

DETERMINACIÓN DE TAMAÑO DE MUESTRA MEDIANTE REMUESTREO DE CARACTERÍSTICAS DEL XILEMA DE BROTES DE AGUACATE

Elizabeth Meza-Castillo¹; Alejandro F. Barrientos-Priego¹; Juan Enrique Rodríguez-Pérez¹; María Isabel Reyes-Santamaría²
¹Posgrado en Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, México. 56230.
² Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Tulancingo, Hidalgo. México

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de conducción de agua en las plantas se han estudiado a nivel microscópico con diversos propósitos y en diferentes especies, sin embargo, no se cuenta con pruebas estadísticas que indiquen el número apropiado de observaciones anatómicas. En aguacate, por ejemplo, ha sido de interés el estudio de los vasos del xilema debido a que reportan una alta variabilidad dentro del mismo individuo y en diferentes genotipos se han reportado diámetros de 33 a 58 μm , en plantas de dos años; y en árboles de diez años, de 95 a 115 μm ; por lo que su estudio ha requerido de un alto número de observaciones, Reyes-Santamaría *et al.* (2002) utilizaron 75 campos microscópicos por genotipo para estimar la media del diámetro de vasos del xilema. En otros estudios para evaluar el diámetro y densidad de vasos del xilema se midieron 120 campos microscópicos (Laskowski y Bautista, 1999) en raíces adventicias provenientes de seis estacas leñosas en plantas de *Malpighia emarginata* DC; mientras que para medir el diámetro de los vasos del xilema, de nueve árboles en *Laguncularia racemosa*, fueron observados ocho campos microscópicos por árbol, para lo cual se utilizaron dos brotes con diferente diámetro (Ewers *et al.*, 2004). Debido a la gran variabilidad de las observaciones microscópicas en este tipo de estudios y al no existir criterios establecidos es necesario determinar tamaños de muestra adecuados que permitan una descripción de los vasos del xilema de forma confiable, y en particular en aguacate.

OBJETIVO

Determinar un tamaño de muestra con respecto a características de vasos de xilema de brotes de aguacate, que permita mayor precisión en la estimación de los parámetros poblacionales, y que sea práctica y económica su obtención. Lo cual podrá ser empleado en el estudio confiable de estas estructuras con diversos objetivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se usaron tres individuos contrastantes por su altura, de una población de 100 árboles segregantes de 'Colín V-33' de nueve años de edad derivados de polinización abierta, de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C., en Coatepec Harinas, Estado de México, México. Se colectaron tres brotes de crecimiento del año en cada genotipo y se fijaron en FAA para su estudio histológico. La sección media del brote se trató mediante procesos estándar con cortes transversales de 10 μm de grosor, en la parte media de cada brote y su tinción fue con safranina y verde fijo.

Caracteres Evaluados

La observación de los vasos del xilema se realizó con el objetivo 10X y el ocular de 10X, y se tomaron fotos digitales. El área de observación se calculó con un micrómetro objeto. De cada brote se seleccionaron cinco cortes al azar, de diez posibles, en estos se determinaron campos de observación cada 45° en el corte, de acuerdo con Sperry y Saliendra (1994). De esta forma fueron evaluados 60 microfotografías por genotipo. Donde se midieron las siguientes variables: frecuencia, área, perímetro y longitud del eje mayor, mediante el analizador de imágenes Image Tool V. 3.0 (Wilcox *et al.*, 2002).

Análisis Estadísticos

La unidad experimental consistió de un campo de microscopio (100X) de aproximadamente 1 mm², sobre un corte transversal. El diseño experimental fue completamente al azar; el número de repeticiones (tamaño de muestra) fue variable: 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40 y 50. Con el programa estadístico SAS, versión 8.0, y con los módulos IML y STAT, se realizó un algoritmo para efectuar 5000 remuestros ("bootstrap") para realizar el mismo número de análisis de varianza correspondientes. Así, a partir de la muestra de 60 repeticiones ("seudopoblación"), se generaron 5000 remuestras aleatorias con reemplazo, para cada uno de los tamaños de muestra. Con los cuadrados medios de genotipos, del error, la *F* calculada, la media y el coeficiente de variación, se obtuvieron gráficas de caja con el programa Sigma Plot 2000, versión 6.0.

RESULTADOS

De acuerdo al comportamiento de las medias (Figura 1) y cuadrado medio del error (Figura 2) de cuatro características (frecuencia, área, perímetro y diámetro de vasos del xilema) en diferentes tamaños de muestra, se observó que a partir del uso de cinco repeticiones (observaciones microscópicas) el promedio de las medias es prácticamente constante, en tanto que las desviaciones estándar correspondientes disminuyen, al aumentar el número de repeticiones.

Conforme el tamaño de muestra aumentó la *F* calculada del análisis de varianza (Figura 3), así como su desviación estándar, tuvieron incrementos como consecuencia del aumento de la variabilidad debido a los genotipos (CMG) ya que la media del CME se mantuvo constantes. Con base en esto, con un mayor valor de *F*, habrá mayor posibilidad de rechazar la hipótesis nula (igualdad de efectos de genotipos) (Steel y Torrie, 1985). El coeficiente de variación (CV) confirmó la posibilidad de disminuir su variabilidad con un mayor número de repeticiones, ya que su valor promedio se estabiliza a partir del tamaño de muestra 15,

y su desviación estándar disminuye conforme se incrementa el tamaño de muestra (Figura 4). De acuerdo con los análisis realizados, fue posible determinar que para el estudio de caracteres de xilema en brotes anuales, la unidad experimental de 1 mm² de campo de microscopio (100X) y con el propósito de la realización de análisis de varianza que permita la diferenciación de genotipos, exige el uso de al menos 15 repeticiones, aunque se recomienda el uso de 20 observaciones microscópicas.

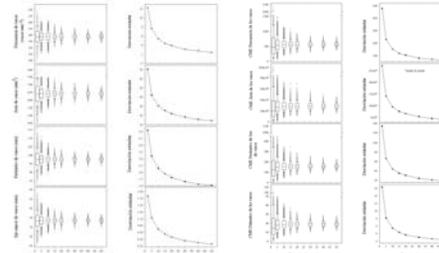


Figura 1. Medias y desviación estándar de medias de 5000 remuestros con diferente tamaño de muestra (número de campos microscópicos) de características de vasos del xilema del brote en tres genotipos contrastantes en altura segregantes de 'Colín V-33'.

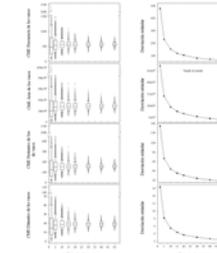


Figura 2. Cuadrado medio del error (CME) y su desviación estándar de características de vasos del xilema del brote en tres genotipos contrastantes en altura segregantes de 'Colín V-33' de 5000 remuestros con diferente tamaño de muestra (campos microscópicos).

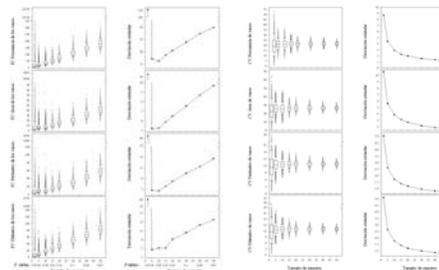


Figura 3. Medias de *F* calculada ($F = \text{CMG}/\text{CME}$) y su desviación estándar de características de vasos del xilema del brote en tres genotipos contrastantes en altura segregantes de 'Colín V-33' de 5000 remuestros con diferente tamaño de muestra (campos microscópicos).

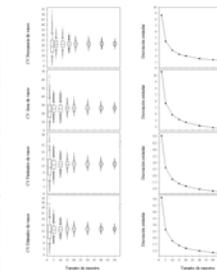


Figura 4. Coeficiente de variación (CV) y su desviación estándar de características del brote en vasos del xilema de tres genotipos contrastantes en altura segregantes de 'Colín V-33' de 5000 remuestros con diferente tamaño de muestra (campos microscópicos).

LITERATURA CITADA

- Ewers, F. W., López-Perrillo, J., Angles, G. and Fisher, J. B. 2004. Hydraulic conductivity and embolism in the mangrove tree *Laguncularia racemosa*. *Tree Physiology* 24: 1057-1062.
- Laskowski, L. y Bautista, D. 1999. Características anatómicas de raíces adventicias en estacas de semencero (*Malpighia emarginata* DC) tratadas con ácido indolbutírico. *Biogeo* 11(1): 88-96.
- Reyes-Santamaría, I., Terraza, J., Barrientos-Priego, A.F. and Trejo, C. 2002. Xylem conductivity and vulnerability in cultivars and races of avocado. *Scientia Horticulturae* 92: 97-105.
- Sas, J. E. 1988. *Statistical Microtechnique*, 3rd Edition. The Iowa State University Press: Ames, Iowa, USA. 227 p.
- Sperry, J. S. and Saliendra, N. Z. 1994. Intra and inter-plant variation on in xylem cavitation in *Betula occidentalis*. *Plant Cell and Environment* 17: 1233-1241.
- Steel, G. D. y Torrie, J. H. 1985. *Biostatística, Principios y Procedimientos*. Ed. Mc. Graw-Hill. Bogotá, Colombia. 622 p.
- Wilcox, C. D., Dove, S. B., Ison, W. M. and Greer, D. B. 2002. *UTIRCSA Image Tool, IT Version 3.0*. Department of Dental Diagnostic science, University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas, USA. 37 p.