

ANATOMIA FOLIAR DE LAS ESPECIES ARGENTINAS
DEL GENERO *BROMELIA*
(BROMELIACEAE) ¹

POR ALICIA C. DE CASTELLS ² Y MARTA NAJERA ³

SUMMARY

This paper is a study of the leaf anatomy of the four argentine *Bromelia* species; *B. hieronymi* Mez, *B. serra* Griseb., *B. balansae* Mez and *B. laciniosa* Mart. The last one was collected and studied for the first time.

The work was done on foliar fresh cuts and macerates in Schulze's mixture.

A key was elaborated in base to the internal morphology and the characteristic of the histological elements.

According with the length of the fibers and applying an statistical method, differences found with the former method were corroborated.

Cuatro especies del género *Bromelia* llegan desde México y las Antillas a Argentina. Su estudio se inició con la descripción que hizo Grisebach (1879) de *B. serra*.

Niederlein (1890) citó *Karatas* sp., que luego Mez (1891) la sinonimizó como *B. laciniosa* Mart., especie descripta anteriormente (Martius, 1830).

En su Monografía del Flora Brasiliensis, Mez (1891) separó de *B. serra* las especies que poseen inflorescencias menos compactas y brácteas redondeadas, creando *B. balansae*.

Castellanos (1945) publicó, basado en sus trabajos anteriores, la revisión de la familia y estableció para nuestro país las especies: *B. hieronymi*, *B. serra*, *B. balansae* y *B. laciniosa*, aunque refiriéndose a esta última, manifiesta no haber podido consultar el ejemplar de Niederlein ni haber hallado especie parecida (Castellanos, l.c.).

¹ Trabajo realizado en la Cátedra de Botánica del Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas, con un Subsidio de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Universidad Nacional de La Plata.

² Doctora en Farmacia y Bioquímica, Ayudante Diplomado de la Cátedra de Botánica.

³ Profesora en Ciencias Biológicas, Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Botánica.

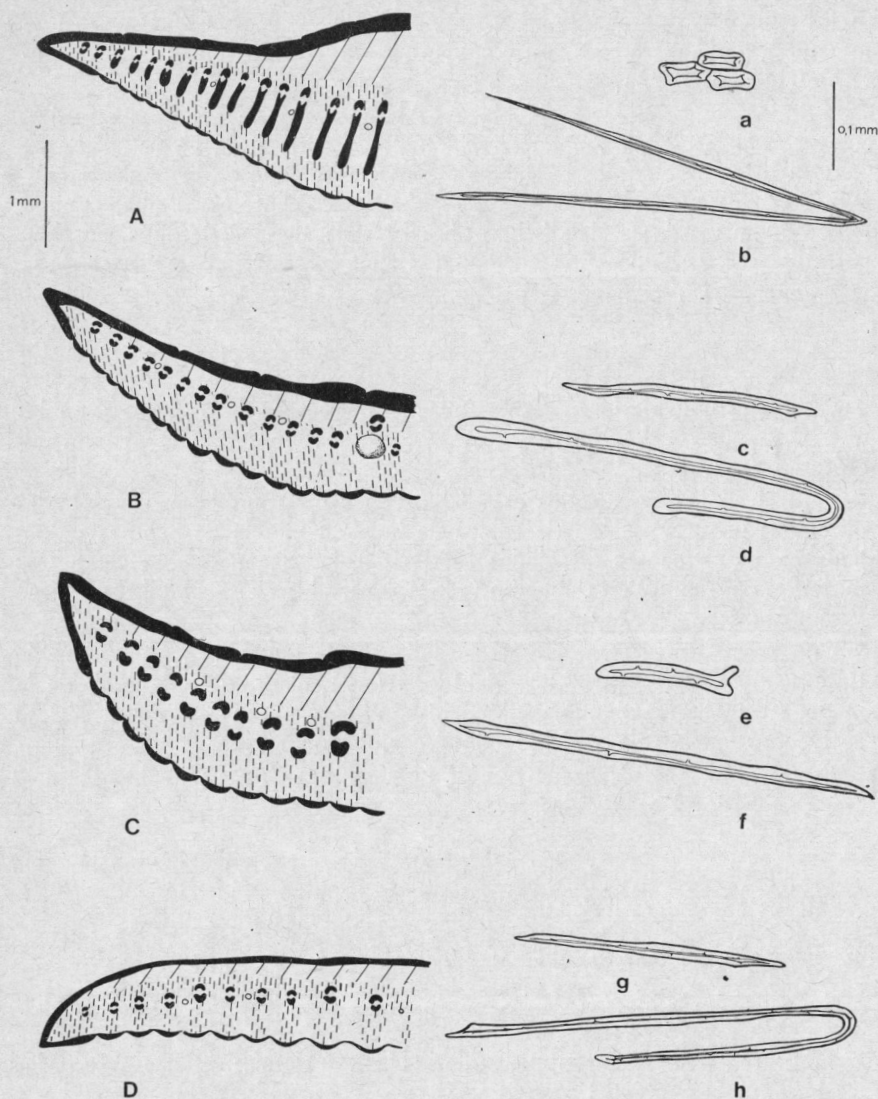


Fig. 1. — Esquemas de los cortes trasversos de las hojas de las cuatro especies y dibujos de los elementos esclerenquimáticos de cada una de ellas. ■ esclerenquima; ||| clorénquima; \\\ parénquima acuífero; □ parénquima aerífero; ○ células cristalíferas. A, *Bromelia hieronymi*: a, esclereidas subepidérmicas; b, fibras largas. B, *B. serra*: c, fibras subepidérmicas; d, fibras largas. C, *B. balansae*: e, fibras cortas; f, fibras largas. D, *B. laciniosa*: g, fibras cortas; h, fibras largas.

Para realizar nuestros trabajos hemos podido coleccionar las cuatro especies debiendo puntualizar pues, que *B. laciniosa* es la primera vez que se estudia en nuestro país, tal como lo manifestáramos en un trabajo anterior (Nájera, 1972).

Pudimos comprobar que la observación morfológica de estas especies, sobre todo, en estado vegetativo y aún de fructificación, no es suficiente para su identificación acertada, por ese motivo es que en la presente contribución se han analizado caracteres histológico-anatómicos que, conjuntamente con los datos estadísticos obtenidos de algunos de ellos, nos han permitido confeccionar una clave para la caracterización de las mismas.

MATERIALES Y METODOS

Para el estudio de la anatomía foliar se emplearon hojas frescas, en las que se efectuaron desgarrados epidérmicos o secciones transversas con micrótopo y navaja.

Para el análisis y estudios estadísticos se utilizaron fibras o esclereidas obtenidas por maceración de trozos de hoja en mezcla de Schulze en caliente. Los elementos disociados fueron dibujados con cámara clara y se midieron de 40 a 60 de cada tipo (esclereidas, fibras cortas y fibras largas) y muestra.

Con esos valores en micrones se hallaron: la media (\bar{x}), la desviación típica (σ), el coeficiente de variabilidad (cv), el error "standard" de la media (Estm) y la significancia correspondiente. Para facilitar el cálculo se efectuó cambio de variable (Snedecor, 1946).

Se trazaron, además, las curvas de frecuencias teóricas para los distintos tipos de fibras y esclereidas.

ANATOMIA FOLIAR

DESCRIPCIÓN GENERAL

La morfología interna de las hojas de las especies de *Bromelia* presentan un plan común a todas ellas pudiendo sin embargo hallarse a la observación microscópica algunas particularidades específicas. Estas diferencias se hacen más evidentes cuando se valoran cuantitativamente. (Fig. 1 : A, B, C, D,).

Las epidermis, en las cuatro especies, están constituidas por células de paredes engrosadas en cuyo interior aparecen cuerpos silíceos. La adaxial es uniforme o levemente ondulada sin estomas y con escasos o sin tricomas, mientras la abaxial es profundamente ondulada y presenta en los valles estomas protegidos por numerosos tricomas escamosos.

Las células subyacentes a las epidermis son esclereidas o fibras, cuyas medidas oscilan entre 100 micrones y 1200 micrones de media, se disponen en 2 ó hasta 4 capas formando la hipodermis esclerosada.

El parénquima acuífero, incoloro, guarda una marcada relación en cuanto al tamaño de las células y número de capas con el grado de xeromorfismo de cada especie. Las células pueden ser isodiamétricas o altas, de paredes radiales onduladas, con contenido mucilaginoso. En algunos casos ocupan la mitad del espesor del mesófilo (*B. hieronymi*) o escasamente un tercio del mismo (*B. laciniosa*).

El clorénquima asciende desde la epidermis abaxial hasta los haces líbero-leñosos. Estos son colaterales y rodeados de vaina mestoma de características cuali-cuantitativas distintas según la especie, pudiéndose hallar variaciones de longitud en las fibras entre 1000 micrones y 4000 micrones.

El parénquima aerífero, de células estrelladas, se dispone alternadamente con el clorénquima, vinculándose a los estomas en la cara inferior.

Existen cristales de oxalato cálcico (rafidios, drusas) y almidón secundario en células de distintos parénquimas.

A continuación se presentan las observaciones sobre las cuatro especies argentinas de *Bromelia*.

CLAVE PARA DETERMINAR LAS ESPECIES ARGENTINAS DEL GENERO BROMELIA EN BASE A CARACTERES DE LA ANATOMIA FOLIAR

- A. Con esclereidas subepidérmicas de 290 micrones de media (100-700 μ). Fibras esclerenquimáticas de la vaina mestoma de 3120 micrones de media (2300-4000 μ); con drusas. *B. hieronymi*
- AA. Con fibras subepidérmicas y fibras en la vaina mestoma; con rafidios.
 - B. Con canales secretores; fibras subepidérmicas de 610 micrones de media (200-1000 μ); fibras de la vaina mestoma de 1672 micrones de media (1000-2600 μ). *B. serra*
 - BB. Sin canales secretores.
 - C. Con tricomas en las caras adaxial y abaxial. Fibras subepidérmicas de 440 micrones de media (200-800 μ); fibras de la vaina mestoma 1382 micrones de media (1000-2000 μ). . . *B. balansae*
 - CC. Con tricomas en la cara abaxial solamente; fibras subepidérmicas de 750 micrones de media (300-1200 μ); fibras de la vaina mestoma de 1720 micrones (1200-2400 μ) *B. laciniosa*

1. *Bromelia hieronymi*

La epidermis adaxial está cubierta casi totalmente por tricomas escamosos; en la abaxial éstos protegen a los estomas y ambos se disponen en los valles de las ondulaciones de esa cara, formando hileras.

La hipodermis, en ambas caras, está formada por esclereidas cuya media es de 290 micrones (100-700 μ) (Fig. 1, A, a).

Tablas de datos estadísticos (cont.)

Nº 2 : *B. balansae*

Fibras cortas					Fibras largas				
x	f	$u=(x-b)/a$	fu	fu ²	x	f	$u=(x-b)/a$	fu	fu ²
100	4	-3	-12	36	1000	3	-5	-15	75
200	12	-2	-24	48	1100	5	-4	-20	80
300	12	-1	-12	12	1200	3	-3	-9	27
400	8	0	0	0	1300	6	-2	-12	24
500	8	1	8	8	1400	6	-1	-6	6
600	5	2	10	20	1500	4	0	0	0
700	6	3	18	54	1600	3	1	3	3
800	8	4	32	128	1700	2	2	4	8
$\Sigma f=63$ $\Sigma fu=20$ $\Sigma fu^2=306$					1800	2	3	6	18
$\bar{x}=431 \mu$		a=100	b=400		1900	2	4	8	32
$\sigma=210$		Estm= 26	cv= 48 %		2000	2	5	10	50
					$\Sigma f=38$ $\Sigma fu=-31$ $\Sigma fu^2=323$				
					$\bar{x}=1382 \mu$ a=100 b=1500				
					$\sigma=264$ Estm= 41 cv= 11 %				

El parénquima acuífero, constituido por hasta 8 capas de células, adquiere su mayor espesor en la zona central del mesófilo y disminuye hacia los márgenes.

La vaina mestoma, tiene en esta especie la particularidad de prolongarse notablemente hacia la cara abaxial (Fig. 2, A, b) y está integrada por fibras de 3120 micrones de media (2300-4000 μ). Ver Tabla Nº 1, pág. 70.

Se observan drusas de oxalato cálcico en el parénquima acuífero.

Material estudiado: Santiago del Estero: Ruta Nac. Nº 9, entre S. del Estero y Termas de Río Hondo, M. Escalante et C. Landoni, 8-XI-1971, (LPE); Ruta Nac. Nº 9, entre S. del Estero y T. de Río Hondo, N. Caffini et C. Landoni, 12-XII-1972, (LPE).

2. *Bromelia serra*

La epidermis adaxial posee tricomas escamosos dispersos. En la abaxial éstos se disponen protegiendo a los estomas, en los valles de las ondulaciones de esta cara, formando hileras.

La hipodermis está constituida por fibras lignificadas de 610 micrones de media (200-1000 μ) (Fig. 1, B, c).

Parénquima acuífero de 6 a 8 capas de células incoloras, de paredes radiales onduladas que ocupan la mitad superior del mesófilo.

Haces líbero-leñosos rodeados de vaina mestoma de fibras de 1672 micrones de media (1000-2600 μ) (Fig. 1, B, d). Ver tabla N° 3, pág. 73.

Entre los haces aparecen idioblastos cristalíferos de considerable tamaño que contienen oxalato de calcio.

Es importante destacar en esta especie la presencia de una o más cavidades esquizógenas, observadas en el corte transverso y que transcurren longitudinalmente, tal como pudo observarse en los cortes seriados (Fig. 2, B, d).

El contenido de estas estructuras secretoras se identificó microquímicamente como la misma sustancia gomosa (Reeve, 1959) que se halló en los frutos (Nájera, l.c.).

Material estudiado: Santa Fe: Dpto. Vera, Arroyo El Toba, M. Nájera, 16-VII-1970 (LPE); Ruta Nacional N° 11, Km 1010, N. Caffini et C. Landoni, 15-II-1971; Chaco: Resistencia, M. Nájera, 27-IV-1972, (LPE).

3. *Bromelia balansae*

La epidermis adaxial presenta escasos tricomas escamosos, en la abaxial éstos se disponen protegiendo a los estomas y ambos se ubican en los valles de las ondulaciones formando hileras.

La hipodermis superior e inferior está constituida por fibras lignificadas cuya longitud es de 440 micrones de media (200-800 μ) (Fig. 1, C, e).

El parénquima acuífero compuesto de células de menor tamaño que en *B. hieronymi*, *B. serra* y *B. laciniosa*, ocupa un tercio del espesor total del mesófilo y se dispone en 4 ó 5 capas celulares.

Las fibras de la vaina mestoma poseen una longitud de 1382 micrones de media (1000-2000 μ) (Fig. 1, C, f). Ver Tabla N° 2, pág. 71.

Los rafidios están contenidos en idioblastos cristalíferos cercanos a los haces líbero-leñosos.

Material estudiado: Corrientes: Esquina, C. Landoni, 22-III-1970 (LPE); Saladas, E. Pfirter, V-1970 (LPE).

Tablas de datos estadísticos (Cont.)

N° 4 : *B. laciniosa*

Fibras cortas					Fibras largas				
x	f	$u=(x-b)/a$	fu	fu ²	x	f	$u=(x-b)/a$	fu	fu ²
300	3	-4	-12	48	1200	1	-6	-6	36
400	3	-3	-9	27	1300	6	-5	-30	150
500	4	-2	-8	16	1400	6	-4	-24	96
600	3	-1	-3	3	1500	8	-3	-24	72
700	10	0	0	0	1600	5	-2	-10	20
800	8	1	8	8	1700	2	-1	-2	2
900	3	2	6	12	1800	3	0	0	0
1000	7	3	21	63	1900	3	1	3	3
1100	4	4	16	64	2000	3	2	6	12
1200	1	5	5	25	2100	4	3	12	36
$\Sigma f=46$		$\Sigma fu=24$		$\Sigma fu^2=266$	2200	3	4	12	48
$\bar{x}=750 \mu$	$a=100$	$b=700$			2300	3	5	15	75
$\sigma=230$	Estm= 34	cv= 30 %			2400	1	6	6	36
					$\Sigma f=48$		$\Sigma fu=-42$		$\Sigma fu^2=586$
					$\bar{x}=1720 \mu$	$a=100$	$b=1800$		
					$\sigma=340$	Estm= 50	cv= 19 %		

4. *Bromelia laciniosa*

La epidermis adaxial es glabra y la abaxial con tricomas escamosos que se disponen protegiendo los estomas ubicándose ambos en los valles de las ondulaciones de esa cara.

La hipodermis presenta de 2 a 3 capas de fibras esclerenquimáticas de 750 micrones de media (300-1200 μ) (Fig. 1, D : g).

El parénquima acuífero ocupa un tercio o menos del espesor del mesófilo y está constituido por 4 ó 5 capas celulares incoloras.

Los haces líbero-leñosos poseen vaina mestoma más reducida que en *B. hieronymi*, *B. serra*, y *B. balansae*, y las fibras tienen 1720 micrones de media (1200-2400 μ).

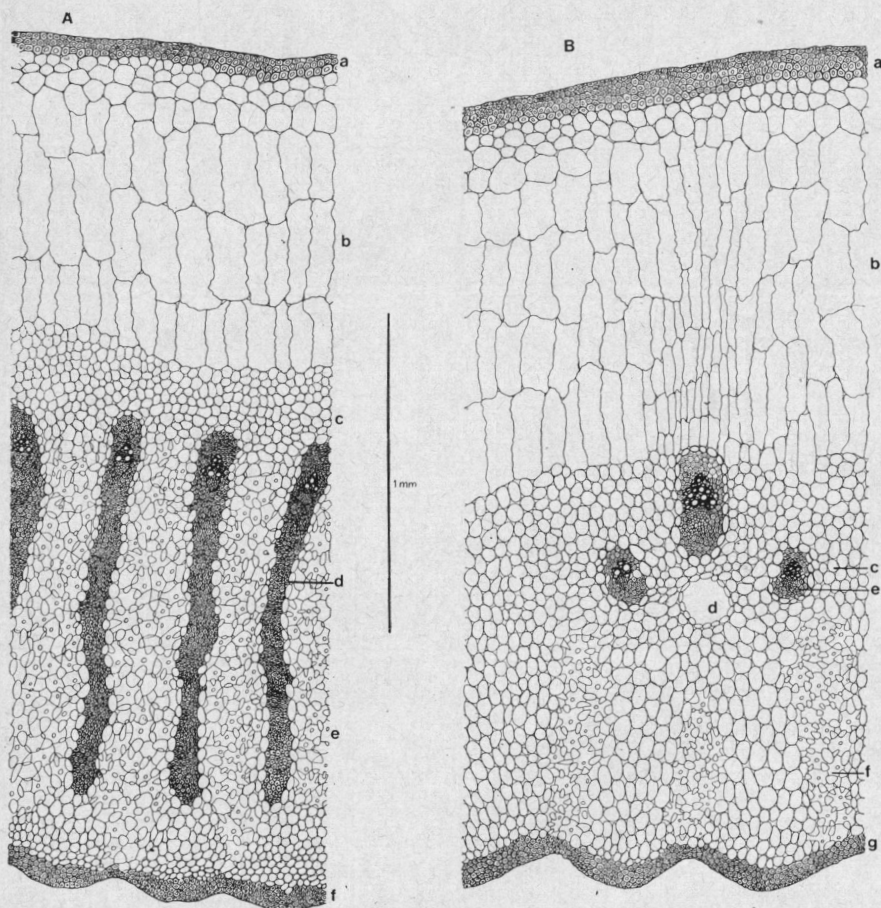


Fig. 2. — Cortes transversales de hoja de A, *Bromelia hieronymi*: a y f, esclereidas subepidérmicas; b, parénquima acuífero; c, parénquima clorofiliano; d, fibras largas rodeando el haz líbero leñoso; e, parénquima aerífero. B, *B. serra*: a y g, fibras cortas; b, parénquima acuífero; c, parénquima clorofiliano; d, canal secretor; e, fibras largas rodeando el haz; f, parénquima aerífero.

Los rafidios se disponen en idioblastos cristalíferos en el parénquima acuífero.

Material estudiado: Misiones: Pto. Iguazú, N. Caffini et C. Landoni, 15-II-1971 (LPE); Tres Fronteras, E. Mandrile, 22-IV-1971 (LPE).

Tabla de significancia

	<i>B. hieronymi</i>		<i>B. laciniosa</i>		<i>B. serra</i>
<i>B. serra</i>	$FC : \sqrt{(24)^2 + (30)^2} = 38$ $38 \cdot 3 = 114$ $624 - 292 = 332 \quad ++$ $FL : \sqrt{(75)^2 + (60)^2} = 96$ $96 \cdot 3 = 288$ $3120 - 1652 = 1468 \quad ++$	<i>B. balansae</i>	$FC : \sqrt{(34)^2 + (26)^2} = 43$ $43 \cdot 3 = 129$ $750 - 431 = 319 \quad ++$ $FL : \sqrt{(50)^2 + (41)^2} = 65$ $65 \cdot 3 = 195$ $1720 - 1382 = 338 \quad ++$	<i>B. balansae</i>	$FC : \sqrt{(30)^2 + (26)^2} = 40$ $40 \cdot 3 = 120$ $624 - 431 = 193 \quad +$ $FL : \sqrt{(60)^2 + (41)^2} = 73$ $73 \cdot 3 = 219$ $1652 - 1382 = 270 \quad +$
<i>B. laciniosa</i>	$FC : \sqrt{(24)^2 + (34)^2} = 41$ $41 \cdot 3 = 123$ $750 - 292 = 458 \quad ++$ $FL : \sqrt{(75)^2 + (50)^2} = 89$ $89 \cdot 3 = 267$ $3120 - 1720 = 1400 \quad ++$	<i>B. serra</i>	$FC : \sqrt{(34)^2 + (30)^2} = 45$ $45 \cdot 3 = 135$ $750 - 624 = 126 \quad -$ $FL : \sqrt{(50)^2 + (60)^2} = 78$ $78 \cdot 3 = 234$ $1720 - 1672 = 68 \quad -$	Significancia : $(Estm)_1^2 + (Estm)_2^2 = a$ $a \cdot 3 > x_1 - x_2$ ++ altamente significativo + significativo - No significativo	
<i>B. balansae</i>	$FC : \sqrt{(24)^2 + (26)^2} = 34$ $34 \cdot 3 = 102$ $431 - 292 = 139 \quad +$ $FL : \sqrt{(75)^2 + (41)^2} = 86$ $86 \cdot 3 = 258$ $3120 - 1382 = 1738 \quad ++$	Para hallar las significancias se compararon las medias de fibras cortas (FC) y fibras largas (FL) de la especie que se indica en el encabezamiento de la columna con las medias de las especies que figuran a la izquierda de la misma.			

CONCLUSIONES

Del presente trabajo deducimos que las especies de *Bromelia* que habitan nuestro país son difíciles de definir por caracteres exomorfológicos, pero su determinación es posible cuando se estudia la anatomía foliar y analizan biométricamente algunos elementos histológicos.

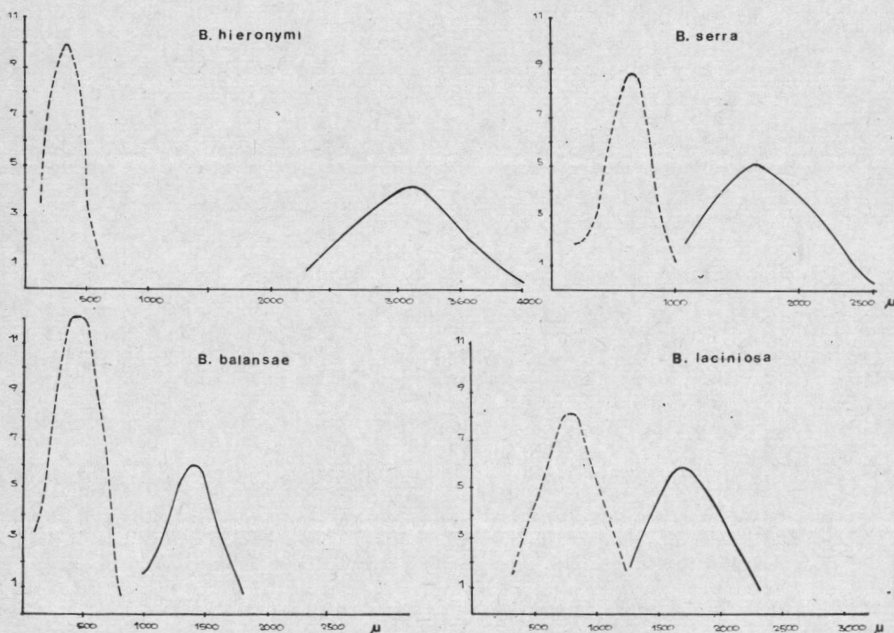


Gráfico 1. — Curvas de frecuencias teóricas

Debemos advertir que la influencia de los factores ambientales producen variaciones en cada especie; puede así comprobarse una secuencia en el grado de xeromorfismo que es muy marcado en *B. hieronymi* para ir gradualmente disminuyendo en *B. serra*, *B. balansae* y *B. laciniosa* respectivamente.

B. hieronymi es la especie que más se aparta por sus caracteres singulares: hipodermis constituida por esclereidas, cristales en forma de drusas y vaina mestoma sumamente prolongada hacia la epidermis abaxial.

B. serra posee canales secretores que no se hallaron en ninguna otra.

B. balansae podría ser en cuanto a la estructura interna, la más afín con la anterior, pero carece de estructuras glandulares.

B. laciniosa se distingue por la particularidad de una epidermis adaxial glabra.

En base a los datos estadísticos obtenidos podemos concluir que se confirman las diferencias establecidas anteriormente. Esto queda gráficamente demostrado en las curvas de frecuencias teóricas (gráfico nº 1) y se corroboran cuando se halla la significancia.

B. hieronymi da alta significancia cuando se la compara con las otras tres especies, tanto en lo que respecta a fibras cortas (esclereidas) como a fibras largas.

También se obtiene alta significancia si la comparación se efectúa entre *B. laciniosa* y *B. balansae*.

Mientras entre *B. balansae* y *B. serra* se obtuvo significancia, ésta es por el contrario negativa en la comparación entre *B. laciniosa* y *B. serra*.

BIBLIOGRAFIA

- BONNY, G., 1968. Contribution a l'etude anatomique des Broméliacées, *Adansonia*, ser. 2,8 (4): 551-575.
- CASTELLANOS, A., 1945. En Descole, *Genera et species plantarum*, 3: 106-153.
- CASTELLS, A. C. DE, 1972. Caracteres sexuales secundarios en plantas diclino diocas. Tesis doctoral no publicada.
- CHODAT, R. ET VISCHER, W., 1916. Anatomie des Broméliacées paraguayennes, *Bull. Soc. Bot. Geneve*, 2a. ser., 8: 172-186.
- GRISEBACH, A., 1879. Symbolae ad Floram Argentinam, *Abhandl Königl Ges. Wissensch, Göttingen*, 24: 325-328.
- GARCÍA, P. y GALDEANO, H., 1972. Los flavonoides de las especies argentinas de *Bromelia*: sus posibilidades quimiotaxonómicas. Comunicación presentada en las XII Jornadas Argentinas de Botánica y IX. Reunión Argentina de Fisiología Vegetal.
- MEZ, C., 1891. Bromeliaceae en Martius, *Flora Brasiliensis*, 3 (3): 173-634.
- NAJERA, M., 1974. Estructuras secretoras en frutos de las especies argentinas del género *Bromelia* (Bromeliaceae). *Bol. Soc. Arg. Bot.* XV, 4, 384-392.
- NIEDERLEIN, G., 1890. Resultados botánicos de exploraciones hechas en Misiones, Corrientes y países limítrofes desde 1883 hasta 1888, *Bol. Mus. Prod. Argentinos*, nº 361: 64.
- PFIRTER, G. B. DE, 1969. Variaciones morfológicas del "Coco" (*Fagara coco*) y del "molle" (*Litbraea molloides*). Tesis doctoral no publicada.
- PFIRTER, G. B. DE, COZZARIN, M. B. DE y CAFFINI, N., 1973. Otros exudados gomosos en especies argentinas del género *Bromelia*. *Rev. Farm.* 115 (5/8): 98-99.
- REEVE, R. M., 1959. Histological and histochemical changes in developing and ripening peaches, I. The cathecol tannins, *Am. J. Bot.*, 46: 210-217.
- REEVE, R. M., 1959. II. The cells walls pectins, *Am. J. Bot.*, 46: 241-247.
- ROBINSON, H., 1969. A monograph on foliar anatomy of the genera *Conellia*, *Cotyledonifolia* and *Navia* (Bromeliaceae), *Smithsonian Contr. Bot.*, nº 2, *Smithsonian Inst. Press*: 1-41.
- SNEDECOR, G. M., 1946. Métodos de estadística, su aplicación a experimentos en agricultura y biología. 4ª Edic. Ediciones Acme Agency, Soc. de Resp. Ltda. Bs. As.
- YULE, U. G. y KENDALL, M. G., 1964. Introducción a la estadística matemática. 14ª Edic. Aguilar S. A. de Ediciones. Madrid.