

ASPECTOS ANATÓMICOS DE LA EPIDERMIS DE ALGUNAS ESPECIES SUBNITRÓFILAS DE *BROMUS* L. Y SU CARIOLOGÍA

María Ángeles SÁNCHEZ ANTA, FRANCISCA GALLEGO MARTÍN &
Florentino NAVARRO ANDRÉS¹

ABSTRACT

Anatomic aspects of the epidermis from some subnitrophilous species of *Bromus* L. and their karyology.

In this paper the anatomy of leave epidermis and karyology of various species of *Bromus* L. are studied. The diploid character of *B. sterilis* L., *B. tectorum* L., *B. scoparius* L., the tetraploid of *B. madritensis* L., *B. rubens* L., *B. hordeaceus* L., the hexaploid of *B. rigidus* Roth. and the octoploid of *B. diandrus* Roth. are confirmed. In regard to anatomical nature, similarity among *B. diandrus*, *B. rigidus*, *B. sterilis* and among *B. tectorum*, *B. madritensis*, *B. rubens* and *B. hordeaceus* is noted.

RESUMEN

En este trabajo se estudia la anatomía de la epidermis foliar de varias especies de *Bromus* L. así como su cariólogía. Se confirma el carácter diploide de *B. sterilis* L., *B. tectorum* L., y *B. scoparius* L., el tetraploide de *B. madritensis* L., *B. rubens* L., y *B. hordeaceus* L., el hexaploide de *B. rigidus* Roth. y el octoploide de *B. diandrus* Roth. En cuanto a los caracteres anatómicos, se señala la semejanza entre *B. diandrus*, *B. rigidus*, *B. sterilis* y entre *B. tectorum*, *B. madritensis*, *B. rubens* y *B. hordeaceus*.

Introducción

En la asociación *Bromo-Hordeetum leporini* Rivas-Martínez 1978 son dominantes gramíneas anuales tales como *Hordeum* sp. pl. y *Bromus* sp. pl., plantas de marcado carácter viario e indiferentes edáficas, siempre que los suelos sobre los que se ubiquen muestren un contenido notable en sustancias nitrogenadas. De los dos géneros señalados, hemos centrado nuestra atención en determinados aspectos anatómicos y cariológicos de las especies de *Bromus* pertenecientes a esta asociación y que han sido recolectadas en diversas localidades del Sector Salmantino de la Provincia corológica Carpetano-Ibérico-Leonesa.

Teniendo en cuenta la gran diferenciación respecto a las características anatómicas que presentan las gramíneas y el valor diagnóstico de las mismas, nosotros apor-

1. Cátedra de Biología General. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca. 37008 SALAMANCA.

tamos, en este trabajo, datos anatómicos relativos a las epidermis adaxial y abaxial de la hoja, considerando tanto aspectos cualitativos como cuantitativos con el fin de comprobar las posibles diferencias interespecíficas entre *B. diandrus* Roth., *B. rigidus* Roth., *B. sterilis* L., *B. tectorum* L., *B. madritensis* L. y *B. rubens* L. de la Secc. *Genea* Dumort, así como también entre *B. hordeaceus* L. y *B. scoparius* L. de la Secc. *Bromus*.

Además, hemos confirmado el número cromosómico de estas especies, tratando de encontrar la relación entre los aspectos anatómicos y el nivel de ploidía que existe en estos táxones.

Material y técnica

Para los estudios anatómicos hemos utilizado hojas frescas de las diferentes especies consideradas, teniendo en cuenta que todas las muestras pertenecieran a plantas en un estado de desarrollo semejante (después de la floración).

Sobre el limbo fresco se hace una incisión perpendicular a los nervios de modo que, para obtener una epidermis, la incisión se hace sobre la contraria, profundizando en el mesofilo hasta la superficie deseada; las observaciones microscópicas se han realizado tanto sobre preparaciones de epidermis sin teñir como teñidas con hematoxilina férrica de Heidenhain y con Fasca.

En cuanto a los caracteres cuantitativos, se consideran el número de estomas por u.s. (u.s. = 3,15 mm² correspondiente al campo microscópico de 10 x 10) y el tamaño de los mismos (en μm); los resultados obtenidos y la comparación de estos datos quedan reflejados en la tabla 1 y su representación gráfica aparece en las figuras 2 y 3, donde el rango está representado por una línea horizontal, la media (\bar{x}) por una vertical, la desviación típica (σ) por una barra blanca a ambos lados de la media y el error standard (s.e. \bar{x}) por una barra negra.

Los estudios cariológicos se han realizado sobre ápices radiculares tratados durante dos horas con 8-hidroxiquinoleína y fijados, a continuación, en alcohol absoluto y ácido acético 3:1 durante tres o cuatro horas; las preparaciones se realizan por aplastamiento, utilizando como coloranteorceína acética al 2%.

Los pliegos testigo serán incluidos en el Herbario de la Facultad de Farmacia de Salamanca (SALAF).

Resultados

Bromus diandrus Roth.

Hs, Salamanca: Cabrerizos; Vecinos

Aspectos anatómicos. — En la epidermis adaxial de la lámina se observan células largas, de paredes celulares rectilíneas, dispuestas en hileras que discurren paralelas a los nervios de la hoja y entre las que se intercalan, esporádicamente, células cortas de dos tipos, unas de las que nacen pelos unicelulares de diferente longitud y otras que carecen de ellos; hay algunas inclusiones en forma de cristales. Algunas hileras de células largas se diferencian en células buliformes, en las proximidades de las cuales se localizan los estomas dispuestos, asimismo, paralelamente y con una densidad de $102,5 \pm 1,73$ c/u.s.; los estomas son de tipo paracítico característicos de gramíneas y con una longitud media de $53,8 \pm 1,79$ μm .

La epidermis abaxial está formada por hileras de células largas con paredes celulares rectilíneas, entre las que se intercalan células cortas con características simi-

lares a las descritas anteriormente. El tipo y la distribución de los estomas son semejantes a los de la cara adaxial.

Las características más notables de la cara adaxial de la vaina son la presencia de células muy largas con paredes celulares rectilíneas y la ausencia casi total de estomas; en cuanto a la cara abaxial, es notable la presencia de células largas y cortas con paredes celulares sinuosas así como un mayor número de estomas (parecido al hallado en la lámina).

Aspectos cariológicos. - $2n = 56$; Octoploide ($8x$); $x = 7$

Este dato es una confirmación de recuentos anteriores realizados tanto en material español (Islas Baleares y Jaén) por DAHLGREN, KARLSSON & LASSEN (1971) y LOVE & KJELLQVIST (1973) como en material portugués por FERNANDES & QUEIRÓS (1969) que, a su vez, confirman el dado por CUGNAC & SIMONET (1941).

***Bromus rigidus* Roth.**

Hs., Salamanca: Cabrerizos; Salamanca (B° San José, Trilingüe).

Aspectos anatómicos. - Las características cualitativas de la epidermis de la lámina de este taxon son semejantes a las ya descritas para *B. diandrus*; en cuanto a las cuantitativas, *B. rigidus* tiene en su cara adaxial más estomas que en la abaxial, existiendo entre ambas una diferencia casi significativa ($t = 2,31$).

La vaina sólo se diferencia de la del taxon anterior por tener, en su cara abaxial, un mayor número de células cortas intercaladas entre las largas.

Aspectos cariológicos. - $2n = 42$; Hexaploide ($6x$); $x = 7$

Según la bibliografía disponible éste sería el primer recuento para material español. Como tal taxon ha sido estudiado por CUGNAC & SIMONET (1941) en material francés.

***Bromus sterilis* L.**

Hs. Salamanca: Valero; Cabrerizos; Salamanca (B° San José).

Aspectos anatómicos. - La epidermis adaxial de la lámina está formada, fundamentalmente, por células largas entre las que hay cortas (muy pocas) y buliformes, todas ellas de paredes celulares rectilíneas y dispuestas en hileras paralelas a los nervios; alrededor de las buliformes se localizan los estomas, asimismo en hileras. La cara abaxial no tiene células buliformes y el número de estomas es significativamente menor que en la adaxial ($t = 6,44$).

En cuanto a la vaina, no hay características notables diferentes de las ya señaladas.

Aspectos cariológicos. - $2n = 14$; Diploide ($2x$); $x = 7$

Este número coincide con el indicado por numerosos autores. En la Península Ibérica ha sido estudiado por FERNANDES & QUEIRÓS (1969) en plantas portuguesas procedentes de Assureia de Baixo y Vila Franca y por DEVESA & ROMERO (1981) en material español procedente de Cádiz (Sierra de la Luna, Arroyo de Ojén). Otros autores tales como TATEOKA (1955, 1959), SCHULZ-SHAEFFER (1956) y OVADIAHU-YAVIN (1969) dan $2n = 28$ para este taxon (LOVE & LOVE 1974).

***Bromus tectorum* L.**

Hs, Salamanca: San Esteban de la Sierra; Salamanca (B° San José).

Aspectos anatómicos. - Las características fundamentales de la epidermis de la

lámina, en este taxon, son el menor tamaño de las células largas, la existencia de un gran número de células cortas de las que nacen pelos—predominantemente cortos—y, en la cara adaxial, la presencia de células buliformes. Destacamos la diferencia muy significativa ($t = 21,20$) que existe entre el número de estomas en la cara adaxial y la abaxial (más numerosos en ésta).

La vaina no se diferencia de otras ya descritas.

Aspectos cariológicos. — $2n = 14$; Diploide ($2x$); $x = 7$

Confirmamos el número cromosómico dado para material español (Sierra de Cazorla, Jaén) por LÖVE & KJELLQVIST (1973); entre otros recuentos, de los cuales éste es confirmación, señalamos el de FERNANDES & QUEIRÓS (1969) en Portugal y el de CUGNAC & SIMONET (1941) en Francia.

***Bromus madritensis* L.**

Hs, Salamanca: Salamanca (B° San José).

Aspectos anatómicos. — Las características morfológicas de la epidermis de este taxon son similares a las ya descritas en *B. tectorum*. Hacemos notar la gran diferencia que existe, en los aspectos cuantitativos, entre las dos caras de la lámina, ya que el número de estomas en la cara adaxial es significativamente mayor que el de la cara abaxial ($t = 45,25$) y respecto al tamaño de los estomas, los adaxiales son más pequeños que los abaxiales ($t = 7,52$).

Aspectos cariológicos. — $2n = 28$; Tetraploide ($4x$); $x = 7$

Dato que concuerda con el aportado por FERNANDES & QUEIRÓS (1969) para material portugués y con el de DAHLGREN, KARLSSON & LASSEN (1971) en material de las Islas Baleares. El Índice de LÖVE & LÖVE recoge los recuentos efectuados por varios autores que coinciden, igualmente, con el aquí aportado; sin embargo, el de FEDOROV señala la existencia de formas diploides $2n = 14$ y hexaploides $2n = 42$.

***Bromus rubens* L.**

Hs, Salamanca: Salamanca (Trilingüe).

Zamora: Montamarta

Aspectos anatómicos. — En las epidermis laminares hay un claro predominio de células largas y cortas de las que nacen pelos; en la cara adaxial, a diferencia de la abaxial, hay células buliformes. Los estomas adaxiales son más numerosos que los abaxiales, existiendo entre ambas caras una diferencia significativa ($t = 45,85$); su forma y distribución es la característica.

La anatomía de la vaina es similar a la de otros táxones.

Aspectos cariológicos. — $2n = 28$; Tetraploide ($4x$); $x = 7$

Este recuento coincide con el efectuado por BJÖRQVIST, BOTHMER, NILSSON & NORDENSTAM (1969) estudiando material del Sur de España (Mijas, MA), así como con el de DAHLGREN, KARLSSON & LASSEN (1971) sobre plantas de las Islas Baleares. Según los Índices hay recuentos anteriores que confirman este dato.

***Bromus hordeaceus* L.**

Hs, Salamanca: Salamanca (B° San José; Trilingüe).

Aspectos anatómicos. — La epidermis adaxial de la lámina está formada, fundamentalmente, por hileras de células largas de las cuales algunas se diferencian en buliformes, cerca de las que se localizan los estomas dispuestos, asimismo, en hileras y

entre los que se encuentran las pocas células cortas de las que no nacen pelos; desde el punto de vista cualitativo, la cara abaxial sólo se diferencia de ésta por la falta de células buliformes. Los estomas adaxiales son más pequeños y más numerosos que los abaxiales, siendo, para el tamaño, la desviación significativa ($t = 5,74$).

En la vaina no hay diferencias notables.

Aspectos cariológicos. — $2n = 28$; Tetraploide ($4x$); $x = 7$

Está estudiado en España (Jaén) por LÖVE & KJELLQVIST (1973) y sus datos coinciden con los nuestros así como también con los de numerosos autores (LÖVE & LÖVE, 1974).

***Bromus scoparius* L.**

Hs. Salamanca: Salamanca (B° San José).

Aspectos anatómicos. — La epidermis adaxial de la lámina se caracteriza por la presencia de células largas —más pequeñas que las de la mayoría de los taxones aquí estudiados— con paredes celulares rectilíneas, así como también, de células buliformes y un considerable número de células pequeñas algunas de las cuales llevan pelos; los estomas son más numerosos y notablemente más pequeños que en las demás especies aquí consideradas. La epidermis abaxial tiene la peculiaridad de que las paredes celulares de todas sus células son sinuosas y que el número de estomas es muy elevado ($335 \pm 2,96$ e/u.s.); la diferencia en el número de estomas entra las dos superficies, adaxial y abaxial, es muy significativa ($t = 22,08$), mientras que el tamaño es parecido.

La única diferencia que cabe señalar respecto a la epidermis de la vaina es el menor tamaño de las células en comparación con otros taxones ya descritos.

Aspectos cariológicos. — $2n = 14$; Diploide ($2x$); $x = 7$

Según nuestra información, éste sería el primer recuento realizado en material español y coincide con el aportado por otros autores (LÖVE & LÖVE, 1974) y KOZUHAROV & al. (1974).

Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos señalamos, en todas las especies consideradas, la existencia de los mismos tipos celulares; es decir, en la cara adaxial de la lámina hay células largas, buliformes y cortas, todas con paredes celulares rectilíneas y dispuestas en hileras. En la cara abaxial hay células largas y cortas de paredes celulares rectilíneas, excepto en *B. hordeaceus* que tiene la peculiaridad de presentar las paredes celulares sinuosas, semejantes a las de la epidermis abaxial de la vaina; todas estas epidermis tienen numerosos estomas de tipo paracítico característico. La epidermis de la cara adaxial de la vaina está formada sólo por células largas —muy largas— de paredes rectilíneas, sin pelos y casi sin estomas.

Del estudio relativo al tamaño de los estomas se colige la semejanza entre *B. diandrus*, *B. rigidus* y *B. sterilis* por una parte y entre *B. tectorum*, *B. madritensis*, *B. rubens* y *B. hordeaceus*, por otra. La comparación entre las diversas especies queda reflejada en las figuras 2 y 3.

Teniendo en cuenta los datos anatómicos y cariológicos obtenidos, no parece existir una relación estrecha entre el grado de ploidía y los aspectos anatómicos cuantitativos aquí considerados.

TABLA 1

| | Densidad de estomas | | | | Longitud de estomas | | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|----------|------|
| | Cara adaxial | | Cara abaxial | | Cara adaxial | | Cara abaxial | | t |
| | $\bar{x} \pm s.e.\bar{x}$ | σ | |
| <u>B. diandrus</u> | 102,5 \pm 1,73 | 5,46 | 100,2 \pm 1,72 | 5,43 | 53,08 \pm 1,69 | 5,34 | 50,36 \pm 0,79 | 2,49 | 1,39 |
| <u>B. rigidus</u> | 161,5 \pm 4,32 | 13,64 | 149,9 \pm 2,00 | 6,33 | 55,66 \pm 0,75 | 2,38 | 56,95 \pm 1,24 | 3,92 | 0,85 |
| <u>B. sterilis</u> | 105,2 \pm 2,73 | 8,61 | 85,1 \pm 1,18 | 3,72 | 52,83 \pm 0,69 | 2,17 | 50,42 \pm 0,64 | 2,02 | 2,45 |
| <u>B. tectorum</u> | 148,6 \pm 2,71 | 8,56 | 233,6 \pm 2,67 | 8,45 | 37,33 \pm 0,49 | 1,54 | 36,84 \pm 0,75 | 2,37 | 0,52 |
| <u>B. madritensis</u> | 235,2 \pm 2,44 | 7,70 | 99,9 \pm 1,47 | 4,64 | 39,33 \pm 0,40 | 1,27 | 45,71 \pm 0,70 | 2,21 | 7,52 |
| <u>B. rubens</u> | 276,0 \pm 2,43 | 7,68 | 138,9 \pm 1,47 | 4,66 | 40,21 \pm 1,01 | 3,19 | 40,12 \pm 1,05 | 3,31 | 0,06 |
| <u>B. hordeaceus</u> | 157,5 \pm 4,23 | 13,38 | 144,9 \pm 2,00 | 6,33 | 43,15 \pm 0,74 | 2,34 | 49,81 \pm 0,83 | 2,61 | 5,74 |
| <u>B. scoparius</u> | 246,0 \pm 2,43 | 7,68 | 335,0 \pm 2,96 | 9,37 | 28,09 \pm 0,53 | 1,69 | 28,92 \pm 0,47 | 1,49 | 1,11 |

\bar{x} = media; σ = desviación típica; $s.e.\bar{x}$ = error standard; $t = \frac{\bar{x}_{ad} - \bar{x}_{ab}}{s_d}$; s_d = s.e. de la diferencia de las medias

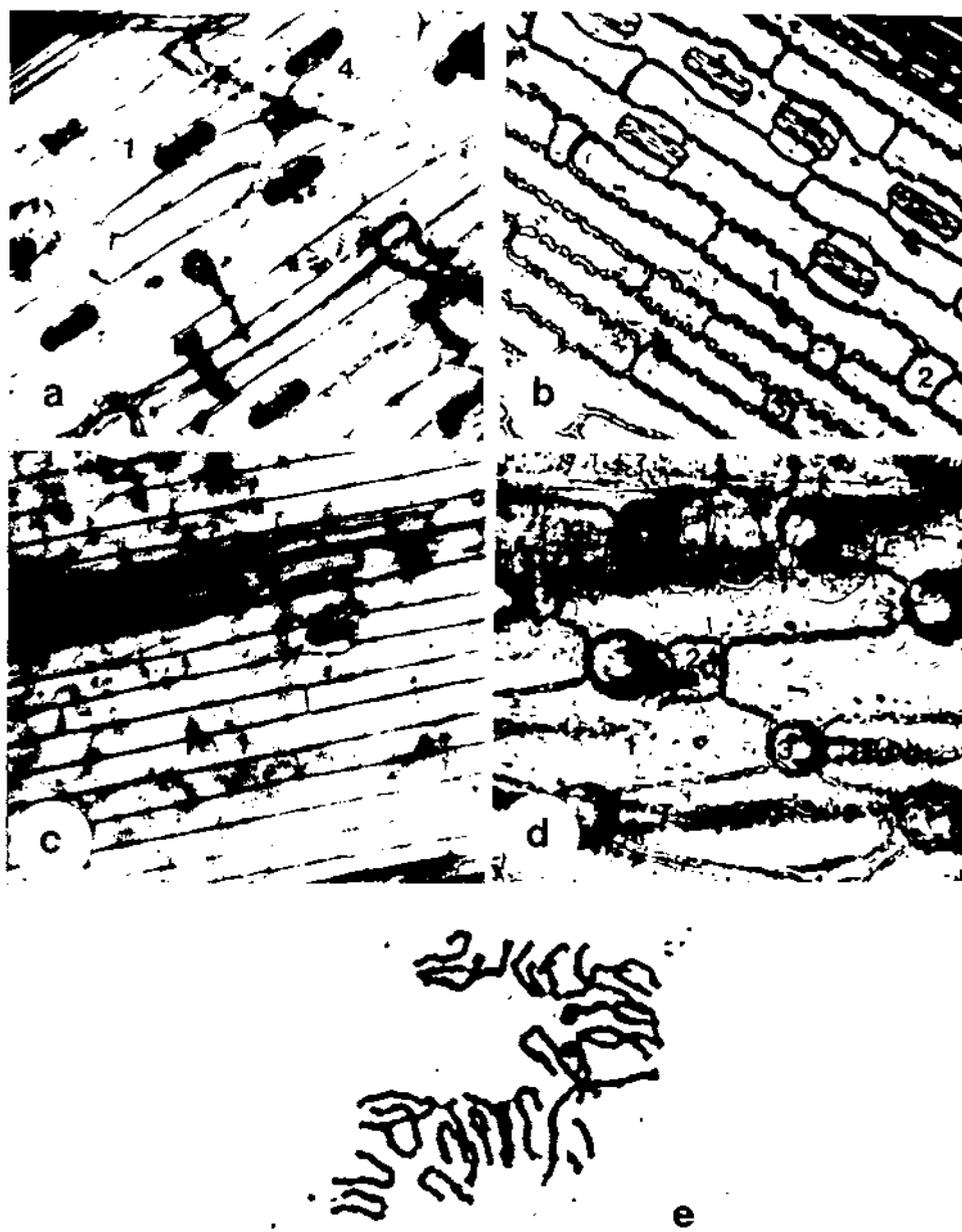


Figura 1. Aspectos anatómicos y cariológicos de diversas especies de *Bromus*: a: superficie adaxial de la lámina de *B. diandrus* x 160; b: superficie abaxial de la lámina de *B. scoparius* x 320; c: superficie adaxial de la vaina de *B. tectorum* x 160; d: superficie abaxial de la vaina de *B. rubens* x 320; e: mitosis somática de *B. rubens*, $2n = 28 \times 1600$. 1: células largas; 2: células cortas sin pelo; 3: células cortas con pelo; 4: células buliformes.

Anatomical and karyological characters of several species of Bromus: a: adaxial surface of the blade of *B. diandrus* x 160; b: abaxial surface of the blade of *B. scoparius* x 320; c: adaxial surface of the sheath of *B. tectorum* x 160; d: abaxial surface of the sheath of *B. rubens* x 320; e: somatic mitosis of *B. rubens*, $2n = 28 \times 1600$. 1: long cells; 2: short cells without hair; 3: short cells with hair; 4: bulliform cells.

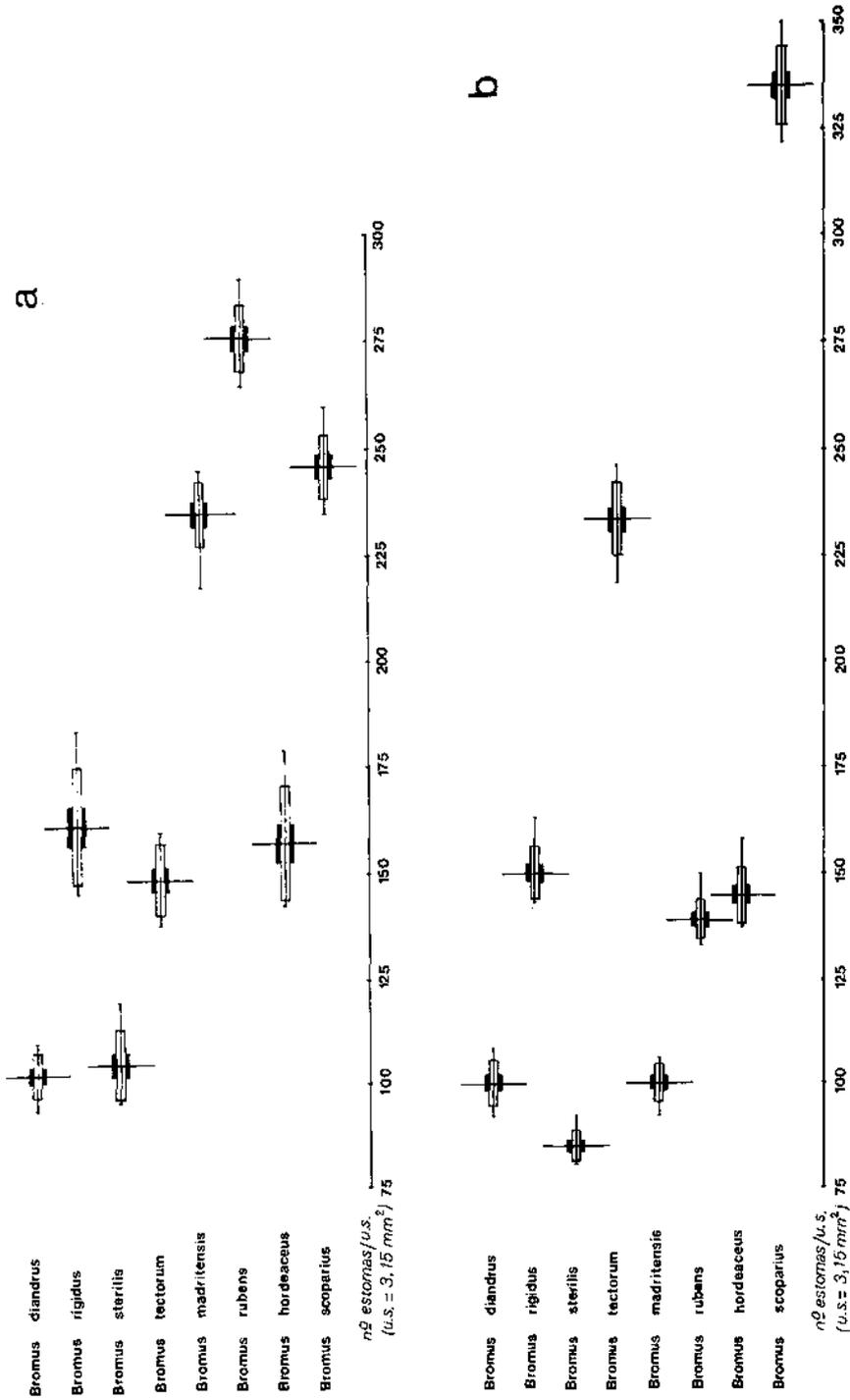


Figura 2. Densidad de estomas en la lámina de la hoja. a: en la cara adaxial; b: en la cara abaxial.
Density of stomata on the blade of the leaf. a: on the adaxial surface; b: on the abaxial surface.

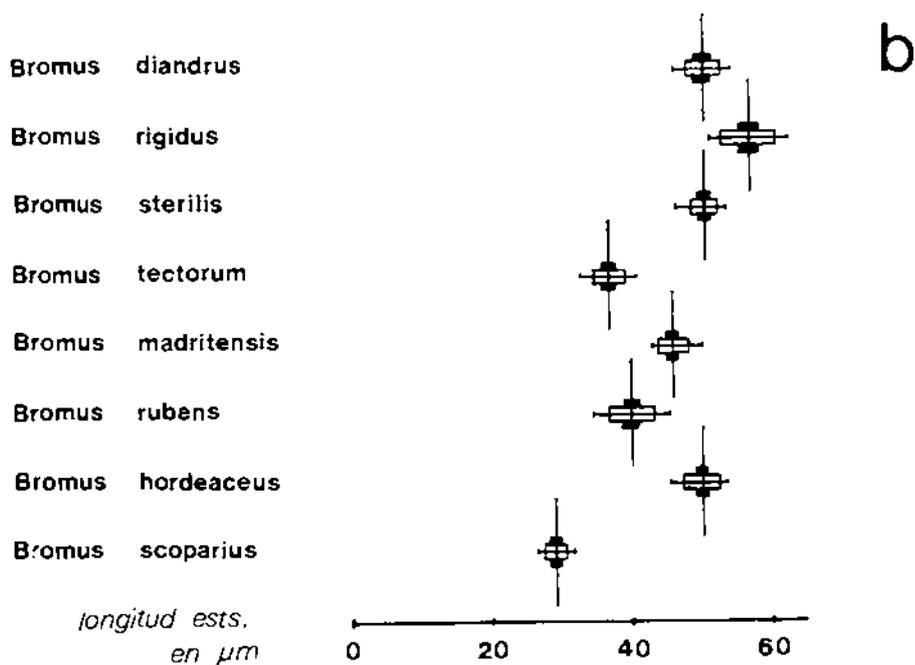
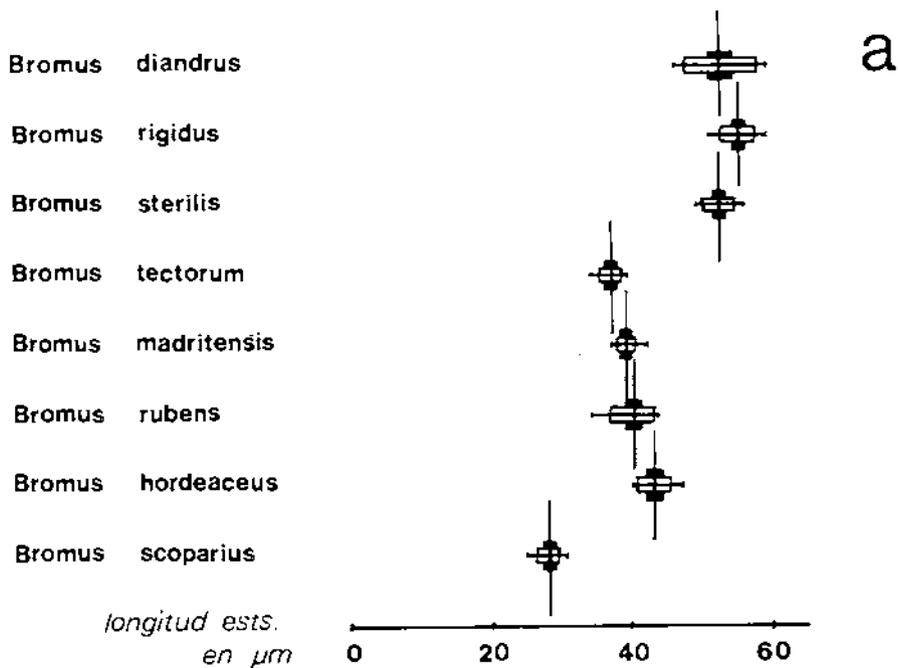


Figura 3. Longitud de los estomas en la lámina de la hoja. a: en la cara adaxial; b: en la cara abaxial.

Length of stomata on the blade of leaf. a: on the adaxial surface; b: on the abaxial surface.

Bibliografía

- BJÖRKOVIK, I., BOTHMER, R. VON, NILSSON, O. & NORDENSTAM, B. 1969 – Chromosome numbers in Iberian Angiosperms. *Bot. Not.* 122: 271-283.
- BOUKREL, M. P. 1969 – Efficience d'une méthodologie nouvelle applicable à l'étude des épidermes des limbes de graminées. Application à la systématique des espèces. *C.R. Acad. Sci.* 268 n° 18: 2248-2251.
- COLIN, P. 1974 – De l'épiderme de quelques espèces de Graminées communes et de leur diagnose. Thèse pour le doctorat vétérinaire. *Ecole Nationale vétérinaire de Toulouse*, n° 90.
- CUGNAC, A. de & SIMONET, M. 1941 – Les membres de chromosomes de quelques espèces du genre *Bromus* (Graminées). *C.R. Soc. Biol. France* 135: 728-731.
- DAHLGREN, R., KARLSSON, Th. & LASSEN, P. 1971 – Studies on the flora of the Balearic Island I. Chromosome numbers in Balearic angiosperms. *Bot. Notiser* 124: 249-269.
- DAHLGREN, R. & CLIFFORD, H.T. 1982 – *The Monocotyledons: A comparative study*. Academic Press, London.
- DEVESA, J.A. & ROMERO, C. 1981 – Números cromosómicos para la flora española. 188-196. *Lagascalia* 10(2): 227-230.
- FEDOROV, A. 1969 – *Chromosome numbers of flowering plants*. Leningrad.
- FERNANDES, A. & QUEIRÓS, M. 1969 – Contribution a la connaissance cytotoxonomique des Spermatophyta du Portugal I. Gramineae. *Bol. Soc. Brot.* 43: 3-140.
- JOHANSEN, D.A. 1940 – *Plant Microtechnique*. New York & London.
- KOZUHAROV, S. & all. 1974 – In D.M. Moore, *Check-List and chromosome Index*. Cambridge University Press (1982).
- LAMOTTE, M. 1981 – *Estadística Biológica*. Toray-Masson. Barcelona.
- LOVE, A. & KJELLQVIST, E. 1973 – Cytotaxonomy of Spanish plants. II. Monocotyledons. *Lagascalia* 3(2): 147-182.
- LOVE, A. & LOVE, D. 1974 – *Cytotaxonomical Atlas of the Slovenian Flora*. Verlag von J. Cramer.
- RADFORD, A.E., DICKISON, W.C., MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974 – *Vascular plant systematics*. New York.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. 1978 – La vegetación de *Hordeion Leporini* en España. *Documents Phytosociologiques, nouvelle Série*, 2: 275-392.