

## Tratamientos para reducir los índices de rajaduras

### Treatments to reduce cracking rates

Ivania Pupo Carballo<sup>1</sup>

Daniel Alberto Álvarez Lazo<sup>2</sup>

Rogelio Morejón Rivera<sup>3</sup>

Ignacio Estévez<sup>4</sup>

Libeydys Prieto Ruiz<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Ingeniera Forestal. Máster en Ciencias Forestales. Especialista en Gestión Forestal. Servicio Estatal Forestal de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: desarrollo1@dlgs.pri.minag.gob.cu

<sup>2</sup>Ingeniero Forestal. Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: daniel@upr.edu.cu

<sup>3</sup>Especialista en Estadística Aplicada Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Carretera La Francia, km 1½, Los Palacios. Pinar del Río, Cuba.

<sup>4</sup>Licenciado en Matemáticas. Máster en Ciencias Matemáticas. Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Pinar del Río, Cuba.

<sup>5</sup>Ingeniera Forestal. Máster en Ciencias Forestales. Empresa AgroForestal Costa Sur. Correo electrónico: comercialcs@art.minag.cu

**Recibido:** 10 de abril de 2018.

**Aprobado:** 21 de septiembre de 2018.

---

### RESUMEN

Entre los defectos que más perjudican la calidad de la madera aserrada de *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus pellita* F. Muell, se destacan las tensiones de crecimiento. Estas se manifiestan como rajaduras en los extremos de las trozas y en las piezas de la madera aserrada. La búsqueda de métodos simples para su reducción resulta de gran importancia para el desarrollo de la política forestal. La presente investigación desarrolla un conjunto de métodos que permiten reducir la influencia de las tensiones internas de crecimiento sobre las deformaciones de la madera aserrada. Para ello, se tomaron datos de campo de las dos especies objeto de estudio, *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus pellita* F. Muell a las que se les aplicaron diferentes tratamientos, tales como: Anillado en los extremos de las trozas, almacenamiento de trozas con

riego, anillado de árboles en pie, tomando como punto de partida un patrón o testigo para establecer comparaciones. Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos utilizados posibilitan la reducción de las tensiones internas de crecimientos en la madera de *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus pellita* F. Muell; se resalta el de las trozas almacenadas con riego donde se obtienen los mejores resultados.

**Palabras clave:** Tensiones de crecimiento; madera aserrada; *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus pellita*. F. Muell.

---

## ABSTRACT

Among the most harmful defects quality sawn *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus pellita* F. Muell stand growth stresses. It's manifested as cracks in the ends of the logs and pieces of lumber. The search for simple methods for reduction is of great importance for the development of forest policy. This research develops a set of methods to reduce the influence of internal stresses on the deformations growth of lumber. To which field data were taken from the two species studied, *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus pellita* F. Muell to which different treatments were applied, such as: Ringing in the ends of the logs and logs with irrigation storage, taking as its starting point a standard or control for comparison. The results show that the treatments used possible to reduce internal stresses in the wood growth of *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus pellita* F. Muell highlighting the logs stored in irrigated where you get the best results.

**Keywords:** Growth stress, lumber, *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus pellita*. F. Muell.

---

## INTRODUCCIÓN

Actualmente es un objetivo de la política forestal crecer cada año en la producción de madera, fundamentalmente de plantaciones, aliviando la presión existente sobre los bosques naturales ya que en su gran mayoría las especies de alto valor comercial se encuentran distribuidas en estos bosques. La demanda de materia prima continúa en aumento y la oferta de madera aún más limitada, jugando un papel fundamental la diversificación de especies de rápido crecimiento que, además de adaptarse a las condiciones edafoclimáticas, son de alta productividad y tienen madera de buena calidad, donde se destaca el género *Eucalyptus*.

Sin embargo, según Maree y Malan, (2000), la mayor limitación técnica que presenta este género y que constituye el problema de esta investigación, es la magnitud de las tensiones de crecimientos que, probablemente, resulte el indicador de mayor significación, puesto que altos niveles de tensión (particularmente las tensiones longitudinales) ocasionan los defectos que más perjudican el rendimiento y la obtención de madera aserrada de calidad en *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus pellita*. F. Muell. Estas comienzan a liberarse desde el mismo momento de la tala y se manifiestan como rajaduras en los extremos de las trozas. En las piezas aserradas, las tensiones remanentes también provocan rajaduras y alabeos Del Menezzi *et al.*, (1998).

Algunos métodos no destructivos se han utilizado para evaluar el nivel de tensiones de crecimiento. Ferrand, J.C., (1982); Vignote *et al.*, (1996); no obstante, una de las formas de medición indirecta y más confiable para este efecto es la medición de las rajaduras ocurridas en los extremos de las trozas; estas se encuentran fuertemente correlacionadas con las deformaciones ocurridas en la madera aserrada. López y Genes, (2005), citado por González *et al.*, (2014).

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo: desarrollar métodos que permitan reducir la influencia de las tensiones de crecimiento para garantizar calidad en la madera aserrada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en la Empresa Forestal Integral "La Palma" (EFI La Palma), específicamente en la Unidad Empresarial de Base "Los Palacios", ubicada en el referido municipio, en la provincia de Pinar del Río, Cuba, en las plantaciones de *Eucalyptus pellita* F. Muell y *Eucalyptus saligna* Smith, ubicadas en el lote 4, utilizando individuos con características morfológicas similares a su topografía, densidad (2500 árboles/ha.), el tipo de suelo (pardos con carbonato) y la edad de 18 años.

Evaluando las siguientes variables:

- Número de grietas (NG).
- Ancho de las grietas (AG).
- Profundidad de las grietas (PG).
- Longitud de las grietas (LG.)
- Conicidad de las trozas (CT).
- Diámetro de las trozas (DT).
- Defecto de curvatura de cara en las piezas aserradas de 75x50 (DCCR).
- Defecto de curvatura de cara en las piezas aserradas de 100x100 (DCCR).
- Defecto de curvatura de canto en las piezas aserradas de 75x50 (DCCT).
- Defecto de curvatura de canto en las piezas aserradas de 100x100 (DCCT).
- Índice de rajadura de las trozas (IRT).

En el proceso de selección de las muestras, se empleó el muestreo aleatorio simple, buscando aumentar la precisión de las estimaciones y reducir los costos del levantamiento Aldana, (2010) y Álvarez *et al.*, (2016); se eligieron 100 árboles para determinar el número de unidades representativas para el estudio, se tuvo como variable de interés el diámetro en las trozas a 1.30 m. a la altura del pecho; así se emplea una población infinita  $(1-f) = 0,99 \geq 0,98$  y se considera un 10 % de límite del error admisible (LE) en la ecuación siguiente, según Nájera *et al.*, (2011) y Oroscot *et al.*, (2016) (Ecuación 1).

$$n = \frac{t^2 s_x^2}{E^2} \quad (1)$$

$$E = (LE \cdot \bar{X}) \quad (2)$$

Dónde:

n = Número de muestras;

f = Fracción de muestreo;

$t^2$  = estadígrafo t de student al cuadrado;

LE = límite del error de muestreo admitido.

Al obtener una muestra constituida por 200 trozas de 4.0 m. de longitud de cada especie que oscila entre 21.0 y 30.0 cm. de diámetro, este número fue dividido en grupos de 50 para aplicar los diferentes tratamientos que se describen a continuación (1, 2, 3, 4, para el E. saligna (especie 1) y 5, 6, 7, 8, para el E. pellita (especie 2):

- Tratamientos 1 y 5, trozas almacenadas con riego: Este tratamiento consiste en mantener las trozas sometidas a riego durante 4 veces al día, con el objetivo de garantizar un elevado gradiente de humedad en la madera para disminuir el efecto de las tensiones internas de crecimientos y, a su vez, hacer más fácil el aserrado de las trozas, según Soares, (1998) Tratamientos 2 y 6, trozas almacenadas con anillo en los extremos: Consiste en hacer un anillo de 30.0 cm. en cada extremo de las trozas, profundizando 1/3 del diámetro.
- Tratamientos 3 y 7: Patrón.
- Tratamientos 4 y 8, anillado de árboles en pie: Consiste en hacer un anillo de 30.0 cm. de ancho a la altura del pecho (1.30 m.), profundizando 1/3 del diámetro, con el objetivo de cortar la circulación de la savia, eliminando el cambium del árbol hasta llegar a la profundidad deseada, para lo cual fue necesario esperar una razón de tres meses.

En el desarrollo de los tratamientos, se siguió, de manera sistemática, la cuantificación de las fendas o grietas producidas en las trozas debido a la liberación de tensiones de crecimiento en cuanto a longitud (LG), profundidad (PG), ancho (AG) y número (NG).

Estos datos fueron procesados con las facilidades del sistema Microsoft Excel donde se determinaron las medias de cada uno de los parámetros cuantificados, así como el índice de rajado de las trozas (IRT), según el tratamiento y la especie; se utilizó la metodología descrita por Lima, (2000) y Beltrame *et al.*, (2013) (Ecuación 3).

$$IR = 200 \left[ \frac{\sum_{i=1}^n a_i C_i}{\pi D^2} \right] \quad (3) \quad (3)$$

Donde:

IR= índice de rajadura de las trozas, %;

$a_i$  = abertura máxima de la rajadura ( $i = 1 \dots n$ ), cm;

$C_i$  = tamaño de la rajadura (médula-casca), cm;

D = diámetro medio de corte, cm.

También se calculó la variable conicidad en cada troza; se tuvo en cuenta la presencia de uno de los principales defectos que inciden sobre la calidad de la madera aserrada, a partir de la siguiente fórmula matemática, según Álvarez *et al.*, (2013):

$$\alpha = \frac{db - dr}{l} \quad (4)$$

Dónde:

$\alpha$ - Conicidad

db- Diámetro en la base (cm).

dr- Diámetro en la rabiza (cm).

L - Longitud (m).

Las variables obtenidas fueron procesadas mediante las técnicas multivariadas de Componentes Principales y Conglomerados, herramienta útil para conocer la relación existente entre las variables cuantitativas, consideradas con el fin de saber cuáles variables están o no asociadas, cuáles se caracterizan en el mismo sentido o en el sentido contrario; también permite seleccionar las variables cuantitativas más discriminatorias para limitar el número de mediciones en caracterizaciones posteriores, el Análisis de Conglomerados (empleando la distancia Euclidiana al cuadrado), método analítico que se aplica para clasificar las variables en grupos relativamente homogéneos con base en alguna similitud existente entre ellas, las correlaciones de Pearson y análisis de varianza entre los tratamientos aplicados, tomando como variable dependiente el IRT y la utilización del paquete estadístico ManiTab.15.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 1 y 2 muestran las correlaciones (correlaciones de Pearson) existentes entre las variables analizadas para cada una de las especies, los valores superiores a 0,600 se consideraron como significativos estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ); de ellos, los positivos muestran una relación estrecha y directa y los negativos, una relación inversa (Tabla 1 y 2).

**Tabla 1.** Matriz de Correlaciones para el *Eucalyptus saligna* (especie 1)

	NG	LG	DT	AG	IRT	PG	CT	DCCR 100x100	DCCT 100x100	DCCR 75x50
<b>LG</b>	<b>0.751</b>									
<b>DT</b>	<b>-0.642</b>	-0.418								
<b>AG</b>	<b>0.917</b>	<b>0.949</b>	-0.596							
<b>IRT</b>	<b>0.891</b>	<b>0.870</b>	-0.286	<b>0.916</b>						
<b>PG</b>	<b>0.685</b>	0.157	-0.123	0.384	<b>0.610</b>					
<b>CT</b>	-0.278	-0.239	<b>0.904</b>	-0.332	0.061	0.301				
<b>DCCR 100x100</b>	<b>0.878</b>	0.421	-0.361	<b>0.642</b>	<b>0.778</b>	<b>0.950</b>	0.072			
<b>DCCT 100x100</b>	<b>0.891</b>	0.546	-0.277	<b>0.718</b>	<b>0.876</b>	<b>0.913</b>	0.156	<b>0.980</b>		
<b>DCCR 75x50</b>	<b>0.996</b>	<b>0.686</b>	- <b>0.646</b>	<b>0.875</b>	<b>0.860</b>	<b>0.734</b>	-0.270	<b>0.909</b>	<b>0.906</b>	
<b>DCCT 75x50</b>	<b>0.973</b>	<b>0.619</b>	- <b>0.760</b>	<b>0.834</b>	<b>0.763</b>	<b>0.682</b>	-0.413	<b>0.867</b>	<b>0.835</b>	<b>0.984</b>

Correlaciones significativas a partir de 0.600 para  $p < 0.05$ .**Tabla 2.** Matriz de Correlaciones para el *Eucalyptus pellita* (especie 2)

	NG	LG	DT	AG	IRT	PG	CT	DCCR 100x100	DCCT 100x100	DCCR 75x50
<b>LG</b>	<b>0.969</b>									
<b>DT</b>	-0.461	-0.238								
<b>AG</b>	<b>0.952</b>	<b>0.849</b>	- <b>0.710</b>							
<b>IRT</b>	<b>0.790</b>	<b>0.641</b>	- <b>0.885</b>	<b>0.927</b>						
<b>PG</b>	-0.478	- <b>0.645</b>	0.274	-0.267	-0.169					
<b>CT</b>	0.267	0.061	- <b>0.653</b>	0.456	0.430	<b>0.719</b>				
<b>DCCR 100x100</b>	0.591	0.511	- <b>0.695</b>	<b>0.692</b>	<b>0.861</b>	-0.460	-0.050			
<b>DCCT 100x100</b>	<b>0.640</b>	<b>0.655</b>	-0.383	<b>0.620</b>	<b>0.697</b>	- <b>0.768</b>	-0.346	<b>0.922</b>		
<b>DCCR 75x50</b>	<b>0.618</b>	0.569	- <b>0.600</b>	<b>0.679</b>	<b>0.819</b>	-0.574	-0.154	<b>0.991</b>	<b>0.965</b>	
<b>DCCT 75x50</b>	<b>0.826</b>	<b>0.731</b>	- <b>0.755</b>	<b>0.906</b>	<b>0.966</b>	-0.413	0.191	<b>0.932</b>	<b>0.854</b>	<b>0.922</b>

Correlaciones significativas a partir de 0.600 para  $p < 0.05$ .

Dada la importancia que se les atribuye a las interrelaciones establecidas entre el índice de rajadura y sus componentes, se puede destacar la existencia de correlaciones fuertes y positivas de este con el número, longitud, ancho y profundidad de las grietas, así como con los defectos de cara y canto en las piezas aserradas de 100 x 100 y 75 x 50 mm., para la especie 1 y con el número, longitud y ancho de las grietas, así como con los defectos de cara y canto en las piezas aserradas de 100 x 100 y 75 x 50 mm., para la especie 2.

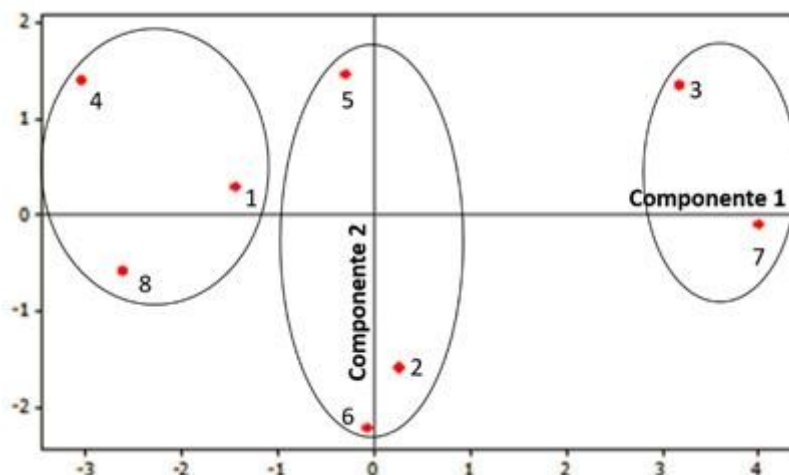
Se destacan, en ambos casos, la influencia de la variable (IRT) sobre los defectos de la madera aserrada, de forma positiva, y sobre el diámetro, de forma negativa, componente que, al decir de otros autores, Álvarez et al., (2013), Vignoteet al., (1996), es la que mayor influencia ejerce sobre los mismos.

Los resultados expuestos en la tabla 3, relacionados con el análisis de Componentes Principales, explican con menos variables la información que se recogió en la matriz inicial de datos; por lo tanto, se muestran los valores propios, porcentajes de contribución de los componentes y su acumulado, así como las correlaciones existentes entre las variables originales (Tabla 3).

**Tabla 3.** Valores propios y porcentaje de contribución y acumulado de los componentes y las correlaciones de estas con las variables originales

	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>	<b>PC5</b>
<b>Valores Propios</b>	6.3318	1.9783	1.1462	1.0167	0.2435
<b>% contribución</b>	0.576	0.180	0.104	0.092	0.022
<b>% acumulado</b>	0.576	<b>0.755</b>	0.860	0.952	0.974
<b>NG</b>	0.365	-0.047	0.087	-0.250	-0.426
<b>LG</b>	0.308	-0.079	-0.324	-0.480	0.346
<b>DT</b>	-0.020	-0.563	-0.481	0.316	0.086
<b>AG</b>	0.365	0.054	-0.133	-0.320	-0.261
<b>IRT</b>	0.359	0.161	0.092	-0.196	0.469
<b>PG</b>	0.064	0.390	0.750	-0.092	0.190
<b>CT</b>	-0.016	0.693	-0.078	-0.138	-0.241
<b>DCCR 100x100</b>	0.342	0.003	0.229	0.398	-0.151
<b>DCCT 100x100</b>	0.349	-0.032	-0.071	0.355	0.446
<b>DCCR 75x50</b>	0.358	-0.107	-0.018	0.378	-0.115
<b>DCCT 75x50</b>	0.371	0.026	-0.059	0.109	-0.273

El porcentaje de contribución de las componentes fue alto, nótese que los dos primeros componentes explican un 75.5 % de la variabilidad total de la muestra; se formaron tres agrupaciones que se aparecen en la figura 1, donde se aprecia, además, una gran dispersión en la ubicación de los tratamientos, que está dada por la gran variabilidad existente entre ellos (Figura 1).



**Fig. 1.** Distribución de los tratamientos para los dos primeros componentes

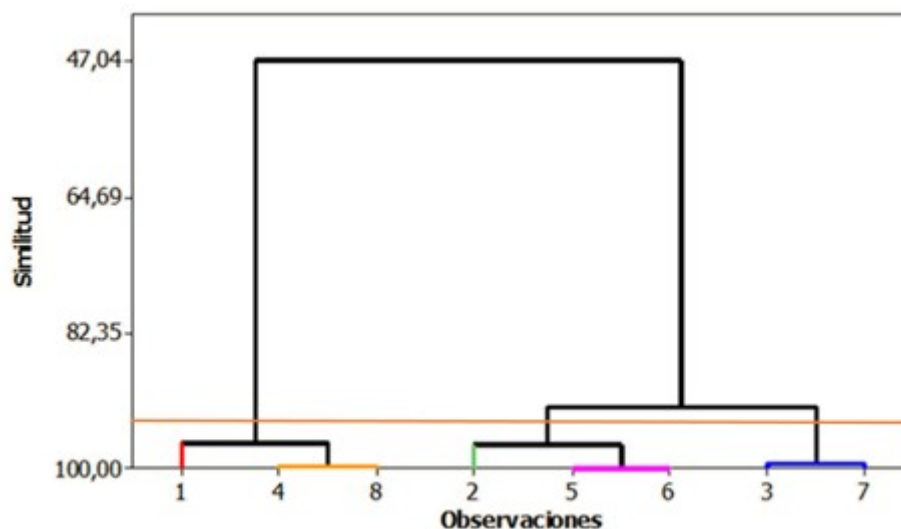
El primer componente contribuyó con más del 57 % de la varianza total explicada. Las correlaciones con las variables originales indican que el número, la longitud, el ancho, el índice de rajadura y los defectos de cara y canto, para ambas piezas, fueron las variables que más aportaron de forma positiva. El segundo componente contribuyó con un 18 % de la varianza total explicada y las variables Diámetro, Conicidad y Profundidad, fueron las de mayor aporte de forma positiva. Esto indica la utilidad que pueden tener estas variables en la diferenciación de los tratamientos, por presentar los valores más altos de correlación con los ejes principales.

Estos tratamientos, según algunos autores, tales como, Lima *et al.*, (2007), Trevisan, (2010), Álvarez *et al.*, (2013), han estado encaminados a reducir las tensiones internas de crecimientos y la obtención de madera aserrada de calidad.

Para corroborar los resultados obtenidos en los Componentes Principales para la clasificación de los tratamientos, se utilizó un Análisis de Conglomerados, atendiendo al criterio de incluir, dentro de un mismo grupo, aquellos que tengan características similares.

En la figura 2, se expone el dendrograma correspondiente al Análisis de Conglomerados; en este caso, se usó la técnica jerárquica ascendente para su construcción y se crearon 3 grupos. Las medias por variables y los tratamientos correspondientes, a cada clase, aparecen en la tabla 4 (Tabla 4) y (Figura 2).





**Fig. 2.** Dendrograma obtenido a partir del análisis de Conglomerados

**Tabla 4.** Distribución de los tratamientos y medias por grupos, según el Análisis Conglomerados

Grupos	NG	LG	DT	AG	IRT	PG	CT	DCCR 100x100	DCCT 100x100	DCCR 75x50	DCCT 75x50
<b>1</b>	2.46	24.88	25.9	0.05	0.24	4.54	1.67	1.10	0.74	1.35	0.94
<b>2</b>	7.23	47.12	24.21	0.12	0.32	4.59	1.61	1.31	0.89	2.08	1.44
<b>3</b>	9.28	60.78	25.73	0.18	0.52	4.81	1.68	2.03	1.84	4.43	2.22
Grupos	Tratamientos									EFECTIVOS	
<b>1</b>	1,4,8 (Trozas almacenadas con riego, árboles anillados en pie).									3	
<b>2</b>	2,5,6 (Trozas almacenadas con riego, trozas con anillos en los extremos).									3	
<b>3</b>	3,7 (Testigos)									2	

El grupo 1 está integrado por los tratamientos de las trozas almacenadas con riego para la especie 1 y los árboles anillados en pie para la especie 1 y 2, la cual presentó los valores más pequeños en cuanto a número, longitud, ancho y profundidad de las grietas, aunque presenta el mayor valor de diámetro y los valores más pequeños en los defectos de cara y canto de las piezas aserradas y de índice de rajadura, por lo que estamos en presencia de los tratamientos más efectivos en cuanto a la reducción de las tensiones de crecimientos para ambas especies.

Las trozas almacenadas con riego para la especie 2 y las trozas con anillos en los extremos para las especies 1 y 2 se ubicaron en el grupo 2, donde, a pesar de obtener valores superiores a los del grupo 1, se manifiestan muy inferiores a los del grupo 3 que relaciona los testigos para ambas especies; por lo que, teniendo en cuenta estos resultados, se pueden considerar que los mismos también pueden ser aplicados para reducir las tensiones internas de crecimientos para ambas especies.

En la tabla 4, se reflejan los valores medios del IRT, calculados en los tratamientos aplicados, los que son inferiores a los registrados en estudios realizados por Lima, 2005 en plantaciones de *E. grandis* de 21 años de edad en rollizos de 3.0 metros de longitud, a partir de 1.7 metros de altura, donde los valores promedios variaron entre 0.67 % y 0.87 %, según tratamiento silvicultural aplicado.

Mientras, Lima *et al.*, (2007), obtuvieron valores de 0.89, 0.74 y 0.79 % en aprovechamientos de *E. grandis* de 21 años de edad que sufrieron diferentes intensidades de tala, asimismo, en esta propia especie, se encontraron valores por Trevisan, (2010), que varían entre 1.1 y 1.6 %. Sin embargo, en estudios realizados en diferentes clones de *Eucalyptus* sp por Beltrame *et al.*, (2015), el valor promedio obtenido es de 0.46 %, aunque en algunos de ellos los resultados fueron entre 0.14 y 0.34, similares a los obtenidos en el presente trabajo.

Los tratamientos utilizados posibilitan la reducción de las tensiones internas de crecimientos en la madera de *Eucalyptus pellita* y *Eucalyptus saligna*, donde los mejores tratamientos resultan ser las trozas almacenadas con riego para el *Eucalyptus saligna* y árboles anillados en pie para las dos especies investigadas.

El número, la longitud, el ancho, el índice de rajadura y los defectos de cara y canto, para ambas piezas, fueron las componentes que más aportaron, de forma positiva, a los resultados obtenidos en los tratamientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALDANA, E., 2010. Ordenación de Montes. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.

ÁLVAREZ, D.A., BETANCOURT, Y. y GONZÁLEZ, I., 2013. Tecnología de la Madera [en línea]. La Habana, Cuba: Editora Félix Varela. Disponible en: <https://sites.google.com/site/tecnologiadela madera/>.

ÁLVAREZ LAZO, D., ALEJOS, J., FERNANDO EGAS, A., LEKKONZOR, A., PACHECO, A. y ESTÉVEZ, I., 2016. Desarrollo de modelos matemáticos que permitan predecir el rendimiento de madera aserrada a partir de parámetros dendrométricos de árboles en pie de *Pinus tropicalis* Morelet en la Empresa Agro Forestal Macurije, Pinar del Río. Revista Ambiente. Revista científica especializada en investigaciones en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente de la Universidad nacional del Centro del Perú - Huancayo [en línea], vol. 1, no. 1-2. Disponible en: <http://revistas.uncp.edu.pe/index.php/ambiente/article/view/341>.

BELTRAME, LEMOS DE PERES, M., LAZAROTTO, M., GATTO, D.A., SCHNEID, E. y HASELEIN, C.R., 2015. Tensão de crescimento e sua relação com as rachaduras de topo em toras de *Eucalyptus* spp. Piracicaba. Scientia Forestalis [en línea], vol. 43, no. 105. Disponible en: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr105/cap06.pdf>.

- BELTRAME, R., MATTOS, B., HASELEIN, C., SANTINI, E., GATTO, D., CADEMARTORI, P. y PEDRAZZI, C., 2013. Validación de las deformaciones residuales longitudinales de la madera de *Eucalyptus saligna* Smith. *Scientia Forestalis*. Piracicaba, vol. 47, no. 97, pp. 95-101.
- DEL MENEZZI, C., NAHUZ, M.A.R. y SOUZA, M.R., 1998. Consecuencias de las tensiones de crecimiento en la producción de madera aserrada de *Eucalyptus grandis* Hillex Maiden y de *E. cloeziana* F. Muell. Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia, Chile: IUFRO.
- FERRAND, J.C., 1982. Study of growth stresses. Measurement by means of increment cores. *Annales des Sciences Forestieres*, vol. 39, no. 2, pp. 109-142.
- GONZÁLEZ, D.P., MOGLIA, J.G., LÓPEZ, A.J., PECE, M., LÓPEZ, J.A. y MORENO, R., 2014. Estimación de las tensiones de crecimiento en individuos selectos de *Eucalyptus camaldulensis* mediante extensómetro e índice de rajado. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales* [en línea], vol. 22, no. 1-2, pp. 57-65. [Consulta: 21 septiembre 2018]. ISSN 0328-0543, 1851-3026. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48133884007>.
- Growing for solid hardwood products: a South African experience and perspective. En: B. MAREE y F. MALAN, *Proceedings of an IUFRO Conference on the Future of Eucalypts for Wood Products*, Launceston, Tasmania, Australia, 2000. Australia: s.n., pp. 319-327.
- LIMA, I.L., 2000. Variação de propriedades indicativas da tensão de crescimento em função da posição na árvore e da intensidade de desbaste. *Dissertação (Mestrado)*. S.l.: Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- LIMA, J.T., SARTÓRIO, R.C., TRUGILHO, P.F., CRUZ, C.R. y VIEIRA, R.S., 2007. Uso do resistógrafo para estimar a densidade básica e a resistência à perfuração da madeira de *Eucalyptus*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, no. 75, pp. 85-93.
- NÁJERA, J., AGUIERRE, O.A., TREVIÑO, E., JIMÉNEZ, J., CORRAL, J.J. y VARGAS, B., 2011. Tiempos y rendimientos del aserrío en la región de El Salto, Durango, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, vol. 17, no. 2, pp. 199-213.
- OROSCO, R., HERNÁNDEZ, J.C., NAJERA, J.A., DOMÍNGUEZ, P.A., GOCHE, J.R., LÓPEZ, P.M. y CORRAL, J.J., 2016. Rendimiento en calidad de la madera aserrada de pino a-b. *Rev. Mex. de Cienc. Forestales*, vol. 7, no. 36.
- SOARES, C.H. y RABELO, N., 1998. Técnicas de desdoble utilizadas para madera de Eucaliptos. Brasil: Umarevisao de literatura. Visçosa Minas Gerais Brazil.
- TREVISAN, R., 2010. Efeito do desbaste nos parâmetros dendrométricos e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hillex Maiden. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Brasil: Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

VIGNOTE, S., 1996. Estudio de las tensiones de crecimiento de *Eucalyptus globulus* Labill en Galicia, España. España, Madrid: Ed. Comunicaciones Agraria INIA.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional. Copyright (c) 2018 Ivania Pupo Carballo, Daniel Alberto Álvarez Lazo, Rogelio Morejón Rivera, Ignacio Estévez, Libeydys Prieto Ruiz