

## UN RECURSO FORESTAL CON FUTURO EN LA PATAGONIA

**CORTINAS DE ÁLAMO**

Docentes y estudiantes de la Universidad Nacional del Comahue estudian la madera de cortinas forestales del Alto Valle de Río Negro con el fin de ampliar sus posibilidades de uso.

**Andrea A. Medina, Pablo Manzione e Ismael R. Andía**

Los álamos son árboles del género botánico *Populus* (Familia Salicaceas), nativos de zonas templadas y frías de América del Norte, Europa y Asia, introducidos y cultivados como ornamentales y con fines productivos forestales en varias regiones de nuestro país. Son aproximadamente unas 40 especies que se caracterizan por su rápido crecimiento, alta demanda de agua y rápida producción de madera blanda, liviana, de colores claros, sin aroma y fácil de trabajar. Estas características son consideradas ideales para elaboración de pasta celulósica, pulpa para la producción de biocombustibles, obtención de láminas de distintos espesores (fundamentalmente para la elaboración de tableros con diferentes destinos) y para el aserrado, tanto para elaboración de envases como para carpintería en general.

Los usos de la madera de álamo son muy variados y se encuentran en continua evolución. Aún así, probablemente por el empleo de tecnologías poco apropiadas, o por alguna tradición de desconocida procedencia, sigue arraigada la idea de que la madera de álamo es de baja calidad.

En zonas rurales los álamos son plantados con variados fines, entre los más frecuentes, aprovisionamiento de materiales leñosos para la construcción de corrales y cercos, generación de reparo, utilización de su madera como combustible, aprovechamiento de sus ramas y hojas como forraje y con fines ornamentales.

**Los álamos en nuestro país**

Los álamos en Argentina representan el tercer cultivo forestal en importancia después de los pinos y eucaliptos, ocupando unas 50.000 hectáreas, principalmente distribuidas en la zona del Delta del Paraná y las tierras bajo riego de las regiones de Cuyo y Comahue.

En la zona del Delta del Paraná el cultivo de estos árboles ha estado históricamente orientado a la elaboración de pasta celulósica y envases, ampliándose cada vez más sus usos, e incluyendo en los últimos años, la construcción. En las zonas de riego de Cuyo y Comahue el objetivo originario de su implantación, a principios del siglo XX, fue la protección de cultivos frutihortícolas de condiciones climáticas adversas, principalmente el viento. Con el correr de los años esos árboles fueron creciendo y brindando valiosa madera utilizada principalmente en elaboración de envases y embalajes para frutas y hortalizas.

A partir de la aprobación del Reglamento Argentino de Estructuras de Madera en el año 2016, por parte del Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC) del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), se incorporó la madera como material para uso estructural, estimulando la elaboración de tirantes, vigas, cabreadas y demás estructuras en la construcción. En este marco, el CIRSOC se encarga de solicitar información de propiedades físicas y mecánicas de la madera de cada especie forestal, para evaluar su aptitud para uso estructural. Hasta la actualidad se ha logrado la caracterización física y mecánica de la madera de álamos cultivados en el Delta del Paraná (*Populus deltoides* 'Australiano 129/60' y 'Stoneville 67'), de pinos y eucaliptos plantados en el noreste de nuestro país (*Pinus taeda*, *Pinus ellio-*

**Palabras clave:** álamos, cortinas forestales, madera estructural.

**Andrea A. Medina<sup>1</sup>**

Lic. en Aprovechamiento de Recursos Naturales Renovables.

andrea.medina@ausma.uncoma.edu.ar

**Pablo Manzione<sup>2</sup>**

Ing. Aeronáutico

manzione@uncoma.edu.ar

**Ismael R. Andía<sup>1</sup>**

Ing. Forestal

ismaelandia@gmail.com

<sup>(1)</sup>AUSMA-UNCo.

<sup>(2)</sup>GEPS y N-UNCo.

Recibido: 03/09/2017. Aceptado: 14/05/2018.

**Figura 1. A) panel con entramado o bastidor de madera de álamo, B) panel completo de madera de álamo fotografiados durante la realización de los ensayos de propiedades mecánicas, en la Universidad Nacional del Comahue.**

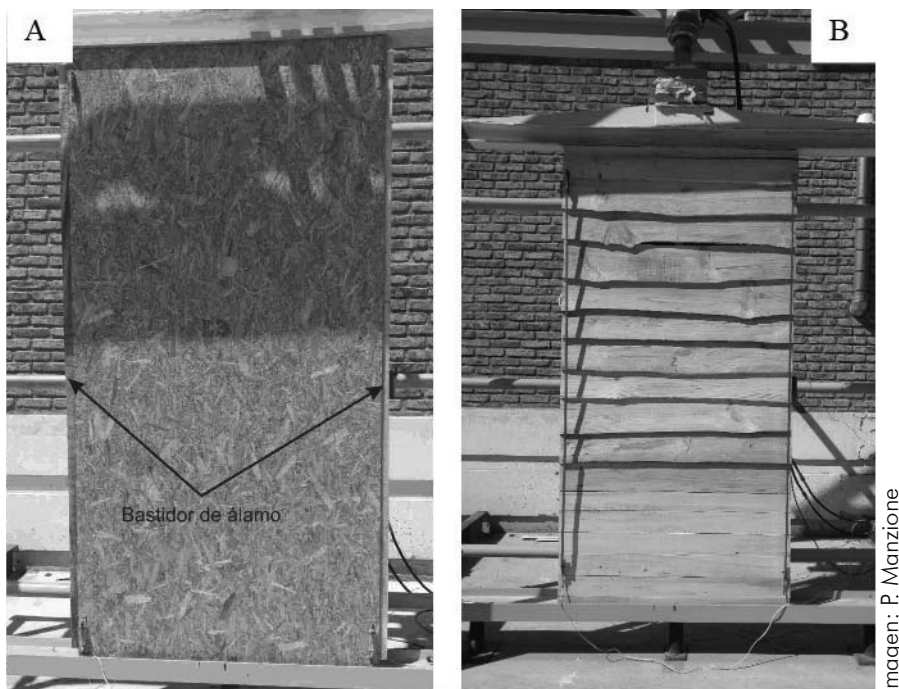


Imagen: P. Manzione

*tii* y *Eucalyptus grandis*) y de una sola especie nativa de Argentina, el pino Paraná (*Araucaria angustifolia*).

En esta misma dirección, el 15 de enero del presente año, se aprobó en nuestro país una resolución del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, que incorpora al sistema de construcción los entramados de madera para uso de estructuras portantes de edificios, como sistema constructivo tradicional. A raíz de éste importante progreso se espera una potencial expansión de las construcciones en madera en Argentina.

### Un valioso recurso en la región

En la actualidad la existencia de álamos en la región Patagónica ronda los 11.324 km de cortinas forestales y 2.000 ha de plantaciones en macizos. La región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, donde se concentra la mayoría de los álamos en Patagonia, cuenta en la actualidad con una planta de tableros

compensados, una de pasta celulósica y unos 90 aserraderos y fábricas de envases y embalajes. Si bien el destino de la madera de estos álamos ha sido tradicionalmente la fabricación de envases y embalajes, también se la utiliza en la construcción y la industria del mueble. A modo de ejemplo, en 2012 se consumieron 68.565 m<sup>3</sup> de madera de álamo en los aserraderos del Alto Valle de Río Negro, alcanzando una producción de 36.177m<sup>3</sup>, principalmente de cajones, madera aserrada y pallets, tanto con destino local como regional e internacional. Dicho censo detectó unos mil trabajadores en aserraderos y otras industrias consumidoras de madera de álamo. En los últimos años han surgido en la región múltiples fábricas de paneles estructurales construidos con madera de álamo cuyas propiedades mecánicas (ver Figura 1) han sido probadas en los laboratorios de la Universidad Nacional del Comahue, con excelentes resultados.

### Los álamos más plantados en los valles irrigados de Río Negro y Neuquén

La zona de estos valles irrigados se caracteriza por tener un clima muy árido, con precipitaciones medias anuales de no más de 250 mm, con fuertes y muy frecuentes vientos. La vegetación natural que caracteriza dichos ambientes es la del Monte, con especies arbustivas más bien bajas, muy adaptadas a ese tipo de clima, como por ejemplo las jarillas (*Larrea* sp.). A principios del siglo pasado se comenzaron desarrollar chacras y cultivos frutihortícolas bajo riego alrededor de los ríos de la zona y paralelamente se fueron implantando álamos en forma de cortinas protectoras de dichos cultivos. Las primeras especies que comenzaron a plantarse fueron el álamo criollo (*Populus nigra* 'Itálica') y el álamo chileno (*Populus nigra* 'Chile'), éste último caracterizado por brindar protección prolongada a los cultivos, ya que sus hojas brotan antes y se caen después que las de la mayoría de los otros álamos. Posteriormente se fueron plantando otros cultivares, híbridos y clones, entre los cuales el 'conti 12' (*Populus x canadensis* conti 12) tuvo preferencia por su buen crecimiento y forma y el álamo boleana (*Populus alba* 'boleana') por su gran rusticidad, es decir su resistencia ante situaciones climáticas adversas.

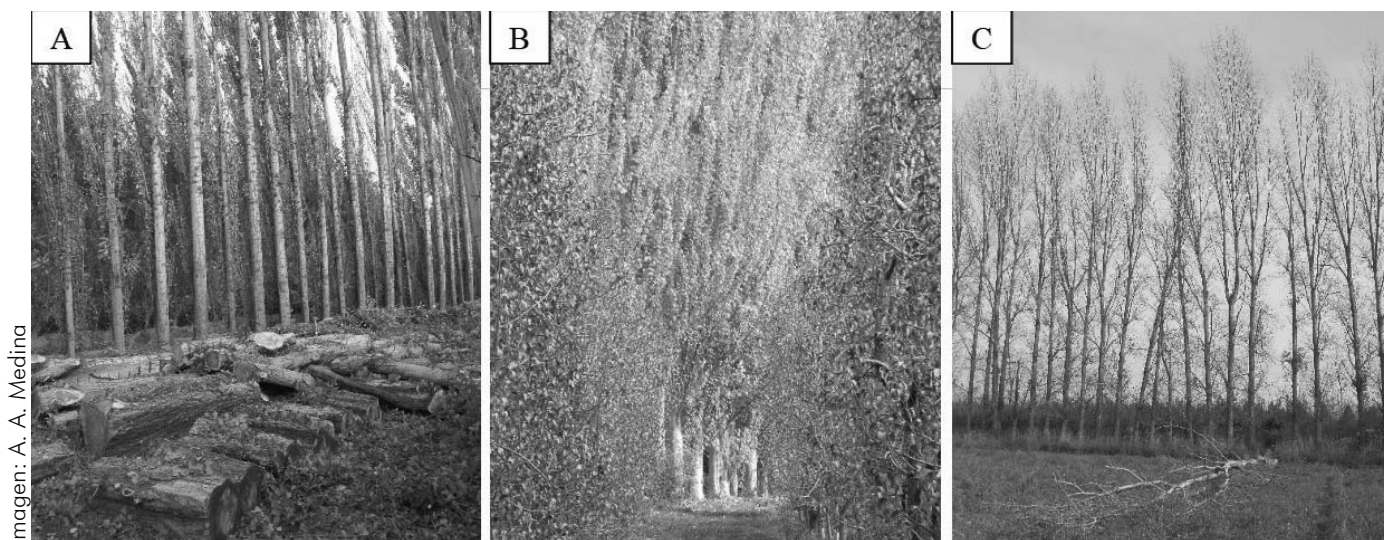


Imagen: A. A. Medina

**Figura 2. Cortinas de A) álamo chileno, B) álamo boleana y C) álamo conti 12 en cercanías a la localidad de Allen, provincia de Río Negro, de las cuales provienen las maderas estudiadas.**

Todos estos datos demuestran claramente que los álamos son un recurso forestal importante en la región y resalta: en primer lugar, el potencial de la zona para el cultivo de álamos para obtención de madera de calidad y, en segundo lugar, la necesidad de conocer más en detalle sus maderas con el fin de ampliar y optimizar sus usos.

Si bien existe variada información sobre la madera de los álamos en general, es necesario conocer las características y propiedades de las especies cultivadas en estas regiones ya que la madera de los árboles puede variar significativamente entre sitios de crecimiento en relación al tipo de suelo y clima, entre otros factores. Enmarcados en ese rumbo, y en la consigna de que el conocimiento científico tecnológico de esa materia prima contribuirá en definitiva al desarrollo socioeconómico de la región, docentes-investigadores y estudiantes del Asentamiento Universitario San Martín de los Andes (AUSMA) y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue, comenzamos a estudiar la madera de cortinas de álamo chileno, boleana y conti 12 de la zona de Allen, provincia de Río Negro (ver Figura 2). Se eligieron estas especies por su representatividad en las cortinas protectoras de la zona.

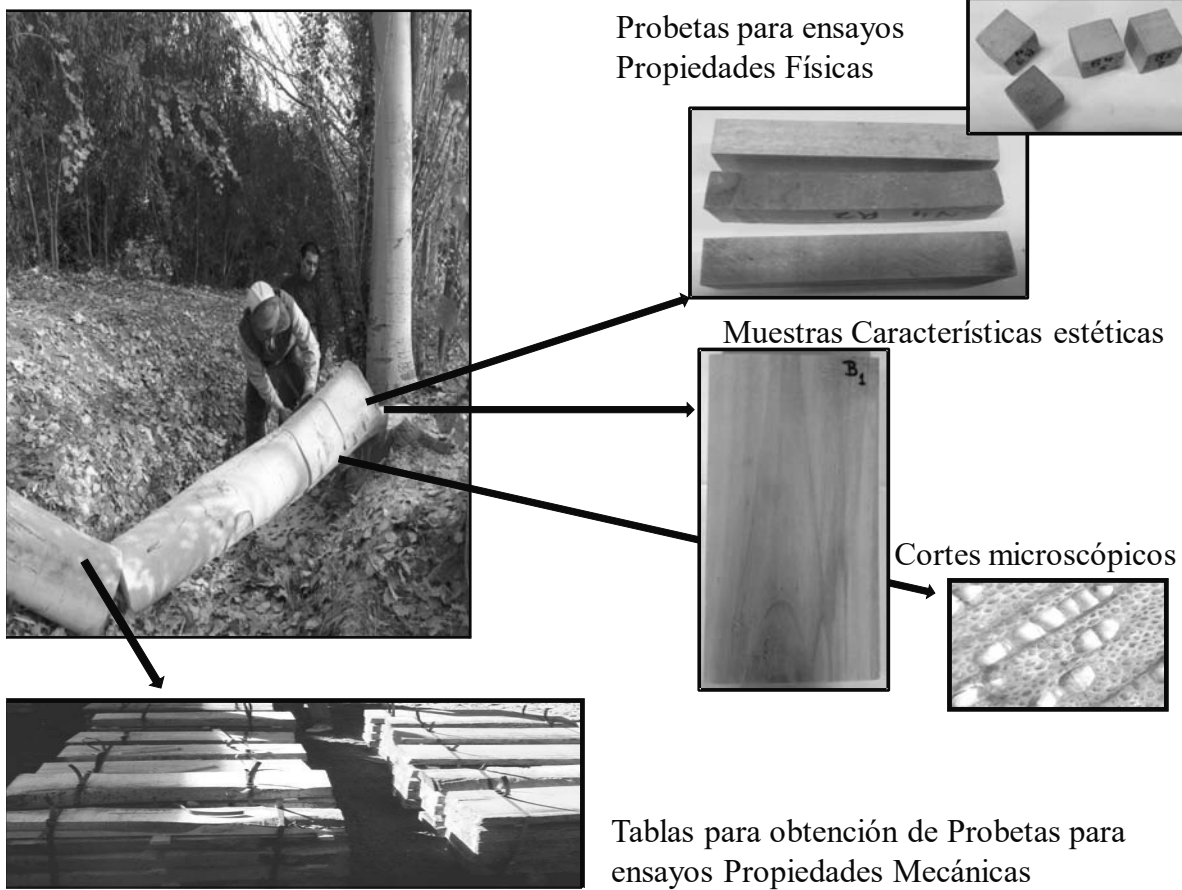
### En busca de la madera de estudio

En la Figura 3 se reproduce la metodología utilizada para la obtención de madera de cada árbol para el estudio de sus características y propiedades. Para determinación de características estéticas se elaboraron tablitas de 18 x 10 x 2 cm a partir de las cuales se determinó el color, aroma, brillo, grano, textura y veteado de la madera. Para las características microscópicas se realizaron cortes de 30 micrones de espesor en laboratorio, y a partir de ellos se midieron magnitudes (cantidad, diámetro y longitud principalmente) de las

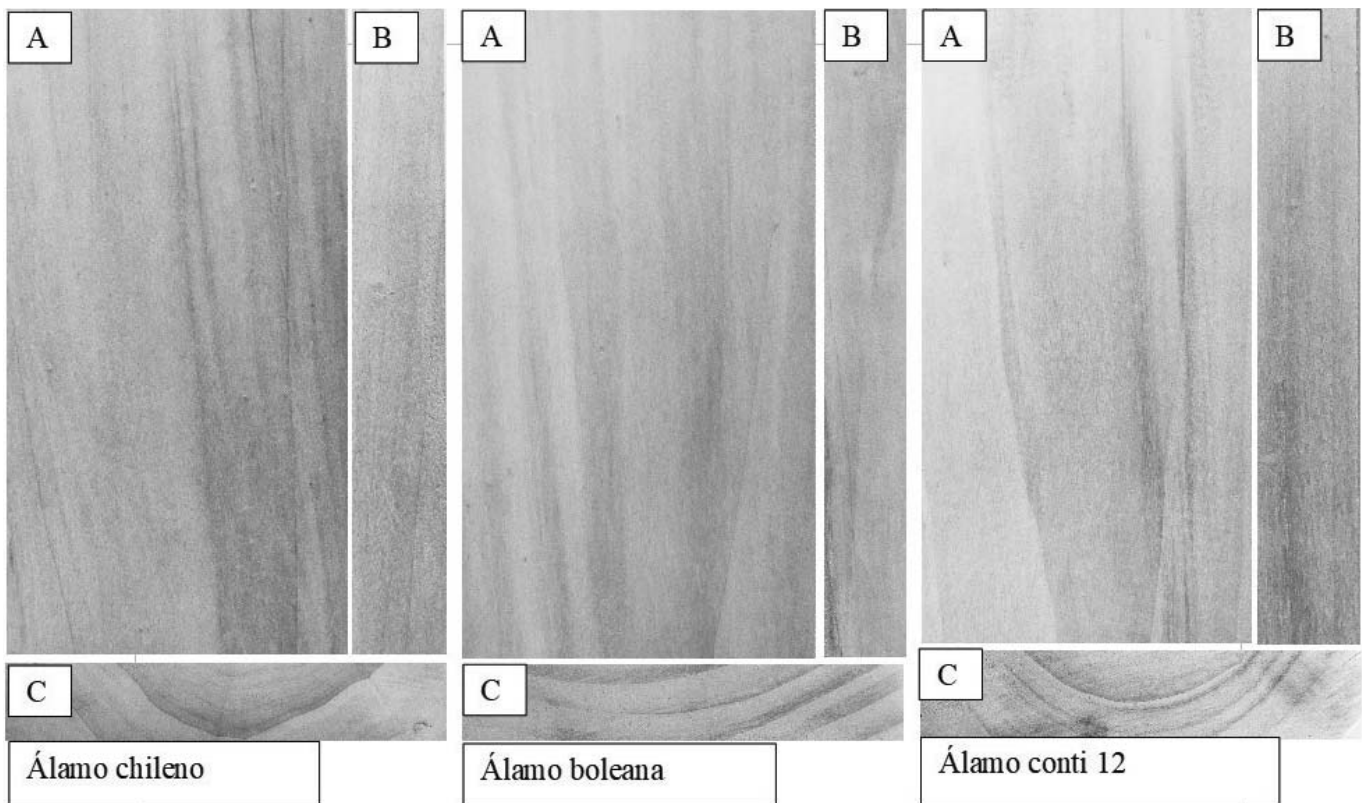
células y tejidos que constituyen la madera (elementos de vaso, fibras y parénquimas radial y axial). Para propiedades físicas se realizaron probetas o muestras de 2 x 2 x 2 cm para la determinación de la densidad y del contenido de humedad del árbol vivo y de 10 x 2 x 2 cm para los ensayos de cambios dimensionales (contracción e hinchamiento de la madera). Para propiedades mecánicas se cortaron de cada árbol tablas de 2 pulgadas de espesor, las que fueron estibadas por un año y a partir de las cuales se elaboraron en carpintería las probetas o muestras para los ensayos de resistencia a la flexión, a la compresión, al aplastamiento y al desgaste (dureza). Los estudios de características estéticas y microscópicas y los ensayos de propiedades físicas se realizaron en el AUSMA mientras que los

### El uso estructural de madera de álamo en esta región

El uso del álamo como madera estructural en la región se encuentra en deficiencia comercial por no existir aun la tipificación exigida por la CIRSOC. Esta caracterización se puede realizar de dos maneras: (1) determinación de las propiedades mecánicas en probetas o muestras de madera libre de defectos y el posterior ajuste según el grado de defectos de las piezas o tablas de las cuales provienen y (2) evaluación de piezas a escala de uso estructural (tablas de 2 x 5 pulgadas) con los defectos presentes en las mismas. El Reglamento Argentino de Estructuras de Madera del CIRSOC se apoya en la actualidad en esta última técnica. Aun así la evaluación de probetas libres de defectos es una técnica muy difundida, debido a la posibilidad de ser realizada con máquinas de laboratorio convencionales.



**Figura 3.** Figura en la que se puede observar el volteo de un álamo (en total se voltearon 15 ejemplares: cinco de álamo chileno, cinco de álamo conti 12 y cinco de álamo boleana). A partir del tronco de cada uno de los árboles volteados se elaboraron las muestras o probetas para los distintos estudios y ensayos de características y propiedades de su madera.



**Figura 4.** Fotografías de la madera de los álamos estudiados: A) corte tangencial, B) corte radial y C) corte transversal.

ensayos de propiedades mecánicas se ejecutaron en el laboratorio de Estudio de Polímeros Sintéticos y Naturales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue. Es imprescindible mencionar la valiosa ayuda recibida por el Sr. Nazareno Olivetti, productor de la ciudad de Allen, sin cuya colaboración en la obtención y procesamiento industrial de los rollizos, hubiera sido imposible avanzar en el estudio.

### Características estéticas y anatómicas

Las maderas de las especies estudiadas presentan colores claros, con escasa o nula diferencia entre albura y duramen, ausencia de aroma y brillo, textura fina y homogénea, grano derecho y vetado liso (ver Figura 4). Estas características definen, entre otras, su calidad para obtención de chapas por debobinado, fabricación de cajones y embalajes para alimentos, elaboración de artesanías y otros usos finales en aplicaciones de alto valor agregado. Anatómicamente la madera de estas especies está compuesta mayormente por fibras (más del 55%) de paredes delgadas y poros o vasos (30%) de pequeño diámetro y distribuidos en forma difusa (ver Figura 5). Esta constitución determina en gran parte sus características estéticas y propiedades físicas y mecánicas.

### Propiedades físicas

Las propiedades físicas de la madera son aquellas que determinan su comportamiento ante los factores que intervienen en el medio ambiente natural sin que estos actúen química ni mecánicamente en su estructura interna. Principalmente se realizan los ensayos de contenido de humedad, densidad y cambios dimensionales (contracción e hinchamiento). Nuestros resultados indican que la madera de estos álamos es liviana y presenta baja estabilidad dimensional, lo que señala la necesidad de realizar cuidadosos y correctos

secados de la misma. La estabilidad dimensional de la madera en servicio, llamada comúnmente "juego de la madera", se caracteriza por su comportamiento ante cambios de humedad y tiene especial importancia en construcciones de marcos de puertas y ventanas y revestimientos en general. El análisis del contenido de agua en la madera del árbol en estado vivo arroja valores altos, característica común en los álamos. Esta propiedad permite que en la práctica del debobinado (obtención de láminas de madera) no sea necesario el calentamiento de la madera por sistemas de vapor o agua caliente. Por otro lado, también influye significativamente en los costos de transporte cuando éste se realiza por peso (en toneladas) de la madera.

### Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de la madera son aquellas que definen la aptitud y la capacidad de la misma para resistir cargas externas, excluyendo los esfuerzos debidos a las tensiones internas producto de los cambios de humedad. En general se realizan ensayos de resistencia estática a la flexión, a la compresión y la dureza o desgaste. En nuestro caso se examinó también la resistencia al aplastamiento (ver Figura 6A), ensayo que analiza la interacción del elemento metálico usado como unión entre piezas de madera y la fuerza de aplastamiento de la madera alrededor del elemento metálico durante la carga. Conocer esta propiedad resulta fundamental, para el cálculo de la capacidad portante de una unión en cualquiera de los métodos utilizados actualmente. Dependiendo del valor de esta propiedad, se diseña el tipo de unión y el dimensionamiento de la misma.

El ensayo de flexión estática mide la resistencia que ofrece una viga a una carga puntual aplicada en el centro de distancia entre apoyos (Figura 6B). Los parámetros a determinar en este ensayo son el Módulo

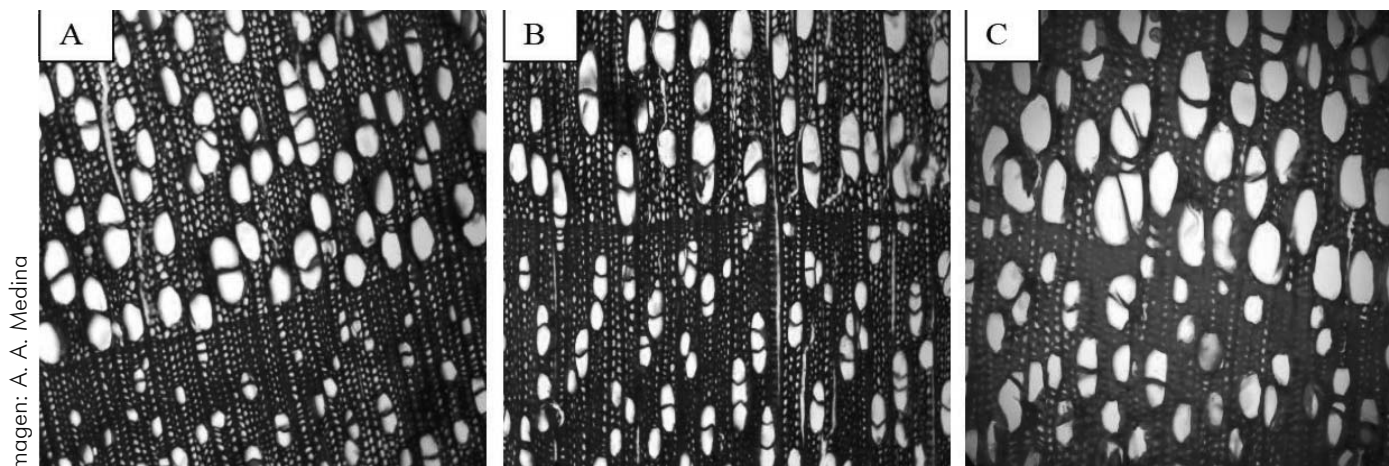


Imagen: A. A. Medina

**Figura 5. Fotografía de cortes microscópicos transversales de la madera de A) álamo chileno, B) álamo boleana y C) álamo conti 12, aumentados 100 veces. En color blanco se observan los poros que conducen el agua desde las raíces a las hojas y en color oscuro las fibras que le otorgan la resistencia a la madera.**

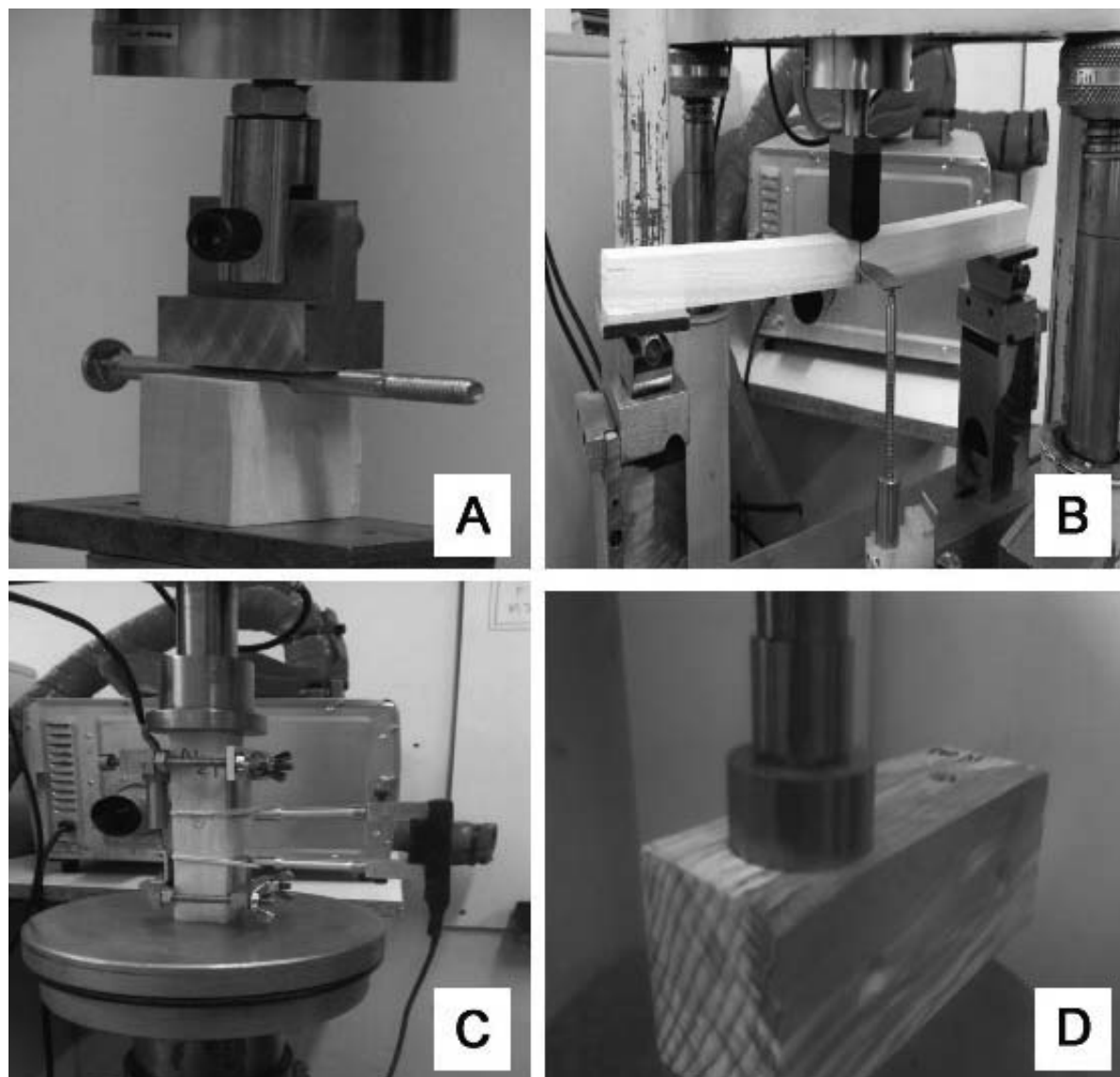


Imagen: P. Manzione

**Figura 6. Probetas de madera libre de defectos elaboradas para la realización de en los ensayos de propiedades mecánicas. Ensayos de A) resistencia al aplastamiento, B) resistencia a la flexión C) resistencia a la compresión y D) dureza o resistencia al desgaste de la madera.**

de Rotura (MOR), que corresponde a la tensión unitaria máxima en flexión que soporta un material antes de que se produzca rotura y el Módulo de Elasticidad (MOE), que es la medida de rigidez del material. Su cálculo se basa en la razón entre el esfuerzo por unidad de superficie, y la deformación por unidad de longitud experimentada por la probeta expuesta a flexión. Cuanto mayor sean sus valores, mayor será la aptitud de la madera para su uso en forma de vigas, cumbreras, cabios, cabreadas, entablonados y dinteles.

El ensayo de compresión estática paralela a las fibras mide la resistencia que ofrece una columna a una carga aplicada en el mismo sentido de la dirección de las fibras (ver Figura 6C). Los parámetros a determinar en este ensayo son los mismos que los mencionados anteriormente (MOR y MOE). Cuanto mayor sean sus valores, mayor será la aptitud de la made-

ra para su uso en forma de pilotes, columnas, etc.

El ensayo de dureza o desgaste (ver Figura 6D) determina la resistencia que ofrece la madera a la penetración de cuerpos de mayor solidez y consistencia. Su valor es de suma importancia en la fabricación de cualquier producto que durante su uso requiera resistencia al marcado o penetración (por ejemplo pisos, mesas de trabajo, etc.). Cuanto mayor sea este valor, mayor va a ser su aptitud para ese tipo de usos.

### **Nuestras conclusiones**

Los valores obtenidos en los ensayos de propiedades mecánicas fueron semejantes a los de otras maderas de álamos cultivados en nuestro país y actualmente incluidas como aptas para su uso estructural. Además, dichos valores resultaron en su mayoría superiores a los del pino ponderosa (ver Tabla

**Tabla 1. Valores promedio (Kg/cm<sup>2</sup>) de ensayos de propiedades mecánicas de la madera los tres álamos estudiados y valores citados para pino ponderosa en Patagonia (\*INTI. Ficha Técnica pino ponderosa, \*\*Lomagno, J. (2004). El cálculo teórico de uniones en madera. XVIII Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural. Buenos Aires, Argentina).**

	Álamo boleana	Álamo chileno	Álamo conti 12	Pino ponderosa
Flexión MOR	767,86	640,56	780,10	662,81*
Flexión MOE	97.960,80	81.824,40	105.937,20	90.754,74*
Compresión MOR	388,11	316,61	394,54	302,85*
Compresión MOE	101.836,80	84.241,80	100.643,40	78.314,2*
R. Aplastamiento	305,18	301,31	288,05	209,96**
Dureza	223,31	175,39	194,76	244,73*

1), madera ampliamente utilizada en la región con fines estructurales en la construcción de cabreadas, estructuras portantes (tirantes, vigas, columnas, etc.) y bastidores de entramados en paneles estructurales (ver Figura 1). Estos resultados permiten concluir que la madera de los álamos cultivados en cortinas forestales del Alto Valle de Río Negro presenta un gran potencial para ampliar sus posibilidades de uso.

Esta conclusión, sumada a la incorporación en el Reglamento CIRSOC de las construcciones de madera al sistema "tradicional", proyectan un importante desarrollo en la industria maderera regional y señalan a los álamos como un recurso forestal potencial.

Por otro lado, el incremento proyectado en el consumo de madera de álamo regional y su industria forestal, exigirá cumplir con determinados requisitos técnicos (contenido de humedad de la

madera, estandarización de las escuadrías de los tirantes, clasificación estructural, etc.) que permitan la construcción de una vivienda segura, confortable, durable en el tiempo y energéticamente eficiente.

Todos estos aspectos señalan buenas perspectivas al incremento del uso de la madera de álamo en la construcción de viviendas en estas regiones. Es importante destacar también que estos tipos de construcción contribuyen a una importante reducción en el tiempo de fabricación de viviendas, a una disminución del lapso de respuesta a problemas de déficit habitacional, a mitigar la contaminación ambiental y a colaborar en la generación de mano de obra y empleo.

## Resumen

En la actualidad, existen aproximadamente 11.324 km de cortinas forestales de álamos en la región Patagónica. En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, donde se concentra la mayoría de los álamos en Patagonia, constituyen un importante recurso forestal. Los usos de su madera son muy variados y se encuentran en continua evolución, desarraigándose la idea de que son maderas de baja calidad. Actualmente se proyecta en la región un importante desarrollo en la industria maderera, lo que posiciona a estos árboles como un recurso forestal potencial. Docentes y estudiantes de la Universidad Nacional del Comahue estudian su madera con el fin de generar información necesaria para abrir aún más el abanico de sus posibilidades de uso. Los resultados obtenidos la ubican en posición competitiva con otras maderas utilizadas con fines estructurales.

## Lecturas sugeridas

- Consejo Federal de Inversiones. (2012). Censo de Industrias de la Madera de la Provincia del Neuquén y zonas de influencia del Alto Valle del Río Negro. Neuquén.
- Reglamento Argentino de Estructuras de Madera (2016) CIRSOC-INTI. En URL: [www.inti.gov.ar](http://www.inti.gov.ar)
- Resolución 3-E / 2018 Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Secretaría de Vivienda y Hábitat. En URL: [www.cpicd1.org.ar](http://www.cpicd1.org.ar)
- Sagastume, A. y Maggio, M. (2013). Construir con Madera: Calidad sin Prejuicios. Argentina Investiga. Divulgación Científica y Noticias Universitarias. En URL: [argentinainvestiga.edu.ar](http://argentinainvestiga.edu.ar)
- Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial. (2017). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales bajo riego. Región Patagónica. Ministerio de Agroindustrias, Presidencia de la Nación. En URL: [www.agroindustria.gov.ar](http://www.agroindustria.gov.ar)