

Caracterización morfoagronómica *in situ* de aguacate criollo (*Persea americana* Miller) y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio adaptado a tres departamentos de la zona costera de El Salvador

Rodríguez-García K.E.

Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: Kerg_1088@hotmail.com

Parada-Berrios F.A.

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: faparadaberrios@yahoo.com

Gutiérrez-Barrientos H.M.

Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: hector_guti88@hotmail.com

García-Torres M.A.

Técnico investigador, Dirección General de investigaciones,
Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).
Correo electrónico: mariogarciasv@yahoo.com

Resumen

El trabajo tuvo como objetivo caracterizar morfoagronómicamente, recolectar, identificar y georeferenciar germoplasma de aguacate que presenten buenas aptitudes para la comercialización; así como, conocer mediante un sondeo de opinión las preferencias y gustos de los consumidores de aguacate, en la zona costera de los municipios de Jiquilisco, San Pedro Masahuat y Acajutla, se caracterizaron 15 árboles de aguacate, entre cero y 50 msnm, en los meses comprendidos de junio a diciembre de 2011. Caracterizando la morfología del árbol, hojas, flores y frutos; realizando, además, un análisis bromatológico a la pulpa. Analizando la información con estadística descriptiva.

Los resultados encontrados en cuanto a las formas de las hojas son oblongas, lanceoladas y ovals. En cuanto a la raza se determinó que 13 materiales pertenecían al híbrido Guatemalteca X Antillana y 2 a la raza Antillana. El material SONACAMET11MA1, cumple con las preferencias tanto en tamaño, sabor y color a la madurez de consumo. Los materiales SONACAMET11MA1 y SONACACOQ11PA1 sobresalieron por el peso del fruto. La mejor relación fruto semilla la obtuvo el material SONACACOQ11PB1. En cuanto al espesor del epicarpio el material SONACAMET11MA1, presenta un espesor grueso. Por la adaptabilidad sobre el nivel del mar sobresalen los materiales SONACACOQ11PB1, SONACACOQ11MG, los cuales están ubicados a altitudes menores de los 8 msnm.

Referente al análisis bromatológico el material que contiene mayor porcentaje de proteína, grasa, fósforo, magnesio, hierro, cobre y manganeso corresponde a SONACACOQ11PB1, en cuanto a carbohidratos los materiales más sobresalientes son SONACAMET11MA1, USUJIQZAM11PC1 y SONACACOQ11PB1.

Palabras clave: aguacate, criollo, caracterización, morfoagronómica, cultivo, aguacate, georeferenciación, *Persea, americana*.

Abstract

The study aim characterizing morphoagronomic, to collect, to identify and to georeference avocado germ plasm that good aptitudes for the commercialization present/display; as well as, to know by means of an opinion poll the preferences and tastes the consumers avocado, in the coastal zone of the municipalities of Jiquilisco, San Pedro Masahuat and Acajutla, 15 trees of avocado characterized themselves, between zero and 50 msnm, in the months included of June to December of the 2011. Characterizing the morphology of the tree, leaves flowers and fruits; realising in addition, a bromatológico analysis to the pulp. Analyzing the information with descriptive statistic. The results found as far as the form of the leaf are oblong, lanceolada and oval. As far as the race I determine that 13 materials belonged to the Guatemalan hybrid Antillean X and 2 to the Antillean race. Material SONACAMET11MA1, as much fulfills the preferences in so large flavor and color to the consumption maturity. Also finding material that they excelled in the weight of the fruit as is case SONACAMET11MA1 and SONACACOQ11PA1. The best relation fruit seed obtained material SONACACOQ11PB1. As far as the thickness of epicarpio material SONACAMET11MA1, presents/displays a heavy thickness. By the adaptability on the level of the sea they excel materials SONACACOQ11PB1, SONACACOQ11MG, which are located to the 8 smaller altitudes of msnm. Referring to the bromatológico analysis the material that contains major percentage of protein, fat, phosphorus, magnesium, iron, receives and manganese corresponds to SONACACOQ11PB1, as far as carbohydrates the most excellent materials are SONACAMET11MA1, USUJIQZAM11PC1 and SONACACOQ11PB1.

Key word: Creole, avocado, georeference, morphoagronomic, characterization, *Persea, americana*.

Introducción

El árbol de aguacate es originario de México y Centroamérica. (Teliz, citado por Bartoli 2008). De la familia de las Lauráceas es un árbol extremadamente vigoroso (PROMOSTA, 2005). El Salvador es un país estrictamente importador de aguacate, para el año 2008 se importó 9,747,426 kg de aguacate equivalente a 4,279,954 millones de dólares (Gutiérrez, 2009); lo cual indica que existe déficit en la producción y la demanda es cubierta por importaciones, convirtiéndose esto en una oportunidad para el agricultor que desee establecer dicho cultivo en el país.

Martínez Castellanos, *et al.* (2006), realizó una investigación sobre la producción de plantas de aguacate criollo (*Persea americana* Miller) adaptado a la zona costera de El Salvador. Cuyo objetivo fue evaluar diferentes programas de desarrollo en vivero de plantas de aguacate criollo (*Persea americana* Mill) y diferentes cubrecortes a usar en la poda de portainjertos.

Pérez Rivera (1986), realizó la caracterización de 20 cultivares criollos establecidos como banco de germoplasma en el CENTA.

Ávalos Erroa, *et al.* (2006), caracterizaron aguacates criollos (*Persea americana* Miller) en el campus de la Universidad de El Salvador y de la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Encontrando más de 65 árboles llegando a la selección de 20 materiales, tomando como base criterios tales como: adaptación a nivel del mar, producción de cosecha extemporánea, mayor vida de anaquel, grosor de la cáscara entre otros.

Flores Morán (2011), caracterizó genotipos procedentes de los municipios de Jiquilisco y San Luis Talpa, departamentos de Usulután y La Paz respectivamente, desde el nivel del mar hasta 90 msnm, caracterizando un total de once árboles.

Con el presente trabajo se busca caracterizar morfoagronómicamente, recolectar, identificar y georeferenciar germoplasma de aguacate que presenten buenas aptitudes para la comercialización o con potencial genético; así como, conocer mediante un sondeo de opinión las preferencias y gustos de los consumidores acerca del fruto de aguacate.

Materiales y Métodos

Localización

En el período comprendido entre junio y diciembre de 2011, se realizó la caracterización de aguacate criollo, en los municipios de Jiquilisco entre la latitud norte 13° 20' y longitud oeste 88° 29', San Pedro Masahuat con latitud norte 13° 28.4' y longitud oeste 89° 01.3' y Acajutla en latitud norte de 13° 34.3' y longitud oeste de 89°50.0' de los departamentos de Usulután, La Paz y Sonsonate respectivamente. Específicamente en las zonas que comprenden las alturas de los 0 hasta los 100 msnm.

Climatología

El municipio de Jiquilisco se encuentra a una altitud de 10 msnm, con una precipitación media anual de 1700 mm, una temperatura media de 26.7°C y la velocidad media anual del viento es 8 km.h⁻¹.

El municipio de San Pedro Masahuat está ubicado a una altitud de 25 msnm, con una precipitación media anual de 1242 mm, una temperatura media de 26.4 °C y la velocidad media anual del viento es 8 km.h⁻¹.

El municipio de Acajutla se localiza en una altitud de 15 msnm, con una precipitación media anual de 1747 mm, temperatura media de 27.2 °C y la velocidad media anual del viento es 10.6 km.h⁻¹.

Los datos climatológicos de los municipios se obtuvieron a través del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET, 2011).

Material experimental

La caracterización se realizó a un total de 15 árboles de aguacate. En donde únicamente a 13 se les efectuó la caracterización de los frutos y el análisis bromatológico. Para ser caracterizado se verificó que los árboles de aguacate procedieran de semillas y no de injerto, esto con el objetivo de garantizar la variabilidad genética y no evaluar ninguna variedad que ya este caracterizada.

Herramientas para la caracterización

Los materiales seleccionados de aguacate se caracterizaron utilizando como base descriptores para aguacates del Instituto Internacional de Plantas y Recursos Genéticos (IPGRI, 1995). Se realizó además, la correlación de variables para lo que se utilizó el paquete estadístico SPSS. Para el sondeo de opinión sobre el aguacate, se hizo uso de la encuesta para obtener la información.

Para la ubicación de los genotipos criollos se hicieron recorridos de campo y entrevistas con los habitantes de los municipios de Jiquilisco, San Pedro Masahuat y Acajutla. La ubicación geográfica y altitud (msnm) de cada uno de los árboles se efectuó *in situ* con la ayuda de un geoposicionador satelital Garmin, modelo GPSMAP 60CSx, con precisión de 6 metros.

Codificación de datos y pasaporte

La codificación y datos de pasaporte se realizaron de la siguiente manera: nombre del departamento, municipio, cantón o barrio, año de la investigación, las iniciales del primer nombre y apellido del dueño del material y número correlativo de acuerdo al número de ejemplares encontrados en el sitio (Cuadro 1).

Medición de variables y características

Se caracterizaron aspectos generales del árbol como rangos altitudinales, forma del árbol, altura del árbol, edad del árbol, superficie del tronco, diámetro a la altura del pecho, distribución de las ramas, ángulo de inserción de las ramas principales y follaje.

Para la caracterización de las hojas se tomaron los descriptores ángulo de inserción del peciolo foliar, forma de la hoja, forma de la base de la hoja, forma del ápice de la hoja, color de la hoja joven, color de las hojas, largo y ancho de lámina foliar (cm), margen de la hoja; determinando además el grupo racial. En la caracterización de la inflorescencia se midió: el tipo de floración, color de la flor, número de ramificaciones, época de floración y cosecha. En la caracterización del fruto se tomaron variables como: peso de fruto (g), largo y ancho del fruto (cm), forma del fruto, forma de la base del fruto, forma del ápice del fruto, hábito de fructificación, espesor del epicarpio, color del fruto, consistencia de cáscara, adherencia de la cáscara a la pulpa, color pulpa, sabor de la pulpa, presencia de fibra en la pulpa, espesor de pulpa, forma de la semilla, adherencia de la semilla, color de la testa, largo, ancho (cm) y peso de la semilla (g) y relación fruto-semilla.

Se realizaron análisis bromatológicos de la pulpa, en el laboratorio de química agrícola del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), midiendo humedad (%), proteínas (%), ceniza (%), grasas (%), fibra cruda (%), carbohidratos (%) y minerales.

Cuadro 1. Accesiones y códigos de los materiales de aguacate criollo caracterizados.

ACCESIÓN	CÓDIGO	COORDENADAS	
		Usulután Latitud Norte	Longitud Oeste
A1	USUJIQZAM11PC1	13°19'22.3"	88°42'09.7"
A2	USUJIQZAM11PC2	13°19'22.1"	88°42'09.7"
A3	USUJIQZAM11PC3	13°19'22.0"	88°42'09.8"
A4	USUJIQZAM11PC4	13°19'21.9"	88°42'09.6"
A5	USUJIQZAM11PC5	13°19'22.8"	88°42'10.2"
La Paz			
A6	PAZSPMISL11JC1	13°24'15.7"	89°00'54.5"
A7	PAZSPMSJL11MA1	13°25'08.3"	89°02'41.2"
A8	PAZSPMSJL11MA2	13°25'08.0"	89°02'40.9"
A9	PAZSPMSJL11MA3	13°25'08.2"	89°02'41.0"
Sonsonate			
A10	SONACACOQ11PA1	13°35'57.9"	89°50'00.4"
A11	SONACACOQ11MG1	13°35'58.3"	89°50'06.5"
A12	SONACACOQ11PB1	13°35'57.0"	89°50'14.5"
A13	SONACACOQ11IA1	13°35'54.4"	89°50'02.0"
A14	SONACAMET11MA1	13°38'23.4"	89°53'53.0"
A15	SONACAMET11JG1	13°38'19.0"	89°53'12.4"

Caracterización agronómica

Este indicador se evaluó con base en el manejo agronómico que recibe de parte del productor, cada uno de los árboles de aguacate identificados.

Resultados y Discusión

Aspectos generales del árbol

Las altitudes a que se encontraron la mayoría de árboles oscilaron entre 5 a 25 msnm, destacando que más del 50% están ubicados entre 5 a 9 msnm. Pérez Rivera (1986), observó que en El Salvador el aguacate crece muy bien desde unos 100 hasta 1400 msnm lo cual está determinado por diversos factores pero principalmente por la raza a la que pertenecen.

Con la presente investigación se logró constatar la presencia de varios árboles establecidos en la zona costera, muy cerca del mar que en su mayoría han sido establecidos mediante semilla por los propietarios. Además se determinó que el material de menor porte fue SONACAMET11JG1 con 7 metros de altura y el de mayor porte fue SONACACOQ11IA1 con 25 metros, similares resultados obtuvo Flores Morán (2011), encontrando árboles cuyos portes oscilaban entre 7 y 30 metros; las edades de los árboles caracterizados varían entre 7 y 25 años.

En cuanto a la rugosidad de la superficie del árbol, 2 tienen un tallo muy rugoso, 10 rugosos y 3 con superficie lisa. Por otro lado los resultados del diámetro a la altura de pecho de 54.1 cm, del material SONACAMET11MA1 hasta el diámetro menor correspondiendo al material SONACACOQ11PA1 con 20.9 cm, de los materiales caracterizados 10 de ellos presentaron una distribución irregular de las ramas y los 5 restantes presentaron una distribución ascendente y según Jiménez *et al.* (2005), la orientación de las ramas en el espacio tiene un efecto muy marcado en los hábitos de crecimiento y fructificación de los árboles. En cuanto a los resultados obtenidos por Ávalos Erroa *et al.* (2006), muestran que de los 20 materiales caracterizados 15 poseían una distribución de rama horizontal y 5 distribución de rama ascendentes.

Con respecto al follaje, 10 materiales caracterizados presentaron follaje denso y únicamente 5 árboles con follaje ralo y según Salisbury y Ross (2000), los árboles muy densos en follajes no son del todo beneficiosos ya que no todas las hojas tienen contacto directo con el sol, teniendo pérdida de energía por la respiración de estas.

Caracterización de las hojas

Con respecto a la inserción del pecíolo foliar en relación a la rama se tiene que las 15 variantes de aguacates caracterizados poseen un ángulo plano menor a 45°. Resultados obtenidos por Ávalos Erroa *et al.* (2006) muestran únicamente que siete de los materiales tienen un ángulo de inserción de las hojas plano y trece tienen un ángulo de caída mayor a 90°. Aunque Flores Morán (2011), encontró que siete de las variantes caracterizadas presentaban un ángulo plano menor a 45° y solo cuatro de ellas presentaron un ángulo obtuso. En cuanto a la forma de la hoja, 6 materiales tienen una forma oblonga lanceolada, 8 oval y 1 lanceolada, teniendo 13 materiales una forma de base aguda y 2 materiales obtusa, además 6 materiales presentaron una forma de ápice agudo, 8 intermedio y uno muy obtuso. Con respecto al color de la hoja joven 14 variantes presentan un color verde y únicamente 1 un color amarillo.

En la determinación de el color de la hoja madura resultó que el color más predominante es 7.5 GY $\frac{3}{4}$ (verde), similares resultados obtuvo Flores Morán (2011), encontrando, 5 materiales con este color. El promedio de todos los materiales del largo de las hojas fue de 19.57 cm y de ancho 8.77 cm, el material que presentó el menor largo y ancho de hoja fue USUJIQZAM11PC2 con 16.0 cm y 6.51 cm respectivamente; el de mayor largo de hoja es SONACACOQ11PB1 con 23.98 cm y el material con mayor ancho de hoja fue SONACACOQ11PA1 con 10.0 cm, Flores Morán (2011), obtuvo que el largo de la hoja osciló entre 18 y 32.75 cm con promedio de 24 cm, el ancho obtuvo valores de 6.30 hasta 10.45 cm con un promedio de 8.37 cm lo que indica que en promedio los árboles caracterizados en la investigación tienen una hoja más pequeña que los caracterizados por Flores Morán (2011). En cuanto al margen de la hoja de las 15 variantes caracterizadas 6 poseen un margen de la hoja entero y 9 un margen ondulado.

Determinación racial

De los 15 materiales caracterizados 13 de ellos pertenecían al híbrido de la raza Guatemalteca x Antillana y 2 a la raza Antillana. Por otra parte Bergh (1992) afirma que las tres razas de aguacate son genéticamente semejantes, corroborada con análisis de marcadores genéticos de ADN mediante la técnica de RAPD (Amplificación al Azar de ADN Genómico) por Bufler y Fiedler (1996). Esto supone que la hibridación entre ellas ocurre con facilidad y sus híbridos obtienen ventajas de adaptación climática, así como características agronómicas mejoradas.

Es de señalar que similares experiencias ha tenido Pérez Rivera (1986), Ávalos Erroa, *et al.* (2006) y Flores Morán (2011) al encontrar genotipos cuya raza ecológica era una hibridación natural entre la raza Guatemalteca y la raza Antillana.

Caracterización de la inflorescencia

Dentro de los resultados obtenidos solo 10 materiales tenían flores al momento de la recolecta donde 5 de ellos eran tipo de floración “A” y 5 tipo “B”, Pérez Rivera (1986), en la identificación de tipo de flor encontró que 12 cultivares pertenecían al tipo “A” y 8 al tipo “B”, Ávalos Erroa *et al.* (2006), obtuvo que 11 de los materiales caracterizados pertenecían al tipo de floración “A” y nueve al tipo de floración “B”, y Flores Morán (2011), reporta que 3 materiales presentan floración tipo “A” y únicamente uno floración tipo “B”, lo que muestra la existencia de los 2 tipos de floración en las variantes caracterizadas y según Avilán (1995) deben plantarse variedades o cultivares en forma combinada y que las mismas florezcan dentro del mismo período. En lo concerniente al color de la flor el más predominante es el verde con 6 materiales que lo poseían seguido por el crema con 2 materiales y finalmente solo 2 materiales de los caracterizados presentaron un color amarillento y según Avilán (1995) las flores pueden ser de color blanco verduscas. En cuanto al número de ramificaciones por inflorescencia se obtuvo un mínimo de 4 y un máximo de 9 racimos florales. Similares resultados obtuvieron Ávalos Erroa, *et al.* (2006), encontró que el número de ramificaciones oscilaba entre 6 y 10, y Flores Morán (2011), encontró entre 6 y 12 ramificaciones por inflorescencia.

Época de floración y fructificación

La época de floración se obtuvo mediante las observaciones realizadas por los propietarios de los materiales y según lo encontrado en la recolecta, donde el material USUJIQZAM11PC1 florea generalmente entre finales de septiembre e inicio de diciembre con una duración de tres meses, los materiales USUJIQZAM11PC2, SONACACOQ11IA1 y SONACAMET11JG1 florea de noviembre a enero, el resto de materiales generalmente tienen como período de floración los meses comprendidos entre octubre y diciembre. Flores Morán (2011), indica que la mayoría de las variantes caracterizadas florecen de octubre a marzo, Ávalos Erroa *et al.* (2006), señala que la mayoría de variantes caracterizadas florecen entre septiembre y enero. Cabe señalar que la floración puede no ocurrir todos los años en la misma época ya que esta puede ser afectada por las condiciones

climáticas de cada ciclo productivo (Rivera Erazo citado por Pérez Rivera, 1986). Por otro lado los materiales caracterizados pueden cosecharse entre los meses de enero a mayo, Ávalos Erroa *et al.* (2006), encontró que la época de cosecha de los materiales caracterizados se ubicaba entre los meses de febrero a junio, Flores Morán (2011), sin embargo, ubica la época de cosecha de los materiales caracterizados entre los meses de noviembre a febrero y de mayo a junio. Las variedades criollas de El Salvador generadas por CENTA producen en los primeros seis meses del año (Pérez Rivera, 1986). Los materiales caracterizados, su época de cosecha se sitúa dentro de estos mismos periodos por lo que no se encontró un material que se coseche fuera de los primeros seis meses del año.

Caracterización del fruto

En cuanto al peso los materiales más sobresalientes fueron SONACAMET11MA1 y SONACACOQ11PA1 con un peso promedio de 313.24 y 268.35 g respectivamente, estos según Avilán y Rodríguez (1997), están clasificados como frutos medianos. El peso de los frutos caracterizados tienden a ser menores con respecto a los caracterizados por Ávalos Erroa *et al.* (2006) y Flores Morán (2011), cuyos pesos oscilaban de 163.8 g a 412.17 g y 198.93 a 625.40 g respectivamente y según la encuesta realizada, el 47% prefieren el tamaño de fruto mediano. De los materiales caracterizados los que clasifican en este grupo son SONACAMET11MA1 y SONACACOQ11PA; seguido de un 26% que elegirían un fruto pequeño, para este grupo se encontraron los materiales PAZSPMISL11JC1, PAZSPMSJL11MA3, SONACACOQ11MG1, SONACACOQ11PB1 y SONACAMET11JG1.

En cuanto al tamaño de frutos grandes le corresponde un 17% y extra grande solo un 10% lo consumirían. El largo y ancho del fruto que sobresalieron fueron SONACACOQ11PA1 con un largo de 15.88 cm y SONACAMET11MA1, SONACACOQ11PA1 con 7.76 cm. Otro resultado fue que 7 materiales presentaron una forma ovada angosta, 3 piriformes, 2 claviforme y una esferoide alto. Ávalos Erroa, *et al.* (2006), encontró frutos cuyas formas eran redondas, ovaladas, elípticas y periformes.

En cuanto al hábito de fructificación 9 materiales fueron solitarios y 4 en racimos.

Con respecto al espesor del epicarpio, el material SONACAMET11MA1, presenta un espesor grueso y según Torres (2005) citado por Ávalos Erroa *et al.* (2006), esta característica le confiere resistencia al manipuleo, transporte y vida en anaquel al fruto; 10 materiales presentaron un espesor medio y únicamente 2 un espesor fino, los resultados de Ávalos Erroa *et al.* (2006), muestran que nueve de los materiales caracterizados presentan un espesor medio de pulpa y 11 un espesor fino, sin embargo Flores Morán (2011), presenta un material con espesor grueso, dos con espesor medio y dos con espesor fino.

En la variable color de frutos maduros fisiológicamente todos los materiales presentaron un color verde, no obstante, el color del fruto con madurez de consumo, cambia a púrpura a excepción de los materiales PAZSPMSJL11MA1, PAZSPMSJL11MA3, SONACACOQ11PA1 y SONACACOQ11PB1, los cuales presentan un color verde oscuro.

Por otra parte 8 de los 13 materiales caracterizados presentan consistencia de la cáscara quebradiza y 5 de ellos tienen consistencia flexible.

En cuanto a la adherencia de la cáscara a la pulpa 5 materiales presentaban adherencia intermedia y 8 adherencia fácil, característica deseada desde el punto de vista comercial (Aparicio citado por Ávalos Erroa *et al.* 2006); Flores Morán (2011), reporta que todos los materiales que caracterizó tenían un fácil desprendimiento de la pulpa.

Los 13 materiales caracterizados mostraban un color de pulpa amarillo verdoso; también 12 de estos tenía un sabor amantequillado y uno sabor neutro; según Flores García *et al.* (2009), el sabor del aguacate depende del tipo y cantidad de grasas contenidas en el mismo. También la encuesta muestra que el color interno de la fruta más demandado es amarillo verdoso con 70% de preferencia; seguido del color amarillo intenso con un 17% y un 13% correspondiente al color verde claro. Otro resultado de la encuesta fue el sabor de pulpa donde el 57 % corresponde al amantequillado, seguido del sabor neutro con 30% y por último 13% de sabor dulce.

Además 5 materiales presentaban rara presencia de fibra y los otros 8 presencia media de fibra. En cuanto al espesor de la pulpa 3 materiales tienen espesor grueso, 7 materiales espesor medio y 3 espesor delgado de pulpa, en cuanto al espesor de la pulpa Flores Morán (2011), señala que todos los materiales caracterizados presentaban grueso espesor de fruto, sin

embargo, Ávalos Erroa *et al.* (2006), reporta 5 materiales con espesor fino, 9 con espesor medio y 6 con espesor grueso.

Al correlacionar las variables Ancho de fruto-peso de pulpa, largo de fruto-peso de pulpa y ancho de fruto-espesor pulpa, resultó que había asociación entre las variables con coeficientes de correlación de $r= 0.91$, $r= 0.63$ y $r= 0.70$ respectivamente, lo cual indica que a mayor largo y ancho de fruto habrá un mayor peso de fruto y que a mayor ancho de fruto habrá mayor espesor de pulpa.

En cuanto a la forma de la semilla 5 materiales presentaron semilla base aplanada, 4 esferoides, 2 ovada ancha, una ovada y un elipsoide. Los 13 materiales tenían una adherencia de semilla suelta. El color de la testa de 7 materiales es castaño 3 marrón oscuro y 3 marrones. Similares resultados obtuvo Flores Morán (2011), ya que todos los materiales caracterizados presentan adherencia suelta. Lo cual difiere con Ávalos Erroa *et al.* (2006), ya que obtuvo 14 materiales con semilla adherida y únicamente 6 con adherencia suelta. En cuanto al largo de semilla el promedio es de 5.02 cm con un máximo y mínimo de 7.86 y 3.39 cm respectivamente.

El ancho de semilla en los materiales caracterizados tiene una media de 3.73 cm con un máximo de 4.21 cm y un mínimo de 3.13 cm. En cuanto a peso los materiales caracterizados presentan una media de 38.90 gramos con máximo y mínimo de 57.98 y 23.93 gramos respectivamente.

Las variables peso de fruto-peso de semilla y largo de fruto-largo de semilla se encuentran asociadas con coeficientes de $r = 0.733$ y $r = 0.919$ respectivamente. Lo que indica que no es favorable debido a que si aumenta el peso y largo del fruto, también aumenta el peso y largo de la semilla, lo que interesaría es un fruto grande con una semilla pequeña (Parada Berrios, 2012).

En la relación fruto semilla el material SONACACOQ11PB1 tiene una relación de 6:1, lo que indica que por cada 6 unidades de fruto hay una unidad de semilla, siendo esta la mejor relación encontrada en los materiales caracterizados; al comparar estos materiales criollos con los evaluados por Pérez Rivera (1986), se denota que los materiales caracterizados se encuentran por debajo de estos cultivares, con relaciones de 13:1 y 8:1. Los resultados se asemejan a los encontrados por Flores Morán (2011), donde encontró dos materiales con relaciones de pulpa semilla de 7:1, una de 10:1, una de 11:1 y una 4:1. En cuanto a los resultados obtenidos por Ávalos Erroa *et al.* (2006), muestra relaciones que oscilan entre 2.8:1.5 y 8:1.2.

Análisis bromatológico

Según los análisis realizados el material que contiene mayor porcentaje de proteína con 3.21% corresponde a SONACACOQ11PB1; Ávalos Erroa *et al.* (2006), reportó similares porcentajes de proteína, siendo 3.27% el mayor porcentaje encontrado; Flores Morán (2011) reporta un 4.3% como el mayor porcentaje de proteína.

El material con mayor porcentaje de ceniza fue USUJIQZAM11PC4 con 1.69, según Pérez Rivera (1986), el aguacate Beneke contiene 1.17 % de ceniza.

En cuanto al material con mayor contenido de grasa está SONACACOQ11PB1 que tiene 19.27 %; Ávalos Erroa *et al.* (2006), encontró un material con un porcentaje 14.02% de grasa y Flores Morán (2011) obtuvo un resultado de 26.54% de grasa.

Para carbohidratos el material más sobresaliente es SONACAMET11MA1 con 9.07%; Pérez Rivera (1986) reporta que el aguacate Beneke contiene 3.76% de carbohidratos, resultando que todos los materiales caracterizados contienen mayor porcentaje de carbohidratos que el aguacate Beneke.

Según el análisis de calcio realizados a los materiales en estudio se manifiesta que USUJIQZAM11PC4 y SONACACOQ11PB1 son los de mayor porcentaje de calcio con 30.0 y 24.4 mg por cada 100 g de aguacate, en cuanto fósforo el material SONACACOQ11PB1 con 79.0 mg.100 g⁻¹ presenta el mayor contenido, Ávalos Erroa *et al.* (2006) encontró un máximo de fósforo de 130 mg.100 g⁻¹, Flores Morán (2011), en cambio obtuvo un valor máximo de 260 mg.100 g⁻¹.

Para el potasio los resultados demuestran que el de mayor contenido es para USUJIQZAM11PC4 con 580 mg.100g⁻¹.

Para el caso del magnesio se encontraron valores que oscilan entre 10.8 y 28.6 mg.100 g⁻¹, para el hierro los valores oscilaron entre 0.6 y 2.6 mg.100 g⁻¹, en el caso del cobre los rangos se situaron entre 0.06 y 0.336 mg.100 g⁻¹, en cuanto al manganeso los valores se encontraron entre 0.16 y 0.4 mg.100 g⁻¹, para el zinc los valores obtenidos oscilaban entre 0.4 y 1.6 mg.100g⁻¹. Finalmente en el caso del sodio se obtuvo valores entre 4.4. y 100.0 mg.100g⁻¹.

Caracterización agronómica

Es de destacar que del 100% de los dueños de los árboles caracterizados solo un 22% se dedica a la agricultura. Aunado a esto el 100% no recibe asistencia técnica para el manejo del árbol lo que repercute en el poco manejo agronómico que le proporcionan.

El 93% de los encuestados consume aguacate. Los frutos de los árboles caracterizados en un 22% los utilizan para un consumo familiar y en un 78% para la comercialización en la zona.

En efecto todos los árboles caracterizados provienen de árboles establecidos en el traspatio de la casa, según sus dueños el 45% de los árboles se sembraron debido al sabor del fruto de dónde provenía la semilla, el 33% los plantaron ya que les gusta la fruta de aguacate y un 22% los establecieron directamente para comercializar su fruto. En cuanto al origen de los materiales caracterizados el 78% desconoce la procedencia de la semilla puesto que compraron el fruto, el cual les gusto y sembraron la semilla, el restante 22% si conocen el origen de la semilla.

Conclusiones

Las formas de fruto en los materiales caracterizados fueron, esferoide alto, obovado angosto, piriforme y claviforme.

La forma de las hojas son oblonga lanceolada y oval.

Hay materiales que sobresalieron en cuanto a peso del fruto como fue el caso SONACAMET11MA1 con 313.24 g y SONACACOQ11PA1 con 268.75 g, en cuanto a la relación fruto semilla el material SONACACOQ11PB1 con una relación de 6:1 fue el mejor, seguido por PAZSPMISL11JC1 y SONACAMET11MA1 con una relación de 5:1.

En cuanto al espesor de la cáscara el material SONACAMET11MA1, presentó un espesor grueso, lo cual pudiera darle resistencia al manipuleo, transporte y mayor vida en anaquel al fruto.

El material con mayor porcentaje de proteína, grasa y fósforo correspondió a SONACACOQ11PB1, con un 3.21%, 19.27% y 79.0 mg.100 g⁻¹, respectivamente, para el contenido de carbohidratos el material que mas sobresalió fue SONACAMET11MA1 con 9.07%.

El material USUJIQZAM11PC4 sobresalió en contenido de calcio con 30.0 mg.100 g⁻¹ y potasio con 580 mg.100g⁻¹.

En cuanto al sondeo de opinión los consumidores de la zona, prefieren un fruto de tamaño mediano (47%), sabor amantequillado (57%), color de la cascara a la madurez de consumo morado (54%) y el color interno del fruto amarillo verdoso (70%), cumpliendo con estas características el material SONACAMET11MA1.

Recomendaciones

Incorporar el atributo adherencia del endocarpio al mesocarpio en posteriores caracterizaciones.

Promover la producción de plantas en vivero de los materiales SONACAMET11MA1, SONACACOQ11PA1, SONACACOQ11PB1, PAZSPMISL11JC1 y USUJIQZAM11PC4 por su excelente sabor, buena relación fruto semilla y un color de pulpa verde amarilloso.

Hacer selección de materiales con base en las características deseables por el consumidor de la zona donde se desea comercializar el fruto.

Realizar otras investigaciones en la búsqueda de materiales con buenas características comerciales.

Se recomienda realizar jardines clonales de los materiales caracterizados

Bibliografía

- Avalos Erroa, CO.; Quijada Rodríguez, JL. y Beltrán Aranzamendi, M. 2006. Caracterización de los aguacates criollos (*Persea americana* Miller) del campus de la Universidad de El Salvador y de la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Tesis Ing. Agr. SV, UES. 86 p.
- Avilán, RL y Rodríguez, M. 1997. Descripción y evaluación de la colección de aguacates (*Persea* spp) del CENIAP. Maracay, Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. IICA/CreA/PROCIANDINO/FRUTEX. 92p (Serie A No 12)
- Avilán, RL. 1995. Época de floración y cosecha del aguacate en la región norte de Venezuela Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. ICA/CreA/PROCIANDINO/FRUTEX. 45(1): 35-50 p.
- Bartoli, JA. 2008. manual técnico del cultivo del aguacate Hass (*Persea americana* L.) (en línea). La Lima, HN, FHIA. Consultado 23 sep. 2010. Disponible en <http://www.hondurasag.org>
- Bergh, B. 1992. The origin, nature and genetic improvement of the avocado. California Avocado society yearbook 76: 61-75.
- Bufler, G y J. Fiedler. 1996. Avocado Genetic Resources: Final Report. GIARA B-14. July, 1996. 50 p.
- Flores García, RE; Villanueva Heredia, M y Rojas Alba, M. 2009. El Aguacate (*Persea americana* Mill.): no sólo un alimento. Revista Tlahui-medic. no. 28: 5-8 p.
- Flores Morán, WR 2011. Caracterización morfoagronómica *in situ* de aguacate criollo (*Persea americana* Miller) adaptado a la zona costera de El Salvador y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio. Tesis Ing. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 90 p.
- Gutiérrez, CY. 2009. Análisis del mercado para el aguacate. Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). El salvador, sv. 10 p.

- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 1995. Descriptors for Avocado (*Persea* spp.). Roma, IT. p. 25-40
- Jiménez, R; Parra, C; Pedrera, B; Hernández, L; Blanco, M; Martínez, F. y Álvarez, J. 2005. Manual práctico para el cultivo del aguacatero en Cuba. S.I. Cuba. S.e. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. 26-31 p.
- Martínez Castellanos, RE; Villaherrera López, RE; Constanza Rivas, S. 2006. Producción de aguacate criollo (*Persea americana* Mill.) adaptado a la zona costera de El Salvador. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 71 p.
- Pérez Rivera, RA. 1986. Evaluación de veinte cultivares criollos de aguacate. San Andrés, SV. CENTA (Centro de Tecnología Agrícola). Boletín no. 17. 62 p.
- PROMOSTA (Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola). 2005. El cultivo del aguacate. Honduras, Zamorano. 12p.
- Salisbury, FB; Ross, CW. 2000. Fisiología de las plantas: desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Madrid, ES. Thomson editores. 3 vols. 980 p.
- SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales). 2011. Informe climatológico de La Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután; San Pedro Masahuat, departamento de La Paz y Acajutla, departamento de Sonsonate. SV. CIAGRO. 3p.