

# Comportamiento de la leña de quebracho colorado y blanco en el secado natural

Gonzalo de Bedia<sup>1</sup>, María Gracia Senilliani<sup>2</sup>, Myriam Ethel Ludueña<sup>3</sup>, Vanesa Jiménez<sup>3</sup>, María Elena Carranza<sup>3</sup>, Rodrigo Ibáñez<sup>4</sup>, Oscar Cortez<sup>4</sup> y Aldo Chávez<sup>4</sup>

**Palabras clave:** secado de leña, dendroenergía, quebracho.

## Introducción

En los países en desarrollo, el consumo de leña es difícil de cuantificar con precisión. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, estimó en el año 2020 una producción de leña a nivel mundial de 1.928.264.409 m<sup>3</sup> (FAOSTAT, 2022) Desde el punto de vista energético, la leña es una fuente de energía primaria y según el Balance Energético Nacional (BEN, 2021), la producción registrada durante el año 2021 fue de 995 miles de toneladas equivalente de petróleo (TEP). En Argentina, se producen anualmente 4.078.796 m<sup>3</sup> de leña. En el centro norte de Argentina el principal uso doméstico de la leña y el carbón es la cocción de alimentos en hornos y distintos tipos de parrillas, por lo cual, la transformación y comercialización de la madera para fines energéticos, debiera orientarse a las exigencias de este nicho de consumo (de Bedia et al., 2018). La leña se considera de calidad cuando cuenta con un porcentaje de humedad inferior al punto de saturación de la fibra, por lo cual, en base a la Norma Chilena NCh. 2907 (2005), esto se da con una humedad inferior al 25 %, en base seca. Una leña seca contamina menos y libera más calor por unidad de volumen en combustión. El tiempo de secado de la madera según USDA (1999), depende de la temperatura ambiente, la tasa de humedad del aire, el contenido de humedad de la leña y contenido de humedad pretendido durante el proceso de secado, el flujo de aire, la disposición de la estiba de leña, la especie y las dimensiones de la leña. El objetivo del trabajo es analizar el proceso de secado natural de la leña de dos de las principales especies forestales empleadas para dendroenergía, estimar el período temporal requerido para que la leña alcance y mantenga un contenido igual o menor al 25 % de humedad, determinar la correlación entre

las variables meteorológicas humedad y temperatura con el contenido de humedad interna de las muestras y testear una metodología alternativa de medición de la humedad a campo.

## Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la EEA INTA Santiago del Estero, Departamento Silípica (Ruta Nacional N° 9, en el kilómetro 1108), Argentina. Las muestras fueron leña de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl. -quebracho blanco- y *Schinopsis lorentzii* Engl. -quebracho colorado- (WFO Plant List, 2022), proveniente de aprovechamiento forestal. El material proviene de la copa de árboles apeados, seleccionándose aquel de dimensiones reducidas que no es destinado a la producción de carbón. Se emplearon dos formatos, leño entero - leño partido, y dos dimensiones, grande - pequeño. Leño entero se corresponde con una pieza cilíndrica con corteza, cortada a 25 cm de longitud. Leño entero grande, se corresponde con diámetros entre 10 cm y 13,5 cm y, leño entero pequeño con diámetros de 7 cm a 9,9 cm. En el leño partido, se emplearon aproximadamente las mismas dimensiones, tomando formas no cilíndricas. La elaboración de leña cortada a 1 m en el monte, se realizó de fines de julio a principio de diciembre de 2021, el trozado y partido de la madera (exponiendo 2 y 4 caras de xilema), y posterior estiba se realizó durante diciembre de 2021. Las mediciones de humedad se realizaron dentro de la estiba de leña y con las muestras estáticas, sin extraerlas de donde fueron instaladas en función del diseño experimental empleado. La estiba se localizó en una playa de acopio dentro del predio de INTA. Se adicionaron cables alargadores al xilohigrómetro (Licencia CEM modelo DT - 120), que permitieron mantener la misma distancia entre sus pines, los cuales fueron introducidos a una profundidad de 2 cm en las muestras (Fig. 2). Las mediciones de humedad se realizaron cada 15 días desde el 21 de diciembre 2021 al 22 de marzo del 2022.

1 Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, Santiago del Estero, Argentina. Contacto: debedia.gonzalo@inta.gov.ar

2 Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques INSIMA, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina.

3 Instituto de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina.

4 Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, Santiago del Estero, Argentina.



Figura 1: Medición de humedad con xilohigrómetro y alargadores en muestra de leña

Se registró el peso de las muestras al inicio y final de la experiencia, empleando una balanza digital (Licencia Systel, modelo bumer III). La orientación del ensayo fue Norte / Sur para disminuir el efecto sesgado de la sombra y captar la mayor incidencia de los vientos dominantes. El efecto de los diferentes tratamientos aplicados fue evaluado a partir de un diseño de bloques al azar, con 8 tratamientos, 4 repeticiones, y se determinó como unidad muestral la pieza de leña. Los tratamientos aplicados se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos según la especie utilizada QB (quebracho blanco) y QC (quebracho colorado), formato y dimensión de las muestras de leña empleados en el ensayo.

Acrónimo	Especie	Descripción	
		Formato	Dimensión
T111	QB	leño entero	pequeño
T112			grande
T121		leño partido	pequeño
T122			grande
T211	QC	leño entero	pequeño
T212			grande
T221		leño partido	pequeño
T221			grande

Los datos meteorológicos fueron facilitados por la estación meteorológica del EEA INTA Santiago del Estero. Las variables analizadas fueron la temperatura media máxima, humedad relativa media y precipitación media durante el período de ensayo. Con el fin de verificar el porcentaje de humedad de los leños determinado a campo, con “xilohigrómetro y cables alargados”, se realizó la determinación del porcentaje de humedad en el Laboratorio de Química de la Madera del Instituto de Tecnología de la Madera (Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Santiago del Estero). Las probetas se obtuvieron siguiendo la metodología señalada por Vega Rivero (2007). Se tomaron como probeta, de cada leño, un disco de aproximadamente 2 cm de espesor en la zona central. La determinación de la humedad por el método gra-

vimétrico se efectuó de acuerdo a lo prescripto en la Norma Chilena NCh 176/1 (1984). Las probetas fueron pesadas en balanza digital con precisión de 0,01 g, y posteriormente colocadas en una estufa Dalvo con circulación forzada, a  $103 \pm 2$  °C, hasta lograr peso constante. Los datos fueron tratados y analizados estadísticamente con InfoStat (Di Rienzo et al., 2020) y su interface con el programa R.

## Resultados

La Tabla 2 muestra los valores promedios de humedad según la especie y la interacción con el tiempo, con diferencias estadísticamente significativas entre especies ( $F = 23,5$ ;  $p < 0,0001$ ) y la interacción en el tiempo ( $F = 4,34$ ;  $p < 0,0004$ ). Las variables formato y dimensión no registraron diferencias significativas.

Tabla 2. Humedad promedio (%) por especie durante los días de secado de la leña

Especie	Días de secado						
	0	16	31	46	61	82	95
Q. B.	34,6±1,8AB	17,5±0,8DEF	29,5±1,3C	16,9±0,5EF	16,4±0,4FG	30,5±1,9BC	19,06±0,9DE
Q. C.	39,25±1,8A	15,8±0,8FG	20,8±1,3D	15,1±0,5G	15,1±0,4G	21,6±1,9D	16,19±0,9FG

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la Tabla 2, se refleja que no existen diferencias significativas en la pérdida de humedad entre las especies en los primeros 15 días ( $F = 2,4$ ;  $p < 0,12$ ). Al ampliar el período de evaluación, se observan diferencias significativas en las mediciones del día 31 y 82, donde el quebracho blanco presenta mayor velocidad en la reabsorción de humedad con respecto a la madera de quebracho colorado. En la Figura 1 se observa la evolución del proceso de secado natural respecto de las variables meteorológicas tomadas en el lapso de 95 días.

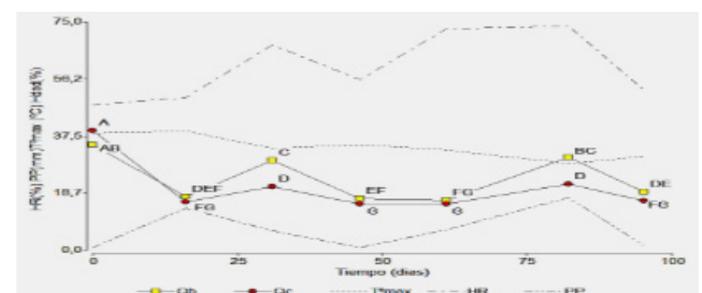


Figura 2. Proceso de secado natural de quebracho blanco y quebracho colorado en un período de 95 días en relación a las variables meteorológicas registradas.

En relación a la evaluación de los métodos utilizados

para medir la humedad no se encontraron diferencias significativas en los valores registrados por cada uno de ellos ( $p < 0,49$ ), reportando un valor promedio de 17,6 % de contenido de humedad.

### Discusión

Comparando el proceso de secado al aire libre con otras especies del sur de Chile, contrariamente a lo obtenido por Torres Miranda (2007), quien obtuvo un 37 % de humedad después de 14 meses de apilado para leña de *Eucryphia cordifolia* y por Hall & Witte (2004) quienes obtuvieron 15 % a 18% de humedad final en un periodo de nueve a doce meses en leña de *Drimys winteri*, los resultados obtenidos en este trabajo fueron promisorios ya que permitieron obtener resultados similares en el contenido de humedad en menor tiempo. De acuerdo con estudios realizados por la Universidad Católica de Temuco (2005), una vez que la madera se seca bajo el punto de saturación de la fibra, el contenido de humedad puede variar en función de la humedad relativa. Por lo tanto, ante eventos de precipitaciones puede haber aumento de la humedad relativa y la leña no se secará más allá de esta humedad, y en algunos casos podría recuperar agua del ambiente. Sin embargo, en el proceso de secado posterior se observa que en un período de 15 a 20 días las muestras recuperan los niveles de humedad al 25 %.

### Conclusiones

El proceso de transformación de la madera en un combustible de calidad para ambas especies requiere un período temporal de 15 a 20 días en el proceso de secado, para alcanzar un porcentaje igual o menor que el 25 % de humedad. Las condiciones meteorológicas durante el período pueden ser altamente propicias para acelerar o retardar el proceso de secado. Pasado este período de tiempo y ante la ocurrencia de precipitaciones, el quebracho colorado presenta menor capacidad higroscópica que el quebracho blanco, sin llegar a superar el 25 % de humedad, siendo recomendable aislar la madera de posibles precipitaciones. El método de medición de humedad con “xilohigrómetro con cables alargadores” presenta un nivel de precisión similar al método de secado en laboratorio, representando una alternativa operativa y ágil, para emplear en experiencias similares.

### Agradecimientos

“Proyecto Manejo de Bosques con Ganadería Integrada”, “Plataforma de Información e Innovación para el

Agregado de Valor, la Agroindustria y la Bioenergía en las Cadenas y Regiones”- INTA e Instituto de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

### Bibliografía citada

- BEN. 2021. Balance Energético Nacional. Balances energéticos. Ministerio de Economía de la Nación Argentina. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>
- de Bedia GR, Navall JM, Sánchez Ugalde R, Ledesma D, Salim N, Díaz F, Cisneros F, Luna M. 2018. Análisis de la demanda doméstica de leña y carbón en localidades del Centro Norte Argentino. Revista Quebracho Vol.25(1,2):90-99. Disponible en: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/v26n2a04-236.pdf>.
- Di Rienzo J, Casanoves F, González L, Tablada E, Díaz M, Robledo C, Balzarini M. 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <https://fdocuments.ec/document/secado-de-lena.html>
- Hall M, Witte. 2004. Maderas del Sur de Chile. Árboles, aplicaciones y procesos. Segunda Edición. Chile. Editorial Universitaria. 92 p.
- Norma Chilena Oficial. Nch 176/1. Of84. 1984. Madera - Parte 1: Determinación de humedad. Instituto Nacional de Normalización, Chile.
- Norma Chilena Oficial 2907. NCh 2907. 2005. Combustible Sólido Leña – Requisitos. Determinación de humedad. Instituto Nacional de Normalización, Chile.
- FAOSTAT. 2022. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Forestal, producción y comercio. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/FO>.
- Torres Miranda M. 2007. Estudio de Secado Natural de leña en la Provincia de Valdivia” Tesis de grado. Universidad Católica de Temuco Facultad Ciencias de Recursos Naturales Escuela de Cs. Forestales, Chile.
- UCT (Universidad Católica de Temuco). 2005. Estudio de secado de leña.
- USDA. 1999 Air Drying of Lumber, rapport du USDA Forest Product Laboratory. Disponible en: <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr117.pdf>.
- Vega Rivero M. 2007. Diseño metodológico y experimental para estudio de secado natural de leña. ONG Forestales por el desarrollo del bosque nativo. Chile.
- WFO Plant List. 2022. Instantáneas de la taxonomía. Disponible en: <https://wfoplantlist.org/plant-list/taxon/wfo-0001049791-2021-12>.