

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL

Determinación de propiedades físicas del Guayabo (*Psidium guajava* L.)

Determination of physical properties of the Guava tree (*Psidium guajava* L.)

Ing. Ania Vilma Carballosa De la Paz¹, Dr.C. Benjamín Gabriel Gaskins Espinosa¹, Dr.C. Omar González Cueto¹¹

¹Universidad de Granma, Facultad de Ciencias Técnicas, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba.

¹¹Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Departamento de Ingeniería Agrícola, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

RESUMEN. Las propiedades físicas de las plantas son de fundamental importancia en el momento de evaluar sus múltiples aplicaciones. El presente trabajo de investigación se desarrolló en el área experimental del Instituto de Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de México. El trabajo experimental sumó 25 muestras. La relación entre la densidad y la humedad se evaluó mediante un análisis de variables independientes con ecuaciones de regresión lineal con R^2 mayores a 0,93. La relación encontrada indica que a mejor humedad y mayor diámetro, mayor será la densidad de la madera obtenida, tendencia que debiera ser considerada en los esquemas de manejo que se propongan para la especie.

Palabras clave: propiedad física, densidad, humedad.

ABSTRACT. The physical properties of the plants are of the utmost importance to evaluate its multiple uses. The present research was developed in the experimental area of the Institute of Materials of the National Autonomous University of Mexico. The experimental work reached 25 samples. The relationship between the density and the humidity was evaluated by means of an analysis of independent variables with equations of lineal regression with R^2 bigger than 0.93. The relationship indicates that to better humidity and bigger diameter, bigger will be the density of the wood obtained, tendency that should be considered in the handling outlines to be intended for the species.

Keywords: physical properties, density, humidity.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de guayaba es de alrededor de 1,2 millones de toneladas, destacando la India y Pakistán, que aportan el 50%; México produce el 25%, y el resto lo aportan otros países como: Bangladesh, Estados Unidos, Brasil, Venezuela, Colombia, Malasia, Tailandia, Perú, Sudáfrica, Indonesia y República Dominicana (Yam *et al.*, 2010).

El comportamiento físico de las plantas está constituido por una serie de propiedades, las cuales en conjunto pueden definirse como propiedades físicas de la planta. (Gutiérrez, 2006¹); señala que las propiedades físicas de las plantas es un conjunto de propiedades que caracterizan el comportamiento físico de las mismas, el contenido de humedad, el peso específico o densidad, la contracción e hinchamiento son propiedades

físicas que también definen a las plantas (Metwally, 2011). El conocimiento de estas propiedades físicas es de vital importancia en el momento de evaluar sus múltiples aplicaciones y, para fijar los objetivos de producción en términos de manejo.

Por otro lado existen estudios publicados sobre las propiedades físicas para gran variedad de productos agrícolas (Luther *et al.*, 2004; Isik, 2007; Saldaña *et al.*, 2012).

El conocimiento de estas propiedades físicas es de vital importancia en el momento de evaluar sus múltiples aplicaciones y, para fijar los objetivos de producción (Davel *et al.*, 2005). Según (Silva y Nívar, 2012) el rendimiento del cultivo del guayabo varía según la edad, la densidad de la plantación y el origen de la planta (sexual o asexual).

¹ GUTIÉRREZ, R.; E. ROMERO; P. SUATUNCE: Análisis Comparativo de las Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera de *Triplaris cumingiana* Fish, Mey.(Fernán Sánchez) de Quevedo y Balzar, 2006.

La densidad en las plantas, es una propiedad que muestra una amplia variación entre y dentro de especies. La densidad (peso seco entre volumen húmedo) es una variable intrínseca de las plantas. Por otro lado, la densidad varía dentro de la planta, durante la vida de la planta y entre individuos de una misma especie. La densidad básica se considera una característica de importancia económica, sirve para clasificar a las maderas, ya que determina en gran medida la calidad del producto final (Martínez *et al.*, 2011; Silva y Návar, 2012), presentando una acentuada correlación con la mayoría de las características físicas y mecánicas, ya que determina el valor y la utilidad de la misma, y está fuertemente correlacionada con otras propiedades como la humedad (Davel *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2011).

Según (Oliveira y Silva, 2003), el peso específico básico no varía con la altura de la planta, sin embargo el contenido de humedad tiende a disminuir.

El contenido de humedad de equilibrio, es el estado en el cual la humedad de la madera logra un equilibrio con las condiciones ambientales. Como las condiciones ambientales varían constantemente, ninguna madera se encuentra en equilibrio estable y su contenido de humedad sigue las fluctuaciones que le condiciona el lugar en que se encuentra. El conocimiento del contenido de humedad de la madera, es de gran importancia para múltiples aplicaciones prácticas de ella (Correa *et al.*, 2014). De este modo se evitarán cambios dimensionales y deformaciones no deseadas. Teóricamente, el contenido de humedad de la madera puede ser calculado en base a gráficos y ecuaciones (Ávila y Herrera, 2012). La meta de este trabajo fue determinar la densidad y el contenido de humedad del cultivo del Guayabo.

MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el laboratorio del Instituto de Materiales perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México. El material de ensayo que se utilizó se obtuvo de un área seleccionada de plantaciones de guayabo del Municipio de Ixtapan de la Sal de la Ciudad

de México. Las muestras fueron seleccionadas al azar para un diseño completamente aleatorizado donde se aplicó el método de la diagonal al azar (De la Loma, 2003²). Para un tamaño de muestra de 30 plantas con una edad de 10 años con una densidad inicial de plantación de 3 m x 1,5 m (2 222 plantas por hectárea). Para la determinación de la densidad básica [g/cm^3] (volumen verde / peso seco). El peso seco se determinó luego del secado en estufa a una temperatura de $70^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ hasta peso constante.

Densidad de la probeta:

El volumen se determinó considerando la masa de las probetas, medidas en una balanza digital Pioneer de 0,01 g de precisión (Figura 1). Para determinar la densidad básica se determinó por el principio de Arquímedes, ya que se considera uno de los más prácticos y precisos (Arango *et al.*, 2011). Se determinó el volumen de la muestra y por la expresión 1.1 donde se calculó la densidad de las probetas experimental.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

dónde:

m- masa de la probeta, g;

V- volumen de la probeta, cm^3

$$V = V_I - V_F \quad (2)$$

dónde:

V_I -volumen inicial, cm^3 ;

V_F -volumen final, cm^3 .

Equipos de medición de densidad básica:

Para los ensayos físicos de densidad, se utilizan los siguientes equipos del laboratorio

Balanza electrónica, con precisión de 0,01 g .

Estufa de secado con termostato, que permite regular temperaturas de $103 \pm 2^\circ\text{C}$.



FIGURA 1. Determinación de la densidad de las probetas.

² DE LA LOMA, J. L.: Experimentación Agrícola. , Ed., México, 2003.

Humedad de las probetas:

El contenido de humedad correspondiente a cada estado de las probetas se calculó a partir del peso de la probeta registrado en cada determinación, en relación al peso de la madera medido en la condición anhidra de cada probeta (Ávila y Herrera, 2012). Las probetas luego de determinar la densidad se colocaron en la campana de extracción (Figura 2), para después ponerla en el horno (RIOSSA) a una temperatura de 70° C por 72 h para luego proceder nuevamente al pesado y de esta forma determinar contenido de humedad. No es más que la diferencia entre

peso seco menos el peso inicial de las probetas por 100. Según (Aróstegui y Satos, 2010), el contenido de humedad de la madera se calcula con la siguiente expresión:

$$CH = \frac{Pi - Po}{Po} * 100 \quad (3)$$

dónde:

CH- Contenido de humedad, %;

Pi- Masa inicial de las probetas, g;

Po- Masa anhidrido de la probeta, g.



FIGURA 2. Determinación de la humedad de las probetas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el análisis de regresión entre el diámetro y la densidad de las probetas tal y como se muestra en la Figura 3, se pudo comprobar que a medida que aumenta el diámetro de las probetas aumenta la densidad, por lo que se puede inferir que existe una estrecha relación en los resultados entre estos dos parámetros para el modelo con un coeficiente de regresión de $R^2 = 0,94$, además de tener una tendencia lineal, estos resultados son similares a los obtenidos por (Nájera *et al.*, 2005). El diámetro de las probetas es un parámetro fundamental, ya que cuando este aumenta se incrementa la densidad y el contenido de humedad (Figuras 4 y 5), en la Figura 5, se observa que el mayor contenido de humedad se obtiene en probetas con diámetros de 12 mm.

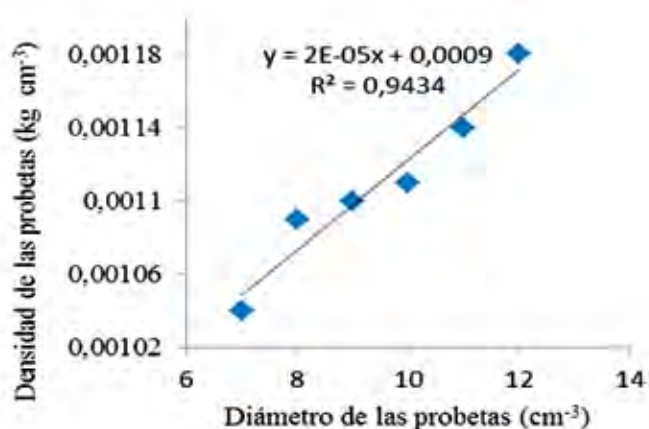


FIGURA 3. Relación de la densidad vs el diámetro de las probetas.

El análisis de regresión múltiple mostró una relación entre el diámetro y el contenido de humedad, para un coeficiente de regresión de $R^2 = 0,98$ y un P valor menor del 5%, lo que indica que existe una estrecha relación entre los parámetros

analizados (Figura 6). Asimismo el contenido de humedad y la densidad para un coeficiente de regresión de $R^2 = 0,96$, siendo estos valores similares a los obtenidos por (Hernández *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2011).

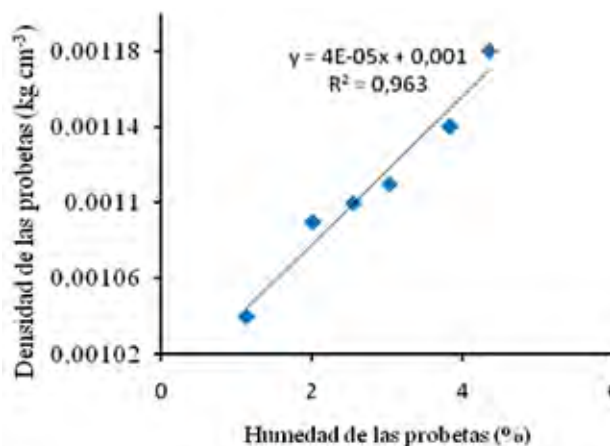


FIGURA 4. Relación de la densidad vs humedad de las probetas.

En los tres casos los valores obtenidos mostraron un comportamiento lineal, presentando su mejor ajuste por encima del 95% de confianza y de los valores ajustados, estos resultados son similares a los obtenidos por (Davel *et al.*, 2005; Jovanovski *et al.*, 2008) al estudiar el comportamiento de la densidad básica de la madera de pino (Arango *et al.*, 2011; Ávila y Herrera, 2012).

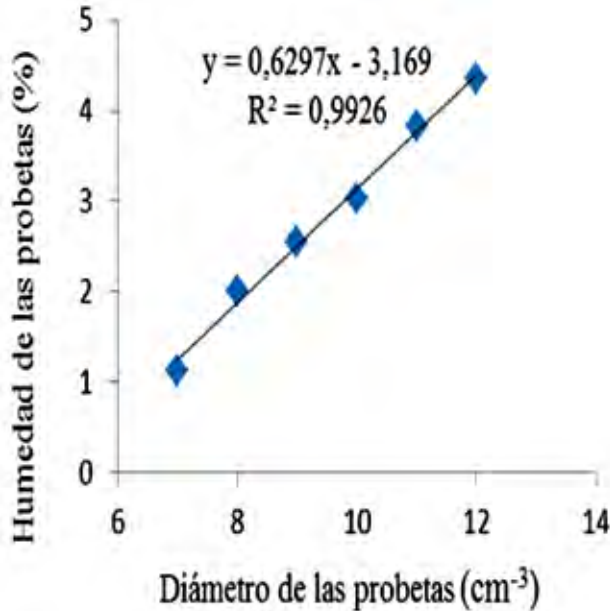


FIGURA 5. Relación de la densidad vs el diámetro de las probetas.

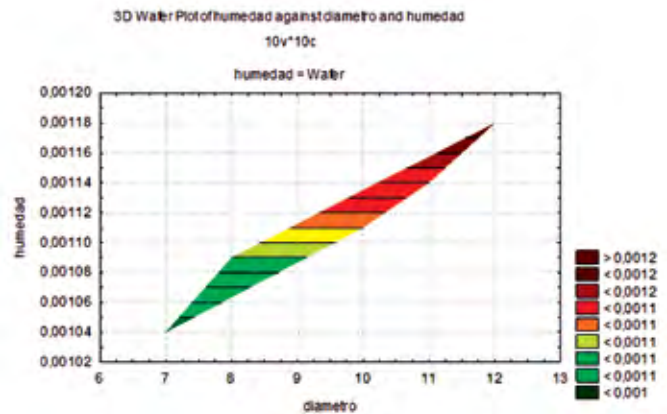


FIGURA 6. Relación de la humedad vs el diámetro de las probetas.

CONCLUSIONES

- Los resultados del análisis estadísticos de los ensayos, demostraron que existe una tendencia lineal entre las variables humedad - densidad de las ramas ensayadas con un coeficiente de regresión de $R^2 = 0,96$, por lo que se puede inferir que a mayor densidad de las ramas mayor será su humedad.
- Al analizar la interacción entre la humedad y el diámetro de las ramas se encontró una tendencia similar al caso anterior, alcanzando un valor del coeficiente de regresión $R^2 = 0,99$, esta relación constituye una herramienta que puede ser empleada para la selección de los materiales con lo cual se construyen los órganos de trabajo para la poda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANGO, A.; G. HOYOS; J. FELIPE; C. VÁSQUEZ; A. MARÍA: "Variación de la densidad básica de la madera de eucalyptus grandis en arboles de siete años de edad", *Revista Facultad Nacional de Agronomía medellín*, ISSN-d: 2248-7026, ISSN-p: 0304-2847, DOI: 10.15446/rfnam, 54(1 y 2): 1275-1284, 2011.
- ARÓSTEGUI, A.; A. SATOS: "Estudio de las Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera de 16 Especies Forestales del Perú", *Revista Forestal del Perú*, 4(1-2): 13, 2010.
- ÁVILA, L.; M. HERRERA: "Efecto de los extraíbles en tres propiedades físicas de la madera de Enterolobium cyclocarpum procedente de Michoacán, México", *BOSQUE*, ISSN-d: 0717-9200, DOI: 10.4067/S0717-92002012000200013, 33(2): 5, 2012.
- AVILAN, L.: "El índice de fructificación en frutales perennes", *Agronomía Tropical*, ISSN: 0002-1924, 30(1): 147-157, 2008.
- CORREA, F.; A. CARRILLO; J. RUTIAGA; F. MÁRQUEZ; H. GONZÁLEZ; E. JURADO; F. GARZA: "Contenido de humedad y sustancias inorgánicas en subproductos maderables de pino para su uso en pélets y briquetas", *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, ISSN: 0186-3231, DOI: 10.5154/r.rchscfa.2013.04.012, 20(1): 2014.
- DAVEL, M.; A. JOVANOVSKI; D. MOHR BELL: "Densidad básica de la madera de pino oregón y su relación con las condiciones de crecimiento en la Patagonia Andina Argentina", *BOSQUE*, ISSN-d: 0717-9200 DOI: 10.4067/S0717-92002005000300006, 26(3): 55-62, 2005.
- VALDÉS, H. P.; A. MARTÍNEZ; R. AJALLA; E. BRITO; R. ALBÓNIGA: "Influencia del ángulo de deslizamiento y la velocidad de la cuchilla sobre la energía específica durante el corte de tallos de caña de azúcar", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 18(1): 21-26, 2009.
- HERNÁNDEZ, A.; A. RODRÍGUEZ; R. PUENTE; E. DÍAZ; R. GIL: "Influencia del ángulo de deslizamiento y la velocidad de la cuchilla sobre la energía específica durante el corte de tallos de caña de azúcar", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 18(1): 6, 2009.
- ISIK, E.: "Some physical and mechanical properties of round red lentil grains", *Ame. Soc. Agric. Eng. ASAE*, ISSN: 1682-1130, 23(4): 4, 2007.
- JOVANOVSKI, A.; M. DAVAL; D. MOHR-BELL: "Densidad básica de la madera de Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco en la Patagonia", *Forest Systems*, ISSN: 2171-5068, 14(2): 153-160, 2008.
- LUTHER, R.; D. SUTER; G. BRUSEWITZ: "Physical properties of food materials. in Food and Process Engineering Technology", *T. of The ASABE*, ISSN: 0001-2351, 2: 23-52, 2004.
- MARTINEZ, A.; L. GALLO; M. PASTORINO; V. MONDINO; F. ROZENBERG: "Phenotypic variation of basic wood density in Pinus ponderosa plus trees", *BOSQUE*, ISSN-d: 0717-9200, DOI: 10.4067/S0717-92002011000300003, 32(3): 221-226, 2011.

- NÁJERA, J. A. L.; Z. A. VARGAS; J. G. MÉNDEZ; J. D. J. L. GRACIANO: "Propiedades físicas y mecánicas de la madera en quercus laeta liemb. del salto, Durango.", *Ra Ximhai. Revistade Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable* ISSN: 1665-0441, 1(3): 559-576, 2005.
- OLIVEIRA, T.; C. SILVA: "Variação radial da retratibilidade e densidades básica da madeira de Eucalyptus salignaSm", *Revista Árvore*, ISSN: 1806-9088, 27(3): 381-385, 2003.
- PÉREZ, N.; L. VALENZUELA; J. DIAZ-VAZ; R. ANANÍAS: "Predicción del contenido de humedad de equilibrio de la madera en función del peso específico de la pared celular y variables ambientales", *Maderas. Ciencia y tecnología*, ISSN-p: 0717-3644, ISSN-d: 0718-221X, DOI: 10.4067/S0718-221X2011000300002, 13(3): 253-266, 2011.
- SALDAÑA, A.; R. SERWATOWSKI; N. SALDAÑA; C. GUTIÉRREZ; J. CABRERA; S. GARCÍA: "Determinación de algunas propiedades físicas de Agave tequilana Weber para mecanizar la cosecha", *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, ISSN: 2007-0934, 3(3): 451-465, 2012.
- SÁNCHEZ, A.; B. URDANETA; C. PEÑA; B. VALDIVIA: "Morphological descriptor for genus Psidium characterization", *Revista de la Facultad de Agronomía*, ISSN: 0378-7818, 28(3): 303-343, 2011.
- SILVA, M.; J. NÁVAR: "Estimación de la densidad de madera en árboles de comunidades forestales templadas del norte del estado de Durango, México", *Madera y Bosques*, ISSN: 2007-1132, 18(1): 11, 2012.
- YAM, J.; C. VILLASEÑOR; E. ROMANTCHIK; M. SOTO; M. PEÑA: "Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (Psidium guajava L.) y sus principales características en la postcosecha", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 19(4): 74-82, 2010.

Recibido: 16/12/2014

Aprobado: 14/11/2015.

Publicado: 05/12/2015.

Ania Vilma Carballosa De la Paz, Prof., Universidad de Granma, Facultad de Ciencias Técnicas, Carretera Bayamo-Manzanillo km 17½, Peralejo. Bayamo, CP 85 100 Granma, Cuba. Facultad de Ciencias Técnicas. Tel.: 452319. Correo electrónico: acarballosap@udg.co.cu

Benjamín Gabriel Gaskins Espinosa, Correo electrónico: bgaskine@udg.co.cu

Omar González Cueto, Correo electrónico: omar@uclv.edu.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

**...sistemas integrales de ingeniería agrícola
nuestra contribución a la seguridad alimentaria...**



IAgric
Instituto de Investigaciones
de Ingeniería Agrícola

desarrollamos
y comercializamos

- Elementos para Sistemas de Riego.
- Implementos y Equipos de Mecanización Agropecuaria.
- Asistencia Técnica especializada para la instalación, y explotación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de ingeniería para el diseño de sistemas de riego y drenaje y equipos y máquinas agrícolas.
- Servicios de pruebas y validación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de capacitación y entrenamiento especializados en los campos de la ingeniería agrícola.

INFORMACIÓN: Unidad de Producciones Tecnológicas y Comercial
Avenida Camilo Cienfuegos y Calle 27 Arroyo Naranjo
E-mail: agricomercial@minag.cu Teléfonos(537) 691 2533 / 691 2665