

Avances en la Caracterización Morfológica de Progenies de Aguacate Criollo en Michoacán, México.

Progress in Morphological Characterization of Avocado Native in Michoacan, Mexico.

Larios-Guzmán, A.¹, Vidales-Fernández, I.¹, Tapia-Vargas, L.M.¹, Guillén-Andrade, H.², Villaseñor-Ramírez, F.¹, Mendoza-López, M.¹, Teniente. R.

¹ Investigadores del Campo Experimental Uruapan, CIRPAC-INIFAP. Ave. Latinoamericana 1101, Colonia Revolución, Uruapan, Michoacán, México. CP. 60150. anlarios@yahoo.com.mx

² Profesor-investigador de la Facultad de Agrobiología "Pdte. Juárez". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Paseo Lázaro Cárdenas S/N, Uruapan, Michoacán, México.

Resumen

Actualmente la fruticultura ha tomado gran importancia en todo el mundo y en particular en nuestro país, debido a que constituye una actividad que es remunerativa y con un alto potencial para su producción en México ya que es una alternativa para el campo mexicano. En México existe una amplia diversidad genética de aguacate y sus parientes silvestres (Ben Ya'acov, 1992); sin embargo, la destrucción de los hábitats naturales está ocurriendo a un paso alarmante. De ahí que se demanda urgentemente la colecta de germoplasma, para su conservación y usos potenciales en la mejora genética. La caracterización agromorfológica del material colectado es una actividad primaria al uso de germoplasma (Karp *et al.*, 1997). Con el objeto de conocer los recursos genéticos de aguacate y especies afines existentes en México, su distribución geográfica y diversidad genética, se han efectuado misiones de colecta en tres cuartos del territorio mexicano. Los árboles, frutos, semillas y muestras vegetativas, se caracterizaron de acuerdo a la guía UPOV. Se tiene una primera aproximación a la clasificación taxonómica. A la fecha se cuenta con más de 753 colectas donde se incluyen ejemplares de *Persea americana* Mill. con sus tres razas hortícolas, así como de *Persea schiedeana* Nees.

Palabras clave: Aguacate, germoplasma, mejoramiento genético, conservación *in vitro*, criopreservación.

Summary

Currently, the fruit has taken great importance throughout the world and particularly in our country, because it is a remunerative activity with high potential for production in Mexico as an alternative to the Mexican countryside. In Mexico there is a wide genetic diversity of wild relatives avocado-modities (Ben Ya'acov, 1992), however, the destruction of natural habitats is occurring at an alarming rate. Hence the urgent demand for the collection of germplasm for conservation and potential use in breeding (Karp *et al.*, 1997). In order to know the avocado genetic resources and related species found in Mexico, its geographical distribution and genetic diversity, have made collecting missions in three quarters of Mexico's territory. The trees, fruits, seeds and vegetative samples were characterized according to UPOV phone. There is a first approach to the taxonomic classification. To date there are more than 753 collections which include copies of *Persea americana* Mill with three horticultural races and *Persea schiedeana* Nees.

Keys words: Avocado, germplasm, genetic improvement.

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es originario de México y Centroamérica. En la actualidad se cultiva comercialmente en más de 50 países, y su producción es en promedio de dos millones de toneladas anuales. México es el mayor productor con cerca del 40 % de la producción mundial. En México existe una amplia diversidad genética de aguacate y especies afines en estado silvestre (Ben Ya'acov, 1992), la falta de información confiable sobre los recursos genéticos de esta especie en nuestro país limita los esfuerzos enfocados hacia su mejoramiento genético. La caracterización agromorfológica y molecular del material colectado es una actividad primaria para el uso de germoplasma (Karp *et al.*, 1997). Los marcadores genéticos suministran valiosas herramientas para

ayudar en la creación de las combinaciones genéticas deseadas, y en la identificación y selección de genotipos deseables (Clegg, 1999).

Tres de esos tipos diferentes *Persea americana* son en la actualidad ampliamente conocidos a nivel mundial como subespecies ó variedades botánicas de *P americana*: *P americana ssp drymifolia*, *P americana ssp. guatemalensis* y *P americana ssp americana* (Bergh, 1992). Desde hace varios años esos tres tipos se han conocido en los círculos hortícolas como razas ecológicas o razas hortícolas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana respectivamente (1992; Bergh, 1992). En el área de origen del aguacate con sus tres razas, se ha generado una gran diversidad genética; decenas de miles de árboles silvestres provenientes de semilla existen actualmente bajo condiciones ecológicas muy variadas. La selección natural principalmente, y la acción del hombre durante miles de años, ha producido tipos adaptados a esas regiones (Ben ya'acov, 1992a).

En México y en particular en la zona aguacatera del estado de Michoacán existen el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias que ha llevado estudios encadenados a la exploración, colecta, conservación y evaluación de los recursos genéticos del aguacate, considerando las cualidades nutritivas que este fruto ofrece a la dieta mundial del ser humano. De este tesoro genético, en nuestro país se tiene una gran gama misma que se podría aprovechar para realizar selección en cuanto a tolerancia en varios aspectos fitosanitarios y de calidad de fruta, sin embargo la deforestación, los cambios en el uso del suelo y los Incendios forestales están causando erosión genética además de la presencia de nuevas variedades uniformes de cultivares. Por lo anterior además de los programas de exploración colecta conservación y evaluación de genotipos en peligro de extinción urgen programas de mantenimiento de lo ya existente (Arpaia, 1997).

Objetivo

Colectar, preservar, caracterizar y evaluar material genéticos del género *Persea* para efectos de rescate genético, conservación de recursos fitogenéticos naturales y constitución de la base material de lanzamiento de un programa de mejoramiento genético del aguacate.

Colectas

Se efectuarán recorridos por las áreas productoras de aguacate de las entidades federativas seleccionadas. La caracterización de sitios se hará tomando como guía la propuesta por IPGRI, (Internacional Plant Genetic Resources Institute) con el auxilio de información de clima y suelos del INEGI (Instituto Nacional de geografía e Informática), altímetro, y geoposicionador. Se incluirá información de clima y suelo, altitud, vegetación circundante, topografía, isoyetas, isotermas y otras características de interés.

Banco de Germoplasma

Los árboles serán trasplantados al sitio que constituye el llamado huerto banco de germoplasma (HBG). En ese HBG, los materiales permanecerán individualizados para su caracterización agromorfológica. En el HBG habrá materiales "pasivos", cuya única finalidad es la preservación de los genotipos, y materiales "activos" que proporcionarán copias genéticas para propósitos de evaluación y posteriormente mejoramiento de la especie.

Caracterización Agromorfológica

La caracterización a realizar se refiere a la brotación y desarrollo vegetativo, así como a la floración. Las guías para caracterización a seguir son las listas de descriptores propuestas por IPGRI y UPOV. Puntos para realizar una buena descripción de las progenies establecidas ex situ en bancos de germoplasma:

1. El solicitante realizará la evaluación con fines de descripción varietal, siguiendo los lineamientos establecidos en la presente guía.
2. Cuando exista duda o controversia fundada, y sea la autoridad quien evalúe la variedad y los componentes hereditarios considerados en esta guía, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural decidirá cuándo, dónde y qué cantidad y calidad de semilla debe ser entregada.
3. Como mínimo, se recomienda la siguiente cantidad de material de planta:
8 varetas para injerto para ser probadas en un patrón estándar (Duke 7 u otro, especificar) por cada lugar de evaluación.
4. El material vegetal debe poseer una adecuada calidad física, fisiológica y fitosanitaria.
5. El material vegetal no debe someterse a ningún tratamiento químico, a menos que se realice bajo la supervisión de la autoridad competente. o así lo requiera. Si recibe algún tratamiento, todos los detalles deben ser indicados.
6. Las pruebas deben llevarse a cabo bajo condiciones que aseguren un desarrollo normal y preferentemente se realizarán en un solo lugar. Si determinadas características importantes de la variedad no pueden apreciarse en el lugar, la variedad puede ser probada en algún lugar adicional. Todas las observaciones se realizarán en cuatro árboles.
7. La colección puede dividirse en grupos para facilitar la apreciación de la distinción. En primer lugar, el conjunto se dividirá en tres tipos, la mexicana, la Antillana y la guatemalteca, de acuerdo a la siguiente clave:
 - Si > Mexicana (Duke, Topa Topa)
 - No > 3.2 Hojas sin aroma a anís"
8. Hojas con aroma a anís. y/o piel del fruto delgada, y/o flores fuertemente pubescentes, y/ pedicelo cilíndrico
9. Piel del fruto medio gruesa; y/o flores menos pubescentes o casi sin pubescencia; y/o con pedicelo en forma de "cabeza de clavo", al punto de caída del fruto –
 - Sí --> Antillana (Pollock)
 - No --> Guatemalteca (Nabal, Reed)
10. Piel del fruto delgada, y/o flores finamente pubescentes, y/o pedicelo adelgazándose conspicuamente del fruto al pedúnculo
11. Las variedades que presenten las características de más de un grupo, deben ser probadas en cada uno de los que correspondan
12. Las características apropiadas para el agrupamiento son aquellas que por experiencia se sabe que no varían, o que sólo varían ligeramente dentro de una variedad, y que sus *estados* de variación se distribuyen uniformemente y de manera regular dentro de la colección.
13. La experiencia en pruebas de homogeneidad y estabilidad ha mostrado que en el caso de aguacate propagado vegetativamente, es suficiente determinar que el material de planta proporcionado es uniforme en los estados de las características observadas y que no se ha presentado ninguna mutación ni mezcla.
14. Para apreciar la distinción, es esencial para los árboles bajo prueba, mantener una cosecha satisfactoria de frutos durante al menos dos períodos de crecimiento.
15. Para apreciar distinción, homogeneidad y estabilidad, deben utilizarse las características y sus estados como se proporcionan en la Tabla de Características. Aquellas características marcadas con un asterisco (*) deben utilizarse en cada período de crecimiento para los análisis de todas las variedades y siempre deben incluirse en la descripción varietal, excepto cuando el estado de

expresión de una característica previa o condiciones ambientales regionales hagan esto imposible.

El signo (+) indica que la característica se ilustra por las explicaciones o dibujos. La descripción debe complementarse con un dibujo del fruto en sección longitudinal.

16. Las notas (1 al 9) que aparecen para cada estado de las diferentes características se utilizan para el procesamiento electrónico de los datos. Indicar en el paréntesis de cada descriptor el nivel que presente la variedad correspondiente.
17. No habiendo otra indicación, todas las observaciones determinadas por medición, pesado o conteo (las verdaderas características cuantitativas), debe realizarse a partir de una muestra de 20 órganos típicos o partes de plantas.
18. Todas las observaciones en brotes y hojas jóvenes deben realizarse sobre aquellos brotes en posición vertical ascendente de la temporada de crecimiento presente, durante el crecimiento activo (flujo). Las hojas jóvenes deben medir aproximadamente 5 cm. de largo.
19. Todas las observaciones de la pubescencia deben hacerse con ayuda de microscopio.
20. Si no hubiera otra indicación, todas las observaciones de la hoja deben realizarse en hojas maduras de las ramas que no tengan ningún fruto ni que muestre signos de nueva brotación. Tales observaciones deben realizarse en el tercio central de la presente estación de crecimiento.
21. Todas las observaciones en la inflorescencia deben realizarse en el tiempo de floración completa. Todas las observaciones en la flor deben realizarse durante la apertura femenina, excepto para observaciones del polen, lo cual debe hacerse en la dehiscencia de anteras.
22. Para determinar el tipo de floración de una variedad, el promedio de las temperaturas mínimas de la noche y del día, no debe ser por debajo de los 15°C y 25°C, Respectivamente. Si esto no es posible, indicar la temperatura al momento de la evaluación. No se debe realizar al medio día, dado que puede existir traslape de la apertura femenina y masculina. No hacer la evaluación en días nublados.
23. Todas las observaciones en el pedicelo deben realizarse en frutos maduros (el color de la cubierta de la semilla cambia de café pálido a café). El fruto maduro se define como el fruto listo para la cosecha. El fruto madurado se define como el fruto listo para comer.
24. Cuando las características de resistencia o tolerancia sean utilizadas para apreciar distinción, homogeneidad y estabilidad, las pruebas deben realizarse bajo condiciones controladas.
25. En lo que se refiere a épocas de floración, maduración y permanencia del fruto en el árbol, se deberán tomar como referencia otros cultivares en la región (especificar)

De las huertas establecidas ex situ establecidas a altas densidades llamadas bancos de germoplasma y conocidas en el Instituto como huerto-vivero se pretende inducir fructificación a descendientes de las diferentes colecciones, selecciones y cultivares que se tienen, reduciendo el periodo juvenil de las plantas de aguacate huerto-vivero a la fecha se compone por 1141 sujetos segregantes de distintas selecciones listas para realizar las caracterizaciones de nuevos brotes jóvenes, hoja, flor, fruto, semilla y su tiempos de producción natural e inducida.

Se evaluaron una 1/3 parte del total de las progenies de las colectas que han realizado diversos investigadores del campo experimental INIFAP-CIPAC de Uruapan Michoacán .

Se evaluarán diferentes características cuantitativas y cualitativas para hacer una caracterización específica de cada progenie y cada parte vegetal del mismo.

- ✚ Características de nuevos brotes de cada árbol.
- ✚ Características de hojas jóvenes y adultas; lamina foliar, pecíolo y características de hojas.
- ✚ Características de las inflorescencias de cada progenitor.
- ✚ Características de la flor, fruto maduro y fruto madurado, pedicelo, semilla, cotiledón y tiempos de maduración de cada progenie.

El fruto maduro se define como el fruto fisiológicamente maduro listo para su cosecha. El fruto madurado se define como el fruto listo para ser consumido.

Tomando como base esa caracterización, se esta efectuando una primera aproximación a la clasificación taxonómica de los materiales colectados.

En función de los resultados de la caracterización morfológica de los materiales colectados, se han identificado las regiones del país que albergan una mayor diversidad genética de aguacate y especies afines, derivada ya sea de la variabilidad dentro de una misma raza hortícola, de la presencia de mas de una raza compartiendo el mismo hábitat, ó bien por la presencia de híbridos naturales entre razas.

Tablas de características usadas en la clasificación taxonómica de las colectas de las progenies de aguacate criollo.

Cuadro 1. Ejemplo de la descripción del sitio / área de colecta.

Num. 52	Clave del sitio / área de colecta		21ATX1	
Entidad federativa:	Puebla	Municipio:	Atlixco	
Localidad(es):	Atlixco			
Clima predominante:	Templado subhúmedo (C (w1) (w) i g w")			
Suelos predominantes:	Feozem háplico + Andosol ócrico + Regosol éutrico (Hh ± To + Re / 1)			
	Latitud:	18° 55'		
	Longitud:	98° 27'		
		Isotermas (°C)		17.9
		Isoyetas (mm)		876.6
		Altitud (m)	1840	

El fruto maduro se define como el fruto fisiológicamente maduro listo para su cosecha. El fruto madurado se define como el fruto listo para ser consumido.

Tomando como base esa caracterización, se efectuó una primera aproximación a la clasificación taxonómica de los materiales colectados, basándose en las características de fruto sugeridas por Bergh (1992).

En función de los resultados de la caracterización morfológica de los materiales colectados, se han identificado las regiones del país que albergan una mayor diversidad genética de aguacate y especies afines, derivada ya sea de la variabilidad dentro de una misma raza hortícola, de la presencia de mas de una raza compartiendo el mismo hábitat, o bien por la presencia de híbridos naturales entre razas.

Cuadro 2. Ejemplo de caracterización de muestras vegetativas

Caracterización de desarrollo vegetativo

Número: 93

Pedigree: 15XTR-04

Hoja: porte (durante el crecimiento activo)	erecto
Lámina de la hoja: pliegues	plano ó lig. cóncavo
Lámina de la hoja: tamaño	mediano
Lámina de la hoja: forma	elíptica
Lámina de la hoja: forma de la punta	acuminada
Lámina de la hoja: torcido de la punta	ausente
Lámina de la hoja: Ondulación del margen	ausente ó muy débil
Lámina de la hoja: conspicuidad de venación (haz)	conspicuo
Lámina de la hoja: relieve de venación (haz)	deprimido
Lámina de la hoja: densidad de la pubescencia	escasa
Lámina de la hoja: aroma de anís	fuerte
Pecíolo: acanaladura	incompleta

Cuadro 3. Ejemplo de caracterización de fruto maduro y pedicelo.Número: 49 Pedigree: 16UPN-23

Caracterización de fruto madurado

Tamaño	Pequeño ⁽¹⁾
Forma de la parte basal del fruto	redondeado
Relación longitud / diámetro mayor	1.234
Cavidad del pedicelo	presente
Relación longitud del cuello / ancho	1.6
Forma de la región estilar	redondeado
Restos de la superficie estigmática	prominente
Tamaño de las lenticelas	grande
Color de las lenticelas	rojizo
Conspicuidad de las lenticelas	conspícuo
Distribución de las lenticelas	separadas
Lustre	débil
Relieve de la superficie	lisa
Persistencia del perianto	débil
Ancho de la cavidad del pedicelo	estrecha
Posición del pedicelo	a lo largo de la axila

Caracterización de pedicelo:

Longitud	medio
Conspicuidad de la unión al pedúnculo	conspícuo
Diámetro comparado con el pedúnculo	mas grande
Forma	cilíndrica
En forma de "cabeza de clavo"	ausente
Color	verde
Superficie	rugosa

Las semillas de los frutos tanto de *P. americana* como de *P. schiedeana* se germinaron en bolsas de plástico en condiciones de vivero, y el material vegetativo de *P. americana* se injertó sobre portainjertos de aguacate de la raza mexicana. Cuando las plantas de vivero alcanzaron un estado de desarrollo adecuado, se transfirieron a huertos que fungen como colecciones de campo, uno de ellos en Uruapan Michoacán que albergará los materiales provenientes de climas templados y subtropicales, y otro huerto en Apatzingán Michoacán, en donde se ubicará el material originario de climas cálidos.

Al momento de las colectas, siempre que fue posible, se entrevistó a las personas que proporcionaron el material genético para conocer su opinión sobre la conservación y aprovechamiento de recursos genéticos de aguacate, y en general la importancia de estos para su vida cultural y la economía familiar.

Cuadro 4. Ejemplo de caracterización de fruto madurado y semilla.

Número: 452 Pedigree: 18XAL-05

Caracterización de fruto madurado

Color de la cáscara	verde oscuro
Espesor de la cáscara	muy gruesa
Textura de la cáscara	corchosa
Adherencia de la cáscara a la pulpa	media
Color principal de la pulpa	crema
Color de la pulpa cercana a la cáscara	verde pálido
Ancho de la capa coloreada Cercana a la cáscara	media
Conspicuidad de fibras en la pulpa	inconspicuo
Textura de la pulpa	suave
Firmeza de la pulpa	media
Aroma de anís de la pulpa	ausente
Amargor de la pulpa	ausente
Ubicación de la semilla en la cavidad	apretada

Caracterización de semilla

Tamaño comparado con el fruto	pequeño
Forma de la sección longitudinal	base achatada, ápice redondeado
Forma de la sección transversal	circular
Poliembrionía	ausente
Adherencia de la cubierta	al embrión
Superficie del cotiledón	ligeramente rugosa

Dimensiones en fruto y semilla:

Longitud de fruto (cm)	11.5
Diámetro de fruto (cm)	8.0
Relación longitud / diámetro:	1.444
Peso de fruto (g)	316.7
Peso de semilla (g)	46.5
Relación peso semilla / peso de fruto:	14.70%



Se han efectuado a la fecha 753 colectas de aguacate y especies afines. Las 182 localidades muestreadas en 24 estados, se han agrupado en 129 sitios o áreas de colecta en los cuales se registró la información de ubicación geográfica, las variables de tipo climático, clases de suelo, temperatura y precipitación media anual, altitud sobre el nivel del mar, latitud, y longitud.

Cuadro 5. Clasificación taxonómica del material colectado.

Especies y variedades botánicas (Predominancia)	Número de colectas	Proporción %
<i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i>	150	60.6
<i>Persea americana</i> var. <i>guatemalensis</i>	20	18.9
<i>Persea americana</i> var. <i>americana</i>	23	14.7
<i>Persea schiedeana</i>	1	5.3
Pendientes de clasificar	3	0.5

Una de las características importantes de los frutos es su peso. En la caracterización de esta variable, se encontraron frutos tan pequeños como de 23.9 gramos (g) y tan grandes como de 876 g. Al separar por raza hortícola, se confirma que los frutos pertenecientes a la raza Mexicana son mas pequeños, los de raza Guatemalteca son intermedios, y los mas grandes pertenecen a la raza Antillana.

En el caso de *P schiedeana* se encontraron frutos desde 116 hasta 522 gramos, con un promedio de 279. Aunque la coloración de la cáscara de la pulpa del fruto no es importante para discriminar entre razas, y presenta amplia variación dentro de razas, se encontraron ciertas tendencias que vale la pena mencionar. En la raza mexicana predominan, en orden de importancia, las coloraciones crema y verde pálido, en la raza Guatemalteca crema y amarillo; y en la Antillana amarillo y crema.

En lo que se refiere a caracterización de la semilla, se encontró que la forma en sección longitudinal es similar entre las razas Guatemalteca y Antillana, ya que las formas de base achatada con ápice cónico o redondeado se presentaron en 88.3 y 83.6 % de los casos respectivamente. Para la raza Mexicana, las formas ovada y elíptica representan el 71 %. En *P schiedeana*, la forma elíptica representa casi el 88 % del total de semillas caracterizadas y el resto se reparte por igual entre las formas ovada y base achatada con ápice cónico.

Como era de esperarse, predominan las colectas de la raza Mexicana, debido a que nuestro país es considerado el centro de origen de la misma, además de que muy probablemente comparte el centro de origen de la raza guatemalteca con Guatemala. Se puede considerar que los trópicos húmedo y subhúmedo de México, son áreas de dispersión de las razas Guatemalteca y antillana.

Cabe hacer la aclaración que dentro de *P americana* var. *guatemalensis* se incluyen dos colectas que coinciden con la descripción del llamado "Aguacate de mico", el cual Zentmyer y Schieber (1989) han propuesto se clasifique como *Persea tolimanensis*.

En el área de las Huastecas y en el estado de Chiapas se presentan las tres razas con amplia variación, incluyendo la presencia de híbridos entre razas. Algo similar aunque no tan marcado, ocurre en el Estado de Oaxaca, en la zona Mixteco-zapoteca y en las áreas de dispersión de la costa del Pacífico.

La llanura costera del Golfo que comprende el área Lacandona, los Estados de Tabasco, Veracruz, y parte Sur del Estado de Tamaulipas parece ser una área natural de dispersión del "chinini" (*P schiedeana*), pues se presenta una muy amplia variación genética que debería ser estudiada a detalle. En ésta área, también están ampliamente representadas las razas Antillana y Guatemalteca.

En la Península de Yucatán, en el área Maya, donde se han encontrado los frutos de aguacate de mayor tamaño, predominan las razas Antillana y Guatemalteca así como las mezclas entre ellas.

Conclusiones

México es poseedor de una inestimable riqueza en recursos genéticos de aguacate, los cuales están esperando ser caracterizados y aprovechados de manera sustentable.

Se ha conformado un banco de germoplasma que representa una amplia base genética, que será la base de posteriores programas para el mejoramiento de las especies del género *Persea*.

Reconocimientos

Los autores de este estudio reconocen a la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de Michoacán, A.C. (APEAM, A.C.) por su apoyo en el desarrollo y presentación de estas investigaciones.

Bibliografía

BEN YA'ACOV, A., et al. 1992. A study of avocado germplasm re-sources, 1988 -1990. I - General description of the international pro-ject and its findings. Proc. of Second World Avocado Congress 1992. pp. 535-541.

BEN YA'ACOV, A., et al. 1992.a. A study of avocado germplasm re-sources, 1988-1990. II.- Findings from the central part of México. Proc. of Second World Avocado Congress 1992. pp 543-544.

BERGH, B. O. 1992. The origin, nature, and genetic improvement of the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook. 76 : 61-75.

Clegg, M. T; Kobayashi y Zhong Lin J. 1999. The use of molecular mar-kers in the management and improvement of avocado (*Persea americana* Mill.) Revista Chapingo serie Horticultura, Núm. 5. 227-231.

Chin, H.F. 1988. Recalcitrant seeds. A status report. IBPGR. Rome Italy. 28p.

GARCÍA, E. 1998. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kóppen. 4^a ed. D.F., México.220 p.

HAWKES, J. G. 1991. Centros de diversidad genética vegetal en Latinoamérica. Diversity 7(1 & 2) : 7-9.

IPGRI. 1995. Descriptores para Aguacate (*Persea* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

Karp, A.; Kresovich, S.; Bhat, K.V.; Ayad, W.G. y Hodgkin, T. 1997. Molecular tools in plant genetic resources conservation. A guide to the technologies. IPGRI Technical Bulletin No. 2. Rome, Italy.

PAINTING, K. 1996. Introduction to Collecting. Unit