

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y DENSIDAD DE LA MADERA DE ÁRBOLES DE CEDRELA ODORATA L. EN PLANTACIONES INTENSIVAS

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND DENSITY OF THE WOOD OF CEDRELA ODORATA L. TREES IN INTENSIVE PLANTATIONS

DR. PEDRO P. HENRY-TORRIENTE¹, ING. FRANCISCO MORALES-HERNÁNDEZ², DR. RENÉ LÓPEZ-CASTILLA¹ Y TEC. MARÍA V. GARCÍA-MANTILLA¹

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Playa, La Habana, Cuba, Henry@forestales.co.cu

² Grupo Empresarial Tabacuba. San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo determinar las características morfológicas y la densidad de la madera Cedrela odorata L. en plantaciones con edades de 12,5 y 14,5 años, respectivamente. Se obtuvieron muestras al azar procedentes de la localidad de El Rosario, en Viñales, provincia de Pinar del Río. Se cortaron rodajas procedentes de la base, centro y extremo menor, calculándose excentricidad, elepticidad y conicidad. Se determinó la densidad de la madera al 12 % con probetas elaboradas de cada una de las partes. Los estudios reflejaron que la excentricidad con 12,5 años tuvo un valor de 7,66 %, y 14,5 de 7,31 %, mientras que la elepticidad arrojó 18,31 % para la primera y 15,9 % para la segunda. La conicidad promedió 3,16 cm/m y la densidad de la especie fue de 0,455 g/cm³, concluyéndose que el cedro en las condiciones de sitio de Viñales está apto para su transformación en objetivos industriales.

Palabras claves: *madera, excentricidad, elepticidad, conicidad, densidad seca al aire.*

INTRODUCCIÓN

La principal finalidad con que se hacen las plantaciones forestales intensivas es obtener en poco tiempo un rendimiento maderable que justifique la inversión de una industria, y por otra parte se logre una madera de calidad según el objetivo propuesto. Para la transformación industrial de la madera y la obtención de los surtidos deseados se requiere que la misma cumpla con característica y propiedades que tienen que ver con el manejo que recibe la especie, así como el sitio en que la misma se desarrolló.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the morphological characteristics and the density of the Cedrela odorata L. wood in plantations with ages of 12.5 and 14.5 years respectively. Random samples were obtained from the town of El Rosario, in Viñales, Province of Pinar del Río. Slices were cut from the base, center and small end, calculating eccentricity, ellipticity and taper. The density of the wood was determined at 12 % with samples made from each of the parts. The studies showed that the eccentricity with 12.5 years had a value of 7.66 %, and 14.5 of 7.31 %, while the ellipticity showed 18.31 % for the first and 15.9 % for the second. The taper averaged 3.16 cm/m and the density of the species was 0.455 g/cm³, concluding that the cedar under the conditions of the vineyard is suitable for its transformation into industrial purposes.

Key words: *wood, eccentricity, ellipticity, taper, density air dry.*

Hernández *et al.* (2000) señalan que para asegurar productos de calidad en la industria forestal (buena forma, resistente, más durabilidad y trabajabilidad) es importante materia prima de calidad y poseer industrias con tecnologías adecuadas. Al contar con un abastecimiento sostenido de madera de plantaciones forestales bien manejadas, conociendo las características de la materia prima en troza y las propiedades técnicas de las maderas, es posible obtener productos que puedan competir en el ámbito nacional o internacional.

Las industrias de transformación primaria precisan en casi su totalidad de fustes rectos, cilíndricos, pocos nudos y una madera con la madurez requerida que permita cumplir con lo que requiere el mercado. La relación de la arquitectura del fuste y la calidad de la madera es algo que se viene estudiando desde hace mucho tiempo, en lo que tiene influencia decisiva la procedencia de la especie, sitio, edad, además del manejo silvícola a que ha sido sometido.

El cedro en Cuba es una de las principales especies del plan de desarrollo forestal para 2030, entre otros aspectos porque constituye la materia prima para las cajas de tabaco, y por tradición se usa en la elaboración de diferentes muebles, específicamente en la carpintería en macizo.

A partir de 2003, con financiamiento de Grupo Empresarial Tabacuba y participación del Instituto de Investigaciones del Tabaco, se ejecutó un proyecto de investigaciones sobre diferentes problemáticas del cultivo de *Cedrela odorata* L. y se establecieron plantaciones demostrativas en diferentes localidades (Gonzales, A. y col., 2011).

Rodríguez y col. (2015) plantean que en la industria tabacalera la madera del cedro tiene una importancia muy grande en el mercado de exportación de puros (tabacos). Por dicha razón el grupo empresarial Tabacuba ha decidido iniciar el fomento de plantaciones de cedro

para garantizar sus necesidades futuras y no depender de un mercado incierto e insuficiente.

El trabajo tiene como antecedente el desarrollado por Henry y col. (2012) en plantaciones de *Cedrela odorata* L. en las localidades de Viñales y Pulido, con cinco y cuatro años de edad, respectivamente, las cuales se plantaron con el objetivo de producir madera para la industria del tabaco en un corto tiempo.

El objetivo del trabajo es evaluar el comportamiento de la excentricidad, elepticidad, conicidad y la densidad de la madera de *Cedrela odorata* L. plantadas en condiciones intensivas en la localidad de Viñales con 12 y 14,5 años, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras para el estudio proceden de la localidad de El Rosario, perteneciente al municipio de Viñales, provincia de Pinar del Río, donde se planta *Cedrela odorata* L. en condiciones intensivas en suelos Ferríticos con un marco de plantación de 4 x 4 para la producción de madera para el tabaco. Se tomaron tres árboles muestras al azar de las plantaciones pertenecientes a 2003 y 2005, con 12,5 y 14,5 años de edad, respectivamente, todo en correspondencia con la norma 43-27/87 Propiedades Físicas y Mecánicas. Toma de Muestra. En la *Tabla 1* se puede observar las variables dendrométricas para cada una de las edades.

Tabla 1. Datos de los árboles muestras en las diferentes edades de la plantación

Plantación 2003 (14,5 años)							
Árbol	Edad	DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro base (cm)	Diámetro Centro	Diámetro Rabiza	Longitud (m)
1	14,5	17,30	12,00	24,70	14,40	11,50	7,00
2	14,5	20,80	9,40	28,20	19,20	19,00	3,40
3	14,5	28,00	12,70	40,30	25,00	21,80	5,10
Promedio		22,03	11,37	31,07	19,53	17,43	5,17
Plantación 2015 (12,5 años)							
Árbol	Edad	DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro base (cm)	Diámetro Centro	Diámetro Rabiza	Longitud (m)
1	12,5	21,30	8,10	28,00	22,40	21,00	1,50
2	12,5	14,90	7,00	22,30	14,50	13,40	2,00
3	12,5	18,00	7,40	21,50	15,00	13,50	2,65
Promedio		18,07	7,50	23,93	17,30	15,97	2,05

En la *Tabla 2* se observan los datos de las muestras de las rodajas procedentes de la base, centro y el extremo menor de las trozas, todas con un grueso de 5 cm, midiéndose el diámetro mayor y menor con y sin corteza, así como su radio mayor,

tratándose que en todos los casos la madera estuviese libre de cualquier tipo de pudrición, pero no de defectos; en caso de la base se tomó 10 cm, evitando así la deformación de la cuña que se produce cuando se realiza el corte.

Tabla 2. Datos de las rodajas para cada una de las edades de plantación sin corteza

Edades	Edad: 12,5 años			Edad: 14,5 años		
	D. mayor (cm)	D. menor (cm)	Radio (cm)	D. mayor (cm)	D. menor (cm)	Radio (cm)
C2-3-1- Base	18,45	16,60	9,70	39,50	35,25	21,75
C2-3-2- Centro	13,10	11,65	7,35	21,65	21,35	11,55
C2-3-3- Rabiza	12,25	11,55	5,75	21,65	16,50	12,30
C2-2-1- Base	20,75	15,75	8,50	26,40	22,00	14,65
C2-2-2- Centro	12,50	10,45	4,95	17,20	15,75	7,65
C2-2-3- Rabiza	12,00	9,70	4,60	18,00	14,10	10,85
C2-1-1-Base	28,00	23,00	15,50	23,90	18,75	13,60
C2-1-2- Centro	19,40	18,25	8,30	12,45	12,15	7,65
C2-1-3- Rabiza	20,40	15,45	8,00	10,10	9,05	6,15

Con estos datos se calcularon la elepticidad y excentricidad utilizando las siguientes fórmulas.

$$EP = 100 \cdot (R D/2)/D \quad (1)$$

$$ET = 100 \cdot (D d)/d \quad (2)$$

donde:

EP: Elipticidad

ET: Excentricidad

R: Radio mayor de la rodaja

D: Diámetro mayor de la rodaja

d: Diámetro menor de la rodaja

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

$$Con = \frac{Db \cdot Dei}{L} \quad (3)$$

Con: Conicidad (cm/m)

Db: Diámetro en la base (cm)

Dei: Diámetro en el extremo inferior (cm)

L: Longitud

La propiedad física fundamentalmente estudiada fue la densidad al aire para la cual se prepararon probetas de la base, centro, rabiza, con dimensiones de grueso, ancho y largo. Las probetas no se limitaron a una dimensión específica, según como se observa en las Tablas 3 y 4. Esta se determinó utilizando el método estereométrico para el cálculo del volumen y una balanza analítica para el peso.

La expresión es la siguiente:

$$D = \frac{P}{V} \quad (4)$$

donde:

D: Es la densidad de la probeta (g/cm³)

P: Es el peso de la probeta (g)

V: Es el volumen de la probeta (cm³)

Tabla 3. Datos de las probetas de la plantación de 2003 (14,5 años)

Parte del árbol		Probeta	Largo (cm)	Ancho (cm)	Grueso (cm)
Base	C1	1.1	7,23	2,10	6,13
Centro	C1	1.2	9,17	2,22	5,13
Rabiza	C1	1.3	9,63	2,41	4,98
Base	C1	2.1	12,05	2,08	5,49
Centro	C1	2.2	7,53	2,35	5,76
Rabiza	C1	2.3	6,91	2,27	5,62
Base	C1	3.1	18,10	2,15	5,37
Centro	C1	3.2	7,52	2,20	6,12
Rabiza	C1	3.3	6,93	2,21	5,78

Tabla 4. Datos de las probetas de la plantación de 2005 (12,5 años)

Parte del árbol		Probeta	Largo	Ancho	Grueso
Base	C2	1.1	14,415	5,312	2,235
Centro	C2	1.2	17,6	5,115	2,24
Rabiza	C2	1.3	14,63	4,67	2,11
Base	C2	2.1	15,19	5,53	1,865
Centro	C2	2.2	10,685	5,18	2,1
Rabiza	C2	2.3	9,26	4,83	2,25
Base	C2	3.1	15,365	5,26	2,27
Centro	C2	3.2	11,233	4,95	2,15
Rabiza	C2	3.3	11,31	4,7	2,11

Las características organolépticas relacionadas con el olor y color se determinaron muestreando por parte del especialista cada una de las

probetas utilizadas para la determinación de la densidad.

Utilizando el sistema estadístico InfoStat Plus 5, se realizó un análisis de varianza para determinar la existencia de diferencias estadísticas entre cada una de las características a diferentes edades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la excentricidad para cada una de las edades y partes de la pieza se presentan en la *Tabla 5*. Se obtiene mayor excentricidad en la plantación de 12,5 años con 7,66 %, que en la de 14,5 que alcanzó 7,31 %. El análisis de varianza demuestra la no existencia de diferencia estadísticamente significativa entre ambas edades, siendo $p > 0,05$ P Value = 0,86.

Estos resultados son muy similares a los obtenidos por Henry (2010) en una plantación de cinco años para la procedencia Viñales con 7,68 %, y muy diferente a lo logrado para la misma especie y edad en Alquizar con 2,63 %. Difieren también del obtenido por Rigg-Aguilar Priscilla and Róger Moya (2018) para dos poblaciones de *Cedrela odorata* L. plantadas en un sistema agroforestal, donde los valores estuvieron entre 4 y 5,7 %, respectivamente. La excentricidad para ambas edades se puede observar en la *Fig. 1*, donde el porcentaje de la misma se comporta de la base a la rabiza entre 6 y el 10 %. Boleri y Leyva (2009) obtuvieron para la especie *Callophyllun Antillanun* (ocuje) un valor de 6,79 %, y López de Roma y col. (1991) para el *Pino radiata* de 5,39 %, y Boanza y col. (2002) 3,07 % para clones de chopo.

Tabla 5. Valores medios de excentricidad para las diferentes edades de plantación

Especie	Muestra	Rodaja	Excentricidad (%) 14,5	Excentricidad (%) 12,5
Cedro	C2-3-1	Base	5,06	3,44
	C2-3-2	Medio	3,35	4,55
	C2-3-3	Rabiza	6,81	4,17
Cedro	C2-2-1	Base	5,49	11,00
	C2-2-2	Medio	5,52	10,00
	C2-2-3	Rabiza	10,28	12,40
Cedro	C2-1-1	Base	6,90	5,36
	C2-1-2	Medio	11,45	7,22
	C2-1-3	Rabiza	10,89	10,78
Cedro	Promedio	Base	5,82	6,60
		Medio	6,77	7,25
		Rabiza	9,33	9,12
P-Valor 0,81	Promedio total	Muestra	7,30	7,67

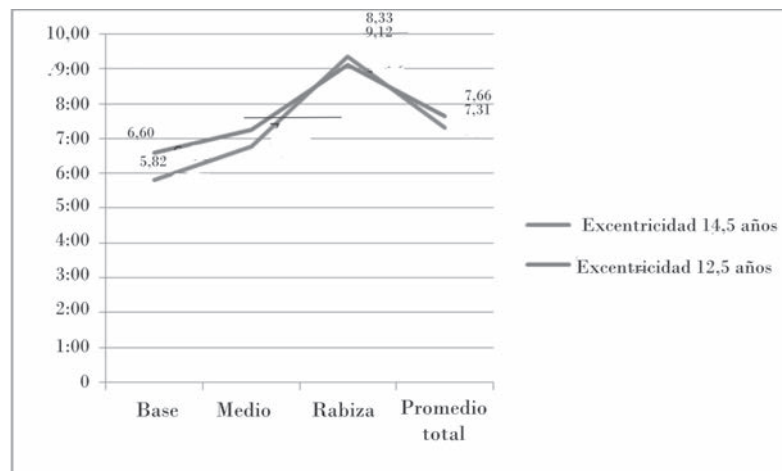


Figura 1. Comportamiento promedio de la excentricidad para diferentes edades.

Este resultado, aunque ligeramente inferior al obtenido en la misma localidad a la edad de cinco años favorece la calidad de la madera, principalmente en la disminución de las contracciones que tanta influencia tiene en la transformación industrial y el producto terminado. El comportamiento de esta propiedad en las diferentes partes del fuste refleja también una tendencia, aunque mínima al aumento desde la base hasta el extremo superior, lo que indica en alguna medida necesidad de manejos, principalmente podas que mejoren la calidad del fuste.

Lo dañino de este defecto en plantaciones de cedro de Tanzania fue reportado por Bryce (1966), citado por Henry y col. (2010), donde fustes procedentes de árboles que tenían 50 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 les produjo fisuras con pérdidas económicas para los objetivos previstos.

La elepticidad tuvo valores de 15,9 y 18,31 % en las edades de 14,5 y 12,5 años, respectivamente (Tabla 6), muy superiores a los obtenidos por (Henry y col., 2010) para la misma especie a la edad de cinco años, reportándose valores para localidad de Viñales de 4,2 % y 5,39 % para Alquizar. El análisis de varianza para ambas edades muestra la no existencia de diferencias significativas con un P Value = 0,634. Al compararlo con otras especies, estos resultados son totalmente diferentes a los reportados por Boleri y Leyva (2009) para *Callophyllun antillanun* (ocuje) 6,21 % (López de Roma y col., 1991) para el *Pino radiata* 7,42 % y Boanza y col. (2002) para clones de chopo con 8,8 % como promedio. En lo referente a las partes del fuste, en ambas edades las muestras del centro tienen una menor elipticidad, lo que indica mejor formación, dado por la baja influencia del sistema radical y las ramas (Fig. 2).

Tabla 6. Valores medios de elepticidad para las diferentes edades de plantación

<i>Especie</i>	<i>Muestra</i>	<i>Rodaja</i>	<i>Excentricidad (%) 14,5</i>	<i>Excentricidad (%) 12,5</i>
Cedro	C2-3-1	Base	12,06	11,14
	C2-3-2	Medio	1,41	12,45
	C2-3-3	Rabiza	31,21	6,06
Cedro	C2-2-1	Base	20,00	31,75
	C2-2-2	Medio	9,21	19,62
	C2-2-3	Rabiza	27,66	12,40
Cedro	C2-1-1	Base	27,47	23,71
	C2-1-2	Medio	2,47	21,74
	C2-1-3	Rabiza	11,60	6,30
Cedro	Promedio	Base	19,84	32,04
		Medio	4,36	21,50
		Rabiza	23,49	12,79
P-Valor 0,63	Promedio total	Muestra	15,9	18,31

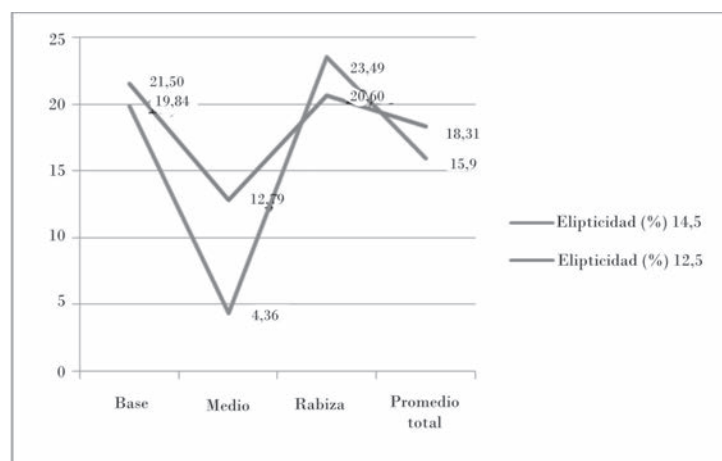


Figura 2. Comportamiento promedio de la elepticidad para diferentes edades.

Similar resultado lo obtuvo Henry y col. (2010), quienes en su trabajo observaron la misma tendencia. El comportamiento obtenido ratifica lo señalado por Prodan *et al.* (1997), los cuales señalan 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.

Considerando el estudio de 2010, la variable experimenta una tendencia al aumento a los 5, 12,5 y 14,5 años, respectivamente. Este aspecto es muy crítico, ya que afectaría grandemente los rendimientos de las futuras trozas.

Los resultados de la *Tabla 7* muestran la conicidad de ambas edades, reflejando un valor mayor para la edad 12,5 años con 3,72 cm/m, y para 14,5 de 2,64 cm/m. El valor promedio de la conicidad obtenida es 3,34 cm/m, superior a la media de

conicidad obtenida por Henry (2010) para la misma especie, en la misma zona, pero con edad de cinco años, con 2,90 cm/m. El análisis de varianza muestra la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las P Value = 0,514. Estos resultados son también muy superiores a los alcanzados por Henry (2003) para especies latifolias de bosques naturales de la Ciénaga de Zapata, donde se comportaron entre 2,15 y 2,35 cm/m. El promedio general se considera muy alto, si se tiene en cuenta lo señalado por Vignote (1996), quien apunta que conicidades por encima de 1 cm/m se considera un tronco cónico y por debajo de este valor cilíndrico.

Estos valores demuestran un aumento de la deformación con la edad, lo que constituye un gran inconveniente cuando se quiere obtener madera para la industria, ya que provoca una disminución del rendimiento industrial.

Tabla 7. Valores de conicidad promedio para las diferentes edades de plantación

Especie	Muestra	Conicidad (14,5 años)	Conicidad (12,5 años)
Cedro	C 1	1,89	4,67
Cedro	C 2	2,71	4,45
Cedro	C 3	3,63	2,67
P Valor = 0,213	Promedio	2,64	3,91

La *Tabla 8* presenta el resultado de la densidad seca al aire para la especie en diferentes edades, el valor medio para los 14,5 años es de 0,457 g/cm³ y 0,4611 g/cm³ para los 12,5 años, con un promedio general de 0,455 g/cm³, no existiendo diferencias significativas para un nivel de confiabilidad del 95 %, con un P-Value = 0,514.

Los resultados a los que se arriban en el trabajo son análogos a los obtenidos por Ibáñez (2003), donde reporta que el cedro es una madera ligera con densidad seca al aire entre 460-500 kg/m³ y muy superiores a los alcanzados por Henry y col. (2016), cuando en plantaciones de la procedencia de Viñales y Alquizar con cinco y cuatro años de edad, respectivamente, obtuvieron valores entre 0,365 y 0,414 g/cm³. Estudios realizados por Rigg-Aguilar Priscilla y Roger Moya (2018) para dos poblaciones de *Cedrela odorata* L. plantadas en un sistema agroforestal, la densidad específica osciló entre 0,267 y 0,360 g/cm³.

Tabla 8. Resultados de la densidad seca al aire para diferentes edades de plantación

	Edad: 14,5		Edad: 12,5	
1	Base	0,457	Base	0,448
2	Base	0,445	Base	0,468
3	Centro	0,481	Centro	0,383
4	Centro	0,433	Rabiza	0,462
5	Rabiza	0,501	Base	0,543
6	Base	0,450	Centro	0,459
7	Centro	0,388	Rabiza	0,448
8	Centro	0,359	Base	0,462
9	Rabiza	0,408	Centro	0,449
10	Rabiza	0,454	Rabiza	0,493
11	Base	0,498	Base	0,543
12	Base	0,463	Centro	0,459
13	Centro	0,427	Rabiza	0,448
14	Centro	0,416	Base	0,468
15	Rabiza	0,502	Centro	0,383
16	Rabiza	0,530	Rabiza	0,462
Promedio		0,451		0,461
	P-Value	0,5114		

En cuanto a las características organolépticas (Tabla 9), el 100 % de las muestras mostraron un color desde pardo rojizo a claro rojizo, y el olor característico propio del cedro, lo que está en correspondencia con Betancourt (1987), citando a Ponce de León, cuando señala que la

especie es la más notable de todas las maderas con sabor amargo y olor persistente, seca rápidamente, sin rajarse ni contraerse y es resistente. Fors (1965) señala también que la madera es de color rojizo claro y de olor agradable persistente.

Tabla 9. Resultados de las características organolépticas para diferentes edades de plantación

	Edad	Características organolépticas		Edad	Características organolépticas	
	14,5 años	Olor	Color	12,5 años	Olor	Color
1	Base	Característico	Pardo rojizo	Base	Característico	Rojizo claro
2	Base	Característico	Pardo rojizo	Base	Característico	Rojizo claro
3	Centro	Característico	Pardo rojizo	Centro	Característico	Rojizo claro
4	Centro	Característico	Pardo rojizo	Rabiza	Característico	Rojizo claro
5	Rabiza	Característico	Pardo rojizo	Base	Característico	Rojizo claro
6	Base	Característico	Pardo rojizo	Centro	Característico	Rojizo claro
7	Centro	Característico	Pardo rojizo	Rabiza	Característico	Rojizo claro
8	Centro	Característico	Pardo rojizo	Base	Característico	Rojizo claro
9	Rabiza	Característico	Pardo rojizo	Centro	Característico	Rojizo claro
10	Rabiza	Característico	Pardo rojizo	Rabiza	Característico	Rojizo claro
11	Base	Característico	Pardo rojizo	Base	Característico	Rojizo claro
12	Base	Característico	Pardo rojizo	Centro	Característico	Rojizo claro
13	Centro	Característico	Pardo rojizo	Rabiza	Característico	Rojizo claro
14	Centro	Característico	Pardo rojizo	Base	Característico	Rojizo claro
15	Rabiza	Característico	Pardo rojizo	Centro	Característico	Rojizo claro
16	Rabiza	Característico	Pardo rojizo	Rabiza	Característico	Rojizo claro

Los resultados del trabajo demuestran que a estas edades la especie ha alcanzado una densidad en los rangos de los valores tradicionales de la madera madura, y si se consideran las características organolépticas, se puede afirmar que a partir de los 12,5 años la madera producida en estas condiciones de sitio y a esta edad pudiera utilizarse en la producción de cajas de tabaco.

Si bien los resultados apuntan a una utilización inmediata en estas edades, es importante señalar que las características morfológicas elepticidad y conicidad tuvieron valores superiores a los alcanzados a los cinco años, aumentando el riesgo para la transformación industrial de la madera. En este sentido se recomienda intensificar los tratamientos silvícolas, principalmente raleos y podas.

CONCLUSIONES

- Los resultados de la investigación demuestran que en estas condiciones de sitios, la especie *Cedrela odorata* L., con 12,5 y 14,5 años de edad plantadas en forma intensiva, poseen propiedades físicas y organolépticas que les permiten ser usadas en la producción de cajas de madera para el envase del tabaco.
- Las características morfológicas de la especie revelan un fuste con tendencia a la deformación, por lo que se hace necesario intensificar tratamientos silvícolas, principalmente raleos y podas para mejorar su arquitectura con fines industriales.

BIBLIOGRAFÍA

Betancourt, B. A. 1987. Silvicultura Especial de árboles maderables tropicales. 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):311-324.
- Bolerí, D., Leyva, I. 2009. Influencia de los defectos de la madera en bolo del *calophyllum antillanum* Britton en el rendimiento y calidad de la madera aserrada. *Encuentro Internacional Por el Desarrollo Forestal Sostenible. DEFORS 2009*. ISBN 978-959-7139-89-8.
- Fagundo Abreu, G.C. 2019. "Modulación matemática de Khasya nyasica en plantaciones. Caso de estudio Empresa para la Conservación de la Ciénaga de Zapata. 100 H. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales)-- Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- García, J.M., et al. 2012. Manual de Procedimiento para el aprovechamiento de impacto reducido de los bosques de Cuba. La Habana. Dirección Forestal. 154 p.
- González, A., et al. 2011. El Manejo Intensivo de *Cedrela Odorata* L y la Asociación de cultivos Agrícola, Una Opción Viable. 5to. Congreso Forestal de Cuba.
- Hernández, M., Piedra, C., Zúñiga, I. 2000. Industria forestal costarricense de cara al nuevo siglo: ¿Quiénes sobrevivirán al cambio? (en línea). 13 p. Consultado el 31 ago. 2011. Disponible en <http://www.edeca.una.ac.cr/files/izuniga/Proyectos/ARTICULO%201.pdf>.
- Henry Torriente, P.P. 2003. Perfeccionamiento de la cubicación de madera en bolo de las principales especies de interés económico de la Ciénaga de Zapata. 237 h. Tesis (en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Ecológicas)-- Universidad de Alicante.
- Henry, P.P., et al. 2010. Estudio de algunas características morfológicas del fuste de *Cedrela odorata* L. en plantaciones intensivas. *Revista Forestal Baracoa (CU)* 29(2):57-65, julio-diciembre.
- Henry, P.P., et al. 2016. Propiedades físico-mecánicas de la especie *Cedrela odorata* L. plantadas en condiciones intensivas. *Revista Forestal Baracoa (CU)* 35(2):9-14, julio-diciembre.
- 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.
- Moya Roque, R., Arce Ledezma, V. 2003. Efecto del espaciamiento en plantación sobre dos propiedades físicas de la madera de teca a lo largo del fuste. *Madera y Bosque (MX)* 9(2):15-27.
- NC 43-27:87 Propiedades físico mecánicas. Toma de muestras.
- Prodan, M., et al. 1997. Mensura Forestal. Costa Rica. Instituto Iberoamericano de cooperación para la agricultura (IICA). 561 p.
- Rigg-Aguilar, P., Moya Roque, R. 2018. Propiedades de la madera de árboles de siete años de edad de dos poblaciones de *Cedrela odorata* L. plantadas en un sistema agroforestal. *Madera y Bosques (MX)* 24(1) e 2411485, doi:10.21829/myb.2018.2411485
- Rodríguez García, M.R., et al. 2015. Respuesta del Cedro (*Cedrela odorata* L.) a diferentes dosis de riego. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias (CU)* 24(4):12-15, octubre-noviembre-diciembre. ISSN 1010-2760.
- Tullume Chavesta, M.C. 2000. Características anatómicas y propiedades físico-mecánicas del Cedro (*cedrela odorata* L.) proveniente de satipo. 79 h. Tesis (en opción al Título de Ingeniero Forestal). Lima- Perú.
- Vignote, S., Jiménez, F. 1996. Tecnología de la madera. España. Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación. 205 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Pedro P. Henry Torriente

Doctor en Ciencias Ecológicas, Máster en Ciencias en Aprovechamiento Forestal, Investigador Auxiliar del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Profesor Adjunto del Instituto Superior de Arte y de la Universidad Hermanos Saíz, ha desarrollado diferentes investigaciones relacionadas con la tecnología de la madera y la mensura forestal, así como en el aprovechamiento y uso de los productos forestales. Es presidente del Consejo Científico del INAF y miembro del Tribunal Nacional Forestal para el otorgamiento de grados científicos. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.