

Revista Cubana de
Ciencias Forestales

CFORES

Volumen 10, número 3; 2022

Artículo original

Influencia de algunos factores en el alabeo de la madera aserrada de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari

Influence of some factors on the warping of *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret and Golfari sawn wood

Influência de alguns fatores no empenamento da madeira serrada de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret e Golfari

Inés González Cruz^{1*}  <https://orcid.org/0000-0001-7900-8547>

Luisberys Velázquez Abad²  <https://orcid.org/0000-0001-6303-9664>

Daniel Álvarez Lazo¹  <https://orcid.org/0000-0001-7627-0152>

¹Universidad de Pinar del Río "Hermandos Saíz Montes de Oca". Pinar del Río, Cuba.

²Académico Universidad Católica del Norte. Antofagasta, Chile.

*Autor para la correspondencia: nes@upr.edu.cu

Recibido:2022-01-18.

Aprobado: 2022-11-24.

RESUMEN

La calidad de la madera aserrada, es afectada por el alabeo que presenta posterior a su secado, es importante entonces, entender los mecanismos que regulan esta deformación. En consecuencia, este trabajo, ofrece resultados de la influencia de la variación y esquemas de aserrado, dimensiones y tiempo de secado de las piezas, sobre el alabeo de la madera aserrada de *Pinus caribaea* var *caribaea*. Las piezas aserradas provienen de árboles de igual procedencia, diámetro y edad. El estudio de la variación de aserrado se realizó con una metodología similar a la propuesta por el Centro de



Estudios Forestales de la Universidad de Pinar del Río, Cuba, se tomaron muestras con igual largo y ancho, pero de diferente espesor para cada tercio de la pieza seleccionada. Para el análisis de esquemas de aserrado, se utilizaron piezas aserradas teniendo en cuenta la posición de la médula en cara, canto y centro de la pieza y piezas que no la contienen. La influencia de las dimensiones, se estudiaron a partir de tomar piezas en diferentes posiciones en dirección radial con diferentes dimensiones (13 x100x3000) mm y (75x100x3000) mm fueron codificadas como: A, B y C por la distancia a la médula. Se hicieron mediciones de alabeo a los 25, 60 y 90 días de secado. De acuerdo, con análisis de varianza simple, las piezas aserradas que experimentan menor alabeo son, las que no contienen médula, las que no experimentan variaciones de aserrado, y las de mayor espesor. El alabeo, aumenta con el tiempo de secado.

Palabras clave: Alabeo aserrado esquema; Médula; Variación

ABSTRACT

The quality of sawn wood is affected by the warping that it presents after drying, it is important then, to understand the mechanisms that regulate this deformation. Consequently, this work offers results of the influence of the variation and sawing patterns, dimensions and drying time of the pieces, on the warping of the sawn wood of *Pinus caribaea* var *caribaea*. The sawn pieces come from trees of the same origin, diameter and age. The study of the sawing variation was carried out with a methodology similar to that proposed Center of Forestry Studies, samples were taken with the same length and width but, of different thickness to every third of the selected piece. For the analysis of sawing schemes, sawn pieces were used taking into account the position of the medulla on the face, edge and center of the piece and pieces that do not contain it. The influence of the dimensions, were studied from taking pieces in different positions in radial direction with different dimensions (13 x100x3000) mm and (75x100x3000) mm were coded as: A, B and C by the distance to the medulla. Warp page measurements were made at 25, 60 and 90 days of drying. According to simple analysis of variance, the sawn pieces that experience less warpage are those that not contain medulla, those that do not experience variations in sawing, and those with greater thickness. Warping increases with drying time.

Keywords: Warp sawn scheme; Medulla; Variation.

SÍNTESE

A qualidade da madeira serrada é afetada pela teia após a secagem. Por isso, é importante compreender os mecanismos que regulam esta deformação. Conseqüentemente, este trabalho oferece resultados sobre a influência da variação e esquemas de serragem, dimensões e tempo de secagem das peças na teia de madeira serrada de *Pinus caribaea* var *caribaea*. As peças serradas provêm de árvores da mesma origem, diâmetro e idade. O estudo da variação da serragem foi realizado utilizando uma metodologia semelhante à proposta pelo Centro de Estudos Florestais da Universidade de Pinar del Río, Cuba. As amostras foram retiradas com o mesmo comprimento e largura, mas com espessuras diferentes para cada terço da peça selecionada. Para a análise dos padrões de serragem, foram utilizadas peças serradas, levando em conta a posição da medula na face, borda e centro da peça e peças que não a contêm. A



influência das dimensões foi estudada tomando peças em diferentes posições na direção radial com diferentes dimensões (13 x100x3000) mm e (75x100x3000) mm foram codificados como: A, B e C pela distância até a medula. As medidas de empenamento foram feitas aos 25, 60 e 90 dias de secagem. De acordo com a simples análise de variância, as peças serradas que experimentam menos deformação são aquelas sem medula, aquelas sem variações de serragem e aquelas com maior espessura. A deformação aumenta com o tempo de secagem.

Palavras-chave: Warpagem esquema de serragem; Pith; Variação

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, se ejecuta un amplio programa de desarrollo forestal, que incluye entre otros, la producción de madera aserrada; este responde al desarrollo en algunos sectores de la sociedad como la agricultura, turismo que unido a la necesidad de industrialización y al aumento de vida de la población, hacen que se incremente la demanda de este producto.

Sin embargo, en las piezas aserradas, las tensiones remanentes provocan rajaduras y alabeos (Silva *et al.* 2016) y la falta de rectitud en la madera es una de las razones principales que limitan la satisfacción de los productos de la madera en el mundo (Eastin *et al.* 2001).

El alabeo como principal deformación es un problema serio para los aserraderos y secadores de madera. Debido a esta deformación la madera pierde calidad, la partida más importante en el presupuesto de los aserraderos, que tienen como necesidad primordial elevar la eficiencia de conversión en la industria del aserrado.

Una manera de enfrentar este problema es con el entendimiento de los mecanismos que regulan las deformaciones. Un estudio al respecto puede conducir a la identificación de los factores y parámetros más importantes que tienen influencia directa en la calidad del producto, y por tanto ayudar a una selección adecuada del material antes de su aserrado y secado para optimizar la utilización de cada troza recibida en el aserrío.

La industria del aserrado consta de una serie de operaciones que son necesarias para que la conversión de trozas en madera aserrada sea un proceso factible al menos desde el punto de vista económico (Álvarez *et al.* 2010). Este propio autor plantea que algunos factores inherentes a la especie son fundamentales para obtener calidad y rendimiento en las trozas, entre ellos se citan factores intrínsecos a la especie y factores extrínsecos como la curvatura de la troza; coincidiendo con Ferreira *et al.* (2004) citado por Carvalho *et al.* (2019).

Latorraca *et al.* (2015), consideran que la mejora de las técnicas de aserrado, unido al uso adecuado de las técnicas de secado de la madera es de fundamental importancia para la obtención de un mejor rendimiento de las especies.

Otros investigadores han estudiado el efecto que tiene la aplicación de uno u otro método de aserrado en el rendimiento de la madera aserrada (Álvarez *et al.* 2020).



Algunos trabajos han referido que se utilizan los esquemas de aserrado tangencial con cortes sucesivos y esquemas de aserrado tangencial alternativo, con la tendencia a reducir la liberación de las tensiones internas de crecimiento en el despiece, que pueden causar defectos de magnitudes muchas veces impresionantes debido a la pérdida de la compensación de estas en algunas partes de la madera (Melo *et al.* 2019).

Según López *et al.* (2016) la variabilidad dimensional afecta los rendimientos en el cepillado de la madera de *Eucalyptus saligna*. Retomando este estudio, puede plantearse que la variación dimensional, es un factor que afecta la trabajabilidad de la madera.

En particular, en la provincia Pinar de Río, los aserríos procesan fundamentalmente madera de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, especie de gran perspectiva económica del territorio, siendo además la principal especie procesada en la industria de aserrado en Cuba, sin embargo, las deformaciones con incidencia marcada específicamente en el alabeo que presentan posterior a su secado, limitan su uso eficiente en el sector constructivo (González *et al.* 2019).

En consecuencia, el objetivo del presente estudio, se relaciona con la determinación de la influencia de algunos factores como las dimensiones de la pieza aserrada, variaciones de aserrado, esquemas de aserrado y tiempo de secado sobre las magnitudes de las deformaciones de la madera aserrada de *Pinus caribaea* var. *caribaea* posterior a su secado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones de trabajo

El trabajo se desarrolla en el aserrado Albaro Barba, perteneciente a la Empresa Agroforestal Pinar del Río, provincia de Pinar del Río. Esta empresa forma parte del Ministerio de la Agricultura y se ubica en la carretera a San Juan, Pinar del Río. En el patio de almacenamiento de la madera aserrada del establecimiento se realizan las mediciones relacionadas con la calidad de la madera aserrada; por lo que es importante definir que la investigación se realiza en tiempo real.

Metodología utilizada

Determinación del tamaño de la muestra e intensidad del muestreo

Los datos fueron tomados de una población de 100 piezas aserradas de *Pinus caribaea* var. *caribaea*; procedentes de trozas obtenidas de la Empresa Agroforestal Pinar del Río, en la provincia de Pinar del Río. Para determinar el número de unidades representativas del estudio, teniendo como variable de interés el grosor de las piezas aserrada se parte de la ecuación expuesta por Chacko (1965), Freese (1967) y Álvarez *et al.*, (2020 (Ecuación 1):

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 * S^2}{E^2} \quad (1)$$



En que: n-tamaño de la muestra; t^2_{α} - valor tabular de t con (n-1) grados de libertad; S^2 Varianza estimada; E Error admisible.

Dimensiones de las piezas

Se tomaron 100 muestras de cada posición en la dirección radial, provenientes de 200 árboles del mismo sitio y de la misma edad. Las piezas tienen diferentes dimensiones (13x100x3000) mm y (75x100x3000) mm y fueron codificadas como: A, B y C. Las piezas tipo A son las obtenidas en la troza de la posición más próxima a la médula, las B, de la zona entre la médula y la corteza y las piezas del tipo C son las que se obtuvieron de la parte de la troza más cerca de la corteza, se expusieron al proceso de secado, al aire libre durante 90 días.

Variación de aserrado

El experimento para el estudio de la variación de aserrado se realizó con una metodología similar a la propuesta por Simpson y Schernitz (1997), se tomaron 100 muestras que forman un grupo (A) e igual cantidad de ellas forman el grupo B. Ambos grupos están constituidos por piezas aserradas obtenidas de la posición más próxima a la médula (sin que la contenga), con igual orientación de los anillos de crecimiento, y esquema de aserrado. Las dimensiones de las piezas del grupo A son (13x100x3000) mm. El grupo B se sometió a variaciones de aserrado, para lo cual, se tomaron piezas de igual largo (3000mm) y ancho (100mm) pero de diferente espesor para cada tercio de la pieza, es decir, 1/3 con espesor de 13 mm, 1/3 de espesor de 35 mm y 1/3 de 50 mm.

Esquemas de aserrado

En correspondencia con el número de muestra determinado, se utilizaron 100 piezas aserradas de árboles de iguales diámetros y procedencia, de dimensiones (13x100x3000) mm. Las piezas fueron codificadas como: A, B, C, D y E. Las piezas tipo A son las que tienen la médula ubicada en un lado de la cara, las B en el centro de la cara, las C, en el canto, la D y la E no contienen la médula, con la diferencia entre estas últimas de que la orientación de los anillos es diferente, se expusieron al proceso de secado al aire libre por un período de 90 días y se realizaron mediciones de la deformación (alabeo). Cada pila durante el almacenamiento para el secado se hizo con las piezas que se aserraron con un mismo esquema.

Para hacer la valoración estadística de los resultados obtenidos en cada experimento, se utiliza el software SPSS 10.0. Se realizó un análisis de varianza simple con un nivel de significación de 5 %. Para determinar los grupos entre los cuales existe la diferencia se realizó un test de comparación múltiple. Se calcularon los estadísticos: media, desviación estándar, error de la desviación estándar de la media.



RESULTADOS Y DISCUSION

Comportamiento del alabeo en piezas de madera aserrada con diferentes dimensiones

Los resultados de la deformación (alabeo) experimentada por piezas de dimensiones (13x100x3000) mm y (75x100x3000) mm después someterse a secado por un período de 90 días, se muestran en las Tablas 1 y 2 que aparece a continuación.

Tabla 1. - Prueba Duncan a partir del análisis comparación de medias del alabeo en las piezas de diferentes dimensiones

Posición radial	Alabeo (mm)	
	P ₁	P ₂
A	0,57308 ^a	0,4715 ^b
B	0,53116 ^a	0,4274 ^b
C	0,48423 ^a	0,3781 ^b

Resultados con la misma letra, no existe diferencia significativa entre ellas para * $p \leq 0,05$ P₁ — (13x100x3000) mm
 P₂ — (75x100x3000) mm

De forma coincidente, en piezas de diferentes dimensiones, el alabeo disminuye hacia la corteza, es decir presenta un gradiente hacia la medula (Tabla 2).

Tabla 2. - Análisis de varianza para el alabeo-dimensiones de la pieza

Posición	Media	Varianza	N
A _{p1}	0,57308	0,000810	101
A _{p2}	0,46683	0,00458	101
F = 211,69163		P = 0	
B _{p1}	0,53166	0,0009,32	101
B _{p2}	0,42317	0,00502	101
F = 199,72641		P = 0	
C _{p1}	0,48423	0,00131	101
C _{p2}	0,37436	0,06618	101
F = 162, 79034		P = 0	

At the 0,05 level, the means are significantly different



En cuanto a las deformaciones en dependencia de las dimensiones los resultados muestran que las piezas de mayor espesor experimentan la deformación más pequeña, resultado coincidente con estudios realizados por Simpson y Schernitz (1997) en plantaciones de *Pinus elliotii* en el que para las Tablas de mayor espesor se determinaron valores más pequeños de torcedura.

Este comportamiento del alabeo en las diferentes posiciones puede explicarse teniendo en cuenta que la madera codificada con la posición A se corresponde con madera juvenil y la que está codificada con la posición C se corresponde con la madera adulta, y entre ambas las características anatómicas son bien diferentes. Según Chanqing *et al.* (2021), la madera juvenil se caracteriza por una alta variabilidad de sus propiedades anatómicas y físicas. La madera adulta presenta ángulos menores de las microfibras que unidas a las dimensiones estrechas de la pared celular en conjunto con traqueidas más largas y gruesas proporcionan una mayor estabilidad de la madera aserrada; coincidiendo con Tumenjargal *et al.* (2022).

En el análisis de varianza y de comparación de media según SNK, para un nivel de significación de 0,05 la diferencia de los valores del alabeo en piezas de diferentes dimensiones para las posiciones estudiadas, es significativa.

Influencia de las variaciones de aserrado sobre el alabeo

En las Tablas 3 y 4 se puede apreciar que la variación de aserrado presenta una marcada influencia sobre las dimensiones del alabeo de la madera después del secado. Resultado que corrobora los planteamientos expuestos por Barrera *et al.* (2016); definiendo la necesidad de tener en consideración los gráficos de control en los aserraderos para elevar los rendimientos y calidad de la madera aserrada obtenida.

Tabla 3. - Análisis de varianza para alabeo-variación de aserrado

Deformación	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Standard
Alabeo (s v)	52	0,29	0,86	0,5726 ^a	0,1335
Alabeo (c v)	52	0,46	1,04	0,6418 ^b	0,1896

Resultados con diferentes letras presentan diferencia significativa para * $p \leq 0,05$

En el caso de las piezas sometidas a variación de aserrado, el alabeo, presenta mayor valor, con respecto al grupo que no presenta variación, resultado coincidente con estudios realizados en *Pinus elliotii* (Simpson y Schernitz 1997).



Tabla 4. - Análisis de comparación de media según SNK para el alabeo-variación de aserrado

	Variable	N	subset for alpha=0,5	
			1	2
Student-Newman-Keuls ^a	2,0000 (s.v)	100	0,5726	
	1,0000 (c.v)	100		0,6418
	Sig		1.000	1.000

Se puede valorar que existe diferencia significativa entre los valores de alabeo para el grupo con variación de aserrado y el grupo sin variación de aserrado, para un nivel de significación de 0,05.

Análisis de las deformaciones (alabeo) y los esquemas de aserrado

El resultado obtenido del alabeo en diferentes esquemas de aserrado se muestra (Tabla 5 y Tabla 6).

Tabla 5. - Análisis de varianza para el alabeo-esquemas de aserrado

Esquema	N	Media	Varianza
B	130	0,8707 ^d	0,1246
A	130	0,6540 ^c	0,0598
E	130	0,5407 ^b	0,0624
D	130	0,4947 ^a	0,0456
C	130	0,5533 ^b	0,0487

Resultados con diferentes letras presentan diferencia significativa para $*p \leq 0,05$

Tabla 6. - Resultados del análisis de comparación de medias para el alabeo para los diferentes esquemas de aserrado

Esquema aserrado	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Standard
B	0,55	1,04	0,8707 ^d	0,1246
A	0,52	0,81	0,6540 ^c	0,05986
E	0,29	0,65	0,5407 ^b	0,06247
D	0,38	0,60	0,4947 ^a	0,04569
C	0,49	0,70	0,5533 ^b	0,04873

Resultados con la misma letra no presentan diferencia significativa, $*p \leq 0,05$



La posición de la médula en la pieza aserrada determina el grado de deformación que experimenta la misma, valoración similar a la que plantea Shmulsky y Dahlen (2007). En el esquema B, en el que la médula se encuentra en el centro de la pieza aserrada, esta experimenta la mayor deformación.

Los esquemas codificados como A, B y C contienen la médula, no siendo así en el esquema D, en ésta la orientación de los anillos de crecimiento se dispone de forma transversal a la cara orientada longitudinalmente y experimenta la menor deformación.

Teniendo en cuenta el análisis estadístico, se puede valorar que, existe diferencia significativa entre los valores del alabeo para los diferentes esquemas de aserrado; coincidiendo con González *et al.* (2010) y Peña *et al.* (2011), que establece que el esquema de aserrado en si define la calidad de la madera aserrada y las deformaciones que se deriva durante el secado de la misma.

Por otra parte, también se puede definir en correspondencia con los resultados obtenidos que no existen diferencias significativas para el alabeo de la madera aserrada en los esquemas C y E.

Tiempo de secado y deformaciones

Las deformaciones varían con el tiempo de secado, aumentando con el mismo, pero esto ocurre a partir de determinado período, puede notarse que a los 20 días de estar sometido a este proceso se registra deformaciones muy pequeñas. Este comportamiento tiene su explicación en el contenido de humedad a la cual se encuentran las piezas. Si está por debajo del punto de saturación de la fibra, en este estado el agua que se pierde por secado es el agua libre (Tabla 7 y Tabla 8).

Tabla 7. - Análisis de comparación de media, según SNK del comportamiento del alabeo con el tiempo de secado

Posiciones	Tiempo de secado		
	20 días	60días	90días
	Alabeo		
A	0,2951 ^a	0,5128 ^a	0,5731 ^a
B	0,1918 ^b	0,4921 ^b	0,5316 ^b
C	0,1730 ^c	0,4130 ^c	0,4842 ^c

Resultados con la misma letra, no existe diferencia significativa entre ellas * $p \leq 0,05$



Tabla 8. - Análisis de varianza del alabeo- tiempo de secado

Tiempo	Media	Varianza	N
20	0,173	0,000136	100
60	0,4135	0,0026667	100
90	0,4843	0,0026667	100

F = 1501, 9003 p=0

Las tensiones que se producen en un trozo de madera durante el secado son de naturaleza diferente, según su contenido de humedad se encuentren por encima o por debajo del punto de saturación de las fibras. Por encima del punto de saturación de las fibras, la tensión capilar es la responsable de los esfuerzos que se presentan en la madera y en condiciones extremas puede conducir a un aplastamiento celular conocido como colapso.

Por debajo del punto de saturación de las fibras, las tensiones de secado, responsables de la contracción normal de la madera, se desarrollan en las paredes celulares y son una consecuencia del gradiente de contenido de humedad que se presenta entre las capas superficiales y el centro de la pieza de madera. En condiciones extremas, estas fuerzas pueden conducir a la aparición de defectos como endurecimiento, grietas superficiales y grietas internas; coincidiendo con [González et al. \(2020\)](#).

CONCLUSIONES

En *Pinus caribaea* var. *caribaea*, la variación de aserrado provoca un incremento significativo de la magnitud del alabeo a partir de una disminución del contenido de humedad.

Existe una marcada influencia de los esquemas de aserrado sobre la magnitud de las deformaciones. Piezas que contengan la médula en el centro de su sección transversal son las que presentan los mayores niveles de alabeo.

El alabeo se incrementa en la medida que es mayor el tiempo de secado, pero de manera más intensa a partir de los 20 días.

Las piezas de menor espesor presentan mayores deformaciones, siendo las piezas próximas a la corteza, las de más calidad para los trabajos de primera y segunda transformación en la industria maderera.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ LAZO, D., ALAEJOS, J., DOMÍNGUEZ, A., LEUKOUNDZOU, A. y ESTEVES, I., 2010. Improvement the lumber recovery factory with low environmental impact in Pinar del Río, Cuba. *The International Forestry Review* [en línea], vol. 12, no. 5. [Consulta: 5 febrero 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/72234745/The-International-Forestry-Review-Vol-12-5-2010>.
- ÁLVAREZ LAZO, D., DOMINGOS SEBASTIAO, J., BUANGA LELO, F.N., SILVA FUENTES, S. y ESTEVES VALDÉS, I., 2020. Análisis de la calidad del aserrado de maderas tropicales en Cabinda, Angola. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* [en línea], vol. 8, no. 1, pp. 34-53. [Consulta: 30 enero 2022]. ISSN 2310-3469. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2310-34692020000100034&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- BARRERA, A., ALVAREZ, D., PEÑALVER, A., LECKOUNDZU, A., RAMIREZ, A., y EGAS, AF., 2016. Aplicación del proceso de control estadístico para incrementar la calidad de la madera aserrada de *Pinus maestrensis* Bisse en la empresa agroforestal «Gran Piedra», Baconao, Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, v. 4, n. 1, p. 111-118. Disponible en: <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/143/331>
- CARVALHO, D., PEREIRA DA ROCHA, M., TIMOFEICZYK JUNIOR, R. y KLITZKE, R., 2019. Rendimento e variedade de produtos no desdobro de toras de *Eucalyptus* spp. *Tecno-Lógica, Santa Cruz do Sul* [en línea], vol. 23, no. 1, pp. 8-13. DOI 10.17058/tecnolog.v23i1.12215. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331038746_Rendimento_e_variedade_de_produtos_no_desdobro_de_toras_de_Eucalyptus_spp.
- CHANGGING, L., LUN, W., QUIANGIAN, J., YAMEI, L., LIANG, Z., YUNFEI, Y., YITANG, C y SHENGQUAN, L., 2021. Influence of juvenile and mature wood on anatomical and chemical properties of early and late wood from Chinese fir plantation. *Journal of Wood Science*, v. 67, n. 72. Disponible en: <https://jwoodscience.springeropen.com/articles/10.1186/s10086-021-02005-2>
- EASTIN, I., SHOOK, S. y FLEISHMAN, S.J., 2001. Material substitution in the U.S. residential construction industry, 1994 versus 1998. *Forest Products Journal* [en línea], vol. 51, no. 9, pp. 30-37. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/285538841_Material_substitution_in_the_US_residential_construction_industry_1994_versus_1998.
- FERREIRA, S., TARCÍSIO, J., SILVA, S. y TRUGILHO, P.F., 2004. Influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *eucalyptus* spp. *Cerne* [en línea], vol. 10, no. 1. [Consulta: 5 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Influ%C3%A9ncia-de-m%C3%A9todos-de-desdobro-tangenciais-no-e-Ferreira-Tarc%C3%ADsio/daae3988ec25aba567508407ae44014c6cbe6b5a>.



- FIGUEIREDO LATORRACA, J.V., JUNIOR, A., CORREIA SILVA, G., CAMARGO PACE, J. y MONTEIRO DE CARVALHO, A., 2015. Anelamento e vaporização de toras visando otimização do processo de secagem da madeira eucalipto. *Revista de Ciências Agrárias* [en línea], vol. 10, no. 2, pp. 273-279. DOI 10.5039/agraria.v10i2a4601. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/280154855_Anelamento_e_vaporizacao_de_toras_visando_otimizacao_do_processo_de_secagem_da_madeira_eucalipto.
- GONZALEZ, I., ALAVAREZ, D., y PENA, Y., 2010. Influencia del esquema de aserrado en las deformaciones de la madera aserrada de *Pinus caribaea* var *caribaea* Barret y Golfari en la EFI Macurijes. *Revista Forestal Baracoa*, v. 29, No. Especial. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2011800088>
- GONZALEZ, I., VELAZQUEZ, L., y ALVAREZ, D., 2020. Movimiento del agua en la madera durante el secado. Modelo discreto. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, v. 8, n. 3, p. 468-477. Disponible en: <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/658/pdf>
- LÓPEZ, N., YUCTA, M.F., CARAGUAY, K. y MINGA, R., 2016. La variabilidad dimensional y defectos de secado afectan rendimientos en procesos de cepillado de madera de *Eucalyptus saligna*. *Bosque (Valdivia)* [en línea], vol. 37, no. 1, pp. 169-178. [Consulta: 5 febrero 2022]. ISSN 0717-9200. DOI 10.4067/S0717-92002016000100016. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-92002016000100016&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- MELO, R.R. de, FRUETT DACROCE, J.M., RODOLFO, F., SANTOS LISBOA, G. dos y CAVALCANTE DE JESUS FRANÇA, L., 2019. Lumber Yield of Four Native Forest Species of the Amazon Region. *Floresta e Ambiente* [en línea], vol. 26. [Consulta: 5 febrero 2022]. ISSN 1415-0980, 2179-8087. DOI 10.1590/2179-8087.031116. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/floram/a/j8crqZ9pF8yDhTfqPm7s4Py/?lang=en>.
- MISSIA DA SILVA, J.G., BAPTISTA VIDAURE, G., DONÁRIA, M., BATISTA, D., RANSOLIN SORANSO, D. y BILLO, D., 2016. Qualidade da madeira de mogno africano para a produção de serrados. *Scientia Forestalis* [en línea], vol. 44, no. 109. DOI 10.18671/scifor.v44n109.18. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299356877_Qualidade_da_madeira_de_mogno_africano_para_a_producao_de_serrados.
- PEÑA, Y., GONZALEZ, I., y ALVAREZ, D., 2011. Influencia de factores sobre el alabeo en madera aserrada de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*. *Revista Forestal Baracoa*. Edición Especial n. 1. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2012800034>
- SHMULSKY, R. y DAHLEN, J., 2007. Influence of sawing solution and pith location on warp in 2 by 4 lumber sawn from small-diameter loblolly pine stems. *Forest Products Journal*, v. 57, n. 7/8, p. 73-75. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/265624495>



SIMPSON, H.L. y DENNE, M.P., 1997. *Variation o fring width and specific gravity within trees from an unthinned Sitka spruce spacing trial in edn* [en línea]. New York: Mc Graw Hill. Disponible en: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.922.6194&rep=rep1&type=pdf>.

TUMENJARGAL, B., ISHIGURI, F., IKI, T., TAKAHASHI, Y., NEZU, I., OTSUKA, K., ONSHIMA, J., y YOKOTA, S., 2022. Clonal variations and effects of juvenile wood on lumber quality in Japanese larch, *Wood Material Science & Engineering*, 17, n. 2, p. 72-81, DOI: 10.1080/17480272.2020.1779809 <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17480272.2020.1779809?journalCode=swoo20>

Conflictos de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
Copyright (c) 2022 Inés González Cruz, Luisberys Velázquez Abad, Daniel Álvarez Lazo

