

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 3

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS
DE SELECCIONES DE AGUACATE CRIOLLO EN EL
CLIMA SEMICÁLIDO DE NAYARIT, MÉXICO

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

RESUMEN

En este trabajo se evaluaron características de calidad de fruto en 35 selecciones de aguacate criollo sub-tropical con el objetivo de identificar características de la calidad del fruto que pudieran utilizarse en la determinación de los recursos genéticos para propagación comercial. En el trabajo se midieron en fruto el peso fresco 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); además, se analizaron las relaciones PFC:PP, PFC:PS, PFC:PC, PP:PS. Se usó la técnica multivariada de componentes principales (CPs) para el análisis de datos. Dos CPs explicaron el 88.7% de la varianza global. El CP1 explicó 73.53% e indicó que resultaron relevantes para separar en tres grupos

de selecciones de aguacates criollos por características similares de PP, PP:PS, PFC:PS, GP, PFC:PS y PFC, respectivamente. Dieciséis selecciones obtuvieron los mejores promedios en estas variables. Los resultados indican que se puede considerar a Nayarit como sitio importante de recursos genéticos de aguacates nativos del clima semi-cálido o subtropical.

INTRODUCCIÓN

Nayarit es el quinto productor de aguacate en México con 2,707.5 ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2009) y 'Hass' es el cultivar de mayor importancia económica. Los

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

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

Correspondencia: raulmetorr@yahoo.com.mx

principales municipios productores son Tepic y Xalisco, donde predomina el clima semi-cálido (sub-tropical subhúmedo), el más cálido de los templados, con temperatura media anual -20.5°C , régimen pluviométrico medio anual de 1,300 mm y una altitud promedio de 960 m (Medina-Torres *et al.*, 2011). México y Centroamérica son los lugares de origen y diversificación del aguacate. La presencia de variabilidad genética se encuentra en los árboles que crecen en las faldas de las montañas y en los traspatios caseros. Muchos genotipos criollos poseen características sobresalientes y se han cultivado por muchas generaciones humanas. La presencia de variación genética brinda la oportunidad para seleccionar genotipos que podrían tener un comportamiento mejor que otros portainjertos que se usan actualmente (Sánchez-Pérez, 1999; Rodríguez, 1992).

Los recursos genéticos del aguacate son importantes en los programas de mejoramiento de nuevos portainjertos y variedades. Por ello, es urgente el rescate de muchos tipos de aguacate y especies relacionadas debido a la rápida devastación de los bosques y selvas. La deforestación se ha acelerado dramáticamente en los trópicos y se espera que en las primeras décadas del siglo XXI se pierdan cerca del 40% de la vegetación de los bosques (Westoby, 1989). Durante las últimas dos o tres décadas, el material nativo y semi-salvaje de aguacate ha desaparecido rápidamente. Esta erosión genética ocurre más rápidamente de lo que imaginamos (Ben-

Ya'acov *et al.*, 1992). Varias exploraciones se han hecho para detectar especies del género *Persea* en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Oaxaca y Chiapas, donde se han colectado genotipos de las razas Mexicana (*P. americana* var. *drymifolia*), Guatemalteca (*P. americana* var. *guatemalensis*) y Antillana (*P. americana* var. *americana*), e híbridos dentro de esas razas (Barrientos-Priego *et al.*, 1995).

Cuando se selecciona germoplasma se manejan simultáneamente numerosas variables y resulta difícil su interpretación holística. Para esto, el análisis estadístico multivariado ha resultado de gran utilidad (Iezzoni y Pritts, 1991). La técnica de análisis de componentes principales (ACP) es útil cuando sobre una misma unidad de estudio se miden muchas variables. Aunque entre ellas exista cierto grado de relación no todas ellas tienen el mismo peso en función de la varianza total observada (Srivastava y Katri, 1979). Además, el ACP estudia la dispersión o variabilidad presente en las variables originales (VO) (Cruz-Castillo *et al.*, 1994) donde se generan a partir de las VO nuevas variables llamadas componentes principales (CPs) (Marriot, 1974). El ACP deberá cumplir las siguientes condiciones: el número de CPs será igual el número de VO, la varianza del primer CP es la máxima (CP1), la varianza del segundo CP es la segunda máxima (CP2) y así sucesivamente (CPn), que pueden ser graficados para la identificación de individuos con similares características de estudio. Los CPs son variables no correlacionadas entre sí; cada CP es una combinación

lineal de todas las VO que explica una porción de la varianza total en una matriz de varianza-covarianza y es conveniente analizar el número de CPs que expliquen ³ 80 % de la variación total; cada CP significativo deberá tener un “peso” > 1.0. El ACP permite, además, revisar la estructura de observaciones multivariadas, particularmente cuando no hay modelos *a priori* que puedan sugerirse o esperarse (Iezzoni y Pritts, 1991). El objetivo de este trabajo fue evaluar características de calidad de fruto de selecciones de aguacate criollo de la región semicálida del Estado de Nayarit, México y que pudieran tener potencial de uso comercial o como recursos genéticos del aguacate para México.

MATERIALES Y MÉTODOS

En los municipios de Tepic y Xalisco, Nayarit se identificaron aguacates criollos dispuestos en traspatios o parcelas agrícolas, y que estaban comprendidos entre los 21°26.2'-21°48.59'LN y 104°93.41'-104°53.13' LO con altitudes de los 763 a los 1,069 m. De julio a diciembre de 2008 se muestrearon 35 selecciones de aguacates criollos regionales y cada árbol de cada selección se georeferenció con un navegador personal GPS (Garmin, e-trex H, Taiwán). Para el estudio se seleccionaron árboles con frutos y de cada uno de ellos se cosecharon diez. Las selecciones se identificaron por siglas que, ocasionalmente, forman parte de las iniciales del nombre y apellido del propietario (Cuadro 3.1).

a) **Descriptorios morfológicos de fruto.** Los descriptorios utilizados 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 se evaluaron 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 calcularon 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 utilizó el porcentaje de peso de la semilla tomando como referencia al peso total del fruto a madurez de consumo, con base en los criterios del College of Tropical Agriculture & Human Resources (CTAHR, 1999) de la Universidad de Hawaii. Las variables de peso se determinaron en una balanza digital (Scientech, SL-1000, Boulder, Co, USA) y las de longitud con vernier electrónico (Mitutoyo, Co., Japan). También se calculó el porcentaje de peso seco de la pulpa (PS) y el contenido de aceite de la pulpa. Para el primer caso, se pesaron 100 g de pulpa por

Cuadro 3.1. Identificación de las selecciones de aguacates criollos estudiadas.

ID	Propietario	Forma de fruto	Color de epidermis
TAX	Oficina de taxistas	Obovado	Morado
SC	Sabino Cadena	Elipsoide	"
FR	Francisco Ruelas	Obovado	"
TAP	Ismael Bueno Loaiza	Piriforme	"
JR	Juana Rivera	Obovado	"
DL	Leonor Langarica	Esferoide	"
LL	Agustín García Covarrubias	Oblongo	"
JGN1	Jesús García Nolasco sel.1	Elipsoide	"
JGN2	Jesús García Nolasco sel.2	Piriforme	Morado
JGN3	Jesús García Nolasco sel.3	Obovado angosto	Verde
JGN4	Jesús García Nolasco sel.4	Obovado	Morado
JGN5	Jesús García Nolasco sel. 5	Elipsoide	Verde
JGN6	Jesús García Nolasco sel.6	Esferoide	"
POT	Predio "El Potrero"	"	"
EP1	Eréndira Pazos sel. 1	Obovado	"
EP2	Eréndira Pazos sel. 2	"	"
EP3	Eréndira Pazos sel. 3	Obovoide	"
EP4	Eréndira Pazos sel. 4	Obovado	"
EP5	Eréndira Pazos sel. 5	Piriforme	"
JB	José Bernal	Esferoide alto	"
CER1	"Cervantes" sel. 1	Claviforme	"
CER2	"Cervantes" sel. 2	Obovado	"
LB	Lucero García	Oblongo	"
SPV	Salvador Pérez Villalobos	Obovado	"
ML	María López	Esferoide	"
JGN7	Jesús García Nolasco sel.7	Claviforme	Morado
AC1	Alejandro Cervantes sel. 1	"	"
AC3	Alejandro Cervantes sel. 3	Obovado	"
PA	Ismael Aguirre Salazar	Obovado angosto	"
AC4	Alejandro Cervantes sel. 4	Esferoide alto	"
EM	Eddy Martínez	Elipsoide	"
TC	Teresa Castañeda	Claviforme	"
DCR3	Daniel Casillas Real sel. 3	Obovado angosto	"
DCR4	Daniel Casillas Real sel. 4	Obovado	Morado
BRA	Daniel Casillas Real sel. 5	"	"

ID = Siglas de identificación de la selección.

fruto, que fueron secados a 70 °C hasta peso constante en estufa de secado (LAB-LINE, mod. Imperial II., USA) y por diferencia de peso se obtuvo el porcentaje de materia seca. El contenido de aceite se determinó por el método de extracción con un destilador Soxhlet, donde 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. Para cada determinación se usaron cuatro réplicas por selección.

c) **Análisis de datos.** Los datos se analizaron 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

d) **Descriptores morfológicos de fruto.** De las 35 selecciones estudiadas 13 presentaron fruto obovado, dos oblongo, cuatro elipsoide, tres piriforme, cuatro esferoide, tres obovado angosto, dos esferoide alto y una claviforme. En madurez de consumo 28 selecciones presentaron epidermis verde y siete morada (Cuadro 3.1). Según Wolstenholme (1988), las principales características que hacen atractivo a un cultivar de aguacate en el mercado para los consumidores son el tamaño y la forma del fruto, prefiriéndose los de tamaño medio (300 g) y apariencia piriforme u ovoide

f) **Características morfológicas de calidad de fruto.** Una buena característica interna del fruto de aguacate es que su semilla 'llene' completamente la cavidad que lo contiene. En cuanto a esta característica, 80% de los frutos llenó su cavidad. Sin embargo, el tamaño de la semilla puede ser tan grande que supere, iguale o sea menor que la cantidad de pulpa por fruto. En este trabajo se usaron los criterios de CTAHR (1999), clasificándose al 37% de las selecciones como de semilla "muy pequeña", 37% como "pequeña" y 26% "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. Entre las selecciones, 37% mostró el tegumento suelto y en el 63% de las accesiones no se pegó a la pulpa. Es común que los aguacates criollos presenten fruto con epicarpio (cáscara) delgado y flexible. Ésta característica se presentó en el 86% de las selecciones examinadas. La flexibilidad de la cáscara, cuando el fruto está maduro para el consumo, facilita la exposición de la pulpa ("se pela como plátano"), el 91% de las accesiones exhibió dicha característica. 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 da una idea del posible contenido de aceite de la pulpa. En este trabajo, 83% de las selecciones se calificaron cremosas y el porcentaje de aceite de la pulpa fluctuó de 4.73 a 20.61% (datos no incluidos).

Cuadro 3.2. Promedios de las variables de fruto seleccionadas en la función discriminante del análisis multivariado por componentes principales.

Etiqueta	ID	PFC	PP	GP	PFC:PP	PFC:PS	PP:PS
a	TAX	402.9	299.8	12.4	74.4	17.4	4.4
b	SC	392.4	308.1	22.0	78.8	13.4	6.1
c	FR	294.5	176.0	10.9	59.9	33.5	1.9
d	TAP	373.6	201.0	14.4	53.8	27.6	2.0
e	JR	273.5	164.8	10.9	60.2	31.8	1.9
f	DL	321.7	199.2	13.4	61.7	29.8	2.1
g	LL	285.9	197.6	12.6	69.2	23.0	3.0
h	JGN1	256.3	185.0	12.3	72.2	17.6	4.1
i	JGN2	245.4	143.6	10.5	58.4	34.6	1.7
j	JGN3	246.7	181.3	12.5	73.5	21.1	3.5
k	JGN4	384.6	261.0	14.3	68.0	22.6	3.1
l	JGN5	367.3	267.4	16.4	72.6	13.3	5.6
m	JGN6	278.7	179.9	12.5	64.4	26.8	2.5
n	POT	238.7	146.5	10.2	61.6	31.3	2.0
ñ	EP1	223.5	118.0	8.0	52.7	37.4	1.4
o	EP2	250.3	141.4	11.4	56.3	33.6	1.7
p	EP3	283.1	193.4	12.1	68.0	25.1	2.8
q	EP4	185.3	126.5	11.4	68.0	23.4	3.1
r	EP5	321.7	209.5	12.2	65.0	25.5	2.6
s	JB	242.5	182.5	12.4	75.3	17.9	4.2
t	CER1	421.6	323.7	16.8	76.8	16.2	4.9
u	CER2	388.4	224.0	11.7	57.8	32.7	1.8
v	LB	398.4	303.8	14.5	76.1	19.3	4.2
w	SPV	301.8	186.0	11.2	61.7	32.7	1.9
x	ML	521.4	379.2	16.3	71.1	20.7	3.7
y	JGN7	324.1	229.7	11.8	71.1	21.1	3.5
z	AC1	444.4	329.9	15.3	74.3	14.5	5.1
A	AC3	568.7	396.8	18.2	69.6	19.4	3.6
B	PA	362.7	260.1	14.7	71.6	22.3	3.2
C	AC4	394.5	250.7	13.0	63.6	22.3	2.9
D	EM	757.7	546.7	17.5	70.5	8.6	8.2
E	TC	528.8	353.3	13.1	66.7	19.0	3.6
F	DCR3	576.8	452.7	22.4	78.5	15.7	5.1
G	DCR4	508.3	393.1	19.4	77.5	14.5	5.5
H	BRA	512.1	350.7	15.2	68.5	24.2	2.9

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

g) Análisis de componentes principales. En dos corridas sucesivas de componentes principales (CP) se discriminaron las variables con vectores característicos < 0.30 (LF, DF, PC, GC, PS, MA, PA y PFC:PC). Luego, se observó que la proporción acumulada de los dos primeros componentes mejoró a más de 0.30, para separar mejor los grupos de selecciones de aguacate criollo, criterio similar al mencionado por Soto *et al.* (2007) y Rodríguez-Medina *et al.* (2007). 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 (Cuadro 3.3) donde los componentes principales 1 y 2 explicaron 88.7% de la varianza total. El CP explicó 73.5% de la varianza total e indicó como más relevantes para agrupar a las selecciones de aguacates criollos por sus características similares de fruto el peso de la pulpa; la relación peso de la pulpa:peso de la semilla; la relación peso de fruto a madurez de consumo:peso de la semilla; el grosor de la pulpa; la relación peso del fruto a madurez de consumo:peso de la pulpa y el peso del fruto a madurez de consumo, cuyos promedios se muestran en el Cuadro 3.2. El CP2 explicó el 15.2% de la varianza con un valor característico de 0.91, y, en este caso, resultaron importantes para la separación de grupos de aguacates criollos el peso del fruto a madurez de consumo; la relación peso del fruto a madurez de consumo:peso de la pulpa; peso de la pulpa; y la relación peso del fruto a madurez de consumo:peso de la semilla. En

Cuadro 3.3. Promedios de vectores característicos de los componentes principales (CP1 y CP2) usados para separar los grupos de aguacates criollos

Etiqueta	Selección	CP1	CP2
D	EM	4.88	1.31
F	DCR3	3.68	0.80
G	DCR4	3.04	0.06
b	SC	2.93	-0.92
A	AC3	1.97	1.32
t	CER1	1.95	-0.48
z	AC1	1.91	-0.40
x	ML	1.68	0.92
L	JGN5	1.67	-0.98
v	LB	1.30	-0.44
E	TC	1.00	0.91
a	TAX	1.00	-0.55
H	BRA	0.81	1.10
B	PA	0.28	-0.19
k	JGN4	0.07	0.15
j	JGN3	0.04	-1.32
s	JB	0.04	-1.72
h	JGN1	-0.07	-1.48
y	JGN7	-0.17	-0.68
C	AC4	-0.32	0.38
g	LLAN	-0.63	-0.32
p	EP3	-0.74	-0.51
r	EP5	-0.97	-0.02
m	JGN6	-1.30	-0.20
q	EP-4	-1.34	-1.35
f	DL	-1.40	0.48
d	TAP	-1.40	1.14
u	CER2	-1.69	1.22
w	SPV	-1.95	0.42
e	JR	-2.16	0.23
c	FR	-2.17	0.47
n	POT	-2.29	-0.15
o	EP2	-2.60	0.41
i	JGN2	-2.67	0.29
ñ	EP1	-3.59	0.49
Varianza explicada (%)		73.53	15.24
Varianza total (%)		73.53	88.77
Valor característico		4.41	0.91

el CP2 se reafirma la importancia de PFC, PFC:PP, PP y PFC:PS como componentes importantes de la calidad del fruto (Cuadro 3.3). Rodríguez-Medina *et al.* (2007) determinaron que las características de fruto más importantes fueron el grosor y flexibilidad de la cáscara del fruto de aguacate. Por su parte, Soto *et al.* (2007) identificaron como más relevantes el tamaño y la forma del fruto. Sugerimos que los porcentajes de materia seca y contenido de aceite del fruto podrían manejarse por separado como índices de calidad debido a que el ACP no las identificó como significativas como han indicado Gómez-López (1999) y Parodi *et al.* (2007). Como resultado de lo anterior se deduce que a mayor peso de pulpa ocurre menor peso de semilla por fruto. Por ejemplo, una relación 8.2:1 significó que por cada 8.2 g de pulpa correspondió 1.0 g de semilla por fruto. El peso total del fruto no revela el tamaño de la semilla hasta

que el fruto se abre. El consumidor compra el aguacate por su tamaño y no sabe el de la semilla. Germoplasma viable debe tener semilla pequeña o muy pequeña. Las combinaciones lineales del CP1*CP2 permitió la conformación convencional de tres grupos de selecciones de aguacates criollos de acuerdo con los promedios similares en los vectores canónicos estandarizados (Cuadro 3.4; Figura 3.1). El *Grupo I* incluyó 16 selecciones con frutos con semilla pequeña y mayor cantidad de pulpa por fruto. El *Grupo II* incluyó 10 selecciones con frutos con características intermedias en peso de la semilla y de la pulpa; finalmente el *Grupo III* estuvo conformado por nueve selecciones que mostraron los mayores promedios en las relaciones porcentuales con el peso de la semilla y la pulpa; es decir, semilla grande y con poca pulpa por fruto (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4. Características de calidad de fruto que resultaron relevantes en la clasificación de grupos de aguacates criollos de clima semicálido.

Grupo	PP (g)	PP:PS (g/g)	PFC: PS (g/g)	GP (mm)	PFC:PP (%)	PFC (g)	Selecciones
I	547-250	8.2-3.2	8-24	22-14	78-72	757-362	LMP, DCR-3, DCR-4, SC, AC-3, CER-1, ML, AC-1, JGN-5, LUC, TC, TAX, BRA, JGN-4, PA, AC-4
II	249-180	3.1-2.5	23-27	13-12	70-64	360-251	JB-1, EP-4, JGN-3, JGN-3, JGN-1, LL, EP-3, EP-5, JGN-6, JGN-7
III	179-118	2.4-1.4	28-37	11-8	62-52	250-223	EP-1, JGN-2, EP-2, POT-2, FR, CER-2, DL, JR, SPV

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

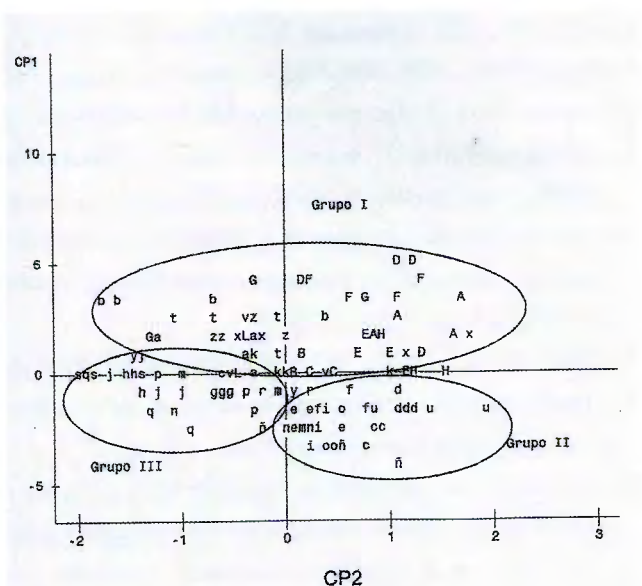


Figura 3.1. Dispersión de selecciones de aguacates criollos subtropicales con base en caracteres de calidad de fruto. Las letras mayúsculas o minúsculas representan a la etiqueta de identificación de cada selección: a = TAX, b = SC, c = FR, d = TAP, e = JR, f = DL, g = LL, h = JGN-1, i = JGN-2, j = JGN-3, k = JGN-4, l = JGN-5, m = JGN-6, n = POT, ñ = EP1, o = EP2, p = EP3, q = EP4, r = EP5, s = JB, t = CER1, u = CER2, v = LB, w = SPV, x = ML, y = JGN7, z = AC1, A = AC3, B = PA, C = AC4, D = EM, E = TC, F = DCR3, G = DCR4, H = BRA.

CONCLUSIONES

Los dos primeros componentes del análisis de componentes principales detectaron como variables relevantes para la clasificación de germoplasma de aguacate al peso de la pulpa; relación peso de la pulpa:peso de la semilla; peso del fruto a madurez de consumo:peso de la semilla; grosor de la pulpa; relación peso de fruto a madurez de consumo:peso

de la pulpa; y peso del fruto a madurez de consumo. Así, se separó al germoplasma estudiado en tres grupos con base en caracteres de calidad de fruto. De ellos, 16 selecciones mostraron los mayores promedios en dichas variables, y se distinguieron por tener fruto grande, mayor cantidad de pulpa y semilla pequeña, que los convierte en candidatos para su propagación comercial. Puede considerarse a la región subtropical del Estado de Nayarit, México, como una reserva de recursos fitogenéticos del aguacate.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el financiamiento por del 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

- Barrientos-Priego AF, MW Borys, AD Ben-Ya'acov, L Lopez-Lopez, M Rubí-Arriaga, G Bubler, A Solis-Molina (1995) Progress of the study on the avocado genetic resources: III. Finding from de Mexican Gulf region. Proc. Third World Avocado Congress. Tel Aviv, Israel 3: 96-99.
- 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.

- 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.
- Cruz-Castillo JC, S Ganeshanandam, BR McKay, GS Lawes, CRO Lawoko, C Woolley (1994) Applications of canonical discriminant analysis in horticultural research. *HortScience* 29: 1115-1119.
- Gómez-López, V.M. 1999. Characterization of avocado (*Persea americana* Mill.) varieties of low oil content. *J. Agric. Food Chem.* 47: 2707-2710.
- Iezzoni AF, MP Pritts (1991) Applications of principal component analysis to horticultural research. *HortScience* 26: 334-338.
- Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) (1995) Descriptores para Aguacate (*Persea americana* Mill.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. 54 p.
- Lee S (1981) A review and background of the avocado maturity standard. *Calif. Avocado Soc. Yearbook* 65: 101-109.
- Marriot FMC (1974) The Interpretation of Multivariate Observation Canonical Variables. Academic Press. New York. pp. 26-31.
- Medina-Torres R, S Salazar-García, M Ortiz-Catón, R Valdivia-Bernal (2011) Variación estacional de la fotosíntesis en varios cultivares de aguacate. *Rev. BioCiencias* 1: 36-45.
- Parodi G, M Sánchez, W Daga (2007) Correlación del contenido de aceite, materia seca y humedad de pulpa como indicadores de cosecha en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) var. Hass cultivada bajo condiciones de dos localidades en Chíncha-Perú. Memoria del VI Congreso Mundial del Aguacate. Viña del Mar, Chile.
- Rodríguez SF (1982) El Aguacate. AGT Editor, México. 167 p.
- Rodríguez-Medina NN, W Rohde, C González-Arencibia, 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.
- Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2009). Anuario Estadístico de la producción Agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)-México. Disponible en www.oeidrus-portal.gob.mx/aagricola/siap/icultivo/index.jsp (consultado el 27 Octubre de 2009).
- Statistical Analysis System (SAS) (1999) SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, Release 8.0 Edition. Cary, NC, USA.
- Soto E, L Avilán, M Pérez, M Rodríguez, J Ruiz (2007) Evaluación de cultivares criollos de aguacate (*Persea* spp.) en la colección del INIA-CENIAP en Venezuela. Memoria del VI Congreso Mundial del Aguacate. Viña del Mar, Chile.
- Srivastava MS, CG Katri (1979) An Introduction to Multivariate Statistics. Elsevier. New York, pp. 272-296.
- Westoboy J (1989) Introduction to World Forestry. Blackwell. Oxford, England.
- 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.