

CARACTERISTICAS DE LA EPIDERMIS FOLIAR DE LAS GIMNOSPERMAS CHILENAS

ELIZABETH BARRERA e INES MEZA

Sección Botánica, Museo Nacional de Historia Natural, casilla 787, Santiago, Chile.

RESUMEN

Se describe las características de la epidermis foliar de las especies chilenas de Gimnospermas: *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch; *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. et Bizz., *Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnst., *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin; *Ephedra andina* Poepp. ex C.A. Mey., *Lepidothamnus fonckii* Phil., *Podocarpus nubigena* Lindl., *Podocarpus saligna* D. Don, *Prumnopitys andina* (Poepp. ex Endl.) de Laub. y *Saxegothaea conspicua* Lindl.

El tamaño y ubicación de los estomas en la hoja, su distribución en la superficie foliar y la forma como están ordenados, resultan ser los elementos de mayor valor diagnóstico para diferenciar las especies estudiadas.

ABSTRACT

The foliar epidermal characteristics of the Chilean species of Gymnosperms: *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch; *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. et Bizz., *Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnst., *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin; *Ephedra andina* Poepp. ex C.A. Mey., *Lepidothamnus fonckii* Phil., *Podocarpus nubigena* Lindl., *Podocarpus saligna* D. Don, *Prumnopitys andina* (Poepp. ex Endl.) de Laub. and *Saxegothaea conspicua* Lindl. are described.

The size and location of the stomata on the leaf, its distribution on the foliar surface and the way they are oriented, prove to be elements of more diagnostic value to distinguish the studied species.

INTRODUCCION

El objetivo de la presente contribución es entregar una descripción de los caracteres de la epidermis foliar de las especies de Gimnospermas chilenas: *Araucaria araucana*, *Austrocedrus chilensis*, *Fitzroya cupressoides*, *Pilgerodendron uviferum*, *Ephedra andina*, *Lepidothamnus fonckii*, *Podocarpus nubigena*, *Podocarpus saligna*, *Prumnopitys andina* y *Saxegothaea conspicua*.

Marticorena y Quezada (1985), citan para Chile 16 especies de Gimnospermas. De éstas, sólo se han considerado 10 en este trabajo, ya que dos de las seis restantes son

problemáticas: de *Ephedra rupestris* Benth. y *E. gracilis* Phil. no existe claridad respecto de su presencia real en Chile (Hunziker 1949); en las otras cuatro: *E. breana* Phil., *E. multiflora* (Phil. ex Stapf), *E. trifurcata* Zoell. y *E. frustillata* Miers el problema se genera por la existencia de escaso material, a veces reducido sólo al ejemplar tipo (Zöllner, 1975; Muñoz, 1987).

Junto con entregar las descripciones de las características de la epidermis foliar de cada especie, se discuten sus caracteres comunes y, con aquellos considerados válidos para diferenciar especies se diseñó una clave que permite la identificación de cada una de ellas.

Con esta cuarta contribución, continúa el desarrollo del programa de investigación, de carácter principalmente descriptivo, de las características de la epidermis foliar de plantas chilenas. Como se ha mencionado anteriormente (Barrera y Meza 1977, 1982 y 1988), el desarrollo de esta línea de investigación tiene como objetivo principal aportar información referente a la epidermis foliar y formar, como consecuencia de ello, importantes colecciones de referencia, de gran utilidad para el estudio de restos vegetales fósiles.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo fue realizado con material obtenido de duplicados de ejemplares del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (SGO).

Los tratamientos a que fueron sometidas las muestras son los detallados en Barrera y Meza (1977) y Barrera (1981). Las preparaciones microscópicas quedan depositadas en la Sección Botánica del Museo Nacional de Historia Natural (SGO pm Fan).

Las observaciones, mediciones y fotomicrografías se hicieron en un microscopio Leitz Dialux 20. Los promedios se obtuvieron sobre 20 medidas por ejemplar estudiado, la densidad de estomas se obtuvo en una superficie de 0,15 mm², llevando estos valores posteriormente a 1 mm².

En las descripciones al señalar las medidas, largo, ancho y densidad de estomas, y largo y ancho de células epidérmicas, se indica en primer lugar el valor máximo, entre paréntesis el promedio y luego el valor mínimo, conjunto de valores que al estar separados por x de otro bloque de medidas, corresponden las primeras a la longitud y las segundas al ancho.

Las descripciones de la epidermis foliar de cada especie están precedidas de algunas características de las hojas, extractadas principalmente de Rodríguez, Marticorena y Quezada (1983), Hunziker (1949), Muñoz (1966), y Hoffmann (1982).

DESCRIPCIONES

Araucaria araucana (Mol.) C. Koch.

Hojas perennes, sésiles, rígidas, imbricadas, coriáceas, de 3-4 cm de largo y 1,5-2 cm de ancho, disposición espiralada recubriendo totalmente el tallo, oval-lanceoladas con base ancha, puntiagudas, color verde oscuro, lustrosas y con estomas en ambas caras.

Características de la epidermis foliar. Figs. 1, 2.

Células epidérmicas alargadas, rectangulares, con paredes gruesas y rectas, en la cara abaxial de 31,9 (50,4) 69,6 x 16,9 (22,2) 28 um, algo más grandes, 31,4 (51,4) 79,8 x 15,5 (22,7) 28,5 um, en la cara adaxial.

Estomas de 58 (62,3) 71 x 39,2 (42) 43,5 um en la cara abaxial; en la cara adaxial de 49 (52,9) 58 x 37,7 (41,6) 43,5 um, ubicados en hileras paralelas que recorren completamente

la hoja, generalmente rodeados por 4 células, dos polares y dos laterales. En las hileras los estomas están separados por 2 ó 3 células epidérmicas o sólo por las células polares, las hileras están a su vez separadas por 2 a 4 hileras de células epidérmicas.

Densidad de estomas de 25 (43,7) 62,5 estomas por mm² en la cara abaxial y 31 (41,2) 56 en la cara adaxial.

Material estudiado: SGO pm. Fan. 552, 553, 720 (SGO 36965, Toltén, Phil. II-1875). SGO pm. Fan. 555, 556, 710-716 (SGO 77096, Valdivia, N. González, 1963). SGO pm. Fan. 554, 718 (SGO 36964, Nahuelbuta).

Austrocedrus chilensis (D. Don) Pic. Ser. et Bizz.

Hojas perennes, escamiformes, sésiles, imbricadas, de 2 tipos: las laterales más grandes, de 2 a 3 cm de largo, extendidas sobre el tallo, con el dorso aquillado y bandas estomáticas blanquecinas; las faciales, triangulares, de 0,5 - 1 mm de largo. Ambos tipos anfiestomáticos.

Características de la epidermis foliar. Figs. 3, 4.

Células epidérmicas rectangulares, paredes rectas, las ubicadas en las bandas estomáticas miden 26,6 (50,8) 83,1 x 14 (20,2) 26,1 um en la cara abaxial y 22,2 (43,2) 71,5 x 15,5 (21,2) 29 um en la adaxial. Las células epidérmicas de la zona de la hoja donde no hay estomas, es decir fuera de las bandas estomáticas, son de mayor tamaño, (102,8 x 21 um).

Estomas de 27,6 (33,5) 38,5 x 17,4 (23,8) 28,3 um, rodeados por 4 - 5 células, siempre dos de ellas polares, ubicados en hileras que forman 4 bandas en la superficie de la hoja. En las hileras los estomas están alternados con una célula epidérmica, las hileras a su vez están separadas por 1 hilera de células epidérmicas. Las bandas estomáticas están formadas, en su parte media, hasta por 8 a 9 hileras de estomas, las que disminuyen hacia los extremos de la banda encontrándose en ellos sólo una hilera.

Densidad de estomas 83,3 (198) 333 estomas por mm² en la cara abaxial y 125 (181) 250 estomas por mm² en la cara adaxial.

Material estudiado: SGO pm. Fan. 623, 624, 625, 717 (SGO 75227, Colchagua, Sierras de Bellavista, V. Matte 767, 19-II-1964). SGO pm. Fan. 626, 627, 807 (SGO 79355, Ñuble, Recinto, Roivainen, 19-X-1929). SGO pm. Fan. 628, 629 (SGO 73821, Aconcagua, Cerro Tabaco, Schlegel 4374).

Fitzroya cupressoides (Mol.) Johnst.

Hojas perennes, escamiformes, aovado-oblongas, de 2,5-3 mm de largo, dispuestas en verticilos trímeros, con las puntas generalmente extendidas, verticilos imbricados con el verticilo anterior, cara inferior de las hojas notablemente aquillada y con 2 bandas estomáticas blanquecinas en ambas caras.

Características de la epidermis foliar. Figs. 5, 6.

Células epidérmicas rectangulares, de paredes rectas, de 72 (119,7) 209,3 x 20,3 (34,3) 49,8 um en la cara abaxial y 70,6 (126,7) 193,8 x 21,3 (27,8) 37,2 um en la cara adaxial; las células epidérmicas que forman parte de las bandas estomáticas son de ángulos más redondeados que aquellas de la zona de la hoja en que no hay estomas.

Estomas de 36,3 (42) 49,3 x 31,9 (36) 39,2 μm , rodeados por 4, a veces 5, células epidérmicas, ubicados en hileras, las cuales forman 4 bandas estomáticas en la superficie de la hoja. En las hileras los estomas se ubican alternados con una célula epidérmica que une por los polos a 2 estomas, las hileras entre sí están separadas por las células epidérmicas laterales de los estomas. Las bandas estomáticas están formadas por 5-8 hileras de estomas, y recorren la hoja desde la base hasta el ápice o hasta unas pocas hileras de células antes del borde del ápice.

Densidad de estomas 125 (281,8) 500 estomas por mm^2 en la cara abaxial y 166,6 (288,8) 416,6 estomas por mm^2 en la adaxial.

Material estudiado: SGO pm. Fan. 615, 616 (SGO 105534, Llanquihue, mallín cerca de lago Chapo, Bernath 827, 19.I.1944). SGO pm. Fan. 617, 621 (SGO 45329, Riachuelo, Rudolph, V-1936. SGO pm. Fan. 622 (SGO 73299, Reserva Forestal Llancacura, Schlegel 3433, 10-1-1961). SGO pm. Fan. 611-614 (SGO 91924, Llanquihue, Cerro Puntiagudo, Villagrán-Meza-Troncoso, 16-II-1975).

Pilgerodendron uviferum (D. Don) Florin

Hojas perennes, dispuestas de a dos, opuestas y en cruz, muy imbricadas, lanceoladas, decusadas, escamiformes, tiesas, de 2-3 mm de largo, curvadas, aovado-oblongas, filotaxia pareada formando ramillas tetrágonas. Estomas en el haz de las hojas.

Características de la epidermis foliar. Figs. 7, 8.

Células epidérmicas rectangulares, de paredes rectas, en la cara abaxial de 37,7 (60,2) 87,5 x 16 (21) 27,1 μm y de 33,8 (75,50) 79,3 x 15 (22,7) 30 μm en la adaxial; las células epidérmicas en la zona donde se ubican los estomas presentan ángulos menos definidos y generalmente son hexagonales.

Estomas de 20,3 (24,6) 29 x 14,5 (16,5) 20,3 μm , rodeados por 4 células epidérmicas 2 polares y 2 laterales, ubicados sólo en la cara adaxial de la hoja. Se distribuyen formando una agrupación sagitada con el ápice hacia el extremo de la hoja.

Densidad de estomas 333 (416,6) 541,6 estomas por mm^2 .

Material estudiado: SGO pm. Fan. 596, 597 (SGO 91925, Llanquihue, mallín Los Cipreses, Villagrán-Meza-Troncoso, 19-II-1975). SGO pm. Fan. 609, 611 (SGO 105771, Llanquihue). SGO pm. Fan. 607, 608 (SGO 75093, Magallanes, Isla Pacheco, W. Biese 1429, 21-III-1945).

Ephedra andina Poepp. ex C. A. Mey.

Hojas reducidas a escamas, decusadas o en verticilos 3-4 meros, pequeñas, unidas entre sí en la parte inferior formando una vaina alrededor del tallo, la parte apical o diente es libre, subulada o triangular.

Figs. 1 - 2. *Araucaria Araucana*, estomas cara abaxial, 1. 250x; 2. 500x; SGO pm Fan. 720.

Figs. 3 - 4. *Austrocedrus chilensis*, estomas cara abaxial, 3. 250x; 4. 500x; SGO pm Fan. 627.

Figs. 5 - 6. *Fitzroya cupressoides*, estomas cara abaxial, 5. 250x; 6. 500x; SGO pm Fan. 622.

Figs. 7 - 8. *Pilgerodendron uviferum*, estomas cara adaxial, 7. 250x; 8. 500x; SGO pm Fan. 609.

Figs. 9 - 10. *Ephedra andina*, estomas, 9. 250x y 10. 500x; SGO pm Fan. 876.

ulas
e de
une
icas
mas,
antes

(88,8)

lago
olph,
10-1-
feza-

adas,
otaxia

(60,2)
élulas
idos y

icas 2
nando

preses,
(ihue).
(1945).

s entre
s libre,



1



2



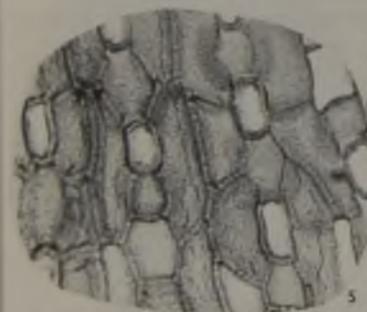
3



4



5



6



7



8



9



10

Características de la epidermis foliar. Figs. 9, 10.

Células epidérmicas rectangulares, de paredes rectas, generalmente 4-5 lados, de 43 (52,5) 79,7 x 15,9 (19,1) 23,2 μm en la cara abaxial; en la cara adaxial hexagonales, de 46,4 (64,1) 89,9 x 39,2 (43,6) 55,1 μm .

Estomas de 34,8 (37,7) 42 x 21,7 (23,2) 24,6 μm , rodeados por 4 células, 2 laterales y 2 polares, dispuestos en hileras.

Densidad de estomas, 41,6 (53,1) 125 estomas por mm^2 .

Material estudiado: SGO pm. Fan. 871 (SGO 103697, Termas del Flaco, VII Región, Labra y Núñez, 19-II-1985). SGO pm. Fan. 876 (SGO 36987, Región Metropolitana, Salto de Conchalí, Phil. 1879).

Lepidothamnus fonckii (Phil.) Ball.

Hojas pequeñas perennes, de 4 - 5 mm de largo y 1 - 4 mm de ancho, dimórficas, escamiformes, imbricadas, sésiles, obtusas, carenadas, espiraladas, crecen muy apretadas a los ramos a los cuales cubren totalmente, con estomas distribuidos en ambas caras.

Características de la epidermis foliar. Figs. 11, 12.

Células epidérmicas poligonales, ángulos redondeados y paredes rectas, de 36,3 (56,4) 94,3 x 20,3 (27,7) 39,6 μm en la cara abaxial y 48,8 (77,7) 128,6 x 28 (38,6) 51,2 μm en la adaxial. Las células epidérmicas fuera de las franjas estomáticas son rectangulares.

Estomas de 26,1 (31,2) 36,3 x 17,4 (19,3) 21,8 μm en la cara abaxial, algo de mayor tamaño en la adaxial 27,6 (34,4) 37,7 x 17,4 (20) 21,8 μm , rodeados generalmente por 4 - 6 células subsidiarias que forman una corona de células alrededor de él, distribuidos en una franja que sigue la forma de la hoja en la parte superior de ella.

Densidad de estomas 41,6 (91,6) 166,6 estomas por mm^2 en la cara abaxial, y 41,6 (77,7) 208 estomas por mm^2 en la adaxial.

Material estudiado: SGO pm. Fan. 603, 604, 605 (SGO 65528 Aisén, Isla Jechica, H. Behn 83, II-1947). SGO pm. Fan. 600, 601 (SGO 78363, Magallanes, Pto. Gray, S. F. Anliot 6023, 18-XII-1967). SGO pm. Fan. 598, 599 (SGO 45367 Chiloé, Alerzales de Piuchué, M. R. Espinosa, 1913).

Podocarpus nubigena Lindl.

Hojas perennes, simples, alternas, muy coriáceas, linear-lanceoladas, de 1,5-3 cm de largo y 2-4 mm de ancho, ápice muy rígido y punzante, verde oscuras y con la nervadura marcada y prominente en la cara superior, con 2 bandas blanquecinas de estomas en la cara inferior. Hipostomáticas.

Figs. 11 - 21. Estomas, cara abaxial.

Figs. 11 - 12. *Lepidothamnus fonckii*, 11. 250x; 12. 500x; SGO pm Fan. 599.

Figs. 13 - 14. *Podocarpus nubigena*, 13. 250x; 14. 500x; SGO pm Fan. 800.

Figs. 15 - 16. *Podocarpus saligna*, 15. 250x; 16. 500x; SGO pm Fan. 589.

Figs. 17 - 18. *Prumnopitys andina*, 17. 250x; 18. 500x; SGO pm Fan. 564.

Figs. 19 - 20. *Savegothaea conspicua*, 19. 250x; 20. 500x; SGO pm Fan. 595.

Figs. 21. Células guardianas con engrosamientos cuticulares en la región polar, 500x.



Características de la epidermis foliar. Figs. 13, 14.

Células epidérmicas en la cara abaxial de 36,3 (57,2) 84,1 x 16,9 (20,4) 24,7 um, rectangulares de paredes algo onduladas las ubicadas en los espacios sin estomas, las que forman parte de las bandas estomáticas son poligonales de paredes rectas. Células epidérmicas de la cara adaxial de 29 (52) 87 x 14,5 (24) 37,3 um rectangulares de paredes rectas o algo onduladas, similares a las de los espacios sin estomas de la cara abaxial.

Estomas de 17,4 (23) 29 x 10,2 (13) 18 um, ubicados en la cara abaxial rodeados por 4 células, 2 laterales y 2 polares, agrupados en 2 bandas formadas por 15-16 hileras de estomas.

Densidad de estomas, 162,5 (208) 250 estomas por mm².

Material estudiado: SGO pm. Fan. 557, 798, 799 (SGO 103286, Valdivia, 18 km al E de Hueycolla, Landrum 4507, IV-1982). SGO pm Fan. 558, 559 (SGO 58614, Canales de La Patagonia, C. Skottsberg). SGO pm. Fan. 560, 561, 562, 803, 800 (SGO 67696, Barra de Río Bueno, Hollermayer 650, I-1935).

***Podocarpus saligna* D. Don**

Hojas perennes, simples, alternas, péndulas, linear-lanceoladas, de 5-10 cm de largo y 5-7 mm de ancho, uninerviadas, ligeramente falcadas terminadas en punta, verde oscuras en la cara superior, verde más claro en la cara inferior, con estomas sólo en la cara abaxial.

Características de la epidermis foliar. Figs. 15, 16.

Células epidérmicas en la cara abaxial de 27 (48,9) 80,7 x 14,5 (22,2) 31,4 um, rectangulares de paredes onduladas; en la cara adaxial de 21,3 (38) 57,5 x 15 (23,5) 34,8 um, rectangulares o cuadrangulares de paredes rectas o sólo levemente onduladas.

Estomas de 34,8 (40,3) 43,5 x 23,2 (26,3) 29 um, generalmente rodeados por 4 células epidérmicas, ubicados en hileras distribuidas en toda la superficie de la cara abaxial de la hoja, bastante continuos, separados corrientemente por 1 célula; las hileras de estomas también están separadas por escasas células epidérmicas.

Densidad de estomas, 75 (118,7) 175 estomas por mm².

Material estudiado: SGO pm. Fan. 580, 581 (SGO 104187, VII Región, Reserva Forestal Los Ruiles, Troncoso, 17-I-1985). SGO pm. Fan. 582-586 (SGO 73269, Reserva Forestal Llanacura, Valdivia, F. Schlegel 2554, I-1960) SGO pm. Fan. 589, 590 (SGO 103343, Biobío, Los Angeles, L. Landrum 4436, 3-X-1982) SGO pm. Fan. 587, 588 (SGO 105739, Parral, Barros, III-1943).

***Prumnopitys andina* (Poepp. ex Endl.) de Laub.**

Hojas perennes, simples, casi sésiles, dispuestas en 2 planos, lineares, falcadas, de 1-3,5 mm de largo y 1,5-2 mm de ancho, terminadas en un corto mucrón apical, verde oscuras en la cara superior y algo más claras en la cara inferior por la presencia de 2 bandas estomáticas blanquecinas.

Características de la epidermis foliar. Figs. 17, 18.

Células epidérmicas en la cara abaxial de 27,1 (44,6) 65,3 x 16,4 (23,5) 35,3 um,

rectangulares y de paredes levemente onduladas las ubicadas en las franjas estomáticas; generalmente de paredes onduladas a lobuladas las de los espacios sin estomas. En la cara adaxial células epidérmicas de 29,5 (51,8) 73,5 x 23,7 (35,5) 49,3 um, rectangulares y de paredes fuertemente onduladas a lobuladas.

Estomas de 37,7 (41,5) 43,5 x 20,3 (22,8) 27,5 um, generalmente rodeados por 4 células subsidiarias de paredes rectas, ubicados en la cara abaxial de la hoja, sin presentar una ordenación definida, forman 2 bandas estomáticas.

Densidad de estomas 62,5 (129,5) 212,5 estomas por mm².

Material estudiado: SGO pm. Fan. 563, 564 (SGO 105760, Parral, Fdo. San Manuel, Bernath 424). SGO pm. Fan. 565, 566 (SGO 083, Cordillera de Linares, Phil. I-1856). SGO pm. Fan. 567, 568 (SGO 105722, Traiguén, Bernath, 1946).

Saxegothaea conspicua Lindl.

Hojas perennes, simples, dispuestas en 2 planos divergentes, tiesas, lineares, a veces falcadas, de 1-2,5 cm de largo y 2,5-3 mm de ancho, terminadas en la parte superior en un mucrón poco punzante, verde oscuro en la cara superior y verde claro en la cara inferior donde se ubican 2 bandas estomáticas blanquecinas.

Características de la epidermis foliar. Figs. 19, 20.

Células epidérmicas en la cara abaxial de 34,8 (62,2) 107,3 x 18,4 (21,8) 31,8 um, rectangulares, de paredes levemente onduladas las ubicadas en las bandas estomáticas, de paredes algo más onduladas las de los espacios sin estomas. En la cara adaxial células epidérmicas de 37,7 (64,6) 104,4 x 15 (26,7) 36,3 um, rectangulares de paredes onduladas a lobuladas.

Estomas de 29 (36,2) 42 x 20,3 (23,5) 26,1 um, rodeados por 4 células subsidiarias, dos polares y dos laterales, de paredes lisas; ordenados en hileras las que forman 2 bandas estomáticas en la cara abaxial de la hoja. En las hileras los estomas están separados, generalmente sólo por una célula, la polar de 2 estomas continuos; las hileras están separadas comúnmente por 2 hileras de células epidérmicas. Densidad de estomas, 118,7 (295,5) 542 estomas por mm².

Material estudiado: SGO pm. Fan. 540, 541, 544 (SGO 104593, Islote Rupanco). SGO pm. Fan. 594, 595 (SGO 69453, Cauquenes, P. Pinto, 13-VII-1953). SGO pm. Fan. 591, 592, 593 (SGO 105017, Aisén, Bernath, 17-I-1946. SGO pm. Fan. 602, 606 (SGO 91926, Mallín Los Cipreses, Llanquihue, Villagrán-Meza-Troncoso, 19-II-1975).

DISCUSION

Los estomas de las Gimnospermas en general, están profundamente hundidos (Florin 1931); aparecen como suspendidos por las células subsidiarias o vecinas, que se disponen curvadas sobre ellos, es decir, los estomas están cubiertos o abovedados por las células subsidiarias; su presencia en la superficie está marcada por un anillo de células subsidiarias o anillo poral (Stace 1965). Otra característica común a las especies de este grupo, es la presencia de material finamente alveolar o granular, que ocluye los poros de los estomas, interpretada como cera, resina, o una emulsión cuticular físicamente porosa (Esau 1959).

Entre las Gimnospermas chilenas, *Araucaria araucana*, *Austrocedrus chilensis*, *Fitzroya cupressoides* y *Lepidothamnus fonckii* poseen hojas anfiestomáticas; *Pilgerodendron uviferum* tiene hojas epistomáticas y *Podocarpus nubigena*, *Podocarpus saligna*, *Prumnopitys andina* y *Saxegothaea conspicua*, hipostomáticas.

En relación al tipo de desarrollo ontogénico de los estomas de Gimnospermas, Florin (1931) reconoció los tipos haploqueilico y sindetoqueilico; en el primero de ellos, una célula madre, o tejido meristemático estomatal, forma sólo dos células guardianas y en el segundo caso, una célula madre origina dos células guardianas y una o más células subsidiarias; este mismo autor, en 1933, reemplazó los términos utilizados para definir el tipo de desarrollo ontogénico, por mesógeno, en el caso que el meristema o célula madre origina a las células guardianas y a un cierto número de células las subsidiarias, y perígeno, cuando el estoma inicial origina sólo las dos células guardianas y las células vecinas o células subsidiarias derivan de células epidermales ordinarias.

Fryns-Claessens y Van Cotthem (1973), en su clasificación de los tipos ontogénicos de estomas, subdividen los tipos ontogénicos básicos en varios subtipos, y ubicaron a la mayoría de las Gimnospermas en los subtipos aperígeno y poliperígeno; en el primer caso las células madre se dividen una vez para formar las dos células guardianas y las células epidermales que rodean al estoma son células vecinas derivadas independientemente del protoderma; este modelo ontogénico origina estomas adultos sin células subsidiarias o estomas anomocíticos (Van Cotthem 1970). En el caso del desarrollo ontogénico poliperígeno, las células guardianas se originan por una división longitudinal de las células guardianas madre y las células subsidiarias son producidas por divisiones desiguales de las células epidermales adyacentes, generalmente paralelas a la circunferencia de las células guardianas; este modelo ontogénico origina estomas adultos con varias células subsidiarias ubicadas en uno o más anillos, o estomas ciclocíticos (Van Cotthem 1970; Wilkinson 1979) o a veces con una ordenación más irregular alrededor de las células guardianas.

De acuerdo a las observaciones realizadas por los presentes autores, en relación al tipo de estoma adulto presente en las especies chilenas de Gimnospermas, se encontró en todas ellas una ordenación ciclocítica de las células que rodean a los estomas, con algunas características propias en cada género. De esta manera en *Araucaria araucana* único representante del género en Chile, es más frecuente encontrar estomas rodeados por un anillo doble de células subsidiarias, es decir del tipo anficíclico (Florin 1931, Van Cotthem 1970, Wilkinson 1979). En el caso de los géneros de la familia *Podocarpaceae*, el tipo estomático más característico es el ciclocítico-tetracítico (Wilkinson 1979); en *Lepidothamnus* el anillo de células subsidiarias es algo más notorio y diferenciable de las restantes células epidérmicas que en las otras *Podocarpaceae* chilenas, podría en este caso asimilarse este tipo estomático al descrito por Baranova (1987) como estefanocítico, definido como el estoma rodeado por 4 o más (5-7) células subsidiarias débilmente diferenciadas, que forman una roseta más o menos distinguible.

En las especies chilenas de *Cupresáceas*, los estomas están rodeados por dos células polares y dos células laterales, es decir del tipo tetracítico (Wilkinson 1979), ya que generalmente son 4 células las que rodean al estoma, en pocos casos se encuentran 5 o más células, pero aunque así suceda siempre dos células tienen ubicación polar; en esta familia no hay una ordenación típicamente cíclica de las células vecinas; sólo en *Austrocedrus chilensis* se observa una cierta ordenación de este tipo, aunque bastante menos destacada que en *Araucariaceae* y *Podocarpaceae*.

En *Ephedraceae*, familia en la cual sólo se consideró la especie *E. andina*, encontramos la misma disposición de las células vecinas característica de las *Cupresáceas*, es decir, dos células polares y dos laterales.

En la mayoría de las especies chilenas de Gimnospermas se observó la presencia de engrosamientos cuticulares en la región polar de las células guardianas, similares a las

mencionadas para algunas dicotiledóneas, por Wilkinson (1979), Stace (1965) y que ellos denominaron "piezas T" (Fig. 21); estos engrosamientos en ambos extremos de las células guardianas, generalmente se curvan dando de esta manera al estoma la apariencia de tener sus polos bifurcados.

CONCLUSIONES

Las características de la epidermis foliar que presentan un mayor valor para diferenciar las especies de Gimnospermas chilenas, corresponden al tamaño y forma de los estomas, distribución de estomas en la superficie foliar, la ordenación que ellos presentan, y la forma de las paredes de las células epidérmicas; complementando a estos caracteres se consideraron algunos de las hojas, principalmente la forma de ellas, para confeccionar la clave que permite identificar las especies chilenas.

CLAVE

- A Estomas entre 58-71 μm de largo *Araucaria araucana*
- AA Estomas hasta de 50 μm de largo
 - B Hojas reducidas a escamas *Ephedra andina*
 - BB Hojas escamiformes o linear-lanceoladas, no reducidas a escamas
 - C Hojas linear-lanceoladas
 - D Estomas distribuidos en toda la superficie abaxial de la hoja, ordenados en hileras *Podocarpus saligna*
 - DD Estomas distribuidos sólo en parte de la superficie abaxial de la hoja, agrupados en bandas estomáticas.
 - E Bandas estomáticas constituidas por hileras de estomas
 - F Células epidérmicas en ambas caras, de paredes rectas o sólo algo onduladas *Podocarpus nubigena*
 - FF Células epidérmicas en ambas caras, de paredes onduladas a lobuladas *Saxegothaea conspicua*
 - EE Bandas estomáticas constituidas por agrupaciones de estomas no ordenados en hileras *Prumnopitys andina*
 - CC Hojas escamiformes
 - G Hojas epistomáticas. Los estomas se distribuyen formando una agrupación de aspecto sagitado *Pilgerodendron uviferum*
 - GG Hojas anfiestomáticas
 - H Estomas reunidos en 4 bandas
 - I Estomas alargados. Bandas estomáticas formadas por 8 o más hileras de estomas *Austrocedrus chilensis*
 - II Estomas redondeados. Bandas estomáticas formadas por 5-8 hileras de estomas *Fitzroya cupressoides*
 - HH Estomas reunidos en una franja que sigue la forma de la parte superior de la hoja *Lepidothamnus fonckii*

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BARANOVA, A.

- 1987 Historical development of the present classification of morphological types of stomates. The Botanical Review vol. 53:53-79.

BARRERA, E.

- 1981 Análisis de la cutícula foliar de las especies chilenas del género *Polypodium* L. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 38:21-28, 18 figs.

BARRERA, E. e I. MEZA

- 1977 Análisis de la cutícula foliar de las especies chilena del género *Maytenus* Mol. (Celastraceae). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 35:31-39.
- 1982 Análisis de la cutícula foliar de las especies chilenas del género *Schinus* (Anacardiaceae). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 39:29-36, 24 figs.
- 1988 Características de la epidermis foliar de las especies de *Proteáceas* chilenas. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 41:57-69. 23 figs.

ESAU, K.

- 1959 Anatomía vegetal. Ed. Omega S.A. Barcelona. 729 págs.

FLORIN, R.

- 1931 Untersuchungen zur stammesge-schichte der coniferales und cordaitales. Kungl Svenska Vetenskap-sakademiens. Handlingar Band 10 (1): 588 págs., 58 taf.
- 1933 Die von E. L. Ekman (+) in Westindien gesammelten Koniferen. Arkiv for Botanik, Bd 25 A Hf. 3(5):1-22, 3 taf.

FRYNS-CLAESSENS, E. W. y VAN COTTHEM

- 1973 A new classification of the ontogenetic types of stomata. The Bot. Review vol. 39(1)71-137.

HOFFMANN, J. A.

- 1982 Flora silvestre de Chile. Zona Austral. Edic. Fundación Claudio Gay 258 págs.

HUNZIKER, J.

- 1949 Sinopsis de las especies argentinas del género *Ephedra*. Lilloa XVII: 147-174.

MARTICORENA, C. y M. QUEZADA

- 1985 Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana 42(1-2), 157 págs.

MUÑOZ, P., C.

- 1966 Sinopsis de la flora chilena. Edic. de la Universidad de Chile, 500 págs.

MUÑOZ, S., M.

- 1987 *Ephedra multiflora* Phil. ex Stapf (Ephedraceae) confirmada en Chile. Notic. Mensual, Mus. Nac. Hist. Nat. N° 312:13-14.

RODRIGUEZ, R., C. MARTICORENA y M. QUEZADA M.

- 1983 Flora arborea de Chile. Edit. de la Universidad de Concepción, Chile, 408 págs.

STACE, C. A.

1965 Cuticular studies as aid to plant taxonomy. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Bot. 4:1-78.

VAN COTTHEM, W.

1970 Comparative morphological study of the stomata in the Filicopsida. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 40:81-239.

WILKINSON, P.

1979 The plant surface (mainly leaf). En Metcalfe and Chalk, Anatomy of the Dicotyledons, Oxford Univ. Press, London. 2ª ed. vol. 1:97-165.

ZOLLNER SCH., O.

1975 Una *Ephedra* nueva para la flora chilena. *Ephedra trifurcata* Zöllner, Nov. Spec. Anales Museo Historia Natural, Valparaíso. N° 8:81-84.

Contribución recibida: 05.09.90; aceptada: 02.11.90