

Cambios estructurales producidos durante el desarrollo de la corteza en *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. Et Meyer, Anacardiaceae

Structural changes during bark development in Schinopsis quebracho-colorado (Schlecht.) Barkl. Et Meyer, Anacardiaceae

A. M. Giménez¹

Recibido en octubre de 1999; aceptado en mayo del 2000

RESUMEN

El objetivo del trabajo es analizar los cambios estructurales del tejido cortical en *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, quebracho colorado santiagueño, durante su desarrollo en función de las variables edad y altura

Se trabajó con 10 individuos de DAP (diámetro a la altura de pecho, 1.30 m.) superior a 30 cm, seleccionados en la localidad de Los Pirpintos, Departamento Copo, Santiago del Estero, Argentina. Se usó la terminología Roth y los criterios de Helinska et al.

La corteza resultó ser un tejido muy variable cualitativa y cuantitativamente.

El espesor de la corteza incrementa con la edad, y disminuye con la altura, variando significativamente entre individuos.

Los principales cambios estructurales producidos son: aumento del tejido esclerenquimático con la formación de células pétreas, disminución del tejido blando y de las estructuras de secreción. La formación del ritidoma se inicia a partir de los 8 años. El número de capas peridérmicas acumuladas en el ritidoma aumenta con la edad (hasta 13 capas peridérmicas), siendo la última modificación que se produce en la corteza.

Palabras Clave: *Schinopsis quebracho-colorado*, cambios, edad, altura

ABSTRACT

The objective of the work is to explain the behavior of the anatomical elements of the secondary stem in function of age and height of *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, *Anacardiaceae*.

Ten trees of DBH more than 30 cm, from the natural forest of Los Pirpintos, Copo Department, Santiago del Estero, Argentina, were studied.

Methodology adopted is that of Helinska et al. and Roth.

Bark appears as very variably tissue, with meaningful differences among treatments in relationship to height, and age. Bark thickness increases with age and reduces with height.

Qualitative changes during the bark development were described. Specific formation of sclerenchymatic tissue (stone cells), decrease of the soft tissue and secretion structures. are processes with strongly affect the bark structure. The formation of rhytidome is the last modification of bark structure, begin at 8 years and increases with the age.

Key words: *Schinopsis quebracho-colorado*, changes, age, height

¹ Cátedra de Dendrología, Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912, 4200 Santiago del Estero, Argentina.

E-mail: amig@unse.edu.ar

1. INTRODUCCION

El crecimiento de un árbol es un proceso acumulativo, repetitivo y sincronizado regido por los meristemas. Los meristemas en su división y diferenciación celular producen tejidos que pueden variar y transformarse a lo largo de la vida de la planta.

Una de las grandes incógnitas del desarrollo de un árbol, es conocer si en el proceso de formación de las sucesivas capas de crecimiento, el material que se produce es similar o tiene algún patrón de variación.

La familia Anacardiaceae, es una de las más importantes dentro de la flora dendrológica argentina, siendo *Schinopsis quebracho colorado* la especie forestal principal del Chaco Seco. La característica más conspicua es la presencia de sustancias tánicas en alta proporción en las distintas partes del vegetal. En el leño el contenido de fenoles totales es del 25 %, 6 en la albura y 28.5 en el durámen (Hillis, 1987). La corteza, hojas y frutos contienen tanino, en un sistema interconectado en la planta.

La corteza forestal (incluye el floema y la peridermis), ha sido estudiada a nivel mundial con menor frecuencia que el leño. Es un carácter importante desde un aspecto biológico por su capacidad de respuesta ante condiciones ambientales adversas (Archer y Wyk, 1993).

Los rasgos anatómicos de la corteza forestal son interpretados como un signo de especialización del vegetal a factores climáticos extremos como el xerofitismo, el frío, la contaminación y el fuego (Roth, 1981).

Los estudios descriptivos con fines taxonómicos más notables corresponden a Zahur (1959), Chattaway (1953), Trockenbrodt y Parameswaran (1986), Rollet (1982), Jiménez Saa (1973), Roth (1981), Giménez (1988), Giménez y Moglia (1995), Roth y Giménez (1997).

La corteza, a diferencia del leño, cambia continuamente con la edad (Trockenbrodt, 1991). Su espesor varía altamente con factores ambientales, genéticos y biológicos (Esau, 1969). El conocimiento de tal variabilidad a lo largo del desarrollo del vegetal es importante si la utiliza con fines taxonómicos.

La variación de los caracteres corticales en relación a la longitud de los elementos fue estudiado entre otros por Parameswaran y Liese (1974), Ghouse y Siddiqui (1976).

El objetivo del presente trabajo es:

Analizar los cambios estructurales del tejido cortical de *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, quebracho colorado santiagueño, durante su desarrollo en función de las variables edad y altura

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en 10 individuos adultos de la especie *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer., quebracho colorado santiagueño, perteneciente a la familia Anacardiaceae, de la región Chaqueña Seca, apeados en julio de 1995.

El material fue obtenido del predio de la Cooperativa Forestal Los Pirpintos, en la localidad de Los Pirpintos, Departamento Copo, Provincia de Santiago del Estero, Argentina.

La elección de los árboles para el estudio se realizó en forma selectiva y siguiendo los criterios de: individuo adulto (DAP superior a 30cm); calidad del fuste (sin defectos); posición

social (árbol dominante); tipo de copa (simétrica) y vitalidad (sano).

El árbol seleccionado fue abatido y se extrajeron rodajas de 5 cm. de espesor, en la altura de 0.30, 1.30 y de allí cada metro hasta la primera ramificación (Helinska, et al., 1991). La edad de los árboles está comprendida entre 70 y 110 años. La edad consignada a cada altura fue determinada en función de los anillos de crecimiento del xilema.

Se trabajó con las secciones transversales a las alturas de 0.30, 1.30, 2.30 y 3.30 m. corresponden a los tratamientos H1, H2, H3 y H4 respectivamente y en las orientaciones (N, S, E, O). Los parámetros analizados son los siguientes: espesor de la corteza viva, muerta, total y número de peridermis acumuladas, proporción de tejidos del floema, tiempo de formación del ritidoma. Para las descripciones anatómicas se trabajó con probetas de la sección a 1.30 m. en la orientación Norte, donde se consignó la edad al DAP. Los preparados microscópicos se efectuaron siguiendo las técnicas tradicionales empleadas en el leño, pero sin hervir el material. Se usó la terminología de Roth (1981).

Los datos fueron tratados para su análisis estadístico siguiendo el modelo de medidas repetidas (Cody y Smith, 1991) para el análisis de la varianza (ANOVA). Cabe destacar que este modelo aumenta la precisión a la prueba de “F” debido que considera al árbol como una variable clasificatoria y lo descuenta del error experimental.

Paralelamente se realizó la comparación múltiple de medias para caracterizar la significación mostrada por la prueba de “F” mediante un ordenamiento de medias de tratamientos. Para este fin fue utilizada la prueba de “Duncan” al 95% de probabilidad, por ser el recomendado para comparaciones entre tratamientos.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Características de la Corteza

Schinopsis quebracho-colorado, presenta corteza del tipo dehiscente, en placas poligonales con patrón de distribución definido. Las placas poseen bordes notorios, con grietas longitudinales profundas; de consistencia quebradiza, coloración pardo grisácea y acumulación de varias capas peridérmicas.

En sección transversal posee diferencia de estructura y coloración entre corteza viva y muerta (Fig.1), con puntos de secreción de distribución regular de exudados pardos y abundantes. Si se lastima la corteza, se observa el flujo rápido de tanino en puntos determinados y a intervalos regulares, tornándose viscosos en contacto con el aire.

La corteza viva está constituida fundamentalmente por tejido blando: tubos cribosos, células acompañantes, parénquima axial, radial y canales secretores de tanino (Fig. 2).

El floema presenta estratificación transversal de tejidos blandos, donde se alternan capas de parénquima axial y parénquima especializado que rodea a los elementos de secreción (Fig. 3). El floema carece de tejido mecánico de formación primaria. Es frecuente diferenciar células pétreas de formación secundaria, dispuestas en bandas tangenciales (Fig. 4).

En el floema externo, la distribución de los tejidos conserva su orden, siendo frecuente la presencia de células pétreas. Los radios del floema son 1, 2, 3 y 4 seriados, heterogéneos, con dilatación irregular, sin formación secundaria de células pétreas.

La característica más conspicua del floema es la presencia de canales secretores de tanino de tres tipos: axiales y horizontales radiales y tangenciales. Los primeros se disponen en bandas tangenciales rodeados de un parénquima especializado en bandas. Los radiales (Fig. 5) están incluidos en los radios del floema y los tangenciales, dispuestos en el floema externo, comunicando los canales axiales. El área neta de canales axiales por mm² es de 0.033.

La corteza muerta, externa ó ritidoma, comprende todos los tejidos aislados por fuera de la última capa de suber formada, se acumula y paulatinamente se pierde con el tiempo. La peridermis está constituida por la capa de suber, el felógeno y la felodermis (Fig. 6). El suber está compuesto de células hexagonales isodiamétricas de paredes delgadas, con espesamiento de pared en U (Fig. 7). La felodermis presenta células isodiamétricas de paredes delgadas. El ritidoma es del tipo escamoso con acumulación de hasta 13 capas peridérmicas.

La corteza de *Schinopsis quebracho-colorado*, tiene las características citadas por Giménez y Moglia (1995) para el género *Schinopsis* y para la familia Anacardiaceae por Roth (1981).

Se analizaron las modificaciones cualitativas y cuantitativas producidas en tejido cortical.

Cambios cuantitativos

La evolución de los parámetros corteza viva y muerta fue analizada a cuatro alturas (0.3, 1.3, 2.3, 3.3 m) con los siguientes resultados estadísticos (Tabla 1):

Tabla 1. Resumen estadístico de los caracteres de la corteza en relación a los tratamientos H1, H2, H3 y H4 - Test de Duncan a un nivel de probabilidad de 0.95.

Variable	Fuente de variación entre árboles	Fuente de variación entre tratamientos	x (cm)	Coeficiente de Variación experimental	Fuente de variación				Media Cuadrática Experimental
					H1	H2	H3	H4	
Corteza viva	***	***	0.394	10.78	0.465 A	0.443 A	0.374 B	0.295 C	0.00180
Corteza muerta	***	***	0.809	26.77	1.10 A	0.863 A	0.675 C	0.597 C	0.04696

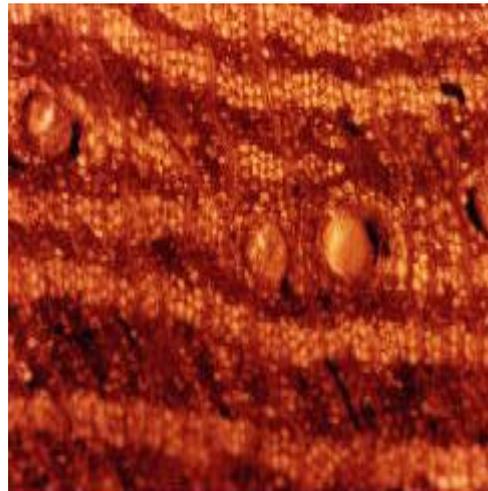
NS = no significativo. *** = Altamente significativo a un nivel de probabilidad del 0.95.

El cambio de letra en la prueba Duncan representa nivel de significancia

Hay diferencias altamente significativas entre individuos y tratamientos para las dos variables, con un coeficiente de correlación 0.502.



1



2



3



4

Corteza de *Schinopsis quebracho-colorado*

Fig. 1. Aspecto macroscópico de la sección transversal de la corteza forestal

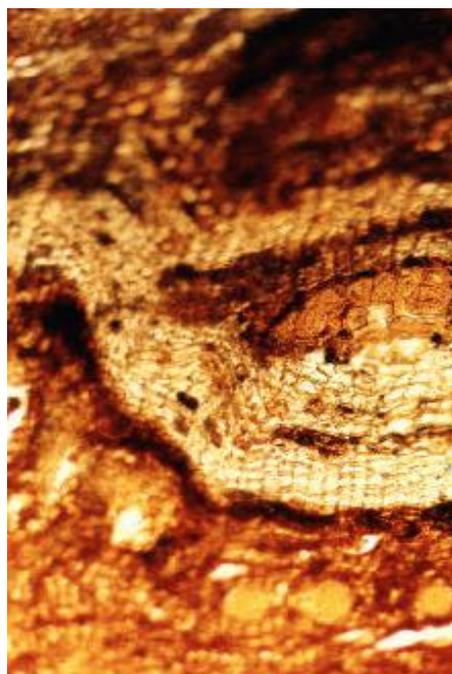
Fig. 2. Estructura del floema donde se observa la estratificación del tejido blando.

Fig. 3. Parénquima especializado que rodea los canales secretores axiales

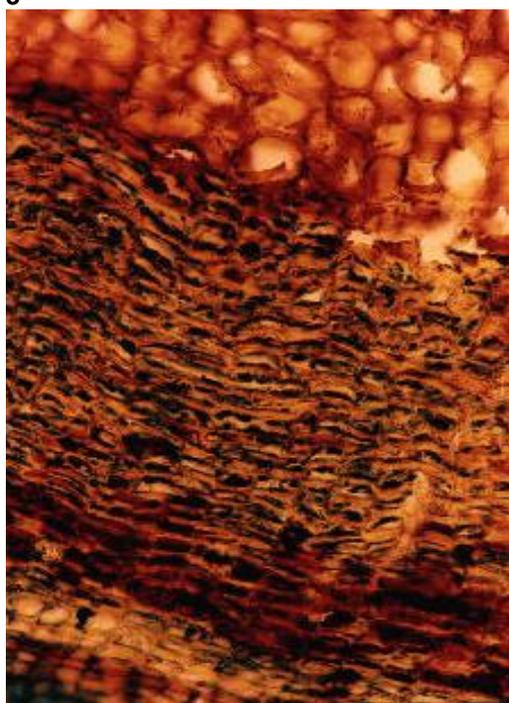
Fig. 4. Células pétreas de formación secundaria en el floema



5



6



7



8

Corteza de *Schinopsis quebracho-colorado*

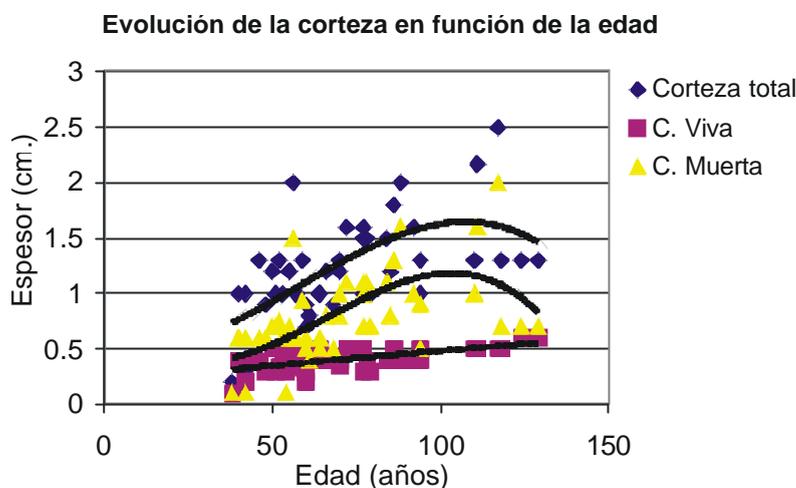
Fig. 5. Canales secretores radiales.

Fig. 6. Peridermis, con capa de suber desarrollado

Fig. 7. Suber con células en forma de U invertida.

Fig. 8. Esclerificación del floema

La corteza varía en función de la edad, según la Fig. 8.



La corteza viva tiene un valor medio de 3.94 mm, S: 0.10028, CV%: 23.04. Esta variable está correlacionada con la edad (0.7497).

La corteza viva presenta diferencias altamente significativas entre individuos y entre tratamientos para las diferentes alturas. El test de Duncan indica diferencias no significativas entre las alturas 1 y 2, altamente significativas entre las alturas 2 y 3, 3 y 4. La corteza viva aumenta con la edad del árbol, con un proceso similar al citado por Giménez et al. (1997) para *Prosopis kuntzei*.

La corteza muerta tiene un espesor medio 8.09 mm, S: 4.37, CV %: 49. La corteza muerta aumenta con la edad y el diámetro del árbol, hasta un máximo que se evidencia a los 110 años, para luego disminuir. Presenta diferencias altamente significativas entre árboles y a diferentes alturas. El test de Duncan indica diferencias altamente significativas entre las alturas 2 y 3.

La corteza muerta se incrementa con la edad al igual que la corteza total hasta un valor máximo a edades avanzadas, con alta correlación (Trockenbrodt, 1994)

La corteza total tiene un valor medio de 12.5 mm, S: 4.48, CV %: 35,7. La corteza total y la corteza muerta están altamente correlacionadas (0.967), mientras que la corteza total y corteza viva presentan correlación baja (0.64). La corteza total depende básicamente de los valores de corteza muerta ya que la viva es menos variable.

El espesor de la corteza es un carácter propio de las especies y está altamente influenciado por los factores ambientales (Roth, 1981).

La corteza evoluciona en función de la altura de corte según Fig. 9, donde se observa una disminución de la corteza total, viva y muerta.

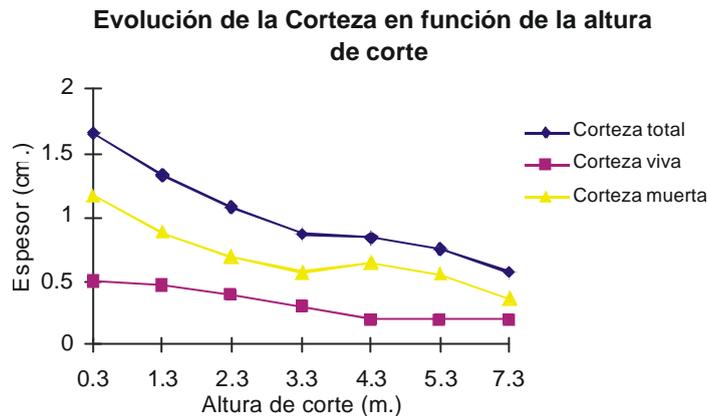


Figura 9. Evolución de la corteza y la altura

En los árboles estudiados la corteza tuvo un espesor máximo de 2,5 cm de espesor, a partir del cuál se produce la dehiscencia de la misma.

Cambios cualitativos

La corteza es un tejido que el vegetal descarta, contrariamente a la madera, modifica su estructura con la edad. Los principales cambios anatómicos producidos se citan a continuación:

La proporción de tejidos floemáticos varía con la edad según se indica en Fig. 10.

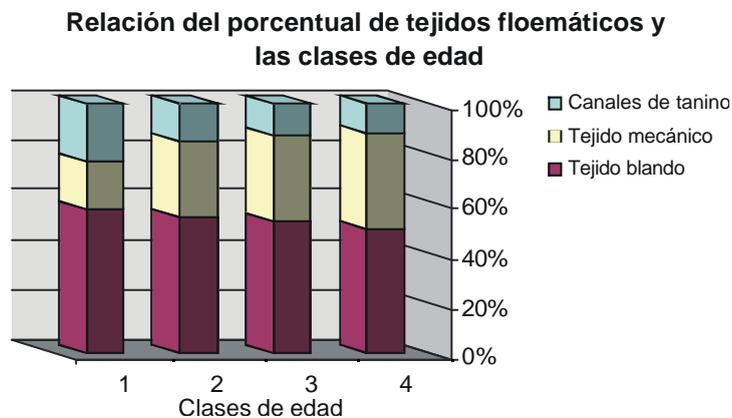


Figura 10. Relación entre el porcentual de tejidos floemáticos y las clases de edad.

El parénquima axial, en alguna proporción se transforma secundariamente en células pétreas. Se incrementa el tejido mecánico y disminuye el tejido blando y los canales de tanino. La disminución del tejido parenquimático se produce por una esclerificación secundaria. Trockenbrodt (1991) cita una variación de la proporción de tejidos corticales con la edad, con incremento del tejido mecánico y un proceso de dilatación fuerte.

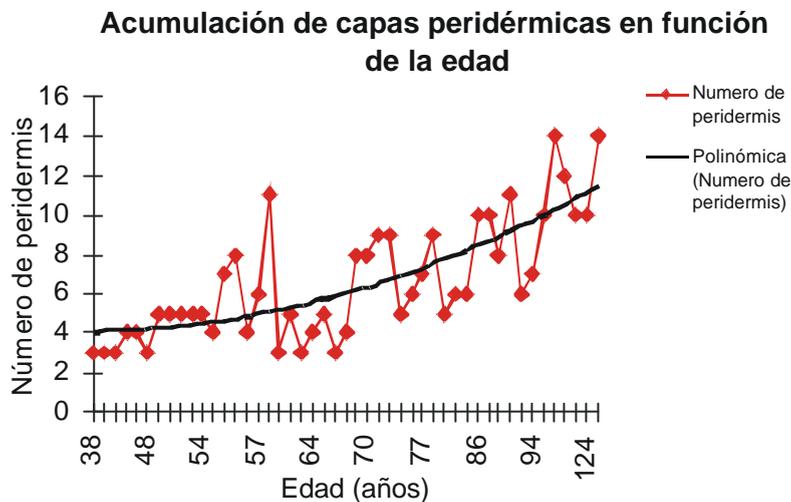
Las estructuras secretoras disminuyen su diámetro y el porcentaje de los canales en el floema, al aumentar la edad de la planta (Tabla 2):

Tabla 2. Características de las estructuras de secreción de la corteza y la edad

Edad	Diámetro tangencial de canales en m	Porcentaje de canales según histograma de tejidos
0-20	70	23
21-40	60	15
41-60	48	13
61-80	36	12

Las estructuras secretoras disminuyen con la edad en *Ulmus glabra* (Trockenbrodt, 1991).

El número de capas peridérmicas acumuladas se incrementa con la edad y ajusta a una función polinómica de segundo grado con un $R^2: 0.79$, según se expresa en Fig. 11.

**Figura 11.** Acumulación de capas peridérmicas en función de la edad.

El número de peridermis que constituyen el ritidoma es indicativo de condiciones del medio. Cuando el vegetal requiere de protección ante condiciones extremas, se colecta mayor número de capas de suber (Roth, 1981).

En *Schinopsis quebracho-colorado* el ritidoma se diferencia a partir de los 8 años, con un acumulación de hasta 13 capas peridérmicas a edades superiores a 100 años.

El tiempo de formación de ritidoma ha sido un parámetro analizado por diversos autores. En *Quercus cerris* se inicia a los 30 años (Babos, 1979), en *Betula alba* a los 5-6 años (Lindquist, 1946)

El tiempo de formación del ritidoma varía considerablemente con los individuos, especie y sitio, estando supeditado a condiciones ambientales (Glitzenstein y Harcombe, 1979). *Quercus falcata* adelanta la formación del mismo en ambientes más secos, la exposición y la insolación aceleran el proceso (Zeeuw, 1941).

4. CONCLUSIONES

Se concluye:

- La corteza forestal de *Schinopsis quebracho-colorado* es una estructura muy variable cualitativa y cuantitativamente.
- La corteza total, viva y muerta aumentan con la edad, variando significativamente con la altura y entre individuos.
- Con la edad, el floema modifica su estructura, aumenta el tejido esclerenquimático, disminuye el tejido blando y las estructuras de secreción.
- La formación del ritidoma se inicia a partir de los 8 años. El número de capas peridérmicas acumuladas en el ritidoma aumenta con la edad (hasta 13 capas peridérmicas).
- Es necesario continuar las investigaciones sobre los cambios estructurales a edad superior a la analizada a fin de determinar el patrón cortical óptimo para ser empleado con fines diagnósticos

REFERENCIAS

- Archer, R.; Van Wyk, A. 1993. Bark structure and intergeneric relationships of some southern African Cassinoideae (Celastraceae). IAWA Bulletin n.s. Vol 14 (1): 35-54.
- Babos, K. 1979. Anatomische Untersuchungen der Rinde bei den Stämmen von *Quercus cerris* var. *cerris* Loud. und *Quercus cerris* var. *austrica* (Willd.) Loud. Folia Dendrol. 6: 60-78.
- Cody, R.; Smith, J. 1991. Applied statistic and the SAS. Programming Language. North Holland. 3 ed. New York, Amsterdam, London. 404 p.
- Chattaway, M. 1953. The anatomy of bark .I. The genus Eucalyptus. Austral. J. Bot.1: 402- 433.
- Esau, K. 1969. The phloem. Encyclopedia of Plant Anatomy, Vol. V Part. 2. 505 p.
- Ghouse, A.; Siddiqui, F. 1976. Cell length variation in phloem fibers within the bark of four tropical trees *Aegle marmelos*, *Mangifera indica*, *Syzigium cumini*, *Zizyphus mauritiana*. Blumea 23: 13- 16.
- Giménez, A. 1988. Estructura cortical de Leguminosas Argentinas- Primera parte- Inédito
- Giménez, A.; Moglia, G. 1995. Estructura cortical de Anacardiáceas Argentinas. Revista de Investigaciones Agrarias - Sistemas y Recursos Forestales - España- Vol 4: 45-56.
- Giménez, A.; Moglia, G.; Ríos, N. 1997. Leño y corteza de *Prosopis kuntzei* .Rev. Investig. Agrarias Sistemas y Recursos Forestales. España. Vol. 6 (1).
- Glitzenstein, J.; Harcombe, P. 1979. Site specific changes in the bark texture of *Quercus falcata* (Southern Red Oak). Amer. J. Bot. 66: 668- 672.
- Helinska, R., Raczkowska, E.; Fabisiak, G. 1991. Radial variation and growth rate in the length of the axial elements of sessile oak wood. IAWA Bull.Vol.12 (3): 257- 262.
- Hillis, W. 1987. Heartwood and tree exudates. Springer Series and Wood Science. p: 267.
- Jiménez Saa, H. 1973. Forestry development in Surinam, Forest botany. Project working document 4. FO: SF/SUR/71/506. FAO, Paramaribo.
- Lindquist, B. 1946. Studien uber die Stammrindentypen der Gattung Betula L. Acta Horti Bergiani 14: 91-132.
- Parameswaran, N.; Liese, W. 1974. Variation of cell length in bark and wood of tropical trees. Wood Sci. Technol. 8: 81-90.
- Ritcher, H. 1981. Anatomie des sekundären Xylems und der rinden der Lauraceae. Sonderbanden des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg 5. P. Parey, Hamburg, Berlín.
- Rollet, B. 1980, 1982. Interet de l'étude des écorces dans la détermination des arbres tropicaux siu pied. Bois Forets Trop. 194 : 3-28; 195 : 31- 50.

- Roth, I. 1981. Structural Patterns of Tropical barks. Encyclopedia of Plant Anatomy. 609 p.
- Roth, I.; Giménez Bolzón, A. 1997. Argentine Chaco Forests. Dendrology, tree structure, and economic use. 1-The Semid-arid Chaco. Encyclopedia of Plant Anatomy. Gerbruder Borntraeger Berlin Stuttgart. 180 p.
- Trockenbrodt, M. 1991. Qualitative structural changes during bark development in *Quercus robur*, *Ulmus glabra*, *Populus tremula* and *Betula pendula*. IAWA Bull. n.s. Vol. 12 (1): 3-5.
- Trockenbrodt, M. 1994. Quantitative change of some anatomical characters during bark development in *Quercus robur*, *Ulmus glabra*, *Populus tremula* and *Betula pendula*. IAWA Bull. n.s. Vol. 15 (4): 13
- Trockenbrodt, M.; Parameswaran; N. 1986. A contribution to the taxonomy of the genus *Inga* Scop.(Mimosaceae) based on the anatomy of the secondary phloem. IAWA Bull. n.s.7: 62-71.
- Zahur, M. 1959. Comparative study of secondary phloem of 423 species of woody dicotyledons belonging to 85 families, Cornell Univ. Agr. Expt. Stat. Mem.358.
- Zeeuw, C. 1941. Influence of exposure on the time of deep cork formation in three northeastern trees. Bull. New York St. Coll. For. 14, Techn. Publ. n 56.

