

**Variación anatómica de acículas
de *Pinus caribaea* var. *Caribaea*
Barrett y Golfarien en
seis localidades de Pinar del Río**



Needles anatomical variation *Pinus caribaea* var. *Caribaea* Barrett & Golfari in six localities of Pinar del Río

José Armando Piloto Casado, Irma Armas Armas, Gretel Geada López

¹Estudiante de Ingeniería Forestal Quinto Año. Universidad de Pinar del Río "Hnos Saíz Montes de Oca". Calle Martí 270 Final, Pinar del Río.
Correo electrónico: silveria@princesa.pri.sld.cu, teléf.: (48-765682).

²Doctora en Ciencias Biológicas. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca".

Recibido: 15 de octubre de 2014.

Aprobado: 22 de diciembre de 2014.

RESUMEN

Se definieron los tipos anatómicos de *Pinus caribaea* var. *caribaea* a partir la descripción de la estructura anatómica en un corte transversal a la acícula. Se tomaron muestras de 15 individuos en 6 localidades. Los canales resiníferos fueron continuos a lo largo de las acículas y no hubo diferencias en cuanto a la posición de los mismos por población. La especie mostró variación en las 19 variables medidas y no en cuanto al tipo de canal que fue endonal. Se definieron tres tipos y dos subtipos para esta especie considerando a las variables del parénquima, de este análisis se pueden definir aproximadamente dos grupos correspondientes a ecótopos extremos. Se definen fundamentalmente cuatro grupos correspondiente a Pretilles, Sabanalamar, San Juan y el resto de las localidades. La especie tiene patrones adaptativos a los ecótopos donde se desarrolla.

Palabras clave: Endonal; Ecótopos; Parénquima; Canales resiníferos; *Pinus caribaea* var. *Caribaea*.

ABSTRACT

The anatomical types of needle of *Pinus caribaea* var. *caribaea* were defined from sample of six localities. 15 individuals' samples were collected. The resin ducts were continuous throughout the needle and there were not differences for the position and type in same location. The specie showed variation in the 19 variables measures but not for the duct type, that was endonal. We defined three types and two subtypes for this species considering to the variables of the parenchyma. From this analysis, two groups were visible corresponding to extreme condition: Sabanalamar, San Juan and the rest. The species has pattern of adaptations at anatomic level.

Keys words: Endonal; Ecotopo; Parenchyma; Resin ducts, *Pinus caribaea* var. *caribaea*

INTRODUCCIÓN

El género *Pinus* incluye 111 especies (Geada-López *et al.*, 2002, Richardson *et al.*, 1998, Gernandt *et al.*, 2005), más de 30 viven al Sur del Trópico de Cáncer, la mayoría de las cuales han sido muy poco estudiadas.

En la actualidad, la distribución natural de los pinos se extiende desde las regiones árticas y subárticas de Norte América y Eurasia al sur de las regiones subtropicales y tropicales de América Central y Asia, y una especie que se extiende incluso en el sur del ecuador, *Pinus merkusii* (Mirov 1967, Price *et al.*, 1998). Los pinos se originaron en el hemisferio norte, probablemente en el este de Asia o el Oeste de Norteamérica hace alrededor de 155 millones de años [MA] (Gernandt *et al.*, 2008). Aunque su presencia en Norteamérica es antigua, el género *Pinus* se diversificó notablemente a partir de su llegada a México, hace 21 millones de años (Farjon y Styles, 1997; Styles, 1997; Gernandt *et al.*, 2005, 2008). La dirección general de la colonización de México y Centroamérica por los pinos fue norte-sur.

Las especies más interesantes son las que viven en el área del Caribe, donde existen barreras físicas que limitan su distribución, en especial en las islas, por lo que el endemismo para este grupo botánico es grande (Jardón-Barbolla *et al.*, 2011). Entre estas especies insulares y endémicas se encuentran *P. caribaea* Morelet, *P. cubensis* Grisebach, *P. maestrensis* Bisse, *P. tropicalis* Morelet y *P. occidentalis* Sw. distribuido en la Española.

En Cuba existen 4 especies de pino, una de ellas como una variedad de una especie eminentemente mesoamericana. *Pinus tropicalis* Morelet, *P. caribaea* Morelet var. *caribaea* para Cuba occidental y *P. cubensis* Grisebach y *P. maestrensis* Bisse (López, 1982) para el oriente. Las últimas dos especies forman bosques abiertos en áreas de bajas elevaciones, mientras que *P. tropicalis* y *P. caribaea* var.

caribaea forman bosques extensos en zonas montañosas del oeste del país (Bisse, 1988).

P. caribaea var. *caribaea* conocido como pino macho, tiene su área de distribución geográfica en la provincia de Pinar del Río e Isla de la Juventud. En gran parte de la provincia de Pinar del Río e Isla de la Juventud se asocia simpátricamente con *P. tropicalis* Morelet o formando rodales puros solamente en la meseta de Cajalbana, desde el punto de vista evolutivo es una especie joven y que reporta un comportamiento invasor (Dvorak *et al.*, 2005, Jardón-Barbolla *et al.*, 2011)

Debido a la importancia económica que tiene la especie *P. caribaea* var. *caribaea*, para la provincia y el país, las plantaciones comerciales están en crecimiento y la especie se encuentran en los planes de desarrollo forestal, sin embargo, la superficie que ocupan los bosques naturales de las especies estudiadas dentro de Pinar del Río es cada vez menor y en Isla de la Juventud están muy disminuidas por el uso excesivo de su madera.

No se han realizado estudios detallados sobre las variaciones anatómicas de esta especie, en las diferentes localidades en que se desarrolla de forma natural, para someterla a comparación por poblaciones y evaluar si existe o no algún patrón adaptativo.

De esta manera el **objetivo general** es caracterizar los tipos anatómicos de las acículas de *P. caribaea* var. *caribaea* en seis localidades de la provincia de Pinar del Río, a través de la descripción del comportamiento general de la anatomía de las acículas de *P. caribaea* var. *caribaea* en seis localidades de la provincia de Pinar del Río y la caracterización de los tipos anatómicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó entre los meses de septiembre de 2014 a junio de 2015, se muestrearon seis poblaciones naturales de la especie

Pinuscaribaea var *caribaea* Morelet (Tabla 1).

Tabla 1. Georeferenciación de las áreas naturales de colecta.

Población	País	Provincia	Municipio	Coordenadas geográficas	Especies recolectadas
Minas	Cuba	Pinar del Río	Minas	22° 56' N 83° 36' O	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>
San Juan	Cuba	Pinar del Río	San Juan	22° 20' N 83° 54' O	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>
Viñales	Cuba	Pinar del Río	Viñales	22° 34' N 83° 42' O	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>
Sabanalamar	Cuba	Pinar del Río	Guane	22° 08' N 83° 59' O	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>
Galalón	Cuba	Pinar del Río	La Palma	22° 41' N 83° 26' O	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>
Mantua	Cuba	Pinar del Río	Mantua	22° 25' N 84° 15' O	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>

Variación anatómica de las acículas

Para caracterizar la variación anatómica se colectaron de 20 a 30 acículas por árbol de la parte intermedia de la copa, en un total de 15 árboles por población. La distancia entre árboles fue de 40 a 50 metros para que la muestra fuera lo más representativa posible de las poblaciones objeto de estudio.

Se realizaron cortes transversales a las acículas elegidas al azar por cada individuo, los cuales fueron realizados en tres partes de la acícula para comprobar de esta manera la continuidad de los canales y de las hileras de estomas, el trabajo fue realizado en un microscopio óptico binocular de campo brillante marca Novel.

Las variables anatómicas evaluadas fueron: Número de estomas (EN), número de canales (NC), grosor de la cutícula (GC), grosor de la epidermis (GEp), grosor de la hipodermis (GHp), grosor del parénquima clorofílico (GPC), grosor del parénquima de transfusión junto con la endodermis (PTE), distancia entre canal 1 y 2 (DEC1), distancia entre canal 1 y 3 (DEC2), distancia entre canal 2 y 3 (DEC3), distancia entre canal 2 y 4 (DEC4), distancia del borde al canal 1 (DBC1), distancia del borde al canal 2 (DBC2), distancia del borde al canal 3 (DBC3), distancia del borde al canal 4 (DBC4), distancia del

centro canal 1 (DCO1), distancia del centro canal 2 (DCO2), distancia del centro canal 3 (DCO3) y distancia del centro canal 4 (DCO4).

Todo ello fue medido con el micrómetro ocular, calibrado para las lentes 10x y 40x, el valor de cada división para la primera lente fue de 0,01micras, y para la segunda 0,0025micras. Se registró el tipo de canales resiníferos por población conforme a Sheueet *al.*, (2014).

Análisis biométrico:

Con el propósito de examinar las relaciones entre las variables anatómicas sobre la variación total de la especie y para reducir dichos datos, se empleó un análisis de componentes principales con el número de variables necesarias para explicar la variación, para ello se prefijaron tantos componentes principales como aquellos con autovalores mayores que uno y que explicaran más del 65 % de la variación.

Se utilizó además un análisis discriminante con el objetivo de determinar dentro del grupo de las variables cuales contribuyen a la diferenciación de cada población y si a nivel anatómico se establecían grupos asignables a las poblaciones geográficas. Este análisis permite además, determinar la pertenencia de cada árbol a un grupo (localidad) en función de las variables. En ambos

análisis se utilizaron las herramientas del paquete estadístico SPSS versión 15. Para la determinación de los tipos anatómicos se emplearon las variables, más discriminatorias del análisis anterior: PTE, GEp.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción general de la anatomía foliar de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

Como se muestra en la (Tabla 2 y Figura 1), la anatomía de la acícula en *Pinus caribaea* var. *caribaea* es un abanico, con un promedio de 2 canales resiníferos por acícula, aunque existieron muestras con 3 y 4 en aislados individuos de algunas poblaciones (Viñales, Sabanalamar, Galalón y Mantua); estos canales fueron continuos a lo largo de la acícula.

El número promedio de hileras de estomas es de 15 por acícula, aunque estos valores oscilaron entre 11 y 22 el menor valor se observó en La Palma y el mayor valor en San Juan, el grosor de la cutícula obtuvo un valor de 0,025

micras lo que se comportó bastante uniforme en las seis localidades, la epidermis es uniestratificada con valor promedio de 0,01 micra, con algunas variaciones en muy poca proporción en las poblaciones muestreadas, la hipodermis mostro grosos entre una y tres hileras de células, los mayores valores se observan en Mantua, Viñales, San Juan y Sabanalamar, y el valor promedio en micras fue de 0,032, con relación al grosor del parénquima clorofílico mostro una media de 0,12 micras con 4 hileras de células de borde replegados como refiere Esau (1977), la medida del grosor del parénquima de transfusión más la endodermis arrojó un valor promedio de 0,11 micras, constituido de forma general por tres hileras de células. Las medidas realizadas de las distancias entre canales reflejan la regularidad en la distribución de los mismos, en cuanto a ello se observó la mayor distancia de 0,62 micras entre los canales de los extremos que son, los que aparecen en mayor frecuencia.

Tabla 2. Valores medios de caracteres anatómicos evaluados

Carácter	<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	
	μ	σ
NC	2,2666	$\pm 0,5149$
EN	15,0888	$\pm 1,7714$
GC	0,0026	$\pm 0,0003$
GEp	0,0114	$\pm 0,0016$
GHp	0,0320	$\pm 0,0048$
GPC	0,1204	$\pm 0,0125$
PTE	0,1141	$\pm 0,0163$
DEC1	0,6226	$\pm 0,1293$
DEC2	0,1546	$\pm 0,2899$
DEC3	0,0934	$\pm 0,1735$
DEC4	0,0098	$\pm 0,0588$
DBC1	0,2178	$\pm 0,0283$
DBC2	0,2013	$\pm 0,0467$
DBC3	0,0527	$\pm 0,0983$
DBC4	0,0042	$\pm 0,0233$
DCO1	0,3358	$\pm 0,0466$
DCO2	0,3164	$\pm 0,0712$
DCO3	0,0827	$\pm 0,1522$
DCO4	0,0075	$\pm 0,0409$

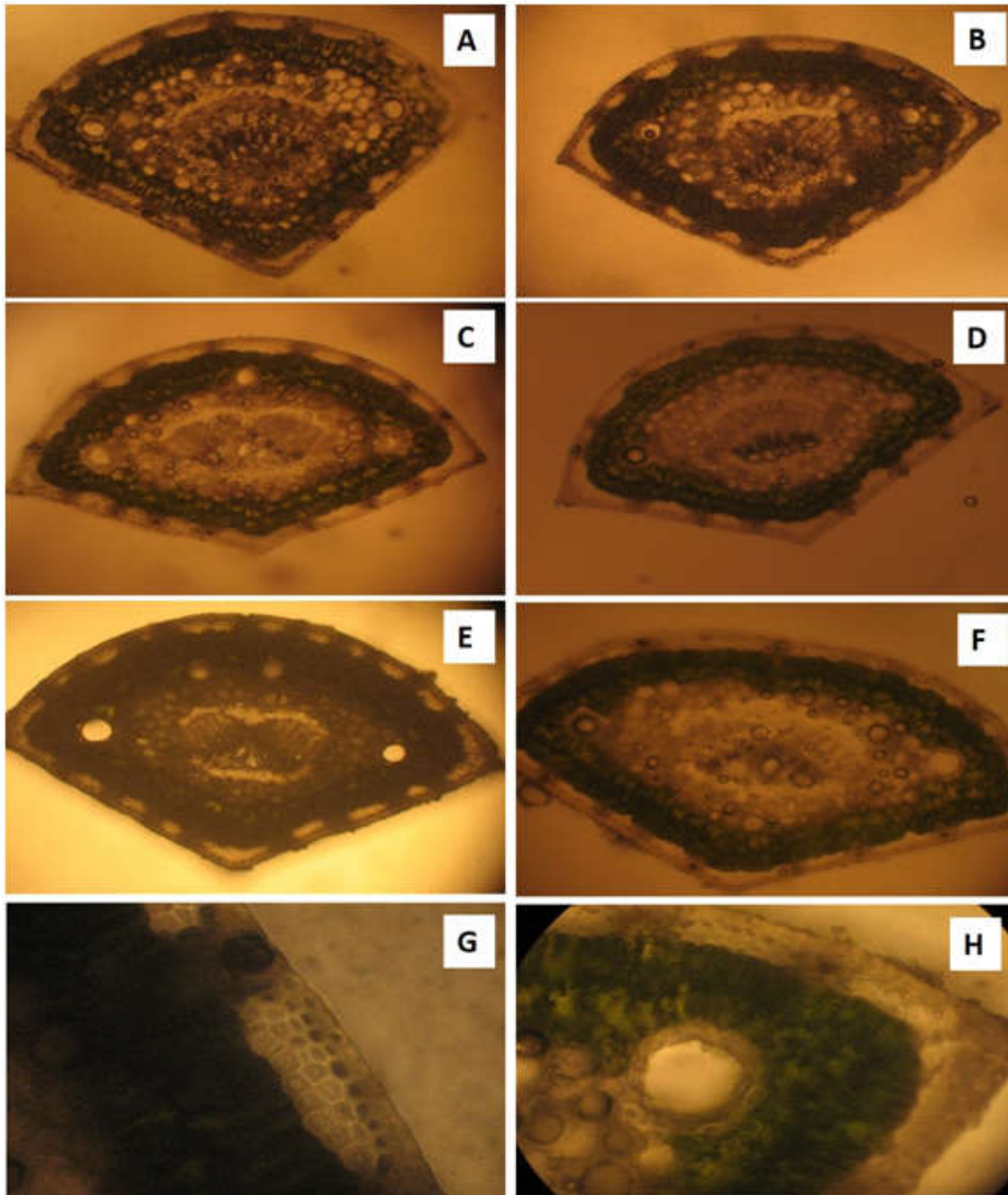


Fig. 1. Cortes transversales de la acícula de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. **A**-localidad Minas. **B**- localidad San Juan. **C**-localidad Mantua. **D**-localidad Galalón. **E**-localidad Viñales. **F**- localidad Sabanalamar. **G**- Estructura en hileras celulares de epidermis e hipodermis con fragmento de parénquima clorofílico, **H**-Estructura del canal resinífero endonal.

Clasificación de los canales resiníferos por población.

Como se puede observar en la Tabla 3, no hubo diferencias en el tipo de canal entre las poblaciones y si en el número de los canales por población. Muchos autores refieren que la clasificación de

los canales es un buen carácter interespecífico (Ghimireet *al.*, 2014, Sheueet *al.*, 2003, 2014), sin embargo se ha reportado que este puede variar dentro de una especie especialmente si hay fenómenos de introgresión e hibridación (Sheueet *al.*, 2014). En la especie estudiada nunca para ninguna

muestra hubo ambigüedad para la clasificación. En varias especies del género han mostrado variación dentro de una misma especie en particular de

Pinus del subgénero *Haploxyloxy* algunas del subgénero *Diploxyloxy* subsección *Trifoliaea* (Dörken y Stützel, 2012; Sheueet *al.*, 2014).

Tabla 3. Clasificación de los canales resiníferos por población.

Población	Especie	Clasificación
Minas	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
San Juan	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
Viñales	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
Sabanalamar	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
Galalón	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
Mantua	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal

Nuestros resultados confirman la tesis que los canales endonales son frecuentes en los pinos del nuevo mundo en la subsección *Trifoliaea* (Sheueet *al.*, 2003, 2014; Dörken y Stützel, 2012),

Variación en *Pinuscaribaea* var. *caribaea*

En el análisis de la variación anatómica, análisis de componentes principales se eliminó la variable GC (0,29) debido a los bajos valores de comunalidades por el reducido aporte a la explicación de la variabilidad total, así como las variables

relacionadas con el canal y las distancias DEC4, DBC4, DCO4 ya que en la especie dichos canales aparecían con muy baja frecuencia. Los cuatro primeros componentes principales explican más del 77% de la varianza total (Tabla 4). En el primer componente está representado prácticamente por la mayoría de las características anatómicas asociadas con los canales, el segundo por los caracteres de distancia entre canales y el número de estomas, el tercero determinado por el parénquima de transfusión-endodermis y el grosor del clorofílico y el cuarto al grosor de la epidermis e hipodermis (Tabla 5).

Tabla 4. Análisis de la varianza total explicada en *Pinuscaribaeavar. caribaea*

Componente	Autovalores iniciales		Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación			
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	6,970	43,563	43,563	6,865	42,904	42,904
2	2,220	13,875	57,438	2,239	13,995	56,899
3	1,672	10,449	67,887	1,661	10,382	67,281
4	1,541	9,632	77,519	1,638	10,238	77,519

Tabla 5. Matriz de componentes principales rotados para las variables anatómicas de *Pinus caribaea*

	Componente			
	1	2	3	4
DCO3	,963	,193	-,022	,087
DEC3	,960	,182	-,039	,070
DEC2	,958	,178	-,018	,064
DBC3	,951	,203	-,012	,103
NC	,916	,229	-,043	,133
DCO2	-,873	,345	-,074	,056
DEC1	-,867	,254	-,083	,176
DBC2	-,856	,165	,077	-,129
DCO1	,045	,786	-,100	,199
EN	,133	,714	,073	,004
DBC1	-,108	,589	,324	-,175
PTE	-,034	,016	,879	-,018
GPC	,076	,128	,739	,215
GEp	,080	,139	,157	,804
GHp	,240	,317	-,394	,526

El análisis de discriminante obtenido con las variables usadas en el análisis de componentes principales final, resultó en cuatro funciones, la primera función discriminante que explica el 48,7% de la variabilidad (correlación canónica de 0,98) donde generalmente se relaciona la variable del parénquima de transfusión-endodermis (PTE) y que más aportan a la diferenciación; una segunda función que explica el 25% (correlación canónica de 0,84) relacionada con los grosores de la hipodermis y epidermis; la tercera que explica un 11% con correlación del 0,726 donde se encuentran aquellas que refieren a las distancias de los canales. El análisis de discriminante logra clasificar correctamente el 91,1% de los casos en los grupos originales

(localidades), por lo que se puede discriminar cada localidad a partir de las variables utilizadas (Figura 2). Asimismo, se puede apreciar que la localidad de Sabanalamar nunca comparte ningún caso con las restantes, las localidades de Alturas de pizarra muestran a una continuidad solapándose gran parte de sus casos en los extremos de cada localidad, de manera que forma un grupo de gradaciones de sus caracteres, lo cual no resulta sorprendente si se conoce que se hayan en aproximadamente los mismos ecótopos. La localidad de San Juan al parecer tiene patrones en la variación de sus caracteres en el intermedio entre los dos ecótopos fundamentales: Arenas Blancas y Alturas de Pizarra.

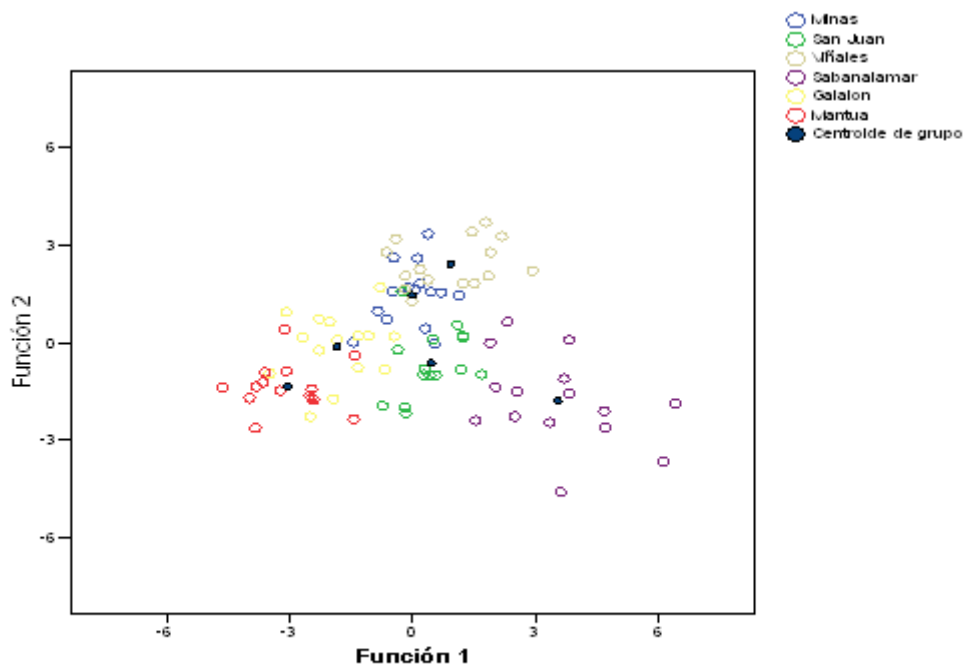


Fig. 2. Proyección de los casos por localidad en *Pinus caribaea*.

Definición de los tipos anatómicos en *Pinus caribaea*

Tomando en consideración las variables más discriminatorias en esta especie se determinaron 3 tipos generales con relación al PTE y dos subtipos referidos a GEp:

Tipo I: Con parénquima de transfusión-endodermis $d \gg 0,1$

Tipo II: Parénquima de transfusión-endodermis $> 0,1$ y $\hat{A} 0,122$

Tipo III: Parénquima de transfusión-endodermis $e \gg 0,122$

Cada uno con los subtipos a: con GEp $d \gg 0,012$ y b: $e \gg 0,012$

Como se aprecia en la Tabla 6 y Figura 3 las poblaciones con mayor variación en los tipos anatómicos se destacan Viñales y San Juan; de forma general predomina el tipo II y III en los que varían los tejidos relacionados con la fotosíntesis y la transfusión de agua lo que puede estar relacionado con la producción de masa seca. Los caracteres anatómicos de las acículas están frecuentemente afectados por las

características del ecosistema y directamente expuestos al ambiente (Tiwarie *al.*, 2013) esta regla de variación se ha comprobado en el género *Pinus* para los estomas (Schoettle y Rochelle, 2000), sin embargo esta característica no varió substancialmente en el estudio aunque si hubo un comportamiento discreto de disminución de su número en las localidades de menor sequía (climática y edáfica). Asimismo, se ha reportado diferencias interpoblacionales a nivel de especie para el grosor de cutícula, de la hipodermis, los elementos del tejido mesofílico a diferentes altitudes (Tiwarie *al.*, 2013), pero estudios similares a bajas altitudes no han sido realizados. Por otra parte, previos estudios han mostrado que un incremento de la densidad estomática actúa como factor limitante en la fotosíntesis (McElvain, 2004), ya que incrementa la conductancia estomática la cual no depende de la disponibilidad de CO_2 sino de la disponibilidad de agua (Beerling y Kelly, 1996; Tiwarie *al.*, 2013). Por lo tanto, *Pinus caribaea* muestra un patrón anatómico diferenciado en los ecótopos estudiados, en función de la disponibilidad de agua o la estacionalidad de la misma, lo que podría inducir a una variación de la

producción de masa seca y de los incrementos medios anuales. Con relación al grosor de la epidermis se observaron las epidermis más gruesas en las poblaciones de Viñales y Mina, el

resto de las poblaciones valores poco variables entre sí, lo que pudiera estar relacionado con la disponibilidad de agua tanto edáfica como en el ambiente.

Tabla 3. Clasificación de los canales resiníferos por población.

Población	Especie	Clasificación
Minas	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
San Juan	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
Viñales	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
Sabanalamar	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
Galalón	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal
Mantua	<i>Pinuscaribaeavar. caribaea</i>	Endonal

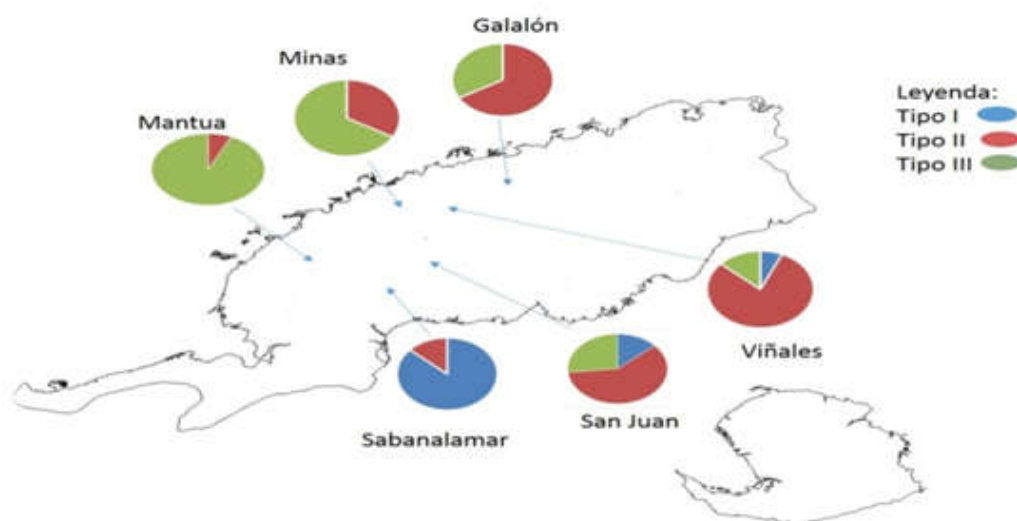


Fig. 3. Distribución de los tipos anatómicos generales en *Pinuscaribaeavar. caribaea*

Podemos concluir que:

La anatomía de las acículas se corresponde a una estructura equifacial, con forma triangular con dos canales endonales para *Pinuscaribaeavar. caribaea* y semicircular con canales marginales de cinco a diez para *Pinustropicalis*.

Ambas especies son diferenciables por sus caracteres anatómicos, *Pinustropicalis* tiene mayores valores de grosor de la cutícula, del parénquima transfusión-endodermis y de la epidermis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETT, W. H., y GOLFARI, L. Descripción de dos nuevas variedades del «Pino de Caribe» (*Pinus caribaea* Morlet). *Caribbean Forester*. [en línea]. 1962, **23**, (2), 59-71.
- Beerling, D. J y Kelly, C. K. Evolutionary comparative analysis of the relationship between leaf structure and function. *New Phytologist* [en línea]. 1996, septiembre, **134**, (1). 134, 35-51. DOI: 10.1111/j.1469-8137.1996.tb01144.x. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.1996.tb01144.x/full>

- Bisse, J. *Árboles de Cuba*. La Habana: Editorial Científico-Técnica, 1988.
- Dörken, V. M. y Stützel, T. Morphology, anatomy and vasculature of leaves in *Pinus* (Pinaceae) and its evolutionary meaning. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* [en línea]. 2012, enero, **207**, (1). 57-62. ISSN: 0367-2530. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367253011001563>
- Dvorak, W. S; Hamrick, J. L. y Gutierrez, E. A. The origin of the Caribbean pine in the seasonal swamps of the Yucatán. *International Journal of Plant Sciences* [en línea]. 2005, noviembre, **166**, (6). 985-994. ISSN: 1058-5893 DOI: 10.1086/449314. Disponible en: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/449314>
- Esau, K. Anatomy of Seed Plants. *Soil Science* [en línea]. 1960, agosto, **90**, (2). 149. Disponible en: http://journals.lww.com/soilsci/Citation/1960/08000/Anatomy_of_Seed_Plants.31.aspx
- Farjon, A. F. y Styles, B. T. *Flora Neotropica, Pinus (Pinaceae)*. New York: The New York Botanical Garden, 1997.
- Geada-López, G.; Kamiya, K. y Harada, K. Phylogenetic relationships of *Diploxylon* pines (subgenus *Pinus*) based on plastid sequence data. *International Journal of Plant Sciences* [en línea]. 2002, septiembre, **163**, (5) 737-747. ISSN: 1058-5893. DOI: 10.1086/342213. Disponible en: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/342213>
- GERNANDT, D. S.; LÓPEZ, G. G.; ORTIZ, S. y LISTON, A. Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon: International Association for Plant Taxonomy* [en línea]. 2005, febrero, **54**, (1). 29-42. Disponible en: <http://www.ingentaconnect.com/content/iapt/tax/2005/00000054/00000001/art00005>
- Gernandt, D. et al. Use of simultaneous analyses to guide fossil-based calibrations of Pinaceae phylogeny. *International Journal of Plant Sciences*. [en línea]. 2008, octubre, **169**, (8), 10861099. ISSN: 1058-5893. DOI: 10.1086/590472. Disponible en: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/590472>
- Ghimire, B.; Lee, C. y Heo, K. Leaf anatomy and its implication for phylogenetic relationship in Taxaceae. *Journal of Plant Research* [en línea]. 2014, mayo, **127**, (3), 373-388. ISSN 0918-9440. DOI:10.1007/s10265-014-0625-3. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10265-014-0625-3>
- Mirov, N. T. *The genus Pinus*. New York: Ronald Press Company, 1967.
- Price, R. A.; Liston, A. y Strauss, S. H. Phylogeny and systematics of *Pinus*. In: Richardson, D. M. (Ed) *Ecology and biogeography of Pinus*. Cambridge: Cambridge University Press. 1998, pp. 4968. ISBN: 0521551765
- Schoettle, A. W. y Rochelle, S. G. Morphological variation of *Pinus flexilis* (Pinaceae), a bird-dispersed pine, across a range of elevations. *American Journal of Botany* [en línea]. 2000, diciembre, **87**, (12), 1797-1806. ISSN: 1537-2197. Disponible en: <http://www.amjbot.org/content/87/12/1797.short>
- Sheue, CH. R.; Yang, Y. P. y Kuo-Huang, L. L. Altitudinal variation of resin ducts in *Pinus taiwanensis* Hayata (Pinaceae) needles. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* [en línea]. 2003, Octubre, **44**, (4), 305-313. ISSN: 1817-406X. Disponible en: <http://ejournal.sinica.edu.tw/bbas/content/2003/4/bot444-07.html>
- Sheue, C. R. et al. A new classification of marginal resin ducts improves understanding of hard pine (Pinaceae) diversity in Taiwan. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* [en línea]. 2014, Agosto, **209**,

(8), 414-425. 414425. ISSN: 0367-2530. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367253014000760>

Tiwari, S. P. et al. Comparative morphological, epidermal, and anatomical studies of *Pinus roxburghii* needles at different altitudes in the

North-West Indian Himalayas. *Turkish Journal of Botany* [en línea]. 2013, Diciembre, **37**, 65-73.

DOI:10.3906/bot-1110-1. Disponible en:

<http://journals.tubitak.gov.tr/botany/issues/bot-13-37-1/bot-37-1-7-1110-1.pdf>

José Armando Piloto Casado. Estudiante de Ingeniería Forestal Quinto Año. Universidad de Pinar del Río "Hnos Saíz Montes de Oca". Calle Martí 270 Final, Pinar del Río. Correo electrónico: silveria@princesa.pri.sld.cu, teléf.: (48-765682)
