

Caracterización Morfológica Mediante Hoja, Flor, Fruto Y Semilla De Especies Del Género *Persea* Y Especies Afines Mediante Analisis Por Métodos Multivariados

J.C. Reyes-Alemán¹, M de la C. Espíndola Barquera¹, A. F. Barrientos-Priego² y J. G. Cruz Castillo³

¹ Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C. Ignacio Zaragoza No. 6 Coatepec Harinas, México CP 51700. Tel 01723-1450160, e-mail reyesaleman@hotmail.com, cictamex@prodigy.net.mx

² Posgrado de Horticultura, Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo Km. 38.5 Carretera México -Texcoco, Texcoco Edo. de México C.P. 56230 e-mail abarrien@gmail.com

³ Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco, Ver.

Resumen

Mediante un estudio de caracterización morfológica, se describió una muestra representativa de un banco de germoplasma de aguacate (60 individuos (**resultados preliminares**)) de diferente origen que alberga ejemplares de diversas especies del género *Persea* y especies afines, entre ellas; *Persea americana* (Razas: mexicana, guatemalteca y antillana) *P. floccosa*, *P. nubigena*, *P. cinerascens*, *Bleishmiedia miersii* y *Persea lingue* Mediante la técnica de análisis multivariado se logró conocer la diversidad conservada y elaborar agrupamientos que nos permitieron además realizar inferencias taxonómicas de lo resguardado. Se utilizaron para la descripción descriptores UPOV e IPGRI; Barrientos-Priego *et al.* (1991), (IPGRI, 1995), (UPOV, 2006) y Barrientos *et al.* (2010) que describen características de hoja, fruto, semilla, brote vegetativo y hábito del árbol. Los resultados nos permiten establecer los criterios para la futura colecta y conservación *Ex Situ* del género *Persea*.

Palabras clave: Caracterización Morfológica, *Persea*, Descriptores, Análisis Multivariado, Conservación.

Morphological Characterization By Means Of Leaf, Flower, Fruit And Seed Of Species Of The *Persea* Genus And Species Related Through Multivariate Analysis

Abstract

Through a study of morphological description, it was described a representative sample of a gene bank of avocado (60 individuals (**preliminary results**)) of different origin that contains copies of various species of the genus *Persea* and related species, including; *Persea americana* (Razas: mexicana, guatemalteca y antillana) *P. floccosa*, *P. nubigena*, *P. cinerascens*, *Bleishmiedia miersii* y *Persea lingue* by multivariate analysis technique we were able to develop the diversity conserved and also groupings that allowed us to make inferences of taxonomic protected. Were used to describe UPOV and IPGRI descriptors, Barrientos-Priego *et al.* (1991), (IPGRI, 1995), (UPOV, 2006) and Barrientos *et al.* (2010) that describe characteristics of leaf, fruit, seeds, vegetative shoot and habit of the tree. The results allow us to establish criteria for future collection and *ex situ* conservation of this genus.

Key words: Morphological Characterization, *Persea*, Descriptors, Multivariate Analysis, Conservation

INTRODUCCIÓN

El aguacate es una especie extremadamente variable, sus formas diversas han dificultado su descripción y ubicación taxonómica generando controversias. Sin embargo los trabajos de caracterización tanto morfológicos como moleculares han tratado de aportar información útil en orientar la conformación de agrupamientos para ubicar la diversidad de accesiones con que se cuenta. Kopp (1966) reconoció a dos subgéneros dentro del género *Persea*; subgénero *Persea* y *Eriodaphne*. Sin embargo, algunas dificultades en la clasificación de las especies son junto con la influencia del hombre el hecho de que su progenie es extremadamente variable (Gama-Campillo, 1994), por su forma de polinización cruzada. Esta autora realizó un estudio relacionado con

iconografía, etnobotánica, lingüística y acontecimientos históricos de las especies expuestas a las relaciones planta-humano y realizó un estudio sistemático que intentó ayudar a proponer una reclasificación taxonómica. Campos *et al.* (2007) mediante estudios heurísticos y de parsimonia (consistentes en la búsqueda de adecuaciones más apropiadas a las teorías que reclasifican actualmente al género *Persea* y basándose en caracteres morfológicos, propuso algunos ajustes al género sugiriendo que no es un grupo monofilético y que los subgéneros *Persea* y *Eriodaphne* deberían reconsiderarse como géneros independientes. van der Werff (2002) identificó a las nuevas especies; *Persea albiramea* van der Werff, *P. brevipetiolata* van der Werff y *P. laevifolia* van der Werff e indica que la variabilidad genética en aguacate se debe a los procesos de selección y cultivo que el hombre le ha hecho a través de los años y difiere con la clasificación de Kopp (1966). Gama-Campillo (1994), en su estudio sugirió también que el aguacate había sido usado por las poblaciones indígenas durante tiempos considerables antes de la llegada de los descubridores europeos. Smith (1966) ubicó aproximadamente entre 7000 – 8000 a.c. la evidencia más antigua del consumo de aguacate por parte de los pobladores en cuevas localizadas en la parte central de México, a la par en los valles de Oaxaca hay evidencias de su consumo y posible selección hacia los años 4000 a 2800 a.c. A mediados del siglo XVI el aguacate ya era cultivado por pobladores de México y del Perú en los tiempos de la conquista por los españoles (Popenoe, 1963; Storey *et al.* 1986).

De tal manera que el objetivo del presente estudio de caracterización morfológica pretende orientar la ubicación de las accesiones que conforman el banco de germoplasma de aguacate de CICTAMEX S.C., realizando agrupamientos, con el fin de tratar de ponderar el grado de similitud o parentesco entre ellos y conocer la diversidad con que se cuenta en esta colección localizada en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización morfológica.

Se realizó la caracterización morfológica preliminar de **60** accesiones de *Persea* y especies afines (Cuadro 1), se incluyeron genotipos de los subgéneros *Persea* y *Eriodaphne*, el estudio se apoyó en características de hoja, flor, fruto y semilla basados en las directrices de Barrientos-Priego *et al.* (1991), IPGRI (1995), UPOV (2006) y Barrientos *etal.* (2010) (Cuadro 1). El material vegetativo se tomó de la colección de trabajo conservada *ex situ* denominada banco de germoplasma de *Persea* ubicada en la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C. en Coatepec Harinas, México. La información generada se analizó estadísticamente mediante Componentes Principales.

Cuadro 1. Lista preliminar de accesiones caracterizadas morfológicamente.

Clave colecta	de Origen de muestra	de la Nombre del genotipo	No. en el lote	Raza o parentesco
CH-C-30	Mexico	<i>Persea Cinerascens</i>	4	<i>Persea cinerascens</i>
CH-I-1	Israel	<i>Persea Nubigena 1/8</i>	6	<i>Persea nubigena 1/8</i>
CH-I-3	Israel	<i>Persea Floccosa</i>	10	<i>Persea floccosa</i>
CH-I-4	Israel	<i>Persea Nubigena 1/7</i>	12	<i>Persea nubigena 1/7</i>
CH-GU-1	Guatemala	Primitive Guat	15	Guatemalteca
CH-C-62	USA	Martín Grande Clon	19	?
CH-Ch-1	Chile	Beilschmiedia Miersii	23	Beilschmiedia miersii
	USA	Thomas	26	Mexicana
	Mexico	Coatepec	29	Mexicana
	Chile	Lingue	32	P. lingue
CH-G-12	Mexico	Comcar1	33	Guatemalteca
CH-C-42	Mexico	Lonjas	36	Mexicana
CH-G-86	Mexico	Mantequilla 1	37	Mexicana
	Mexico	Coatepec Harinas	40	Mexicana
CH-C-52	Mexico	S1 P. Timbinal	43	Mexicana
CH-C-52	Mexico	S1 P. Timbinal	44	Mexicana
	Mexico	Chiltepec	48	Mexicana
CH-GU-12	Guatemala	San Marcos	50	Guatemalteca
CH-C-58	Mexico	230 Ptb	51	Hibrido
CH-G-15	Mexico	Larrazar 1	54	Guatemalteca
CH-GU-17	Guatemala	Teni	56	Guatemalteca
CH-G-7	Mexico	Scrmr7 S1	60	Guatemalteca
CH-C-47	Mexico	Vargas	65	Mexicana
CH-G-76b	Mexico	Nubigena	66	P. nubigena
CH-G-24	Mexico	Amatenango S1	68	Guatemalteca

Clave colecta	de Origen de muestra	de la Nombre del genotipo	No. en el lote	Raza o parentesco
CH-G-76	Mexico	162 Plc Rodeo 1	70	Persea nubigena
CH-C-5	Mexico	Temascaltepec3 S4	73	Mexicana
CH-C-10	Mexico	Tochimilco1 S2	74	Mexicana
	Mexico	Coatepec.75	75	Mexicana
	Mexico	Coatepec-76	76	Mexicana
CH-G-49	Mexico	151 Plc Tetiz	77	Antillano
CH-G-10	Mexico	Olanca2 S3	80	Guatemalteca
CH-C-34	Mexico	Guadalupe1 Clon	85	Mexicana
CH-C-38	Mexico	Pintle 2	86	Mexicana
CH-C-60	Mexico	24 Ptb	87	Mexicana
CH-C-51	Mexico	Principe Negro Timb	88	Mexicana
CH-G-24	Mexico	Amatenango S1	94	Guatemalteca
CH-C-12	Mexico	Tochimilco3	98	Mexicana
CH-CR-28	Costa Rica	Marichal	102	Antillano
CH-G-1 S4	Mexico	Scr Mer	113	Guatemalteca
	Islas Canarias	Arona	120	Hibrido
	Mexico	S. Lonjas	121	Mexicana
CH-P-3	Mexico	Tlacolula3s1	124	Mexicana
CH-C-22	Mexico	Almoloysa S1	127	Mexicana
CH-C-	Mexico	H Guadalupe1	128	Mexicana
CH-C-18	Mexico	Aquijic	129	Mexicana
CH-C-3	Mexico	Temascaltepec2s2	131	Mexicana
	Mexico	24 Ptb	135	Mexicana
CH-C-4	Mexico	Temascaltepec1s3	142	Mexicana
	USA	Duke 7	146	Mexicana
CH-C-43	Mexico	S-Lonjas	152	Mexicana
CH-C-64b	Mexico	S. Aquila	160	Mexicana
CH-C-	Mexico	S. Rincoatl	163	Mexicana
CH-C-18	Mexico	Aquijic S2	165	Mexicana
CH-	Mexico	Hass Jb	166	Hibrido
CH-C-19	Mexico	Mantequilla S1	181	Mexicana
CH-C-41	Mexico	Pahua Negro	184	Mexicana
CH-CR-14	Costa Rica	Marichal1 S1	186	?
CH-C-50	Mexico	Ag. Negro	188	Mexicana
CH-C-12	Mexico	Tochimilco 3	210	Mexicana

Resultados

De manera preliminar, mediante la técnica de los componentes principales se pudo analizar la información recabada. Se logró identificar como variables más útiles en la diferenciación de genotipos, a las variables vegetativas, siendo los caracteres que resultaron más discriminantes para el agrupamiento de acuerdo al análisis por componentes principales: la longitud del peciolo, longitud de entrenudos del vástago, área foliar y extensión del vástago de la hoja.

Se generó un dendrograma previo en el cual se pudo agrupar a las razas según las características morfológicas de hoja; en los grupos se encuentran colectas que no pertenecen a las razas, pero que se relacionan como híbridos: Martín Grande, Nubígena 1/7, etc., existieron genotipos separados completamente de alguna agrupación, estos casos aislados se asocian como formas diferentes a los demás grupos y corresponden a las especies las cuales se separan de manera independiente.

Conclusiones

Gran diversidad de germoplasma continua colectándose y conservándose en colecciones aisladas de campo, pero es fundamental conocer lo que se conserva y contar con una descripción actualizada del germoplasma, un documento más completo que concentra la información del banco de germoplasma de CICTAMEX S.C., lo constituye el catálogo de la colección de trabajo de aguacates templados y subtropicales, campus Coatepec Harinas, México (CICTAMEX-SINAREFI-SNICS-SAGARPA, 2011) (en impresión). Este documento alberga detalladamente información de 150 colectas realizadas en México, Centroamérica, Chile y algunas que provinieron de Israel tiempo atrás traídas por el Dr. Abrahm Ben Ya Acov (1995-96).

Adicional a la caracterización morfológica y como parte complementaria, se ha trabajado en la utilización de marcadores moleculares mediante análisis RAPDs e ISSRs, estos han permitido

detectar polimorfismos a nivel de DNA útiles en la distinción entre genotipos, dichos resultados se encuentran en vías de publicación..

Agradecimientos

Este proyecto ha contado con patrocinio de parte del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) SNICS-SAGARPA del gobierno de México. A través del proyecto de la Red de Aguacate FRU-AGUA-09-9-Characterización morfológica de aguacates de la colección de trabajo de acuerdo a descriptores UPOV e IPGRI, a quien se agradece el apoyo.

Referencias

- Barrientos-Priego, A. F., Ben-Ya'acov, A. D., de la Cruz-Torres, E., López-López, L., Buffer, G. and M. W. Borys. 1991. Descriptores para aguacate-Descriptors for avocado. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C. Coatepec Harinas, Estado de México. México. 69 p.
- Barrientos-Priego, A., Reyes-Alemán, J. C. y Aguilar-Melchor, J. J. 2010. Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Aguacate. RED AGUACATE, SINAREFI, SNICS-SAGARPA.176 P
- Campos R. E., Terrazas T. and L. López-Mata 2007. *Persea* (avocados) phylogenetic analysis based on morphological characters: hypothesis of species relationships. Genetic Resources and Crop Evolution 54:249-258.
- Gama-Campillo, L. 1994. Studies on the systematic and ethnobotany of the subgenus *Persea*. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy University of California Riverside, USA. 294 p.
- IPGRI. 1995. Descriptores para aguacate-Descriptors for avocado (*Persea* spp.) Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI-FAO). Roma, Italia. 54 p.
- Kopp, L. 1966. A taxonomic revision of the genus *Persea* in the Western Hemisphere (*Persea*-Lauracea). Mem. New York Bot. Gard. 14:1-117.
- Storey, W. B., Bergh, B. O. and G. A. Zentmyer. 1986. The origin, indigenous range, and dissemination of the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook 70:127-133.
- Popenoe, W. 1963. Early history of the avocado. Calif Avocado Soc Yearbook 47: 19-24.
- Smith, C. E. 1966. Archaeological evidence for selection in avocado. Econ. Bot. 20: 169-175.
- UPOV. 2006. Avocado (*Persea americana* Mill). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Enlarged Editorial Committee, Geneva, Switzerland. 34 p.
- van der Werff, H. 2002. A synopsis of *Persea* (Lauraceae) in Central América. Novon 12(4): 575-586.

ANEXO FOTOGRÁFICO



Caracterización de frutos



Caracterización de semillas



Caracterización vegetativa



Caracterización de floración

Anexos

Cuadro 1. Caracteres vegetativos, floración, fructificación y semilla evaluados.

Crecimiento Vegetativo	Abreviacion	Comentario
Hábito del árbol	HAAR	observacion unica: 1= erecto, 2=abierto, 3=caído, 4=colgante
Angulo de inserción de las ramas principales	ANINRAPRIN	observacion unica: , 3=agudo, 6= obtuso
Extención del crecimiento de los vástagos	EXTVAST	10 repeticiones al azar seleccionadas
Longitud de entrenudos de los vastagos	LONGENTVAS	10 repeticiones al azar seleccionadas
Diametro de vastagos	DIVASTJU	10 repeticiones al azar seleccionadas
Color de vástagos juveniles	COVASJU	observacion unica: 1= amarillo, 2=verde, 3=rojo.
Lenticelas de vástagos juvenes	LENTIVAJO	observacon unica: 1=ninguno, 2=pocos 3=intermedio , 4= varios
Color de lenticelas de vástagos jóvenes	COLEVASJO	observación unica: 1= marfil, 2=verde, 3=café, 4=rojo, 5= púrpura
Superficie de vástagos jóvenes	SUVASJO	observacion unica: 1= glabro 2= pubescente
Color de ápice del vástago	COLAPVAS	observacion unica: 1= café muy claro ,2=café claro, 3=café 4= verde
Superficie de ápice del vástago	SUPAPVAS	observacion unica: 1= glabro 2= pubescente
Forma de la hoja	FOJA	observacion unica: 1= ovado, 2=obovoide, 3=obovado, 4=oval, 5= circular, 6=cordiforme, 7=lanceolado, 8=Oblongo,9oblongo-lanceolado 10=otra
Olor a anis	OLANIS	observación unica: 1=ninguno, 2=debíl, 3=medio, 4=intenso.
Color de hojas maduras	COLMA	observación unica: 1=verde claro, 2=verde, 3=verde oscuro
Color de hojas jóvenes	COLHOJOV	observacion unica: 1= verde claro, 2= verde, 3 café claro, 4= café, 5=rojo claro, 6= rojo, 7= otro
Peciolo acanalado	PEACA	observacion unica: 0= ausente, 1= presente
Longitud del peciolo de hojas maduras	LONGPECI	10 repeticiones al azar seleccionadas

Angulo de inserción del peciolo foliar	ANINSERPEFOL	observacion unica: 3=agudo, 6=obtuso
Margen de la hoja	MARHO	observacion unica: 1= recto, 2= ondulado
Area foliar	AREFOL	Promedio de 10 hojas maduras al azar seleccionadas
Angulo de las venas secundarias respecto a la vena principal	ANVESEC	observacion unica: 3=agudo, 6=obtuso
Angulo de apice de la hoja	ANAPHO	observación unica: 1= muy agudo, 3=agudo,5=intermedio, 7=obtuso, 9=muy obtuso
Forma de la base de la hoja	FORBASHO	observacion unica: 1= angular, 2=redondeada, 3= truncada.
Pubescencia en la superficie del envés de la hoja	PUBSUEN	observación unica:0=ausente,1= muy ligera 3=ligera, 5= moderada, 7= abundante
Pubescencia en la superficie del haz de la hoja	PUBSUHAZ	observacion unica:0=ausente, 1=muy ligera 3= ligera, 5=moderada, 7=abundante

Características De Flor	Abreviacion	Comentario
Numero de flores por inflorescenc.	NUMINFLO	5 a 10 repeticiones en cada individuo
Ancho de pétalo	ANCHPE	5 a 10 repeticiones en cada individuo
Ancho de sepal	ANCHSEP	5 a 10 repeticiones en cada individuo
Longitud de petalo	LONGPET	5 a 10 repeticiones en cada individuo
Longitud de pedicelo	LONGPD	5 a 10 repeticiones en cada individuo
Numero de ramificaciones por inflorescencia	NURAMINFLO	5 a 10 repeticiones en cada individuo
Longitud del eje principal de la inflorescencia	LONEJEPRIN	5 a 10 repeticiones en cada individuo
Longitud de ramificaciones de la inflorescencia	LONGRAM	5 a 10 repeticiones en cada individuo
Longitud de sepal	LONGSEP	5 a 10 repeticiones en cada individuo
Color de flor	COFLOR	observación unica: 1= crema,2=verde,3=amarillo,4=café, 5 =rojizo

Características En El Fruto	Abreviacion	Comentario
Forma del fruto	FORMFRUT	observacion unica: 1=oblata, 2=esferoide, 3= esferoide alto, 4=Elipsoide, 5=obovoide, 6= obovado, 7=piriforme,8=oblongo, 9= romboidal,10=otro
Longitud de fruto	LONGFRUT	5 repeticiones en cada individuo
Diametro del fruto	DIAMFRUT	5 repeticiones en cada individuo
Peso de lfruto	PESFRUT	5 repeticiones en cada individuo
Forma de la base del fruto	FORMBAFRUT	observacion unica: 1=hundido, 2=aplanado, 3= inflado, 4=puntiagudo
Forma del apice del fruto	FORMAPFRUT	observación unica:1=hundido profundamente,2=ligeramente hundido, 3= aplanado,4=redondeado, 5= puntiagudo
Aristas en el fruto	ARISTFRUT	observacion unica: 1= ausentes, 2= rotas, 3= enteras
Tamaño de lenticelas en el fruto	TAMDELENT	observacion unica: 3= pocas, 5=media, 7= grandes
Color de lenticelas	COLLENT	observación unica:1= amarillo claro, 2= amarillo, 3= verde claro, 4= verde, 5= café, 6= rojiso , 7= otro
Lenticelas corchozas	LENTCORCH	observación unica: 0= ausentes, 1=presentes
Color de la cascara del fruto	COLCASFRUT	observacion unica:1=verde claro, 2=verde, 3= verde oscuro, 4=amarillo, 5= rojo, 6= púrpura, 7= negro, 8= mezclado
Brillantez de la cáscara	BRICASFRUT	observación unica: 3=debil, 5=mediana, 7= fuerte
Distincion de la union del pedicelo con el pedunculo	DISTUNIPEPE	observación unica: 1= no aparente, 2= conspicuo
Forma el pedicelo	FORMPED	observación unica: 1=cilindrica, 2= cónica, 3 redondeada, 4= otra
Pedicelo con forma de cabeza de clavo	PEDCABCLAV	observación unica: 0= ausentes, 1=presentes
Posicion del pedicelo en el fruto	POSPEDFRUT	observacion unica: 1=central,2=asimétrico, 3=muy asimétrico
Longitud del pedunculo	LONGPE	5 repeticiones en cada individuo
Diametro del pedunculo	DIAMPE	5 repeticiones en cada individuo
Diametro de la base del pedicelo	DIABAPED	5 repeticiones en cada individuo
Diametro del apice del pedicelo	DIAAPPED	5 repeticiones en cada individuo
Color del pedicelo	COLPED	observacion unica: 1=amarillo, 2= verde, 3=anaranjado, 4=rojo, 5= café
Grosor de la cascara	GROCAS	5 repeticiones en cada individuo
Flexibilidad de la cascara	FLEXCAS	5 repeticiones en cada individuo
Textura de la cascara	TEXCAS	observación unica: 1= membranosa, 2= correosa, 3= corchoza
Adherencia de la cascara a la pulpa	ADHECAS	observacion unica: 3= ligera, 5=intermedia, 7= fuerte
Color de la pulpa cercana a la cascara	COPCERCAS	observacion unica: 1=marfil,2= amarillo claro, 3=amarillo, 4=amarillo intenso, 5= verde claro , 6= verde, 7 otro
Color de la pulpa cercana a la semilla	COPUCERSEM	observacion unica: 1=marfil,2= amarillo claro, 3=amarillo, 4=amarillo intenso, 5= verde claro , 6= verde, 7 otro

Textura de la pulpa	TEXPUL	observación unica: 1=acuoso, 2= cremoso,3= pastoso, 4= granular, 5=otro
Sabor dulce de la pulpa	SADUP	observacion unica: 1= ninguno, 2=bajo, 3= intermedio, 4=alto
Sabor amargo de la pulpa	SAMAP	observacion unica: 1= ninguno, 2=bajo, 3= intermedio, 4=alto
Sabor a nogado de la pulpa	SANOP	observacion unica: 1= ninguno, 2=bajo, 3= intermedio, 4=alto
Sabor a anís de la pulpa	SANISP	observacion unica: 1= ninguno, 2=bajo, 3= intermedio, 4=alto
Fibra en la pulpa	FIBRPULP	observacion unica: 1= ninguno, 2=poca, 3= medio, 4=bastante
