

## ESTUDIO DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL FUSTE DE *CEDRELA ODORATA* L. EN PLANTACIONES INTENSIVAS

### MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *CEDRELA ODORATA* L. TIMBER IN INTENSIVE PLANTATIONS

DR. PEDRO P. HENRY-TORRIENTE, DR. JUAN MANUEL GARCÍA-DELGADO, LIC. ANÍBAL GONZÁLEZ-ROQUE,  
DR. RENÉ LÓPEZ-CASTILLA, TÉC. MARÍA VICTORIA GARCÍA-MANTILLA Y TÉC. ISRAEL MORENO-CARO

Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, Ciudad de La Habana

#### RESUMEN

*El presente trabajo tiene como objetivo hacer una evaluación de las características morfológicas del fuste de Cedrela odorata L. plantado en condiciones intensivas en las localidades de Viñales y Alquizar en la fabricación de envases para tabaco. Se obtuvieron muestras de árboles en cada una de las zonas que se utilizaron para cálculo de la excentricidad, elipticidad, conicidad, porcentaje y espesor de corteza. Los estudios demostraron, uniendo los datos de las localidades, que los valores promedio para las variables excentricidad y elipticidad fueron del 4,7 y el 4,8%, mientras que el porcentaje y espesor de corteza resultaron ser de 5,89% y 1,63 mm respectivamente. La conicidad se comportó como promedio 2,6 cm/m, siendo mayor para la zona de Viñales con 2,95 cm/m. El análisis de varianza arrojó la no existencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos; sin embargo, para los bloques se presentaron en las variables excentricidad y espesor de corteza. Los resultados indican que el fuste tiene defectos para objetivos industriales, lo que requiere en edades tempranas manejos silvícolas para una selección adecuada de la especie de turno.*

Palabras claves: *Cedrela odorata*, anatomía de la planta, tallo

#### INTRODUCCIÓN

La madera en rollo que se destina a la industria tiene varios requisitos de calidad para su aprovechamiento, entre ellos se destacan diámetro comerciable, madurez en las fibras, propiedades físico-mecánicas apropiadas para el uso, fuste rectos y cilíndricos, pocos nudos, entre otros. De cumplirse estas características los rendimientos se aproximarían

#### ABSTRACT

*This work has the aim to make a preliminary evaluation of the morphological characteristics of Cedrela odorata L. species planting in intensively conditions in Viñales and Alquizar located. Is obtained samples of the trees from each zone that were using to calculate the eccentricity, ellipticity, taper, percentage and bark thickness. The studies show the averages values uniting both zone were respectively of 4,7 and 4,8% for the eccentricity and ellipticity, while the percentage and bark thickness were 5,89% y 1,63 mm. The taper had average value of 2,6 cm/m, being bigger for the zone of Viñales with 2,95 cm/m. The variance analysis show that not exist statistically significant difference between parts of the bole while the located had difference in eccentricity and, bark percentage. The results indicate that the bole has defects for industrial objectives, then requires in early ages forest management, for an appropriate selection of the species.*

Key words: *Cedrela odorata*, plant anatomy, stems

a los óptimos con beneficios económicos para los actores que transforman la madera en su forma primaria.

Estas exigencias de calidad son ideales, y se alejan de la realidad porque el árbol crece en un sitio donde la pendiente del terreno, inclinación del árbol, vientos dominantes, búsqueda de la luz, competencia y espesura,

hacen que el fuste tome características externas e internas que en muchos casos limitan su aprovechamiento industrial. Por tanto, es de singular importancia tomar en cuenta algunos requerimientos que tienen que ver con la morfología del fuste del árbol.

Según López de Roma *et al.*, (1991), a causa del crecimiento del árbol en diferentes sitios, se producen dos fenómenos que generalmente van paralelos, aunque no siempre. Uno es el desplazamiento de la médula dentro del diámetro mayor, que recibe el nombre de *excentricidad*, y otro que consiste en la deformación del círculo ideal de la sección transversal, dando lugar a secciones de forma aproximada a una elipse, por lo que este fenómeno recibe el nombre de *elipticidad*.

Los mismos autores señalados definen que la sección transversal ideal de un tronco es un círculo, cuyo centro coincide con la médula y en el que los anillos de crecimiento forman circunferencias concéntricas. En este hipotético caso la madera tendrá características homogéneas, sobre todo la formada al mismo tiempo. Chaoseng (2007) puntualiza que con la rectitud de los árboles aumenta el rendimiento y calidad de madera respecto a los que tienen el fuste mal formado. Por otra parte, Prodan (1997) señala que la sección transversal se aleja en mayor o menor grado de la circunferencia. Esta desviación se explica, entre otros factores, por crecimiento irregular típico, influencia de los contrafuertes, influencia de las ramas crecimiento excéntrico por influencia de factores externos (pendiente, condiciones de luz, y copa y viento).

El cedro continúa siendo en Cuba una especie de excelencia por tradición, y también por las características de la madera que la hacen muy demandada para usos especiales. Uno de sus principales mercados, la elaboración de envases de tabaco, exige de un fuste recto y cilíndrico, ya que en estos momentos es la única especie maderable que en Cuba se desenrolla, y estas características tienen una importancia sustancial en su rendimiento en chapas. Betancourt (1987) señala que el crecimiento del cedro es muy variable se-

gún las condiciones de sitios en los que se plante. Es una especie heliófila, aunque en su infancia soporta ligera sombra. Existe una estrecha relación entre el crecimiento longitudinal de las plantas y la cantidad de luz que reciben. Apunta además este autor que el fuste es recto y bastante cilíndrico; a más de la mitad de la altura del árbol se forma la copa de ramas ascendentes y gruesas en forma de cúpula.

Desde hace algún tiempo se han realizado estudios acerca del crecimiento y rendimiento del cedro en diferentes plantaciones, y de las propiedades de su madera; pero pocos se han desarrollado en el ámbito de las características morfológicas de su fuste, aspecto importante en los rendimientos a obtener en las industrias de transformación de la madera. El objetivo del trabajo es realizar una evaluación preliminar de algunas de las características morfológicas del fuste de *Cedrela odorata* L. plantadas en condiciones intensivas en las localidades de Viñales y Alquizar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras para el estudio se extrajeron de las localidades de Viñales y Alquizar, donde se planta *Cedrela odorata* L. en condiciones intensivas en la producción de madera para el envase del tabaco. En Viñales se utilizó para la obtención de las probetas de ensayos, tres árboles de una plantación de cinco años, y para Alquizar se seleccionaron cuatro de una plantación de cuatro años. Ambas zonas fueron afectadas fuertemente por los ciclones del 2008. En las *Tablas 1 y 2* se detallan las variables dendrométricas para cada lugar.

De cada muestra se extrajo una rodaja procedente de la base, centro y rabiza, todas con un grosor de 5 cm, midiendo el diámetro mayor y menor, con y sin corteza, el radio mayor, grosor de la corteza y longitud (*Fig. 1*). Con estos datos se calculó la elipticidad, excentricidad, espesor y el porcentaje de corteza respecto a las dimensiones con corteza. En la *Fig. 2* se puede observar una muestra de las rodajas de cada una de las localidades.

**TABLA 1**  
**Variables dendrométricas de la localidad de Alquizar**

No.	Diámetro base (cm)	Diámetro medio (cm)	Diámetro rabiza (cm)	Longitud (m)
1	14,193	10,378	9,648	2,170
2	16,350	11,923	10,058	2,180
3	14,855	10,125	11,108	2,170
4	12,378	9,503	8,623	2,180
P	14,44	10,48	9,85	2,175

**TABLA 2**  
**Variables dendrométricas de la localidad de Viñales**

No.	Diámetro base (cm)	Diámetro medio (cm)	Diámetro rabiza (cm)	Longitud (m)
1	13,355	7,403	6,538	2,22
2	14,785	10,763	7,753	2,11
3	9,113	5,758	4,383	2,17
P	12,417	7,97	6,22	2,16

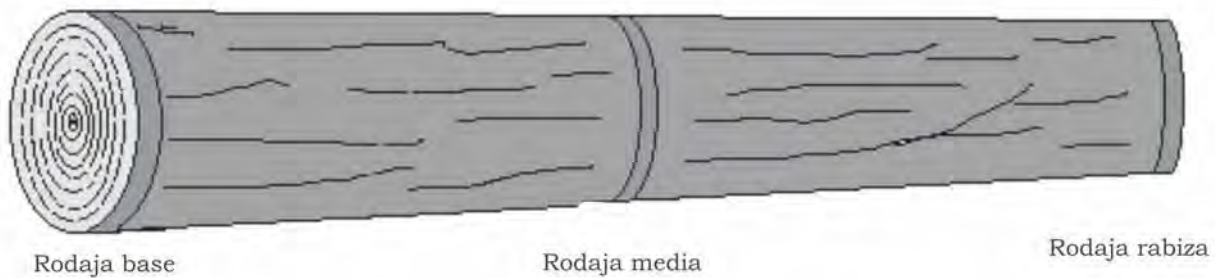


Figura 1. Despiece del tronco para la toma de la muestra.



Figura 2. Muestras de las rodajas por localidades.

Las fórmulas para el cálculo de la elipticidad y excentricidad se presentan a continuación:

$$ET = 100 \frac{R - \frac{D}{2}}{D}$$

$$EP = 100 \frac{(D - d)}{d}$$

donde:

EP: Elipticidad (%)

ET: Excentricidad (%)

R: Radio mayor de la rodaja (cm)

D: Diámetro mayor de la rodaja (cm)

d: Diámetro menor de la rodaja (cm)

Con los datos de las muestras iniciales, diámetro en la base, centro, extremo menor y la longitud, se calculó la conicidad promedio, con la siguiente fórmula:

$$\text{Con} = \frac{\text{Db} - \text{Dei}}{\text{L}}$$

donde:

- Con: Conicidad (cm/m)
- Db: Diámetro en la base (cm)
- Dei: Diámetro en el extremo inferior (cm)
- L: Longitud

El porcentaje de corteza se calculó con:

$$\text{Pcort} = \frac{\text{Vcort}}{\text{Vcc}} \times 100$$

donde:

- Pcort: Porcentaje de la corteza (%)
- Vcort: Volumen de la corteza
- Vcc: Volumen con corteza

Utilizando el sistema estadístico Infostat Plus 5, se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias estadísticas entre bloques (localidades) y tratamientos (partes del árbol).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza revelan que las localidades tuvieron diferencias estadísticamente significativas para un 5% de significación en las variables excentricidad y el espesor de corteza, mientras que para las partes de la troza, sin tener en cuenta la localidad, no se presentaron (*Tabla 3*). Se realizó la prueba de normalidad para las variables utilizadas, donde todas, excepto la excentricidad, cumplieron esta función, razón por la cual se transformó esta última mediante raíz cuadrada.

**TABLA 3**  
**Análisis de varianza para bloques y los tratamientos**

Variable	Factor	Tipo	Media	ES	Grupos homogéneos
	Tratamiento				
Excentricidad	Localidad	1	2,68	± 0,538	a
		2	7,69		b
	Partes de la troza	1	5,76	± 0,721	a
		2	3,40		a
		3	6,40		a
	Elipticidad	Localidad	1	5,31	± 2,77
2			4,24	a	
Partes de la troza		1	5,38	± 3,33	a
		2	3,96		a
		3	4,99		a
Porcentaje de corteza		Localidad	1	7,90	± 1,48
	2		5,54	a	
	Partes de la troza	1	6,05	± 1,81	a
		2	7,13		a
		3	6,96		a
	Espesor de corteza	Localidad	1	2,41	± 0,40
2			1,27	b	
Partes de la troza		1	1,86	± 0,50	a
		2	2,04		a
		3	1,63		a
Conicidad		Localidad	1	2,32	± 0,28
	2		2,95	a	

Alquízar (1), Viñales (2), Base (1), Media (2), Rabiza (3)

Los resultados reflejan que existe mayor excentricidad para la localidad de Viñales que para Alquizar, con valores promedios del 7,69 y el 2,68% respectivamente; sin embargo, la elipticidad se comportó diferente con el 4,237% la primera, y 5,31% la segunda. Los valores de ambas variables, independientemente de la localidad, son inferiores a los obtenidos por López y col. (1991) para el *Pinus radiata*, donde reportó el 5,39% la excentricidad y el 7,42% la elipticidad. Estos valores fueron inferiores también a los alcanzados por Boleri y Leyva (2009) para la especie

*Calophyllum rivulare* Bisse (ocuje), con el 6,79% para el primero y 6,21% el segundo. Al compararlo con los resultados de Boanza y col. (2002) para 13 clones de chopo, la excentricidad fue del 3,07%; pero la elipticidad de esta última sobrepasó al cedro con el 8,8% como promedio. En las Figs. 3 y 4 se muestran el comportamiento de la excentricidad y elipticidad para las localidades de estudio. En ambos casos se observa que la pérdida de la circularidad de una muestra está asociada a una desviación de la médula de su centro original.



Figura 3. Comportamiento de la excentricidad de la madera.



Figura 4. Comportamientos de la excentricidad.

Para la edad de estas plantaciones los valores de las variables excentricidad y elipticidad se consideran altos, obteniéndose para un diámetro promedio de 10,14 cm, un valor medio de la distancia entre el centro real y el teórico de la troza de 0,34 cm, mientras que la diferencia de diámetros fue de 0,534 cm. Estos resultados hacen preciso trabajar en la planificación de la selvicultura de los futuros individuos y en el fomento de nuevas plantaciones, para lo que se debe tener en cuenta aspectos importantes como sitio, den-

sidad de plantación, podas asociadas a las limpias y los raleos, así como la pendiente y dirección e incidencia de los vientos predominantes, estos últimos de gran importancia en la morfología del fuste. Una excentricidad elevada va acompañada generalmente de propiedades desiguales, y trae consigo la aparición de la madera de reacción (tracción en latifolias y compresión en coníferas), que en muchas ocasiones duplica los valores de contracción longitudinal aumentando con esto las deformaciones normales.

Resultado que reafirma lo dañino de este defecto fue reportado por Bryce (1966) [citado por Anónimo, 1966] en plantaciones de cedro de Tanzania, donde fustes procedentes de árboles que tenían cincuenta años y de 1,2 a 1,5 m de circunferencia la inclinación abrupta del terreno originó médula excéntrica, y por tanto madera de reacción (tracción), que durante el almacenamiento le produjo fisuras con pérdidas económicas para los objetivos previstos. Por otra parte, Smith (1960) [citado por Anónimo, 1966] confirma que en Centroamérica los árboles procedentes de bosques naturales crecidos en laderas abruptas son menos adecuados para madera porque son propensos a tener una gran madera de tensión; sin embargo, Anon (1955-1956) citado por el mismo autor en un

informe elaborado en Ghana, incluye pruebas de todas las propiedades de los árboles crecidos en plantaciones en sitios ondulantes o planos, concluyendo que la especie puede ser extensamente plantada con la seguridad de que su madera será de alta calidad.

En lo referente al comportamiento de las variables excentricidad y elipticidad, en la Fig. 4 se muestra la media ponderada de las diferentes partes de la pieza, las que no parecen tener tendencias, presentándose los mayores valores en la base y rabiza, e inferiores en la media. Esto se explica en parte a que la zona central del fuste se encuentra alejada del efecto del sistema radical y de la acción de las ramas, lo que lo hace mantener una mayor cilindrada y menor desviación.

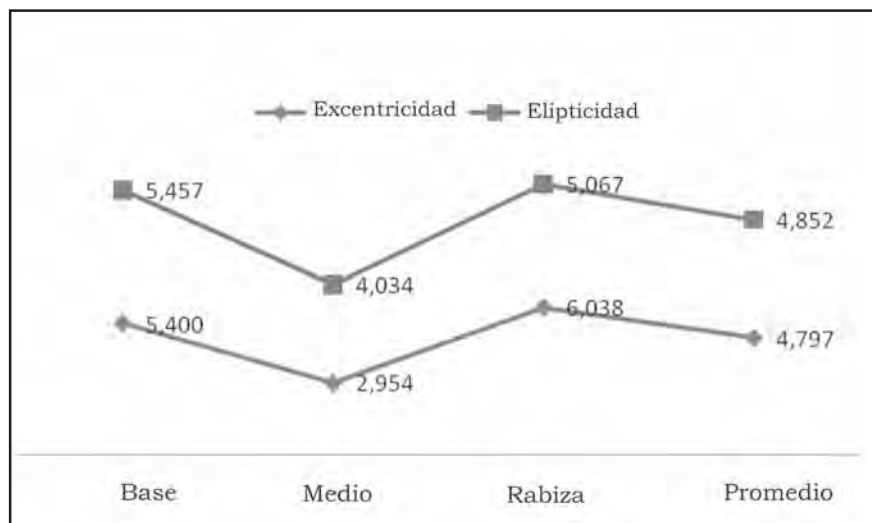


Figura 5. Comportamiento promedio de la excentricidad y elipticidad de *Cedrela odorata* L. para ambas localidades.

Estos resultados están en correspondencia con lo señalado por Prodan *et al.* (1997), el cual apunta que el área transversal, para todas las especies en cercanías de la base y la copa, es más irregular que en las secciones intermedias del sector libre de ramas, donde el área se asemeja más a un óvalo.

Los resultados del porcentaje y espesor de corteza, para cada una de las localidades, muestran que estos poseen mayores valores en la localidad de Alquizar que en la de

Viñales, y que el primero presenta una tendencia a aumentar desde la base hasta la rabiza, y el segundo a disminuir.

En la Tabla 4 y Fig. 5 se reflejan los resultados de la conicidad de ambas localidades: Alquizar con 2,32 y Viñales con 2,895 cm/m. La especie alcanza como promedio 2,60 cm/m, valores muy superiores a los encontrados por Egas (1998) y Pupo (2001) para las especies de *Pinus caribaea* var. *caribaea* y *Eucalyptus saligna* y *Eucalyptus pellita*, los cuales no superaron 1,50 cm/m.

**TABLA 4**  
**Valores de conicidad promedio de *Cedrela odorata* para ambas localidades**

Muestra	Conicidad(cm/m)	
	Alquízar	Viñales
A1	2,094	3,070
A2	2,886	3,430
A3	1,859	2,179
A4p	1,722	
Promedio	2,32	2,895
Promedio general	2,60	

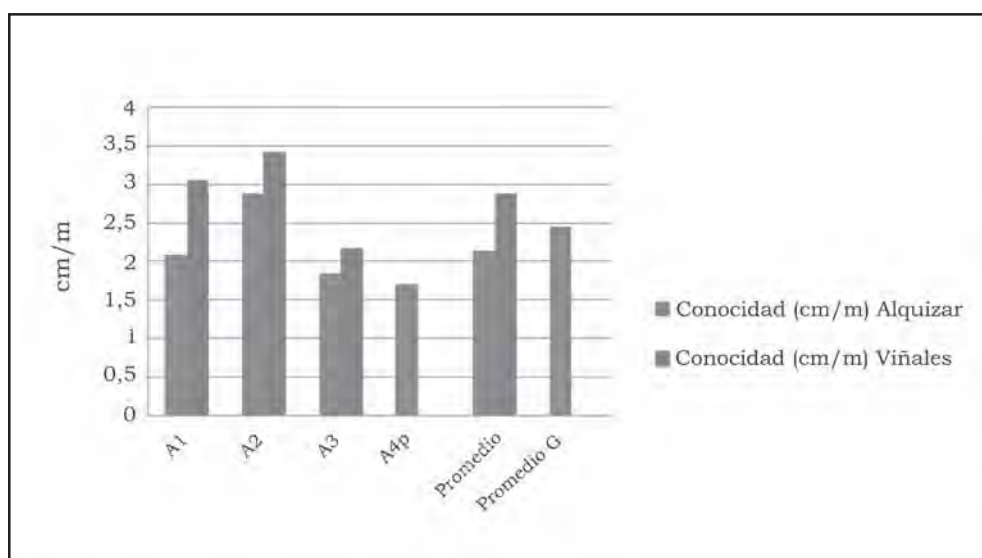


Figura 6. Comportamiento de la conicidad por localidad.

Los resultados son superiores también a los alcanzados por Henry (2003) para especies latifolias de bosques naturales de la Ciénaga de Zapata: *Calophyllum rivulare* Bisse (ocuje), *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth ssp. *latisiliquum* (L.) Benth var. *latisiliquum* (soplillo), *Bucida buceras* L. (júcaro) y *Bursera simaruba* (L.) Sargent (almácigo), donde se reportaron valores entre 2,15 y 2,35 cm/m. La conicidad, señala Dhôte (1994), tiene una gran influencia sobre los procesos mecánicos de transformación de la madera. Sobre este defecto, dicen Fernández y col. (1999) que es uno de los aspectos que se utilizan para la evaluación de la calidad de la madera en rollo y en el rendimiento de operaciones, tales como el aserrado y el desenrollo.

En sentido general estas conicidades son muy altas y constituyen un defecto cuando se pretende obtener madera en rollo para la industria, ya que disminuye el rendimiento y aumentan los desperdicios. La especie se cataloga como *cónica*, según la clasificación de Prodan *et al.* (1997), donde conicidades inferiores a 1 cm/m se consideran como cilíndricas, y superiores se clasificarían como *cónicas*. Kollman (1959) señala lo dañino que es cuando, a partir del segundo metro midiendo hacia la copa, el diámetro disminuye más de 1 cm/m por cada metro de longitud.

Vignote y col. (1996), por su parte, definen que valores del coeficiente de conicidad inferiores a dos o tres al fuste se le considera

esencialmente cilíndrico. Para el caso de los resultados en este trabajo, los valores de este coeficiente se acercan a la cifra superior, y en ocasiones la sobrepasan, por lo que sin duda se puede considerar un defecto.

Estas plantaciones de cuatro y cinco años tienen un espaciamiento de 3,5 m x 3,5 m, al crecer sin competencia. La presencia de luz necesaria para una especie heliófila estimula la aparición de ramas, lo que aumenta su conicidad o ahusamiento. Teniendo en cuenta este aspecto, se recomienda reducir el marco de plantación con la presencia de otras especies no meliáceas para lograr competencia inicial; se hace necesario además, desde edades tempranas, realizar podas de formación de fustes.

Los resultados que se presentan en este trabajo no son extrapolables, ya que se estudian localidades, sitios y edades de plantaciones diferentes; sin embargo, las características fundamentales indican que el fuste tiene serios defectos para objetivos industriales que deben tenerse en cuenta si se aspira a obtener una plantación de calidad. Para este objetivo podrían ayudar mucho los tratamientos silvícolas, principalmente en la elección de qué individuos eliminar por sus defectos y cuáles dejar para que se aproximen al turno.

Sin considerar aspectos relacionados con las características de la especie y otros factores, no se recomienda la plantación de cedro en pendientes, ni en lugares donde predominan los vientos fuertes. Roig (1946) [citado por Betancourt, 1987] señala al respecto que el cedro prospera mejor en terrenos ondulados al abrigo de colinas o montañas, y necesita protección contra los vientos fuertes. Por otra parte, es preferible también el aumento de la densidad inicial de plantación, aunque esto conlleve a mayores gastos silvícolas, así como se debe pensar en la utilización de las cortinas rompevientos como una forma de proteger plantaciones de valor económico.

## CONCLUSIONES

- No existieron diferencias estadísticamente significativas entre partes de la troza; sin

embargo, para las localidades se presentaron en las variables excentricidad y espesor de corteza.

- La excentricidad fue mayor para la localidad de Viñales que para la de Alquizar, con porcentajes promedios del 7,68 y el 2,63% respectivamente, y la elipticidad se comportó con un valor del 4,23% para Viñales y el 5,13% para Alquizar.
- El espesor de la corteza tuvo valores entre 1,27 y 2,41 mm, y su porcentaje de presencia en el árbol de 5,5 y 7,8 para la localidad de Viñales y Alquizar respectivamente.
- La conicidad fue como promedio de 2,6 cm/m, la cual se considera alta, siendo mayor para la localidad de Viñales con 2,95 cm/m.
- Continuar este estudio en edades más avanzadas de la misma especie, así como incluir para próximos trabajos otras variables relacionadas con las características del fuste.
- Se recomienda tener en cuenta estos resultados para el establecimiento de estrategias de plantación y manejo silvícola de la especie.

## BIBLIOGRAFÍA

- BETANCOURT, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Ciudad de La Habana. Editorial Científico Técnica. 427 p.
- BOANZA, M.V.; GUTIÉRREZ OLIVA, A. 2002. Rendimientos y calidades de chapa en Clones de Chopo a diferentes alturas del fuste. Investigación Agraria Sistemas y Recursos Forestales (ES) 11(2). p. 311-323.
- BOLERÍ, D., LEYVA, I. 2009. Influencia de los defectos de la madera en bolo del *Calophyllum antillanum* en el rendimiento y calidad de la madera aserrada. (CD ROM) En: Encuentro Internacional por el Desarrollo Forestal Sostenible DEFORS. La Habana. Palacio de las Convenciones.
- CARRILLO, G. 1998. Apuntes del curso de epidimetría. México. Universidad Autónoma de Chapingo. 187 p.
- CHAOSHENG, ZHA. 2007 Research Advancement in Genetic Variation of wood properties. Chinese Forestry Science and Technology (CN) 6 (2): 41-48.
- EGAS, A.F. 1998. Consideraciones para el incremento de la eficiencia de conversión de madera en rollo de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* en sierras de bandas. Pinar del Río. 116 p. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- FERNÁNDEZ-GOLFIN SECO, J.I.; GUTIÉRREZ, A.; BAONZA, V.; DIEZ, R.; ÁLVAREZ, H.; RODRÍGUEZ, E. 1999. Metodología usada en el laboratorio de maderas de CIFOR-INIA para la caracterización de la madera. Madrid. CIFOR-INIA. 38 p.
- HENRY, P. P. 2003. Perfeccionamiento de la cubicación de madera en bolo de las principales especies de interés eco-

- nómico de la Ciénaga de Zapata. Alicante. 237 p. Tesis (en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Universidad de Alicante.
- INFOSTAT. 2008. Infostat, versión 2008. Argentina. Universidad Nacional de Córdoba.
- KOLLMAN, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Madrid. Gráficas Reunidas, S.A. Tomo 1.
- LÓPEZ DE ROMA, A. (...) ET AL. 1991. Propiedades y Tecnología de la Madera de Pino Radiata del País Vasco. Madrid. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. 243 p.
- PRODAN, M. (...) ET AL. 1997. Mensura Forestal. San José (Costa Rica). Instituto Iberoamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 561. p.
- VIGNOTE, S.; JIMÉNEZ, F.J. 1996. Tecnología de la madera. Madrid. Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación. 293 p.

## **RESEÑA CURRICULAR**

Autor principal: Pedro Pablo Henry Torriente

Doctor en Ciencias Ecológicas, es investigador auxiliar del Instituto de Investigaciones Forestales y profesor adjunto del Instituto Superior de Arte y la Universidad Hermanos Saíz. Ha desarrollado diferentes investigaciones relacionadas con la tecnología de la madera y la mensura forestal, y participado en eventos nacionales e internacionales. Es miembro del Tribunal Nacional Forestal para el otorgamiento de grados científicos.