

LOS RECURSOS GENÉTICOS DEL AGUACATERO (*Persea spp.*) EN MÉXICO

ADRIANA GUTIÉRREZ DÍEZ, NETZAHUALCOYOTL MAYEK PÉREZ



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

El cultivo del aguacatero es de importancia económica para México. Aunque en esencia la producción de aguacate se basa en la variedad mejorada Hass, resulta también vital considerar la diversificación del cultivo con base en la evaluación y, en su caso, utilización de nuevo germoplasma. De ahí que toda actividad de caracterización, conservación y aprovechamiento del recurso genético 'aguacatero' deba proponerse, financiarse y llevarse a cabo de manera consistente y en el mediano y largo plazos. Esta obra reúne los esfuerzos de los investigadores Mexicanos en cuanto al mejoramiento del conocimiento de los recursos genéticos de aguacatero en nuestro país, con el ánimo esencial de aportar conocimiento básico y aplicado y tecnologías que redunden en la conservación y aprovechamiento del recurso genético que sustenta la cadena productiva de tan importante frutal en México y el mundo.

ISBN 978-607-27-0261-5



9 786072 702615 >



LOS RECURSOS GENÉTICOS DEL AGUACATERO (*Persea* spp.) EN MÉXICO

SU ESTUDIO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO

DRA. ADRIANA GUTIÉRREZ DÍEZ

FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
GENERAL ESCOBEDO, NUEVO LEÓN, MÉXICO

DR. NETZAHUALCOYOTL MAYEK PÉREZ

CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA GENÓMICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
REYNOSA, TAMAULIPAS, MÉXICO

COMPILADORES

GENERAL ESCOBEDO, NUEVO LEÓN, MÉXICO



Jesús Áncer Rodríguez
Rector

Rogelio G. Garza Rivera
Secretario General

Rogelio Villarreal Elizondo
Secretario de Extensión y Cultura

Francisco Zavala García
Director de la Facultad de Agronomía, UANL

Celso José Garza Acuña
Director de Publicaciones

Dirección de Publicaciones
Padre Mier No. 909 poniente, esquina con Vallarta
Centro, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64000
Teléfono: (5281) 8329-4111 / Fax: (5281) 8329-4095
e-mail: publicaciones@uanl.mx
Página web: www.uanl.mx/publicaciones

Primera edición, 2014

ISBN 978-607-27-0261-5

Reservados todos los derechos conforme a la ley. Prohibida la reproducción total y parcial de este texto sin
previa autorización por escrito del editor.

© Universidad Autónoma de Nuevo León

Impreso en Monterrey, México
Printed in Monterrey, Mexico

ÍNDICE

Prólogo / 9

1. Panorama del cultivo
del aguacatero / 11

2. Promoción del chinene (*Persea schiedeana*)
en cafetales como una forma de conservación *in situ* / 19

3. Identificación y caracterización
de frutos de selecciones de aguacate criollo
en el clima semicálido de Nayarit, México / 33

4. Caracterización de frutos de selecciones
de aguacate criollo de clima tropical en Nayarit, México / 43

5. Caracterización preliminar de variedades
regionales de aguacate (*Persea americana* Mill) en Yucatán / 53

6. Evaluación de portainjertos clonales tolerantes
a *Phytophthora cinnamomi* Rands
en huertos de aguacate de Ario de Rosales, Michoacán / 61

7. Inventario de ejemplares de herbario de *Persea* / 67

8. Distribución geográfica de *Persea* y áreas con mejores perspectivas
para la exploración y colecta de aguacate / 77

9. Caracterización morfológica y molecular
de la colección de trabajo del género *Persea* en CICTAMEX / 91

10. Detección molecular del 'sunblotch' en aguacatero / 101

Capítulo 4

CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS DE SELECCIONES
DE AGUACATE CRIOLLO DE CLIMA TROPICAL EN
NAYARIT, MÉXICO

RAÚL MEDINA-TORRES¹, SAMUEL SALAZAR-GARCÍA²,
LUIS E. COSSÍO-VARGAS²

RESUMEN

Veintiocho selecciones de aguacates criollos tropicales fueron evaluados con el objetivo de calificar características de calidad de fruto que pudieran utilizarse como recursos genéticos o para propagación comercial, con base en las variables del fruto: peso a madurez de consumo (PFC), longitud (LF), diámetro (DF), peso de la cáscara (PC), grosor de la cáscara (GC), peso de la pulpa (PP), grosor de la pulpa (GP), peso de la semilla (PS), materia seca de la pulpa (MS), contenido de aceite en la pulpa (PA); así como las relaciones: PFC:PP, PFC:PS, PFC:PC, PP:PS. Los dos primeros componentes principales (CP) del ACP explicaron 85.3% de la varianza global. En el CP1 resultaron relevantes para separar a tres grupos de selecciones de aguacates criollos PP:PS, PPC:PS, PP, PFC:PP, GP y PFC, respectivamente. Nueve selecciones exhibieron los mejores prome-

dios de estas variables. Puede considerarse al estado de Nayarit como sitio destacado de disponibilidad de recursos genéticos de aguacate de clima tropical.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es pertenece a la familia Lauráceas que comprende más de 50 géneros y alrededor de 2,200 especies, estas en su mayoría son tropicales y subtropicales (Bergh y Ellstrand, 1986). La mayoría de los miembros reconocidos de *Persea* se encuentran principalmente en una misma área que inicia del centro de México hasta Panamá en Centroamérica. Los hallazgos de aguacates primi-

¹Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura. Xalisco, Nayarit. México.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nayarit. México.

Correspondencia: raulmetorr@yahoo.com.mx

44

tivos desde la Sierra Madre Oriental en el Estado de Nuevo León, México, hasta Costa Rica en Centroamérica, apoyan la hipótesis de que se trata de un centro de origen del aguacate y probablemente de todo el subgénero *Persea* (Sánchez-Pérez, 2007). Es ampliamente conocido que existen tres tipos diferentes de subespecies o variedades botánicas de *Persea americana*: *P. americana* ssp. *drymifolia*, *P. americana* ssp. *guatemalensis* y *P. americana* ssp. *americana* (Ben-Ya'acov *et al.*, 1992; Berg, 1992). También conocidas como razas ecológicas o razas hortícolas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana, respectivamente (Berg, 1992; Bergh y Ellstrand, 1986). Las razas Mexicana y Guatemalteca se originaron y domesticaron en las tierras altas de México y Guatemala, respectivamente (Storey *et al.*, 1986; Bergh, 1992) mientras que la raza Antillana muy probablemente tuvo su origen en la costa del Pacífico de Centroamérica, desde Guatemala hasta Costa Rica (Storey *et al.*, 1986).

El orden de adaptación tropical de las tres razas, de mayor a menor es: Antillana, Guatemalteca y Mexicana. Antillana se adapta desde el nivel del mar hasta 1,000 m de altitud, entre 1,000 y 2,000 m se adapta Guatemalteca, y de unos 1,500 a 3,000 m Mexicana (Bergh, 1992; Gama y Gómez, 1992). En el área de origen del aguacate con sus tres razas, a través de un proceso de evolución se ha generado una gran diversidad genética (Bergh y Ellstrand, 1986); miles de árboles silvestres provenientes de semilla (francos) existen actualmente bajo condiciones ecológicas muy variadas. La selección natural

principalmente y la selección por el hombre durante miles de años, ha producido tipos adaptados a las regiones tropical y subtropical (Gama y Gómez, 1992).

Aunque se reporta la existencia de una amplia diversidad genética del aguacate y sus parientes silvestres, desafortunadamente la destrucción de los hábitats naturales está ocurriendo a un ritmo alarmante. La devastación del bosque tropical con su taxa *Lauraceae*, incluyendo parientes del aguacate es especialmente trágica (Bowman y Scora, 1992). La agrobiodiversidad es aquel componente de la biodiversidad que es importante para la agricultura y los agroecosistemas; ligado a este término se encuentra el de recursos fitogenéticos, los cuales Jaramillo y Baena (2000) los definen como la suma de todas las combinaciones de genes producidas durante el proceso de evolución de las plantas, y comprenden especies de uso agrícola potencial; además, agregan que el término recursos genéticos implica que el material tiene o puede tener valor económico o utilitario actual o futuro, siendo muy importante aquel que contribuye a la seguridad alimentaria, de ahí la importancia de conocerlos, mantenerlos, manejarlos y utilizarlos racionalmente.

Los aguacates criollos es un recurso que los habitantes de una localidad han protegido en los sitios donde ocurren naturalmente, esto significa reservas naturales o poblaciones silvestres (Collins y Hawlin, 1999). Este tipo de conservación *in situ* de los aguacates criollos se ocupa de las poblaciones silvestres

que crecen en sus hábitats originales generando reservas genéticas (Reid *et al.*, 1993). Sánchez-Pérez (1999) describe que las áreas de México con mayor diversidad genética del aguacate se encuentran en los Estados de Puebla, Michoacán, México, Veracruz y Morelos en el Eje Neovolcánico Central; Veracruz y Tabasco en la llanura costera del Golfo; Chiapas y Oaxaca en el Sur; la Huasteca Potosina e Hidalguense entre la Sierra Madre oriental y la Costa del Golfo, y la Península de Yucatán al Oriente. La caracterización morfológica del fruto del aguacate criollo es importante, pues muestra visualmente aquellas características que el consumidor prefiere, pero lo es más la caracterización genómica, como lo reportan López-Gómez *et al.*, (2007) que en un análisis preliminar han encontrado que el 42% de los genes que han secuenciado están relacionados con el metabolismo, 20% son de función desconocida, 14% son genes de la maduración del fruto, 8% síntesis de ácidos grasos, 6% de respuesta a patógenos, 4% involucrados en senescencia y 6% son genes no reportados.

En el estado de Nayarit se cultivan 2,700 ha⁻¹ con aguacate con un rendimiento promedio de 9.9 t·ha⁻¹ (SIAP, 2011). La mayor superficie establecida se ubica en los municipios de Tepic (1,136 ha⁻¹) y Xalisco (956 ha⁻¹) predominando el cv. Hass. En el municipio de San Blas hay 527 ha⁻¹ donde se cultivan variedades híbridas de las razas Guatemalteca x Antillana, como 'Choquette' y 'Booth-8' donde predomina el clima cálido subhúmedo (temperatura media anual = 25.2 °C) (Cossio-Vargas *et al.*, 2008).

En el mercado regional de Nayarit hay escasez de fruta de aguacate desde febrero hasta junio de cada año. Al final de junio inicia la producción de aguacates criollos regionales conocidos como "tempraneros", que alcanzan buenos precios en el mercado sin importar la calidad del fruto. De agosto a octubre ocurre la producción de la mayoría de los tipos criollos "intermedios", época que coincide con el inicio de la producción del cv. Hass plantado en la región. De noviembre a enero se presenta la producción de aguacates "tardíos" que entran al mercado cuando se cosecha el cv. Hass que ha sido almacenado en el árbol (Galán-Saúco, 1988). Debido a la diversidad de aguacate criollo en Nayarit fue objetivo de este trabajo evaluar características de calidad de fruto de selecciones de aguacate criollo de la región tropical del Estado de Nayarit, México y que pudieran tener potencial de uso comercial o como recursos genéticos del aguacate para México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron estudios de exploración en los municipios de San Blas y Ruiz, Nayarit, para la identificación de aguacates criollos dispuestos en traspatios o parcelas agrícolas. El muestreo de 28 selecciones de aguacates criollos regionales se realizó durante julio a septiembre de 2009. Cada árbol de cada selección fue geo-referenciado con un navegador personal GPS (Garmin, e-trex H, Taiwán). En San Blas se muestreó en las localidades de José María Mercado (21°33.508'

LN, 105°11.504'LO, de 188 a 205 msnm); Santa Cruz de Miramar (21°25.893' LN, 105°11.853' LO, de 5 a 13 msnm) y El Cora (21°06.590' LN, 105°26.375' LO, 360 msnm). En el municipio de Ruíz se muestreó en El Venado (21°56.876' LN, 105°59.04' LO, 53 msnm) y San Lorenzo (21°94.054' LN, 105° 07.876' LO, 43 msnm). Se seleccionaron árboles que tuvieran fruto y de cada uno de ellos se cosecharon diez (Cuadro 1).

a) **Descriptores morfológicos de fruto.** Los descriptores empleados fueron los del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1995).

b) **Características morfológicas de calidad de fruto.** En cada uno de 10 frutos por selección, fueron evaluadas las siguientes variables: peso del fruto a madurez de consumo (PFC), longitud de fruto (LF), diámetro de fruto (DF), peso de la cáscara del fruto (PC), grosor de la cáscara (GC), peso de la pulpa (PP), grosor de la pulpa (GP), peso de la semilla (PS), porcentaje de materia seca (MS), porcentaje de aceite de la pulpa en base a peso seco (PA). También se obtuvieron las siguientes relaciones porcentuales: peso del fruto a madurez de consumo:peso de la pulpa (PFC:PP), peso del fruto a madurez de consumo:peso de la semilla (PFC:PS), peso del fruto a madurez de consumo:peso de la cáscara (PFC:PC), y la relación 1:1 del peso de la pulpa:peso de la semilla (PP:PS). Para definir el "tamaño de la semilla", se usó el porcentaje de peso de la semilla tomando como referencia al peso total del fruto a madurez de consumo, usándose los criterios empleados por el College of

Tropical Agriculture & Human Resources (CTAHR, 1999) de la Universidad de Hawaii, que clasificaron a los frutos con más del 28% de semilla en relación al peso total del fruto como demasiado "huesudos", menor del 23% son frutos con semilla pequeña y cuando es menor de 20% son considerados bastante pequeña. Las variables de peso fueron determinadas balanza digital (Precisa, Mod. AG 8953, Switzerland) y las de longitud con vernier electrónico (Mitutoyo, Co., Japan).

También fue obtenido el porcentaje de peso seco de la pulpa (PS) y contenido de aceite de la pulpa. Se pesaron 100 g de pulpa por fruto, que fueron secados a 70 °C hasta peso constante en estufa de secado (LAB-LINE, mod. Imperial II., USA) donde por diferencia de peso fue obtenido el porcentaje de materia seca. El contenido de aceite por el método de extracción con un destilador Soxhlet, se siguió el procedimiento oficial de determinación de contenido de aceite de órganos vegetales de la USDA (Lee, 1981), utilizándose como solvente éter de petróleo. Se usaron cuatro réplicas por selección.

Los datos fueron analizados con la técnica multivariada de componentes principales (SAS Institute, 1999), para obtener la separación máxima de grupos por sus similitudes en características de calidad de fruto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

c) **Descriptores morfológicos de fruto.** De la colecta de 28 selecciones de aguacate criollo regionales doce

presentaron fruto obovado, uno elipsoide, dos piriforme, dos esferoide, seis obovado angosto, dos esferoide alto y tres claviforme. Trece selecciones presentaron epidermis (cáscara) verde y 15 morada a madurez de consumo (Cuadro 4.1). Según Wolstenholme (1988), las principales características que hacen atractivo a un cultivar de aguacate en el mercado para los consumidores son el tamaño medio del fruto (300 g) y forma del fruto piriforme u ovoide.

d) Características morfológicas de calidad de fruto. Una buena característica del fruto del aguacate es que su semilla (hueso) 'llene' completamente la cavidad que lo contiene. El 88% del germoplasma mostró frutos con cavidad llena. Sin embargo, el tamaño de la semilla puede ser tan grande que supere, iguale o sea menor que la cantidad de pulpa por fruto. De acuerdo con CTAHR (1999) 32 % de las selecciones tuvieron semilla "muy pequeña", 36% "pequeña" y 32% "muy grande". Cuando el tegumento de la semilla está suelto, éste se desprende dando un aspecto papeloso o bien, puede adherirse a la pulpa del fruto. El 32% de las selecciones exhibió tegumento suelto y 93% no se pegó a la pulpa. Es frecuente que los aguacates criollos presenten fruto con epicarpio (cáscara) delgado y flexible, lo que ocurrió en el 96% de las selecciones examinadas. Ésta flexibilidad de la cáscara, cuando el fruto está en óptima madurez de consumo, facilita el desprendimiento del mesocarpio (pulpa) cuando se pela para el consumo ("se pela como plátano"), característica presente en 93% de

las selecciones. Respecto a la pulpa del fruto, cuando se toma al tacto y se prueba al gusto puede tener una calificación *a priori* de "aguanoso" o "cremoso", lo que sugiere el contenido de aceite de la pulpa; el 46% de las selecciones se clasificaron como 'cremosos'. El porcentaje de aceite de la pulpa del fruto osciló de 2.03 a 14.25% (datos no incluidos).

e) Análisis de componentes principales. En dos corridas sucesivas de componentes principales (CP) se discriminaron las variables con vectores característicos menores de 0.30 (Soto *et al.*, 2007; Rodríguez-Medina *et al.*, 2007) y que fueron longitud de fruto, diámetro de fruto, peso de la cáscara, grosor de la cáscara, peso de la semilla, porcentaje de materia seca de la pulpa, porcentaje de aceite de la pulpa en base a peso seco, y la relación peso del fruto a madurez de consumo:peso de la cáscara. El CP1 incluyó las variables con mayor valor descriptivo (Soto *et al.*, 2007). En una tercera corrida del ACP se consideraron sólo relevantes los vectores característicos > 0.35, donde los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2) explicaron 85% de la varianza total. Las variables más explicativas fueron la relación peso de la pulpa:peso de la semilla; la relación peso de fruto a madurez de consumo:peso de la semilla; peso de la pulpa; la relación peso del fruto a la madurez de consumo:peso de la pulpa; el grosor de la pulpa y el peso del fruto a madurez de consumo (Cuadro 4.2). En el CP2 resultaron importantes para la separación de grupos de aguacates criollos el peso del fruto a la madurez de consumo; peso de la pulpa;

y la relación peso de la pulpa:peso de la semilla (Cuadro 4.3). Rodríguez-Medina *et al.* (2007) determinaron que las características de fruto más importantes en el CP1 fueron el grosor y la flexibilidad de la cáscara, mientras que Soto *et al.* (2007) encontraron como más relevantes el tamaño y la forma del fruto. Debido a que los porcentajes de materia seca y contenido de aceite del fruto no resultaron relevantes en el ACP, estos podrían manejarse por sepa-

rado como índices de calidad, como ha sido publicado por Gómez-López (1999) y Parodi *et al.* (2007).

Como resultado de lo anterior se deduce que a mayor peso de pulpa existe menor peso de semilla por fruto. El peso total del fruto no revela el tamaño de la semilla hasta que el fruto se parte. Para el consumidor resulta apropiado adquirir aguacates con semilla pequeña o muy pequeña. El ACP formó tres grupos de selecciones de aguacates criollos (Cuadro

Cuadro 4.1. Identificación de las selecciones de aguacates criollos de los municipios de Ruiz (El Venado y San Lorenzo) y San Blas (Mecatán, Santa Cruz de Miramar y El Cora), Nayarit, México.

Identificación	Propietario	Forma del fruto	Color de fruto
VA	Miguel Alcalá Herrera-4	El Venado	Morado
SF-2	Simón Franco-2	San Lorenzo	Verde
SIC-1	Silvia Canales-1	"	Morado
V-7	Miguel Alcalá Herrera-7	El Venado	Verde
V-6	Miguel Alcalá Herrera-7	"	"
V-11	Miguel Alcalá Herrera-7	"	Morado
JGL-2	Josefina González Ledezma-2	San Lorenzo	"
PC-1	Piedad Carrillo-1	"	"
SIC-2	Silvia Canales-2	"	"
JGL-1	Josefina González Ledezma-1	"	"
JGL-3	Josefina González Ledezma-3	"	Verde
SF-1	Simón Franco-1	"	"
JL-2	Julio Lara-2	Mecatán	Morado
AF-3	Alejandro Flores-3	"	"
M-4	Desconocido	"	"
LS-1	Leonardo Santiago-1	"	Verde
LS-2	Leonardo Santiago-2	"	"
LS-4	Leonardo Santiago-4	"	Morado
PP	Petra Pérez	Sta. Cruz	Verde
CV	Cristina Vela	"	"
PP-3	Petra Pérez-3	"	"
JC-1	Julia Calderón Ibarra	El Cora	"
LP-2	Desconocido	"	Morado
AC-4	Agustín Cortéz	"	Verde
SG-1	Samuel González-1	"	"
SG-2	Samuel González-2	"	Morado
JCC-1	Juan Carlos Castellón	"	"
JCC-2	Juan Carlos Castellón	"	Verde

Cuadro 4.2 Promedios de las variables de fruto de aguacates criollos seleccionadas en la función discriminante del análisis de componentes principales

Etiqueta	ID	P:S	PFC:PS	PP	PFC:PP	GP	PFC
a	VA	3.7	21.3	166.9	77.8	12.7	214.2
b	SF-2	3.0	23.8	173.4	71.3	11.8	243.4
c	SIC-1	4.3	17.7	301.0	75.2	12.4	400.1
d	V-7	4.2	17.8	308.2	74.1	13.4	415.4
e	V-6	3.7	20.1	210.8	72.7	13.4	290.3
f	V-11	3.7	19.6	192.5	71.2	12.8	269.8
g	JGL-2	3.4	22.3	192.3	73.9	11.7	260.4
h	PC-1	3.2	22.4	238.0	72.3	13.0	329.1
i	SIC-2	4.9	16.2	195.2	78.0	11.4	250.0
j	JGL-1	4.2	17.8	191.0	75.0	13.1	254.5
k	JGL-3	2.7	24.8	182.1	66.7	11.3	274.0
L	SF-1	4.6	17.0	445.7	76.9	14.1	579.8
m	JL-2	1.5	38.2	125.5	54.8	8.5	228.8
n	AF-3	3.3	21.6	110.4	69.8	10.1	158.0
o	M-4	1.9	32.4	169.7	60.2	7.8	282.0
p	LS-1	3.0	23.6	244.6	68.0	11.4	356.9
q	LS-2	2.5	26.3	194.0	65.5	10.2	295.4
r	LS-4	1.5	36.8	104.1	53.0	6.2	194.5
s	PP	4.6	17.9	261.8	74.0	15.1	353.6
t	CV	2.0	34.3	255.2	70.3	9.5	370.3
u	PP-3	4.1	18.3	362.0	73.9	16.0	489.3
v	JC-1	3.6	20.5	239.3	73.0	14.0	328.3
w	LP-2	2.7	25.4	136.9	67.8	11.7	202.1
x	AC-4	2.3	29.5	155.6	67.0	11.5	233.5
y	SG-1	1.7	32.0	124.5	53.4	7.9	233.1
z	SG-2	2.4	27.8	231.8	64.9	12.8	356.7
A	JCC-1	3.4	21.7	204.7	73.1	12.9	280.0
B	JCC-2	3.4	21.4	230.8	71.9	12.9	320.7

ID = Identificación de la selección, P:S = peso del fruto:peso de la semilla, PFC:PS = peso del fruto a madurez de consumo:peso de la semilla, PP = peso de la pulpa, PFC:PP = peso del fruto a madurez de consumo:peso de la pulpa; GP = grosor de la pulpa, PFC = peso del fruto a madurez de consumo.

4.4; Figura 4.1). El grupo I incluye nueve selecciones con frutos que resultaron menos “semilludos” y con más pulpa por fruto; el 2, incluyó 10 selecciones con frutos con características intermedias en las relaciones porcentuales de peso del hueso y peso de la pulpa (más “semilludos” y con menos pulpa que los del grupo I) y el grupo III, con nueve selecciones

con los promedios más altos en las relaciones porcentuales con el peso de la semilla y la pulpa (“semilludos” y con poca pulpa por fruto) (Cuadro 4.4). Sin embargo, aunque la separación de los grupos I y III fue clara, el II exhibe características intermedias entre ambos.

Cuadro 4.3. Prueba de medias de vectores característicos de los componentes principales (CP1 y CP2) usados para separar los grupos de aguacate criollo.

Etiqueta	Selección	CP1	CP2
L	SF-1	3.73	2.53
u	PP-3	2.90	1.51
d	V-7	2.08	0.67
c	SIC-1	1.93	-0.50
s	PP	1.81	-0.09
v	JC-1	1.13	-0.15
i	SIC-2	1.03	-1.44
j	JGL-2	0.90	-1.25
e	V-6	0.79	-0.61
B	JCC-2	0.74	-0.11
h	PC-1	0.74	0.05
A	JCC-1	0.51	-0.60
f	V-11	0.51	-0.83
a	VA	0.38	-1.52
p	LS-1	0.25	0.63
g	JGL-2	0.17	-0.75
b	SF-2	-0.28	-1.03
z	SG-2	-0.31	0.97
k	JGL-3	-0.58	-0.21
q	LS-2	-0.84	0.63
n	AF-3	-0.98	-1.85
w	LP-2	-1.03	1.51
t	CV	-1.06	1.68
x	AC-4	-1.36	-0.32
m	JL-2	-2.34	0.95
o	M-4	-2.42	0.83
y	SG-1	-3.28	0.51
r	LS-4	-4.86	0.69
Varianza explicada (%)		65.36	19.98
Varianza total (%)		65.36	85.34
Valor característico		3.92	1.20

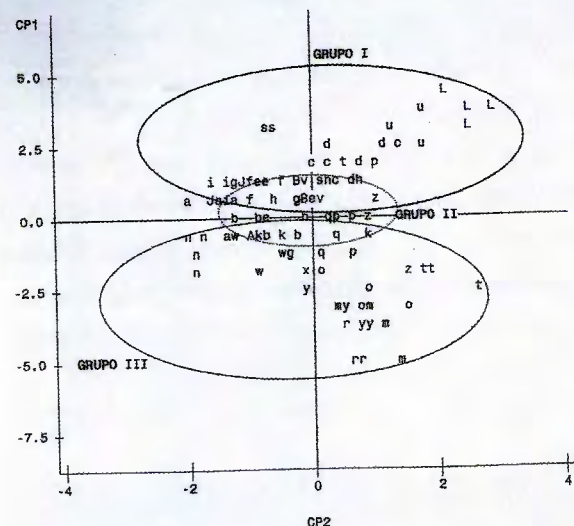


Figura 4.1. Agrupación de selecciones de aguacates criollos tropicales en función de sus características similares de calidad de fruto: a = VA, b = SF-2, c = SIC-1, d = V-7, e = V-6, f = V-11, g = JGL-2, h = PC-1, i = SIC-2, j = JGL-1, k = JGL-3, l = SF-1, m = JL-2, n = AF-3, o = M-4, p = LS-1, q = LS-2, r = LS-4, s = PP, t = CV, u = PP-3, v = JC-1, w = LP-2, x = AC-4, y = SG-1, z = SG-2, A = JCC-1, B = JCC-2.

Cuadro 4.4. Características de calidad de fruto relevantes en la calificación de grupos (G) de aguacates criollos tropicales.

Grupo	PP:PS (g/g)	PFC:PS (g/g)	PP (g)	PFC:PP (%)	GP (mm)	PFC (g)	Selecciones
I	4.89-3.67	20.48-16.16	445-239	79-75	16-13.1	580-330	SF-1, PP-3, V-7, SIC-1, PP, JC-1, SIC-2, JGL-1, V-6 (Fig. 2A a 2H)
II	3.66-2.97	27.81-21.44	240-166	74-54	13-11.8	329-214	JCC-2, PC-1, JCC-1, V-11, VA, LS-1, JGL-2, SF-2, SG-2, CV
III	2.71-1.45	21.56-38.17	104-165	70-53	11.7-6.2	213-195	JGL-3, LS-2, AF-3, LP-2, AC-4, JL-2, M-4, SG-1, LS-4

PP = Peso de pulpa, PP:PS = Relación 1:1 peso de pulpa:peso de la semilla, GP = grosor de la pulpa, PFC:PP = Relación peso del fruto:peso de la pulpa; PFC = Peso de fruto al consumo.

CONCLUSIONES

Los primeros dos componentes principales del ACP de datos morfológicos explicaron 85% de la varianza total en germoplasma de aguacatero y resultaron relevantes la relación peso de la pulpa:peso de la semilla; la relación peso de fruto a madurez de consumo:peso de la semilla; peso de la pulpa; la relación peso del fruto a la madurez de consumo:peso de la pulpa; el grosor de la pulpa; y el peso del fruto a madurez de consumo. El germoplasma se separó en tres grupos, de donde uno de ellos incluyó germoplasma con los más altos promedios en dichas variables e incluyó las selecciones SF-1, PP-3, V-7, SIC-1, PP, JC-1, SIC-2, JGL-1 y V-6 que se distinguieron por tener mayor cantidad de pulpa, semilla pequeña y fruto grande y que las convierte en candidatas para propagarse comercialmente.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el financiamiento al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, del sub-proyecto: Identificación y caracterización de frutos de aguacates criollos sobresalientes para el clima tropical (Clave AGUA-02 g).

BIBLIOGRAFÍA

Ben-Ya'acov AD, LL López, T de la Cruz, PA Barrientos (1992) A study of the avocado germoplasm resources, 1988-1990.

The findings of the central part of Mexico. Second World Avocado Congress. Orange, USA. p.143.

Bergh BO (1992) The origin, nature, and genetic improvement of the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook 76: 61-75.

Bergh B, N Ellstrand (1986) Taxonomy of the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook 70: 135-145.

Bowman KD, RW Scora (1992) The necessity of avocado germplasm resources. Proc. Second World Avocado Congress. Orange, USA. pp. 531-534.

College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR) (1999) What makes an avocado cultivar good?. College of Agriculture & Human Resources. Univ. Hawaii at Manoa. Manoa, HI, USA. 9 p.

Collins WW, GC Hawlin (1999) Conserving and using crop plant biodiversity in agroecosystems. In: WW Collins, CO Qualset (eds.). Biodiversity in Agroecosystems. CRC Press. Boca Ratón, USA. pp. 267-282.

Cossío-Vargas LE, S Salazar-García, R Medina-Torres (2008) Desarrollo floral de los aguacates 'Choquette' y 'Booth-8' en clima cálido. Parte I. Agric. Téc. Méx. 4: 43-49.

Galán-Saúco V (1988) Los frutales tropicales en los subtrópicos. I. Aguacate, Mango, Litchi y Longan. Mundi-Prensa, Madrid. p. 33.

Gama CL, AP Gómez (1992) An Ethnoecological Approach for the Study of *Persea*: A Case Study in the Maya Area. Proc. Second World Avocado Congress. Orange, USA. pp. 11-17.

Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) (1995) Descriptores para Aguacate (*Persea americana* Mill.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. 54 p.

- Jaramillo S, M Baena (2000) Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 122 p.
- Lee S (1981) A review and background of the avocado maturity standard. Calif. Avocado Soc. Yearbook 65: 101-109.
- López-Gómez R, Y Torres-Cárdenas, M Chávez-Moctezuma, R Salgado-Garciglia, B Jiménez-Moraila, G Corona-Armenta, L Herrera-Estrella (2007) Genómica del fruto del aguacate criollo (*Persea americana* Mill. var. *drymifolia*). Proc. VI World Avocado Congress. Viña Del Mar, Chile. p. 10.
- Reid WV, S Laird, C Meyer, R Gámez, A Sittenfeld, D Janzen, M Gollin, C Juma (1993) Biodiversity prospecting: Using Resources for Sustainable Development. World Resources Institute, Washington, D.C.
- Rodríguez-Medina NN, W Rohde, C González-Arencia, IM Ramírez-Pérez, JL Fuentes-Lorenzo, MA Román-Gutiérrez, X Xiqués-Martín, D Becker, JB Velázquez-Palenzuela (2003) Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de cultivares de aguacatero (*Persea americana* Mill.) en Cuba. Memorias del V Congreso Mundial del Aguacate. Málaga, España. pp. 47-53.
- Sánchez-Pérez JL (1999) Recursos genéticos del aguacate (*Persea americana* Mill.) y especies afines en México. Rev. Chapingo, Serie Horticultura 5: 7-18.
- Sánchez-Pérez JL (2007) Identificación de marcadores asociados a la resistencia de aguacate raza mexicana (*Persea americana* Mill. var. *drymifolia*) al oomiceto *Phytophthora cinnamomi* Rands. Tesis de Doctorado. Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México. 106 p.
- Statistical Analysis System (SAS) (1999) SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, Release 8.0 Edition. Cary, NC, USA.
- Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2011) Cierre de la producción agrícola por estado. Aguacate 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)-México. Disponible en www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 (Consultada el 27 de agosto de 2011).
- Soto E, L Avilán L, M Pérez, M Rodríguez, J Ruiz (2007) Evaluación de cultivares criollos de aguacate (*Persea* spp.) en la colección del INIA-CENIAP en Venezuela. VI Congreso Mundial del Aguacate. Viña del Mar, Chile.
- Storey WB, B Bergh, GA Zentmyer (1986) The Origin, indigenous range and dissemination of the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook 70: 127-143.
- Wolstenholme BN, AW Whaley, JB Saranah, RR Symons, PJ Hoffman, HJ Rostran (1988) Paclobutrazol trials avocado orchards: Initial results, from Queensland and Natal. South African Avocado Growers Assoc. Yearbook 11: 57-59.