

---

## Caracterización tecnológica: edad de transición y análisis de la densidad y propiedades mecánicas en madera de *Salix* sp.



## Technological characterization: transition age and analysis of the density and mechanical properties in Willow wood

---

 Ana Clara Cobas

Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires (UNNOBA). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina  
cobasanaclara@yahoo.com.ar

 Miguel Tortoriello

Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires (UNNOBA), Argentina  
miguel.tortoriello@nexo.unnoba.edu.ar

### Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias

núm. 23, e0025, 2024

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

Periodicidad: Semestral

revistafave@fca.unl.edu.ar

Recepción: 11 Septiembre 2023

Aprobación: 15 Febrero 2024

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2024.23.e0025>

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/586/5864885009/>

**Resumen:** El mundo atraviesa una severa crisis de contaminación ambiental. Sumado a esto, el crecimiento demográfico demanda la construcción de viviendas en la cuales se utiliza el hormigón como material principal. Este material, se compone tradicionalmente de: arena, grava, agua, aire y cemento. La fabricación del cemento portland, es responsable del 4 por ciento de la contaminación total por anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), debido a la quema de combustibles fósiles que ello implica. Una forma de mitigar este tipo de contaminación sería utilizar la madera en la construcción. Sin embargo, al ser la madera un material de origen biológico y heterogéneo es necesario estudiar sus propiedades y las variaciones de estas dentro del fuste de manera de definir su destino final y más si el mismo es su uso estructural. En este trabajo se estudió la densidad básica, la edad de transición entre madera juvenil y madura y la resistencia a la flexión y dureza Janka del *Salix babylonica* x *Salix alba* 'Ragonese 131-27'. El valor de densidad obtenido (0,416 g cm<sup>-3</sup>) permitió clasificar a esta madera como liviana (valor similar a los presentados para *Eucalyptus grandis*, Álamos y Pino Oregón). Los valores obtenidos de resistencia a la flexión y dureza Janka reportan valores similares a los encontrados para otras maderas comerciales, lo que permitiría su uso como madera sólida.

**Palabras clave:** calidad de madera, densidad, resistencia, madera estructural, madera juvenil, variabilidad.

**Abstract:** The world today goes through a severe environmental pollution crisis. In addition to this, population growth demands the construction of houses in which concrete is used as the main material. This material is traditionally made up of: sand, gravel, water, air and cement. The manufacture of portland cement is responsible for 4 percent of the total pollution by carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), due to the burning of fossil fuels that this implies. One way to mitigate this type of pollution would be to use wood in construction. However, since wood is a material of biological and heterogeneous origin, it is necessary to study its properties and their variations within the shaft in order to define its final destination and even more so if it is its structural use. In this work, the basic density,

transition age between juvenile and mature wood and the flexural strength and Janka hardness of *Salix babylonica* x *Salix alba* 'Ragonese 131-27' were studied because it could be used in the construction of social housing in our country. The density value obtained ( $0,416 \text{ g cm}^{-3}$ ) allowed this wood to be classified as light (value similar to those presented for *Eucalyptus grandis*, Populus and Oregon Pine). The values obtained for flexural strength and Janka hardness report values similar to those found for other commercial woods, which would allow its use as solid wood.

**Keywords:** density, juvenile wood, resistance, structural wood, variability, wood quality.

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales consecuencias de la pandemia en el mundo ha sido la de concientizarnos acerca de que el cambio climático es un hecho. Las temperaturas del aire y del océano han aumentado debido al efecto invernadero que provocan los gases que se acumulan en la atmósfera terrestre. Existe evidencia inequívoca de que las concentraciones del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano y el óxido nitroso han aumentado en los últimos siglos. A nivel global, se buscan medidas aptas para revertirla, en lo posible antes del 2050 (Solís Segura y López Arriaga, 2003; Rico y Gil, 2012; Consuegra, et al., 2020).

Con 4520 millones de toneladas de producción por año a nivel mundial el hormigón es el material más utilizado para la construcción de obras civiles. Este material, se compone tradicionalmente de cinco elementos fundamentales: arena, grava, agua, aire y cemento. La fabricación del cemento portland, es responsable del 4-8% de la contaminación total por dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), debido a la quema de combustibles fósiles que implica su producción (Lehne y Preston, 2018), llegando a liberarse entre 510 y 670 kg/CO<sub>2</sub>. por tonelada de cemento producida (León-Velez y Guillén-Mena, 2020). Frente a este panorama, se están analizando diferentes formas de tratar de resolver el problema. Por un lado, se busca tener cementos cuya fabricación sea menos contaminante (Cerutti y Santilli, 2017; Consuegra et al., 2020). Por otro, se plantea la utilización de materiales renovables en las construcciones, como sería el caso de la madera pues es un material que tiene una mejor relación resistencia-peso en comparación con el acero y el hormigón (Sánchez Acosta y Yelín, 2017). Asimismo, es fácil de transportar y se le puede dar diferentes usos: estructuras, cerramientos, pisos, laminados, entre otros.

Sin embargo, la madera es un material de origen biológico y por lo tanto anisotrópico (Monteoliva, 2010), por lo que presenta diferentes comportamientos físicos y mecánicos en sus tres direcciones: axial, radial y tangencial. Es higroscópica, por lo tanto, se contrae/hincha como resultado de los cambios de humedad y temperatura atmosférica circundante modificando las dimensiones de la pieza de madera y afectando directamente las propiedades físicas y mecánicas. Sumado a esto, las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas que presente una madera van a estar relacionadas directamente con la especie, el sitio y la interacción entre el genotipo y el ambiente. Asimismo, la bibliografía reporta que las diferentes propiedades pueden variar entre especies, entre árboles de una misma especie y dentro del mismo árbol (Cobas, 2013).

Por lo anterior, es indispensable conocer el comportamiento dentro del fuste de las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de la madera, ya que son los parámetros que afectan el destino final de la misma y principalmente si tenemos en cuenta su aplicación en construcciones.

Argentina es el principal productor mundial de madera rolliza de sauce. La producción en el país está destinada principalmente a abastecer a la industria papelera existente y a las industrias del debobinado, laminado y aserrado con un volumen estimado de 450 000 t año<sup>-1</sup> (Borodowski et al., 2014). Dentro de las ventajas que presenta este cultivo podemos mencionar la factibilidad de su propagación vegetativa, madera blanca (importante en la industria papelera), rápido crecimiento (alcanzan tamaños comerciales a temprana edad). Asimismo, son muy versátiles en cuanto a posibilidad de sitios de implantación ya que hay especies y clones adaptados a suelos anegados y otros a condiciones de sequía (Borodowski, 2017). Por estos motivos, la madera de sauce es estudiada para utilizarla como materia prima para la construcción de viviendas sociales en Argentina (Keil et al., 2017), con la consecuente disminución de los costos de construcción y también en la emisión de gases de efecto invernadero. Pese a que en el país existen numerosos estudios (Monteoliva et al., 2002; Monteoliva et al., 2005; Monteoliva y Area, 2006; Faustino et al., 2006; Monteoliva. y Marlats, 2007; Monteoliva, 2009; Cobas, 2013; Cerrillo et al., 2016) sobre las propiedades de la madera de sauce, la mayoría

están orientados a su uso para la fabricación de pulpas y papeles cuyas propiedades determinantes de calidad, difieren de las requeridas para madera sólida (densidad, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, estabilidad dimensional, dureza). Sin embargo, no se ha encontrado numerosa bibliografía que analice las propiedades orientadas al uso como madera sólida (Keil et al., 2017, Cichero et al., 2021).

El objetivo del presente trabajo fue determinar las propiedades de resistencia mecánica, analizar la variabilidad radial en el fuste de la densidad y determinar la edad de transición entre madera juvenil y madura en el Sauce 'Ragones 131-27' (*Salix babylonica x Salix alba*), de manera de aportar información que permita determinar su posible utilización como madera sólida

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron extraídas de un ensayo forestal ubicado en las inmediaciones de la EEA Delta del Paraná (34° 10' 29" latitud y 58° 51' 46" longitud). Los árboles muestreados fueron plantados con un distanciamiento de 3 m x 3 m y sometidos a tratamientos silvícolas de raleo y poda.

En cuanto a las condiciones climáticas se trata del tipo templado-húmedo sin estación seca y presenta un valor medio anual de temperatura de 18 °C. Las lluvias anuales superan los 900 mm, con una mayor cantidad de precipitaciones en el verano.

Se cortaron 6 árboles, de 13 años de edad que se encontraban en buenas condiciones fitosanitarias y eran representativos del rodal. Se tomó como muestra la troza basal de 2 m de largo, de la cual por árbol se extrajo una rodaja central a 1,3 m del suelo (Altura AP). Sobre la sección transversal se marcaron los anillos de crecimiento y se delimitaron utilizando una lupa binocular (10x). Se marcaron las posiciones radiales a analizar en la determinación de densidad. Cada probeta por analizar incluyó 3 anillos de crecimiento. Con el resto de la troza se procesaron en carpintería las probetas para los ensayos mecánicos según las dimensiones establecidas en la normativa IRAM:

Flexión estática: 2 cm x 2 cm x 34 cm

Dureza Janka: 5 cm x 5 cm x 15 cm

Densidad básica [g.cm<sup>-3</sup>] (volumen verde / peso seco): Para su determinación se elaboraron 94 probetas de 8 cm<sup>3</sup> como mínimo (IRAM 9544, 1985) en cada una de las posiciones de muestreo sobre el radio. En cada probeta se incluyen 3 anillos de crecimiento

Resistencia a la flexión estática: Los ensayos de flexión se realizaron sobre 30 probetas según la norma IRAM 9542 (1977). Con los valores obtenidos se calcularon los módulos de elasticidad (MOE) y módulo de ruptura (MOR).

Dureza Janka: se determinó sobre 30 probetas según norma IRAM 9570 (1971). Como resultado del ensayo se obtiene la carga necesaria (N/mm<sup>2</sup>) para que la mitad de la esfera de diámetro 11,284 mm penetre en el material.

Edad de transición: se tomaron como base los valores obtenidos en el ensayo de densidad. Se aplicó el método de regresión lineal segmentada utilizado por Cobas (2013) en su trabajo sobre madera juvenil en salicáceas. Este método supone que existe un cambio notorio en la pendiente de la línea de regresión de la propiedad (patrón radial) en estudio correspondiente a la edad de transición. Se utilizó el programa Statistica v7.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 (x_i - T) x_2 + e_i \quad (1)$$

Donde:

- $Y_i$  = característica de interés en el i-ésimo anillo de crecimiento
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  = coeficientes de regresión
- $x_i$  = edad de formación del i-ésimo anillo de crecimiento
- $T$  = edad de transición de madera juvenil a madura
- $x_2$  = variable indicadora:  $x_2 = 0$  si  $x_i \leq T$  (madera juvenil) o  $x_2 = 1$  si  $x_i > T$  (madera madura)
- $e_i$  = error aleatorio asociado al i-ésimo anillo de crecimiento.

De esta manera cuando  $x_2 = 0$  (madera juvenil):

$$E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i \quad (2)$$

y cuando  $x_2 = 1$  (madera madura)

$$E(Y_i) = \beta_0 - (\beta_2 T) + (\beta_1 + \beta_2) x_i \quad (3)$$

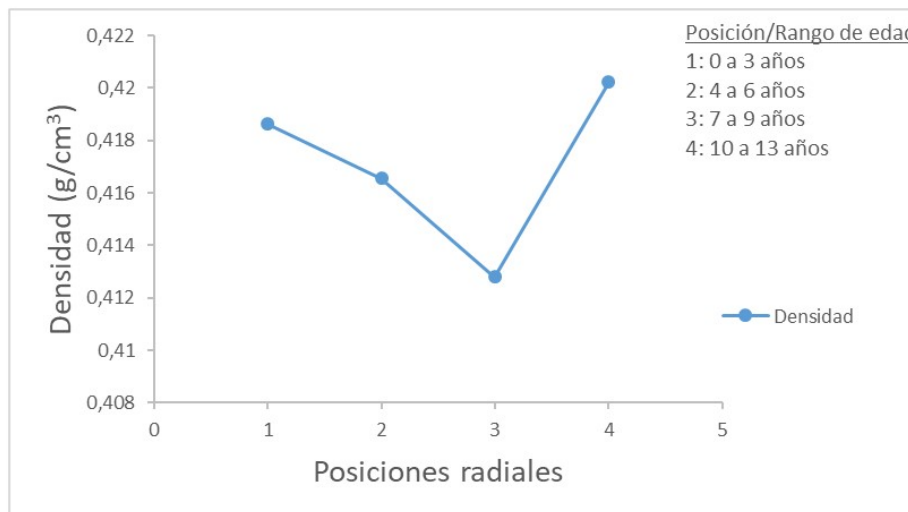
E: característica de interés en el i-ésimo anillo de crecimiento estimada.

-Análisis Estadísticos: se realizó un análisis estadístico de la varianza y prueba de diferencias mínimas significativas, para los valores medios de densidad básica por posición radial, utilizando el programa Statistica v7. (2005).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Densidad

Se presenta la Figura 1 con el patrón de variación radial de la densidad promedio a 1,3 m de altura.



**FIGURA 1/FIGURE 1**

Figura 1: Variación radial a 1,3 m (AP) de la densidad de la madera de sauce. Figure 1: Radial variation at 1, 3 m (AP) of willow wood density.

Radialmente la densidad presenta una disminución de sus valores promedios hasta la posición 3 (7 a 9 años) y luego aumenta levemente, pero sin diferencias significativas. Sin embargo, Cobas (2013) reportó que los valores de densidad básica en el sauce americano se mantuvieron constantes entre los rangos de edad 0 a 5 años y 30 a 35 años y luego aumentaron en el rango de edad de 40 a 45 años. En este estudio, como los análisis estadísticos aplicados no reportaron diferencias significativas, se podría considerar a la madera del sauce 'Ragonese 131-27' homogénea en dirección radial aportando beneficios en el aserrado.

De acuerdo con el valor promedio de densidad básica obtenido (0,416 g.cm<sup>-3</sup>) se puede clasificar a la madera del sauce estudiado como liviana, con valores similares a los presentados para Eucalyptus grandis, Álamos y Pino Oregón (Mastrandrea, 2020).

### Madera Juvenil

En la tabla 1 se presentan las ecuaciones de regresión lineal obtenidas para la variable densidad y la edad en la cual se observó el punto de quiebre (edad de transición).

Altura de muestreo	Edad de transición		Modelo	R <sup>2</sup>
AP (1,3 m)	7-9 años	*	y = 0,398092+ 0,001497x	0,80
		**	y = 0,428504+ 0,007252x	
*Ecuación de ajuste del segmento anterior a la edad de transición juvenil - madura **Ecuación de ajuste del segmento posterior a la edad de transición juvenil - madura y: densidad (g/cm <sup>3</sup> )x: rango de edad (1,2,3 o 4)				

**TABLA 1/ TABLE 1**

Tabla 1: Ecuaciones de Regresión lineal segmentada, para la variable densidad en sauce a 1,3m (AP). Table 1: Segmented linear regression equations, for the willow density variable at 1.3m (AP).

Según los resultados obtenidos la edad en la cual el sauce 'Ragonese 131/27' comienza a formar madera madura estaría entre el séptimo y noveno año de crecimiento. En su estudio sobre sauce americano, Cobas (2013) reportó que la edad de transición entre madera juvenil y madura se encontró entre el rango de 10-15 años. Para el uso del sauce como madera sólida, mientras menor sea la edad en la cual los elementos celulares pasen de su fase juvenil a madura, mejor será la calidad de la madera a obtener debido a que este último tipo de madera presenta mayores propiedades de resistencia mecánica que la madera juvenil.

### Flexión estática y Dureza Janka

En la tabla 2 se presentan los valores de resistencia a la Flexión estática y Dureza Janka para la madera de sauce.

<b>Flexión (MPa)</b>		<b>Dureza Janka (MPa)</b>
MOR	MOE	
53,23	5530,33	24,95
MOR: módulo de rotura MOE: módulo de elasticidad MPa: megapascuales		

**TABLA 2/TABLE 2**

Tabla 2: Valores de Resistencia a la flexión y Dureza Janka en madera de sauce. Table 2: Flexural Strength and Janka Hardness values in willow wood.

La madera de sauce presentó un valor medio de MOR de 53,23 MPa y un MOE de 5530,33 MPa. Refort et al. (2019), en su estudio sobre el comportamiento elasto-resistente en salicáceas, encontró valores de MOR 20,60 MPa y de MOE 13351,2 MPa para el clon S.131/27 proveniente de un ensayo de mejoramiento genético del INTA Delta de 16 años de edad. Mientras que Keil, et al. (2017) en su estudio sobre *Salix babylonica* x *Salix alba* 'Ragonese 131/27' (mismo clon y lugar de implantación que en nuestro trabajo) reportaron valores de MOR y MOE de 49,46 MPa y 4536,59 respectivamente y la clasificaron como baja en rigidez y con buena elasticidad, factores importantes ya que permiten que la madera absorba el movimiento sin colapsar. Asimismo, para el mismo clon de este trabajo, Cichero et al. (2021) reportaron valores de MOR 55,23 MPa y un MOE de 5730,33.

Según el valor de dureza Janka obtenido (24,95 MPa) la madera del sauce 'Ragonese 131-27' se catalogaría como madera blanda de acuerdo la clasificación de Rivero Moreno (2004) indicando una menor retención de tornillos o clavos, pero con mejor trabajabilidad, con lo cual sería una característica a tener en cuenta para su empleo en madera para la construcción. Keil et al. (2017) y Cichero et al. (2021) en sus estudios sobre el mismo clon de sauce arribaron a igual conclusión.

## CONCLUSIONES

Considerando el valor promedio de densidad reportado (0,416 g.cm.<sup>3</sup>), la madera del Sauce 'Ragonese 131-27' se califica como liviana. Asimismo, presentó un patrón radial de variación de descenso de sus valores en las tres primeras posiciones radiales y luego un aumento, aunque no se encontraron diferencias significativas, esto indicaría que en los primeros metros del fuste la densidad de la madera es similar para el clon y edad analizados.

La edad de transición según la variable densidad ocurrió entre el séptimo y noveno año de crecimiento favoreciendo un mayor volumen de madera madura (mejores propiedades resistentes) en turno de corta para madera aserrada (15 - 20 años).

Los valores de resistencia obtenidos en los ensayos de Flexión estática y dureza Janka indican que es una madera blanda, con baja resistencia y rigidez.

Los valores de densidad y resistencia obtenidos en este trabajo indicarían que sería posible su uso como madera sólida, esto favorecería la aplicación del recurso *Salix* en usos de mayor valor agregado. Sin embargo, se deberían realizar ensayos mecánicos con probetas semiestructurales previo a su utilización como madera estructural de manera de definir en qué situaciones específicas se podría aplicar.



## BIBLIOGRAFÍA

- Cobas, A.C. (2013). Modelos de variación de propiedades del leño juvenil a maduro en Salicáceas y su influencia sobre pulpas quimimecánicas. (Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/29492>
- Borodowski, E. D., Signorelli, A., y Battistella, A. (2014). Salicáceas en el Delta del Paraná: situación actual y perspectivas. En: Jornadas de Salicáceas 2014 y IV Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. La Plata, Argentina.
- Borodowski, E. (2017). Situación actual del cultivo y uso de las Salicáceas en Argentina. En: V Congreso Internacional de Salicáceas. Talca, Chile.
- Cerrillo, T., Iribarren, R, Cobas, A. C. y Monteoliva, S. (2016). Evaluación xilológica de familias mejoradas de sauces con destino industrial maderero. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 115(1), 99-106.
- Cerutti, F. y Santilli, A. (2017). En camino hacia un hormigón sustentable, *Ingeniería*, 15, 37-42.
- Cichero, R., Aragón, P, Cobas, A.C y Tortoriello, M. (2021). Caracterización tecnológica de *Robinia Pseudocacia* (Acacia Blanca) y *Salix babylonica x Salix alba* (Sauce 'Ragonese 131-27') para su uso como madera estructural. *XXVIII Jornadas Jóvenes Investigadores AUGM*. 9 p. <https://repositorio.unnoba.edu.ar/xmlui/handle/23601/210>
- Consuegra, L. L., Mojena, L. O. T., y García, C. R. (2020). Disminución del contenido de cemento a partir de un diseño de mezcla en la Unidad de Servicios Básicos Hormigón. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 14(2), 1-20.
- Faustino, L., Coco, J., Monteoliva, S. (2006). Influencia del patrón de crecimiento y la edad sobre algunas propiedades de la madera en sauces. *I Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina y Jornadas de Salicáceas*. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM 9542. (1977). Método de ensayo de flexión estática de maderas con densidad aparente mayor de 0.5 g/cm<sup>3</sup>. Instituto Argentino de Racionalización de materiales.
- IRAM 9544. (1985). Método para la determinación de la densidad aparente. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
- IRAM 9570. (1971). Método de ensayo de la dureza Janka. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
- Keil, G., Spavento, E., Muñoz, E., Cortes, R., Aramburu, D., Roche, N., Russo G., Urretabizkaya, M. y Refort, M. (2017). Madera de Sauce (*Salix* sp): Tecnología, Fabricación de Mobiliario y Construcción de Vivienda. Actas de las Jornadas de Salicáceas 2017 – V Congreso Internacional de Salicáceas. Talca, Chile.
- León-Velez, A. y Guillén-Mena, V. (2020). Energía contenida y emisiones de CO<sub>2</sub> en el proceso de fabricación del cemento en Ecuador. *Ambiente Construido*, 20(3), 611-625.
- Mastrandrea, C. (2020). Madera de calidad ¿todas las maderas para todos los usos? Hoja Informativa, Proyecto Silvicultura de Bosques cultivados. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/13705>
- Monteoliva, S., Marlats, R., Marquina, J., Senisterra, G. y Villegas, S. (2002). Estudio de la variación de la densidad básica de la madera de ocho clones de sauce (*Salix* spp.). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 105(1), 29-34.
- Monteoliva, S., Senisterra, G.E., Marquina, J.L., Marlats, R.M. y Ciochini, G.R. (2002). Clones de sauce, longitud de la fibra en su madera. *Rev. FCA UNCuyo* 34(2), 49-56.

- Monteoliva, S., Senisterra, G. y Marlats, R. (2005). Variation of Wood density and fiber length in six willow clones (*Salix spp*). *LAWA Journal*, 26(2), 197-202.
- Monteoliva, S. y Area, M. (2006). Análisis multivariados para relacionar las propiedades de la madera de *Salix* con sus pulpas CMP. *IV Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel, CIADICYP 2* Santiago de Chile, Chile.
- Monteoliva, S. y Marlats, R. (2007). Efecto del sitio, clon y edad sobre el crecimiento y la calidad de madera en sauces de corta rotación. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 16(1), 15-24.
- Monteoliva, S. (2009). Propiedades de la madera y de las pulpas CMP de Salicáceas: estado del arte en Argentina. *II Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina "Los Álamos y Mendoza: 200 años de historia en común" - Jornadas de Salicáceas 2009*. Mendoza, Argentina.
- Monteoliva, S. (2010). *La madera como material: estructura anatómica y propiedades*. Ed. Universidad Nacional de La Plata.
- Lehne, J. y Preston, F. (2018). *Making Concrete Change. Innovation in Low-carbon Cement and Concrete*. The Royal Institute of International Affairs, England, London.
- Refort, M., Spavento, E., Keil, G., Taraborelli, C., Acuña Rello, L. y De Hagen, M. (2019). Comparación del comportamiento elasto-resistente en maderas de salicáceas de argentina. *CLEM 2019*, Montevideo, Uruguay. Código: 4617748.
- Rico, L. y Gil, R. (2012). Algunas herramientas para la prevención, control y mitigación de la contaminación ambiental. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 13(53).
- Sanchez Acosta, M y Yelín, N. (2017). Construcción de vivienda canadiense con madera de eucalipto en el INTA Concordia. Artículo de Divulgación INTA, disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/construccion-de-vivienda-canadiense-con-madera-de-eucalipto-en-el-inta-concordia>
- Solís Segura, L. y López Arriaga, J. (2003). Principios básicos de contaminación ambiental. Ed. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- STATISTICA para Windows versión 7.1 (StatSoft, Inc. 2005, [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)).



**Disponible en:**

<http://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/586/5864885009/5864885009.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe,  
España y Portugal  
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la  
naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Ana Clara Cobas, Miguel Tortoriello

**Caracterización tecnológica: edad de transición y análisis de la densidad y propiedades mecánicas en madera de Salix sp.**

Technological characterization: transition age and analysis of the density and mechanical properties in Willow wood

*Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias*

núm. 23, e0025, 2024

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

[revistafave@fca.unl.edu.ar](mailto:revistafave@fca.unl.edu.ar)

**ISSN:** 2346-9129

**ISSN-E:** 2346-9129

**DOI:** <https://doi.org/10.14409/fa.2024.23.e0025>



**CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE**

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.**