. abax.	Irregular Irregular	Curved Curved	8.10 (12.66 \pm 0.21) 17.55 6.75 (9.75 \pm 0.19) 13.50	2.70 (3.02 \pm 0.11) 4.05 2.70 (2.84 \pm 0.09) 4.05	Non-glandular Non-glandular
3. <i>K. anthotheca</i> (Welw.) C. DC. adax. abax.	Isodiametric Irregular	Straight Straight/curved	8.10 (13.31 \pm 0.31) 18.90 8.10 (11.53 \pm 0.19) 14.55	2.70 (2.93 \pm 0.09) 4.05 2.70 (2.34 \pm 0.10) 4.05	Non-glandular Non-glandular
4. <i>K. ivorensis</i> A. Chev. adax. abax.	Isodiametric Irregular	Straight/curved Straight/curved	8.10 (10.61 \pm 0.19) 13.50 6.75 (9.42 \pm 0.18) 13.50	1.35 (2.87 \pm 0.11) 4.05 1.35 (2.12 \pm 0.10) 2.70	Non-glandular Non-glandular
5. <i>Entandrophragma candollei</i> Harms adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Straight Straight	8.10 (13.53 \pm 0.24) 20.25 6.75 (11.04 \pm 0.19) 16.20	1.35 (2.78 \pm 0.09) 4.05 1.35 (1.89 \pm 0.12) 2.70	Glandular & Non-glandular Non-glandular
6. <i>E. utile</i> (Dawe & Sprague) Sprague adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Straight/curved Straight	9.45 (14.85 \pm 0.22) 20.25 6.75 (9.64 \pm 0.19) 13.50	1.35 (2.56 \pm 0.09) 3.24 1.35 (2.03 \pm 0.11) 2.70	Non-glandular Non-glandular
7. <i>E. angolense</i> (Welw.) C. DC. var. <i>angolense</i> adax. abax.	Irregular Isodiametric	Undulate Straight	10.80 (13.24 \pm 0.21) 16.20 8.10 (12.66 \pm 0.22) 17.55	1.35 (2.62 \pm 0.10) 4.05 1.35 (2.30 \pm 0.18) 4.05	Glandular Glandular
8. <i>E. angolense</i> (Welw.) C. DC. var. <i>macrophyllum</i> adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Curved Curved	10.80 (13.85 \pm 0.20) 17.55 8.10 (12.23 \pm 0.22) 17.55	1.35 (1.76 \pm 0.32) 3.24 1.35 (1.73 \pm 0.10) 2.70	Non-glandular Glandular

9. <i>E. cylindricum</i> (Sprague) Sprague adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Curved/straight Curved	10.80 (14.31 ± 0.21) 18.90 8.10 (11.91 ± 0.24) 14.85	1.35 (1.62 ± 0.11) 2.70 1.35 (1.84 ± 0.91) 2.70	Glabrous Glandular
10. <i>E. congoense</i> ined.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	10.80 (13.88 ± 0.19) 16.20 8.10 (11.04 ± 0.22) 16.20	1.35 (2.75 ± 0.13) 4.05 1.35 (2.60 ± 0.10) 2.70	Glabrous Non-glandular
11. <i>Pseudocedrela kotschy</i> (Schweinf) Harms	Isodiametric/ polygonal Isodiametric	Straight Straight	10.80 (13.99 ± 0.20) 20.25 8.10 (13.28 ± 0.18) 16.20	2.16 (2.62 ± 0.06) 2.70 1.35 (1.96 ± 0.07) 2.16	Non-glandular Non-glandular
12. <i>Lovoa trichiloides</i> Harms	Isodiametric Isodiametric	Straight Straight	6.75 (8.70 ± 0.16) 10.80 6.75 (9.63 ± 0.22) 13.50	2.70 (3.13 ± 0.11) 4.05 2.70 (2.97 ± 0.11) 4.05	Non-glandular Glabrous
13. <i>Carapa grandiflora</i> Sprague	Isodiametric Isodiametric	Straight Straight	8.10 (11.39 ± 0.20) 16.20 6.75 (10.69 ± 0.21) 13.50	2.70 (2.86 ± 0.10) 4.05 2.70 (2.89 ± 0.10) 4.05	Glabrous Glabrous
14. <i>C. procera</i> C. DC.	Isodiametric Isodiametric	Straight Straight	9.45 (12.45 ± 0.28) 16.20 10.80 (13.64 ± 0.21) 16.20	2.16 (2.52 ± 0.07) 2.70 2.70 (2.86 ± 0.10) 4.05	Glabrous Non-glandular
15. <i>Trichilia prieureana</i> A. Juss.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	12.15 (14.54 ± 0.17) 16.20 10.80 (14.53 ± 0.23) 18.90	2.70 (2.75 ± 0.07) 4.05 2.70 (2.81 ± 0.09) 4.05	Non-glandular Non-glandular
16. <i>T. prieureana</i> A. Juss, subsp. <i>ver-</i> <i>moesonii</i> J. J. de Wilde	Isodiametric Irregular	Straight Undulate	8.10 (11.15 ± 0.20) 13.50 8.10 (10.02 ± 0.17) 12.15	2.70 (2.86 ± 0.10) 4.05 2.70 (2.78 ± 0.10) 4.05	Non-glandular Glabrous
17. <i>T. rubescens</i> Oliv.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	13.50 (17.12 ± 0.23) 21.60 12.15 (15.20 ± 0.22) 18.90	2.70 (2.97 ± 0.11) 4.05 1.35 (2.19 ± 0.11) 2.70	Glabrous Non-glandular
18. <i>T. martineau</i> Aubrev. & Pellegr.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	16.20 (25.40 ± 0.27) 29.70 10.80 (14.75 ± 0.22) 18.90	2.70 (2.78 ± 0.10) 4.05 2.16 (2.56 ± 0.12) 2.70	Glabrous Non-glandular

TABLE 1 (Continued)

Taxa	Cell shape	Anticlinical cell wall pattern	Cell width (μm) min. (mean \pm std error) max.	Cell wall thickness (μm) min. (mean \pm std error) max.	Trichome type
19. <i>T. gilgiana</i> Harms adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	10.80 (13.50 \pm 0.24) 18.90 10.80 (15.20 \pm 0.25) 20.25	1.35 (1.57 \pm 0.10) 2.70 2.16 (2.61 \pm 0.06) 2.70	Glabrous Glabrous
20. <i>T. megalantha</i> Harms adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	18.90 (23.89 \pm 0.29) 29.70 10.80 (17.66 \pm 0.32) 27.00	1.35 (2.12 \pm 0.13) 2.70 2.16 (2.43 \pm 0.12) 2.70	Glabrous Non-glandular
21. <i>T. retusa</i> Oliv. adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	9.45 (13.69 \pm 0.22) 16.20 10.80 (12.58 \pm 0.17) 14.85	1.35 (2.30 \pm 0.09) 2.70 1.35 (3.56 \pm 0.19) 5.40	Non-glandular Non-glandular
22. <i>T. dregeana</i> Sond. adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	16.20 (25.11 \pm 0.30) 29.70 13.50 (22.03 \pm 0.32) 29.70	2.70 (3.00 \pm 0.11) 4.05 4.05 (5.70 \pm 0.14) 6.75	Glabrous Glabrous
23. <i>T. gillettii</i> J. J. de Wilde adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	12.15 (13.87 \pm 0.18) 16.20 8.10 (10.80 \pm 0.24) 12.15	2.70 (3.22 \pm 0.14) 4.05 1.35 (2.14 \pm 0.11) 2.70	Glabrous Glabrous
24. <i>T. monadelpha</i> (Thonn.) J. J. de Wilde adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	14.85 (18.63 \pm 0.35) 25.65 13.50 (18.60 \pm 0.25) 22.95	2.16 (2.59 \pm 0.07) 2.70 2.16 (2.62 \pm 0.06) 2.70	Glabrous Non-glandular
25. <i>T. ornithothesa</i> J. J. de Wilde adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	16.20 (24.78 \pm 0.28) 29.70 10.80 (13.65 \pm 0.25) 18.90	2.16 (2.58 \pm 0.12) 2.70 2.70 (2.85 \pm 0.11) 4.05	Non-glandular Non-glandular
26. <i>T. tessmannii</i> Harms adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	17.55 (23.87 \pm 0.31) 35.10 13.50 (18.78 \pm 0.27) 21.60	2.16 (2.57 \pm 0.09) 2.70 2.16 (2.48 \pm 0.08) 2.70	Non-glandular Non-glandular
27. <i>T. velvetschii</i> C. DC. adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	21.60 (29.13 \pm 0.30) 35.10 18.90 (23.52 \pm 0.32) 32.40	2.16 (2.60 \pm 0.07) 2.70 2.16 (3.00 \pm 0.12) 4.05	Glabrous Non-glandular

28. <i>T. emetica</i> Vahl-Lely adax. abax.	Isodiametric Irregular	Straight Undulate	16.20 (19.62 ± 0.28) 25.65 10.80 (15.45 ± 0.22) 18.90	2.16 (2.61 ± 0.08) 2.70 2.16 (2.58 ± 0.07) 2.70	Non-glandular Non-glandular
29. <i>Ekebergia senegalensis</i> A. Juss. adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Straight Straight	10.80 (15.77 ± 0.24) 18.90 8.10 (12.13 ± 0.21) 14.85	1.35 (2.64 ± 0.09) 2.70 2.16 (2.46 ± 0.10) 2.70	Glabrous Glabrous
30. <i>Guarea glomerulata</i> Harms adax. abax.	Polygonal Isodiametric	Straight Curved	16.20 (18.77 ± 0.21) 21.60 13.50 (17.11 ± 0.24) 21.60	2.16 (2.37 ± 0.09) 3.24 1.35 (1.45 ± 0.07) 2.16	Glabrous Non-glandular
31. <i>G. leonensis</i> Hutch. & Dalz. adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Straight Curved	8.10 (10.44 ± 0.24) 14.85 13.50 (18.21 ± 0.25) 21.60	2.16 (2.58 ± 0.07) 3.24 1.35 (1.85 ± 0.09) 2.70	Non-glandular Glabrous
32. <i>G. cedrata</i> (A. Chev.) Pellegr. adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Straight Straight	6.75 (10.07 ± 0.22) 13.50 10.80 (12.86 ± 0.16) 14.85	2.70 (2.85 ± 0.07) 3.24 2.16 (3.15 ± 0.12) 4.05	Non-glandular Glabrous
33. <i>G. thompsonii</i> Sprague & Hutch. adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Straight Curved	10.80 (13.82 ± 0.23) 17.55 14.85 (19.04 ± 0.32) 21.60	2.16 (2.74 ± 0.08) 3.24 2.70 (2.79 ± 0.06) 3.24	Non-glandular Glabrous
34. <i>Heckeidora standtii</i> (Harms) Staner adax. abax.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	13.50 (18.20 ± 0.24) 24.30 10.80 (14.88 ± 0.28) 21.60	1.35 (1.50 ± 0.08) 2.16 1.35 (1.46 ± 0.08) 2.16	Non-glandular Glabrous
35. <i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. ex C. DC.) Pellegr.	Isodiametric Isodiametric	Undulate Undulate	13.50 (17.71 ± 0.26) 22.95 9.45 (13.93 ± 0.24) 18.90	2.16 (2.68 ± 0.10) 4.05 2.16 (2.70 ± 0.08) 3.24	Glabrous Glabrous
36. <i>T. mannii</i> Baill.	Irregular Irregular	Undulate Undulate	16.20 (19.58 ± 0.24) 24.30 12.15 (18.01 ± 0.23) 22.95	1.35 (2.05 ± 0.09) 2.70 2.16 (2.65 ± 0.06) 2.70	Glabrous Glabrous
37. <i>Turraea leonensis</i> Keay adax. abax.	Isodiametric Isodiametric	Straight Straight	13.50 (15.77 ± 0.26) 18.90 10.80 (14.62 ± 0.28) 18.90	2.70 (3.17 ± 0.12) 4.05 2.70 (2.96 ± 0.10) 3.24	Glabrous Glabrous

TABLE 1 (Continued)

Taxa	Cell shape	Anticlinal cell wall pattern	Cell width (μm) min. (mean \pm std error) max.	Cell wall thickness (μm) min. (mean \pm std error) max.	Trichome type
38. <i>T. vogelii</i> Hook. f. ex Benth. adax. abax.	Isodiametric	Straight	13.50 (16.88 \pm 0.27) 24.30	2.16 (2.62 \pm 0.09) 3.24	Non-glandular
	Isodiametric	Straight	12.15 (17.66 \pm 0.22) 21.60	2.16 (2.66 \pm 0.08) 3.24	Non-glandular
39. <i>T. heterophylla</i> Sm. adax. abax.	Isodiametric	Straight	12.15 (18.75 \pm 0.28) 24.30	2.16 (2.86 \pm 0.11) 3.24	Glabrous
	Isodiametric	Straight	10.80 (16.88 \pm 0.24) 21.60	2.70 (2.98 \pm 0.09) 4.05	Glabrous
40. <i>T. pellegriniana</i> Keay adax. abax.	Isodiametric	Straight	13.50 (18.78 \pm 0.29) 21.60	2.16 (2.86 \pm 0.10) 3.24	Non-glandular
	Isodiametric	Straight	10.80 (12.36 \pm 0.27) 18.90	2.16 (2.95 \pm 0.08) 3.24	Non-glandular
41. <i>Azadirachta indica</i> A. Juss. adax. abax.	Isodiametric	Straight/curved	10.80 (15.01 \pm 0.29) 24.30	2.16 (2.18 \pm 0.05) 2.70	Glabrous
	Isodiametric	Straight/curved	10.80 (13.96 \pm 0.26) 20.25	2.16 (2.25 \pm 0.06) 2.70	Glabrous
42. <i>Melia azedarach</i> Linn. adax. abax.	Isodiametric	Straight	13.50 (17.55 \pm 0.28) 21.60	2.16 (2.44 \pm 0.07) 2.70	Non-glandular
	Isodiametric	Straight	8.10 (15.96 \pm 0.22) 18.50	2.16 (2.57 \pm 0.07) 2.70	Non-glandular
43. <i>M. composita</i> J. J. de Wilde adax. abax.	Isodiametric	Straight	13.50 (16.69 \pm 0.21) 18.90	2.16 (2.56 \pm 0.07) 2.70	Non-glandular
	Isodiametric	Straight	14.85 (17.85 \pm 0.19) 20.25	2.16 (2.29 \pm 0.07) 2.70	Non-glandular
44. <i>Swietenia mahagonii</i> (Linn.) Jacq. adax. abax.	Isodiametric	Curved	13.50 (15.66 \pm 0.21) 20.25	2.16 (2.61 \pm 0.07) 2.70	Glabrous
	Isodiametric	Curved	5.40 (8.48 \pm 0.19) 10.80	0.81 (1.20 \pm 0.07) 1.35	Glabrous
45. <i>S. macrophylla</i> King adax. abax.	Isodiametric	Curved	12.15 (15.88 \pm 0.21) 18.90	2.16 (2.57 \pm 0.07) 2.70	Glabrous
	Isodiametric	Curved	8.10 (11.18 \pm 0.20) 13.50	1.35 (1.48 \pm 0.05) 2.16	Glabrous
46. <i>S. humilis</i> Zucc. adax. abax.	Isodiametric	Curved	13.50 (16.58 \pm 0.21) 20.25	1.35 (1.56 \pm 0.09) 2.16	Non-glandular
	Isodiametric	Curved	5.40 (9.07 \pm 0.21) 12.15	1.35 (1.97 \pm 0.08) 2.16	Glabrous

cells also vary in their thickness; the adaxial cells being generally thicker. The thinnest abaxial cells occur in *Swietenia mahagonii* ($1.20 \mu\text{m} \pm 0.07$), while the thickest are found in *Trichilia dregeana* ($5.70 \mu\text{m} \pm 0.14$). In the case of adaxial cells, *Heckeldora staudtii* has the thinnest walls ($1.50 \mu\text{m} \pm 0.08$) while the thickest are found in *Trichilia gilletii* ($3.22 \mu\text{m} \pm 0.14$) as shown in Table 1.

Stomatal complex

Four stomatal types, which are restricted to the abaxial surface, are found in all genera of the family examined (Table 2). All species of *Khaya* (Figs. 1B and 1D), *Entandrophragma* (Figs. 1F, 2B, 2D and 2E), *Pseudocedrela*, *Lovoa* (Fig. 4D), *Carapa* (Fig. 5D), *Azadirachta* (Fig. 5F), *Melia* and *Swietenia* have anomocytic stomata while the paracytic type occurs in *Trichilia* (Figs. 3B, 3D and 3F) and *Ekebergia*. The stomata of all species of *Guarea* (Fig. 4B), *Turraea* and *Turraeanthus* (Fig. 5B) are staurocytic while *Heckeldora staudtii* (Fig. 4F) is the only species with paratetracytic stomata. The size of stomata varies considerably both within and among species of the various genera. *Carapa procera* has the smallest stomata with a mean measurement of about $3.02 \times 1.43 \mu\text{m}$ while the largest stomata with a mean value of about $22.32 \times 9.45 \mu\text{m}$ are found in *Guarea glomerulata* (Fig. 4B) (Table 2). The stomatal index also varies within each genus and among the 14 genera. The lowest value of 2.99% was recorded in *Guarea cedrata* while the highest of 36% occurred in *Trichilia emetica*.

Trichomes

The presence or absence and nature of trichomes in each species of the family are summarised in Table 1. Some species, such as, *Carapa grandiflora*, *Trichilia gilgiana*, *T. dregeana*, *T. gilletii*, *Ekebergia senegalensis*, *Turraeanthus africanus*, *Turraeanthus mannii*, *Turraea leonensis*, *Turraea heterophylla*, *Azadirachta indica*, *Swietenia mahagonii* and *S. macrophylla* have totally glabrous leaves. In some of the remaining species the adaxial surface may be glabrous while the abaxial surface is sparsely hairy. Trichomes are usually more developed on the abaxial surface and along the margins. Both glandular and non-glandular trichomes occur within the family (Fig. 6). Non-

TABLE 2

Taxa	Stomatal type	Stomatal length (μm) min. (mean \pm std error) max.	Stomatal width (μm) min. (mean \pm std error) max.	Index (%)
1. <i>Khaya senegalensis</i>	Anomocytic	8.10 (15.18 \pm 0.22) 18.15	2.70 (2.84 \pm 0.12) 4.05	12.96
2. <i>K. grandifoliola</i>	Anomocytic	5.40 (7.52 \pm 0.17) 8.10	2.05 (2.09 \pm 0.18) 4.75	11.92
3. <i>K. anothoeca</i>	Anomocytic	6.75 (9.14 \pm 0.22) 12.15	3.05 (3.36 \pm 0.18) 5.75	18.93
4. <i>K. ivorensis</i>	Anomocytic	8.40 (9.48 \pm 0.15) 11.10	2.05 (3.44 \pm 0.13) 4.75	8.09
5. <i>Entandrophragma candollei</i>	Anomocytic	5.40 (7.25 \pm 0.19) 8.10	4.05 (5.09 \pm 0.16) 6.75	13.27
6. <i>E. utile</i>	Anomocytic	10.80 (13.77 \pm 0.22) 17.55	5.40 (7.61 \pm 0.19) 9.45	13.55
7. <i>E. angolense</i> var. <i>angolense</i>	Anomocytic	6.75 (8.28 \pm 0.18) 10.80	5.40 (6.80 \pm 0.20) 8.10	19.70
8. <i>E. angolense</i> var. <i>macrophyllum</i>	Anomocytic	8.10 (11.07 \pm 0.24) 13.50	6.75 (7.74 \pm 0.17) 9.45	20.17
9. <i>E. cylindricum</i>	Anomocytic	6.75 (8.96 \pm 0.20) 10.80	4.05 (5.94 \pm 0.21) 8.10	19.84
10. <i>E. congoense</i>	Anomocytic	8.10 (12.24 \pm 0.31) 20.25	6.75 (8.24 \pm 0.18) 9.45	10.70
11. <i>Pseudocedrela kotschyi</i>	Anomocytic	8.10 (10.82 \pm 0.27) 17.55	5.40 (6.68 \pm 0.15) 8.10	27.27
12. <i>Lovoa trichilioides</i>	Anomocytic	6.75 (9.50 \pm 0.24) 12.15	4.05 (5.13 \pm 0.20) 8.10	12.05
13. <i>Carapa grandiflora</i>	Anomocytic	4.05 (6.39 \pm 0.21) 8.10	1.35 (2.79 \pm 0.16) 4.05	15.97
14. <i>C. procera</i>	Anomocytic	2.70 (3.02 \pm 0.14) 4.05	1.35 (1.43 \pm 0.11) 2.70	13.52
15. <i>Trichilia prieureana</i> subsp. <i>prieureana</i>	Paracytic	5.40 (6.84 \pm 0.21) 8.10	4.05 (5.54 \pm 0.19) 6.75	9.43
16. <i>T. prieureana</i> subsp. <i>vermoeseni</i>	Paracytic	5.40 (7.02 \pm 0.23) 9.45	5.40 (5.76 \pm 0.14) 6.75	7.41
17. <i>T. rubescens</i>	Paracytic	13.50 (16.42 \pm 0.25) 18.90	6.75 (8.26 \pm 0.24) 10.80	8.05
18. <i>T. martineaui</i>	Paracytic	13.50 (17.92 \pm 0.29) 27.00	6.75 (7.96 \pm 0.24) 10.80	6.20
19. <i>T. gilgiana</i>	Paracytic	12.15 (13.50 \pm 0.18) 14.85	6.75 (7.74 \pm 0.14) 8.10	5.32
20. <i>T. megalantha</i>	Paracytic	14.85 (18.50 \pm 0.31) 22.95	5.40 (7.52 \pm 0.21) 9.48	12.77
21. <i>T. retusa</i>	Paracytic	12.15 (14.36 \pm 0.23) 16.20	6.75 (9.27 \pm 0.25) 12.15	8.25

22. <i>T. dregeana</i>	Paracytic	13.50 (20.70 ± 0.40)	27.00	5.40 (8.28 ± 0.25)	10.80	12.12
23. <i>T. gilletii</i>	Paracytic	13.50 (15.21 ± 0.22)	18.90	5.40 (8.44 ± 0.18)	10.80	8.33
24. <i>T. monadelpha</i>	Paracytic	14.85 (18.36 ± 0.30)	21.60	5.40 (8.24 ± 0.30)	10.80	9.43
25. <i>T. ornithohera</i>	Paracytic	13.50 (15.36 ± 0.21)	18.90	6.75 (7.43 ± 0.26)	10.80	10.23
26. <i>T. tessmannii</i>	Paracytic	16.20 (19.62 ± 0.26)	21.60	6.75 (8.15 ± 0.18)	9.45	27.59
27. <i>T. wehritschii</i>	Paracytic	18.90 (22.28 ± 0.29)	27.00	5.40 (7.34 ± 0.23)	9.45	23.91
28. <i>T. emetica</i>	Paracytic	16.20 (20.34 ± 0.33)	22.95	5.40 (7.43 ± 0.23)	10.80	36.00
29. <i>Ekebergia senegalensis</i>	Paracytic	12.15 (14.98 ± 0.19)	16.20	5.40 (7.38 ± 0.24)	10.80	19.40
30. <i>Guarea glomerulata</i>	Staurocytic	21.60 (22.32 ± 0.20)	24.30	8.10 (9.45 ± 0.21)	10.80	11.39
31. <i>G. leonensis</i>	Staurocytic	10.80 (16.28 ± 0.27)	17.55	4.05 (5.18 ± 0.20)	5.40	9.23
32. <i>G. cedrata</i>	Staurocytic	10.80 (14.22 ± 0.28)	17.55	4.05 (4.91 ± 0.15)	5.40	2.99
33. <i>G. thompsonii</i>	Staurocytic	12.15 (14.22 ± 0.23)	16.20	4.05 (5.22 ± 0.16)	6.75	9.35
34. <i>Heckeldora staudtii</i>	Paratetracytic	10.80 (13.32 ± 0.26)	16.20	6.75 (7.34 ± 0.15)	8.10	8.76
35. <i>Turraeanthus africanus</i>	Staurocytic	16.20 (18.95 ± 0.27)	21.60	5.40 (6.71 ± 0.21)	8.10	3.79
36. <i>T. mannii</i>	Staurocytic	10.80 (12.24 ± 0.21)	13.50	2.70 (4.28 ± 0.19)	5.40	3.29
37. <i>Turraea leonensis</i>	Staurocytic	10.80 (12.36 ± 0.32)	13.50	5.40 (5.86 ± 0.18)	8.10	5.77
38. <i>T. vogelii</i>	Staurocytic	12.15 (14.94 ± 0.27)	18.90	5.40 (7.38 ± 0.20)	9.45	4.57
39. <i>T. heterophylla</i>	Staurocytic	16.20 (18.98 ± 0.30)	21.60	5.40 (7.67 ± 0.24)	10.80	6.39
40. <i>T. peltagriniata</i>	Staurocytic	10.80 (12.58 ± 0.21)	13.50	5.40 (7.58 ± 0.22)	10.80	7.26
41. <i>Azadirachta indica</i>	Anomocytic	9.45 (11.39 ± 0.21)	13.50	4.05 (5.94 ± 0.21)	8.10	7.47
42. <i>Melia azedarach</i>	Anomocytic	9.45 (11.66 ± 0.24)	13.50	4.05 (6.39 ± 0.24)	9.45	13.47
43. <i>M. composita</i>	Anomocytic	13.50 (18.32 ± 0.31)	21.60	2.70 (4.01 ± 0.18)	5.40	6.91
44. <i>Swietenia mahagoni</i>	Anomocytic	9.45 (10.44 ± 0.14)	10.80	2.70 (3.02 ± 0.14)	4.05	13.08
45. <i>S. macrophylla</i>	Anomocytic	8.10 (10.89 ± 0.25)	13.50	6.75 (8.19 ± 0.18)	9.45	10.00
46. <i>S. humilis</i>	Anomocytic	6.75 (9.05 ± 0.25)	12.15	4.05 (5.34 ± 0.31)	6.75	13.57

glandular hairs are unicellular with either a long or short gradual taper as in *Pseudoceclera kotschyi* (Fig. 6A), *Khaya grandifoliola* (Fig. 6B), *Khaya anthotheca* (Fig. 6C), and *Trichilia rubescens* (Fig. 6F). The hair may be falcate, e. g. *Guarea glomerulata* (Fig. 6H) or cylindrical in *Trichilia retusa* (Fig. 6G). These unicellular hairs either possess swollen basal cells or are seated on pedestals of several epidermal cells. In *K. anthotheca* the trichome base is surrounded by smaller isodiometric cells which are quite distinct from other epidermal cells (Fig. 6C).

Entandrophragma is the only genus of the family in which glandular trichomes are found in some of its species, e. g. *Entandrophragma angolense* (Fig. 6I), *E. cylindricum* (Fig. 6J) and *E. candollei*, which may possess both glandular and non-glandular hairs on the same surface (Table 1). Within the family, the trichome cover of individual leaves commonly varies in size and density.

DISCUSSION

METCALFE & CHALK (1950) described the stomata of members of the family Meliaceae as ranunculaceous (anomocytic), in which the guard cells are surrounded by a certain number of cells that do not differ in size and shape from other epidermal cells. This investigation has, however, revealed that there are at least four different types of stomata in the family. The high degree of constancy in the stomatal types within a given genus and among the genera of the family suggests that they have considerable diagnostic value. It is notable that genera having the same stomatal type generally have similar morphological characteristics. *Khaya*, *Entandrophragma*, *Pseudoceclera*, *Lovoa* and *Carapa* show close affinity in their leaf type, floral structure and fruit characters and they all possess anomocytic stomata. The ovary, anther and fruit of *Trichilia* and *Ekebergia*, which possess paracytic stomata, are also morphologically very similar. The stomatal complex is especially valuable in the preliminary identification of small leaf fragments (STACE, 1984). The stomatal index is highly variable and there is considerable overlap among the various genera. Within each genus, the stomatal indices may be taxonomically important. This is also true of the size of the stomata within each genus.

The highly variable nature of the epidermal cell shape and size and anticlinal wall patterns on both adaxial and abaxial surfaces of the leaf renders them less valuable in the separation of the various genera. These characters are, however, quite useful for the separation of the species within each genus. Different kinds of trichomes ranging from simple, unicellular type to the stellate, peltate scales and glandular trichomes have previously been reported for the family (METCALFE & CHALK, 1950). *Entandrophragma* is the only genus with glandular hairs which are always multicellular and variously shaped. Simple unicellular hairs, which are widespread in the other genera, are also found in some species of *Entandrophragma* and consequently reduces the diagnostic value of this character. Several functions, including adaptation to the physical environment e. g. water economy; biotic interaction and other internal physiological controls, have been suggested for trichomes and indumenta (JOHNSON, 1975). However, the ecological and evolutionary significance of these apparently simple features is not fully understood because their occurrence is not totally accepted as just an adaptive adjustment to a particular environmental stress.

The data on epidermal features presented here provide, to a reasonable extent, some valuable reference information for the identification and general characterisation of the various taxa, most especially when the plant materials available are sterile or fragmentary. Moreover, some of these micromorphological characters are valuable in making primary taxonomic decisions since they are known to be little affected by the environmental conditions in which the plants grow.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank the Directors and Curators of the herbaria in which specimens were examined. We are also grateful to Dr. M. G. OGBE for allowing us to use his Photomicroscope and the University of Lagos Development Committee for the award of a Research Grant No. UL 37/380 to the senior author.

REFERENCES

- DALZIEL, J. M.
1937 *The useful plants of West Tropical Africa*. Crown Agents for Overseas Govt., London.
- DATTA, P. C. & SAMANTA, P.
1977 Cytotaxonomy of Meliaceae. *Cytologia* (Tokyo) **42**(2): 197-208.
- HEYWOOD, V. H. (Ed.)
1978 *Flowering plants of the world*. Oxford University Press, London.
- HOLMGREN, P. K.; KEUKEN, W. & SCHOFIELD, E. K.
1981 *Index Herbariorum. Part I. The Herbaria of the World*. Edition 7 (Regnum Vegetabile, 106), Hague.
- HUTCHINSON, J. & DALZIEL, J. M.
1954 *Flora of West Tropical Africa*. Vol. I, Part 2. Crown Agents for Overseas Govt., London.
- JOHNSON, H. B.
1975 Plant pubescence: an ecological perspective. *Bot. Rev.* **41**: 233-258.
- LEPROY, J.
1976 Essays on the syncretic taxonomy. I. Study of the Meliaceae of Madagascar. *Adansonia* **16**(2): 167-204.
- MEHRA, P. N.; SAREEN, T. S. & KHOSLA, P. K.
1972 Cytological studies on Himalayan Meliaceae. *J. Arnold Arb. Harv. Univ.* **53**(4): 558-568.
- METCALFE, C. R. & CHALK, L.
1950 *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. I and II. Clarendon Press, Oxford.
- MURTY, Y. S. & GUPTA, S.
1978 Morphological studies in Meliaceae: II. A reinvestigation of floral anatomy of members of Swietenieae and Trichillieae. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B.* **87**(2): 55-64.
- OLWOKUDEJO, J. D. & NYANANYO, B. L.
1990 Taxonomy of medicinal plants. I. Epidermal morphology of the genus *Khaya* (Meliaceae) in West Africa. *Feddes Repertorium*. **101**: 401-407.
- OLWOKUDEJO, J. D. & PEREIRA-SHETEOLU, O.
1988 The taxonomic value of epidermal characters in the genus *Ocimum* L. (Lamiaceae). *Phytomorphology* **38**(2): 147-158.
- PENNINGTON, T. D. & STYLES, B. T.
1975 A generic monograph of the Meliaceae. *Blumea* **22**(3): 419-540.
- ROOMI, M. W. & ATIQUIDDIN, M.
1977 Observations of the repellency of «Neem» plant, *Melia azedarach* L., on some stored grain pests from Pakistan. *Z. Angew. Entol.* **84**(2): 124-129.
- ROTH, I.
1971 Anatomical structure of the cortex of some Venezuelan species of arboreal Meliaceae. *Acta Bot. Venez.* **6**(1-4): 239-259.
- SALISBURY, E. J.
1927 On the causes and ecological significance of stomatal frequency, with special reference to the woodland flora. *Phil. Trans. R. Soc.* **216B**: 1065.

STACE C. A.

1984 The taxonomic importance of the leaf surface. In: *Current Concepts of Plant Taxonomy* V. H. Hywood and D. M. Moore, eds). Academic Press, London.

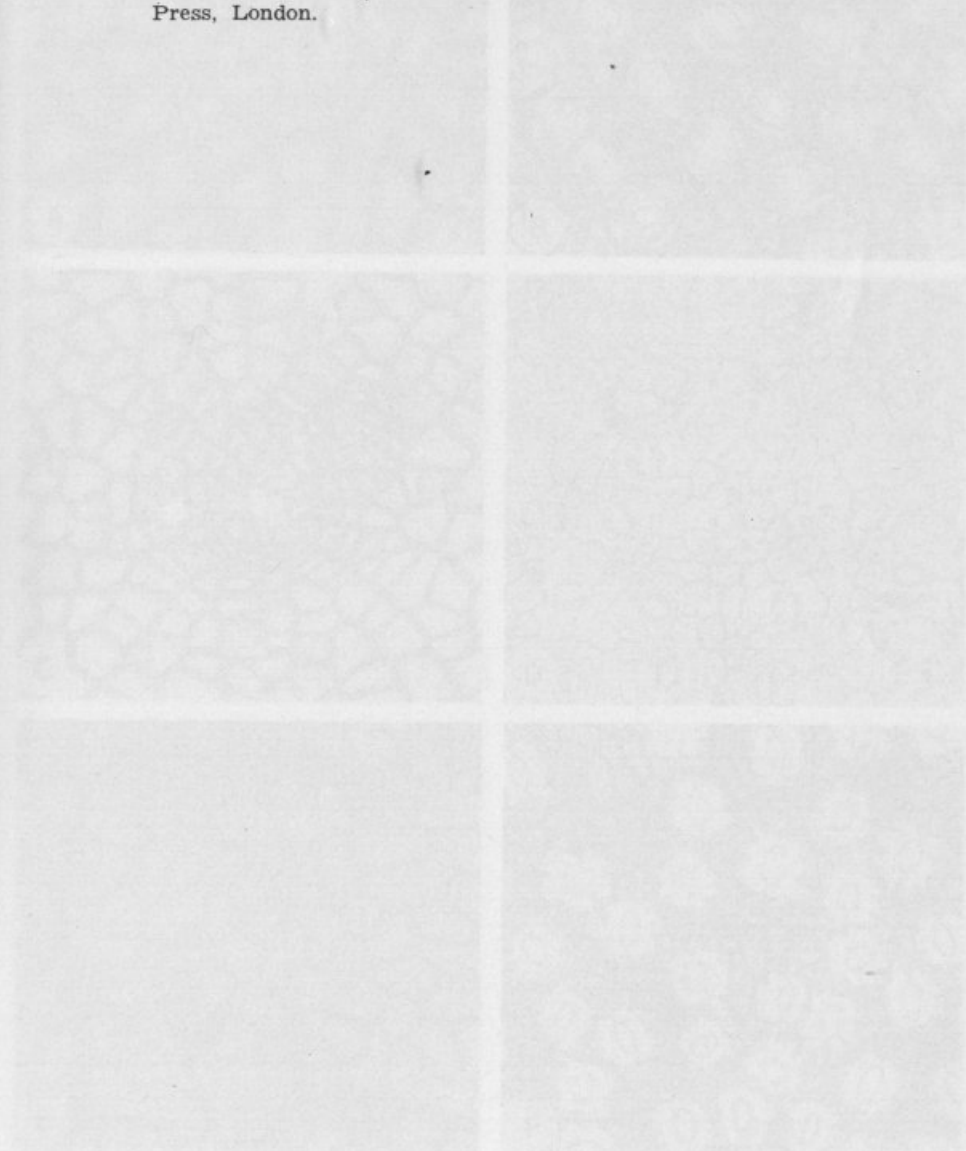


Fig. 5. Scanning electrongraphs of leaf epidermal features of *Kaya* and *Alseis blackiana*. (A) *Kaya*, secondary dorsal surface. (B) *Kaya*, secondary dorsal surface with annular stomata. (C) *Kaya*, cuticular dorsal surface showing patches of radiating epidermal cells. (D) *Kaya*, secondary dorsal surface showing annular stomata. (E) *Alseis blackiana*, upper dorsal surface. (F) *Alseis blackiana*, upper dorsal surface with annular stomata.

1981 The Economic Commission for Europe, in Geneva, Switzerland
of the Commission of the European Communities, Luxembourg
1982 The World Bank, Washington, D.C.

1983 The World Bank, Washington, D.C.
1984 The World Bank, Washington, D.C.

1985 The World Bank, Washington, D.C.
1986 The World Bank, Washington, D.C.

1987 The World Bank, Washington, D.C.
1988 The World Bank, Washington, D.C.

1989 The World Bank, Washington, D.C.
1990 The World Bank, Washington, D.C.

1991 The World Bank, Washington, D.C.
1992 The World Bank, Washington, D.C.

1993 The World Bank, Washington, D.C.
1994 The World Bank, Washington, D.C.

1995 The World Bank, Washington, D.C.
1996 The World Bank, Washington, D.C.

1997 The World Bank, Washington, D.C.
1998 The World Bank, Washington, D.C.

1999 The World Bank, Washington, D.C.
2000 The World Bank, Washington, D.C.

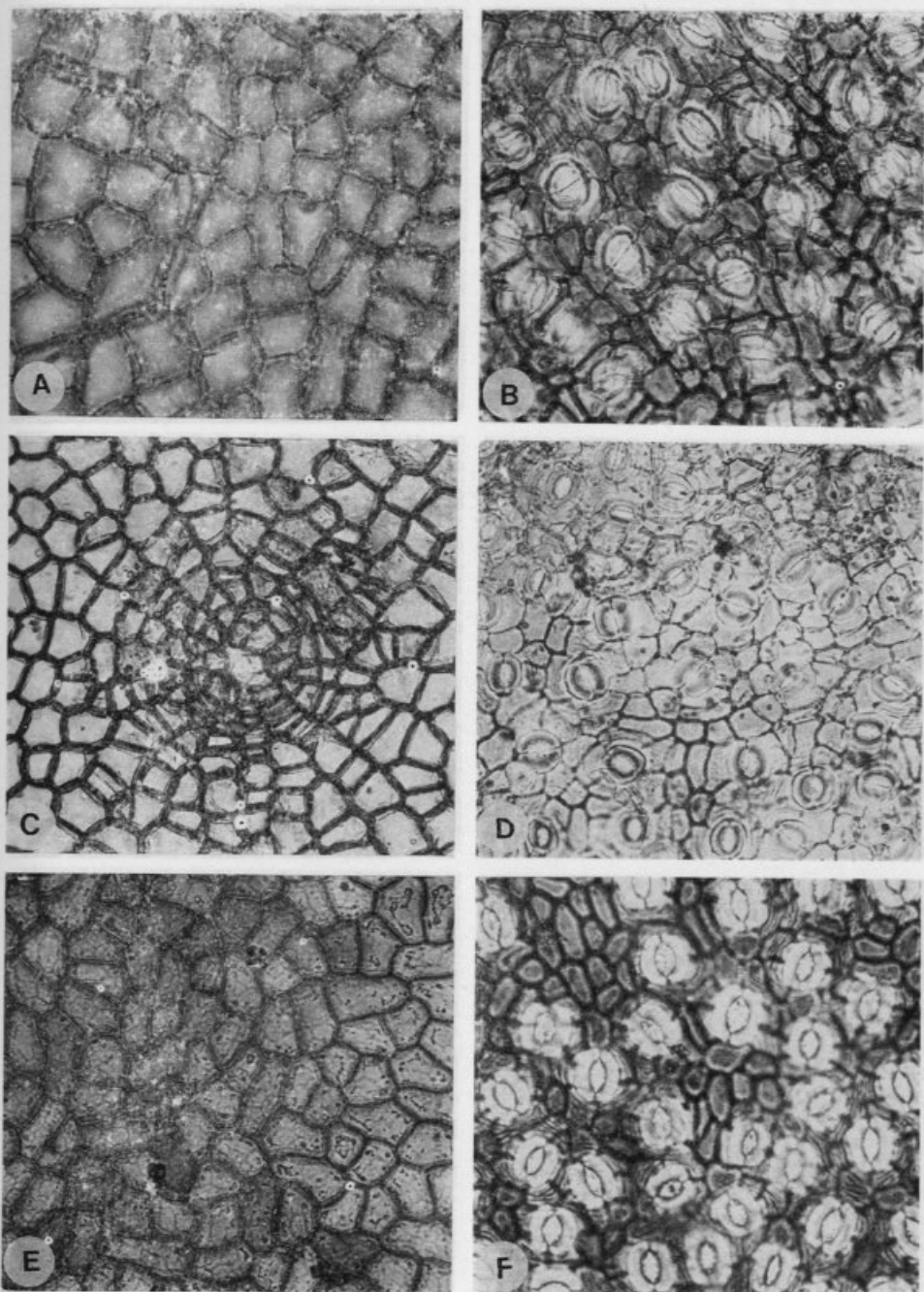


Fig. 1. — Photomicrographs of leaf epidermal features of *Khaya* and *Entandrophragma*: (A) *Khaya senegalensis*, adaxial surface. (B) *Khaya senegalensis*, abaxial surface with anomocytic stomata. (C) *Khaya anthotheca*, adaxial surface showing trichome base with radiating epidermal cells. (D) *Khaya anthotheca*, abaxial surface showing anomocytic stomata. (E) *Entandrophragma utile*, adaxial surface. (F) *Entandrophragma utile*, abaxial surface with anomocytic stomata.

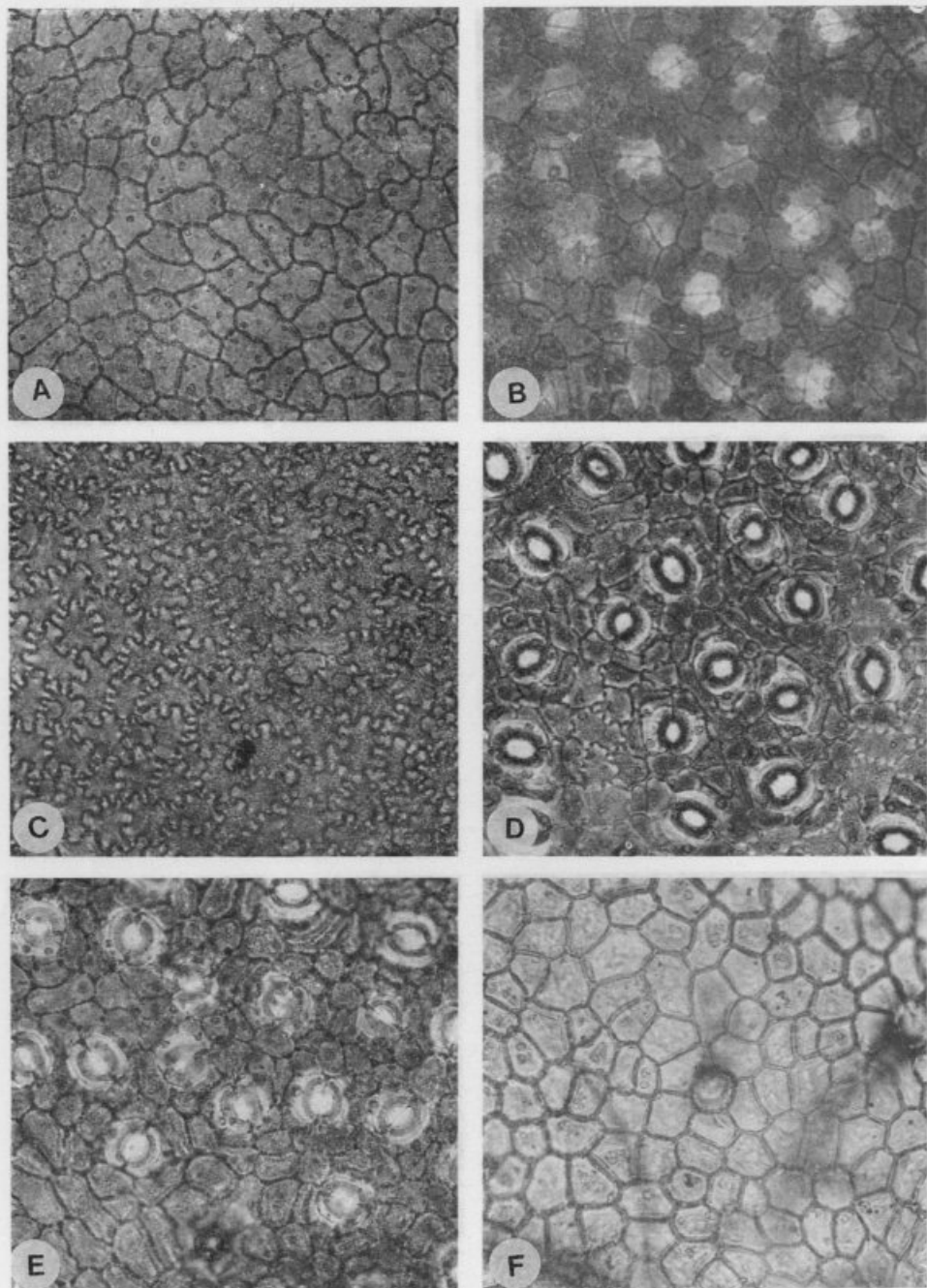


Fig. 2. — Photomicrographs of leaf epidermal features of *Entandrophragma* and *Pseudocedrela*. (A) *Entandrophragma cylindricum*, adaxial surface with curved anticlinal walls. (B) *Entandrophragma cylindricum*, abaxial surface with anomocytic stomata. (C) *Entandrophragma congoense*, adaxial surface with undulate anticlinal walls. (D) *Entandrophragma congoense*, abaxial surface with anomocytic stomata. (E) *Entandrophragma angolense* var. *macrophyllum*, abaxial surface with anomocytic stomata. (F) *Pseudocedrela kotschyi*, adaxial view.

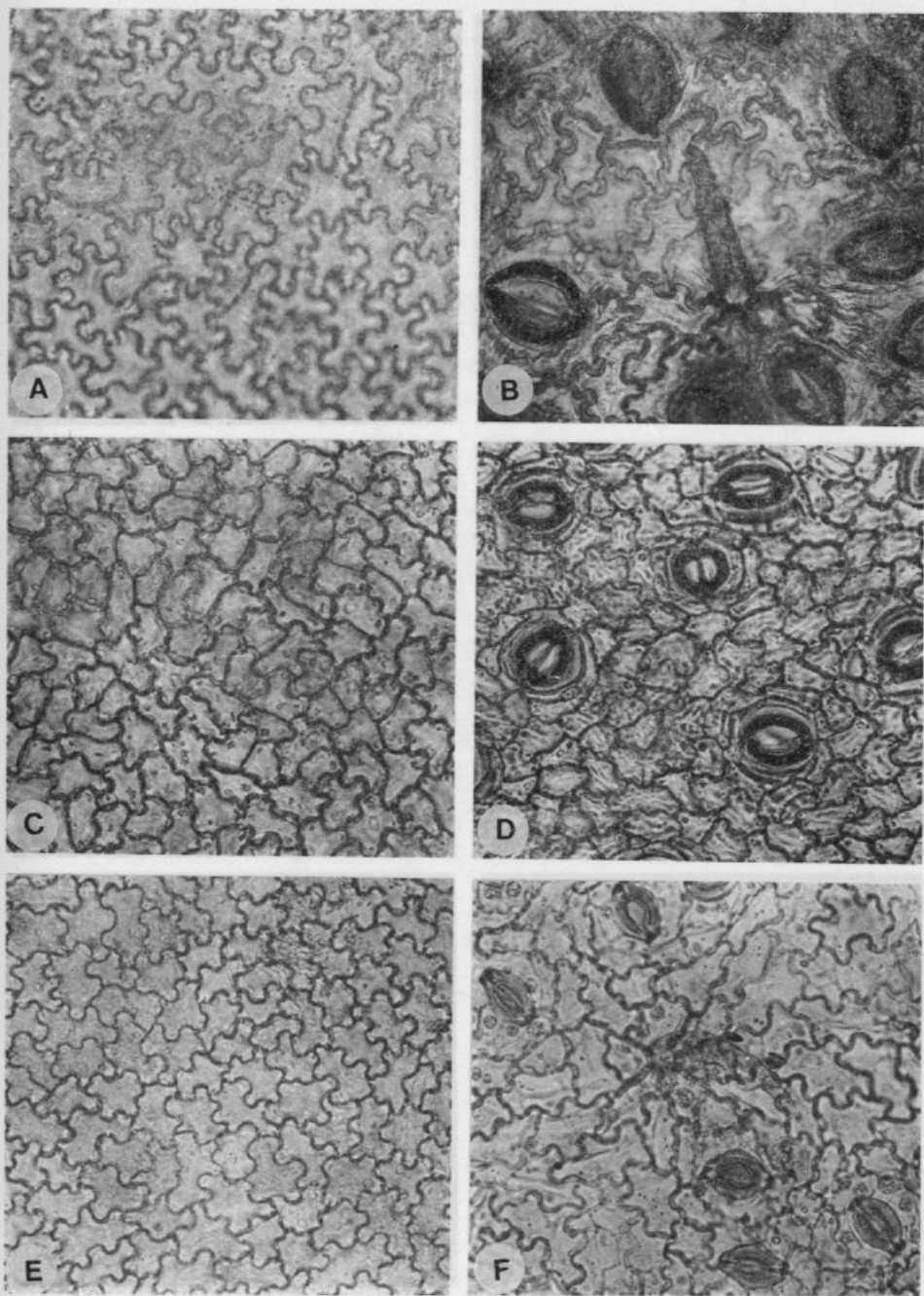


Fig. 3. — Photomicrographs of leaf epidermal surfaces of *Trichilia*. (A) *Trichilia megalantha*, adaxial cells with undulate anticlinal walls. (B) *T. megalantha*, abaxial surface showing paracytic stomata. (C) *T. retusa*, adaxial surface. (D) *T. retusa*, abaxial view showing paracytic stomata. (E) *T. monadelphae*, adaxial cells with undulate walls. (F) *T. monadelphae*, abaxial surface with paracytic stomata.

(F) *Trichilia indica*, abaxial surface, with anonytic stomata.

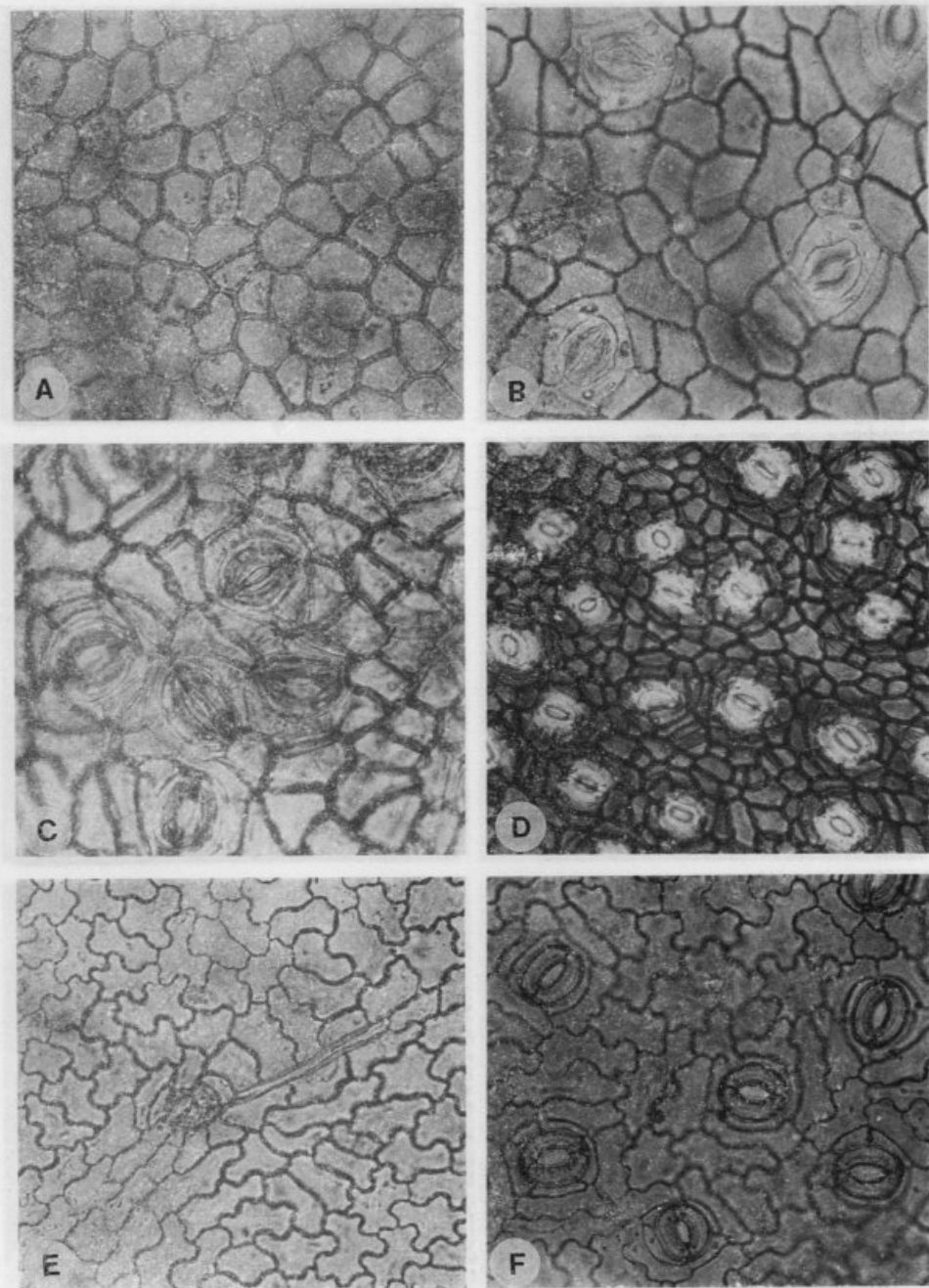
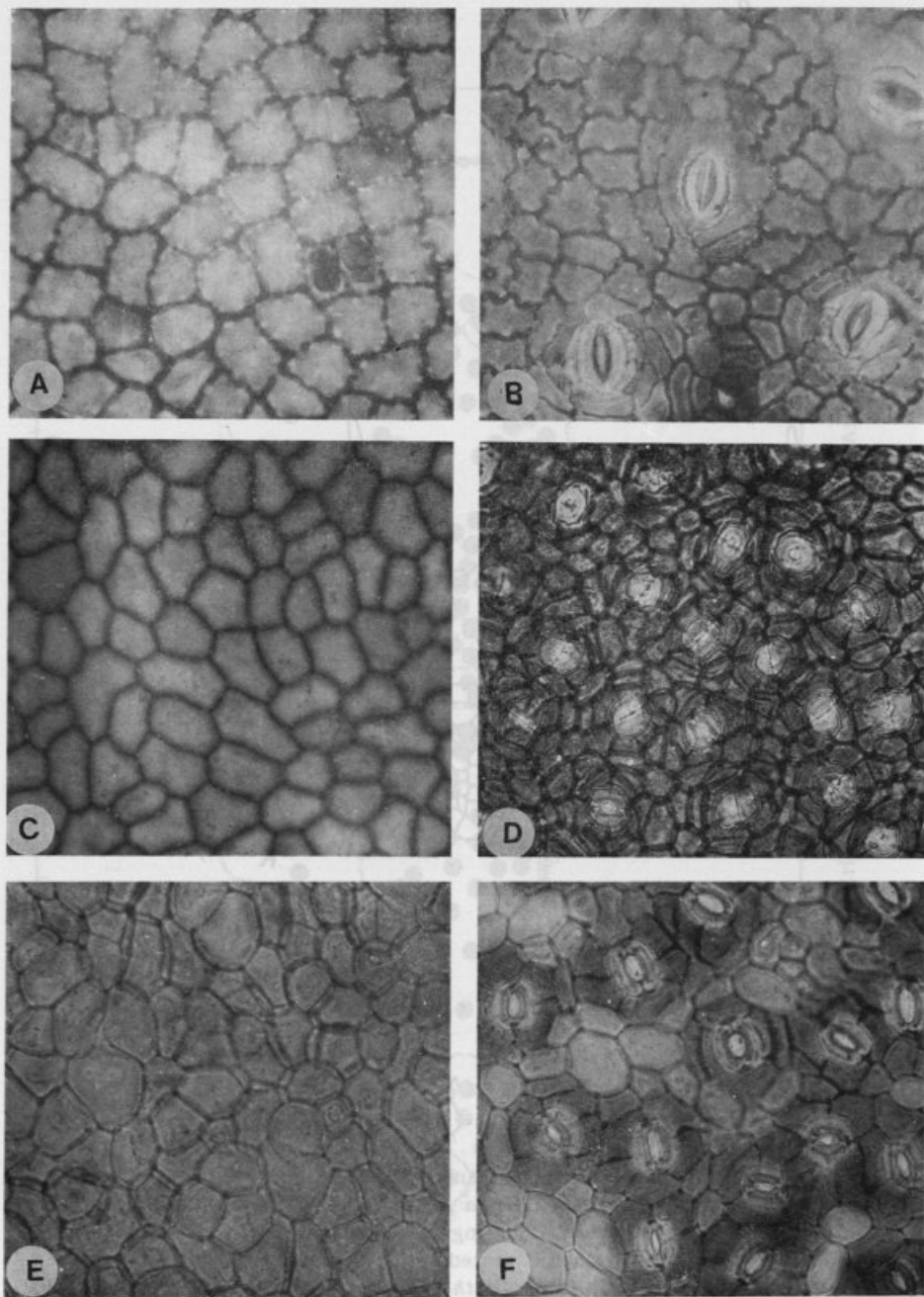


Fig. 4. — Photomicrographs of leaf epidermal features of *Guarea*, *Lovoa* and *Heckeldora*. (A) *Guarea glomerulata*, adaxial surface with straight anticlinal cell walls. (B) *Guarea glomerulata*, abaxial surface showing staurocytic stomata and simple, unicellular trichomes. (C) *Guarea thompsonii*, abaxial surface with staurocytic stomata. (D) *Lovoa trichilioides*, abaxial surface with anomocytic stomata. (E) *Heckeldora staudtii*, adaxial cells with undulate walls. (F) *Heckeldora staudtii*, abaxial surface showing paratetracytic stomata.



30µm

Fig. 5. — Photomicrographs of leaf epidermal surfaces of Meliaceae species. (A) *Turraeanthus africanus*, adaxial view with undulate cell walls. (B) *Turraeanthus africanus*, abaxial surface with undulate walls and staurocytic stomata. (C) *Svietenia humilis*, adaxial surface. (D) *Carapa grandiflora*, abaxial surface showing anomocytic stomata. (E) *Azadirachta indica*, adaxial view. (F) *Azadirachta indica*, abaxial surface, with anomocytic stomata.

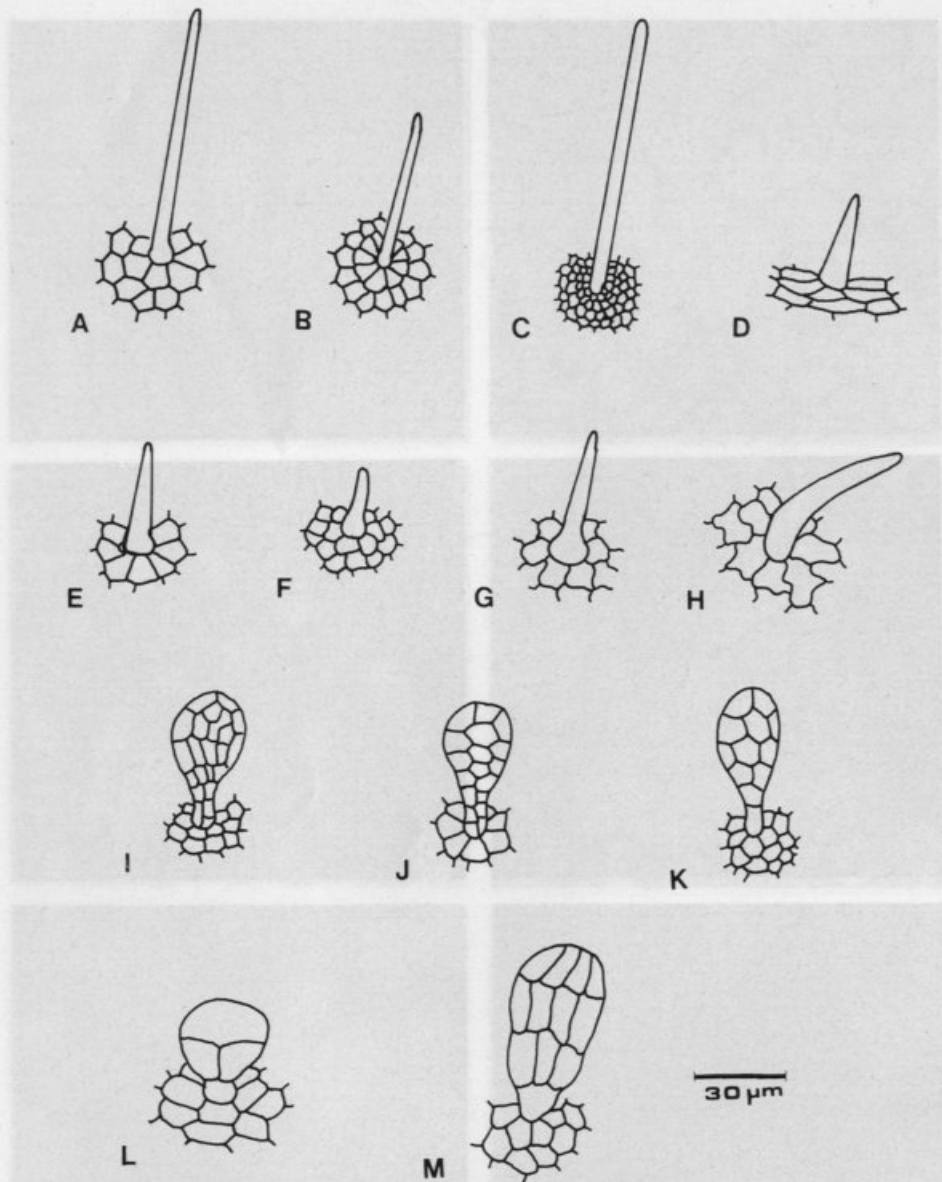


Fig. 6. — Types of trichomes in the Family Meliaceae. (A) Simple unicellular, tapering trichome e. g. *Pseudocedrela kotschyi*. (B) Simple unicellular trichome seated on a pedestal of radiating basal cells e. g. *Khaya grandifoliola*. (C) Simple unicellular trichome seated on a pedestal of relatively smaller distinct basal cells e. g. *Khaya anotheca*. (D) Simple unicellular hair found on veins e. g. *Entandrophragma candollei*. (E & F) Simple unicellular trichome with a short taper e. g. *Trichilia rubescens*. (G) Simple unicellular hair with an enlarged base e. g. *Trichilia retusa*. (H) Simple unicellular falcate hair in *Guarea glomerulata*. (I) Glandular trichome e. g. *Entandrophragma angolense* var. *macrophyllum*. (J) Glandular multicellular trichome with radiating basal cells e. g. *Entandrophragma cylindricum*. (K) Glandular multicellular hair found in *Entandrophragma candollei*. (L) Sessile glandular trichome of *Entandrophragma angolense* var. *macrophyllum*. (M) Bulbous glandular trichome of *Entandrophragma angolense* var. *macrophyllum*.

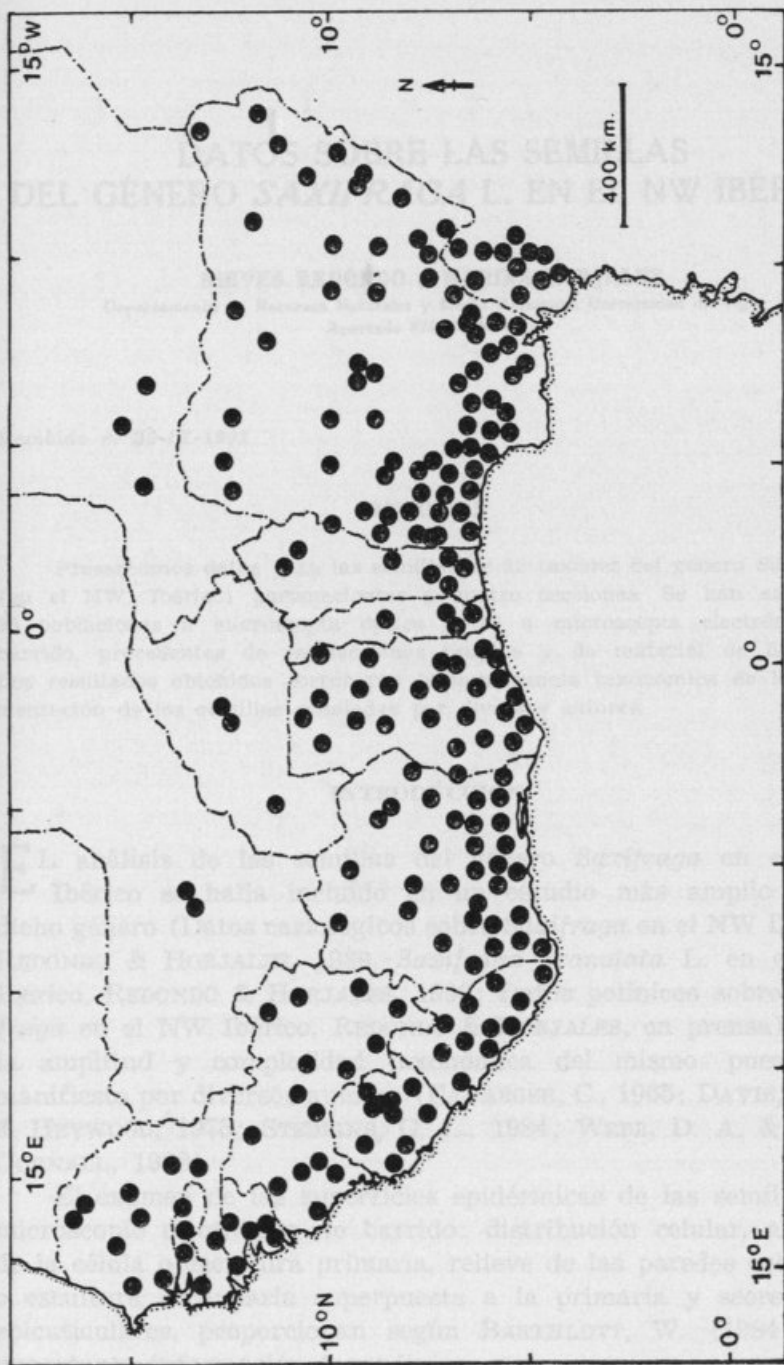
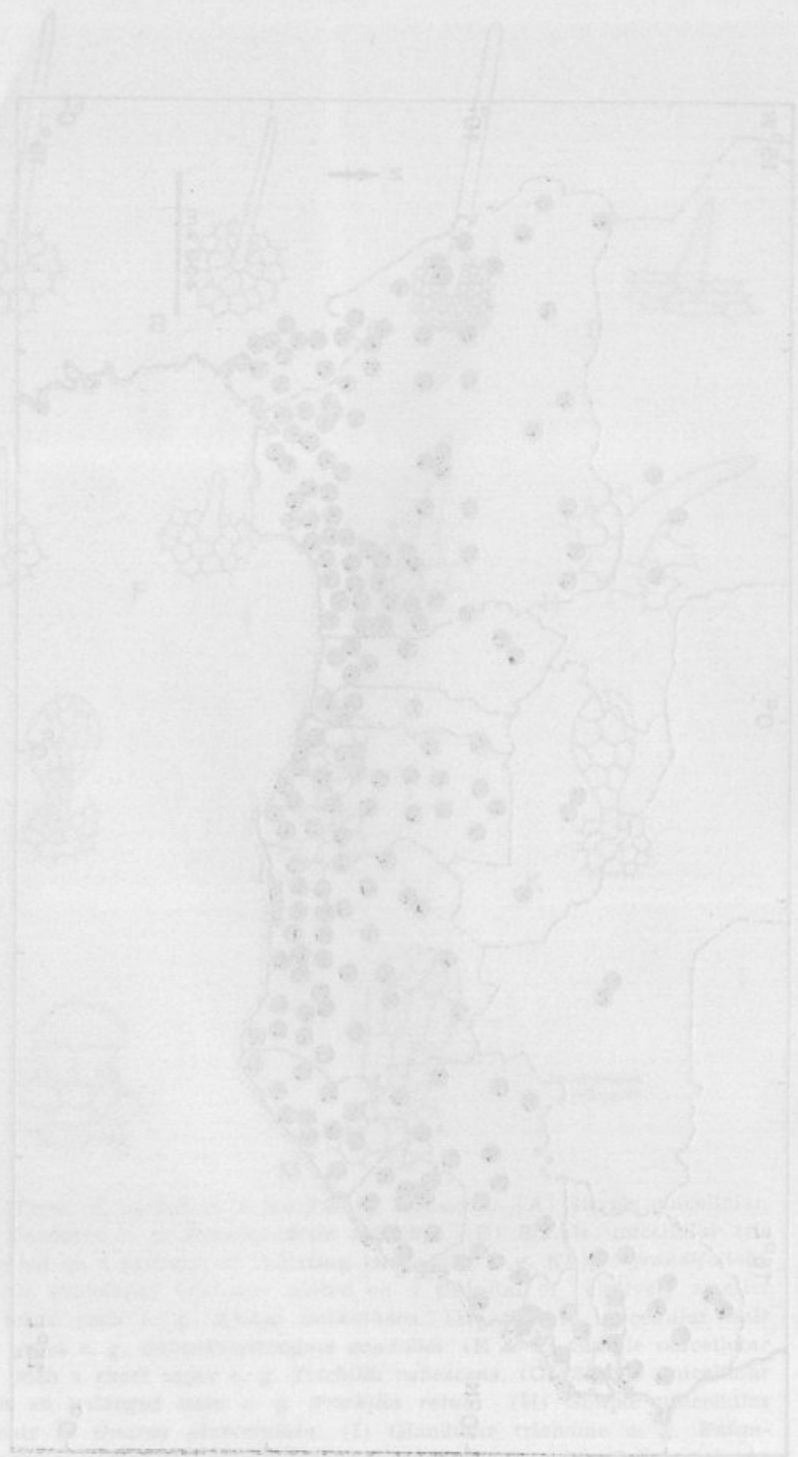


Fig. 7. — Geographic distribution of Meliaceae species in West Africa.

Fig. 1. Geographical distribution of *Trichostema* subgenus *Trichostema* in the USSR.



The subgenus *Trichostema* is represented in the USSR by 10 species, which are distributed in the mountainous regions of the Caucasus, the Pamirs, and the mountains of Central Asia. The species are: (1) *Trichostema* *sp.*, (2) *Trichostema* *sp.*, (3) *Trichostema* *sp.*, (4) *Trichostema* *sp.*, (5) *Trichostema* *sp.*, (6) *Trichostema* *sp.*, (7) *Trichostema* *sp.*, (8) *Trichostema* *sp.*, (9) *Trichostema* *sp.*, (10) *Trichostema* *sp.*

DATOS SOBRE LAS SEMILLAS DEL GÉNERO *SAXIFRAGA* L. EN EL NW IBÉRICO

NIEVES REDONDO & MARINA HORJALES

Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Universidad de Vigo,
Apartado 874, 36200 Vigo

Recibido el 25-IX-1991.

RESUMEN

Presentamos datos para las semillas de 12 taxones del género *Saxifraga* (en el NW. Ibérico) pertenecientes a cuatro secciones. Se han estudiado 20 poblaciones a microscopía óptica y 13 a microscopía electrónica de barrido, procedentes de recolecciones propias y de material de herbario. Los resultados obtenidos corroboran la importancia taxonómica de la ornamentación de las semillas señaladas por diversos autores.

INTRODUCCION

EL análisis de las semillas del género *Saxifraga* en el NW Ibérico se halla incluido en un estudio más amplio sobre dicho género (Datos cariológicos sobre *Saxifraga* en el NW Ibérico, REDONDO & HORJALES, 1989, *Saxifraga granulata* L. en el NW Ibérico, REDONDO & HORJALES, 1990; Datos polínicos sobre *Saxifraga* en el NW Ibérico, REDONDO & HORJALES, en prensa) dada la amplitud y complejidad taxonómica del mismo, puesta de manifiesto por diversos autores (FAVARGER, C., 1965; DAVIS, D. H. & HEYWOOD, 1973; STEBBINS, G. L., 1984; WEBB, D. A. & R. J. GORNALL, 1989).

El examen de las superficies epidérmicas de las semillas, al microscopio electrónico de barrido: distribución celular, aspecto de la célula o escultura primaria, relieve de las paredes celulares o escultura secundaria superpuesta a la primaria y secreciones epicuticulares, proporcionan según BARTHLOTT, W. (1984) una importante información taxonómica.

En Saxifragaceae, GORNALL, R. J. & BRUCE A. BOOHM (1985) en su monografía sobre *Boykinia*, *Peltoboykinia*, *Bolandra* y *Suksdorfia*, encuentran que la ornamentación de la testa tiene un alto valor taxonómico a nivel genérico, seccional e incluso separando especies, encontrando muy poca variación infraespecífica. En este sentido, CONOLLY (1972) en *Saxifraga*, aunque encuentra algunos taxones como *S. oppositifolia* y *S. rivularis*, en los que la superficie de las semillas varía considerablemente, no sólo en las distintas regiones sino también dentro de una misma localidad, encuentra otras como *S. stellaris*, *S. rosaceae*, *S. hypnoides*, *S. granulata* y *S. tridactylites* bastante uniformes incluso en distintas regiones.

J. ERNST KRACH (1976) hace un estudio de 108 taxones de Saxifragaceae, de las que 11 pertenecen al género *Saxifraga*. Según este autor, el género *Saxifraga*, aunque amplio en extensión es homogéneo en cuanto a las estructuras seminales y embriónicas. Sin embargo, opina junto con CONOLLY (1972) que la estructura de la epidermis externa de la cubierta seminal se podría usar para delimitar secciones, cuando se extienda la investigación a un número mayor de especies, con el mismo éxito que los tipos de polen de FERGUSON & WEBB (1970). HUBBER (1963), así como WEBB & GORNALL (1989) dan una descripción muy general de cada especie.

En nuestra Península sólo tenemos noticia de los estudios realizados en este género por P. VARGAS & M. LUCEÑO (1988) sobre 5 taxones de la sección *Dactyloides* [sect. *Granulata* subsect. *triplinervium* (Gaudin) GORNALL, 1988 (Eudactyloide ENGLER & IRMSCHER, 1916-1919) serie *Cerathophyllae* (Haw.) S. PAWL, 1966] y por FERNÁNDEZ ARECES *et al.* (1988) sobre 17 taxones de la sect. *Dactyloides* (sect. *Granulatae*, subsect. *Triplinervium* (Gaudin) GORNALL, 1988 (Eudactyloide ENGLER & IRMSCHER, 1916-1919) series *Cerathophyllae* (Haw.) S. PAWL, 1966 y *Gemmifera* (Willk.) S. PAWL, 1966] en las que dichos autores encuentran diferencias en la ornamentación a nivel específico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos utilizado tanto material procedente de recolecciones propias, como de los herbarios MA, JACA, COI & B. Hemos estudiado un total de 12 poblaciones correspondientes a otros

tantos taxones a M. E. B. y 19 poblaciones correspondientes a las secciones *Micranthes* y *Granulatae* a M. O. en las que se indica cuales son los caracteres con valor diagnóstico y la resolución que aporta el M. O.

En cuanto a la terminología seguimos a FONT QUER, P. (1973) & SAENZ DE RIVAS (1978).

Sect. **Micranthes** (Haw.) D. Don (**Boraphilia** Engler)

Sexifraga clusii Gouan subsp. *clusii*

Hemos estudiado a M. O. S22: Hospital de Gistaín, Huesca MA 326911 y S17: Huesca, Llano de Tabernas JACA 585570, y a M. E. B. S102: Hospital de Gistaín MA 326911.

Presenta semillas de $0,75 \times 0,35$ mm, con macropapilas ensanchadas en la base, midiendo de $25-30 \mu\text{m}$ de largo $\times 14 \mu\text{m}$ de ancho en la base y unas $10 \mu\text{m}$ en el ápice, ordenadas en filas de 10 a 14, formando costillas.

Como escultura secundaria presenta micropapilas verrucosas redondeadas de $4-5 \mu\text{m}$ de diámetro que sobre las macropapilas son en general alargadas ($1,5 \times 4 \mu\text{m}$) y más densas. Entre las micropapilas se observan gránulos grandes de hasta $0,4 \mu\text{m}$, no muy abundantes (Lám. I, fotos 4, 5 y 6).

Entre las macropapilas hay un surco y en éste, en la base de las macropapilas (no observable a M. O. pero sí a M. E. B.) pequeñas estrías transversales.

S. clusii Gouan subsp. *lepismigena* (Planellas) D. A. Webb

Hemos estudiado las poblaciones S13 Redondela, S14 Ancares, Sorbeira y S15 Montefurado a M. O. y a M. E. B. S91 Pazos.

Las semillas son un poco menores que en los demás taxones estudiados en esta sección: $0,65 \times 0,33$ mm.

Presenta macropapilas de $30-36 \times 16-17 \mu\text{m}$, entre las macropapilas se observa un surco con una acanaladura longitudinal doble que parece continuar por el borde de las macropapilas. A M. E. B. se aprecian también unas estrías transversales muy finas y poco marcadas que parecen continuarse entre las macropapilas y por el margen de éstas.

Como escultura secundaria presenta micropapilas verrucosas redondeadas de $3-6 \mu\text{m}$ de diámetro que sobre las macropapilas

se hacen alargadas, de menos de $1\ \mu\text{m}$ de ancho por 2-3 de largo (Lám. I, fotos 1, 2 y 3).

La densidad de las micropapilas es mayor sobre las macropapilas que en la base de la célula.

A M. O. no se aprecian gránulos entre las micropapilas, pero sí a M. E. B., muy pequeños.

Saxifraga stellaris L.

Hemos estudiado a M. O. la población S18: Panticosa, Huesca JACA 108781 y a M. E. B. S105 de la misma localidad.

Presenta semillas de $0,75 \times 0,4\ \text{mm}$, con macropapilas de $15-20\ \mu\text{m}$ de longitud por $12-15\ \mu\text{m}$ de ancho, un surco entre las macropapilas en el que no se observa acanaladura longitudinal. Con estrías transversales marcadísimas a lo largo de todo el surco, de hasta $0,20\ \mu\text{m}$, bien visibles a M. O.

Micropapilas verrucosas más o menos redondeadas y de tamaño más o menos uniforme ($0,5-1\ \mu\text{m}$ de diámetro) con una densidad menor sobre las macropapilas (Lám. II, fotos 1, 2 y 3).

Aunque el tamaño sí coincide con el señalado por WEBB & GORNALL (loc. cit.), no observamos las papilas aplastadas y ensanchadas en la base que él describe.

Saxifraga paui Merino

Hemos estudiado a M. O. S11 y S12 correspondientes a la localidad clásica: Lugo, Ancares, Fuente de María González y S16 Pía Páxaro, Courel y a M. E. B. S141 de Ancares Fuente de María González.

En S11 y S12 solamente hemos encontrado entre un 10 y un 20 % de semillas viables (en nuestro estudio sobre el polen, en prensa) ya señalábamos la presencia de polen estéril en este taxon). En S16 hemos encontrado hasta un 50 % de semillas viables.

Tienen un tamaño de $0,80 \times 0,45\ \text{mm}$, presenta macropapilas de $30-32\ \mu\text{m}$ de longitud \times $15-16\ \mu\text{m}$ de ancho, separadas por un surco en el que se observa una acanaladura longitudinal y estrías transversales muy claras de $1,5-1,8\ \mu\text{m}$.

Micropapilas verrucosas en la parte basal, de $2-3\ \mu\text{m}$ de diámetro y que sobre las macropapilas adquieren forma de clava

TABLA I

	<i>S. elatii</i> Subsp. <i>elaatii</i>	<i>S. elatii</i> subsp. <i>lepismigena</i>	<i>S. stellaris</i>	<i>S. paai</i>
Macropapilas	Adelgazándose de la base al ápice. 25-30 μ m long \times 14 μ m en la base - 10 μ m en el ápice.	30-36 μ m \times 16-17 μ m. Sección oval-elipsoidal. Cilíndrica.	15-20 μ m long \times 12-15 anch.	30-32 \times 16 μ m.
Micropapilas	Verrucosas redondeadas de 4-5 μ m 0, sobre macropapilas verrucosas alargadas 1,5 \times 4 μ m.	Verrucosas redondeadas 3-6 μ m 0 en la base, verrucosas alargadas sobre macropapilas (1 \times 2-3 μ m).	Verrucosas más o menos redondeadas y uniformes 0,5-1 μ m 0.	Verrucosas redondeadas en la base 2-3 μ m 0, en forma de clava o verrucosas sobre macropapila.
Densidad micropapilas	Muy abundantes sobre la base, mayor densidad sobre las macropapilas.	Abundantes en la base, menor densidad sobre macropapilas.	Abundantes en la base, sobre las macropapilas aprox. la mitad.	
Gránulos	Muy grandes (hasta 0,4 μ m), no muy abundantes.	No visibles a M. O., a M. E. B. muy pequeños.	Grandes, de hasta 0,20 μ m entre micropapilas.	De unos 0,25 μ m.
Acanaladura longitudinal	Un surco entre macropapilas.	Una acanaladura doble entre macropapilas que parece que se continúa por el borde de éstas.	No se observa.	Una acanaladura en el surco.
Estrías transversales	No se ven a M. O.; a M. E. B. sólo en la base de las macropapilas.	Finas, poco marcadas, se continúan entre macropapilas y en los márgenes de éstas.	Entre macropapilas y a lo largo de todo el surco, marcadísimas y bien visibles a M. O.	Muy claras, hasta 1,5-1,8 μ m ancho.
Tamaño semillas	0,754 \times 0,35 mm.	0,65 \times 0,33 mm.	0,733 \times 0,38 mm.	0,79 \times 0,45 mm.

o báculo, aunque hay alguna también verrucosa, y parece que se van haciendo más densas a medida que nos acercamos al ápice de las macropapilas. Gránulos de unos $0,25 \mu\text{m}$ entre las macropapilas (Lám. II, fotos 4, 5 y 6).

Sect. **Gymnopera** D. Don [**Robertsonia** (Haw.) Sternb.]

Saxifraga spathularis Brot.

Se ha estudiado la población S31: Pontevedra, Covelo, a M. O. y M. E. B.

Las semillas tienen como tamaño medio $0,66 \times 0,35 \text{ mm}$. Presentan macropapilas cilíndricas de $56,4 \mu\text{m}$ con el ápice redondeado. Entre y sobre las macropapilas se ven micropapilas de 8 a $10 \mu\text{m}$ de diámetro, a veces 5 ó 6 micropapilas rodean la base de la macropapila a modo de corona (Lám. III, fotos 1 y 2); descripción que concuerda con la dada por KRACH (1976) para *S. cuneifolia* «las papilas laterales se yerguen a menudo, por así decirlo, en una corona sobre la que sobresale la papila principal». Semilla cubierta por secreciones epicuticulares (Lám. III, fotos 3 y 4).

Saxifraga × **geum** L.

Se ha estudiado a M. E. B. la población S81: Courel Rogueira. Presenta semillas de $0,55 \times 0,35 \text{ mm}$. Con macropapilas de $30 \times 12-15 \mu\text{m}$ distribuidas de modo regular en hileras y diseminadas entre ellas micropapilas con distribución irregular.

Toda la semilla aparece cubierta por secreciones epicuticulares (Lám. IV, fotos 1 y 2).

La descripción coincide, en general, con la dada por WEBB & GORNALL (loc. cit.) para *S. hirsuta*, perteneciente a la misma sección.

Sect. **Ligulatae** Haw. [Sect. **Euazonia** (Schott) Enbler, sect. **Aizonia** Tausch]

Saxifraga paniculata Miller (*S. aizoon* Jacq.)

Hemos estudiado S80: Courel, Lugo a M. E. B., las medidas se han efectuado a M. O.

El tamaño medio de la semilla es de $0,76 \times 0,35$ mm, cubierta de protuberancias verrucosas redondeadas de cerca de $10 \mu\text{m}$, en general reunidas en grupos de 2, 3 y 4, como las descritas por KRACH (1976) para *S. crustata*, de esta misma sección, esparcidos por la superficie de la testa.

Secreciones epicuticulares abundantes y gruesas recubriendo toda la semilla (Lám. IV, fotos 3 y 4).

En general coincide con la descripción de WEBB & GORNALL (loc. cit.).

Sect. **Saxifraga**

Subsect. **Triplinervium** (Gaudin) Gornall [**Eudactzloides** (Engler & Irmscher)]

Serie **Gemmifera** (Willk.) S. Pawl.

Saxifraga continentalis (Engler & Irmscher) D. A. Webb

Se ha estudiado S83: Belesar, Lugo a M. E. B.

Las semillas son muy heterogéneas en cuanto a tamaño y grado de madurez, habiendo un porcentaje importante de semillas no viables. En REDONDO & HORJALES, 1989 señalabamos el número variable en el número de cromosomas y la necesidad de realizar un estudio más profundo de este taxon y abarcando un área mayor, necesidad que ratificamos aquí.

El tamaño medio de las semillas es de $0,4 \times 0,2$ mm.

Presenta macropapilas esparcidas, de $15-18 \times 12-15 \mu\text{m}$ y micropapilas de unas $8 \mu\text{m}$ de diámetro, en algunas zonas tanto sobre macro como sobre micropapilas se observan gránulos de menos de $1 \mu\text{m}$ (Lám. V, fotos 3 y 4).

Estos datos coinciden con los aportados por WEBB (1950), FERNÁNDEZ ARECES *et al.* (1988) y WEBB & GORNALL (loc. cit.).

Seria **Cerotophyllae** (Haw.) S. Pawl.

Saxifraga canaliculata Boiss. & Reuter ex Engler

Se ha estudiado S85: Rodiezmo, León a M. E. B.

Presenta semillas de $0,75 \times 0,35$ mm (las descritas por WEBB & GORNALL (loc. cit.) son algo mayores: $0,85 \times 0,5$), con macropapilas distribuidas irregularmente de $30 \mu\text{m}$ de longitud por $12 \mu\text{m}$

de anchura, con los laterales estriados y ápice de plano a redondeado. Entre las macropapilas, hay micropapilas verrucosas de 6-8 μm de diámetro y parcialmente orientadas.

Secreciones epicuticulares pequeñas y recubriendo toda la semilla (Lám. V, fotos 1 y 2).

Subject. **Tridactylites**

Saxifraga tridactylites L.

Se ha estudiado a M. E. B. S82 (Rubiá, Orense) y las medidas se han efectuado a M. O. en la misma población.

Las semillas tienen un tamaño medio de $0,38 \times 0,19$ mm, presentan macropapilas cilíndricas de $12-15 \times 12-15$ μm de ápice redondeado, distribuidas en filas, y dispersos entre ellas tubérculos de 3-5 μm de diámetro (Lám. V, fotos 5 y 6).

Secreciones epicuticulares abundantes, recubriendo toda la semilla, formando un retículo más o menos algodonoso.

Similar a la descripción de WEBB & GORNALL (loc. cit.).

Subject. **Saxifraga**

Saxifraga granulata L. subsp. **granulata**

Se han estudiado a M. O. las poblaciones S1: Rubiá ($n = 11$), S2: Viana-Trives, S4: A Rúa, S21 Ribadavia: $n = 11$ y a M. E. B. S86 Ribadavia $n = 11$ y S30 Nogueiras-Carballino $n = 11$.

Las semillas tienen un tamaño de $0,45-0,50 \times 0,23-0,25$ mm; presentan macropapilas redondeadas en el ápice, de 18-20 μm de longitud y de 1,5 a 2 veces más largas que anchas; micropapilas de 5-6 μm dispersas, situadas incluso sobre las macropapilas y con secreciones epicuticulares por toda la semilla (Lám. VI, fotos 3 y 4).

Esta descripción coincide con la aportada por KRACH (1976).

Saxifraga granulata L. subsp. **fernandesii** Redondo y Horjales

Se ha estudiado a M. O. S5 Ancares, S6 Monte Faro R96 $n = 22$ y S8 Larouco R72 $n = 22$. A M. E. B. S90 Castro Dozón con $n = 22$.

Las semillas tienen un tamaño de $0,47-0,55 \times 0,24-0,30$, con macropapilas de 10 a 15 μm que tienen la misma longitud que

altura, con un ápice de plano a umbilicado y laterales estriados. Las micropapilas de 5-8 μ nunca aparecen sobre las macropapilas. No se han observado secreciones epicuticulares (Lám. VI fotos 1 y 2).

Los datos aquí aportados sobre semillas del género *Saxifraga* confirman su valor taxonómico ya señalado por diversos autores citados anteriormente. En algunas secciones como la sección *Micranthes* bastante homogénea desde el punto de vista morfológico, cariológico y polínico la ornamentación de las semillas, aunque presente diferencias específicas, es en general homogénea, lo mismo parece ocurrir con secciones cariológicamente homogéneas como la sect. *Ligulatae*.

En la sect. *Saxifraga* donde aparecen datos cariológicos muy divergentes, encontramos tipos bastante diferentes de ornamentación para las semillas. Lo mismo parece ocurrir en la sect. *Gymnopera* que parece bastante homogénea desde el punto de vista cariológico.

En resumen, las características de cada sección, para el material estudiado, que en determinadas secciones es muy escaso podrían ser las siguientes:

Sect. **Micranthes**: macropapilas más o menos cilíndricas, ordenadas en filas, formando costillas; muchas micropapilas verrucosas redondeadas y gránulos sobre todo el tectum, excepto los surcos que separan las células. No hemos visto secreciones epicuticulares.

Sect. **Gymnopera**: Macropapilas cilíndricas muy largas, distribuidas más o menos en hileras, entre y sobre ellas pocas micropapilas grandes de distribución irregular que a veces rodean la base de la macropapila formando una corona. Secreciones epicuticulares.

Sect. **Ligulatae**: papilas verrucosas en grupos de 2, 3 ó 4. Secreciones epicuticulares abundantes.

Sect. **Saxifraga**: Macropapilas lisas o estriadas lateralmente. Micropapilas dispersas, si éstas están sobre las macropapilas, sólo se encuentran en la base de éstas. En algún taxon se observan gránulos y secreciones epicuticulares.

MATERIAL ESTUDIADO

S. clusii Gouan subsp. *clusii*: M. O.: S22: Huesca, Hospital de Gistaín, 31TBH82, 1600 m. MA 326911; S17: Huesca, Llano de Tabernas, Puerto de la Pez, JACA 585570. M. E. B.: S102 = S22.

S. clusii Gouan subsp. *lepismigena* (Planellas) D. A. Webb: M. O.: S14: Lugo, Ancares, Sorbeira, 29TPH84, 2-VII-1984, REDONDO & HORJALES; S15: Orense, Montefurado, 29TPG49, 14-IV-1985, n = 14, HORJALES & REDONDO S13: Pontevedra, Redondela, 29TNG38, 30-V-1982, n = 14, HORJALES & REDONDO M. E. B.: S91: Pontevedra, Pazos, 29TNH63, 13-VII-1983, HORJALES & REDONDO.

S. stellaris L.: M. O.: S18: Huesca, Panticosa, entre el Ibón de Catieres y el Collado de Espelunz, 2300 m 30TYN2934, JACA 108781. M. E. B.: S105 = S18.

S. paui Merino: M. O. S11: Lugo, Ancares, Mustallar, Fuente de María González, 29TPH24, 1600 m 27-VII-86, HORJALES & REDONDO; S12 Id. 11-VII-1987; S16 Id. 3-VII-1989, n = 14; M. E. B. S141, Id. 14-VII-1989, n = 14.

S. × geum L.: S81: Lugo, Courel, Rogueira, 29TPH52, 15-VII-1982, n = 14, HORJALES, REDONDO & REINOSO.

S. spathularis Brot.: S31, S23: Pontevedra, Covelo, 29TNG57, 4-V-84, n = 13, 14 y 15, M. HORJALES & REDONDO.

S. paniculata Miller: S80: Lugo, Courel, Rogueira, 29TPH52, 15-VII-87, n = 14, HORJALES, J. M. PÉREZ PREGO & N. REDONDO.

S. continentalis D. A. Webb: S83: Lugo, Belesar, Rivas de Miño, 29TPH01, 9-VI-85, HORJALES & REDONDO.

S. canaliculata Boiss. & Reuter: S85: León, Rodiezmo, 20-V-85 (cultivada dos años) n = 18, HORJALES & REDONDO.

S. tridactylites L.: S82: Orense, Rubiá, 29TPH60, 4-IV-1986, n = 11, HORJALES & REDONDO.

S. granulata L. subsp. *granulata*: M. O.: S4: Orense, A Rúa, 29TPG59, 14-IV-1985, 300 m. HORJALES & REDONDO. S21: Orense, Ribadavia, 29TNG78, 300 m, 28-III-1985, n = 11, HORJALES & REDONDO; S1: Orense, Rubiá, 29TPH60, 13-IV-1985, 550 m, n = 11, HORJALES & REDONDO. S2: Orense, Trives, 29TPG59, 600 m, n = 11, 14-IV-1985, REDONDO & HORJALES. M. E. B. S30: Orense, Nogueiras-Carballino, 29TNH79, 400 m, 15-IV-1983, n = 11, HORJALES & REDONDO. S86: Orense, Ribadavia, 28-II-1985, REDONDO & HORJALES.

S. granulata L. subsp. *fernandesii* Redondo & Horjales: M. O. S5: Lugo, Ancares, Fuente de María González, 29TPH74, 1900 m,

11-VII-87, HORJALES, PÉREZ PREGO & REDONDO. S7: Lugo, Monte Faro, 29TNH83, 1100 m, prado, n = 22, 24, HORJALES & REDONDO. S8 Orense: Larouco, 29TPG48, 14-IV-85, HORJALES & REDONDO; M. E. B. S90: Pontevedra, Castro-Dozón, 29TNH81, 800 m, n = 22, 24, 26 HORJALES & REDONDO.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dar las gracias por la colaboración que han prestado a los responsables de los herbarios COI, JACA, MA y SANT, a MIGUEL JEREZ por su ayuda en la microscopía electrónica y al personal de los servicios informáticos de la Universidad de Vigo.

BIBLIOGRAFIA

BARTHLOTT, W.

1984 Microstructural Features of Seed surfaces. Current concepts in Plant Taxonomy. Ed. V. H. HEYWOOD & D. M. MOORE, Academic Press. London.

CONOLLY, A. P.

1972 Scanning Electron Microscope Photographs of *Saxifraga* seeds. *Watsonia* 9(1): 58.

DAVIS & V. HEYWOOD

1973 Principles of Angiosperm taxonomy. Robert E. Krieger Publishing Co., Huntington, New York.

FAVARGER, C.

1965 Notes de caryologie alpine IV. *Travaux Inst. Bot. Neuchatel* 12: 17-23.

FERGUSON, I. K. & D. A. WEBB

1970 Pollen morphology in the genus *Saxifraga* and its taxonomic significance. *J. Linn. Soc. Bot.* 63: 295-311.

FERNÁNDEZ ARECES, M. P. *et al.*

1938 Morfología de las semillas de algunos taxones del gén. *Saxifraga* L. (Sect. *Dactyloides* Tausch.). *Lagasalia* 15(E): 263-274.

FONT QUER, P.

1973 Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona.

GORNALL, R. J. & BRUCE A. BOHM

1985 A monograph of *Boykinia*, *Peltoboykinia*, *Bolandra* and *Suksdorfia* (*Saxifragaceae*). *Bot. Jour. of the Linn. Soc.* 90: 1-71.

HUBER, H.

1963 *Saxifraga*. In hegi *Illustrierte Flora von Mitteleuropa* IV(2) Lief. 2/3: 130-219. München Hanser.

KRACH, J. ERNEST

1976 Die Samen der *Saxifragaceae*. *Bot. Jahrb. Syst.* 97(1): 1-60.

REDONDO, N. & HORJALES, M.

1989 Datos cariológicos del género *Saxifraga* L. en el NW Ibérico. *Bol. Soc. Brot. sér. 2*, 62: 195-203.

REDONDO, N. & M. HORJALES

1990 *Saxifraga granulata* L. en el NW Ibérico. *Bol. Soc. Brot.* **63**: 275-293.

SAENZ DE RIVAS, C.

1978 Polen y Esporas, Ed. H. BLUME, Madrid.

VARGAS, P. & M. LUCENO

1988 Consideraciones taxonómicas acerca de *Saxifraga losae* Sennen y sus relaciones con *S. pentadactylis* Lapeyr. *An. Jard. Bot. Madrid.*

WEBB, D. A.

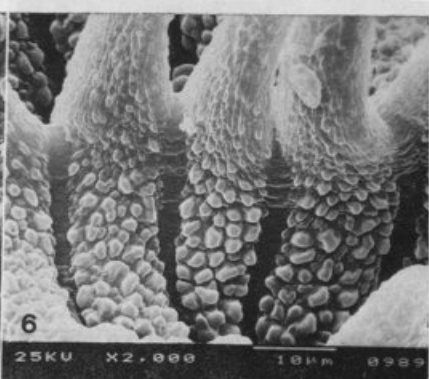
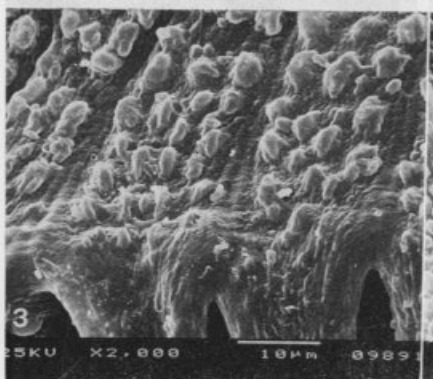
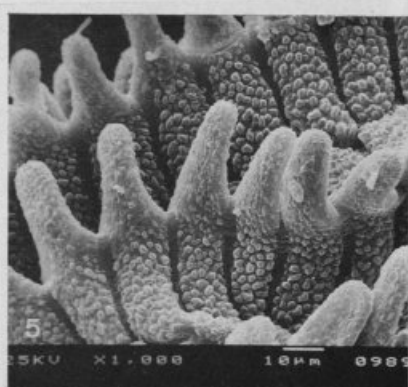
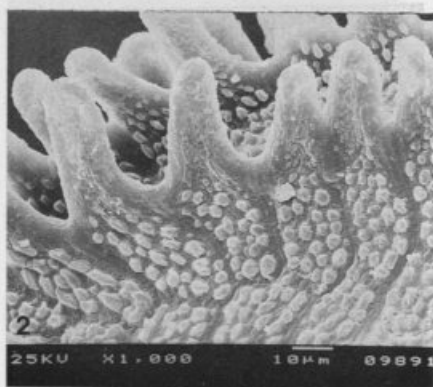
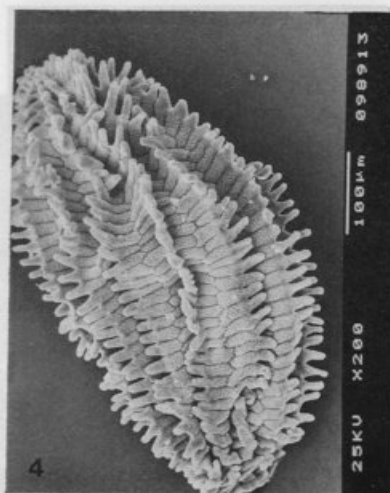
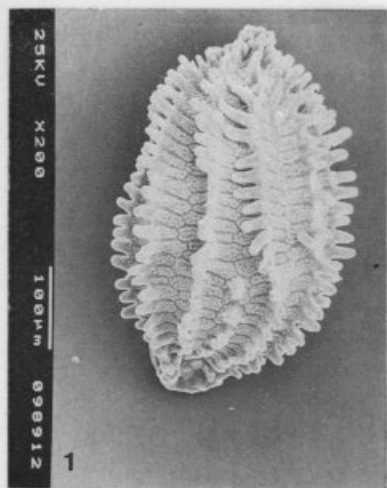
1950 A revision of the dactyloid Saxifrages of North-Western Europe. *Proc. Roy. Irish. Acad.* **53**(B): 207-240. In Notes from the Botanical School (1952) vol. 5 n° 3: 29-62.

WEBB, D. A. & GORNALL, R. J.

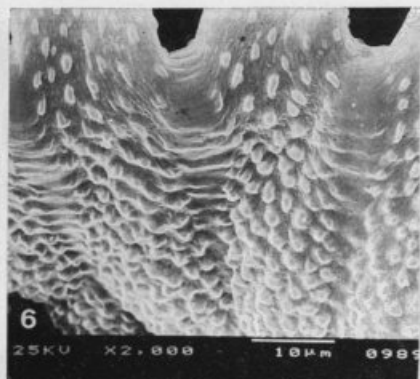
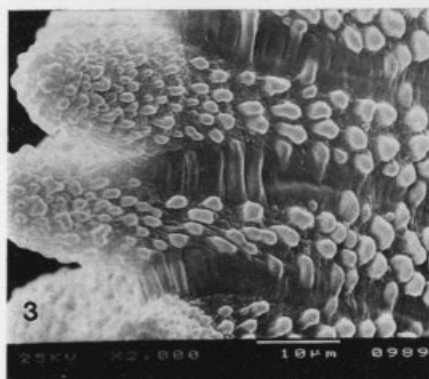
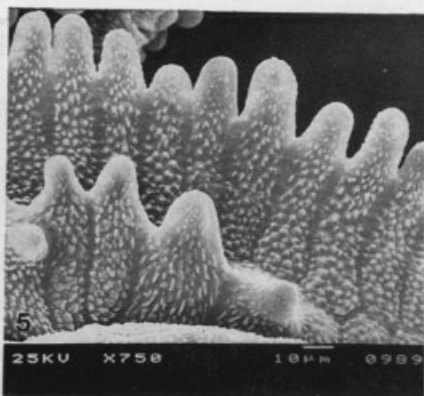
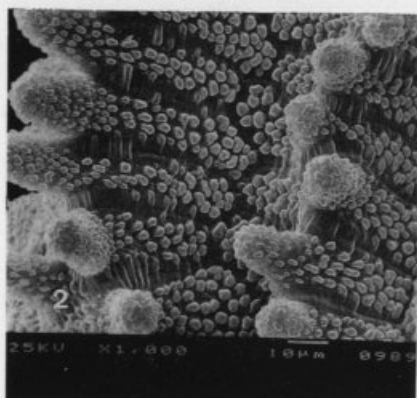
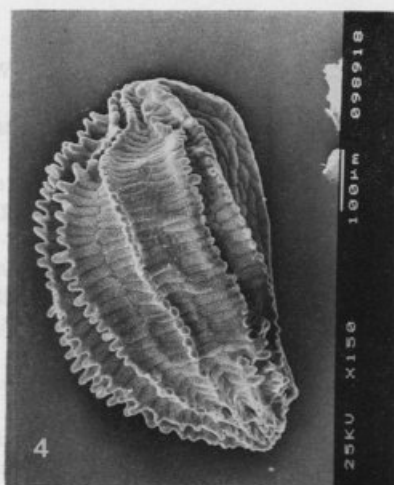
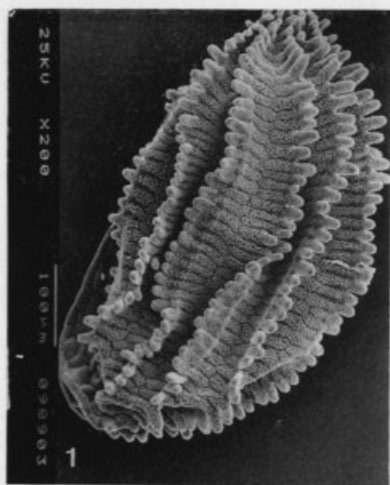
1989 Saxifrages of Europe. C. Helm Publ. Ltd. London Great Britain.

STEBBINS, G. L.

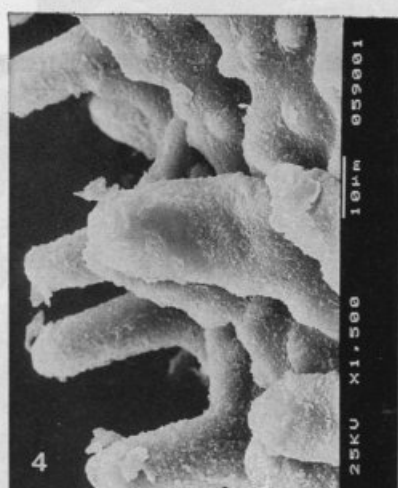
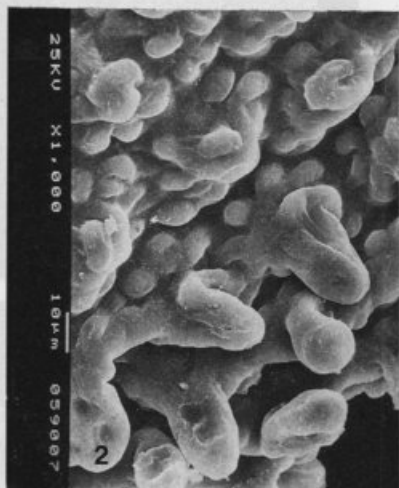
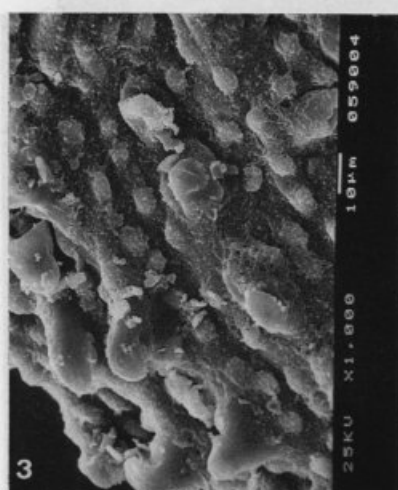
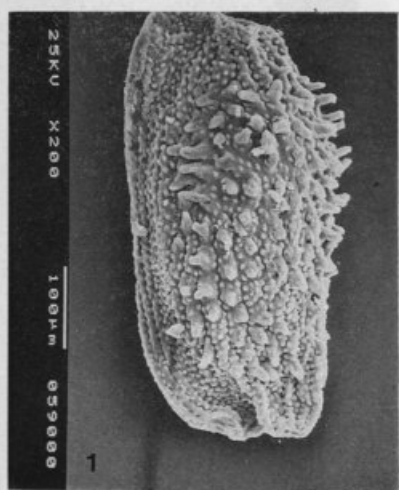
1984 Polyploidy and the distribution of the artic-alpine flora: new evidence and new approach. *Bot. Helvetica* **94**: 1-13.



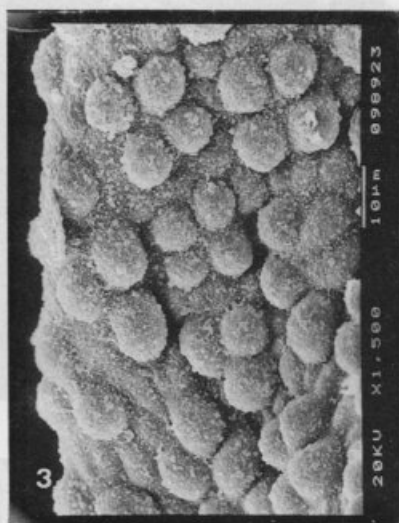
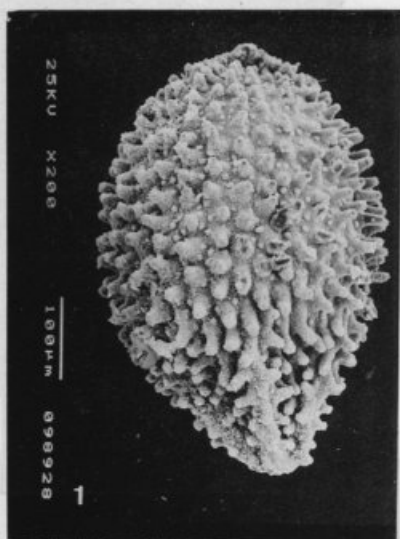
Fotos 1, 2 y 3: *Saxifraga clusii* Gouan subsp. *lepismigena* (Planellas)
D. A. Webb; fotos 4, 5 y 6: *S. clusii* Gouan subsp. *clusii*.



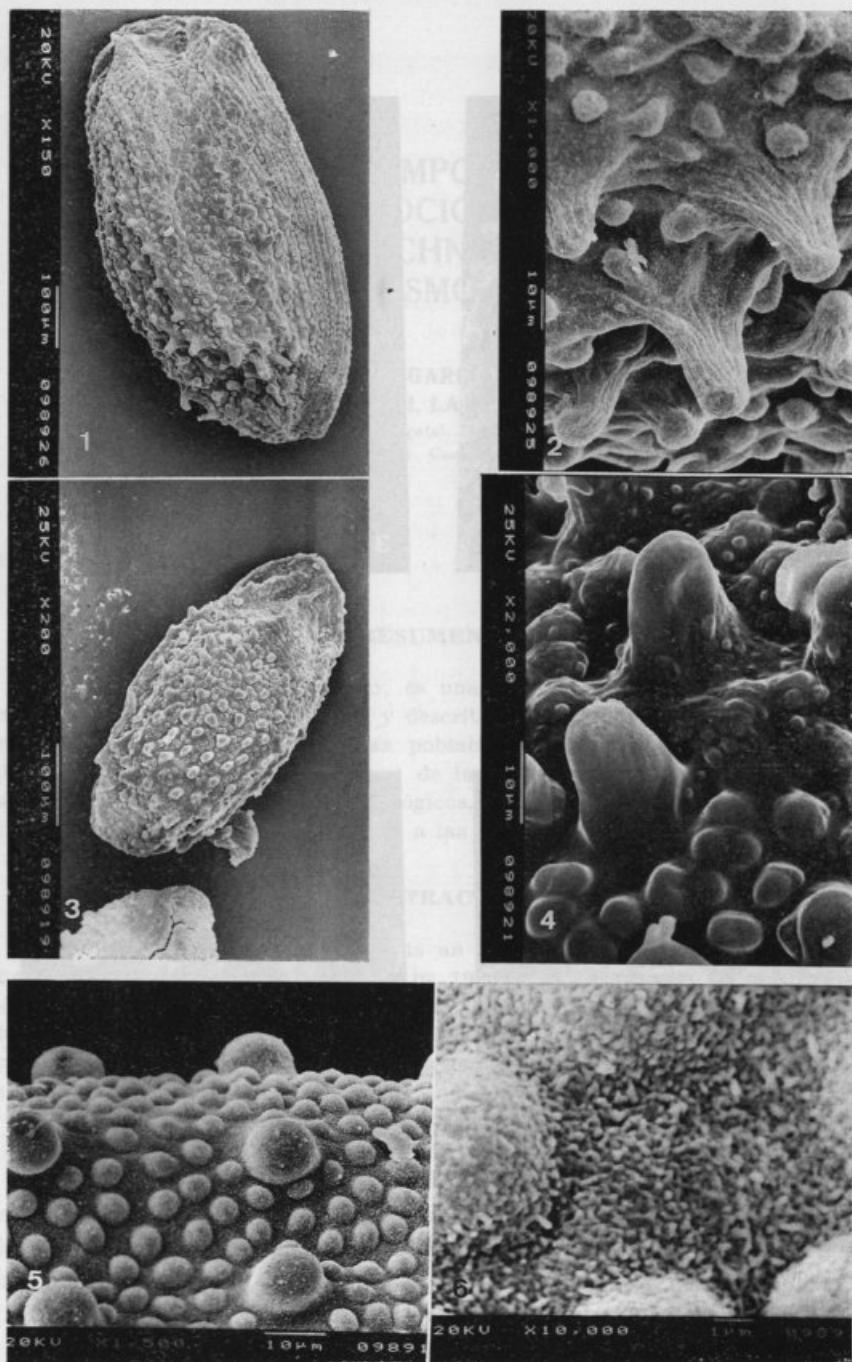
Fotos 1, 2 y 3: *S. paui* Merino; fotos 4, 5 y 6: *S. stellaris* L.

Fotos 1-4: *S. spathularis* Brot.

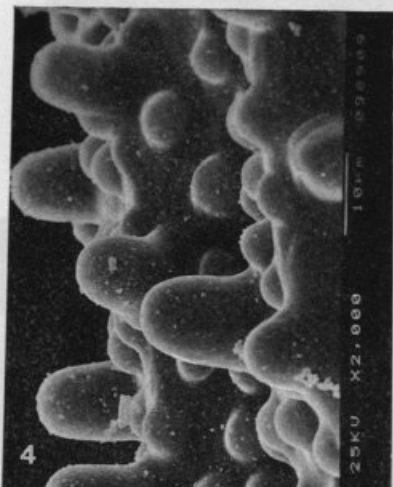
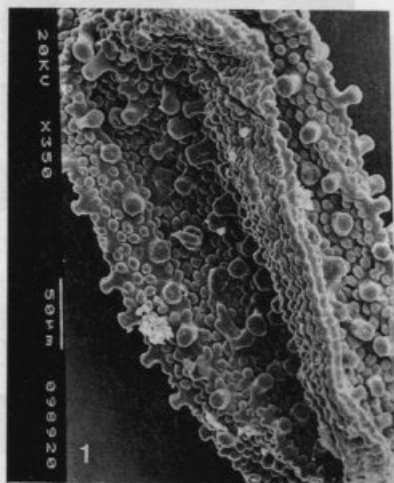
Fotos 1 y 2: *S. rasulicollis* Hottes Reuter ex Engler; fotos 3 y 4: *S. costipunctata* (Engler Irmischer) D. A. Webb; fotos 5 y 6: *S. tridactylata* L.



Fotos 1 y 2: *S. X geum* L.; fotos 3 y 4: *S. paniculata* Miller.



Fotos 1 y 2: *S. canaliculata* Boiss. Reuter ex Engler; fotos 3 y 4: *S. continentalis* (Engler Irmischer) D. A. Webb; fotos 5 y 6: *S. tridactylites* L.



Fotos 1 y 2: *S. granulata* L. subsp. *fernandesii* Redondo et Horjales;
fotos 3 y 4: *S. granulata* L. subsp. *granulata*.

SOBRE EL COMPORTAMIENTO
ECOLÓGICO Y FITOSOCIOLÓGICO DE *BARLIA*
METLESICSIANA TESCHNER (*ORCHIDACEAE*)
RARO ENDEMIISMO TENERFEÑO

M. C. LEÓN-ARENCIBIA, A. GARCÍA GALLO, W. WILDPRET
DE LA TORRE & I. LA SERNA RAMOS

Departamento de Biología Vegetal. Universidad de La Laguna.
Tenerife. Canarias.

Recibido el 21-X-1991.

RESUMEN

Barlia metlesicsiana Teschner, es una *Orchidaceae* que fué hallada en una localidad del SW de Tenerife y descrita en 1982 por TESCHNER. Recientemente han sido localizadas unas poblaciones situadas en las medianías altas (alrededor de 1000 m s. n. m.) de las bandas del S de la Isla, con lo que se añaden nuevos datos corológicos. Se hacen unas consideraciones fitosociológicas así como taxonómicas a las que se añaden datos palinológicos.

ABSTRACT

Barlia metlesicsiana Teschner, is an *Orchidaceae* which was found in the SW of Tenerife and described in 1982 by TESCHNER. Recently some populations have been localized at medium heights (about 1000 m s. n. m.) to the South of the island, therefore adding new corologie data. Some phytosociologic and taxonomic considerations are made and palynologic data is added.

Barlia, es un género de *Orchidaceae* (*Orchidoidea*), descrito por PARLATORE (1958), monotípico hasta 1982 (TESCHNER) y de distribución mediterránea (WILLIS, 1973: 123). Este género fué dado basado en *Orchis longibracteata* Bivona, *Sic. Pl. Cent.* 1: 57, tab. 4 (1806).

[TYPUS: *B. longibracteata* (Bivona) Parlature (— *Orchis longibracteata*, Bivona). (s. FARR & col., 1971: 179)].

El *typus* del género ha quedado relegado a sinonimia por GREUTER (1967: 192). Este autor hace una nueva combinación: «*B. robertiana* (Loisel) Greuter», indicando como basiónimo *Orchis robertiana* Loisel., por ser éste el primer nombre del género válidamente publicado. Entre los sinónimos del taxon, GREUTER (op. cit.) incluye *B. longibracteata* Parl., *nom. illeg.*, considerado como sinonimia nomenclatural de *O. longibracteata* Biv. El taxon de BIVONA fue publicado en 1806 y el de LOISEL en 1807, ambos asimilados en *Orchis*, el primero es un *nom. illeg.*, por ser homónimo posterior de *Orchis longibracteata* F. W. Schmidt., siendo consecuentemente las combinaciones basadas en *O. longibracteata*, *comb. illeg.*, ya que sus autores directa o indirectamente incluyen *O. robertiana* en las sinonimia.

Es un taxon próximo a *Himantoglossum* Spreng. (MOORE, 1980), que difiere de éste principalmente por sus brácteas, que superan las flores, y la morfología de las piezas del perigonio. Los tépalos externos son erecto-patentes, no conniventes y galeiformes y el labelo no supera el doble tamaño de los tépalos.

El género incluye dos táxones específicos, siendo uno de ellos endemismo tinerfeño y es el considerado en esta comunicación.

***Barlia metlesicsiana* Teschner, *Die Orchidee* 33: 116-119 (1982).**

Planta erecta, robusta, de hasta 60 cm de alto, con dos bulbos de distinta consistencia, morfología y tamaño.

Hojas basales pequeñas, escuamiformes y adheridas a la parte superior del bulbo; las caulinares, verdes, erecto-patentes, ovado-lanceoladas, de base amplexicaule y ápice agudo, equitantes (a veces dá la sensación de 6 ortósticos) helicoidales, que se alejan a medida que ascienden en el eje, de (7)-15-(20) cm de largo y (2)-6-(7) cm de ancho.

Inflorescencia oblongo-obovada o cilíndrica, en racimo multifloro bracteado, de 8-16 cm de largo y casi 5 cm de diámetro. Brácteas estrechamente lanceolado-agudas, verde-marrón-rojizas, 2-4 cm de largo, que sobrepasan tanto a la flor adyacente como al ápice de la inflorescencia.

Flores grandes, erecto-patentes, exámeras de tépalos petaloideos, los externos más o menos verdes, que presentan en la cara abaxial, rayas de tonos rojizos y en la cara adaxial, grandes máculas rojizas, redondeadas u oblongas. Este verticilo de piezas

no conniventes forma un amplio casco, constituido fundamentalmente por el tépalo intermedio, trinervado, oval-obtuso, de 8-10 mm de largo y 5-6 mm de ancho, siendo los laterales algo mayores, ligeramente cóncavos. Los tépalos del verticilo interno son diferentes, los laterales blanco-verdosos en la cara adaxial y punteados de rojo en la abaxial, obtusos, erectos, uninervados, de (7)-9-(10) mm de largo y 2-4 mm de ancho; el intermedio, labelo, rosa con rayas y máculas rojizas, rara vez concolor, trilobo, de margen ondulado, 15-22 mm de largo y 10-19 mm de ancho (en el ápice y entre los ápices de los lóbulos laterales) y 9-12 mm de largo aproximadamente, en la parte basal; lóbulos laterales no deflexos, obtuso-cuneados, el intermedio de 7-10 mm de largo, con dos lóbulos más o menos derechos o divergentes, en cuyos senos aparecen dientecillos.

Ginostemo derecho, de 6-8 mm. Anteras obovoides, obtusas. Ovario subsésil, glabro, más o menos cilíndrico o subfusiforme, de hasta 15-17 mm.

Datos Palinológicos:

El material examinado procede de ejemplares frescos recolectados directamente en el campo, que posteriormente fueron prensados y se conservan en el herbario TFC como testigos (TFC 32.415, 32.416).

Los botones florales se dejaron secar al aire y se conservaron en frascos de cristal durante largo tiempo para la posterior extracción de los polinarios. Parte de este material fué acetolizado según la técnica de ERDTMAN (1969) ligeramente modificada (HIDEUX, 1972). Dicho tratamiento no resultó efectivo por la degradación del material, lo cual ha sido apuntado para otros táxones de *Orchidaceae* (CASPER & CASPER, 1976; VIJAYARAGHAVAN & SHUKLA, 1980, y HESSE & BURNS-BALOGH, 1984).

Las medidas fueron realizadas al microscopio óptico (40 ×) directamente en polinarios depositados en portas excavados.

Para el estudio al microscopio electrónico de barrido (MEB) tanto polinios enteros como disgregados físicamente, se recubrieron en alto vacío con una fina película de oro.

Las fotografías al fotomicroscopio fueron realizadas en un Wild M400 y las del MEB en un Hitachi S-450.

Para la descripción hemos seguido la terminología de KREMP (1968) y SAENZ (1978).

Polinario constituido de dos polinios amarillentos que se tornan pardos a medida que envejecen, obovados, con hendidura longitudinal mediana, de 1200-1600 μm de longitud y 900-1200 μm de anchura máxima; caudícula amarilla, elástico-viscosa (de aspecto papiloso al MEB) de 1800-2100 μm de longitud y 400-500 μm de anchura máxima en la zona apical y en la caudicular propiamente dicha de 200-300 μm ; retináculo pardo-ferrugíneo, viscoso.

Polinio formado por másulas más o menos apretadas de morfología variable, unidas por fibras elástico-viscosas («elasto-viscin strands» s. HESSE & BURNS-BALOGH *op. cit.*) y superficie exínica al MEB psilada.

Observaciones:

Por primera vez se aportan datos acerca de la palinología de *B. metlesicsiana* ya que, según la bibliografía consultada, de los dos táxones incluidos en el género sólo se conocen datos de

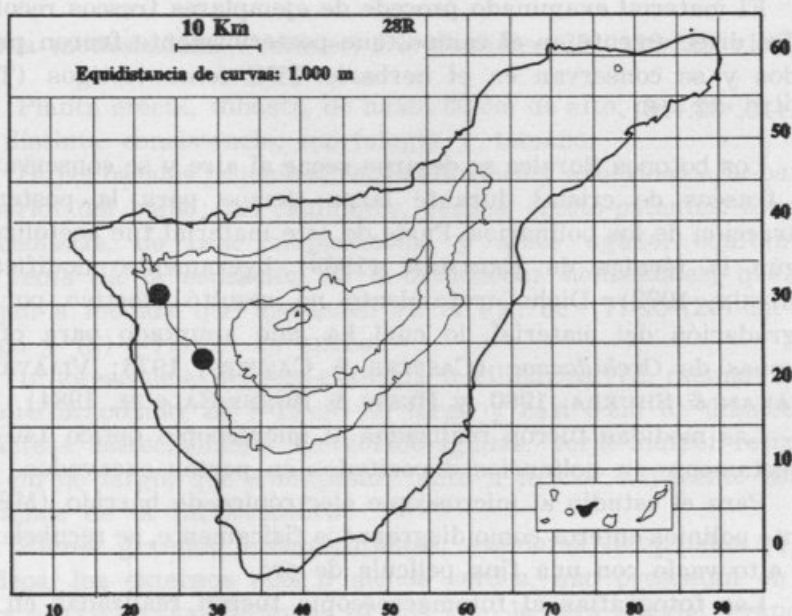


Fig. 1. — Localización de las poblaciones estudiadas.

TABLA I

Número de orden	1	2	3	4
Altitud (m s. m.)	1000	1000	900	900
Superficie (m ²)	10	10	5	5
Pendiente (°)	5	5	—	—
Exposición	S	S	—	—
Cobertura (%)	60	60	80	80
Nº de especies	11	15	9	9
<hr/>				
<i>Barlia metlesicsiana</i>	+	+	1	1
Especies de <i>Cytiso-Pinetea</i>				
<i>Pinus canariensis</i>	+	+	—	—
<i>Chamaecytisus proliiferus</i>	—	—	3	1
<i>Bystropogon origanifolius</i>	2	1	—	—
<i>Pterocephalus lasiospermus</i>	2	1	—	—
<i>Echium virescens</i>	2	1	—	—
<i>Adenocarpus viscosus</i>	—	1	—	—
Compañeras:				
Rupícolas (especies de <i>Aeonio-Greenovietea</i>)				
<i>Aeonium urbicum</i>	2	2	—	—
<i>Notholaena marantae</i>	2	3	—	—
<i>Cosentinia vellea</i>	2	+	—	—
<i>Cheilanthes grex. pulchella</i>	—	—	1	—
Especies de <i>Kleinio-Euphorbietea</i>				
<i>Euphorbia obtusifolia</i>	3	3	2	—
<i>Rumex lunaria</i>	—	3	—	—
Otras				
<i>Asphodelus aestivus</i>	3	3	3	4
<i>Micromeria hyssopifolia</i>	—	3	2	2
<i>Ranunculus cortusifolius</i>	—	+	1	—
<i>Rumex maderensis</i>	—	—	3	4

Además: en 1, *Scilla haemorrhoidalis* 1; en 2, *Carlina salicifolia* +; en 3, *Geranium purpureum* 2; en 4, *Allium roseum* 1, *Sonchus oleraceus* 1, *Tolpis laciniata* + y *Andryala pinnatifida* +.

Fecha y localidades: 18.1.1991. 1 y 2, Malpaís de Chío (Guía de Isora); 3 y 4, Santiago del Teide (Valle de Arriba).

B. robertiana (Loisel.) Greuter (SCHILL & PFEIFFER, 1977 y SUAREZ & DIEZ, 1987).

En lo que se refiere a la superficie exínica, SCHILL & PFEIFFER (*op. cit.*) la describe psilado-escábrida y SUAREZ & DIEZ (*op. cit.*) psilado-perforada. En el caso de *B. metlesicsiana* según nuestras observaciones, ésta aparece siempre psilada, es decir, sin elementos esculturales menores de $1\ \mu\text{m}$ y sin perforaciones (Lámina I, fig. 11).

Distribución, Ecología y Fitosociología:

Este taxon se encuentra localizado en el SW de Tenerife entre los 800 y 1000 m s. m., en los municipios de Santiago del Teide y Guía de Isora aunque parece probable que se halle más difundida a lo largo del W de la isla.

Se instala preferentemente sobre malpaisés lávicos reciente en el dominio potencial de la macroserie mesocanaria seca del pino canario (*Pinus canariensis*) *Cistosymphytifolii*-Pino canariensis *sigmion*.

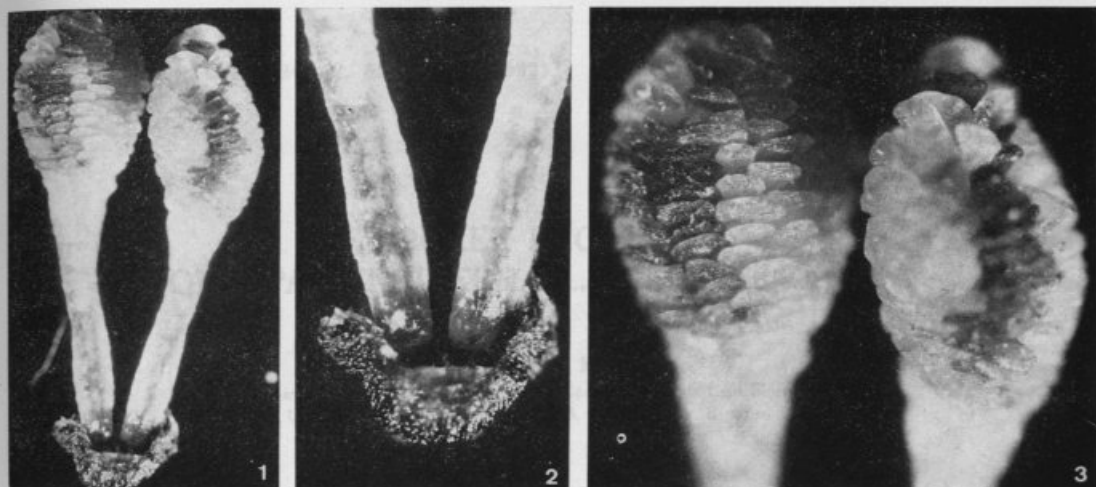
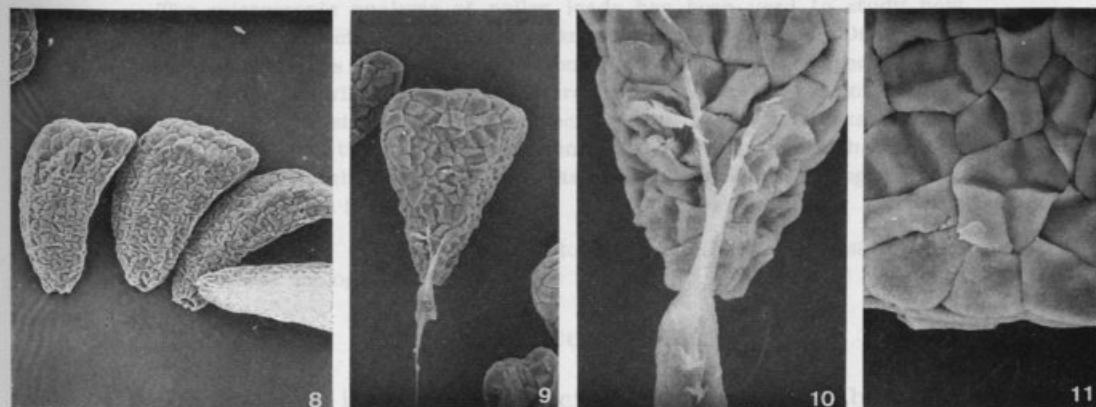
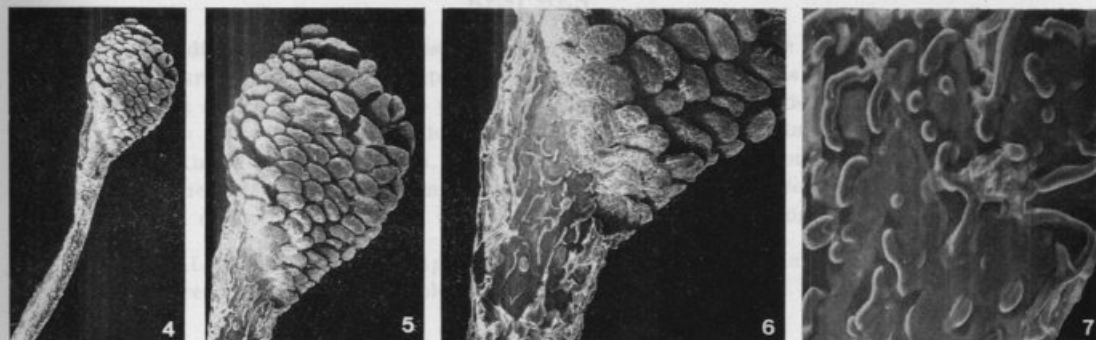
Su situación ecológica y fitosociológica, parece más afín a comunidades rupícolas características de *Aeonio-Greenovietea* A. Santos 1976, que al pinar propiamente dicho (*Cytiso-Pinetea canariensis* Rivas Goday & Esteve 1965 in ESTEVE, 1969).


Los lugares aclarados en los que se instala y los ambientes degradados de su entorno (antiguos cultivos de almendro, huertas abandonadas, etc.) han permitido la introgresión de especies del piso bioclimático infracanario características de *Kleinio-Euphorbietea canariensis* Rivas Goday 1965 corr. SANTOS, 1976, que constituyen matorrales de sustitución, así como acompañantes nitrófilas inventariadas en las parcelas estudiadas.

BIBLIOGRAFIA

- CARPERS, N. & L. CARPERS
1976 Zur oberflächenskulturrung der pollinien mediterraner *Orchis*- und *Ophrys*-Arten. *Pollen et Spores* 18(2): 203-215.
- ERDTMAN, G.
1969 *Handbook of Palynology*. 486 pp. Munksgard. Copenhagen.
- FARR, E. R. & col. (eds.)
1979 *Index Nominum Genericorum (Plantarum)* 1: 179.
- GREUTER, W.
1976 *Boissiera* 13: 192.

- HESSE, M. & P. BURNS-BALOGH
 1984 Pollen and Pollinarium morphology of *Habenaria* (Orchidaceae). *Pollen et Spores* 26(3-4): 385-400.
- HIDEUX, M.
 1972 Technique d'étude du pollen au MEB: effets comparés des différents traitements physico-chimiques. *Micron* 3: 1-31.
- MOORE, D. M. in TUTIN & col. (eds.)
 1980 Orchidaceae in *Flora Europaea* 5: 325-350.
- PARLATORE, F.
 1958 *Flora Italica* 3: 445-449.
- PEREZ DE PAZ, P. L.; M. DEL ARCO AGUILAR & W. WILDPRET DE LA TORRE
 1990 Contribución al conocimiento de los matorales de sustitución del Archipiélago Canario. Nuevas comunidades para El Hierro y La Palma. *Vieraea* 19: 53-61.
- RIVAS-MARTINEZ, S.
 1987 *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. 268 pp. ICONA. Madrid.
- RODRIGUEZ DELGADO, O.
 1990 *Flora y Vegetación de las bandas del Sur de Tenerife. La comarca de Agache (Güímar)*. Resumen Tesis Doctoral. 54 pp. Secretariado de Publicaciones (Tesis Doctoral). Universidad de La Laguna.
- SAENZ, C.
 1978 *Polen y Esporas*. 219 pp. Ed. Blume. Madrid.
- SANTOS GUERRA, A.
 1976 Notas sobre la veegtación potencial de la isla de El Hierro. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 33: 249-261.
- SCHILL, R. & W. PFEIFFER
 1977 Untersuchungen an Orchideenpollinien unter besonderer beruecksichtigung ihrer feinskulturen. *Pollen et Spores* 19(1): 5-118.
- SUAREZ, R. & M. J. DIEZ in VALDES & col. (eds.)
 1987 Orchidaceae in *Atlas polínico de Andalucía Occidental*. 407-411. Instituto de Desarrollo Regional nº 43, Univ. Sevilla. Excma. Diputación de Cádiz.
- TESCHNER, W.
 1982 Ein Endemit der Kanareninsel Tenerife. *Die Orchidee* 33: 116-119.
 1983 Eine endemische *Barlia*-Art auf Tenerife. *Ibid.* 36: 33-36.
- VIJAYARAGHAVAN, M. R. & A. K. SHUKLA
 1980 Viscin threads in *Zeuxine strateumatica* (Orchidaceae). *Grana* 19: 173-175.
- WILLIS, J. C.
 1973 *A Dictionary of the Flowering Plants & Ferns*. 8 ed. 1245 pp. Cambridge Univ. Press.

950 μm 1000 μm 


Barlia metlesicsiana Teschner

Fotografías al fotomicroscopio — 1: polinario; 2: detalle del retináculo, parte basal y media de la caudícula; 3: detalle de polinios. Fotografías al MEB — 4: polinio y caudícula ($\times 1333,3 \mu\text{m}$); 5: detalle del polinio ($\times 666,7 \mu\text{m}$); 6: detalle de la base del polinio y ápice caudicular ($\times 333,3 \mu\text{m}$); 7: detalle de la caudícula ($\times 74,1 \mu\text{m}$); 8: másulas ($\times 222,2 \mu\text{m}$); 9-10: másula con resto de filamento elástico-viscoso (9: $\times 133,3 \mu\text{m}$; 10: $\times 35,1 \mu\text{m}$); 11: superficie exínica pilada ($\times 35,1 \mu\text{m}$).



Boreus mellicolus, Tschorn

Fotografías al fotomicroscopio: 1: polinario; 2: detalle del retículo, parte basal y media de la cutícula; 3: detalle de polinario. Fotografías al MEB: 4: punto y cutícula ($\times 1222,5 \mu\text{m}$); 5: detalle del polinario ($\times 661,2 \mu\text{m}$); 6: detalle de la base del polinario y ápice condular ($\times 330,6 \mu\text{m}$); 7: detalle de la cutícula ($\times 165,3 \mu\text{m}$); 8: médula ($\times 332,5 \mu\text{m}$); 9-10: médula con resto de filamento cilíndrico-viscoso (9: $\times 166,2 \mu\text{m}$; 10: $\times 332,5 \mu\text{m}$); 11: superficie externa pulada ($\times 332,5 \mu\text{m}$).

EL POLEN RECOGIDO POR *APIS MELLIFERA* L. DURANTE UN DÍA

P. L. ORTIZ & J. M. POLO

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología,
Universidad de Sevilla, Apdo. 1095, 41080 Sevilla, España.

Recibido el 5-XI-1991.

RESUMEN

Mediante análisis microscópico de cargas de polen se estudia cómo varía durante el día el comportamiento pecoreador de *Apis mellifera*. Se observan diferencias entre los patrones de recogida de polen de cada especie, así como entre los pesos medios de una carga de polen de distintas especies o de distintos periodos del día. Se analizan las posibles relaciones entre estas variaciones del comportamiento pecoreador de *Apis mellifera* y algunos aspectos de la biología floral de las especies cuyo polen recoge.

PALABRAS CLAVE: *Apis mellifera*, cargas de polen, análisis microscópico, recogida de polen, biología floral.

SUMMARY

The microscopic analysis of pollen loads has been used to study how honeybee pollen-collecting behaviour changes during the day. Differences between the patterns of pollen collection from each of the species have been observed; likewise there are differences between the mean weights of a pollen load from either each of the species or times of day. An examination has been made of the possible relationships between these changes of honeybee foraging behaviour and some aspects of the floral biology of the species whose pollen has been collected.

KEY WORDS: honeybee, pollen loads, microscopic analysis, pollen collection, floral biology.

INTRODUCCION

PARA muchos insectos, y especialmente para las abejas, el polen es el principal alimento sólido. El polen es la fuente de lípidos, proteínas y otros nutrientes esenciales de los estadios larvarios de todos los géneros y especies de Apidae, entre las

que se encuentra *Apis mellifera* (STANLEY & LINSKENS, 1974). En contrapartida, las visitas de la abeja melífera a las flores para recoger polen implican en muchos casos la polinización efectiva de éstas.

La elección o rechazo de una fuente de polen por parte de la abeja melífera depende de diversos factores, algunos de los cuales experimentan variaciones durante el día. Por ello, es razonable pensar que la recogida de polen por las abejas sea variable a lo largo del día en respuesta a los cambios de esos factores que la condicionan. No obstante, no son muchos los trabajos que hacen referencia a este aspecto del pecoreo de *Apis mellifera* (PERCIVAL, 1947, 1955; SYNGE, 1947; p. e.).

El presente trabajo ha sido realizado en Hinojos (Huelva, España) en un área de pinar (*Pinus pinea* L.) con restos de alcornocal (*Quercus suber* L.) y abundante matorral rico en Cistaceae, Fabaceae y Lamiaceae; algunas zonas están ocupadas por cultivos de *Eucalyptus* spp., existiendo además espacios desprovistos de arbolado y matorral donde prosperan comunidades herbáceas importantes. Su principal objetivo es poner de manifiesto posibles diferencias en el patrón de recogida de polen de varias especies en el área estudiada, intentando relacionar estas diferencias con la biología floral de estas plantas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han colocado trampillas cazapolen en tres colmenas tipo Langstroth contiguas entre sí, y el polen acumulado en los cajones durante el día 28 de Mayo de 1986 se ha retirado a las 10, 14, 17 y 20 hora solar (H. S.). Las doce muestras de cargas de polen así obtenidas se han deshidratado en una cámara secadora por corriente de aire caliente a 40-45° C (JEAN-PROST, 1985).

El contenido de cada muestra se ha extendido sobre un fondo blanco y se han separado grupos de cargas lo más homogéneos posible en base a la forma, color y textura de éstas (LOUVEAUX, 1958a). Cada una de las submuestras resultantes se ha pesado, contándose seguidamente el número de cargas que contiene. La homogeneidad de cada submuestra se ha verificado cortando trozos de cargas y examinándolos uno por uno al microscopio (LOUVEAUX, l. c.). En una proporción importante de estas cargas se han encontrado granos de polen de más de un tipo, pero en

todos los casos había uno claramente predominante, por lo que a efectos prácticos las hemos asimilado a cargas de origen monofloral. Si la submuestra tiene menos de 10 cargas se ha verificado cada una de éstas, si tiene entre 10 y 100 cargas se han examinado al microscopio 10 de las mismas, y si hay más de 100 se ha verificado el 10 % de éstas. Más del 80 % de las submuestras resultaron totalmente homogéneas, y en las restantes se ha corregido matemáticamente el número de cargas y el peso. En general estas correcciones han sido poco importantes.

Posteriormente se han elaborado preparaciones microscópicas acetolizadas (ERDTMAN, 1960, con modificaciones de REITSMA, 1969 e HIDEUX, 1972) de cada uno de los tipos polínicos detectados anteriormente, para una identificación más precisa de los mismos. Para ello se han utilizado el atlas polínico de VALDES & al. (1987) y las preparaciones de referencia de la Palinoteca del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla.

En las especies cuyo polen ha sido detectado abundantemente en las muestras anteriores, se ha estudiado el ritmo diario de apertura de sus flores. Para ello, un atardecer se marcaron flores de cada especie a punto de abrir, y durante las 24 horas siguientes, a intervalos, se observó cuántas de ellas habían entrado en anthesis. Sólo en el caso de *Echium plantagineum* L. esta experiencia se realizó el mismo día de muestreo de las colmenas, en el resto de las especies se llevó a cabo en diferentes días de los dos años siguientes.

RESULTADOS

Como se muestra en la Tabla 1, la cantidad total de polen recogida por cada colmena es muy variable. El peso de las cargas retenidas en la trampilla de la colmena 3 es alrededor de tres y seis veces superior a los de las colmenas 1 y 2, respectivamente.

En el conjunto de las muestras se han distinguido cargas de trece tipos distintos. En la Tabla 1 se presentan las cantidades recogidas por cada colmena de los siete tipos recolectados más abundantemente. De estos últimos, sólo el polen de *Ononis baetica* Clemente ha sido utilizado por una sola colmena, el resto ha sido recogido por las tres, si bien su importancia relativa varía según las colmenas. Los seis tipos restantes se han agrupado como «Otros tipos», y ninguno alcanza el 1 % en alguna de las

Tipos polínicos	COLMENAS							
	1		2		3		T	
	P	N	P	N	P	N	P	N
<i>Quercus suber</i>	0.02	5	2.61	365	12.83	2235	15.45	2605
Cistaceae	2.09	370	0.12	23	4.69	707	6.90	1100
<i>Ononis baetica</i>	4.15	1080	—	—	—	—	4.15	1080
<i>Eucalyptus cam.</i> × <i>res.</i>	0.26	63	0.03	8	3.69	748	3.98	819
<i>Echium plantagineum</i>	1.05	322	0.18	38	0.65	245	1.88	605
<i>Rubus ulmifolius</i>	0.22	44	0.71	139	0.46	123	1.39	306
<i>Anchusa azurea</i>	0.20	52	0.01	4	0.42	87	0.64	143
Otros tipos	0.07	18	0.03	5	0.07	10	0.16	33
TOTAL	8.06	1954	3.69	582	22.81	4155	34.55	6691

TABLA 1. — Peso en gramos (P) y número de cargas (N) del polen de cada tipo retenido en las trampillas. T, las tres colmenas conjuntamente.

colmenas, ni ha sido recolectado en las tres simultáneamente. *Quercus suber* L. fue la principal fuente de polen para nuestras abejas, aportando alrededor del 45 % del peso del polen recogido por las tres colmenas en conjunto. El polen de Cistaceae supone alrededor del 20 % del peso de todo el recogido. Se trata, principalmente, de polen de *Halimium halimifolium* (L.) Willk. y en menor medida de *Cistus crispus* L. *Ononis baetica* Clemente y *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. × *resinifera* Sm. proporcionaron, cada una, aproximadamente el 12 % del peso total diario. *Echium plantagineum* L., *Rubus ulmifolius* Schott y *Anchusa azurea* Miller suministraron alrededor del 5 %, 4 % y 2 %, respectivamente, del peso del polen retirado de las trampillas. El peso del resto del polen recogido representa menos del 0.5 % del total.

La Figura 1 representa la variación de la cantidad de polen recogida por cada colmena a lo largo del día. Se observa que la recogida de polen se centra en la mañana (6-10 H. S.) y el mediodía (10-14 H. S.) en cualquiera de las colmenas; a las 14 H. S. ya se ha recogido más del 80 % del total diario, y el polen recogido en el intervalo de final de la tarde (17-20 H. S.) es prácticamente insignificante. La colmena 1 presenta su mayor tasa de recogida en el intervalo del mediodía, mientras que las colmenas 2 y 3 lo hacen por la mañana.

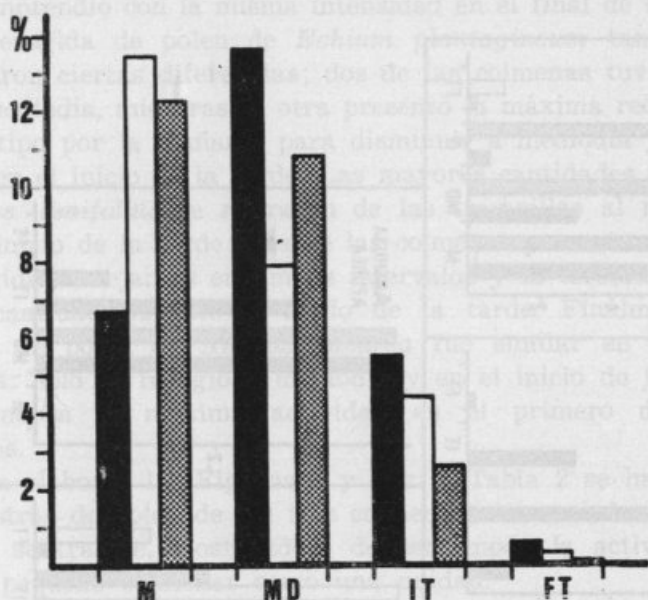


Fig. 1.— Modelo diario de recogida de polen en cada colmena. Cada barra representa el porcentaje de polen recogido en una hora por una colmena respecto al peso total acumulado por la misma durante el día completo. M (mañana): 6-10 hora solar (H. S.); MD (mediodía): 10-14 H. S.; IT (inicio de la tarde): 14-17 H. S.; FT (final de la tarde): 17-20 H. S.; Negro: colmena 1; Blanco: colmena 2; Punteado: colmena 3.

La Figura 2 muestra cómo varió a lo largo del día la entrada de polen de cada tipo polínico en cada colmena. En la recogida de polen de *Quercus suber* y Cistaceae las tres colmenas se comportaron de modo parecido, presentando sus máximos en el intervalo de la mañana. El polen de *Ononis baetica*, como ya hemos señalado, sólo se detectó en la trampilla de la colmena 1 y fue al mediodía cuando se retiró mayor cantidad de éste. Las tres colmenas presentaron un comportamiento algo diferente en la recolección de polen de *Eucalyptus camaldulensis* × *resinifera*; dos de ellas tuvieron picos de recogida claros, una en la mañana y la otra desplazado al mediodía; la restante, que recogió una cantidad muy pequeña de este tipo, aumentó esta actividad de la mañana al mediodía, la interrumpió en el inicio de la tarde

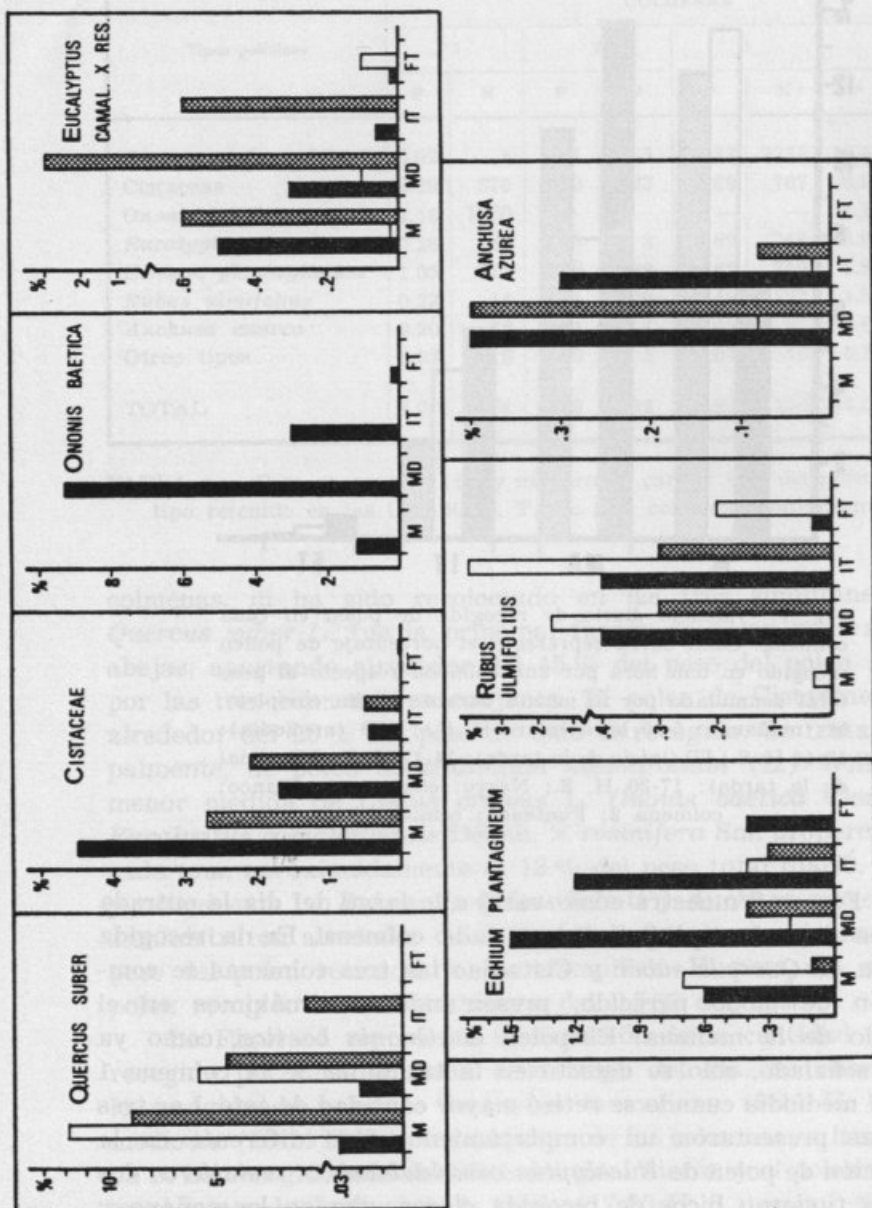


Fig. 2.— Modelos diarios de recogida de polen de los diversos tipos en cada una de las colmenas. Cada barra muestra, para la colmena, el tipo polínico y el intervalo horario indicados, qué porcentaje, del total recogido por esa colmena en el día, representa el peso de polen de ese tipo retenido en la trampilla durante una hora. M (mañana): 6-10 hora solar (H. S.); MD (mediodía): 10-14 H. S.; IT (inicio de la tarde): 14-17 H. S.; FT (final de la tarde): 17-20 H. S.; Negro: colmena 1; Blanco: colmena 2; Punteado: colmena 3.

y la reemprendió con la misma intensidad en el final de la tarde. En la recogida de polen de *Echium plantagineum* también se encontraron ciertas diferencias; dos de las colmenas tuvieron su pico a mediodía, mientras la otra presentó la máxima recolección de este tipo por la mañana, para disminuir a mediodía y volver a subir en el inicio de la tarde. Las mayores cantidades de polen de *Rubus ulmifolius* se retiraron de las trampillas al mediodía y en el inicio de la tarde; dos de las colmenas presentaron cotas de recogida semejantes en ambos intervalos y la tercera recogió mayor cantidad durante el inicio de la tarde. Finalmente, la recogida de polen de *Anchusa azurea* fue similar en las tres colmenas: sólo se recogió a mediodía y en el inicio de la tarde, produciéndose la máxima actividad en el primero de estos intervalos.

Para elaborar las Figuras 3 y 4 y la Tabla 2 se han unido las muestras de polen de las tres colmenas, como si de una sola colmena se tratase, mostrándose de este modo la actividad de nuestro pequeño colmenar como una unidad.

Observamos en la Figura 3 que las recogidas de polen de *Quercus suber* y Cistaceae presentan máximos por la mañana, descendiendo bruscamente para ser prácticamente nulas a partir de las 17 H. S. *Ononis baetica* y *Eucalyptus camaldulensis* × *resinifera* presentan patrones de recogida muy similares, con un pico muy claro a mediodía y niveles considerables en la mañana y el inicio de la tarde y muy bajos al final de la tarde. Por el contrario, *Echium plantagineum* no presenta un pico prominente: su tasa de recolección más alta se detecta a mediodía, siendo menor en la mañana y el inicio de la tarde y más baja aún al final de la tarde. La recolección de polen de *Rubus ulmifolius* es muy escasa en la mañana y el final de la tarde, siendo considerable en los otros dos intervalos y máxima en el inicio de la tarde. Por último vemos que el polen de *Anchusa azurea* sólo se recogió al mediodía y en el inicio de la tarde, con una tasa de recolección mayor en el primero de estos intervalos.

La Figura 4 pone de manifiesto la importancia relativa que cada uno de los recursos polínicos más explotados por nuestras abejas tuvo en los distintos intervalos de tiempo considerados. Por la mañana el polen retenido en las trampillas pertenecía a siete tipos diferentes, pero cerca del 91 % de su peso correspondía a *Quercus suber* y Cistaceae. Al mediodía la relevancia de estos

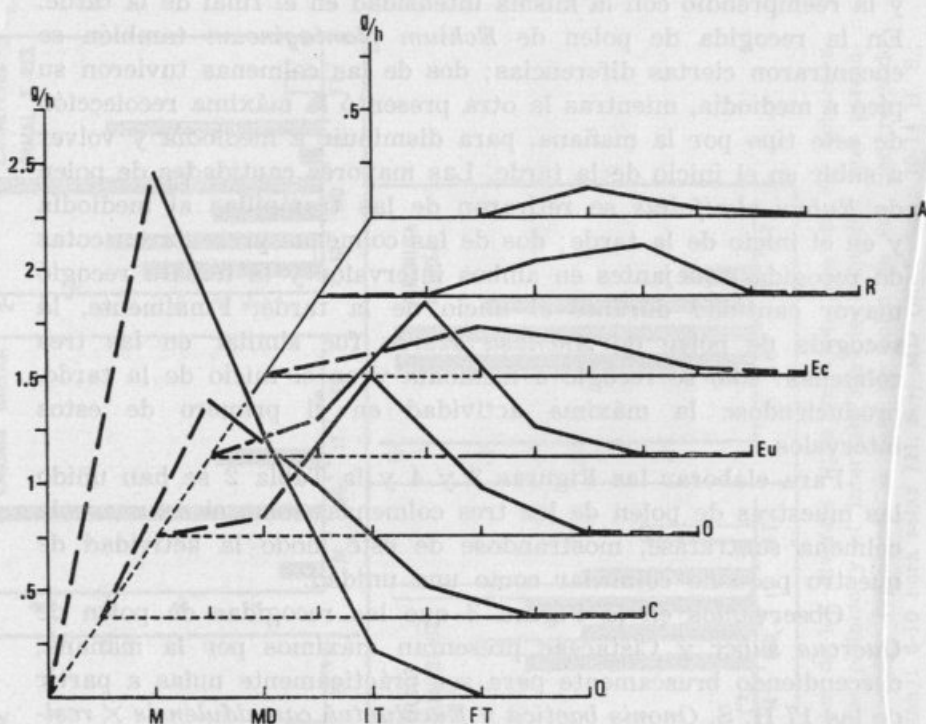


Fig. 3. — Variación diaria de las tasas de recogida de polen en gramos por nora (g/h) de cada tipo en el conjunto de las tres colmenas. M (mañana): 6-10 hora solar (H. S.); MD (mediodía): 10-14 H. S.; IT (inicio de la tarde): 14-17 H. S.; FT (final de la tarde): 17-20 H. S.; Q, *Quercus suber*; C, Cistaceae; O, *Ononis baetica*; Eu, *Eucalyptus camaldulensis* × *resinifera*; Ec, *Echium plantagineum*; R, *Rubus ulmifolius*; A, *Anchusa azurea*.

dos recursos decreció hasta un 48 %, suministrando *Ononis baetica* y *Eucalyptus camaldulensis* × *resinifera* alrededor de un 19 % cada uno y recogándose polen de doce tipos distintos. En el intervalo de inicio de la tarde la actividad de pecoreo de nuestras colonias se diversificó: se detectó polen de doce tipos, siete de ellos en proporciones que oscilaban desde casi el 12 % hasta alrededor del 20 % del peso total y los cinco restantes con porcentajes inferiores a 5. Por último, entre las 17-20 H. S. la actividad pecoreadora descendió, además de cuantitativa, cualitativamente ya que sólo fueron recogidos cinco tipos distintos de cargas: *Echium plantagineum* (50 %), *Ononis baetica* (24 %),

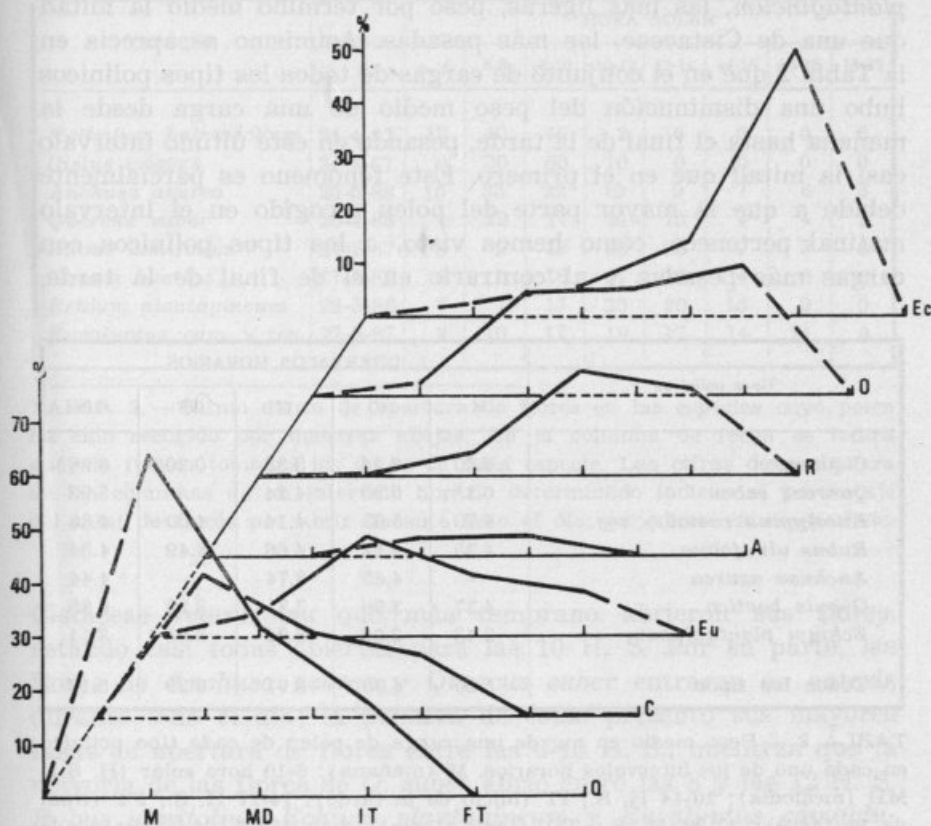


Fig. 4. — Porcentajes que representa el peso de cada tipo polínico en cada intervalo horario frente al peso de todo el polen recogido en el mismo intervalo, considerando las tres colmenas conjuntamente. M (mañana): 6-10 hora solar (H. S.); MD (mediodía): 10-14 H. S.; IT (inicio de la tarde): 14-17 H. S.; FT (final de la tarde): 17-20 H. S.; Q, *Quercus suber*; C, Cistaceae; Eu, *Eucalyptus camaldulensis* × *resinifera*; A, *Anchusa azurea*; R, *Rubus ulmifolius*; O, *Ononis baetica*; Ec, *Echium plantagineum*.

Rubus ulmifolius (17%) y *Eucalyptus camaldulensis* × *resinifera* (9%) suministraron la práctica totalidad del peso del polen retenido en las trampillas.

El peso medio de una carga de polen de las recogidas el día de muestreo por nuestras colmenas fue de 5,17 mg. Se observa en la Tabla 2 que se registraron diferencias notables en el peso medio de una carga de cada tipo polínico: una carga de *Echium*



plantagineum, las más ligeras, pesó por término medio la mitad que una de Cistaceae, las más pesadas. Asimismo se aprecia en la Tabla 2 que en el conjunto de cargas de todos los tipos polínicos hubo una disminución del peso medio de una carga desde la mañana hasta el final de la tarde, pesando en este último intervalo casi la mitad que en el primero. Este fenómeno es parcialmente debido a que la mayor parte del polen recogido en el intervalo matinal pertenece, como hemos visto, a los tipos polínicos con cargas más pesadas y al contrario en el de final de la tarde,

Tipos polínicos	INTERVALOS HORARIOS				
	M	MD	IT	FT	TD
Cistaceae	6.30	6.44	5.33	0.20*	6.28
<i>Quercus suber</i>	6.11	5.90	4.24	—	5.93
<i>Eucalyptus camal.</i> × <i>res.</i>	4.70	5.03	4.14	4.00	4.86
<i>Rubus ulmifolius</i>	4.35	4.42	4.66	4.49	4.54
<i>Anchusa azurea</i>	—	4.65	3.74	—	4.44
<i>Ononis baetica</i>	4.27	3.96	3.31	3.29	3.85
<i>Echium plantagineum</i>	3.43	3.09	2.94	3.03	3.11
Todos los tipos	5.90	4.95	3.91	3.29	5.17

TABLA 2. — Peso medio en mg de una carga de polen de cada tipo polínico en cada uno de los intervalos horarios. M (mañana): 6-10 hora solar (H. S.); MD (mediodía): 10-14 H. S.; IT (inicio de la tarde): 14-17 H. S.; FT (final de la tarde): 17-20 H. S.; TD (todo el día): 6-20 H. S.; *, corresponde a una sola carga.

dándose al mediodía y en el inicio de la tarde situaciones de transición entre ambos extremos. Pero además, dentro de las cargas de cada tipo polínico también se observaron diferencias de peso medio entre las recogidas en los distintos intervalos, siendo las cargas del inicio y el final de la tarde menos pesadas que las de los otros dos intervalos, con la sola excepción de *Rubus ulmifolius*. Las mayores diferencias de peso medio entre cargas de distintos intervalos se dieron en las de *Quercus suber* seguidas de las de Cistaceae, y el extremo opuesto lo ocuparon las cargas de *Rubus ulmifolius* seguidas de las de *Echium plantagineum*.

La Tabla 3 muestra cómo se reparte a lo largo del día la apertura de flores en aquellas especies que más polen han proporcionado a nuestras abejas. Se observa que las especies de



ESPECIES	FECHA	HORA SOLAR							
		a. 6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
<i>Halimium halimifolium</i>	24-4-87	12	40	46	2	0	0	0	0
<i>Cistus crispus</i>	24-4-87	0	30	60	10	0	0	0	0
<i>Anchusa azurea</i>	20-5-88	10	33	22	10	9	7	6	3
<i>Quercus suber</i>	20-4-88	4	12	17	44	13	4	4	2
<i>Rubus ulmifolius</i>	27-5-87	8	9	22	26	23	9	3	0
<i>Ononis baetica</i>	27-5-87	0	0	16	57	17	4	6	0
<i>Echium plantagineum</i>	28-5-86	7	7	17	25	20	15	9	0
<i>Eucalyptus cam. × res.</i>	27-5-87	9	10	17	19	17	14	14	0

TABLA 3.—Ritmo diario de apertura de flores en las especies cuyo polen ha sido recogido por nuestras abejas. En la columna de fecha se indica qué día fueron tomados los datos de cada especie. Las cifras de cualquiera de las columnas de un intervalo horario determinado indican el porcentaje del total de flores por abrir durante todo el día que abren en ese periodo.

Cistaceae fueron las que más temprano abrieron sus flores, estando casi todas abiertas para las 10 H. S. Por su parte, las flores de *Anchusa azurea* y *Quercus suber* entraron en antesis durante todo el día; la primera de éstas presentó sus mayores tasas de apertura de flores entre las 6-10 H. S., mientras que la mayoría de las flores de *Q. suber* abrió entre las 8 y las 12 H. S. *Rubus ulmifolius*, *Echium plantagineum* y *Eucalyptus camaldulensis × resinifera* abrieron sus flores desde primera hora de la mañana hasta las 18 H. S., produciéndose el mayor número de antesis en estas tres especies entre las 8 y las 14 H. S. Finalmente, el 90 % de las flores de *Ononis baetica* entró en antesis entre las 8 y las 14 H. S. y las restantes lo hicieron desde las 14 hasta las 18 H. S.

Salvo en *Rubus ulmifolius*, en todas estas especies la apertura de sus flores supone la exposición del polen, por lo que el ritmo diario de apertura es también el de presentación del polen. En *R. ulmifolius* las anteras de cada flor exponen el polen gradualmente durante varias horas después de la antesis.

Sin duda el día de nuestro estudio de las colmenas, la apertura de flores de Cistaceae y *Quercus suber* se produjo antes de lo que indican los datos recogidos en la Tabla 3. En estas especies el ritmo de apertura de flores se estudió en unas fechas en que

amanece sensiblemente más tarde, la temperatura es más baja y la humedad relativa del aire es más alta que en la fecha que se muestrearon las colmenas, y estos factores retrasan la apertura de flores y la exposición del polen (STANLEY & LINSKENS, 1974; BRANDT & GOTTSBERGER, 1988).

DISCUSION

La cantidad de polen recogida un día por una colmena depende de factores como el tamaño de la colonia (ALLEN & JEFFREE, 1956; McLELLAN, 1976), la extensión de la cámara de cría (HELLMICH & ROTHENBUHLER, 1986) o sus reservas de polen (FREE, 1967), y de ahí las diferencias encontradas entre las cantidades de polen recogidas por cada una de nuestras colmenas.

En un área de 2 km en torno a las colmenas se encontraron el día de muestreo alrededor de 190 especies en floración, y de éstas unas 90 estaban en pico (véase ORTIZ, 1991). Frente a estas cifras el número de fuentes de polen utilizadas por nuestras colonias resulta bastante bajo, lo cual concuerda con las observaciones de VISSCHER & SEELEY (1982) que señalan que las colonias organizan su actividad percoreadora de modo que en un día determinado sus abejas se centran en unas pocas fuentes de alimento de alta calidad. Asimismo es destacable el alto grado de coincidencia entre las fuentes de polen empleadas por cada una de nuestras colmenas, sobre todo si se tiene en cuenta el gran número de recursos polínicos que tuvieron a su alcance. Esto sugiere que los factores que más fuertemente condicionaron la elección de recursos polínicos fueron comunes a las tres colmenas: por ejemplo, la abundancia relativa de cada especie (PERCIVAL, 1947; LOUVEAUX, 1959), la cantidad de polen por flor o unidad floral (PERCIVAL, l. c.), la distancia del recurso a la colmena (FREE & WILLIAMS, 1974), la presencia simultánea de néctar (PERCIVAL, 1955) o las condiciones meteorológicas (PERCIVAL, 1947; LOUVEAUX, 1958b). Otros elementos como los requerimientos nutricios del momento (PERCIVAL, 1955) o las preferencias innatas (FREE & WILLIAMS, 1973) de cada una de las colmenas podrían responder de las pequeñas diferencias existentes entre las tres colonias en cuanto a recursos polínicos utilizados. Dado que los niveles de población, actividad criadora y reservas de alimentos eran distintos en las tres colmenas es razonable

que también lo fueran sus requerimientos nutricios. Por el contrario, ya que muy probablemente nuestras reinas eran de orígenes próximos es posible que las preferencias innatas de sus obreras no fuesen muy dispares (FREE & WILLIAMS, l. c.).

Al igual que en el presente trabajo, ZUCCOLI (1987) observó en Italia que la mayor parte de la actividad recolectora de polen se desarrolla en la primera mitad del día. Aunque no hemos realizado ninguna medida para cuantificar la variación de la actividad pecoreadora global de nuestras colmenas a lo largo del día, sí hemos observado que el tránsito de abejas en las piqueras aumenta durante la mañana y se mantiene elevado durante el mediodía y gran parte de la tarde. BOSACOMA (1986) observó en Barcelona el mismo patrón de actividad pecoreadora contando abejas que regresaban a la colmena. La diferencia entre este patrón y el que hemos encontrado en la recogida de polen indica que la proporción de abejas recolectoras de polen respecto al total de pecoreadoras fue mayor durante la mañana que durante la tarde.

Halimium halimifolium y *Cistus crispus* abrieron sus flores por la mañana, siendo ese el periodo en que hubo mayor cantidad de su polen disponible a los polinizadores. Ambas ofrecen gran cantidad de polen por flor y la morfología de sus corolas no es en absoluto restrictiva, por lo que son visitadas por un gran número y variedad de insectos, sobre todo pequeños coleópteros e himenópteros, que rápidamente van mermando la masa de polen utilizable. La cantidad de polen de estas especies recogida por nuestras colmenas evolucionó paralelamente a la oferta, disminuyendo a medida que el día avanzaba. A partir de mediodía estas flores empiezan a desprender sus pétalos y los sépalos se cierran de nuevo sobre los verticilos fértiles, de modo que ya durante el inicio de la tarde hay una disminución enorme del número de flores abiertas. La importante reducción del peso de cada carga de este polen durante el inicio de la tarde estaría relacionada con la disminución del número de flores y del polen disponible y el consiguiente entorpecimiento de su recolección.

La mayor parte de las flores de *Quercus suber* expusieron su polen por la mañana y el mediodía. Se trata de una planta anemófila cuyo polen es fácilmente arrastrado por el viento. El día de muestreo de las colmenas hubo viento moderado que comenzó a soplar a mediodía, aumentó durante el inicio de la tarde y

disminuyó después. De este modo la cantidad de polen disponible para las abejas disminuiría a mediodía, al ser buena parte de éste arrastrado por el viento, y eso se refleja en una menor recolección. Durante el inicio de la tarde la masa de polen aprovechable sería, sin duda, aún menor, y además el viento movería más enérgicamente los amentos dificultando la actividad recolectora de *Apis mellifera*; ello se tradujo en una recolección de polen bastante inferior y en una fuerte caída del peso de cada carga. Por otra parte, cabe señalar que el carácter seco del polen de *Quercus suber* no parece dificultar en exceso su empaquetamiento en cargas.

El patrón de recogida de polen de *Ononis baetica* es altamente coincidente con el de apertura de sus flores. A partir de mediodía la proporción de flores con polen utilizable por las abejas respecto al total de flores abiertas disminuiría, complicándose la búsqueda de aquéllas y observándose una apreciable disminución del peso de cada carga.

El ritmo de recogida del polen de *Eucalyptus camaldulensis* × *resinifera* guarda poca relación con el de apertura de las flores de esta planta, presentando cada colmena un comportamiento diferente. El peso medio de una carga cae substancialmente durante el inicio de la tarde, y la causa podría ser el viento que haría difícil el pecoreo en flores situadas a una considerable altura sobre ramas péndulas.

En términos generales el patrón de recogida de polen de *Echium plantagineum* coincide con el de apertura de sus flores. El comportamiento de la colmena 2 se aparta de esta afirmación, pero esta colonia recogió muy poco polen de esta especie. *Echium plantagineum* es una especie nectarífera muy visitada por *Apis mellifera* que simultanea en muchos casos la recogida de su néctar y su polen. Las flores de *Echium plantagineum* producen mayor cantidad de néctar en las horas centrales del día, siendo más productivas las flores que llevan varias horas abiertas, las cuales habitualmente ya no presentan polen (POLO & ORTIZ, inédito). Las abejas melíferas que visitan esta especie a primera y última horas del día muestran preferencia por las flores recién abiertas, mientras en las horas centrales del día se decantan más por flores más antiguas (POLO & ORTIZ, inédito). De este modo, las abejas que simultanean el pecoreo de néctar y polen en esta especie recogerían cargas de néctar mayores en las horas centrales del

día en detrimento de las de polen. Esta sería la causa del menor peso medio de las cargas del mediodía y el inicio de la tarde respecto a las de la mañana. Sin embargo, a final de la tarde las cargas de polen de *Echium* no vuelven a alcanzar el peso medio de por la mañana; esto podría explicarse porque a última hora, al disminuir la intensidad luminosa, muchas pecoreadoras regresarían a las colmenas antes de completar sus cargas. Este fenómeno explicaría también la disminución del peso medio de las cargas del resto de los tipos en el periodo de final de la tarde.

En *Rubus ulmifolius* la mayor exposición de polen se producirá varias horas después que la tasa de apertura de flores más alta. La mayoría de sus flores abrieron al final de la mañana y durante el mediodía, por lo que la tasa de recogida de este polen fue elevada a mediodía y máxima en el inicio de la tarde, recogiéndose en este último periodo las cargas más pesadas. No obstante, durante la mañana y el final de la tarde la oferta polínica de *Rubus* fue sin duda menos baja de lo que refleja la actividad recolectora de nuestras abejas.

La fuerte concentración de la actividad recolectora de polen de *Anchusa azurea* durante el mediodía contrasta con la mayoritaria apertura de flores de esta especie durante la mañana. En ese periodo de gran actividad disminuirá considerablemente la proporción de flores con polen disponible, y esto se refleja durante el inicio de la tarde en un importante descenso de la tasa de recolección y una bajada apreciable del peso de cada carga de este polen.

En definitiva, la correlación observada entre el patrón de exposición del polen y el de su recogida por *Apis mellifera* es buena para algunas especies y no lo es tanto o casi no existe para otras, habiendo sin duda diversos factores que pueden afectar negativamente a la citada correlación (fenómenos meteorológicos o floraciones alternativas, por ejemplo). En este sentido nuestros resultados no se apartan de los obtenidos por PERCIVAL (1947, 1955). En cambio SYNGE (1947) encontró una conexión más estrecha entre el tiempo de presentación del polen de varias especies y el de su recolección por *Apis mellifera*.

Varios factores pueden apuntarse como posibles responsables de las diferencias de peso medio entre las cargas de polen de los distintos tipos. Podría existir relación entre el tamaño de los granos de polen (véase VALDES & al., 1987) y el peso medio

de las cargas: los granos de polen de Cistaceae son los mayores; los de *Quercus suber* son bastante más grandes que los de *Rubus ulmifolius* o *Eucalyptus camaldulensis* × *resinifera*, y éstos a su vez sensiblemente mayores que los de *Ononis baetica* y *Echium plantagineum*; sin embargo, los granos de polen de *Anchusa azurea* son bastante más voluminosos que los de *Quercus suber*. Podría pensarse que las cargas de plantas nectaríferas son menores que las de plantas estrictamente poliníferas, al simultanearse en el primer caso la recogida de néctar y polen: *Halimium halimifolium* y *Quercus suber* no producen néctar y *Cistus crispus* tiene un marcado carácter polinífero a pesar de producir néctar (TALAVERA & al., 1988), pero también *Ononis baetica* es estrictamente polinífero (ORTIZ, 1991). El grado de dificultad impuesto por la morfología floral a la hora de recoger el polen también podría influir en el peso medio de las cargas: la recogida de polen en *Echium plantagineum* y sobre todo en *Anchusa azurea* y *Ononis baetica* es sin duda más dificultosa que en el resto. Vemos, sin embargo, que ninguno de estos elementos explica por sí solo las diferencias aludidas.

Aunque no hemos realizado medidas de tamaño de las cargas, a simple vista se aprecia una relación positiva entre éste y el peso de las mismas. Resulta obvio que cuanto más pequeña sea una carga de polen menor es la probabilidad de que sea retenida en la trampilla y viceversa. Por ello, el polen capturado en la trampilla no será fiel reflejo del recogido por las abejas, es decir las especies con cargas de polen más pequeñas estarán infrarrepresentadas en las muestras de polen obtenidas en trampillas y al contrario. Asimismo el grado de representación de las cargas de una especie en las muestras de las trampillas puede variar a lo largo del día.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha financiado con cargo al proyecto CAICYT PA 85-297 concedido al Prof. S. TALAVERA, a quien agradecemos sus valiosas sugerencias. Los comentarios de la Dra. M. J. Díez y M. ARISTA sobre versiones previas del manuscrito contribuyeron, sin duda, a mejorarlo.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, M. D. & E. P. JEFFREE
 1956 The influence of stored pollen and of colony size on the brood rearing of honeybees. *Ann. appl. Biol.* **44**(4): 649-656.
- BOSACOMA, J.
 1986 Medida de la actividad de pecoreo de las colonias de abejas. Factores que la influncian. Un estudio previo. *Actas II Congr. Nac. Apic. (Gijón, 1984)*: 249-254.
- BRANDT, U. & G. GOTTSBERGER
 1988 Flower phenology, pollinating insects and breeding systems in *Cistus*, *Halimium* and *Tuberaria* species in Portugal. *Lagascalia* **15** (extra): 625-634.
- ERDTMAN, G.
 1960 The acetolysis method. A revised description. *Svensk. Bot. Tidskr.* **54**(4): 561-564.
- FREE, J. B.
 1967 Factors determining the collection of pollen by honeybee foragers. *Anim. Behav.* **15**: 134-144.
- FREE, J. B. & I. H. WILLIAMS
 1973 Genetic determination of honeybee (*Apis mellifera* L.) foraging preferences. *Ann. appl. Biol.* **73**: 137-141.
 1974 Influence of the location of honeybee colonies on their choice of pollen sources. *J. Appl. Ecol.* **11**(3): 925-935.
- HELLMICH, R. L. & W. ROTHENBUHLER
 1986 Relationship between different amounts of brood and the collection and use of pollen by the honeybee (*Apis mellifera*). *Apidologie* **17**(1): 13-20.
- HIDEUX, M.
 1972 Techniques d'étude du pollen au MEB: effets comparés des différents traitements physicochimiques. *Micron* **3**: 1-31.
- JEAN-PROST, P.
 1985 *Apicultura*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- LOUVEAUX, J.
 1958a Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L.). *Ann. Abeille* **1**: 113-188.
 1958b Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L.) (suite). *Ann. Abeille* **1**: 197-221.
 1959 Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L.) (fin). *Ann. Abeille* **2**(1): 13-111.
- McLELLAN, A. R.
 1976 Factors affecting pollen harvesting by the honeybee. *J. Appl. Ecol.* **13**(3): 801-811.
- ORTIZ, P. L.
 1991 *Melitopalínología en Andalucía Occidental*. Tesis Doctoral. Editorial Universidad de Sevilla. Sevilla.

PERCIVAL, M.

1947 Pollen collection by *Apis mellifera*. *New Phytol.* **46**: 142-173.

1955 The presentation of pollen in certain Angiosperms and its collection by *Apis mellifera*. *New Phytol.* **54**: 353-368.

REITSMA, Tj.

1969 Size modification of recent pollen grains under different treatments. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **9**: 175-202.

STANLEY, R. G. & H. F. LINSKENS

1974 *Pollen. Biology Biochemistry Management*. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. New York.

SYNGE, A. D.

1947 Pollen collection by honeybees (*Apis mellifera*). *J. Anim. Ecol.* **16**: 122-138.

TALAVERA, S.; J. HERRERA; J. ARROYO; P. L. ORTIZ & J. A. DEVESA

1988 Estudio de la flora apícola de Andalucía Occidental. *Lagascalia* **15** (extra): 567-591.

VALDES, B.; M. J. DÍEZ & I. FERNÁNDEZ

1987 *Atlas Polínico de Andalucía Occidental*. Inst. Des. Regional y Excma. Diputación de Cádiz. Sevilla.

VISSCHER, P. K. & T. D. SEELEY

1982 Foraging strategy of honey bee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology* **63**(6): 1790-1801.

ZUCCOLI, L.

1987 Pollini di piante anemogame ed entomogame bottinati da *Apis mellifera* L. in Bassa Valtellina. *Apicoltura* **3**: 101-111.

OCHROPORUS RHAMNI (M. BONDARTSEVA) FIASSON & NIEMELÄ EM PORTUGAL

I. MELO¹ & M. T. TELLERÍA²

¹ Museu, Laboratório e Jardim Botânico, Rua da Escola Politécnica, 58, 1200 Lisboa.

² Real Jardín Botánico, Plaza de Murillo, 2, 28014 Madrid — Espanha

Recebido em 22-XI-1991.

SUMARIO

A ocorrência de *Ochroporus rhamni* (M. Bondartseva) Fiasson & Niemelä é referida pela primeira vez em Portugal. É dada uma breve descrição da espécie baseada no material português e feito um levantamento da sua distribuição mundial.

SUMMARY

The first record of *Ochroporus rhamni* (M. Bondartseva) Fiasson & Niemelä is reported from Portugal. A brief description of the species based on the portuguese specimen is given, and its world distribution is surveyed.

NO decurso de uma exploração micológica na região do Alto Alentejo, em Maio de 1989, empreendida no âmbito do projecto Flora Micológica Ibérica (PR87-0370), a nossa atenção foi despertada por um espécime de *Hymenochaetaceae* (*Aphyllophorales*, *Basidiomycotina*) que crescia sobre caules mortos de *Cytisus* sp. Pelo aspecto macroscópico não restavam dúvidas que seria certamente uma espécie de *Phellinus* s. l., lembrando a dimensão dos poros e a cor do himenóforo qualquer coisa parecida com *P. punctatus*. A pouca espessura do espécime, porém, aliada à presença de numerosas fendas dispostas em retículo que apareceram durante o processo de secagem, fizeram-nos afastar essa hipótese. Estas mesmas características levaram-nos a tentar identificar o nosso espécime como *Ochroporus rhamni*, uma espécie rara, encontrada no Centro e no Sul da Europa, e depois, a observação microscópica do material, permitiu confirmar essa identificação.

Ochroporus rhamni (M. Bondartseva) Fiasson & Niemelä, *Karsenia* 24: 26, 1984.

Phellinus rhamni (M. Bondartseva) H. Jahn, *Westfäl. Pilzbriefe* 6: 89, 1967.

Alto Alentejo: Marvão, Carvalhal, 29SPD3759, 630 m, em caule seco de *Cytisus* sp., 6.V.1989, I. Melo & J. Cardoso 4163 (LISU).

Basidioma de consistência lenhosa, firmemente adnado ao substrato, totalmente resupinado, estendendo-se ao longo do caule, formando uma mancha com cerca de 12 cm de comprimento e 3-4 cm de largura, fino, não ultrapassando 2,5 mm de espessura, de contorno irregular, por vezes sem margem ou então com margem estéril muito fina, superfície dos poros castanho-acinzentada escura, com um brilho sedoso-acetinado no material fresco, contraindo na secagem e ficando profundamente atravessada por fendas, dispostas em retículo. Poros pequenos, regulares, 6-8/mm, arredondados ou levemente angulosos com dissepimentas finas. Tubos indistintamente estratificados, concolores com os poros, subículo muito fino, 0,5 mm de altura.

Sistema de hifas dimítico, hifas geradoras 2-2,7 μm de diâmetro, de membrana fina, ramificadas, com septos simples (Fig. 1d), hifas esqueléticas 2,5-4 μm de diâmetro, não ramificadas, de paredes desigualmente espessadas, amarelas-acastanhadas (Fig. 1c). Hifas dispostas paralelamente nas dissepimentas.

Espínulas himeniais 17-28 \times 6-10 μm , de ápice agudo e dilatadas na base, com paredes castanhas escuras, muito espessadas, geralmente geniculadas na base.

Basídios aclavados, 10-12 \times 6-7,5 μm , com 4 esterigmas até 3 μm de comprimento (Fig. 1b).

Esporos 5-6 \times 4-5 μm , subglobosos a largamente elipsóides, com membrana levemente espessada e apículo distinto, inamiloídes, indextrinoídes e acianófilos (Fig. 1a).

A primeira referência à existência desta espécie na Europa é feita por BOURDOT & GALZIN (1928: 624) sob o nome de *Phellinus laevigatus*. Mais tarde é brevemente descrita por M. BONDARTSEVA como *P. laevigatus* var. *rhamni* (SINADSKIJ & BONDARTSEVA, 1960) e elevada a espécie, *Phellinus rhamni*, por JAHN (1967: 89).

O. rhamni é um fungo termófilo, sendo conhecido da Europa central e meridional (Fig. 2). Referido primeiro para a França (BOURDOT & GALZIN, *op. cit.*) foi depois encontrado na União Soviética (SINADSKIJ & BONDARTSEVA, *op. cit.*, BONDARTSEVA & PARMASO, 1986: 115-116) e mais tarde registado na Alemanha,

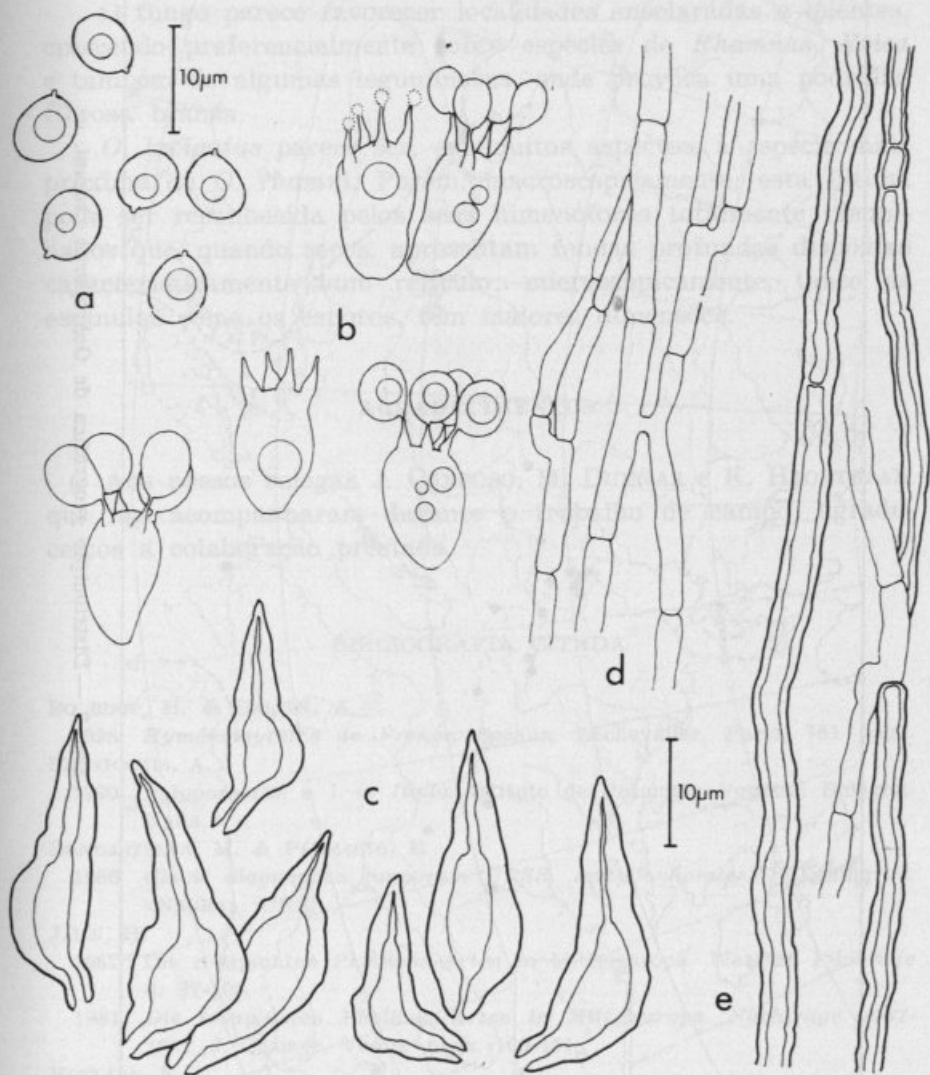


Fig. 1. — *Ochroporus rhamni*: a) esporos, b) basídios, c) espinulas himeniais, d) hifas geradoras, e) hifas esqueléticas.

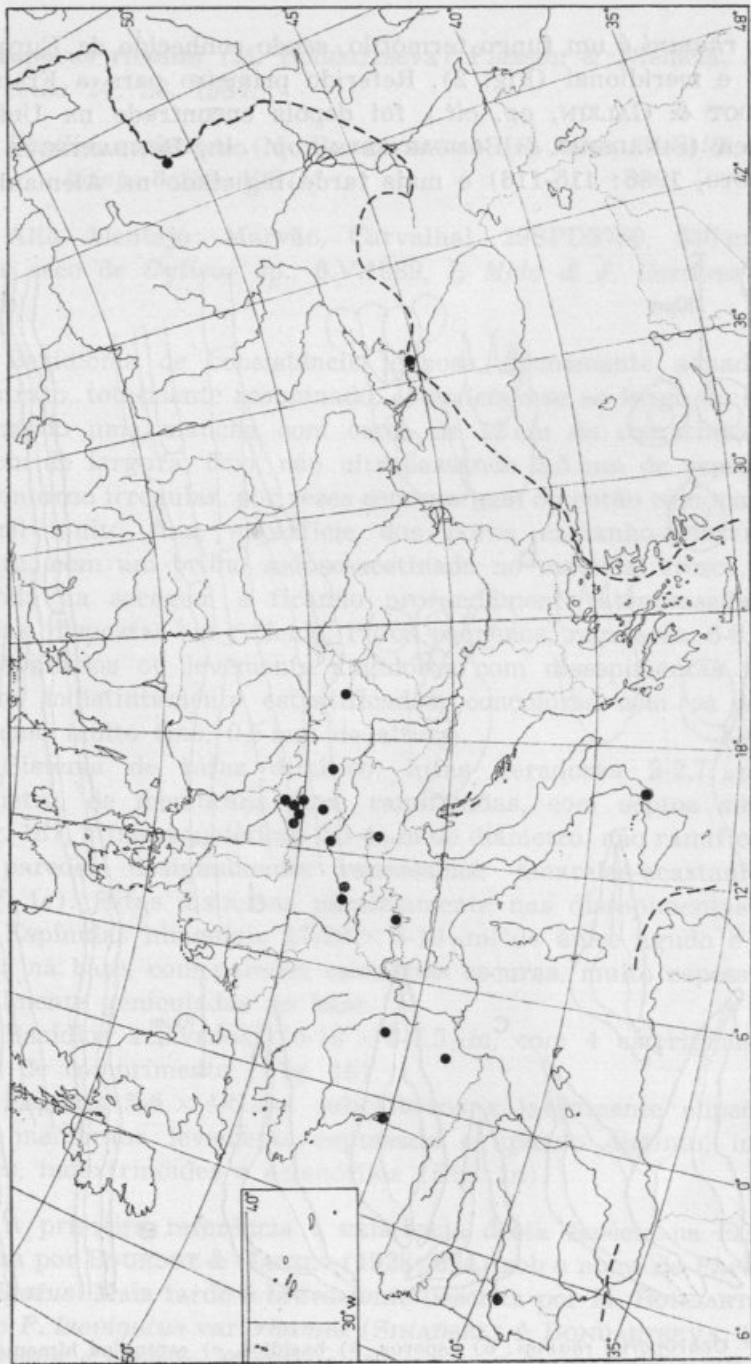


Fig. 2. — Distribuição geográfica de *Ochroporus rhamnii*.

Áustria e Checoslováquia (JAHN, 1967: 90). NIEMELÄ (1972: 57) voltou a referir colheitas da Áustria e Checoslováquia e JAHN (1981: 138) alargou a sua área de distribuição à Suíça. KOTLABA (1984: 34), publicou todas as localidades onde o fungo foi encontrado na Checoslováquia e recentemente, BERNICCHIA (1990: 420), registou a ocorrência desta espécie na Itália.

O fungo parece favorecer localidades ensolaradas e quentes, crescendo preferencialmente sobre espécies de *Rhamnus*, *Erica* e também de algumas leguminosas, onde provoca uma podridão fibrosa branca.

O. lavigatus parece ser, em muitos aspectos, a espécie mais próxima de *O. rhamni*. Porém, macroscopicamente, esta última pode ser reconhecida pelos seus himenóforos totalmente resupinados que, quando secos, apresentam fendas profundas dispostas caracteristicamente num retículo; microscopicamente, tanto as espínulas como os esporos, têm maiores dimensões.

AGRADECIMENTOS

Aos nossos colegas J. CARDOSO, M. DUEÑAS e K. HJORTSTAM que nos acompanharam durante o trabalho de campo, agradecemos a colaboração prestada.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BOURDOT, H. & GALZIN, A.
1928 *Hyménomycètes de France*. Sceaux, Lechevalier, Paris, 761 pags.
- BERNICCHIA, A.
1990 *Polyporaceae s. l. in Italia*. Istituto de Patologia Vegetal. Bologna. Italia.
- BONDARTSEVA, M. & PARMASO, E.
1986 *Clavis diagnostica fungorum URSS. Aphyllophorales. I*. Leningrad. «Nauka». URSS.
- JAHN, H.
1967 Die resupinaten *Phellinus*-Arten in Mitteleuropa. *Westfäl. Pilzbriefe* 6: 37-108.
1981 Die resupinaten *Phellinus*-Arten in Mitteleuropa. *Nachträge 1967-1981*. J. Cramer. Vaduz. pags. 109-151.
- KOTLABA, F.
1984 *Zeměpisné rozšíření a ekologie chorosu (Polyporales s. l.) Československu*. Academia. Praha.

NIEMELÄ, T.

1972 On Fennoscandian Polypores. II. *Phellinus laevigatus* (Fr.) Bourd. & Galz. and *P. lundellii* Niemelä, n. sp. *Ann. Bot. Fennici* 9: 41-59.

SINADSKIJ, J. & BONDARTSEVA, M.

1960 Nekotorye trutovye griby na listvennyh porodah v pojme reki Ural. *Bot. Mater. Otdela Sporovyh Rastenij Bot. Inst. Akad. Nauk SSSR* 13: 222-232.

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

CARACTERIZAÇÃO DE ESTADOS DE REFERÊNCIA EM TORNO DA CENTRAL TÉRMICA DA TAPADA DO OUTEIRO, BROALHOS, PORTO

A. SÊNECA & F. BARRETO CALDAS

Instituto de Botânica Dr. Gonçalo Sampaio, Fac. Ciências, U. P.
Rua do Campo Alegre, 1191, P 4100 Porto

Recebido em 30-XII-1991.

RESUMO

Caracteriza-se o estado de referência em torno da Central termoelétrica da Tapada do Outeiro, Broalhos, Porto através do estudo qualitativo e quantitativo da vegetação brio-epifítica. O forófito utilizado foi *Olea europaea* L. Foram realizadas 11 amostras numa área de cerca de 25 km² em torno da Central. Ao calcular valores de Índice de Pureza Atmosférica (IPA), os diferentes pontos foram incluídos em classes de pureza atmosférica de acordo com BENTO-PEREIRA & SÉRGIO (1983).

SUMMARY

This study refers to the general actual condition state of the bryo-epiphytic flora on *Olea europaea* L. of an area surrounding the termo-power station of Tapada do Outeiro, near Oporto. Eleven samples were made on an area of about 25 km² and for each one a value of an Atmospheric Purity Index was calculated. The general conclusion was that this flora is negatively affected in its species richness, vitality and cover by atmospheric pollution.

1 — INTRODUÇÃO

A sensibilidade de briófitas à poluição atmosférica é conhecida na Europa desde há cerca de 100 anos quando ARNOLD (1982) observou que algumas espécies de musgos estavam a desaparecer em Munique. A sua sensibilidade demonstrou-se superior à das plantas vasculares (BARKMAN, 1969) e não inferior à dos líquenes (GILBERT, 1969), e por isso muitos autores as têm utilizado em

estudos de poluição atmosférica (LEBLANC & RAO, 1974, SÉRGIO & BENTO-PEREIRA, 1981, BENTO-PEREIRA & SÉRGIO, 1983, SÉRGIO & SIM-SIM, 1985). Dos estudos efectuados é evidente que os poluentes atmosféricos são responsáveis pelo desaparecimento de espécies e pelo empobrecimento das comunidades briofíticas em áreas urbanas e/ou industrializadas, uma vez que o padrão de distribuição das espécies e/ou o seu estado de vitalidade reflecte o padrão de distribuição das emissões poluentes.

O dióxido de enxofre libertado na atmosfera altera a distribuição das espécies briofíticas provocando necrose foliar, dado que é absorvido directamente para as células em solução aquosa (BARKMAN, 1969), e alterações no ciclo reprodutivo, por impedimento da reprodução sexuada ou de qualquer tipo de reprodução, pois a acidificação dos substratos interfere com a produção e sobrevivência dos diásporos vegetativos e protonemas (GILBERT, 1971). As espécies variam na sua sensibilidade estando esta dependente de factores ambientais, nomeadamente microclimáticos e microtopográficos.

Neste trabalho pretendeu-se estudar o efeito quantitativo e qualitativo do impacto que as emissões de SO_2 da Central térmica da Tapada do Outeiro, Broalhos, exercem nas comunidades de briófitas epífitas, de modo a caracterizar um estudo de referência. Em Portugal, trabalhos deste tipo são ainda escassos (BENTO-PEREIRA & SÉRGIO, 1983, SÉRGIO & SIM-SIM, 1985) e na região Norte é a primeira vez que esta metodologia é utilizada.

2 — CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

A região em estudo tem uma elevada densidade populacional e industrial. Para além da Central, cuja emissão poluente mais significativa é SO_2 , existem nas imediações outras unidades industriais que emitem para a atmosfera essencialmente este composto e também compostos do tipo NO_x . A actividade agrícola tem aqui um papel importante, ocupando a quase totalidade dos terrenos aráveis. Da vegetação natural, que BRAUN-BLANQUET (1956) indica como sendo constituída por bosques dominados por *Quercus robur* L. pouco resta, uma vez que as áreas não utilizadas para a agricultura foram florestadas com *Pinus pinaster* e *Eucalyptus* sp.

Do ponto de vista bioclimático esta região está incluída no domínio atlântico (ALCOFORADO *et al.*, 1982) e os ventos dominantes durante os meses húmidos são do quadrante SE de acordo com medidas tomadas no local desde 1986.

Este trabalho foi realizado a pedido da EDP e por isso incidiu em torno desta Central térmica. Não corresponde, pois, a uma caracterização geral da área em termos de poluição atmosférica, o que exigiria o alargamento substancial da área amostrada. Trata-se, assim, de uma abordagem parcial ao problema das emissões poluentes nesta região, que no entanto se pensa ser um ponto de partida importante para trabalhos subsequentes mais alargados e/ou aprofundados.

3 — METODOLOGIA

Foram utilizados métodos quantitativos e qualitativos na análise e estudo da vegetação briofítica epífita. Foram utilizados como forófitos exemplares adultos de *Olea europaea* L. por ter já sido utilizada em Portugal noutros estudos (BENTO-PEREIRA & SÉRGIO, 1983, SÉRGIO & SIM-SIM, 1985). Foram realizadas 11 amostras distribuídas numa área de 25 km² em torno da Central (Fig. 1). Na tentativa de minimizar o efeito que diferentes factores ambientais pudessem ter no padrão de distribuição das espécies, na localização das amostras foi tido em conta, para além de uma boa dispersão: a direcção dominante dos ventos, topografia, localização dos olivais e algumas características das árvores — idade, número e troncos desprovidos ou sem vestígios da presença de hera. Sempre que possível foram examinadas 10 árvores por amostra. Nalguns casos em que isso não foi possível optou-se por examinar um número inferior dada a importância da localização da amostra.

A vegetação epifítica foi estudada desde a base até 2 m de altura. Para cada árvore registaram-se as espécies ocorrentes e determinaram-se os valores de sociabilidade e cobertura (si) e de vitalidade (vi), variando o primeiro de 1 a 5 e o segundo de 1 a 4 de acordo com escalas utilizadas por BENTO-PEREIRA & SÉRGIO (1983).

Para cada amostra foi calculada a diversidade específica expressa em número de espécies presentes e aplicada a fórmula do Índice de Pureza Atmosférica (IPA) segundo LEBLANC &

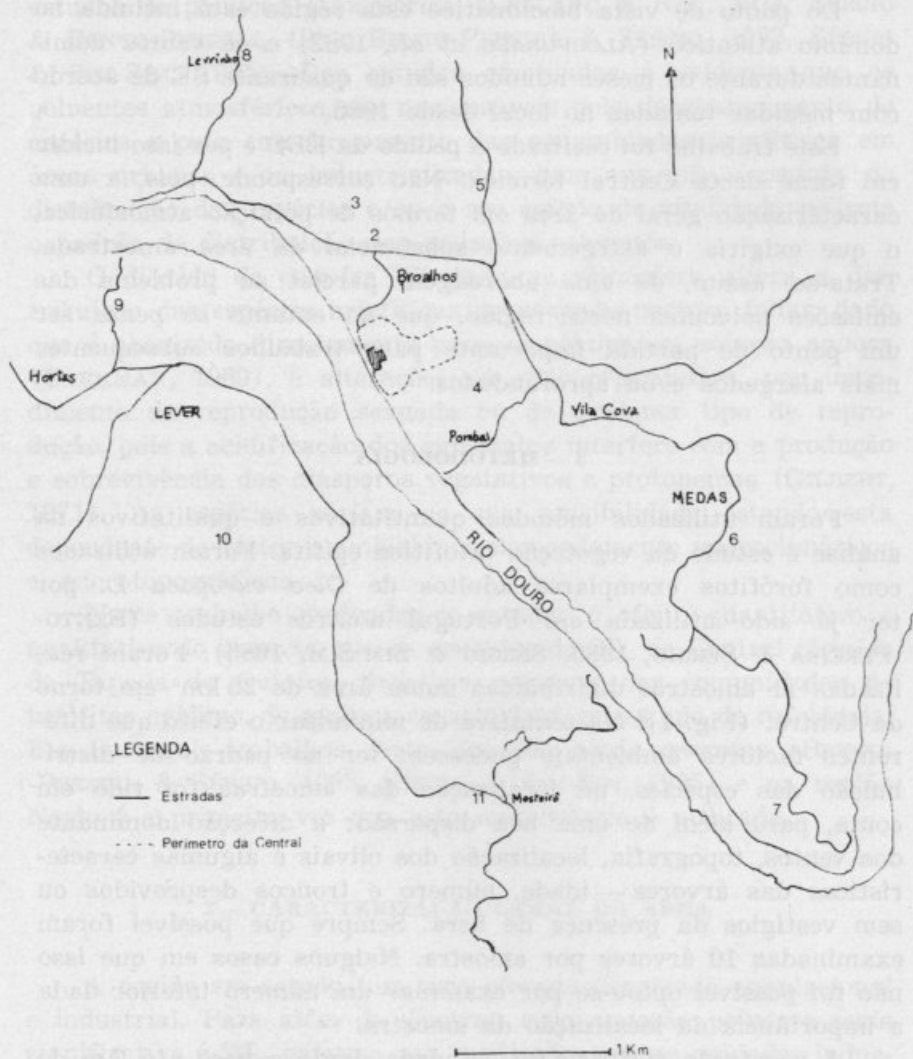


Fig. 1. — Representação esquemática da área estudada e localização dos pontos de amostragem.

SLOOVER (1970), adaptada por HOFFMANN (1974). Esta fórmula foi ajustada para que os valores fossem 10 vezes inferiores de acordo com BENTO-PEREIRA & SÉRGIO (1983):

$$IPA = 1/100 \sum (s_i + v_i) Q_i$$

Qi — índice ecológico correspondente ao número médio de espécies a que cada epífita se encontra associado na totalidade das amostras.

Os valores de IPA de cada amostra foram incluídos em classes relacionadas com a concentração atmosférica de SO₂. Estas classes, definidas para o vale do Tejo, região de características distintas (SÉRGIO & BENTO-PEREIRA, 1981) incluem:

QUADRO I

Relação entre classes de pureza atmosférica definidas em termos de valores de IPA com a [SO₂] atmosférico

Classes	I	II	III	IV	V	VI
IPA	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	> 30
[SO ₂] μ g/m ³	> 125	70-125	60-70	50-60	40-50	< 40

4 — RESULTADOS

Ao todo foram reconhecidas 33 espécies de briófitas epífitas.

A comunidade estudada está relacionada com a comunidade clímax *Leucodontalia* (VON HUBSCHMANN, 1952) emend. LECOINTE, 1975), na associação *Tortuletum laevipilae* (ALLORGE, 1922, DUVIGNEAUD, 1941), agrupamento empobrecido (LECOINTE, 1975). Estas comunidades que, no estado climácico, cobrem 81% dos troncos de árvores jovens — adultas isoladas, encontram-se largamente distribuídas nas regiões subatlântica, continental e mediterrânica da Europa e, do ponto de vista ecológico, possuem características heliófilas e mesoxerófilas (LECOINTE, 1975).

O Quadro II apresenta a listagem das espécies identificadas e a frequência percentual da sua ocorrência por amostra e o seu Qi médio. Faz ainda referência aos valores de IPA calculados em cada amostra, incluindo-as em classes de pureza atmosférica (ver Quadro I). Para cada ponto de amostragem é também indicada a diversidade específica expressa em termos de número de espécies identificadas em cada local. Optou-se por exprimir a diversidade nestes termos por ser o índice que melhor expressa as alterações observadas na comunidade.

QUADRO II

Frequência percentual de ocorrência das espécies nas amostras. Também indicado o Qi de cada espécie, os valores de IPA e as classes em que se inclui cada ponto de amostragem. (Nomenclatura dos musgos segundo DUELL, 1984, 1985 e das hepáticas segundo DUELL, 1983)

Amostras	1	3	6	9	5	2	11	5	8	10	7
Diversidade	5	4	12	8	8	11	16	15	11	13	17
IPA	0,7	0,7	1,3	2,1	2,1	3,1	3,6	4,2	4,8	5,6	5,8
Classes	I	I	II	II	II	II	II	II	II	III	III
Qi											
7,00	Barbula unguiculata	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0
9,00	Brachythecium velutinum	10	0	10	0	10	17	0	0	25	17
10,50	Bryum capillare	10	0	20	33	40	67	33	100	25	50
10,75	Bryum sp.	0	0	20	0	20	17	33	0	0	0
12,50	Campylopus fragilis	0	0	0	0	0	17	17	0	0	0
15,00	Campylopus pilifer	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0
13,00	Cynodontium bruntonii	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
10,10	Dicranoweisia cirrata	10	25	10	0	80	83	50	43	50	83
13,00	Eurhynchium pulchellum	0	0	30	0	0	0	0	0	0	17
15,00	E. praelongum	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0
11,00	Fissidens viridulus	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
9,82	Frullania dilatata	30	38	70	33	100	100	83	57	100	100
15,00	Grimmia sp.	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0
15,00	Hedwigia ciliata	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0
11,75	Homalothecium sericeum	0	0	20	0	10	17	33	57	50	100
10,00	Hypnum andoi	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
9,82	H. cupressiforme	10	38	60	67	30	83	33	71	100	67
11,00	Lophocolea bidentata	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
11,25	Metzgeria furcata	0	0	0	33	0	17	0	0	0	33
13,00	Orthotrichum sp.	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
14,00	O. affine	0	0	0	0	0	0	17	43	0	0
11,50	O. diaphanum	0	0	0	33	0	0	0	0	0	17
10,67	O. lyellii	0	13	0	0	0	17	0	43	100	67
14,00	O. tenellum	0	0	0	0	0	0	17	29	0	67
16,00	Plagiomnium affine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
13,00	Porella obtusata	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
11,25	Pterogonium gracile	0	0	0	33	20	17	33	57	100	50
13,00	Radula complanata	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
15,00	Scapania compacta	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0
13,75	Scleropodium touretii	0	0	10	0	0	0	17	14	0	0
11,80	Tortula laevipila	0	0	16	67	0	0	0	29	0	67
11,00	Trichostomum crispulum	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
	baumgatneri	0	0	0	0	0	0	0	14	0	33

Foi também estudado o modo como os valores de IPA se relacionam com a diversidade em cada ponto de amostragem (Gráfico 1) e a relação existente entre esta e a vitalidade média das plantas em cada local (Gráfico 2).

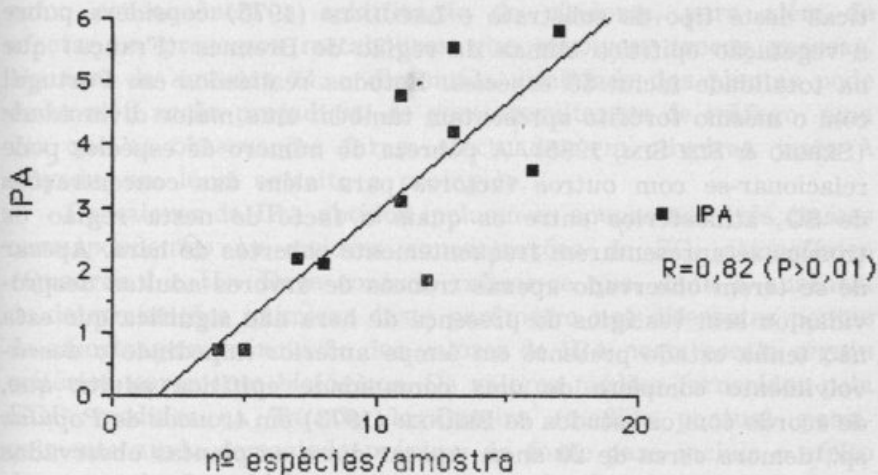


Gráfico 1. — Recta de regressão que relaciona a diversidade e os valores de IPA em cada ponto de amostragem.

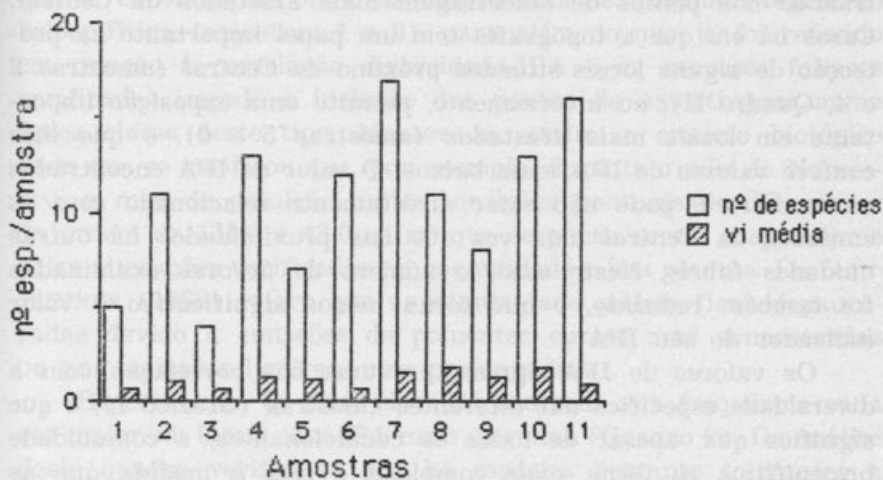


Gráfico 2. — Relação entre a diversidade específica e a vitalidade média das plantas observadas em cada ponto de amostragem.

5 — DISCUSSÃO

Do reconhecimento da vegetação brio-epifítica desta região pode concluir-se que se encontra bastante empobrecida. O número de espécies identificadas inclui algumas que não são características deste tipo de substrato e LECOINTE (1975) considera pobre a vegetação epifítica clímax da região de Brennes (França) que na totalidade inclui 55 espécies. Estudos realizados em Portugal com o mesmo forófito apresentam também uma maior diversidade (SÉRGIO & SIM-SIM, 1985). A pobreza do número de espécies pode relacionar-se com outros factores para além das concentrações de SO_2 atmosférico entre os quais o facto de nesta região os troncos se apresentarem frequentemente cobertos de hera. Apesar de se terem observado apenas troncos de árvores adultas desprovidas ou sem vestígios da presença de hera não significa que esta não tenha estado presente em tempo anterior impedindo o desenvolvimento completo de uma comunidade epifítica adulta que, de acordo com os estudos de BERNER (1973) em troncos de *Populus* sp., demora cerca de 20 anos. Apesar disso as plantas observadas apresentavam sinais evidentes de necrose foliar, por vezes em mais de 20 % da área, o que indubitavelmente aponta para os efeitos nefastos que este tipo de emissões provoca nas plantas.

De um modo geral, valores de IPA mais elevados encontram-se nos pontos de amostragem mais afastados da Central. Casos há em que a topografia tem um papel importante na protecção de alguns locais situados próximo da Central (amostras 2 e 4, Quadro II), ou inversamente, permite uma exposição importante em locais mais afastados (amostras 5 e 6), o que lhes confere valores de IPA mais baixos. O valor de IPA encontrados na amostra 9 pode não estar directamente relacionado com as emissões da Central uma vez que nas proximidades há outras unidades fabris. Neste caso, o número de árvores examinadas foi também reduzido, o que torna menos significativo o valor indicador do seu IPA.

Os valores de IPA apresentam uma boa correlação com a diversidade específica nas diferentes amostras (Gráfico 1), o que significa que, apesar de todos os condicionantes, a comunidade brioepifítica se torna mais complexa e rica à medida que as emissões poluentes se atenuam. Excepções são as amostras 6 e 11 a cujos elevados valores de diversidade não correspondem valores

elevados de IPA. O Gráfico 2 mostra que, nestes casos, os baixos valores de IPA são consequência de as plantas apresentarem valores de vitalidade muito reduzidos. No primeiro caso o principal factor responsável é possivelmente a poeira causada pelo transporte aéreo de carvão em cestas, sobre o local. A poeira tem como consequência a acidificação do ritidoma, para além de afectar os processos metabólicos que envolvem trocas gasosas. No caso da amostra 11, a diminuída vitalidade das plantas pode dever-se à acção prejudicial de gases resultantes de tráfego, uma vez que as observações foram efectuadas em oliveiras junto à estrada, em local estreito e protegido.

Os valores de IPA obtidos incluem-se apenas nas três classes correspondentes às maiores concentrações de SO_2 atmosférico (Quadros I e II). Deve contudo referir-se que, dada a ausência de determinações químicas deste parâmetro nos diferentes pontos de amostragem, a inclusão dos valores de IPA nesta escala seguiu critérios puramente biológicos. Os valores médios fornecidos pela EDP, medidos na Tapada do Outeiro (medida pontual, possivelmente ainda demasiado próxima da fonte para incluir o efeito da pena de fumo) durante os meses de Outubro e Novembro de 1990 são bastante inferiores — 9,04 e 4,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente —, o que por si permitiria a inclusão de toda a área numa classe de IPA máximo. Contudo, o facto de haver amostras em que se encontraram oliveiras desprovidas de qualquer vegetação briopífita (amostras 1 e 3), para além do que já foi referido em relação à correlação diversidade-IPA e às necroses foliares verificadas impede a inclusão dos pontos de amostragem numa única classe deste tipo. Manteve-se, assim, o critério biológico dado que se verificou que, por exemplo, durante o mês de Novembro, a rosa de poluição indica medições pontuais de SO_2 no ar da ordem de 135,0 e 43,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que se pensa serem responsáveis pelas alterações verificadas na comunidade e nas plantas. De facto WINNER (1988) refere que as comunidade podem ficar depauperadas devido a emissões de poluentes curtas mas concentradas ou por emissões ligeiras, mas prolongadas.

Espécies com Qi mais elevadas ocorrem com frequência cada vez maior em locais com IPA mais elevados (Quadro 2). Da análise deste quadro verifica-se que há espécies bastante tolerantes a este tipo de emissões poluentes, cujo Qi é baixo, *Frullania dilatata*, *Hypnum cupressiforme*, *Bryum capillare* e *Dicranoweisia cirrata*.

A presença constante das duas primeiras está também relacionada com o facto de serem espécies pioneiras em habitats xerofíticos, enquanto que a de *D. cirrata* se prende com uma expansão generalizada a nível europeu em regiões sujeitas a determinados níveis de poluição (C. SÉRGIO, com. pess.). Outras espécies com Qi mais elevados apresentam sensibilidade diferencial a determinados níveis destas emissões, aparecendo apenas e com maior frequência em locais em que estas são inferiores a determinado nível. Estas espécies têm, pois, um considerável valor indicador. Este valor confere com os indicados por SÉRGIO (1987), se considerarmos os valores médios de concentração de SO₂ atmosférico indicados para esta região. Espécies como *Pterogonium gracile*, *Homalothecium sericeum* e *Orthotrichum lyleii*, normalmente presentes apenas quando a concentração de SO₂ atmosférico é inferior a 20 µg/m³ ocorrem aqui incluídos em classes de pureza atmosférica correspondentes a concentrações deste composto muito superiores possivelmente devido ao facto de apenas pontualmente e não de modo contínuo estas concentrações serem deste teor. Não deve subestimar-se, por outro lado, que as comunidades e a sensibilidade e tolerância das espécies respondem também a alterações do meio ambiente e que, quer a escala de IPA quer os valores de concentração de SO₂ atmosférico a ele associados e à presença ou ausência de determinadas espécies, foram obtidos para regiões com características diferentes da que agora se estudou. A utilização desta escala, mesmo assim condicionada, fornece indicações valiosas quer quanto ao estado do ar, pois permitiu evidenciar a importância que os critérios biológicos têm na definição da sanidade atmosférica de uma área, e levanta questões importantes sobre as diferenças que as comunidades brio-epifíticas e a sensibilidade das espécies podem apresentar em diferentes regiões do país.

6 — CONCLUSÃO

De modo geral pode afirmar-se que a vegetação brio-epifítica se encontra bastante afectada no que se refere à sua composição quantitativa e qualitativa, à sua vitalidade e cobertura.

Apesar de ser apenas uma primeira abordagem ao problema da poluição atmosférica por SO₂ nesta região, este trabalho mostra o valor e a contribuição que o estudo das comunidades brio-

-epifíticas pode dar para a avaliação do estado do ar em zonas urbanas e industrializadas.

A escala de classes de IPA e respectivas concentrações de SO₂ atmosférico associadas utilizada é susceptível de ser aferida para esta região em estudos posteriores, mais alargados. Estão também por caracterizar as comunidades brio-epifíticas clímax nesta zona do país, o que permitiria conclusões mais rigorosas quanto à presença ou ausência de determinadas espécies em situações como a estudada.

AGRADECIMENTOS

À Dr.^a CECÍLIA SÉRGIO pela ajuda na identificação de alguns exemplares e à EDP que financiou este trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- ALCOFORADO, M. J.; ALEGRIA, M. F.; PEREIRA, A. R. & SIRGADO, C.
1982 Domínios bioclimáticos em Portugal definidos por comparação dos índices de Gaussen e Emberger. *Centro de Estudos Geográficos*, Rel. 14: 1-31.
- ARNOLD, F.
1982, in WINNER, 1988.
- BARKMAN, J. J.
1958 Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen.
- BENTO-PEREIRA, F. & SÉRGIO, C.
1983 Líquenes e briófitos como bioindicadores da poluição atmosférica. II. Utilização de uma escala quantitativa para Lisboa, *Rev. Biologia*, 12: 297-312.
- BERNER, L.
1973 Combien faut-il de temps aux lichens et aux mousses corticoles pour peupler une surface neuve? *Rev. Bryol. Lichenol.*, 39(3): 473-477.
- BRAUN-BLANQUET, J.; PINTO DA SILVA, A. R. & ROZEIRA, A.
1956 Résultats de deux excursions géobotaniques a travers le Portugal septentrional et moyen. II. Chenaies a feuilles caduques. *Agronomia Lusit.*, 18(3): 167-241.
- DUELL, R.
1983 Distribution of European and Macaronesian liverworts (Hepaticophytina), *Bryologische Beitrage*, 2.
1984, 1985 Distribution of European and Macaronesian mosses (Bryophytina), *Bryologische Beitrage*, 4 e 5.
- GILBERT, O. L.
1969 The effects of SO₂ on lichens and bryophytes around Newcastle upon Tyne. In: *Air Pollution, Proceedings of the First European Congress*

- on the Influence of Air Pollution on Plants and Animals, p. 223-233. Wageningen, Netherlands.
- 1971 Urban bryophyte communities in Northeast England. *Trans. Brit. Bryol. Soc.*, **6**: 306-316.
- HOFFMANN, G. R.
- 1974 The influence of a paper pulp mill on the ecological distribution of epiphytic cryptogams in the vicinity of Lewiston, Idaho and Clarkson, Washington. *Environ. Pollut.*, **7**: 283-301.
- LEBLANC, F. & DE SLOOVER
- 1970 Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Can. J. Bot.*, **48**: 1485-96.
- LEBLANC, F. & RAO, D. N.
- 1974 A review of the literature on bryophytes with respect to air pollution. *Soc. Bot. Fr., Coll. Bryol.*, **121**: 237-255.
- LECOINTE, A.
- 1975 Étude phytosociologique des groupements de bryophytes de la Brenne (Indre, France). *Documents phytosociologiques*, **9-14**: 165-195.
- SÉRGIO, C.
- 1987 Epiphytic bryophytes and air quality in the Tejo estuary. *Symposia Biologica Hungarica*, **35**: 795-814.
- SÉRGIO, C. & BENTO-PEREIRA, F.
- 1981 Líquenes e briófitos como bioindicadores da poluição atmosférica. I. Utilização de uma escala qualitativa para Lisboa. *Bol. Soc. Brot.*, Sér. 2, **54**: 291-303.
- SÉRGIO, C. & SIM-SIM, M.
- 1985 Estudo da poluição atmosférica no estuário do Tejo. A vegetação epifítica como bioindicadora. *Port. Acta Biol. (B)* **14**: 213-244.
- WINNER, W. E.
- 1988 Responses of Bryophytes to Air Pollution. in Lichens, Bryophytes and Air Quality. *Bibl. Lichenol.*, **30**: 141-173. J. Cramer Ed., Berlin-Stuttgart.

TAXA NOVA AGARICALIUM

MARCO CONTU

Via A. Manzoni, 33 - 09128 Cagliari, ITALIA

In redazione, 27-XII-1991.

RIASSUNTO

Sono proposti 11 taxa generici e infragenerici in seno all'ordine delle **Agaricales** (**Basidiomycetes**). Viene eretto il nuovo genere **Echinosporella** (**Lyophyllaceae**) per accomodarvi *Agaricus constrictus* Fries, dai caratteri strutturali ed ecologici alquanto particlari.

SUMMARY

Eleven new generic and infrageneric taxa are proposed into the **Agaricales** (**Basidiomycetes**). The new genus **Echinosporella** is erected to accomodate *Agaricus constrictus* Fries, a very peculiar entity from both micromorphological and edafic point of view.

KEY WORDS: Fungi, Basidiomycetes, Agaricales, generic and infrageneric taxa, new names.

I nuovi taxa generici e infragenerici proposti nella seguente comunicazione risultano da alcune riconsiderazioni personali sulla sistematica di alcuni generi facenti parte dell'ordine delle **Agaricales**. Piuttosto che essere inseriti nel corpo di alcuni futuri lavori specifici sui macromiceti della Sardegna essi sono riuniti ed illustrati in una sede unica.

Callistosporium sectio **Pseudocollybia** (Kühner ex Bon) Contu, stat. nov.

Basionimo: *Callistosporium* subgenus *Pseudocollybia* Kühner ex Bon, Doc. Mycol. 22/23: 279, 1976. Typus: *C. luteoolivaceum* Sing.

Questa sezione comprende le specie dotate di ife rossastre-purpuree in NH_4OH e di basidi poco allungati, non superanti in lunghezza i 30 μm .

Callistosporium sectio **Xerophorus** (Bon) Contu, stat. nov.

Basionimo: *Callistosporium* subgenus *Xerophorus* Bon, Doc. Mycol. 79: 57, 1991 («1990»).

In contrapposizione alla precedente questa sezione annovera le specie ad ife verdiolivastre in NH_4OH e basidi superanti in lunghezza i 30 μm . Il *typus* è *C. olivascens* (Boud.) Bon.

Calocybe sectio **Carneoviolaceae** (Sing. ex Bon) Contu, comb. nov.

Basionimo: *Rugosomyces* sectio *Carneoviolacei* Singer ex Bon, Doc. Mycol. 82: 65, 1991. *Typus*: *C. ionides* (Fr.) Donk.

Mentre sembra accettabile senza troppe difficoltà il nuovo genere **Rugosomyces** Raith. recentemente proposto per includervi le **Lyophyllaceae** a rivestimento pileico cellulare o imeniforme, sembra un poco eccessivo approvare il recente emendamento del genere proposto da M. BON, il quale inserisce in **Rugosomyces** anche molte altre entità a rivestimento pileico tricolorico o quasi tale. Conseguentemente le specie *ionides*, *obscurissima*, *carnea*, *persicolor*, *alpestris* e *caucasica* (per limitarsi a quelle europee) devono essere mantenute in **Calocybe** e la sezione che le contiene va reinserita in tale genere.

Dermoloma sectio **Atrobrunnea** Sing. ex Contu, sect. nov.

Species sporis amyloideis praeditis. *Typus*: *D. atrobrunneum* (Dennis) Bon.

Questa sezione si oppone alla sez. **Dermoloma** che contiene specie prive di spore amiloidi (*typus*: *D. cuneifolium* sensu Singer).

Echinosporella Contu, genus novum Lyophyllacearum

Differt a *Calocybe* sporis echinulatis-aculeatis atque praesentia veli cortiniformi. *Typus*: *E. constricta* (Fr.) Contu, comb. nov.

Echinosporella constricta (Fries) Contu, comb. nov.

Basionimo: *Agaricus constrictus* Fries, Syst. Mycol. 1: 28, 1821.

La combinazione dei caratteri macro (presenza di un anello cortiniforme sempre ben formato ed evidente nella parte superiore del gambo) e micromorfologici (spore echinulate, ad aculei bassi, simili a quelli di certe *Laccaria* ma più fitti) rende l'*Agaricus constrictus* di Fries piuttosto isolato all'interno del genere *Calocybe* dove è stato collocato verosimilmente solo a causa dei basidi siderofili. L'unicità dei caratteri, unita all'ecologia molto peculiare (terreni molto concimati come stalle, pollai, etc.) giustifica appieno la collocazione di *constrictus* in un genere a se' stante. L'altra specie della (ex) sezione *Echinosporeae* J. Lge (ora sinonimo di *Echinosporella*), *C. leucocephala*, non entra in questo nuovo genere sia per la diversa ornamentazione della spora che per l'assenza di velo; anche l'habitat (boschivo) è incompatibile.

Laccaria sectio **Laccaria** subsectio **Amethystinae** (Bon) Contu, stat. nov.

Basionimo: *Laccaria* sectio *Amethystinae* Bon, Doc. Mycol. 51: 46, 1983.

La sezione *Amethystinae* sembra eccessiva se fondata su un solo carattere come quello della colorazione del micelio.

Laccaria sectio **Laccaria** subsectio **Bisporae** Contu, subsect. nov.

Species basidis bisporis praeditis. Typus: *L. echinospora* (Speg.) Sing.

La ragion d'essere di questa nuova sotto-sezione, peraltro contenente un numero abbastanza rilevante di specie, è eminentemente pratica.

Limacella sectio **Lubricae** H. V. Smith ex Contu, sect. nov.

Species stipite glutinoso vel viscido praeditis. Typus: *L. illinita* (Fr.) Earle.

Limacella sectio **Limacella** subsectio **Pseudoannularia** Contu, subsect. nov.

Species sectionis *Limacellae* stipite annulo membranoso obtecto.
Typus: *L. lenticularis* (Lasch) R. Maire.

Questa sottosezione si oppone alla sottosezione **Limacella** che contiene specie provviste di anello cortiniforme ed evanescente, non membranoso e persistente (i. e. ***L. delicata***, typus sectionis atque generis, ***vinosorubescens***, ***roseofloccosa***, etc.). Ulteriori parametri utilizzabili per separazione di stirpi e serie sono l'ornamentazione della spora ed il suo comportamento a contatto con il liquido di Melzer. Uno studio floristico sul genere **Limacella** in Sardegna è attualmente in corso.

Volvariella sectio **Macrosporae** Contu, sect. nov.

Species sporis 10(12) μm faciliter superantibus. Typus:
V. gloiocephala (DC: Fr.) Boekh. et Enderle.

Le dimensioni della spora sono un carattere fondamentale e prezioso per la classificazione delle specie di tale genere.

KINETIC PROPERTIES OF A β -GLUCOSIDASE FROM *DICHOMITUS SQUALENS* (KARST.) REID¹

M. EMÍLIA RESENDE, M. MANUELA CAROLINO
& N. TEIXEIRA RODEIA

Departamento de Biologia Vegetal, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa
1700 Lisboa-Portugal

Received, 9-III-1992.

SUMMARY

One β -glucosidase from *D. squalens* was studied and the results were: the thermal stability (between 50° and 75° C), the effect of pH on activity (best activity at pH 4.0) and on the stability (was higher between pH 4.0 and 5.0) and the K_m (to the ONPG was 0.97 mM), V_{max} (to the ONPG was 4.08 nM min⁻¹) and the K_i (with D-glucose was of 3.85 mM) of this enzyme. D-glucose is shown to be a competitive inhibitor when the ONPG is the substrate.

INTRODUCTION

THE breakdown of native cellulose to soluble sugars is a process which involves the action of a multi-enzymic system (FOGARTY & KELLY, 1979; RYU & MANDELS, 1980). One component of this system is the β -glucosidase which catalysis the hydrolysis of cellobiose on D-glucose. As is well known, the cellobiose is a potent inhibitor of depolymerizators celulases, and if allowed to accumulate causes a significant decline in the rate, and for practical purposes a decrease in the overall level of cellulose hydrolysis (WOOL, 1980).

The efficient hydrolysis of cellobiose to D-glucose catalysed by β -D-glucosidase is, therefore, critical to the overall digestion of cellulose. Some reviews on β -glucosidases from different sources have discussed their role, and their properties and applications

¹ These results were presented at the «3° Congresso Nacional de Biotecnologia», October 6-9, 1986, Lisbon, Portugal.

(LOUREIRO DIAS, 1981; WOODWARD & WISEMAN, 1982; PARR, 1983). The *Trichoderma reesei/viride* cellulase system [see 1,4-(1,3; 1,4)- β -D-glucan-4-glucan hydrolase, EC 3.2.1.4] has been studied most extensively but, although this organism produces high levels of cellulose solubilizing activities, the extramycelial levels of β -D-glucosidase produced in the culture filtrates are low (ALLEN & STERNBERG, 1980; RYU & MANDELS, 1980) and of relatively poor thermal stability (INGLIN *et al.*, 1980; WOODWARD & WISEMAN, 1982). *Penicillium funiculosum* has been reported previously as a cellulase producing organism which not only yields good levels of cellulose solubilizing activity but also produces high levels of extramycelial β -D-glucosidase. PARR (1983) has studied some kinetic properties of the β -D-glucosidase (cellobiase) in a commercial cellulase product from *P. funiculosum* and its relevance in the hydrolysis of cellulose. This product has shown promise in a trickling tower reactor for the digestion of cellulosic wastes.

In the present work some properties of the β -D-glucosidase from *D. squalens* were investigated and the effect on the application in the hydrolysis of cellulose studied.

MATERIALS AND METHODS

Materials

The mycelium of a white-rot *Dichomitus squalens* (Karst.) Reid, strain was isolated from a fruiting body, collected from a coniferous tree (*Pinus* sp.) and has been sub-cultured on potato dextrose agar.

Erlenmeyers of 250 ml containing 100 ml of a basal liquid medium, NORKRANS & HAMMARSTROM (1963) (enriched with biotine $5 \mu\text{g l}^{-1}$ and thiamine- 100 mg l^{-1}) and supplemented with 1% Whatman cellulose as the sole carbon source, were inoculated with mycelium which grew without agitation in a temperature of 28° C.

All chemicals and reagents were of analytical grade.

Methods

After 14 days of incubation the cultures were centrifuged, the mycelium was discarded and the extracellular extracts were added by sodium azide (in a final concentration of 0.01%) to

avoid contamination. Then they were maintained at 4° C until be assayed.

Enzyme assays

β -D-glucosidase activity was determined by incubating at 50° C, for 30 min, a reaction mixture containing 1 ml 0.2M of sodium acetate buffer, pH 4.0, 1 ml 5mM of ortho-nitro-phenyl- β -D-glucopyranoside, 1 ml of enzyme solution (a suitable diluted extracellular extract) and 1 ml of water. The reaction was stopped by the addition of 4 ml 0.4M glycine-NaOH solution, pH 10.8 (Wood, 1968).

The absorbance of the mixture resulting was measured at 430 nm. Appropriate enzyme and substrate blanks were included.

One unit of activity (U) is defined as the amount of enzyme, which under the reaction conditions, catalyses the release of 1 μ mole of ortho-nitrophenol per min (PARR, 1983).

Temperature stability

Thermal deactivation experiments were carried out by pipetting 1 ml quantities of extracellular extracts (enzyme solution) into test tubes preheated to the incubating temperatures (between 50° and 75° C) in a water bath. At noted times samples were removed and diluted directly into cold buffer (0.2M sodium acetate) and the diluted samples assayed for β -D-glucosidase activity as described in enzyme assays.

pH activity

pH activity experiments were carried out pipetting 1 ml quantities of 0.2M sodium acetate buffer solutions of different pH values between 2.76 and 9.76, 1 ml of 5 mM ONPG, 1 ml of the extracellular extract (enzyme solution) and 1 ml of water. β -D-glucosidase activity was determined by incubating, at 50° C for 30 min the reaction mixture. The reaction was stopped by the addition of 4 ml of 0.4M glycine-NaOH solution, pH 10.8 as already refered above.

pH stability

A reaction mixture containing 1 ml 0.2M sodium acetate in different pH from 2.76 up to 9.76 and 1 ml of the enzyme solution

was incubated at room temperature during 18 h. Then we applied to all test tubes the same method to determine the β -D-glucosidase activity described in enzyme assays.

Kinetic properties

The kinetic properties of a β -D-glucosidase were investigated, using the assay method described above, but with different substrate concentrations (ONPG) or in the presence of one inhibitor (various glucose concentrations) (LINEWEAVER BURK, 1934; DIXON WEBB, 1964).

RESULTS

Fig. 1 shows some thermal stability properties of the β -D-glucosidase at pH 4.0. The percentage of β -D-glucosidase activity remaining after a 10 min period is plotted as a function of the

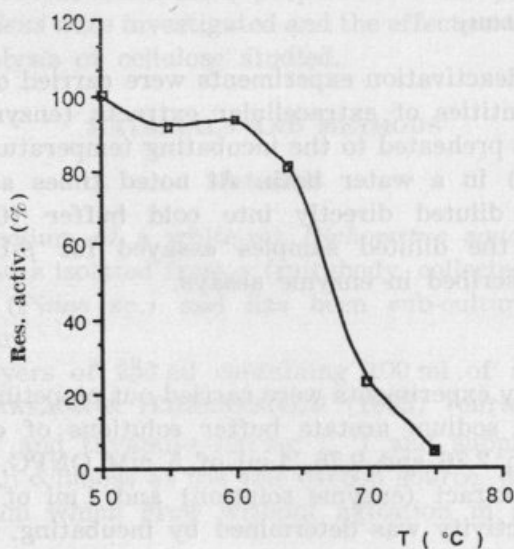


Fig. 1. — Thermal Stability of *D. squalens* β -glucosidase.

incubation temperature. Under the assay conditions the β -D-glucosidase has a residual activity of about 100% when submitted to a temperature between 50° and 60° C. Then it is rapidly inactivated above 65° C, being the residual activity of 25% at 70° C.

The effect of pH on the activity and, on the stability of a β -glucosidase of *D. squalens*, are graphed in Fig. 2. Effectively the activity is higher between, pH 3 and 6 and the best value

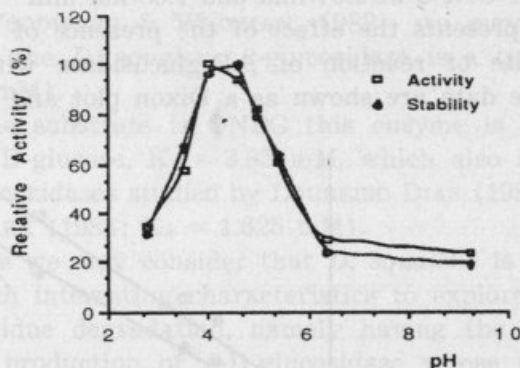


Fig. 2. — Effect of pH on *D. squalens* β -glucosidase activity and on the stability. Relative activity (%).

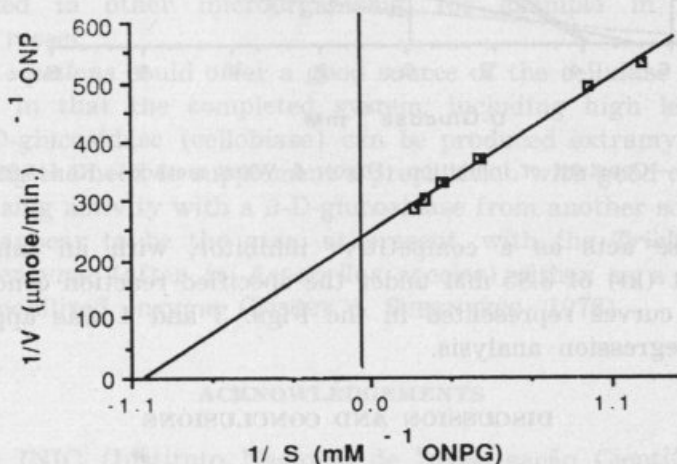


Fig. 3. — Lineweaver-Burk plot: V_{\max} = 4.08 nmol. min.^{-1} ; K_m = 0.97 mM.

occurs in pH 4.0-100% relative activity. Also the stability is higher between pH 3 and 6 being the highest in pH 5.0-100%.

Fig. 3 shows a Lineweaver-Burk plot of the data obtained from an experiment using ONPG in which the initial rate of the

reaction is observed as a function of ONP concentration. The results show that the reaction follows Michaelis-Menten kinetics over the range of substrate concentrations studied, with a K_m and V_{max} for ONPG of 0.97 mM and 4.08 nM min^{-1} respectively.

Fig. 4 represents the effect of the presence of D-glucose on the initial rate of reaction of β -D-glucosidase with ONPG as substrate. The data are shown as a Dixon plot and indicate that

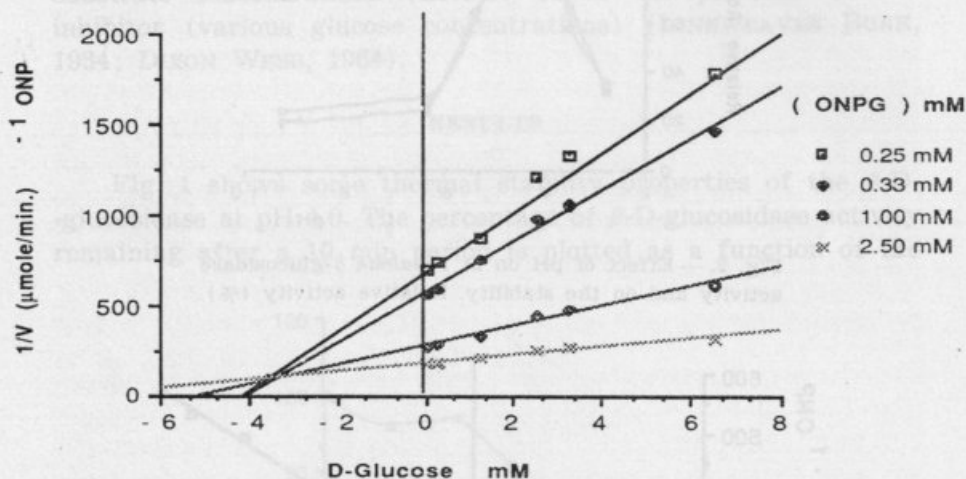


Fig. 4. — Constant of inhibition (DIXON & WEBB method): $K_i = 3.85 \text{ mM}$.

D-glucose acts as a competitive inhibitor, with an inhibition constant (k_i) of 3.85 mM under the specified reaction conditions. To the curves represented in the Figs. 3 and 4 was applied a linear regression analysis.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

With reference to thermal stability of *D. squalens* β -glucosidase, we verified that at 50°C the enzyme presents 100% activity, a value that remains more or less constant only until 64°C when there is 80% residual activity. However at 70°C it presents a rapid thermal inactivation.

The profiles of the pH effect on the activity and on the stability, were similar, and they seemed to indicate that the enzyme suffered denaturation in the pH under 2.76 and over 6.35.

Once the Michaelis constant (K_m) for ONPG at pH 4.0 and 50° C for the β -D-glucosidase shows wide variations, from 0.05 mM for *Saccharomyces cerevisiae* (WOODWARD & WISEMAN, 1982) 0.4 mM for *P. funiculosum* (PARR, 1983), 44 mM for *Aspergillus phoenicis* (WOODWARD & WISEMAN, 1982), we may consider, in general, that the *D. squalens* β -glucosidase is a typical enzyme ($K_m = 0.97$ mM).

When the substrate is ONPG this enzyme is competitively inhibited by D-glucose, $K_i = 3.85$ mM, which also happens with other β -D-glucosidases studied by LOUREIRO DIAS (1981; $K_i = 1.75$ mM), and PARR (1983; $K_i = 1.625$ mM).

Therefore we may consider that *D. squalens* is a cellulolytic organism with interesting characteristics to explore the lignino-cellulosic residue degradation, namely having the capability of a profitable production of β -D-glucosidase whose high thermal stability, and acidic stability (pH = 4.0-5.0) as can be testified by observing Fig. 1 and Fig. 2, could lead to a quicker and more efficient biological hydrolysis of native cellulose than the others presented in other microorganisms, for example in *Trichoderma reesei*.

D. squalens could offer a good source of the cellulase enzyme system in that the completed system, including high levels of the β -D-glucosidase (cellobiase) can be produced extramycelially, obviating the need to supplement a preparation with good cellulose solubilizing activity with a β -D-glucosidase from another source as would appear to be the case, at present, with the *Trichoderma reesei* enzyme (often in *Aspergillus* species) either as a free or an immobilized enzyme (BISSET & STERNBERG, 1978).

ACKNOWLEDGEMENTS

To INIC (Instituto Nacional de Investigação Científica) to financial support of the research work.

REFERENCES

- ALLEN, A. & STERNBERG, D.
1980 *Biotechnol. Bioeng. Symp.* 1: 189-197.
- BISSET, F. & STERNBERG, B.
1978 *Appl. Environ. Microbiol.* 35: 750-755.

- DIXON, M. & WEBB, E.
1964 *Enzymes*. Longmans Green and Co. Ltd. ed., London.
- FOGARTY, W. M. & KELLY, C. T.
1979 *Topics in Enzyme and Fermentation Biotechnology* (WISEMAN, A. ed.). Ellis Horwood, Chichester, vol. 3: 45.
- INGLIN, M.; FEINBERG, B. & LOEWENBERG, J. R.
1980 *Biochem. J.* 185: 515-519.
- LINEWEAVER, H. & BURK, D.
1934 *Journal of American Chemical Society* 56(1): 658-666.
- LOUREIRO DIAS, M. C.
1981 *Ciência Biológica* 6: 279-286.
- NORKRANS, B. & HAMMARSTROM, A.
1963 *Physiologia plantarum* 16(1): 1-10.
- PARR, S. R.
1983 *Enzyme Micro. Tecnol.* 5: 457-462.
- RYU, D. D. Y. & MANDELS, M.
1980 *Enzyme Microb. Technol.* 2: 91-102.
- WOOD, T. M.
1968 *Biochem. J.* 109: 217-227.
1980 *Ciência Biológica* 5: 27-33.
- WOODWARD, J. & WISEMAN, A.
1982 *Enzyme Microb. Technol.* 4: 73-79.

THE *OENOTHERA* SPECIES
IN THE COLLECTION OF PROF. DR. A. HANSEN
IN COPENHAGEN (CO)

KRZYSZTOF ROSTANSKI

Department of Plant Systematics
Jagiellonska 28, 40-032 Katowice, Poland

Received, 16-III-1991.

1. *Oenothera affinis* Cambess.

I. Faial, Horta, 1973, A. Hansen 161.

2. *Oenothera erythrosepala* Borb.

I. S. Miguel, Praia E. Ponta Delgada, 1979, A. Hansen 108.

I. S. Miguel, S.^{ra} da Rosa, 1971, A. Hansen 285.

I. Faial, S. Horta, 1973, A. Hansen 45.

3. *Oenothera oehlkersii* Kappus

I. Pico, Lajes, 1974, A. Hansen 01.

4. *Oenothera rosea* l'Her. ex Ait.

I. Santa Maria, near Airport Hotel, 1974, A. Hansen 60.

I. Santa Maria, Praia, E. Vila do Porto, 1970, A. Hansen (-).

I. Santa Maria, São Lourenço, 1970, A. Hansen (-).

I. Santa Maria, near the top of Picos, 1970, A. Hansen (-).

I. Faial, Horta, 1973, A. Hansen 13.

I. Pico, São Mateus, 1973, B. Gonçalves 5050.

I. S. Miguel, Ponta Delgada, 1971, A. Hansen 167.

I. S. Miguel, near Airport Santana, 1971, A. Hansen 293.

I. Terceira, Angra, 1984, A. Hansen 1003.

I. Terceira, Angra, 1972, A. Hansen 222.

5. *Oenothera stricta* Ledeb.

- I. Pico, NE. of Madalena, 1973, A. Hansen 17.
I. São Jorge, Velas, 1973, B. Gonçalves 5069.

6. *Oenothera suaveolens* Desf. ex Pers.

- I. S. Miguel, Boronção, 1971, A. Hansen 277 and *O. erythrosepala* Borb.
I. S. Miguel, S.^{ra} da Rosa, E. Ponta Delgada, 1979, A. Hansen 285.

7. *Oenothera* sp., perhaps an hybrid of *O. erythrosepala* Borb.

- I. Terceira, Angra, 1972, A. Hansen 231.
I. Terceira, Monte Brasil, 1979, F. Skovguard (-) (the same as on page 30 of my previous paper → leg. Brooke, BM).

APORTACIONES AL CONOCIMIENTO DE LOS PTERIDÓFITOS DEL OCCIDENTE HISPANO — II

por

E. RICO, X. GIRÁLDEZ & B. CASASECA

Dpto. Biología Vegetal (Botánica), Facultad de Biología, Universidad de Salamanca
37008 Salamanca, España

Recibido, 2-X-1991.

RESUMEN

Se aportan nuevos datos para el conocimiento de la distribución de los pteridófitos en el occidente de la Península Ibérica. Destacan los hallazgos de *Isoetes durieui* Bory y *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs, además de algunas novedades provinciales.

ABSTRACT

New data for the knowledge of the distribution of the Pteridophyta in the Western Iberian Peninsula are given. *Isoetes durieui* Bory and *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs detach as chorologic contributions; besides some provincial newness.

INTRODUCCION

SIGUIENDO la línea de trabajos anteriores y enmarcado dentro de un proyecto de investigación sobre la fitogeografía de los pteridófitos del CW hispano, subvencionado por el programa de acciones concertadas entre la Universidad de Salamanca y la Caja de Ahorros, presentamos en este trabajo los hallazgos corológicos más relevantes, tras dos años de herborizaciones intensivas por las comarcas del centro-occidente de España. Estos hallazgos en ocasiones representan un avance notable respecto a lo conocido y en otras sirven para completar lagunas (51 puntos nuevos) de los mapas del Atlas de la pteridoflora ibérica y balear

(APIB; SALVO & *al.*, 1984), permitiendo en todo caso comprender mejor la distribución de los pteridófitos del CW hispano y de todo el occidente ibérico.

RESULTADOS

***Lycopodiella inundata* (L.) J. Holub**

LEÓN: Torneros de la Valdería, entre los arroyos Cabañas y Cefreo, 29TQG2374, 1100 m, zona higroturbosa, 4-IX-1990, B. Casaseca, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51100.

ZAMORA: Muelas de los Caballeros, arroyo del Ferradal, 29TQG2074, 1180 m, pradera higroturbosa, 4-IX-1990, B. Casaseca, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51101.

Damos a conocer dos nuevas poblaciones muy próximas entre sí de este licopodio escaso en el interior peninsular. Al igual que en otras localidades finícolas meridionales se refugia en un hábitat favorable a las plantas circumboreales o eurosiberianas: las zonas higroturbosas, en esta ocasión las de la vertiente sur de la sierra de la Cabrera, justo en la zona limítrofe entre las dos provincias mencionadas. Para ambas se trata de la segunda cita provincial, tras la zamorana de VALLE & NAVARRO (1984: 169) y la leonesa que se recoge en DÍAZ GONZÁLEZ (1986: 18), algo alejadas de las nuestras.

Añadir el punto QG-1 en el mapa del APIB.

***Selaginella denticulata* (L.) Spring**

CÁCERES: Cáceres, carretera de Cáceres a Badajoz km 26, arroyo de la Pizarrilla, 29SQD1249, 350 m, talud terroso, 5-IV-1990, B. Casaseca & E. Rico, SALA 51163.

Añadir el punto QD-2 en el mapa del APIB.

***Isoetes setaceum* Lam.**

CÁCERES: De Brozas a Herrerueta, km 20, 29SPD8578, 340 m, cauce de arroyuelo, 23-II-1991, C. Carricajo, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 51121.

SALAMANCA: Entre La Alamedilla y Alberguería de Argañán, arroyo de Martín Rodrigo, 29TPE8479, 770 m, borde del arroyo, 22-III-1991, X. Giráldez, M. J. Pérez & E. Rico, SALA 51138.

Añadir los puntos PD-3 y PE-3 en el mapa del APIB.

Isoetes histrix Bory

SALAMANCA: Entre San Pedro y Frades de la Sierra, 30TTL 6611, 980 m, pastos densos, 26-III-1991, X. Giráldez & M. A. Martín, SALA 51131.

Añadir el punto TL-2 en el mapa del APIB.

Isoetes velatum A. Braun var. **velatum**

CÁCERES: Guijo de Coria, carretera al embalse de Borbollón, km 20, 29TQE1442, 22-II-1991, C. Carricajo, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 51142. Del cruce de Mohedas al pantano Gabriel y Galán, 29TQE3957, 400 m, en charcas de un arroyo, 23-II-1990, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51128. Entre Herrerueta y la estación de Herrerueta, charca Nueva 29SPD8166, 360 m, márgenes de la charca, 23-II-191, C. Carricajo, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 51140. Valverde del Fresno, frontera con Portugal, río Torto, 29TPE6845, 370 m, cauce del río, 30-V-1991, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 51125.

ZAMORA: Castro de Alcañices, arroyo de la Rivera, 29TQG 3408, 660 m, cauce del río, 5-VI-1991, B. Casaseca, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51124 y 51127.

Añadir los puntos QE-1 y 2, PD-3, PE-4 y QG-2 en el mapa del APIB.

Isoetes durieui Bory

CÁCERES: Las Mestas, río Batuecas,, 29TQE4179, 450 m, pocetas en repisas del río, 3-V-1990, X. Giráldez & J. Serradilla, SALA 50982. De Martilandrán al Gasco, río Malvedillo, 29TQE 2875, 650 m, márgenes del río, 3-V-1990, X. Giráldez & J. Serradilla, SALA 50983. Riomalo de Abajo, río Batuecas, 29TQE4677, 400 m, zonas húmedas junto al río, 22-II-1991, C. Carricajo, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 51184. De Membrío a Alcántara,

pequeño arroyo tributario del río Salor, 29SPD7282, 150 m, bordes del arroyo cerca de su desembocadura, 23-II-1991, C. Carricajo, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 50984. Campillo de Deleitosa, garganta Vado Grande, 30STK7800, 320 m, márgenes del arroyo, 2-IV-1991, E. Rico, SALA 50985. De Valverde del Fresno a Portugal, río Pesquero, 29TPE7347, 370 m, bordes del río, 30-V-1991, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 50986.

SALAMANCA: La Fregeneda, arroyo de las Almas, 29TPF7543, 170 m, 10-III-1990, junto al arroyo, X. Giráldez & E. Rico, SALA 50987. La Encina, río Agueda, 29TQE0983, 690 m, zonas rezumantes en la ribera del río, 11-II-1991, C. Carricajo, A. Pastor, E. Rico & J. Serradilla, SALA 50988.

Aportamos 8 nuevas localidades para este pteridófito circummediterráneo occidental, conocido en el CW hispano únicamente de dos herborizaciones — de algo más de 20 años de antigüedad — en la comarca cacereña de Las Villuercas, las recogidas en RIVAS MARTÍNEZ & LADERO (1972: 41) y PRADA (1983: 93) y que corresponden a las cuadrículas de 50×50 TJ-1 y UJ-1, respectivamente; no obstante, en el mapa 16 del APIB aparece sólo una cuadrícula y errónea, la TJ-2. Nuestros hallazgos añaden 5 puntos nuevos, los de las cuadrículas QE-1, PD-3, TK-2, PE-4 y PF-4, que se recogen en el mapa de la Figura 1 confeccionado a partir del APIB — con la modificación indicada — y de FRANCO & ROCHA AFONSO (1982).

Tras las primeras recolecciones casuales en invierno y primavera de 1990, lo hemos buscado de manera expresa por varias zonas de las provincias de Cáceres, Salamanca y Zamora, comprobando su rareza en el occidente hispano y su extraordinaria escasez; las poblaciones fueron observadas casi siempre en localidades distantes y constaban en general de pocos individuos.

En el occidente hispano se hace más escaso hacia el norte, habiendo encontrado sólo dos poblaciones en Salamanca, provincia para la que es novedad y debe añadirse a la síntesis de PRADA (1986) para *Flora iberica*. Hasta el momento han resultado infructuosas nuestras búsquedas al norte del río Duero, aunque en Portugal lo sobrepasa levemente en las localidades de Trás-os-Montes anotadas en FRANCO & ROCHA AFONSO (l. c.: 46).

En cuanto a su ecología, todas las poblaciones halladas por nosotros se encontraban sobre pizarras y junto a cursos de agua

en general de poco caudal (salvo en el caso del río Agueda), pero algo alejadas de la orilla del cauce habitual, allí donde el agua sólo llega en las crecidas temporales. Además, esas poblaciones aparecen siempre en valles de fuerte desnivel donde las crecidas pueden ser frecuentes, bien en los escavados por el encajonamiento de grandes ríos (Duero, Tajo o Agueda) bien en los de macizos montañosos o de sus estribaciones (Villuercas, sierra de Gata).

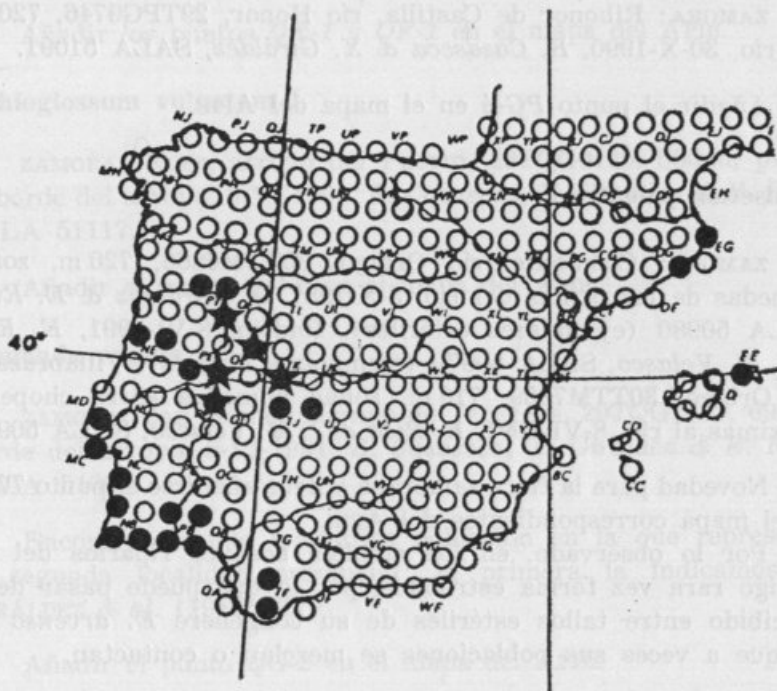


Fig. 1. — Distribución de *Isoetes durieui* en la Península Ibérica.

●: Localidades conocidas. ★: Nuevas aportaciones.

La mayor termicidad del fondo de esos valles permitiría asimismo la penetración hacia el interior peninsular de esta planta que tiene apetencia por las zonas no alejadas del mar.

Su congénere *I. histrix* Bory, que por su apariencia semejante en el campo puede ser causa de que poblaciones de la especie que nos ocupa pasen desapercibidas, es también muy escasa en esos medios, mientras que es frecuentísima en zonas llanas, donde la inundación temporal es más permanente. De las

localidades indicadas, únicamente encontramos las dos especies en las riberas del río Salor, en poblaciones muy separadas, y en las orillas del río Batuecas en Riomalo, aquí en poblaciones prácticamente mezcladas.

Equisetum ramosissimum Desf.

ZAMORA: Rihonor de Castilla, río Honor, 29TPG9746, 720 m, del río, 30-X-1990, B. Casaseca & X. Giráldez, SALA 51091.

Añadir el punto *PG-4* en el mapa del APIB.

Equisetum palustre L.

ZAMORA: Coomonte, río Orbigo, 30TTM6866, 720 m, zonas húmedas de las orillas del río, 3-X-1987, X. Giráldez & E. Rico, SALA 50980 (ejemplares estériles). Ibídem, 8-VI-1991, E. Rico & J. M. Velasco, SALA 50979 (ejemplares fértiles). Villabrázaro, río Orbigo, 30TTM7359, 710 m, zonas húmedas entre choperas próximas al río, 8-VI-1991, E. Rico & J. M. Velasco, SALA 50978.

Novedad para la flora zamorana y debe añadirse el punto *TM-1* en el mapa correspondientes del APIB.

Por lo observado, en los amplios bosques riparios del río Orbigo rara vez forma estróbilos, por lo que puede pasar desapercibido entre tallos estériles de su congénere *E. arvense* L., ya que a veces sus poblaciones se mezclan o contactan.

Ophioglossum lusitanicum L.

CÁCERES: Garrovillas, estación de Tajo, 29SQD1696, 260 m, pastos poco profundos sobre pizarras, 31-XII-1989, E. Rico, SALA 51130. Cedillo, 29SPD2889, 220 m, pequeños pastos entre jaras, 27-I-1990, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51115. Entre Brozas y Herrerueta, río Salor, 29SPD8272, 200 m, pastizales en claros de encinar, 23-II-1991, C. Carricajo, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 51129.

Añadir los puntos *QD-1* y *PD-1* y 3 en el mapa del APIB.

Ophioglossum azoricum K. Presl

SALAMANCA: De Morasverdes a Tenebrón, regato Sotillo, 29TQE2799, 800 m, pastos próximos al regato, 12-VI-1990, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51111.

ZAMORA: Entre Fermoselle y Pinilla de Fermoselle, rivera de Pinilla, 29TQF2080, 640 m, pastos densos, 31-V-1991, B. Casaseca, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51112.

Añadir los puntos *QE-1* y *QF-1* en el mapa del APIB.

Ophioglossum vulgatum L.

ZAMORA: Nuez, arroyo del Puerto, 29TQG0425, 550 m, prado al borde del arroyo, 5-VI-1991, B. Casaseca, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51117.

Añadir el punto *QG-2* en el mapa del APIB.

Osmunda regalis L.

ZAMORA: San Mamed, arroyo de Terneros, 29TQG1019, 690 m, borde del arroyo, 5-VI-1991, B. Casaseca, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51098.

Encontramos una magnífica población en la que representa la segunda localidad provincial; la primera la indicamos en GIRÁLDEZ & *al.* (1986: 305).

Añadir el punto *QG-2* en el mapa del APIB.

Polypodium cambricum L. subsp. *cambricum*

ZAMORA: Embalse de Castro, 29TQG3407, 580 m, repisas de roquedos, 27-XII-1990, E. Rico, SALA 51151.

Añadir el punto *QG-2* en el mapa del APIB.

Polypodium interjectum Shivas

CÁCERES: Carretera de Cáceres a Badajoz, puerto de la Cobacha, 29SQD0740, 380 m, roquedos graníticos, 5-IV-1990, B. Casaseca & E. Rico, SALA 51152. Entre Brozas y Herrerueta, río Salor,

29SPD8272, 23-II-1991, 200 m, repisas de pizarras, C. Carricajo, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 51086.

Añadir los puntos QD-2 y PD-3 en el mapa del APIB.

Cheilanthes acrostica (Balbis) Tod.

SALAMANCA: San Esteban de la Sierra, ladera próxima al río Alagón, 30TTK5489, 660 m, grietas terrosas de muros de separación de banales, 22-II-1991, C. Carricajo, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 51083.

Citamos ahora en firme para la provincia de Salamanca este pteridófito, del que existían algunas citas erróneas ya aclaradas (FERNÁNDEZ DÍEZ, 1980: 20) y que está, por tanto, ausente de catálogos o floras postetrios (CASASECA & al., 1982; MUÑOZ GARMENDIA, 1986).

Añadir el punto TK-1 en el mapa del APIB.

La termicidad de estos valles meridionales salmantinos junto a la proximidad de asomos de calizas cámbricas (en el término colindante de Los Santos), explicaría la presencia, en esta localidad bastante aislada, de esta especie que en el CW hispano tiene clara apetencia por los sustratos básicos. Las citas más próximas corresponden a las calizas del centro de la provincia de Cáceres (SANTOS BOBILLO & RUÍZ TÉLLEZ, 1986: 129). Se trata también del primer hallazgo para el Sistema Central, si bien procedente de su fosa más marcada, la del río Alagón; RIVAS MARTÍNEZ & SAENZ DE RIVAS (1971) consideraban su existencia probable en dicha cordillera.

Cheilanthes maderensis Lowe

CÁCERES: Santiago de Alcántara, rivera de Aurela, 29SPD 4685, 230 m, grietas de pizarras, 27-I-1990, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51084.

Añadir el punto PD-1 en el mapa del APIB.

Anogramma leptophylla (L.) Link

SALAMANCA: Cerralbo, río Huebra, molino de Picones, 29TQF 0540, 650 m, oquedades de granitos, 10-III-1990, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51089.

Añadir el punto QF-2 en el mapa del APIB.

Cosentinia vellea (Aiton) Tod.

CÁCERES: Alcántara, regato de Remolinos, 29SPD7998, 180 m, grietas de un muro de pizarras expuesto al sol, 23-II-1991, C. Carri- cajo, X. Giráldez, A. Pastor & E. Rico, SALA 51099.

Hallazgo de interés corológico cierto, dada la rareza de este pteridófito termófilo y de apetencias calcícolas en el occidente ibérico. Las escasas referencias de las calizas y pizarras del C y E cacereño, recogidas en SANTOS BOBILLO & RUIZ TÉLLEZ (l. c.: 129), son las localidades más próximas. En cuanto a Portugal, según FRANCO & ROCHA AFONSO (l. c.: 110) estaría ausente de toda la cuenca del Tajo incluidas las comarcas fronterizas próximas a la localidad que ahora indicamos.

Añadir el punto PD-3 en el mapa del APIB.

Asplenium trichomanes subsp. **quadrivalens** D. E. Meyer

SALAMANCA: Entre Membribe y Navagallega, Peña de Santa Cruz, 30TTL6310, 1140 m, grietas de rocas graníticas, 26-III-1991, X. Giráldez & M. A. Martín, SALA 511160.

Añadir el punto TL-2 en el mapa del APIB.

Asplenium billotii F. W. Schultz

SALAMANCA: Entre Membribe y Navagallega, Peña de Santa Cruz, 30TTL6310, 1140 m, fisuras de rocas graníticas, 26-III-1991, X. Giráldez & M. A. Martín, SALA 51158.

Añadir el punto TL-2 en el mapa del APIB.



Asplenium onopteris L.

ZAMORA: Villarino de Manzanas, arroyo del Cabrón, 29TQG 0839, 650 m, muros de separación de fincas, 9-VII-1991, X. Giráldez, M. J. Pérez & E. Rico, SALA 51186.

Añadir el punto QG-1 en el mapa del APIB.

Asplenium adiantum-nigrum L.

SALAMANCA: Entre Membrige y Navagallega, Peña de Santa Cruz, 30TTL6310, 1130 m, fisuras de rocas graníticas, 26-III-1991, X. Giráldez & M. A. Martín, SALA 51156.

ZAMORA: San Mamed, arroyo de Terneros, 29TQG1019, 690 m, grietas de muros, 5-VI-1991, B. Casaseca, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51097.

Añadir los puntos TL-2 y QG-2 en el mapa del APIB.

Ceterach officinarum Willd.

SALAMANCA: Entre El Payo y Fuenteguinaldo, río Agueda, 29TPE9266, 800 m, fisuras del puente sobre el río, 28-X-1990, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51090.

ZAMORA: Palacios del Pan, río Esla, 30TTM5612, 700 m, fisuras de pizarras, 29-XII-1990, E. Rico, SALA 51162.

Añadir los puntos PE-3 y TM-2 en el mapa del APIB.

Cystopteris dickieana R. Sim

CÁCERES: Garciaz, 30STJ7365, 670 m, paredones próximos al pueblo, 26-I-1990, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51095. Montánchez, subida al repetidor, 29SQD4744, 880 m, muros graníticos, 7-IV-1990, B. Casaseca & E. Rico, SALA 51155.

ZAMORA: Escuredo, río Negro, 29TQG0071, 1140 m, en grietas de muros, 6-VI-1990, B. Casaseca & X. Giráldez, SALA 51093.

Añadir los puntos TJ-1, QD-2 y QG-1 en el mapa del APIB.



Athyrium filix-femina (L.) Roth

CÁCERES: Entre Cabezabellosa y El Torno, garganta de Zahurdón, 30TTK4545, 950 m, bordes de una fuente, 1-XI-1990, *E. Rico*, SALA 51154.

Añadir el punto *TK-2* en el mapa del APIB.

Dryopteris affinis (Lowe) Fraser-Jenkins subsp. affinis

CÁCERES: Entre Alcorneo y Valencia de Alcántara, 29SPD 5256, 550 m, márgenes de un regato, 27-I-1990, *X. Giráldez & E. Rico*, SALA 51106. Entre Cabezabellosa y El Torno, garganta de Noblillo, 30TTK4746, 870 m, bordes del arroyo, 1-XI-1990, *E. Rico*, SALA 51149. Navatrasierra, finca Castañarejo, 30SUJ 0085, 750 m, galerías del arroyo, 2-XI-1990, *E. Rico*, SALA 51150.

ZAMORA: Anta de Rioconejo, río Negro, 29TQG0861, 900 m, galería del río, 6-VI-1990, *B. Casaseca & X. Giráldez*, SALA 51105. Calabor, balneario, 29TPG8848, 880 m, zonas rezumantes en borde de carretera, 30-X-1990, *B. Casaseca & X. Giráldez*, SALA 51104.

Añadir los puntos *PD-3*, *TK-2*, *UJ-1*, *QG-1* y *PG-4* en el mapa del APIB.

Dryopteris affinis subsp. borrieri (Newman) Fraser-Jenkins

ZAMORA: Quintanilla, arroyo de Valtorno, 29TQG2570, 870 m, borde del arroyo, 4-IX-1990, *B. Casaseca*, *X. Giráldez & E. Rico*, SALA 51103.

Añadir el punto *QG-1* en el mapa del APIB.

Dryopteris carthusiana (Vill.) H. P. Fuchs

ZAMORA: Nuez, arroyo del Puerto, 29TQG0425, 550 m, pequeña zona rezumante próxima a la galería del arroyo, 5-VI-1991, *B. Casaseca*, *X. Giráldez & E. Rico*, SALA 50975.

Localidad bastante alejada de las conocidas hasta el momento en la Península Ibérica — la más próxima sería Cervantes, en Lugo, recogida por FRASER-JENKINS (1982: 268) —, que representa

una de las manifestaciones finícolas de esta especie holártica ya en el límite meridional de su área. Dispersa por su tercio norte, en la Península Ibérica se la conoce únicamente de una localidad más meridional, correspondiente al Sistema Ibérico en la provincia de Guadalajara (FRASER-JENKINS, l. c.: 269).

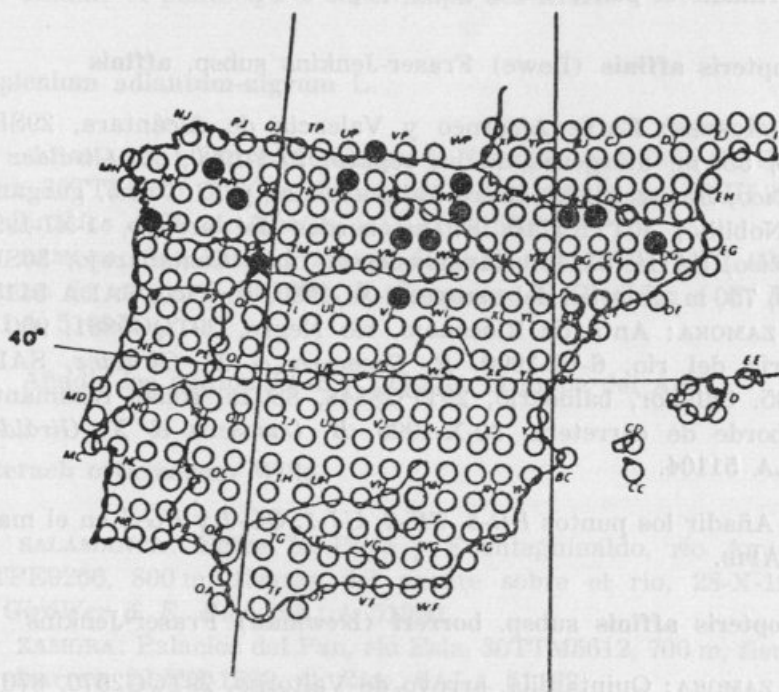


Fig. 2. — Distribución de *Dryopteris carthusiana* en la Península Ibérica.

●: Localidades conocidas. ★: Nueva aportación.

El aislamiento de esta población zamorana, de escasos ejemplares, queda claro en el mapa de la Figura 2, hecho a partir del correspondiente del APIB. Es novedad para la provincia de Zamora y no es conocida de la provincia de León (DÍAZ & PUENTE, 1985; SALVO & ARRABAL, 1986), por lo que los puntos QH-2 y QG-1, próximos al QG-2 que ahora aportamos, que aparecían en el mapa del AFE (JALAS & SUOMINEN, 1972: 105), debían estar basados en datos erróneos. Tampoco ha sido citada en Portugal, pero su presencia en el país vecino es muy probable, puesto que nuestra localidad dista menos de 1 km del límite entre ambos

países, marcado por el río Manzanas del que es tributario el arroyo del Puerto.

Dryopteris dilatata (Hoffm.) A. Gray

CÁCERES: Hervás, 30TTK5660, 780 m, borde de un arroyo, 12-V-1990, E. Rico, SALA 51108.

SALAMANCA: San Martín del Castañar, 29TQE4990, 840 m, zonas húmedas y sombrías en un bosque de *Quercus robur* L., 23-II-1990, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51107.

Aportamos dos nuevas citas para el Sistema Central español, del cual, en firme, sólo se conocía de una localidad salmantina (SÁNCHEZ MATA & DE LA FUENTE, 1986: 173) perteneciente al macizo bejarano al igual que la cacereña que ahora señalamos; otras referencias erróneas anteriores de dicha cordillera fueron precisadas por FRASER JENKINS (l. c.: 275).

Las dos poblaciones estaban muy localizadas y escondidas, acorde con su escasez en el CW hispano, y en ambos casos representan la segunda cita provincial — de Cáceres sólo se conoce del macizo de la Villuercas (RIVAS MARTÍNEZ & LADERO, 1972: 54).

Ninguno de los dos puntos aparece en el APIB, aunque sólo para el *QE-1* es novedad.

Blechnum spicant (L.) Roth subsp. *spicant*

ZAMORA: Otero de Centenos, río Negro, 29TQG2160, 850 m, galería del río, 4-IX-1990, B. Casaseca, X. Giráldez & E. Rico, SALA 51147.

Añadir el punto *QG-1* en el mapa del APIB.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CASASECA, B.; FERNÁNDEZ DíEZ, F. J.; AMICH, F.; RICO, E. & SÁNCHEZ, J.
1982 Catálogo de las plantas vasculares de la provincia de Salamanca. I. *Pteridophyta*. *Trab. Dep. Univ. Salamanca* 10: 5-28.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T. E. (ed.)
1986 *Exsiccata pteridophyta iberica*. León.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T. E. & PUENTE GARCÍA, E.
1985 Avance sobre la pteridoflora leonesa. *Anales de Biología* 1: 267-299.