ALGUNAS VARIABLES ANATOMICAS CUANTITATIVAS EN HOJAS DE DOS GENOTIPOS DE AGUACATE (Persea americana Mill.)

Marina García y Damelis Jáuregui

Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía Universidad Central de Venezuela. Maracay - Edo. Aragua. Apdo 4579.
Email: gamarinave@yahoo.com o damyer@cantv.net.ve

COMPENDIO

Se estudiaron algunas variables anatómicas cuantitativas en hojas de 2 híbridos de aguacate (**Persea americana** Mill.): 'CENIAP-3' y 'CENIAP-4' ('Nelan'), a fin de obtener información que complemente su caracterización morfoagronómica. El estudio se realizó sobre hojas frescas que se fijaron en FAA y luego se procesaron siguiendo las técnicas clásicas usadas para la obtención de secciones transversales a mano alzada y macerados de la lámina. Las preparaciones obtenidas se utilizaron para realizar las siguientes determinaciones: tamaño y densidad de estomas; índice estomático; tamaño y densidad de tricomas y grosor de la lámina. Los resultados obtenidos mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los híbridos estudiados, en lo que respecta a las siguientes variables: densidad estomática, tamaño de estomas y densidad de tricomas.

ABSTRACT

Some cuantitative variables in the leaf of avocado (**Persea americana** Mill.) hybrids: 'CENIAP-3' and 'CENIAP-4' ('Nelan') were studied in order to obtain information, which complement their morphoagronomic description. Fresh leaves were fixed in FAA and then processed using the classical techniques to prepare both free-hand cross sections and epidermal peels of the blade, which were used to obtain the next determinations: blade thickness, stomata length, stomata density; stomata index and trichome length and density. The results showed statistically significative differences among the investigated hybrids on the following variables: stomata length and density and trichome density.

PALABRAS CLAVE

Aguacate, **Persea americana** Mill., anatomía foliar.

KEY WORDS

Avocado, **Persea americana** Mill., leaf anatomy.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (**Persea americana** Mill.) es un frutal perteneciente a la familia Lauraceae y originario del continente americano donde se encuentra ampliamente distribuido. Su fruto es de gran difusión y consumo en el país, no sólo por su agradable sabor, sino también por su valor nutritivo y sus múltiples usos en la industria farmacéutica y de cosméticos (Avilán, Leal y Bautista, 1995).

Dentro del cultivo de aguacate se ha seleccionado una gran cantidad de genotipos que difieren en cuanto a calidad del fruto y niveles de producción. En el país el trabajo de Avilán y Rodríguez (1997), reporta una evaluación morfoagronómica bastante completa de genotipos de aguacate de diferentes orígenes, adaptados satisfactoriamente a nuestras condiciones agroecológicas, bien como patrones o como copas. Sin embargo, es muy poco lo que se conoce en cuanto a características anatómicas de los órganos vegetativos de esos genotipos.

Como es sabido, la información histológica es una herramienta de utilidad para una mejor interpretación de aspectos agronómicos de los cultivos. Al respecto, la hoja merece especial mención, por cuanto las características anatómicas de este órgano, pueden tener una influencia notable en la respuesta del cultivo a aspectos relacionados con el manejo agronómico y/o con el ambiente. En el caso particular del aguacate, se ha relacionado la densidad de estomas con el potencial de crecimiento (CICTAMEX, 1986).

Jáuregui, García y Avilán (1998) en un estudio en el que describen la anatomía foliar en dos cultivares y un híbrido de aguacate, señalan una histología muy similar entre éstos, tanto a nivel del limbo foliar, como en la nervadura central y en el pecíolo; no obstante, estos autores destacan algunas diferencias entre los materiales investigados, en lo que respecta a ciertas características anatómicas cuantitativas. Tomando en cuenta esos resultados, en el presente trabajo se estudiaron algunas variables anatómicas cuantitativas en hojas de dos híbridos de aguacate, con la finalidad de verificar la existencia de diferencias entre éstos que puedan resultar de utilidad potencial para la interpretación de aspectos agronómicos de este cultivo.

MATERIALES Y METODOS

En la presente investigación se usaron hojas de 2 híbridos de aguacate: 'CENIAP-3' y 'CENIAP-4' ('Nelan'). Según Avilán y Rodríguez (1997), el primero es un híbrido de bajo porte (mexicano x guatemalteco) utilizado como patrón, mientras que el segundo es un híbrido de porte alto (guatemalteco x antillano), el cual se utiliza como copa. El muestreo se realizó en árboles en etapa de producción pertenecientes a la Colección de Aguacateros del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), en Maracay – Estado Aragua (450 m snm), con un promedio anual de temperatura entre 22-29°C y una precipitación promedio anual de 1000 – 1800 mm; los suelos son de origen aluvial, clasificados dentro del orden Entisol (Avilán y Rodríguez, 1997).

Se seleccionaron al azar 8-10 hojas maduras ubicadas en el estrato medio de ramas a plena exposición solar, de 5 plantas. El material foliar se trasladó al Laboratorio de Anatomía Vegetal de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, donde luego de ser lavado con abundante agua de chorro, se fijó en FAA (formalina- ácido acético-etanol 70%) y posteriormente porciones de aproximadamente 1,5 cm^2 correspondientes al tercio medio de la lámina (incluyendo la nervadura central), se procesaron siguiendo las técnicas clásicas para la obtención de secciones transversales a mano alzada y macerados de la lámina; estos últimos se realizaron siguiendo la técnica de Jeffrey (Johansen, 1940). Todo el material microscópico fue teñido con azul de toluidina acuosa (0,5%) y el montaje se realizó en agua-glicerina (V:V), para la obtención de láminas semipermanentes.

Las láminas obtenidas se estudiaron bajo un microscopio marca Leitz equipado con un ocular calibrado que se usó para realizar las diferentes medidas, tomándose un total de 36 observaciones por variable, en diferentes preparaciones seleccionadas al azar. Las variables estudiadas fueron: grosor de la hoja, densidad y tamaño de tricomas, densidad y tamaño de estomas e índice estomático; este último se determinó mediante la fórmula de Salisbury (Wilkinson, 1979):

$$IE = \frac{S}{S+E} \times 100$$

IE= Indice estomático

S= N° estomas/unidad de área

E= N° células epidérmicas en la misma unidad de área

Los resultados obtenidos se analizaron con la ayuda del Programa Statistix realizándose, además del análisis descriptivo, pruebas estadísticas para comparar medias de muestras provenientes de dos poblaciones independientes. Para las variables que manifestaron un comportamiento probabilístico ajustado a la distribución normal, de acuerdo a la prueba de Wilk-Shapiro, se aplicó la prueba "t" de Student, mientras que en el caso de las variables cuyos datos no se ajustaron a la distribución normal (ni aún realizando transformaciones), se usó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La histología foliar tanto en vista frontal (Figuras 1A, 1B, 1C), como en sección transversal (Figura 1D), reveló un arreglo histológico bastante similar en los dos híbridos investigados. Los estomas sólo se observaron en la epidermis abaxial (hojas hipostomáticas) y los tricomas también se ubican preferentemente en esa epidermis y son de tipo tector unicelular en ambos híbridos. Estas observaciones coinciden con lo reportado por Jáuregui, García y Avilán (1998) para los cultivares de aguacate Duke, Puebla y CENIAP-3.

Los datos obtenidos para densidad estomática, índice estomático, tamaño de tricomas y grosor de la lámina foliar, siguieron una distribución normal y consecuentemente la prueba de comparación de medias se hizo mediante el estadístico "t" de Student. Contrariamente, los datos de tamaño de estomas y de densidad de tricomas, no se ajustaron a la normalidad y por ende la comparación de medias en esos casos se realizó mediante la prueba no paramétrica de Mann Whitney.

Los resultados revelaron diferencias significativas entre los híbridos estudiados para todas las variables cuantitativas determinadas, a excepción del grosor de la lámina foliar, como puede observarse en el Cuadro 1.

En lo que se refiere a la densidad de estomas, el menor valor de esta variable se observó en el híbrido de porte bajo CENIAP-3. Este resultado se ajusta con lo señalado por algunos investigadores, quienes han reportado tanto para cultivares de manzana (Beakbane y Majumder, 1975), como de mango (Ram, 1993; Majumder, Chakladar y Mukherjee, 1969, citados por Beakbane y Majumder, 1975), una menor densidad estomatal en cultivares de porte bajo. Por el contrario, CICTAMEX (1986) señala una correlación altamente significativa y negativa entre la densidad estomática y el porte de árboles de aguacate; no obstante, estos últimos autores no señalan detalles en cuanto a la posición de

las hojas muestreadas dentro del árbol, ni en cuanto a la porción de la lámina a la que se refieren los datos reportados. Como es sabido, la densidad de estomas puede variar considerablemente, dependiendo no sólo del ambiente (Wilkinson, 1979), sino de la posición que ocupe la hoja en la planta y de la porción de la lámina que se esté estudiando (Tichá, 1982).

El tamaño de estomas, resultó significativamente mayor en el cultivar con menor densidad de estomas (CENIAP-3). La tendencia a una reducción en el tamaño estomático a medida que aumenta la densidad de éstos, ha sido señalada como común (Lindorf, Parisca y Rodríguez, 1991), considerándose que este comportamiento induce a un control más efectivo en la transpiración estomática (Roth, 1990).

En cuanto al índice estomático, no se encontraron diferencias significativas entre los dos híbridos investigados. Este comportamiento coincide con lo señalado por Wilkinson (1979), quien ha indicado que este carácter generalmente no varía entre cultivares coespecíficos.

En relación con los tricomas, se observaron diferencias significativas entre los cultivares bajo estudio en cuanto a la densidad de éstos, pero no en lo que respecta a su tamaño, resultando la variedad CENIAP-4 (Nelan), la de mayor densidad tricomática. Este resultado se ajusta a lo señalado por León (1968) y por Jáuregui, García y Avilán (1998), quienes han indicado diferencias en cuanto al grado de pubescencia en distintos cultivares de aguacate. La presencia de un indumento más denso en el cultivar CENIAP-4, el cual se utiliza como copa, podría conferirle al mismo ventajas desde el punto de vista de defensa contra agentes bióticos, ya que se ha comprobado una correlación negativa entre la densidad de tricomas en las hojas y la oviposición y herbivoría por parte de insectos y larvas (Levin, 1973, citado por Rivera, 1998). Adicionalmente, una mayor densidad tricomática puede proveer una mejor protección contra el calentamiento de la superficie foliar, contribuyendo a disminuir la pérdida de agua por transpiración (Johnson, 1975).

El grosor de la hoja, como se indicó antes resultó similar en los dos híbridos bajo estudio, lo cual refleja predominantemente la presencia de una cantidad de tejido asimilatorio (parénquima clorofiliano) similar en el mesófilo foliar de ambos materiales genéticos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo confirman la existencia de diferencias en cuanto a variables anatómicas cuantitativas foliares entre los genotipos de aguacate CENIAP-3 y CENIAP-4, especialmente en lo que respecta a: densidad y tamaño de estomas y densidad de tricomas, por lo que se considera de interés continuar este tipo de estudio utilizando otros materiales genéticos de este frutal. Estos trabajos podrían efectuarse sólo con preparados de la epidermis foliar, ya que para el caso de la hoja este tejido parece ser el que aporta mayor información para diferenciar materiales genéticos dentro de este cultivo.

AGRADECIMIENTO

Las autoras desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la U.C.V. por el financiamiento otorgado para la presente investigación, a través del Complemento a la Investigación No. 01.059.98. Asimismo al Dr. Luis Avilán, por las facilidades brindadas para el acceso al material vegetal utilizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avilán L.; F. Leal y D. Bautista. 1995. El Aguacatero. 179-205. Espasande Editores, Caracas, Venezuela. 380 p.

Avilán L. y M. Rodríguez. 1997. Descripción y Evaluación de la Colección de Aguacates (**Persea americana** Mill.) del CENIAP. CENIAP - Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias; IICA/CreA/ PROCIANDINO/FRUTEX. Maracay, Venezuela. 92 p.

Beakbane, A. y P. Majumder. 1975. A relation between stomata density and growth potential in apple rootstocks. J. Hort. Sci. 50: 285-289.

CICTAMEX. 1986. Densidad estomatal y su relación con el hábito de crecimiento en aguacate (**Persea americana** Mill.). 61-64. En: Memorias del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Imprenta Venecia.

Jáuregui, D.; M. García y L. Avilán. 1998. Anatomía foliar de dos cultivares y un híbrido de la colección de aguacates (**Persea americana** Mill.) del

nal de Investigaciones Agropecuarias. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 42: 284-291.

Johansen, D. 1940. Plant microtechnique. 104. Mc Graw Hill Book Company. New York. Estados Unidos. 523 p.

Johnson, H. 1975. Plant pubescense: an ecological perspective. Bot. Rev. 41: 233-258.

León, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. 256-259. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. San José, Costa Rica. 433 p.

Lindorf, H.; L., Parisca y P., Rodríguez. 1991. Botánica. 394. Universidad Central de Venezuela, Ediciones de la Biblioteca. Caracas. Venezuela. 584 p.

Ram, S. 1993. Factors affecting mango tree architecture. Acta Hort. 341: 177-183.

Rivera, G. 1998. Tricomas y emergencias florales en especies de Bignoniaceae de Argentina. Kurtziana 26: 99-115.

Roth, I. 1990. Leaf structure of a Venezuelan cloud forest in relation to the microclimate. 53. Encyclopedia of Plant Anatomy. Gebruder Borntraeger. Berlin. 244 p.

Tichá, I. 1982. Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves: stomata density and sizes. Photosynthetica 16: 375-471.

Wilkinson, H. 1979. The plant surface (mainly leaf). En: C. Metcalfe y L. Chalk (Eds.). Anatomy of the dicotyledons. Vol 1. 97-165. Clarendon Press, Oxford. 256 p.

Tabla 1. Valores de media, desviación estandar, coeficiente de variación y del estadístico usado en la prueba de comparación de medias, para algunas variables anatómicas cuantitativas, determinadas en vista superficial de la epidermis abaxial en hojas de variedades de aguacate (**Persea americana** Mill.).

VARIABLES	CENIAP-3'	CENIAP-4'	Coeficiente de Variación	Prueba de Medias (1)
Densidad de Estomas (N°/mm²)	548,99 ± 56,42	647,89 ± 96,93	15,54	5,30*
Tamaño de Estomas (um)	19,65 ± 2,17	18,52 ± 1,34	9,83	429*
Indice Estomático	25,35 ± 1,70	25,09 ± 1,53	6,38	0,68n.s
Densidad de Tricomas (N°/mm²)	38,80 ± 5,27	85,19 ± 10,52	39,97	0,00*
Tamaño Tricomas (um)	178,54 ± 32,41	169,03 ± 10,52	17,07	1,37ns
Grosor de la lámina (um)	204,17 ± 12,26	202,26 ± 9,70	5,42	0,73n.s

1: valores sin subrayar corresponden al valor del estadístico «t» de Student, valores subrayados corresponden al valor del estadístico «u» de Mann Whitney

*: diferencia significativa al nivel=0.05
n.s.:diferencia no significativa al nivel=0,05

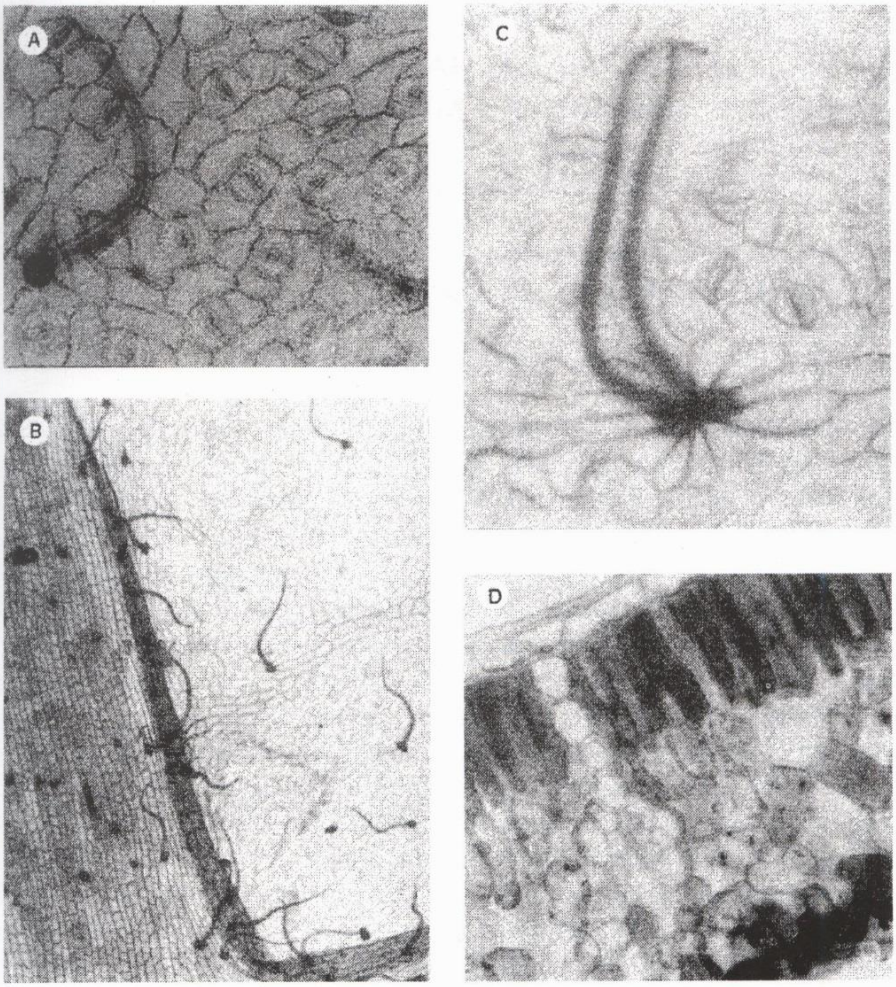

Figura. 1. Detalles de la anatomía de la lámina foliar en dos híbridos de aguacate.

A: Epidermis abaxial del híbrido CENIAP-3 400X. B: Epidermis abaxial del híbrido CENIAP-4 100X. C: Detalle en la epidermis abaxial del híbrido CENIAP-4, nótense dos tricomas tectores 400X. D: Vista de la sección transversal de la lámina en el híbrido CENIAP-3. 400X.