

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE VARIEDADES DE AGUACATE COMERCIAL Y PARA USO DE PATRON CLONAL

T. Ayala-Silva, R. Schnell y M. Winterstein

USDA, ARS, National Germplasm Repository Subtropical Horticulture Research Station 13601
Old Cutler Road, Miami, FL 33158

El objetivo del presente documento es caracterizar 15 variedades de aguacate para aumentar la información disponible para esta fruta. Quince variedades de aguacate del Banco de Germoplasma del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos, en Miami, FL: Utuado, playa de Vero, Aycock, Brooks, Collins, Plantula de Cellon de Hawaii, Winslowson, Vero Beach 1, Tonnage, Melendez, Semille 36, Lima Late, Collison y Lula fueron caracterizados en distintos aspectos: peso, longitud, ancho, y forma de la fruta; y características de la cáscara (aspereza, color y peladura manual); fechas de floración (para el brote, flor, flor y fruta). Se detectaron diferencias en el número y peso de la fruta. La mayor parte de las variedades eran ovaladas, con la cáscara verde áspera y fácil de remover con la mano.

Palabras claves: palta, caracterización de fruta, germoplasma

PHENOTYPIC CHARACTERIZATION OF COMMERCIAL AND ROOTSTOCK AVOCADO VARIETIES

T. Ayala-Silva, R. Schnell and M. Winterstein

USDA, ARS, National Germplasm Repository Subtropical Horticulture Research Station 13601
Old Cutler Road, Miami, FL 33158.

The objective of the present paper was to characterize 15 avocado varieties to increase the information available for this fruit. Fifteen avocado varieties from the United States Department of agriculture Germplasm Repository System, at Miami, FL: Utuado, Vero Beach, Aycock, Brooks, Collins, Cellon's Hawaii Seedling, Winslowson, Vero Beach No. 1, Tonnage, Melendez, Semille 36, Lima late, Collison and Lula were characterized for; weight; length, width, and fruit shape; and peel characteristics (roughness, color and hand peeling); flowering dates (for bud, bloom, bloom and fruit and fruit). Differences in fruit number and fruit weight were found. Most of the varieties were ovate, with rough green peel and easy to hand peel.

Key words: avocado, fruit characterization, germplasm.

1. Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es una fruta popular en los Estados Unidos y han sido cultivados en este país en la Florida desde 1833 cuando los primeros árboles fueron enviados de México por Sr. Henry Perrine (Toy,

1931). Aunque los Estados Unidos están en el tercer lugar entre los productores del mundo, hay pocas huertas especializadas. El interés en elegir las mejores variedades de aguacate en Florida, USA, comenzó en el 1900's (Toy, 1931).

Las variedades de aguacate se clasifican en tres grupos de "razas", conocidos como: Indias occidentales (antillanas), guatemaltecas y mexicanas. Los aguacates de las Indias occidentales se originaron en las áreas tropicales de la tierra baja de México y de América Central meridionales mientras que los aguacates guatemaltecos y mexicanos se originaron en las montañas de mediana altitud en Guatemala y México (Crane y otros., 2005).

La selección de variedades debe incluir varias estrategias o propuestas, una amplia lista es proveída abajo. Un acercamiento o propuesta es absolutamente variable y depende de las condiciones climáticas, tipo de suelo y drenaje del suelo (Avilán y Rodríguez, 1992). Otros podrían ser encontrar variedades de alto rendimiento, con baja vulnerabilidad a las enfermedades (Knighth Junior, 1999), condiciones de clima y la selección de los patrones (Ben-Ya'acov y otros., 1992); requisitos del consumidor, tales como contenido mínimo o máximo del aceite según los procedimientos enmendados del peso seco (departamento del alimento y agricultura de California). Las características adicionales son tamaño, color, forma y aspereza, basados en los hábitos del consumidor (Hoffman y otros., 2002); sabor (Lewis y otros., 1979), cantidad de fibra y de pulpa (Rouse y Knighth Junior, 1991), la tendencia de la pulpa de ponerse color marrón (Lizana y Luza, 1979), y la facilidad de pelar a mano. Otras características deben ser consideradas cuando la producción se orienta al mercado de producto fresco o procesado como alta producción de la pulpa (Rouse y Knighth Junior, 1991) o a la producción del aceite (Swisher, 1988).

El objetivo de este trabajo es proporcionar la información de muchas variedades que no se han divulgado y complementar los estudios agronómicos para hacer una banca de información útil a los cultivadores y a los investigadores.

2. Materiales y Métodos

Todas las muestras fueron recogidas de las plantas mantenidas en la colección que se encuentra en el Depósito Nacional de Germoplasma (NGR), en Miami, Florida, la localización y características del suelo se han descrito previamente (Ayala-Silva y otros, 2005). Durante el estudio 50 frutas de cada una de las variedades siguientes de árboles de aguacate más viejo de diez años fueron cosechadas: Aycock, Brooks Late, Cellon's Hawai Seedling, Collins, Collinson, Lima Late, Lula, Meléndez, Semille 34, Tonnage, Utuado, Vero Beach GRD, Vero Beach No 1, Winslowson, y Wilson Popenoe. Las muestras fueron llevadas al laboratorio y mantenidas en condiciones de temperaturas ambientales hasta que estuvieron maduras. Las frutas eran consideradas maduras, cuando su piel fue rota con un émbolo cilíndrico de la anchura de 0.8 centímetros de un modelo Instrom Universal Testing Machine modelo 1101.

Cincuenta frutas de cada variedad fueron medidas para obtener tamaño de la fruta. Cuando las muestras se maduraron, diez frutas de cada variedad fueron seleccionadas aleatoriamente, y determinaciones analíticas fueron realizadas. El peso de la fruta (fruta, semilla, y pulpa enteras) fue medido en una escala digital (gramos) y registrado. El diámetro de la fruta fue medido (centímetros) con una regla montada en una diapositiva fijada en plexiglás y los resultados anotados. Las características de forma, aspereza, facilidad de pelar la cáscara a mano, y el color fueron determinados. La raza, tipo de flor y la estación floreciente de los cultivares ya mencionados también se divulga.

Los resultados del color de la piel son el promedio de diez lecturas tomadas equidistantes en el ecuador de la fruta, medido con un colorímetro usando el sistema LAB (Ayala-Silva y Meerow., 2006). Las medidas de color de aguacates fueron hechas usando un colorímetro portable (Tristimulus Minolta Chroma Meter CR 400, Osaka, Japan) modelo CR-400 y el paquete informativo SpectraMatch, usando el sistema L^* , a^* , b^* . El colorímetro tiene un diámetro de 8 milímetros, de tres detectores de la respuesta fijados a un ángulo de 0° de visión y de un iluminador estándar C de la comisión de Color Internacional (CIE) con iluminación difusa (Figura 1). Este iluminador se acepta como teniendo una distribución de energía radiante espectral difusa más cercana a la luz reflejada del día. Una placa blanca fue utilizada para la calibración ($L^*= 98.15$, $C^*= 1.92$, $h^{*}= 93.8$, $a^*= 0.13$, $b^*= 1.92$).

Los valores de L^* indican la claridad (negro [$L^*=0$] y blanco [$L^*=100$]), los valores del a^* indican el rojo-verde (rojo [$a^* = 100$] y verde [$a^*= \{- 100\}$]), los valores del b^* indican el amarillo-Azul (amarillo [$b^* = 100$] y azul [$b^*= \{- 100\}$]). Los valores del L^* , a^* y b^* obtenidos de cada aguacate a la hora del muestreo representan los valores medios del L^* , a^* y b^* , calculados a partir de tres pulsos ligeros separados del colorímetro. El análisis descriptivo y los modelos estadísticos (ANOVA y separación media) fueron realizados usando los procedimientos Uní variado de la versión 9.1 de PC-SAS (instituto del SAS, Cary, N.C.), respectivamente.

Los datos son la mediana de 50 frutas.

3. Resultados y Discusión

Una presión apacible aplicada por los dedos es una práctica común de determinar madurez del aguacate. Sin embargo esta no es una determinación científica reproductiva, medidas analíticas de la textura fueron realizadas. Solamente los datos sobre cuatro variedades (Lula, Puebla, Wilson Popenoe y Winslowson) fueron encontrados en la literatura, así que ésta podría ser la primera vez que las otras variedades están reportadas.

Comparar datos sobre características de la fruta de diversos países es muy difícil porque diversos factores pueden inducir variabilidad incluso en la misma localidad y en diversas estaciones que se cosechan (Salazar y otros, 1971), pero no hay otra manera de poner en contraste datos de diversas fuentes.

Según datos de investigación (Tabla 1) los cultivares fueron divididos en las siguientes grupos (categorías) florecientes; temprano, medio, y los tardío. El período floreciente del 'Vero Beach GRD', 'Winsloson', 'Wilson Popenoe' y 'Cellons Hawai Seedling' fueron los más tempranos, que comienza en los extremos tempranos de Diciembre y termina a final de Marzo. El 'Vero Beach GRD' es más adelantado que el 'Utulado', que florece a partir de los mediados de diciembre hasta principios de abril. 'Meléndez', 'Collison' y 'Aycock Red', que pertenecen al grupo medio, florecen a partir de Enero hasta mediados-final de Abril. Los períodos florecientes de los últimos cultivares florecientes, que incluyen el 'Brooks Late', y el 'Lima Late', es a partir de finales de Febrero y finaliza a mediados de Mayo. El periodo de floración de las variedades tuvo un rango entre siete semanas y cinco meses. Solo una variedad 'Tonnage' termino la floración en siete semanas. Siguiendo los datos de floración y los descriptores del IPGR, (1995) ,ocho variedades demostraron un tipo de flor A, las otras siete demostraron una flor tipo B (Tabla 1).

El periodo de floración duro más de dos meses. Basado en las observaciones de floración, ocho variedades demostraron flor tipo A y las otras siete tipo B.

Wilson Popenoe, Lula, y Collinson fueron más pesados que los pesos divulgados por la Sociedad de Aguacate de Florida (1989/90), y por los valores observados por Gómez-López (2000, 2002) en Venezuela, sin embargo Winslowson fue más bajo que el peso reportado por Gómez-López (2002) y Salazar y otros. (1971) (Tabla 2).

Wilson Popenoe y Cellon's Hawai seedling fueron las variedades con la proporción más alta de pulpa ($p < 0.05$) (Tabla 2) entre las 15 variedades caracterizadas en nuestro repositorio. Este peso es más alto que los valores alcanzados por variedades en otros lugares, como Venezuela (Gómez-López, 2000 y 2002) y otras áreas en Cuba. Vero Beach, Aycock red y Lula demostraron el peso mas bajo (Tabla 2). Es interesante precisar que las variedades formado como pepino (José Antonio, Russell y Wilson Popenoe (Gómez-López, 1998) han sido reportados como variedades con los porcentajes más altos de pulpa. Wilson Popenoe, uno entre los 15 estudiados en este proyecto, tiene también una forma de pepino, así que puede ser que sea una cierta relación entre esta forma y una relación muy alta de la pulpa. Según los resultados obtenidos, Wilson Popenoe y Cellons tienen alto porcentaje de pulpa; porcentaje medio de pulpa, sin embargo, Aycock, Vero Beach GRD, Collins y Lula demostraron un porcentaje bajo de pulpa (Tabla 2).

De acuerdo a los descriptores usados por Biodiversity International (IPGR, 1995), cuatro variedades son de forma esferoide alto, dos esferoide, tres ovals, dos oval estrecho, tres forma de pera y una pepino (Tabla 3). Wilson Popenoe tiene forma de pepino, mientras que Wislonson, Lima Late y Meléndez tienen una forma oval, Cellon's y las dos variedades Vero Beach tienen forma de esferoide alto. Nueve variedades tienen cáscara lisa, cuatro cáscaras ásperas y dos cáscaras semi-ásperas (Tabla 3). La textura áspera se relaciona con el desarrollo de áreas de corcho extensas en la superficie

externa de la fruta (Schroeder, 1950) más bien que la superficie irregular ejemplificada por la variedad de Brooks late. Cinco variedades tenían la cáscara negra/púrpura (valor positivo a de la cromaticidad, Tabla 3), que pudo ser debido a los pigmentos de antocianina reportados por Prabha y otros (1980) dos variedades (Aycock y Wilson Popenoe) fueron amarillas (valor alto para la claridad L) y las demás variedades verde (el valor negativo a de la cromaticidad) (Tabla 3).

Las mayoría de las variedades usadas en este trabajo eran fáciles de remover la cáscara, excepto Lula, Collinson, y Collins; el primero tenía una cáscara muy adhesiva, y los otros una cáscara muy adhesiva y fácil de romper al pelar. El tiempo máximo de la madurez, después de tiempo de la cosecha cuando la cantidad más alta de muestras de cada variedad madura (Storey et al., 1973, Lee, 1982, Bergh et al., 1989), fue 3 días para Cellon's Hawai Seedling; Wilson Popenoe; Vero Beach GRD, Vero Beach 1, y 4-6 días para los otros. Estos datos puede ser muy útil para seleccionar variedades porque cuanto más tardía es la maduración, más larga es la vida de almacenaje. En adición, los consumidores prefieren aguacates con piel oscura a la verde.

RECONOCIMIENTO

El autor agradece Wilhelmina Wasik, por la recogida de datos e imágenes.

4. Literatura Citada

AVILÁN, L. AND RODRÍGUEZ, M. 1992. El aguacatero. Carta Agrícola-Fonaiaap, v.14, p.1-4.

AYALA-SILVA, T., SCHNELL II, R.J., MEEROW, A.W., WINTERSTEIN, M.C., CERVANTES-MARTINEZ, C., AND BROWN, J.S. 2005. Determination of color and fruit traits of half-sib families of mango (*Mangifera indica* L.). Proceedings of Florida State Horticultural Society. 118:253-257.

AYALA-SILVA, T. AND MEEROW, A. W. 2006. Evaluation of flower color using a colorimeter and the Royal Horticultural Society charts. Proceedings of the International Society for Tropical Horticulture. (In Press)

BEN-YA'ACOV, A., MICHELSON, E., ZILBERSTAIN, M., BARKAN, Z., AND SELA, I.1992. Selection of Clonal Avocado Rootstocks in Israel for High Productivity under Different Soil Conditions. Proc. of Second World Avocado Congress pp. 521-526.

BERGH, B. O., KUMAMOTO, AND J., CHEN, P. 1989. Determining maturity in whole avocados. Calif. Avocado Soc. Yearbook. 73:173-176.

CRANE, J. H., BALERDI, C. F., AND MAGUIRE, I.. 2005. Avocado Growing in the Florida Home Landscape. Circular 1034, Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

FLORIDA AVOCADOS.1990. Annual Report of The Avocado Administrative Committee. 1989-1990 Season. August 31, 1990.

GOMEZ-LOPEZ, V.C. 2000. Fruit Characterization of Venezuelan Avocado Varieties of medium oil content. *Scientia Agricola* V. 57 N.4 p. 791-794.

GOMEZ-LOPEZ, V.C. 2002. Fruit Characterization of Venezuelan Avocado Varieties of high oil content. *Scientia Agricola* V. 59 N.2 p. 403-406.

IPGR. 1995. Descriptors for Avocado (*Persea* spp.). Internacional Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

KNIGHT, T ROBERT J.1999. The Florida Experience:Importation, Breeding and Exportation Florida Agricultural Experiment Station Journal Series No. R-06524.

LEE, S. 1982. A review and background of the avocado maturity standard. *Calif. Avocado Soc. Yearbook*. (1981) 65:101-109.

LEWIS, C.E.; DETTMAN, E.; AND BATTYE, W. 1979. The use of test panels in evaluating the maturity of NSW avocados. *Food Technology in Australia*, v.31, p.394-396.

LIZANA, L.A. AND LUZA, J.G. 1979. Caracterización de la fruta de paltos (*PERSEA AMERICANA* MILL) de la raza mexicana cultivados en Chile. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science Tropical Region*, v.23, p.113-118.

PRABHA, T.N.; RAVINDRANATH, B.,AND PATWARDHAN, M.V. 1980. Anthocyanins of avocado (*Persea Americana* Mill.) peel. *Journal of Food Technology*, v.17, p.241-242.

ROUSE, R.E. AND KNIGHT, R.J JR. 1991. Evaluation And Observations Of Avocado Varieties For Subtropical Climates. *Proceedings of The Florida State Horticultural Society*, V.104, P.24-27.

SALAZAR, R.; RÍOS, D., AND TORRES, R. 1971 Selección De Variedades De Aguacate (*Persea Americana* Mill.) En Colombia. *Revista Del Instituto Colombiano Agropecuario*, V.6, P.357-377.

STOREY, W.B, BERGH; B.O, AND WHITSEL, R.H. 1973/74. Factors affecting the marketability of avocado fruit. *California Avocado Society Yearbook*, v.57, p.33-39.

SWISHER, H.E. 1988. Avocado oil from food use to skin care. *Journal of the American Oil Chemical Society*, v.65, p.1704-1706.

TOY, LEONARD H. 1931. Avocado Varieties - Selections for Planting. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 44:79-81.

Tabla 2. Peso, diámetro, pulpa, semilla, y peladura de piel de 15 variedades de aguacate del NGR en Miami, FL

Variedad	Peso (g)	diámetro(cm.)	Pulpa (g)	Semilla (g)	peladura de piel
Aycock	359.20	85.28	231.20	57.72	Fácil
Brooks	215.80	74.02	NR ^x	55.22	Difícil
Cellon's HI Seedling	747.76	101.26	635.30	65.46	Fácil
Collins	347.76	80.06	250.82	76.94	Difícil
Collinson	412.08	92.04	NR	72.78	Difícil
Lima late	1053.30	105.00	NR	134.30	Fácil
Lula	450.80	87.38	278.8	95.24	Fácil
MeléndeZ	682.21	96.57	NR	111.07	Semi-difícil
Semil34	504.88	94.40	NR	77.00	Fácil
Tonnage	517.42	89.03	NR	68.39	Fácil
Utulado	556.64	95.78	NR	112.64	Fácil
Vero Beach GRD	256.60	72.36	174.44	57.16	Fácil
Vero Beach 1	390.70	89.54	289.96	70.74	Fácil
Winslowson	478.22	89.96	NR	68.44	Semi-difícil
Wilson Popenoe	1028.14	90.68	858.00	55.88	Fácil

^xNR= No reportado.

Tabla 1 Raza, tipo Flor, tiempo para encapullar y fruta, número de repositorio (MIA)

Variedad	^x Raza	^b Tipo Flor	Periodo de floración		Tiempo de floración total		MIA No.
			Fecha (mes/día)	Semanas para floración	Fecha (mes/día)	Semanas para completar floración ^y	
Aycock red	WI	B	1/20-5/21	17	1/20-5/10	16	MIA20022
Brooks	G	B	2/26-4/23	14	2/26-4/16	13	MIA22618
Cellon's Hawaii seedling	WI	B	1/11-4/7	13	1/11-4/1	11	MIA 6915
Collins	GXWI	B	1/5/-3/25	10	1/5/-3/18	9	MIA 3897
Collinson	GxWI	A	1/26-4/22	12	1/26-4/16	11	MIA 400
Lima late	MXWI	B	2/2-5/10	17	2/2-4/30	16	MIA20034
Lula	MxG	A	1/26-5/10	9	3/18-4/30	8	MIA7828
MeléndeZ	GXWI	A	1/11-4/22	12	1/26-4/16	11	MIA19770
Semil34	GXWI	B	2/2-4/14	11	2/2-4/7	10	MIA24224
Tonnage	GXW	B	1/26-3/12	7	1/26-3/5	6	MIA

Utulado	GXWI	A	1/26-4/7	11	1/26-4/7	10	19847 MIA 19768
Vero Beach GRD	CH	B	1/5/-3/25	10	1/5/-3/18	9	MIA 20536
Vero Beach #1	CH	A	12/9-4/16	16	12/9-3/5	12	MIA18435
Winsloson	GxWI	B	1/5/-5/21	20	1/5/-5/14	19	MIA 3888
Wilson Popenoe	WI	A	1/20-4/7	12	1/20-3/31	11	MIA21135

^xM= Mexicano, WI= Indias Occidentales (Antillano), G=Guatemalteco, MxG= Mexicano cruzado con Guatemalteco GxWI= Guatemalteco-Antillano y CH=complejo híbrido. ^y Floracion completa cuando mas del 75% de las flores abiertas'.

Tabla 3. Características de la forma, textura y color de 15 variedades de aguacate del Repositorio de germoplasma del USDA, ARS en Miami, FL, USA.

Variedad	Forma ^b	Textura	^x L	^y a	^z b
Aycock	Elipsoide (4)	suave	42.65	-4.83	13.16
Brooks	Esferoide (2)	Áspera	38.45	-6.67	7.70
Cellon's HI Seedling	Esferoide alto (3)	suave	42.15	-4.80	12.49
Collins	Esferoide alto (3)	suave	35.92	2.16	3.42
Collinson	Ovalada angosta (5)	suave	37.35	-1.94	6.58
Lima late	Ovalada(6)	suave	38.33	-3.12	8.71
Lula	Pera (7)	Áspera	39.34	-8.99	12.13
Meléndez	Ovalada (6)	suave	40.35	-4.96	11.87
Semil34	Esferoide (2)	Semi-áspera	41.29	-10.53	15.04
Tonnage	Pera (7)	Áspera	42.76	-9.29	13.72
Utulado	Ovalada angosta (5)	Semi-suave	41.91	-10.95	13.16
Vero Beach GRD	Esferoide alto (3)	suave	33.99	2.93	1.65
Vero Beach 1	Esferoide alto (3)	suave	34.69	4.07	1.95
Winslowson	Ovalada (6)	Áspera	39.92	-3.02	9.61
Wilson Popenoe	Pepino (8)	suave	46.95	-8.17	17.03

^b De acuerdo a IPGR 1995. ^xClaridad, ^yCromaticidad roja verde, ^zCromaticidad azul y amarillo. Los datos del color son medianas de 50 lecturas tomadas en varias localizaciones de los aguacates.