



Características fenotípicas de hoja y fruto en selecciones de aguacate criollo de clima subtropical en el estado de Nayarit

Graciela López Guzmán*, Raúl Medina T.*, Héctor Guillén A.**,
Leobarda Ramírez G.*, Juan A Aguilar C.* y María G. Valdivia R.*

*Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, México.

**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Introducción

El aguacate es originario de México y Centroamérica. A nivel mundial México es el principal productor y consumidor con cerca del 35 % de la producción mundial, con una producción anual de 1, 124,565 ton/año (SAGARPA, 2008). Además en este país, es un cultivo de importancia socio-económico y nutrimental. La fruta posee alto contenido de lípidos, la parte comestible es rica en ácidos grasos saturados como el oleico, palmítico, linoleico (Lu *et al.*, 2009).

En el estado de Nayarit se cultivan 2,700 ha de aguacate predominando el 'Hass', con un rendimiento promedio de 9.9 ton/ha (SIAP, 2009). La mayor superficie establecida se ubica en los municipios de Tepic (1,136 ha) y Xalisco (956 ha).

La presencia de variabilidad genética se encuentra en los árboles que crecen en las faldas de las montañas y en los traspatios caseros, lo que brinda la oportunidad para seleccionar genotipos que podrían tener un comportamiento mejor que otros materiales vegetales que actualmente se usan como portainjertos (Medina *et al.*, 2011).

Los materiales criollos de aguacate son muy importantes en los programas de mejoramiento genético debido a que buscan, además de mejorar la productividad y adaptación, incorporar alta calidad nutrimental y resistencia a patógenos, por lo anterior, se considera que es urgente el rescate de los diferentes recursos fitogenéticos de aguacate existentes, ya que pueden perderse por la rápida devastación de los bosques y selvas (Westebay, 1989).

Uno de los factores limitantes de la productividad de este frutal, es la mala calidad de la planta, para el

establecimiento de los huertos comerciales para generar empleos y mejorar ingresos, siendo necesario el cambio de estrategia para alcanzar el máximo potencial productivo del material vegetal de calidad genética alta y fitosanitaria que garantice rendimientos altos por unidad de superficie (CICTAMEX, 1991).

En Nayarit se ha observado una gran diversidad genética del aguacate criollo, por ese motivo es necesario caracterizar esos recursos genéticos para estimar la variabilidad existente entre individuos que conforman una población, para evaluar su potencial, con base en el tamaño de fruto, peso de pulpa y color de fruto como lo recomienda Franco e Hidalgo (2003).

El objetivo de este trabajo fue evaluar las características de calidad de fruto de diversas selecciones de aguacates criollos que crecen en la zona de clima subtropical del Estado de Nayarit y que pudieran tener potencial comercial o como recursos genéticos del aguacate.

Materiales y métodos

La caracterización fenotípica se realizó en 21 individuos seleccionados de aguacate criollo identificados en los municipios de Tepic y Xalisco, ubicados entre las coordenadas geográficas 21° 48' 59" LN y 104°53' 13" LO; la altura fluctuó entre 763 y 1,069 msnm.

Los árboles de aguacate se encontraron en traspatios o parcelas agrícolas, se identificaron con siglas conformadas por las iniciales del nombre del propietario (Cuadro 1) y localizaron con ayuda de un geoposicionador satelital (GPS) e Trex HC, marca GARMIN.



Cuadro 1. Identificación de las selecciones de aguacate criollo de los municipios de Xalisco y Tepic, Nayarit, su geolocalización y color de la epidermis del fruto.

Identificación	Propietario	Localidad	msnm	LN	LO	Color de fruto
BRA	Las Brasas	Xalisco	1019	21° 2621"	104° 5407"	Morado
JGN-3	José García N	Xalisco	1063	21° 4027"	104° 8980"	Verde
EM	Edy Martínez	Xalisco	947	21° 4748"	104° 8881"	Verde
MOC-1	Margarito Ortíz C	Tepic	950	21° 2860"	104° 5339"	Verde
SC	Sabino Cadena	Xalisco	1067	21° 3650"	104° 9122"	Morado
PCC	Profesor Lucio S	Xalisco	1050	21° 4128"	104° 5339"	Verde
EP	Eréndida Pasos	Xalisco	1050	21° 4058"	104° 8970"	Verde
MOC-3	Margarito Ortíz C	Tepic	997	21° 2860"	104° 5339"	Verde
DCR-C	Daniel Casillas	Xalisco	1224	21° 4859"	104° 9341"	Morado
DCR-L	Daniel Casillas	Xalisco	763	21° 4859"	104° 9341"	Verde
JB	José Bernal	Xalisco	1014	21° 4122"	104° 8970"	Verde
LL	Agustín García	Xalisco	939	21° 4362"	104° 9002"	Verde
CER	Alejandro C.	Xalisco	1200	21° 4133"	104° 5339"	Verde
SPV	Salvador Pérez	Tepic	944	21° 2860"	104° 5339"	Verde
ML-1	María López-1	Xalisco	1050	21° 4482"	104° 8988"	Verde
ML-2	María López-2	Xalisco	1050	21° 4482"	104° 8988"	Verde
PA	Profesor Aguirre	Tepic	942	21° 2835"	104° 5313"	Verde
SET	SETUAN	Tepic	950	21° 2860"	104° 5339"	Verde
AG-7	Andrés González	Tepic	952	21° 2878"	104° 5339"	Verde
AG-8	Andrés González	Tepic	952	21° 2878"	104° 5339"	Verde
AG-9	Andrés González	Tepic	952	21° 2878"	104° 5339"	Verde

Los árboles se eligieron con base en su madurez competa, sin daños físicos y que tuvieran hojas y frutos visualmente sanos. En cada árbol se tomaron muestras de 10 frutos y 10 hojas.

Características morfológicas de fruto.

Las características morfológicas evaluadas de hoja fueron las siguientes: forma (FH), forma de la base (FBH), longitud de la lamina foliar (LLF), color (CH), margen (MH), forma ápice (FAH), olor anís (OH), peso fresco (PFH), peso seco (PSH), área foliar (AFH). Y las variables de fruto: forma (FF), longitud (LF), diámetro (DF), forma base (FBF), forma ápice (FAF), forma pedicelo (FPF), color cáscara (CCF), grosor de la cáscara (GCF), flexibilidad de la cáscara (FCF), porcentaje de aceite (%A), materia seca de la pulpa

(MS), peso cáscara (PCF), peso pulpa (PP), forma de la semilla (FS), peso semilla (PS). Los descriptores empleados fueron los Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1995).

Para determinar el contenido de aceite de la pulpa se utilizaron 100 g de la misma. La pupa se deshidrató en una estufa de secado (LAB-LINE, mod. Imperial II., USA) a 70° C hasta peso constante. Por diferencia de peso y multiplicado por 100, se obtuvo el porcentaje de materia seca. El contenido de aceite se determinó por el método de extracción con un destilador Soxhlet, mediante el procedimiento oficial para la determinación de contenido de aceite de órganos vegetales de la USDA (Lee, 1981), utilizándose como solvente éter de petróleo. Se realizaron cuatro réplicas por selección.



Análisis de componentes principales. Se realizó el análisis de componentes principales (ACP) y el análisis de conglomerados de agrupamiento jerárquico con la distancia euclidiana (SAS, 2000), para obtener la separación máxima de grupos por sus similitudes en características de calidad de hoja y fruto.

Resultados y discusión

La forma de fruto que predominó en este estudio fue la obovada con 42 %, siguiendo la forma de la semilla obovada-ancha con 38 % y en la forma de hoja dominó la oblonga-lanceolada con 38 %. De acuerdo con Wolstenholme (1988) y Escobar (2005) la forma de hoja predominante en el banco de germoplasma de guayaba es la elíptica oblonga y elíptica lanceolada y de color verde oscura. Las características que hacen atractivo a un cultivar de aguacate en el mercado para los consumidores son el tamaño y forma del fruto, prefiriéndose los de tamaño medio (300 g) y apariencia piriforme u ovoide, Rodríguez (2004) en-

contró frutos que varían desde 76 g hasta 1840 g con un valor promedio de 703.80 g y de forma abovado, elipsoide y piriforme de diferentes dimensiones.

Los tres primeros componentes principales (CP), explicaron el 50.19 % de la variación total acumulada. El primer componente principal (CP1) mostró el 23.16 % de la variabilidad, el segundo (CP2) explicó el 16.00 % y el tercero el 11.03 % (cuadro 2). El CP1 es el que contribuye a explicar las variables con mayor valor descriptivo, como ha sido demostrado en trabajos similares en esta especie (Soto *et al.*, 2007). El CP1 estuvo determinado positivamente por diámetro del fruto, peso del fruto, peso de la cáscara, peso de la pulpa. Estos datos son similares a los resultados obtenidos por Jiménez (2009) en relación con CP1 que se relaciona con peso, diámetro y longitud del fruto y peso de pulpa de guayabas silvestres. El CP2 fue influenciado de forma positiva por la longitud de la lamina foliar, peso fresco de la hoja, área foliar de la hoja.

Cuadro 2. Vectores propios de las variables originales evaluadas en 21 selecciones de aguacate, de los tres primeros componentes principales.

Característica	CP1	CP2	CP3
Peso del fruto	0.367	-0.130	0.064
Peso pulpa	0.361	-0.127	0.080
Peso cáscara	0.328	-0.101	0.170
Diámetro del fruto	0.315	-0.145	0.047
Longitud de la hoja	0.076	0.427	0.003
Peso seco hoja	0.093	0.423	0.059
Peso fresco hoja	0.080	0.403	0.134
Forma base hoja	0.009	0.114	0.402
Color cáscara	-0.063	0.136	0.330
Grosor de la cáscara	0.161	-0.007	0.328
Materia seca	-0.068	0.099	-0.131
Color hoja	-0.021	0.086	0.100
Margen de la hoja	-0.121	-0.051	-0.130
Diámetro peciolo hoja	-0.047	0.088	0.158
Contenido de aceite de la pupa (%)	0.048	0.002	0.024
Variación total (%)	23.16	39.16	50.19
Variación proporcional (%)	0.231	0.16	0.110
Valores propios (Eigenvalues)	6.25	4.32	2.97



En el cuadro 2, se señala el aporte mayor de la variabilidad explicada por cada una de las variables que conforman cada uno de los tres primeros componentes principales: es decir, para el componente CP1, las variables con mayor aportación son peso de fruto (0.37), peso de la pulpa (0.36), peso de la cáscara (0.33) y diámetro del fruto (0.31). El hecho del bajo

porcentaje de varianza explicado por los tres primeros componentes, probablemente se deba a que la información obtenida de cada variable analizada procede de genotipos colectados en lugares con características agroecológicas. De igual forma, se puede observar la variabilidad arrojada para el CP2 y CP3 y las variables de acuerdo al orden de superioridad.

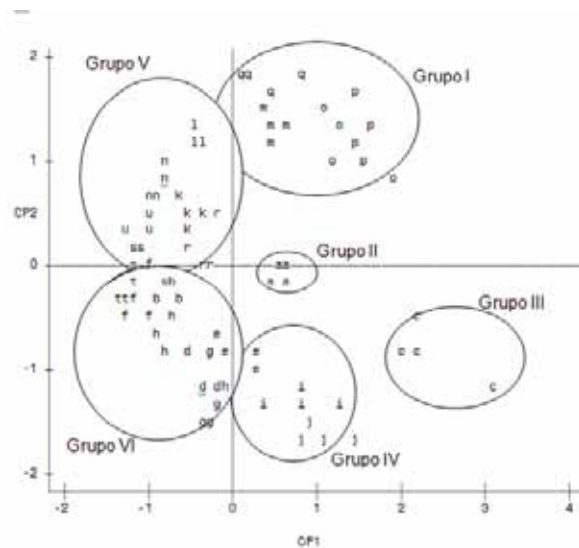


Figura 1. Diagrama de dispersión de 21 selecciones de aguacate criollo con base en los componentes principales 1 y 2.

Las combinaciones lineales del CP1*CP2 permitió la conformación convencional de seis grupos de selecciones de aguacates criollos, cuya dispersión se observa en el hiperespacio de la Figura 1. En cada grupo se distinguieron las características siguientes fueron: *Grupo I*: Estuvo formado por cuatro selecciones PA, CER, ML-1 y ML-2 con frutos que resultaron con mayor diámetro, peso de fruto, peso de cáscara, peso de pulpa también destacó la longitud de hoja, peso fresco y peso seco de hoja. *Grupo II*: incluyó una selección BRA con peso de fruto, diámetro de fruto y longitud de lámina foliar intermedia. *Grupo III*: conformado por una selección EM que mostró los más altos promedios en diámetro y peso

de fruto, peso de pulpa y peso de cáscara en este grupo se encontraron los frutos más grandes con respecto a otras selecciones. El *Grupo IV* compuesto por tres selecciones SC, DCR-C y DCR-L donde se encontraron los frutos y hojas más pequeños en relación a los grupos I, II y III. El *Grupo V* constituido por cinco selecciones LL, SPV, AG-7, AG-9, JB y SET que mostraron mayor longitud de hoja, peso fresco y peso seco de hoja pero menos peso de fruto, peso de pulpa, diámetro de fruto. El *Grupo VI* donde se ubicaron seis selecciones AG-8, JGN-3, MOC-1, MOC-3, EP y PCC que presentaron frutos y hojas pequeñas (Cuadro 3).



Cuadro 3. Identificación de selecciones de aguacate criollo

a	BRA	l	LL
b	JGN-3	m	CER
c	EM	n	SPV
d	MOC-1	o	ML-1
e	SC	p	ML-2
f	PCC	q	PA
g	EP	r	SET
h	MOC-3	s	AG-7
i	DCR-C	t	AG-8
j	DCR-L	u	AG-9
k	JB		

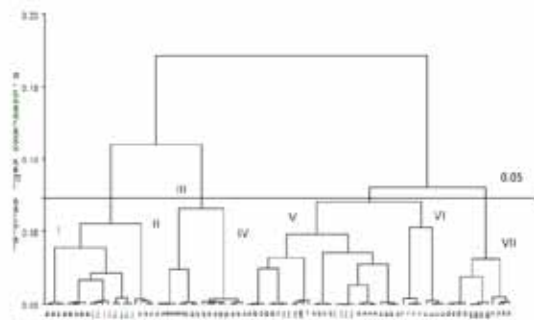


Figura 2. Dendograma generado que muestran similitud morfológica con 21 selecciones de aguacate criollo.

El resultado del análisis de conglomerados mostró la agrupación de las 21 selecciones caracterizadas en siete grupos (Figura 2). El agrupamiento obtenido se dió a una distancia euclidiana de 0.05. El Grupo I lo formaron las selecciones BRA, SC, DCR-L y DCR-C localizadas en Xalisco. Las características que distinguieron a este grupo fueron menor peso de fruto, de pulpa y menor peso de cáscara.

El Grupo II fue conformado por EM que mostró fruto grande, con mayor peso de fruto, diámetro de fruto, mayor peso de pulpa y mayor peso de cáscara y menor longitud foliar. Este Grupo estuvo integrado por la selección de Tepic.

Las colectas del Grupo III y IV fueron conformados por las selecciones CER, PA, ML-1 y ML-2 encontradas en Tepic y Xalisco. Los frutos y las hojas fueron superiores en peso de fruto, peso de cáscara, diámetro de fruto y longitud foliar. El área foliar es un atributo relacionado con la productividad agronómica, que al contar con mayor superficie foliar para realizar fotosíntesis se esperaba que produjera mayor cantidad de fotoasimilados y altos rendimientos de fruto (Roper, 1991). Estas selecciones son localizadas en Tepic y Xalisco.

En el Grupo V se incluyeron las selecciones JGN-3, AG-8, PCC, JB, LL, SPV, AG-7 que se distinguieron por tener mayor longitud de hoja y menor peso de



pulpa, menor diámetro de fruto y menor peso de fruto, estas selecciones tienen origen Tepic y Xalisco. Las selecciones que formaron los Grupos VI y VII fueron SET, AG-9, MOC-1, MOC-3 y EP que mostraron los frutos más pequeños, se encuentran localizadas en Tepic y Xalisco.

Conclusiones

En las variables cualitativas de descriptores de hoja y fruto existió variabilidad alta y se formaron grupos

de acuerdo a su origen geográfico. Según el análisis de componentes principales los tres primeros explican el 50.10 % de la variabilidad total, el CP1 que más variación explicó está relacionado con peso del fruto, diámetro del fruto y peso de la pulpa. La forma de fruto predominante fue el obovado y de hoja fue la oblonga-lanceolada.

La región subtropical del Estado de Nayarit, México puede ser considerada como una reserva muy abundante de recursos fitogenéticos del aguacate.

Literatura citada

- CICTAMEX. Fundación Salvador Sánchez Colín. 1991. *Situación actual del cultivo del aguacate en México*. In: *Hortalizas, Frutos y Flores*. Editorial Año Dos mil S.A. México. pp. 49-58.
- Escobar W. *Evaluación de la colección de trabajo de guayaba Psidium guajava L del ICA-CORPOICA en Palmira*. Tesis de Maestría. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. P. 247. 2005.
- Franco T, Hidalgo R. *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos*. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) 2003; 89 p.
- IPGRI. *Descriptores para aguacate (Persea americana Mill.)*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos 1995; Roma, Italia. 54 p.
- Jiménez L L, Almanza P M I y Muñoz F J. *Caracterización morfológica de accesiones silvestres de guayaba*. Universidad Nacional de Colombia. Vol. 58, Num. 2, pp. 69-73. 2009
- Lee S. *A review and background of the avocado maturity standard*. Calif. Avocado Soc. 1981; Yrbk 65:101-109.
- Lu Q, Zhang Y, Wang Y, Lee R. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2009; 57: 10408-13.
- Medina T R, Salazar G S, Cossio V E. *Identificación y caracterización de fruto de selecciones de aguacate criollo en el clima cálido de Nayarit, México*. (Revisión) 2010.
- Rodríguez N N, Fuentes V R, Velázquez B, González G, Sourd D, Rodríguez J A y Ramírez I M. *Catálogo de cultivares de aguacatero (Persea americana Mill) en Cuba I*. Instituto de investigaciones en fruticultura tropical. Cuba. ISBN. Pp. 959-246-085.
- Roper T R. *Leaf area and fruiting efficiency of large and small fruited cranberry cultivars*. 1991. *Fruit Var.J.* 45:56-59.
- SAGARPA. *Anuario estadístico de la producción agrícola 2008*. <http://www.sagarpa.gob.mx>
- SAS Institute Inc. *Statistics Analysis System*. Cary, North Carolina, USA. 2000.
- SIAP. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción Agrícola 2009*. (Consultado 27 octubre 2009). Disponible en <http://www.siap.gob.mx/>
- Soto E, Avilán L, Pérez M, Rodríguez M y Ruiz J. *Evaluación de cultivares criollos de aguacate (Persea spp) en la colección del INIA-CENIAP en Venezuela 2007*. VI Congreso Mundial del Aguacate. Viña del Mar, Chile. Memoria electrónica. 9 pp.
- Westoby J. *Introduction of World Forestry*. Basil Blackwell 1989. Oxford, England.
- Wolstenholme B N, Whiley A W, Saranah J B, Symons R R, Hofman P J. and Rostran H J. *Paclitaxel trails avocado orchards: Initial results, from Queensland and Natal*. *South African Avocado Growers Assn'*. Yrbk 1988; 11: 57-59.

Datos de los autores

M en C. Graciela López Guzmán (lguzman2303@hotmail.com)

Dr. Raúl Medina Torres (raulmetorr@yahoo.com.mx)

Dra. Leobarda Ramírez Guerrero (leo.ram89@hotmail.com)

M en C. María Goretti Valdivia Reynoso (goretti@nayar.uan.mx)



Dr. Juan Apolinar Aguilar Castillo (aguilarcj@hotmail.com)
Unidad Académica de Agricultura
Universidad Autónoma de Nayarit.
Km. 9 Carretera Tepic-Compostela, cp.63780

Dr. Héctor Guillen Andrade
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"
hguillenandrade@prodigy.net.mx