



MADERA DE ÁLAMO

DETERMINACIÓN DE SU PESO ESPECÍFICO

POPLAR'S WOOD

DETERMINATION OF SPECIFIC GRAVITY

Arturo Roberto Somoza
Leandro Mastrantonio *

RESUMEN

Se estudiaron las ventajas comparativas de las mediciones de peso específico de maderas de crecimiento rápido para uso comercial. Las unidades de análisis (probetas) son cubos de álamo "Harvard" (*Populus deltoides* cv. "Harvard") de 50 mm de lado. Se utilizaron tres métodos de análisis, dos de ellos según la norma IRAM 9544. Se determinó el peso con balanza analítica. Para el volumen se emplearon tres alternativas:

- volumenómetro de Breuil;
- pesada del volumen líquido desplazado;
- medición de las dimensiones lineales.

Se realizaron análisis estadísticos, comparando la exactitud y precisión de los distintos métodos. Los gráficos de ajuste dieron como resultado una marcada exactitud en la utilización del volumenómetro de Breuil, a pesar de su alto costo de inversión y operación. En contraposición, los métodos restantes son baratos, de mediciones rápidas pero menos exactas. En la pesada del volumen líquido desplazado, técnicas e instrumentos de medición no son perfectos. En la medición de dimensiones lineales es necesaria una probeta aproximadamente cúbica, difícil de conseguir.

SUMMARY

This work aims at finding out the best method for determining specific gravity (s.g.) in fast growing timbers for commercial use. In this work is used poplar clon "Harvard" (*Populus deltoides* cv. "Harvard").

Two inch sided cubes are used as testing samples. Three different methods are used (two under I.R.A.M. 9544 norm). The weight is obtained by using an analytical balance. Volume is measured by:

- the Breuil volumeter,
- weighting the water spilled by the introduction of the cube in a container,
- measurement with callipers or micrometer.

Different statistical analysis and inferences were carried out in order to compare the precision of different methods and adjustments graphics as well. The method that use the Breuil volumeter results the most exact, but too expensive. On the other side, the two remaining methods are cheaper and faster. The method that use the calliper needs almost perfect testing samples and that one that use displaced water adjusted techniques.

* Departamento de Producción Agropecuaria. Instituto Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Alte. Brown 500. (5505) Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.
e-mail: caifca@uncu.edu.ar

Palabras clave

álamo • peso específico • determinación comparada

Key words

poplar • specific gravity • compared testing

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad se vinculó la calidad de la madera con su peso específico pero esa relación originariamente observada en maderas europeas comenzó a ponerse en duda al estudiar maderas africanas y americanas. El peso específico de las maderas está determinado por diversos factores intrínsecos y extrínsecos:

Factores intrínsecos:

- especie: temperamento y raza
- edad
- situación en el tronco

Factores extrínsecos:

- naturales:
 - estación y localización
- variables:
 - humedad
 - repoblación
 - tratamiento y cuidado del suelo

De la influencia conjunta de estos factores depende el tamaño y conformación de cada célula, especialmente la proporción entre los tejidos conductores y de sostén (4). El peso específico aparente: PEA (IRAM 9544) es la relación existente entre peso y volumen, considerando a la madera como tal. Consecuentemente varía con la porosidad y el contenido de agua. Convencionalmente, en áreas continentales, se expresa con 12 % de humedad relativa. Al estar en equilibrio con el ambiente la variación depende solamente de la porosidad (5).

La confiabilidad y costo de los ensayos de los distintos métodos normalizados para la determinación del PEA: IRAM, ASTM, etc., difieren en precisión y complejidad. En la Argentina la normalización la establece el IRAM (Instituto de Racionalización Argentino de Materiales), que adopta la normativa europea (probetas chicas). Además el país está adherido a la COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) basada en la norma norteamericana (probetas grandes) (5).

Para maderas de crecimiento rápido: álamo, eucalipto, pino, etc., convienen las probetas grandes, con dimensiones que incluyan varios anillos de crecimiento; de esta manera la medición integra puntos de densidades diferentes.

Objetivo

Comparar distintos métodos normalizados para la determinación del peso específico de madera de álamo con fines comerciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Obtención de muestras:

Las muestras fueron obtenidas del clon "Harvard" (*Populus deltoides* cv. "Harvard") existente en una propiedad privada de Algarrobo Grande (Junín, Mendoza). Se seleccionaron dos "árboles tipo" cuyas características se indican a continuación:

	Árbol tipo 1	Árbol tipo 2
Edad (años)	10	10
D.A.P. (m)	0,196	0,181
Altura (m)	19,6	17,9
Volumen real (m ³)	0,2355	0,2037
Peso (kg)	200	175
P. específico en verde (t/m ³)	0,849	0,859
Coefficiente mórfico	0,40	0,44
Fallas (%)	9,4	9,4

Se ha aplicado esta técnica de muestreo por ser de uso común en la zona, dado que interesa la exactitud de los métodos y no la variabilidad dentro de una población o clon. Al quinto año de plantado, el bosque se raleó al 50 %, llegando a un distanciamiento definitivo de 6 por 3 m. El suelo es franco arenoso, con pH = 7,5 y C.E. = 3900 μ mhos.

2. Elaboración de probetas

Cada árbol tipo se trozó en tres partes de 1,4 m desde los 0,30 m de altura. El procesado consiste en obtener listones de 55 mm de lado, terminados con cepilladora. Posteriormente se trozan cada 51 mm y cada cubo se lija hasta obtener apróx. 50 mm de lado. Finalmente se seleccionan e identifican las probetas eliminando las de forma irregular.

3. Métodos de ensayo

a. Peso

Todas las probetas se pesaron con balanza electrónica de precisión diezmilésima de gramo.

b. Volumen

Se analizaron tres métodos de ensayo

• **Volumenómetro de Breuil.**

Este método, aceptado por su exactitud y utilidad por la norma IRAM 9544 para la determinación del volumen de madera, fue utilizado como método testigo o patrón de referencia. En rigor utiliza mercurio como líquido de inmersión, por no ser absorbido por las altas tensiones de los poros de la madera. Debido a su alto costo y dificultades en el uso, se reemplazó por agua empleando aparato especialmente construido y puesto a punto por los autores de este ensayo, de acuerdo con las normativas de referencia. Las probetas se cubrieron con una capa de parafina de peso específico conocido para impedir la entrada del agua en los poros de la madera. Luego las probetas fueron pesadas nuevamente con balanza

electrónica para determinar la cantidad de parafina adherida a cada una de ellas y, de esa manera, restar el volumen correspondiente al obtenido mediante el volumenómetro.

• **Pesada del volumen líquido desplazado, según norma IRAM 9544.**

En un vaso de precipitados, hasta el ras con agua, se sumerge completamente la probeta con la ayuda de una fina aguja. El agua desplazada cae por los bordes y es recogida en otro recipiente, pesado en balanza electrónica con precisión al gramo. Tanto las probetas como el vaso de precipitados se recubren con una capa de parafina de peso específico conocido; en el primer caso, para evitar la succión de agua por los poros de la madera y, en el segundo, para impedir que parte del agua desplazada quede adherida sobre las paredes del vaso.

• **Medición de las dimensiones lineales.**

Se miden los lados de cada probeta sin parafinar con un calibre y/o palmer, de precisión a la centésima de milímetro. Es muy importante la correcta preparación: corte y lijado de las probetas, para eliminar irregularidades en la superficie de las mismas.

En todos los casos, se trabaja con probetas secas al aire con 12 % de humedad y agua a temperatura ambiente: 20 °C.

RESULTADOS

Tabla 1. Análisis comparativo de medidas descriptivas y de inferencia.

	Volumenómetro Breuil	Desplazamiento de líquido	Dimensiones lineales
Tamaño muestral	67	67	67
Media (g/cm ³)	0,4246	0,4083	0,3929
Desv. típica (g/cm ³)	0,019	0,022	0,018
C. V. (%)	4,53	5,30	4,58
Int. confianza (g/cm ³) $\alpha = 0,05$	0,4246 ± 0,0046	0,4083 ± 0,0052	0,3929 ± 0,0043

Tabla 2. Tamaño óptimo de muestra para una precisión de 0,005 g/cm³

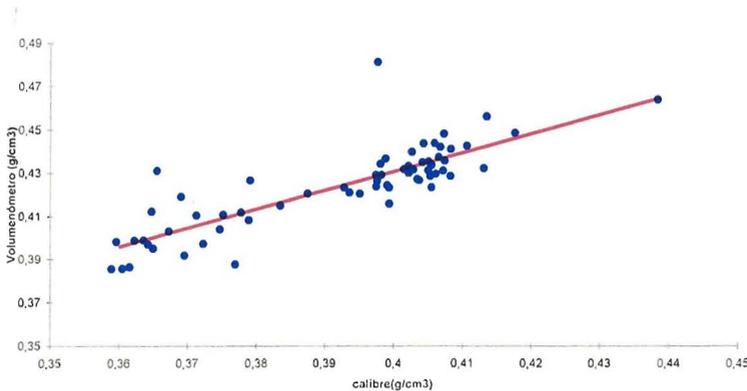
	Volumenómetro Breuil	Desplazamiento de líquido	Dimensiones lineales
$\alpha = 0,05$	57	72	50
$\alpha = 0,10$	40	50	35
$\alpha = 0,15$	31	39	27
$\alpha = 0,20$	24	31	21

La tabla 1 (pág. 16) indica medidas de tendencia central y de variabilidad de los distintos métodos ensayados. La 2, la cantidad de probetas a muestrear en los tres métodos de medición teniendo en cuenta distintos niveles de confianza.

- Para comparar la precisión de los métodos se realizó la prueba de F (razón entre varianzas), no dando -para un nivel de significancia del 5 %- diferencias significativas entre ellos.
- Para comparar la exactitud de los distintos métodos se aplicó el análisis de la varianza, que resultó con diferencias altamente significativas entre las medias para un nivel de significancia del 5 %.
- Con el test de Tukey, se determinó que cada una de las medias es significativamente diferente a las demás para un nivel de significancia del 1 %.

Por ello, se compararon los métodos de medición de dimensiones lineales y de pesada de líquido desplazado -supuestos como los de menor exactitud- con el procedimiento del volumenómetro de Breuil (considerado estándar), y se efectuó un análisis de regresión, considerando las mediciones obtenidas con el volumenómetro de Breuil como variable dependiente y las obtenidas con el calibre o por desplazamiento de líquido, como variables independientes en el primer y segundo análisis respectivamente. De tal modo se pueden hacer predicciones sobre el volumenómetro de Breuil en base a los otros dos métodos. Como el interés radica en identificar posibles errores sistemáticos, se realizó una prueba para contrastar una pendiente significativamente diferente de uno.

Figura 1. Diagrama de dispersión y recta de regresión calibre vs. volumenómetro.



$$Y = 0,071 + 0,90 X$$

Intervalo de confianza para la pendiente (β):

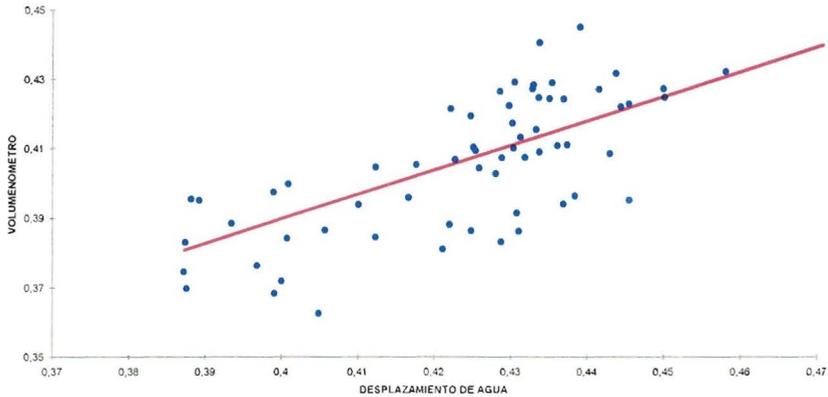
$$P(0,758 < \beta < 1,043) = 0,95 \quad \text{donde: } S_b = 0,071$$

Prueba de significancia: existe regresión simple lineal.

Coefficiente de correlación lineal: $r = 0,84$

Prueba de significancia: existe correlación simple lineal.

Figura 2. Diagrama de dispersión y recta de regresión desplazamiento de líquido vs. volumenómetro.



$$Y = 0,196 + 0,561 X$$

Intervalo de confianza para la pendiente (β):

$$P(0,390 < \beta < 0,731) = 0,95 \quad \text{donde: } S_b = 0,085$$

Prueba de significancia: existe regresión simple lineal.

Coefficiente de correlación lineal: $r = 0,63$

Prueba de significancia: existe correlación simple lineal.

DISCUSIÓN

Tabla 3. Análisis comparativo de los métodos para la determinación de volumen.

Ventajas	Desventajas
Volumenómetro de Breuil	
Exacto	Lento (12 minutos por probeta)
Preciso	Alta inversión inicial
Permite trabajar con cuerpos de formas variables	Alto costo operativo
	Transporte a campo dificultoso
Pesada del líquido desplazado	
Preciso	Sujeto a errores personales y de definición
Rápido	
Mínimo costo inicial y operativo	
Fácil transporte	
Permite trabajar con cuerpos de formas variables	
Medición de las dimensiones lineales	
Preciso	Exactitud en función de la forma geométrica del cuerpo a medir
Rápido	Mediciones puntuales y no integrales
Mínimo costo inicial y operativo	Adecuada preparación de probetas
Fácil transporte	

Como se aprecia en la tabla 3 (pág. 18), los tres métodos de análisis poseen muy buena precisión pero difieren en la exactitud, tomando como valor verdadero el del volumenómetro de Breuil. Debido a las características técnicas favorables y frente a las limitantes en costo y operatividad de este método, es posible utilizar los otros aplicando un factor de corrección dado por la recta de regresión correspondiente.

En el método por pesada del volumen de líquido desplazado no existe una pendiente unitaria, lo que indica error sistemático en la pendiente de una de las gráficas individuales. Con respecto a la regresión y a la correlación existe significancia probada.

En el método de medición de dimensiones lineales existe un 95 % de probabilidad de que el intervalo de confianza de la pendiente abarque el valor unitario. Tanto la significancia de la regresión simple lineal como de la correlación simple lineal están suficientemente probadas.

CONCLUSIONES

Se aconseja el volumenómetro de Breuil para la medición de peso específico de maderas para uso comercial cuando se requiera alta exactitud de las observaciones y se disponga de medios suficientes para su operación.

Si el trabajo a realizar permitiera un margen de error más amplio, o se requiriera una operatividad mínima, sería posible utilizar los otros dos métodos, aplicando los correspondientes factores de corrección.

Para el método por pesada del líquido desplazado se recomienda perfeccionar tanto los elementos para mediciones: vasos de bordes finos, puntos de referencia para el correcto llenado con agua, etc., como la técnica operativa, ya que presenta una buena alternativa de bajo costo para la medición de probetas con defectos o mal preparadas.

Para el método de la medición de dimensiones lineales se deben preparar cuidadosamente las unidades de análisis para que tengan la forma más simple posible. Además, se aconseja la medición de más de un punto por lado de la probeta y el cálculo de la media de las observaciones para reducir al mínimo el error por imperfecciones geométricas.

Agradecimientos

A Roberto Zanetti por la elaboración de las probetas y ejecución de mediciones.

A Zoraida Fernández de Romero por la revisión de los originales.

BIBLIOGRAFÍA

1. COPANT. Comisión Panamericana de Normas Técnicas. Norma 30:1-004. Método de determinación del peso específico aparente de maderas.
2. Gutiérrez Oliva, A. y Plaza Pulgar, F. 1967. Características físico mecánicas de las maderas españolas. Ministerio de Agricultura. España.
3. IRAM. Instituto de Racionalización Argentino de Materiales. Norma 9544. Método de determinación del peso específico aparente de maderas.
4. Kollmann, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Ministerio de Agricultura. España.
5. Somoza, A. R. 1993. Características físico mecánicas de maderas. Cuadernos de Dasonomía. Serie didáctica. Nº 10. Instituto Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.