

TECNOLOGÍA PARA CUANTIFICAR CONDUCTOS ANATÓMICOS EN FRUTALES CADUCIFOLIOS Caso de estudio Nogal Pecanero (*Carya illinoensis koch*)

TECHNIQUES FOR CUANTIFYING ANATOMIC DUCTS IN DECIDUOUS FRUIT TREES Study case Pecans tree (*Carya illinoensis koch*)

¹G. González-Cervantes, ¹L.M. Valenzuela-Núñez, ¹J. A. Muñoz-Villalobos, ¹J. L. González- Barrios, ²J.A. Chavez-Simental

¹Centro Nacional de Investigación en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA); km 6.5 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México.

² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Correo-e: gonzalez.guillermo@inifap.gob.mx

RESUMEN. Los frutales caducifolios presentan una distinción genética debido a la formación de anillos producto del crecimiento anual, resultado de la actividad cambial entre factores ambientales, manejo y genéticos sobre la vida y productividad de los árboles. Lo anterior condujo a realizar este trabajo con el objetivo implementar una técnica en laboratorio que permita describir la morfología de los conductos anatómicos y el crecimiento anual (anillos), en la madera de frutales caducifolios, estudio de caso nogal pecanero con la ayuda de un sistema analizador de imagen. La observación y análisis de estas imágenes permitió distinguir la amplitud del crecimiento anual así como los conductos anatómicos en la madera de nogal pecanero.

Palabras clave. Análisis de imagen, anillos de crecimiento, xilema.

SUMMARY. The deciduous fruit has a genetic distinction due to the formation of product annual growth rings, cambial activity result from environmental factors and genetic management of life and productivity of trees. This led to make this study in order to implement a laboratory technique that allows to describe the morphology of the anatomical lines and the annual growth (rings), in the wood of deciduous fruit trees, pecan case study with the help of a image analysis system. The observation and analysis of these images helped to distinguish the extent of annual growth and anatomical ducts in pecan wood.

Keywords. Image analysis, growth rings, xylem.

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero (*Carya illinoensis koch*) se clasifica como un árbol caducifolio de la familia de las angiospermas, que presenta una distinción genética debido a la formación de anillos producto del crecimiento anual. En las angiospermas el flujo de la savia se realiza por un sistema conductor compuesto por el xilema y el floema (February *et al.*, 1995); el xilema conduce la savia bruta (Reyes *et al.*, 2002), líquido que contiene agua más sales minerales extraídas del suelo por las raíces (pelos radicales) y conducidas (tronco y ramas) hacia la parte aérea del árbol (hojas), donde se realiza la fotosíntesis y se produce la savia elaborada, solución

de sustancias orgánicas y rica en azúcares, para que enseguida se distribuya por el floema (corteza del árbol) de las hojas hacia los otros órganos del árbol.

El crecimiento anual de madera (Vysotkaya y Vaganov, 1989) es la información almacenada por el árbol y el resultado de la actividad cambial que muestra la influencia de factores ambientales (horas frías, unidades calor, lluvia), manejo (de agua, nutrición, poda, etc.) y genéticos (variedad y edad) que impactan en la productividad de los nogales.

Lo anterior condujo al siguiente objetivo: Implementación de una técnica en el laboratorio del CENID-RASPA

(INIFAP) que permita la preparación de muestras de madera de nogal pecanero, para enseguida digitalizar así como cuantificar la morfología de los conductos anatómicos y crecimiento anual, bajo la tecnología del análisis de imagen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para implementar la técnica de análisis de imagen es necesario disponer de un equipo mínimo que conste de: un sistema óptico conectado a una cámara de video o fotográfica encargada de enviar una parte del campo de visión a un sistema informático. La Figura 1 muestra los componentes de un laboratorio de imagen. El programa informático a través de un sistema de análisis de imagen, la procesa y convierte en una imagen binaria a partir de la que mide y cuenta el número de píxeles que conforman el borde de la proyección de la partícula, los multiplica por un factor de escala (calibración), obteniendo así el perímetro o longitud del objeto. De igual modo, cuenta los píxeles "atrapados" dentro de ese perímetro para calcular el área (Almeida *et al.*, 2003).

Toma de muestras de madera de nogal pecanero

Las muestras de tronco fueron tomadas con la barrena de Pressler (Figura 2) a una profundidad de 7 cm aproximadamente y a una altura de 1 m del suelo,

tratando de capturar los anillos correspondientes a partir del año 2005. Se colectaron en total 12 muestras de madera, tres muestras de cada sistema. Posterior al muestreo, se colocaron en una viruta para después efectuar el pulido y acabado correspondiente que permitiera analizar las muestras en el laboratorio de imagen.



Figura 2. Toma de muestras de madera de nogal pecanero.

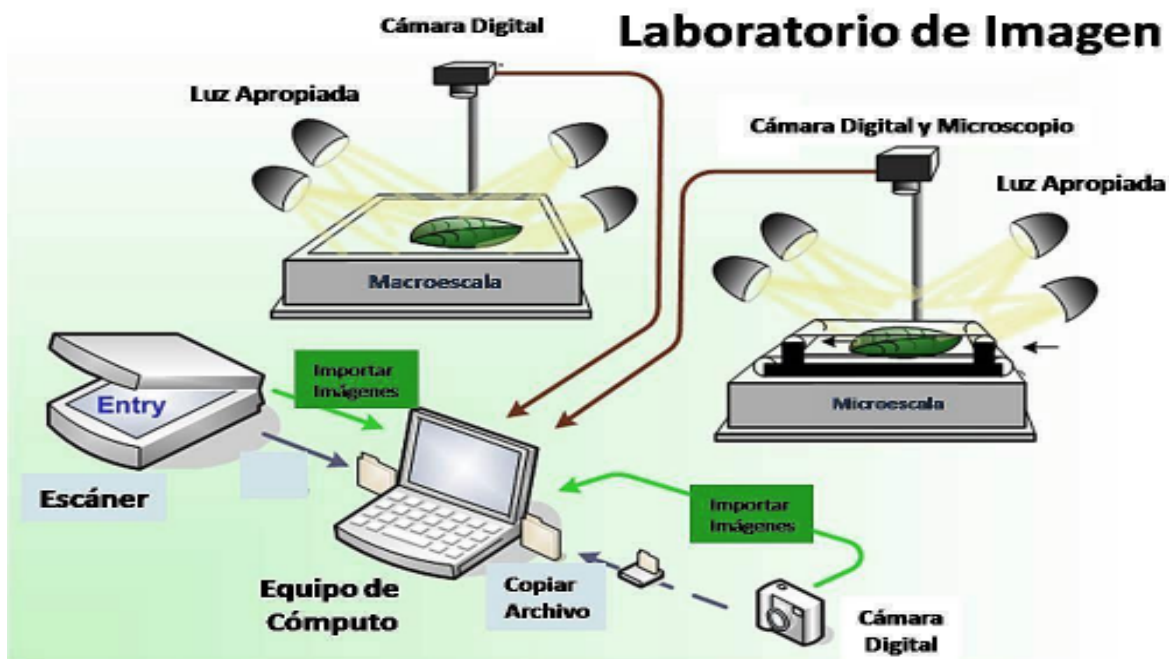


Figura 1. Componentes del laboratorio de imagen.

RESULTADOS

Análisis de imagen

En la obtención y tratamiento de las imágenes sobre la superficie de las muestras de madera se realizó con ayuda de una cámara digital Olympus CCD de 4 megapíxeles. Se colocó papel milimétrico bajo la lente del microscopio para usarlo como guía de medición y tomarla de referencia o cuadro base.

Todas las imágenes se capturaron a la misma distancia para obtener un igual número de píxeles y área del papel milimétrico bajo la forma de una matriz rectangular de 7.5 X 6.0 mm, o sea 45 mm². El tratamiento de imagen se realizó con ayuda de un analizador Image Pro Plus® versión 4.5 (Media Cibernética Maryland, USA) bajo microcomputadora personal (Figura 3).

Morfología de los conductos anatómicos de la madera

Posterior a la digitalización se procedió al tratamiento y análisis de las imágenes (Figura 4). Para ello, en el analizador se procedió a convertir a niveles de gris la imagen original, después a su binarización, enseguida a la cuantificación de los objetos en negro sobre la imagen y finalmente una caracterización con base en tamaño; lo anterior permitió la caracterización de los conductos anatómicos con base en tamaño y cantidad, así como la amplitud, y de crecimiento radial anual (Figura 4).

CONCLUSIONES

La búsqueda de técnicas y/o metodologías que permitan una caracterización de los conductos anatómicos en la madera de frutales caducifolios, condujo a implementar una técnica en laboratorio que permita la preparación de muestras de madera para su tratamiento y análisis.

Esta técnica se implementó en el laboratorio del CENID-RASPA-INIFAP, para el cual se diseñó e instaló un dispositivo que posibilita la digitalización de la imagen y su caracterización bajo un programa computacional en computadora personal.

Esta técnica permitió distinguir el crecimiento anual de madera y los conductos anatómicos de la misma con base en tamaño y cantidad. Los métodos tradicionales para cuantificar el crecimiento anual de madera no ayudan a describir la morfología de los anillos de crecimiento, mientras que por el contrario, la obtención y análisis de imagen permite una mejor descripción y diferenciar la amplitud de crecimiento en la madera de los nogales.

LITERATURA CITADA

Almeida P. S., Méndez J. B. y Otero E. F. 2003. Evaluación morfológica de partículas mediante análisis de imagen. Ejemplo de la necesidad de homogeneización y armonización de criterios. Departamento de Farmacia y Tecnología

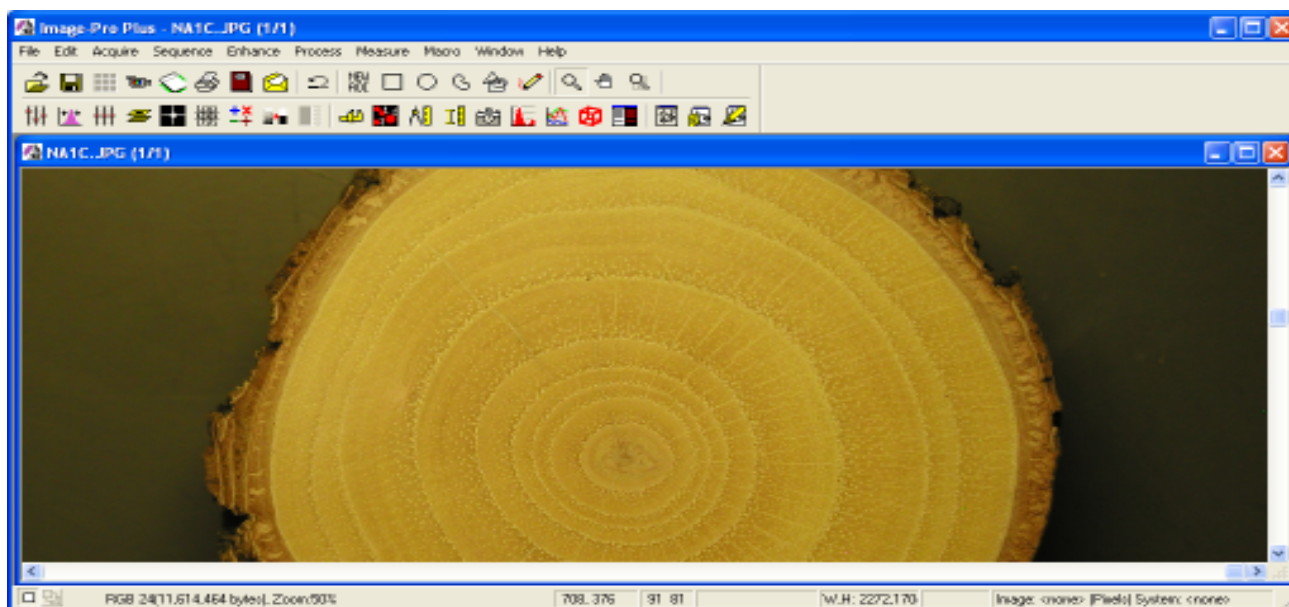


Figura 3. Analizador de imagen.

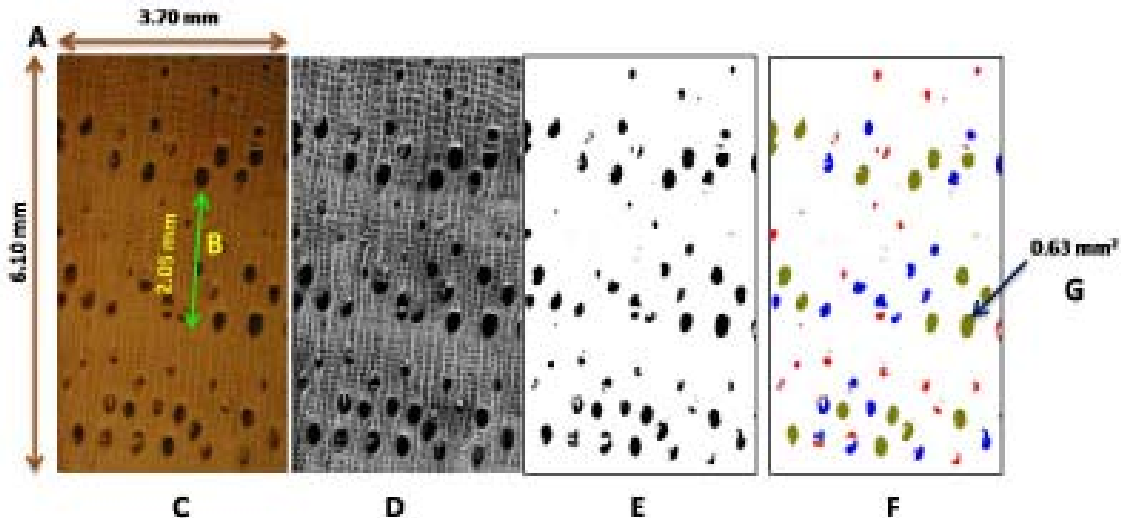


Figura 4. Análisis y tratamiento de la imagen: A) Escala de imagen; B) Amplitud de crecimiento anual del anillo; C) Imagen real; D) Imagen en escala de grises; E) Imagen binaria; F) Conteo y clasificación de poros; G) Poro de mayor tamaño.

Farmacéutica, Facultad de Farmacia, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario sur s/n. 15076 Santiago de Compostela, A Coruña, España

Bouma, J., A. Jongerius, D. Schoonderbeek, 1979. Calculation of saturated hydraulic conductivity of some pedal clay using micromorphometric data. *Soil Sci.Soc.Am J.*, 43, 261-264 p.

February Ed C., W.D. Stock, W.J. Bond and D.J. Le Roux. 1995. Relationships water availability and selected vessel characteristics in *Eucalyptus*

grandis and two hybrids. *IAWA Journal* Vol 16 (3) paginas 269-276.

Reyes Santamaria I., Terrazas T., Barrientos-Priego A., Trejo C. 2002. Xylem conductivity and vulnerability in cultivars and races of avocado. *ELSEVIER, scientia horticulturae* 92 (2002) 97-105

Vysotskaya L.G., Vaganov E.A. 1989. Components of variability of radial cell size in tree rings of conifers. *IAWA, bulletin n.s.*, Vol 10 (4) 417-428.