

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**“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”**

POR:

Willian Ricardo Flores Morán

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2011.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**“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”**

POR:

Willian Ricardo Flores Morán

**PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2011.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR: **Ing. Agr. M.Sc. Rufino Antonio Quezada Sánchez**

SECRETARIO GENERAL: **Lic. Douglas Vladimir Alfaro Chávez**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO: **Dr. e Ing. Agr. Reynaldo Adalberto López Landaverde**

SECRETARIO: **Ing. Agr. M.Sc. Luis Fernando Castaneda Romero**

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA:

Ing. Agr. Balmore Martínez Sierra

DOCENTES DIRECTORES:

Ing. Agr. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berríos

Ing. Agr. M.Sc. Miguel Ángel Hernández Martínez

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla

RESUMEN

Con el objetivo de identificar germoplasma de aguacate criollo (*Persea americana* Mill) adaptado a la zona costera de El Salvador, se efectuaron giras de colecta para caracterizar los árboles *in situ* y comenzar un proceso de conservación *ex situ*, con la facilidad de disponerlos como selecciones promisorias por su adaptación a esta zona agroecológica específica. Las giras se realizaron de junio 2010 hasta enero 2011 a diferentes zonas de los municipios de Jiquilisco y San Luis Talpa, departamentos de Usulután y La Paz respectivamente, desde cero hasta 90 msnm. La toma de datos se realizó en árboles, frutos, hojas, semillas, flores y ramas de aguacate, analizando la información con estadística descriptiva. De un total de once árboles evaluados, cinco de ellos tenían frutos a los cuales se les realizaron análisis bromatológicos, cada individuo fue codificado y sometido a una caracterización morfoagronómica con base caracteres establecidos de los descriptores para aguacate del IPGRI, generando expedientes para cada árbol; estos se georeferenciaron para ubicarlos geográficamente y zonificar los lugares de presencia de la especie, como también zonas potenciales para el cultivo en la zona costera del país. Como resultados finales de la investigación se encontraron materiales con características comerciales deseables; como el peso: USUIESIB10IB2 y USUJIQCH10MH2 con 625.4 g y 533.00 g respectivamente; mientras que USUJIQCQ10BR1 posee cáscara leñosa con espesor de 0.157 cm, atributo que brinda resistencia al embalaje. En rendimiento de frutos/árbol sobresalen los materiales USUJIQCH10MH1 y USUIESIB10IB2 con aproximadamente 500 y 600 frutos por temporada. Por su adaptabilidad sobre el nivel del mar se destacan los materiales USUBLLC10PA1, USUBLLC10PA2, USUBLLC10PA3 a nueve msnm; mientras que USUBLIM10CC1, USUBLIM10CC2 a tres msnm y USUIESIB10IB2, USUIESIB10IB3 a cero msnm. En los análisis bromatológicos resultó que los materiales USUJIQCQ10BR1, USUIESIB10IB2 con 4.3 % y 2.31 % de proteína sobresalen al resto, también, presentan los más altos valores en cuando al contenido de extracto etéreo con 56.54 % y 11.74 % respectivamente; en contenido de carbohidratos los materiales UESEEPB0501CR1, USUJIQCH10MH1 presentan un 80.61 % y 81.19 %. Como resultado de la zonificación apta para el cultivo del aguacate se encontraron un total de 72, 645.80 has donde se puede establecer este frutal, distribuidas en siete departamentos: San Miguel, Usulután, San Vicente, Cabañas, La Paz, Sonsonate y Ahuachapán.

Con este trabajo se concluye que aunque en la zona costera no es muy común esta especie, se encuentran ejemplares que pueden utilizarse en programas de fomento de este cultivo, por lo que se requiere de más trabajo de investigación.

Palabras claves: *Persea americana* Mill, georefenciación, caracterización, germoplasma, aptitud, zonificación.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO PADRE:

Por ser el dador de vida, refugio y consuelo en los momentos difíciles que atraviesa el ser humano en su recorrido por el mundo.

A MI FAMILIA:

Por la paciencia, recursos y consejos destinados hacia mí con el objetivo de crear una mejor persona de lo que ayer fui.

A MIS ASESORES:

Gracias por la paciencia en las asesorías y por la voluntad de guiar mi trabajo de investigación, gracias a todos y en especial al Ing. Fidel por brindarme su apoyo incondicional.

AL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA:

Especialmente al Ing. Ag. Juan Milton Flores Tensos por colaborar en los análisis bromatológicos y brindarme su amistad.

A MIS COMPAÑEROS:

Marilyn Arévalo, Maritza Zaldívar, Mercedita Solórzano, José Sánchez y Erick Hernández, sin su ayuda no hubiese sido posible presentar mi trabajo, se los agradezco de corazón.

A LOS PRODUCTORES:

Mauricio Hernández, Benito Reyes, Pedro Alvarado, Vilma Gómez y Ricardo, gracias señores por la confianza y el interés mostrado en mi persona para caracterizar sus materiales.

A LAS FAMILIAS:

Arévalo Beltrán y Mejía Cruz, créanme son personas diferentes pero muy similares lo que hicieron por mí, espero que Dios se los retribuya con creces y por siempre serán parte de mí.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Mil gracias UES cuando llegué a ti era solo un joven ansioso de conocer la vida universitaria, ahora soy un hombre que te agradece los conocimientos que tú le brindaste.

Willian Ricardo Flores Morán

DEDICATORIA

A DIOS NUESTRO PADRE:

Gracias a la bondad de Él me permito sentirme orgulloso de lo que he logrado con la ayuda de los demás.

A LA VIRGEN SANTISIMA:

Por tantas oraciones hacia ella, gracias porque me cuidas e intercedes por mis peticiones ante Dios, Virgencita.

A MI FAMILIA:

A mi madre, hermanas y hermanos, porque juntos sorteamos las penas y dificultades que se nos presentaron, mi trabajo es un triunfo de todos; LOS AMO.

A MI PAPÁ:

Porque aunque lejos de nosotros, se aseguró de guiarnos por la senda del bien cuando estuvimos juntos y por el sacrificio de dejarnos en busca de un mejor futuro para todos.

A MIS CONOCIDOS Y AMIGOS:

A todo aquel que me brindo su mano y apoyo durante mi estancia en la UES, que hacia ustedes llegue mi trabajo.

Willian Ricardo Flores Morán

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Origen y distribución geográfica.	2
2.2. Generalidades del cultivo.	2
2.3. Descripción Botánica.	3
2.3.1. Raíz.	3
2.3.2. Tallo.	4
2.3.3. Hojas.	4
2.3.4. Flores.	4
2.3.5. Fruto.	5
2.3.6. Semilla.	5
2.4. Fenología del árbol de aguacate.	5
2.5. Zonas potenciales para aguacate en El Salvador.	6
2.6. Importancia.	7
2.7. Condiciones edafoclimáticas del cultivo.	8
2.7.1. Clima.	8
2.7.2. Edafología.	9
2.7.3. Radiación solar.	9
2.7.4. Humedad Relativa.	9
2.7.5. Precipitación.	10
2.7.6. Viento.	10
2.8. Propagación.	10
2.8.1. Reproducción sexual.	11
2.8.2. Reproducción asexual.	11
2.8.2.1. Selección y tratamiento de las semillas.	11
2.8.2.2. Semillero.	12
2.8.2.3. Vivero.	12
2.8.2.4. Injerto.	12
2.9. Agronomía del cultivo.	13
2.9.1. Preparación del terreno.	13
2.9.2. Trazado y establecimiento del huerto o plantación.	13
2.9.3. Fertilización.	14

2.9.4.	Riego.	14
2.9.5.	Plagas y Enfermedades.	14
2.9.5.1.	Plagas.	14
2.9.5.2.	Enfermedades.	15
2.9.6.	Cosecha.	16
2.10.	Caracterización de materiales promisorios.	17
2.11.	Tipos de caracterizaciones.	17
2.12.	Componentes de una caracterización.	18
2.13.	Conservación de los recursos fitogenéticos (RRFF).	19
2.2.	Sistema de Información Geográfica (SIG).	20
2.2.1.	Sistema de posicionamiento global (GPS).	21
2.2.2.	Aplicación de los SIG a la biodiversidad.	21
2.2.3.	Aplicaciones de SIG en la identificación de zonas potenciales para cultivos frutales.	22
2.3.	Interpolación de datos climáticos.	23
2.4.	Interpolación a partir del método de la distancia inversa (IDW).	23
2.5.	Polígono de Thiessen.	24
3.	<i>MATERIALES Y MÉTODOS</i>	25
3.1.	Localización.	25
3.2.	Características climatológicas del lugar de estudio.	25
3.2.1.	Clima: Estación Experimental y de prácticas “La Providencia” Universidad de El Salvador.	25
3.2.2.	Clima: Municipio de Jiquilisco.	25
3.3.	Material experimental.	26
3.4.	Herramientas para la caracterización.	26
3.5.	Codificación y datos de pasaporte.	27
3.6.	Procesamiento de información cartográfica.	27
3.6.1.	Cartografía utilizada.	27
3.6.2.	Información climática utilizada.	28
3.6.3.	Georeferenciación de árboles.	31
3.6.4.	Mapeo de las zonas potenciales para el cultivo de aguacate a nivel de costa.	31
3.6.5.	Parámetros geográficos de los mapas.	32
3.7.	Medición de variables y características.	32
3.7.1.	Morfología del tallo.	32
3.7.2.	Apariencia general/forma de la copa.	33
3.7.3.	Medición de características de las muestras vegetativas.	34
3.7.4.	Determinación de características raciales.	34
3.7.5.	Medición de inflorescencia y de flor.	34
3.7.6.	Medición de características de fruto y de semilla.	35
3.7.7.	Análisis bromatológicos.	36
3.7.8.	Caracterización agronómica.	37
3.8.	Clúster fotográfico.	38
4.	<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	40
4.1.	Caracterización morfológica del árbol (tallo, copa y hojas).	40
4.2.	Caracterización racial.	43
4.3.	Caracterización de inflorescencia.	45
4.4.	Floración y Cosecha de las accesiones.	46

4.4.1.	Época de floración de los materiales.	46
4.4.2.	Época de cosecha de los materiales.	47
4.5.	Caracterización de los frutos.	50
4.5.1.	Fruto y epicarpio.	50
4.5.2.	Pulpa y semilla.	52
4.6.	Resultados de análisis bromatológicos.	56
4.6.1.	Proteína.	56
4.6.2.	Fibra Cruda (Fc).	56
4.6.3.	Extracto Etéreo (EE)	57
4.6.4.	Carbohidratos (CHOS).	58
4.6.5.	Calcio (Ca).	59
4.6.6.	Fósforo (P).	60
4.7.	Catálogo de selecciones.	61
4.8.	Análisis de suelos <i>in situ</i>.	65
4.9.	Caracterización agronómica.	65
4.10.	Zonificación del aguacate en El Salvador.	67
5.	CONCLUSIONES	75
6.	RECOMENDACIONES	77
7.	BIBLIOGRAFÍA	78
8.	ANEXOS	82

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de cien gramos de fruto de aguacate.	8
Cuadro 2. Análisis de cien gramos de pulpa de Aguacate “Hass”.	8
Cuadro 3. Parámetros ambientales entre las diferentes razas hortícolas de aguacate.	10
Cuadro 4. Diferentes distanciamientos y densidades de siembra para el cultivo del aguacate.	13
Cuadro 5. Codificación y datos de pasaporte de once materiales de aguacate caracterizados, departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	27
Cuadro 6. Resultados de la caracterización morfológica (tallo, copa y hojas) de 11 materiales de aguacate provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	42
Cuadro 7. Caracterización racial preliminar de 11 materiales de aguacate provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	44
Cuadro 8. Grupo floral de cuatro materiales de aguacates caracterizados provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	45
Cuadro 9. Época de floración y cosecha de 11 materiales de aguacate provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	48
Cuadro 10. Diagrama de floración y fructificación de 11 materiales de aguacate provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	49
Cuadro 11. Caracterización de fruto y epicarpio de cinco materiales caracterizados de aguacate proveniente de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	55
Cuadro 12. Caracterización de pulpa y semilla de cinco materiales caracterizados de aguacate proveniente de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	55
Cuadro 13. Definición y potencial agrícola de los suelos, clasificados en base al gran grupo.	72
Cuadro 14. Resumen de áreas potenciales para el establecimiento del cultivo del aguacate en diferentes departamentos de El Salvador, 2010.	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Biología floral del aguacate.	82
Anexo 2. Zonas potenciales para el cultivo del aguacate en El Salvador.	82
Anexo 3. Polígonos de Thiessen que delimitan las zonas de influencia de las diferentes estaciones meteorológicas de El Salvador, 1998.	83
Anexo 4. Resultados de análisis bromatológicos realizados a cinco materiales de aguacate.	84
Anexo 5. Matriz de recolección de datos utilizada en la investigación, El Salvador, 2010.	85
Anexo 6. Descriptor utilizado en la investigación, El Salvador, 2010.	86
Anexo 7. Descripción de zonas aptas para el cultivo del aguacate, El Salvador, 2010.	88
Anexo 8. Resultados de análisis de suelos realizados en cinco puntos de muestreo donde se encontraron los materiales de aguacate, departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de estaciones meteorológicas de El Salvador.	28
Figura 2. Registro de altitud (msnm) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.	29
Figura 3. Registros de temperatura mínima (°C) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.	29
Figura 4. Registros de temperatura máxima (°C) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.	30
Figura 5. Registros de precipitación (mm) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.	30
Figura 6. Registros de humedad relativa (H°) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.	31
Figura 7. Forma del pedúnculo del fruto de aguacate según el tipo de raza.	34
Figura 8. Altura (m) de 11 materiales de aguacate caracterizados provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	41
Figura 9. Peso (g) promedio de cinco materiales de aguacate caracterizado provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	51
Figura 10. Diámetro (cm) polar y ecuatorial de la semilla de cinco materiales de aguacate caracterizados provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	53
Figura 11. Relación pulpa/semilla de cinco materiales caracterizados comparados con cuatro variedades comerciales de aguacate.	54
Figura 12. Contenido (%) de Proteína cruda (Pc) de cinco materiales caracterizados comparados con tres variedades comerciales de aguacate.	56
Figura 13. Contenido (%) de Fibra cruda (Fc) de cinco materiales caracterizados comparados con dos variedades comerciales de aguacate.	57
Figura 14. Contenido (%) de Extracto Etéreo (EE) de cinco materiales caracterizados comparados con tres variedades comerciales de aguacate.	58
Figura 15. Contenido (%) de Carbohidratos (CHOS) de cinco materiales de aguacate caracterizado provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.	59
Figura 16. Contenido de Calcio (Ca) de cinco materiales caracterizados comparados con dos variedades comerciales de aguacate.	59
Figura 17. Contenido de Fósforo (P) de cinco materiales caracterizados comparados con dos variedades comerciales de aguacate.	60
Figura 18. Distribución de precipitación anual en diferentes zonas ecológicas de El Salvador.	67
Figura 19. Humedad relativa anual del 70 – 80 % en diferentes zonas ecológicas El Salvador.	68
Figura 20. Temperatura anual de 33 °C en diferentes zonas ecológicas de El Salvador.	69
Figura 21. Temperatura anual de 19 °C en diferentes zonas ecológicas de El Salvador.	70

Figura 22. Identificación de tipos de suelos utilizados en la investigación, producto de la georeferenciación de árboles de aguacate.	71
Figura 23. Elevaciones de 0 a 150 msnm en diferentes zonas ecológicas de El Salvador.	73
Figura 24. Distribución por departamento de las zonas potenciales para el cultivo del aguacate en El Salvador.	74

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Análisis de la flor de aguacate en laboratorio (estereoscopio).	38
Fotografía 2. Análisis de la flor de aguacate en campo (lupa).	38
Fotografía 3. Coloración del brote del aguacate.	38
Fotografía 4. Largo de lámina foliar.	38
Fotografía 5. Ancho de lámina foliar.	38
Fotografía 6. Pesado del fruto del aguacate.	38
Fotografía 7. Verificación del ángulo de inserción de las hojas.	38
Fotografía 8. Forma del pedúnculo de aguacate.	38
Fotografía 9. Toma de diámetro polar de la semilla de aguacate.	38
Fotografía 10. Toma de diámetro ecuatorial de la semilla de aguacate.	39
Fotografía 11. Desprendimiento del epicarpio de la pulpa de aguacate.	39

1. INTRODUCCIÓN

La especie humana depende de las plantas. Estas constituyen la base de su alimentación, cubren la mayoría de las necesidades y se utilizan en la industria para fabricar combustibles, medicinas, fibra, caucho y otros productos. Entre las frutas, el aguacate es de las más apetecidas por las culturas latinas ya que, ésta puede proveer de muchas calorías, proteínas, grasas, carbohidratos y minerales al organismo y quedar satisfechas solamente con el consumo de esta fruta.

La inexistente oferta y promoción adecuada de variedades de aguacate, adaptados a la zona costera, hace necesario mejorar y a la vez buscar los orígenes de esta situación, es por eso que la presente investigación buscó caracterizar morfoagronómicamente, coleccionar, identificar y georeferenciar germoplasma de aguacate nativo de pie franco para encontrar materiales que presenten aptitudes para la comercialización o que permitan mejorar y generar nuevos cultivares de aguacate especialmente adaptados a la zona costera del país.

El Aguacate es un frutal el cual se adapta desde los cero hasta más de 1,500 msnm, sin embargo existen muy pocos huertos comerciales por desconocimiento técnico o por los requerimientos propios del árbol el cual no tolera las inundaciones y suelos pedregosos con pendientes muy elevadas.

En El Salvador, el consumo promedio de aguacate por año de acuerdo a las importaciones oscila entre 8,000 y 12,000 TM valoradas entre 4 y 5.6 millones de dólares americanos, es por eso que como resultado de la investigación se presenta la propuesta de 11 árboles de aguacate caracterizado, los cuales solo con el hecho de haberse ubicado en rangos altitudinales de 0 a 90 msnm presentan un potencial de gran valor agronómico. Todos los materiales se evaluaron utilizando descriptores para aguacates del IPGRI generando muy buenos resultados, estos se podrían utilizar para difundir su propagación clonal en los productores agrícolas que deseen diversificar sus ingresos, económicos y mejorar el clima del lugar mediante establecimiento de plantaciones comerciales.

Además, mediante el software ArgGIS 9.0 se identificaron diferentes lugares a lo largo de la costa salvadoreña que presentan potencial o características satisfactorias para el cultivo del aguacate.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y distribución geográfica.

El aguacate es un miembro de la antigua y numerosa familia vegetal de las Lauráceas, la cual comprende poco más de 50 géneros entre los que se encuentra *Persea*. La familia lauraceae comprende alrededor de 2,200 especies. Estas en su mayoría son tropicales y subtropicales incluyendo al aguacate (Sánchez, 1999).

El aguacate es un cultivo originario de Mesoamérica, siendo Guatemala uno de los centros de origen más importantes en el mundo. Existen tres razas bien definidas, siendo éstas la Mexicana, Guatemalteca y Antillana, todas con características específicas tanto en calidad como en adaptación climática (Vásquez, 2005).

Las zonas montañosas central y del este de Guatemala y México están consideradas como centro de origen del género *Persea* y por consiguiente de los aguacates cultivados. Se ha señalado que los nombres de aguacatero y aguacate con los cuales se designan al árbol y al fruto en muchos países iberoamericanos, derivan de formaciones de vocablos de la antigua lengua náhuatl, con la cual se expresaban los aztecas de México, estos llamaban *Ahuacacuahuilt* al árbol y *ahuacátl* al fruto, que por la forma y la manera de colgar lo comparaban con el testículo (Rodríguez, 2003).

2.2. Generalidades del cultivo.

El aguacate es una fruta de mucha importancia en la alimentación humana, por su alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales; además por sus efectos benéficos en la salud humana, al contribuir a la disminución del colesterol y los triglicéridos totales del cuerpo, entre otros (Baíza, 2003).

El aguacate es de gran importancia socioeconómica, debido a su demanda creciente, que proporciona empleos permanentes y temporales a los participantes en la cadena agrocomercial, beneficiando a productores, comercializadores, industrializadores y consumidores (Baíza, 2003).

El aguacate es considerado como la más primitiva de las dicotiledóneas, entre ellas existen numerosas especies importantes desde el punto de vista económico, tales como árboles que proporcionan maderas excelentes como el laurel y finísimos aceites esenciales; siendo el aguacate quizá la única de frutos comestibles (Rodríguez, 2003). Este frutal presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Plantae,
Filo:	Magnoliophyta,
Clase:	Magnoliopsida,
Orden:	Laurales,
Familia:	Lauraceae,
Género:	<i>Persea</i>
Especie:	<i>americana</i> .

2.3. Descripción Botánica.

2.3.1. Raíz.

Raíz principal corta y débil, las raíces carecen de pelos absorbentes y la mayor parte se concentra en los primeros 50 cm de profundidad y dependerá de la clase de suelos el desarrollo del sistema radicular (Rodríguez, 2003).

Como las raíces poseen pocos pelos absorbentes, la absorción del agua y nutrientes la realizan a través de los tejidos primarios de las puntas de las raíces. Esta característica del aguacate provoca susceptibilidad al encharcamiento, porque la planta se asfixia con facilidad y es vulnerable al ataque por hongos en el tejido radicular (Godínez *et al.* citados por Baíza, 2003).

Se ha encontrado alta asociación simbiótica de esta especie con hongos endomicorrízicos arbusculares, las cuales facilitan la absorción de los elementos minerales, pero sobre todo los de baja movilidad en el suelo (fósforo, cobre y zinc) en el aguacate la eficiencia de la raíz se ve limitada por la carencia de pelos absorbentes y el empleo de micorrizas, constituye un alternativa (Rodríguez, 2003).

2.3.2. Tallo.

Especie polimorfa, sus ramas son extendidas, de forma globulosa o de campana, gruesas y cilíndricas, al principio son verde-amarillentas y densamente pubescentes, después son negras, glabras, opacas o con poco brillo y con cicatrices prominentes, abundantes, delgadas y frágiles, sensibles a las quemaduras de sol y de bajas temperaturas (Rodríguez, 2003).

Los árboles con alturas menores de 5 m facilitan las prácticas de control fitosanitario, cosecha, poda y fertilización foliar (Avelar, 2003).

2.3.3. Hojas.

Son simples, alternas, enteras, elípticas, alargadas y con nervaduras pinnadas con inserción peciolada. La epidermis es pubescente, al llegar a la madurez se tornan lisas, coriáceas, con color verde intenso y oscuro en el haz, pubescentes y glaucas en el envés. El árbol se defolia cuando existe renovación de ramas y las hojas verdes han cumplido su ciclo (Avelar, 2003).

2.3.4. Flores.

La flor del género *Persea* es actinomorfa y hermafrodita. El cáliz está compuesto de seis sépalos unidos en la base, posee nueve estambres fértiles y el ovario es sésil con estilo alargado y estigma decapitado, además tiene tres estaminoides adyacentes al gineceo. La fórmula floral del aguacate corresponde a $P_{3+3} A_{6+3} G_1$ (Cristoffanini, 1996).

Rodríguez (2003), nos recalca la estructura floral al mencionar que los estambres llegan a 12, cuya serie interna formada por tres esta reducida a estaminoides; los tres estambres funcionales más internos son más largos que los otros, con anteras vueltas hacia afuera y con glándulas ovoides de tallo corto de color anaranjado, en la base de los filamentos se encuentran los nectarios. Los seis estambres perfectos más externos tienen anteras con dehiscencia interna y carecen de glándulas.

Las flores presentan dicogamia, es decir, los órganos masculinos y femeninos de una misma flor no maduran al mismo tiempo; por ello las variedades de aguacate se clasifican en tipos A y B (Pérez Rivera 1986).

El aguacate presenta la siguiente biología floral.

La flor tipo A (Anexo 1) tiene un comportamiento que se registra en el transcurso de 2 días incluyendo mañana, tarde y noche. Abre el primer día por la mañana, siendo el estigma receptivo y las anteras permanecen indehiscentes, por la tarde la flor se cierra, continuando así durante la noche y la mañana del día siguiente, abriéndose en la tarde pero con el gineceo no receptivo y los estambres dehiscentes. En cambio la flor tipo B (Anexo 1) abre el primer día pero por la tarde, la flor aparece con el estigma dilatado receptivo, por la noche cierra y en la mañana del segundo día abren siendo los estambres dehiscentes (Arriaga, 1990).

2.3.5. Fruto.

El fruto es una drupa carnosa, de forma periforme, ovoide, globular o alargada. El color varía de verde claro a verde oscuro y de violeta a negro. Estas características y otras como la estructura, consistencia de la cáscara y pulpa, están determinadas por la raza y variedad cultivada (Baíza, 2003).

2.3.6. Semilla.

Generalmente ovalada, las semillas del grupo racial antillano poseen una cubierta de mediana a gruesa y membranosa. En otros grupos raciales es delgada, la semilla es importante en la relación fruto/semilla, siendo ideal una mayor porción de pulpa y una semilla de tamaño mediano a pequeño (Baíza, 2003).

La semilla es monoembrionica, a veces se observa más de un tallo, pero no se trata de plantas provenientes de embriones diferentes (Rodríguez, 2003). Lo anterior se explica de la siguiente manera: cuando se atrofia el eje o rama primordial por diferentes circunstancias las yemas axilares se activan a veces en números elevados, lo que ha ocasionado confusión a tal punto de aseverar que el aguacate es poliembriónico (Cañizares, 1973).

2.4. Fenología del árbol de aguacate.

El período de crecimiento activo y los distintos órganos (yemas, brotes, flores, frutos) del árbol muestran diferentes formaciones y fases, conocidas como estados fenológicos.

En primera estancia, la actividad vegetativa comienza con la hinchazón de las yemas, y las escamas y brácteas protectoras. El comportamiento de las yemas florales y vegetativas es distinto (Rodríguez, 1987).

2.5. Zonas potenciales para aguacate en El Salvador.

En el país se observa que los aguacates crecen bien desde los 100 hasta 1,400 msnm, lo cual está determinado por varios factores pero principalmente por la raza (Pérez Rivera, 1986).

En décadas pasadas en El Salvador se observaron diferentes regiones con huertos de aguacate en los que habían diferentes selecciones criollas manejadas más o menos tecnificadas y se comprobó que los problemas fitopatológicos y entomológicos de este cultivo son similares en las distintas zonas (Pérez Rivera, 1986).

No existen datos precisos acerca de las áreas cultivadas de aguacate en El Salvador, sin embargo históricamente se sitúan en las zonas cafetaleras, a nivel de patios, huertos caseros y como sombra permanente en cafetales de bajío y media altura (Pérez Rivera, 1986).

En El Salvador, las variedades de aguacate que se cultivan son germoplasma criollo, seleccionadas en diferentes partes del país, presentando adaptación desde el nivel del mar hasta los 1,200 msnm a excepción del “Hass” que se adapta arriba de 1,000 msnm (variedad exótica). Las diferentes zonas del país poseen potencial de desarrollo del cultivo si las condiciones edáficas lo permiten (Rodríguez, 2003).

Según Baíza (2003), los árboles de aguacate del tipo antillano o híbridos antillano-guatemalteco como el Booth 8 (alturas mayores de 250 mns) y las variedades criollas se pueden cultivar en los valles costeros e interiores del país, en la meseta central y en las áreas cafetaleras de bajío y de media altura (Anexo 2).

2.6. Importancia.

Desde 1997 a 2001, El Salvador ha importado un promedio de 3.6 millones de dólares anuales de aguacates, equivalentes a 9,153 TM. En el año 2002, tomando en cuenta las cifras disponibles hasta el mes de julio, las importaciones habían ascendido a 2.7 millones de dólares ó 6,146 TM. El origen principal del producto es de México en torno al 79% y Guatemala 20% (Frutales, 2002).

A partir de la década de los ochenta, el elevado consumo de aguacates, condujo a un alto crecimiento de su comercio. En la década de los sesenta las importaciones mundiales fueron de 5.5 mil TM, en los ochenta alcanzaron 103.7 mil TM, su crecimiento ha sido tal que para el año 2000 se registraron importaciones de 344 mil TM, equivalentes a 413 millones de dólares americanos (Frutales, 2002).

Según Frutales (2009), el aguacate alcanza sus precios más altos entre la segunda semana de julio y la primera de agosto cuyos precios varían entre \$ 20 y \$ 23/caja de 22 lb. La demanda en el mercado mayorista “La Tiendona” oscila en 5,760 TM y los supermercados demandan la cantidad de 1,237.5 TM anuales.

Según Baíza (2003), el contenido nutricional del aguacate es de gran importancia en la alimentación humana por sus numerosos elementos vitamínicos y minerales.

El aguacate tiene un gran valor nutritivo, debido a su alto contenido en grasas e hidratos de carbono, siendo también importante su contenido en proteínas; asimismo, contiene gran número de vitaminas y sales minerales. La composición del aguacate varía según la variedad, grado de madurez del fruto, condiciones climatológicas y manejo al que ha estado sometido el árbol (Ibar, 1979).

Cuadro 1. Análisis bromatológico de cien gramos de fruto de aguacate.

Nutriente	Contenido
Calcio	3.5-20 mg
Fósforo	20-65 mg
Hierro	0.4-2 mg
Vitamina A	0.025-0.047 mg
Vitamina B ₁	0.033-0.088 mg
Vitamina B ₂	0.05- 2 mg por cien
Vitamina C	4.5-33 mg por cien
Vitamina D	Cantidades notables
Vitamina E	
Vitamina K	

Fuente: Ibar, 1979.

También, Urquilla (2010), menciona que el aguacate es rico en vitaminas A, B₁, B₂, B₆, C y E. Además es el fruto que cuenta con mayor cantidad de esta última que es un buen antioxidante. Destaca su contenido de potasio, agua y grasa, de hecho se produce aceite de aguacate y es muy saludable. Debido a esto es una fruta con gran contenido calórico.

Cuadro 2. Análisis de cien gramos de pulpa de Aguacate “Hass”.

Fibra 0.4 gramos Carbohidratos 5.9 gramos Proteínas 1.8 gramos Grasa Total 18.4 gramos	Retinol (A) 17.0 miligramos Tiamina 17.0 miligramos Riboflavina 0.10 miligramos Niacina 1.8 miligramos Vitamina C 15.0 miligramos Vitamina E 1.53 miligramos Vitamina B ₆ 0.25 miligramos Folate 10.0%	Ácido Pantoténico 0.87 miligramos Aminoácidos 0.466 gramos Calcio 24.0 miligramos Hierro 0.5 miligramos Magnesio 45.0 miligramos Sodio 4.0 miligramos Potasio 604.0 miligramos Zinc 0.42 miligramos Kilocalorías 181
Ácidos Grasos: Saturados 3.0 gramos Monoinsaturados 8.9 gramos Poliinsaturados 2.0 gramos		

Fuente: Baíza, 2003.

2.7. Condiciones edafoclimáticas del cultivo.

2.7.1. Clima.

Las Diferentes razas de aguacates conocidas difieren en las exigencias climáticas especialmente en lo referente al factor térmico. La raza mexicana puede soportar temperaturas mínimas de 2.2 °C. La raza guatemalteca soporta temperaturas superiores a los 4.5 °C. Para ambas razas su temperatura promedio anual oscila entre 17 y 19 °C. La raza antillana se ubica en los índices térmicos comprendidos entre 22 y 26 °C (Rodríguez, 2003).

La temperatura incide directamente en la duración del período de flor a fruto, el cual se alarga a medida que la temperatura disminuye (Baíza, 2003).

2.7.2. Edafología.

El aguacate tiene buena adaptación en terrenos con suelos arenosos o franco arenosos con buen drenaje y abundante materia orgánica; se debe evitar cultivarlos en suelos muy pesados, superficiales y mal drenados o con capas freáticas superficiales. El rango de pH para un adecuado desarrollo del cultivo oscila entre 5.5 a 6.8 (Frutales, 2009).

Para Baíza (2003), los suelos con obstáculos físicos como talpetates, tobas, lechos de roca superficial, horizontes arcillosos entre otros impiden el desarrollo de las raíces.

Todas las razas de aguacate son exigentes a suelos bien drenados cuya profundidad sea al menos de un metro. En suelos mal drenados, las plantas presentan un ciclo de vida muy corto, siendo susceptibles a la pudrición radical (Rodríguez, 2003).

2.7.3. Radiación solar.

Las ramas demasiado sombreadas del aguacate son improproductivas, de ahí la importancia de realizar prácticas adecuadas de poda y controlar la densidad de las plantas. La exposición completa a la luz solar es altamente benéfica para el cultivo, sin embargo, el tallo y las ramas primarias son susceptibles a las quemaduras de sol (Bárceñas, 2000).

2.7.4. Humedad Relativa.

Las razas de aguacate exigen clima húmedo o semi húmedo, preferiblemente con estaciones secas y lluviosas bien definidas. En zonas con exceso de humedad la explotación se ve seriamente limitada. La raza mexicana es la que mejor tolera la sequedad atmosférica, seguido de la Guatemalteca y Antillana respectivamente (Rodríguez, 2003).

Baíza (2003), menciona que la humedad relativa óptima es del 60 al 70 %, aunque variedades como el “Hass” toleran hasta 80 %.

2.7.5. Precipitación.

El aguacate demanda regímenes pluviales de 1,000 a 2,000 milímetros bien distribuidos a lo largo del año. Los regímenes de lluvia reportados en El Salvador son adecuados para el cultivo, sin embargo, se debe proporcionar riego suplementario durante la época seca y canículas en el primer año del establecimiento (Baíza, 2003).

Cañizares (1973), afirma que el aguacate prospera bien cuando la precipitación anual oscila entre 800 y 1,000 mm distribuidos en todo el año.

2.7.6. Viento.

Velocidades altas (superiores a 20 km/h) en los vientos causa graves daños en la plantación. Vientos secos desecan el estigma, impidiendo la polinización, además; la acción mecánica del viento ocasiona caída de flores, frutos, ramas y en algunos casos las plantas pierden el equilibrio de la copa y vuelcan (Rodríguez, 2003).

Cuadro 3. Parámetros ambientales entre las diferentes razas hortícolas de aguacate.

Raza hortícola		Temperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm)	Altitud (msnm)
Mexicana: (<i>P. americana</i> var. <i>drymifolia</i>)	Nativos	13.5 – 20.5	650 – 2200	950 – 2250
	Introducidos	(20.5 – 25.5)	(300 – 2250)	(50 – 2350)
Guatemalteca: (<i>P. americana</i> var. <i>guatemalensis</i>)	Nativos	21.0 – 28.0	800 – 3400	20 – 1200
	Introducidos	(18.0 – 28.5)	(250 – 700)	(1850 – 1950)
Antillana: (<i>P. americana</i> var. <i>americana</i>)	Nativos	24.0 – 27.0	1100 – 3350	50 – 800
	Introducidos	(19.0 – 20.0)	(600 – 700)	(1350 – 1450)

Fuente: Sánchez, 1999.

2.8. Propagación.

La forma natural de reproducción del aguacate, es por semilla, sin embargo; presenta un inconveniente fundamental: el carácter híbrido de las numerosas variedades de aguacate hacen que no tengan las mismas características las distintas plantas nacidas de semillas de una variedad (Ibar, 1979).

La propagación por semilla no es recomendable para plantaciones comerciales, debido a la gran variabilidad que ocurre en producción y calidad de fruto. La propagación por injerto es el método más apropiado para reproducir las variedades seleccionadas para cultivo comercial. (Rodríguez, 2003).

Para propósitos de huertos comerciales, el hombre ha encontrado y perfeccionado otro modo de multiplicar o propagar sin la rigurosa necesidad del sexo, o sea: la vía asexual (Cañizares, 1973).

Las diferentes plantas vegetales durante su propagación consta de tres fases bien definidas: semillero, vivero y plantación final (Cañizares, 2003).

2.8.1. Reproducción sexual.

La semilla es el vehículo natural que conduce la vida de una especie vegetal superior cualquiera hasta lo infinito en tiempo y número. La mayor aplicación que se da con las semillas es utilizarlas para producir portainjertos y en limitados casos como arribo de algunos híbridos espontáneos (Cañizares, 1973).

La selección de semillas a utilizar para portainjertos deben de obedecer a características deseadas (Rodríguez, 1982). Según Ibar (1979), algunas de esas características pueden ser: que arraigue bien en el suelo donde va destinado y debe de tener una buena afinidad con la variedad a la que debe ser injertado.

2.8.2. Reproducción asexual.

La vía asexual. La casi totalidad de las especies vegetales, tienen la capacidad de poder sustraerse el sexo o prescindir de el para propagarse sobre todo cuando las circunstancias los apremian (Cañizares, 1973).

2.8.2.1. Selección y tratamiento de las semillas.

Las semillas también se deben elegir sanas y bien formadas. Aunque es posible obtener plántulas de semillas procedentes de frutos verdes (inmaduros), siempre serán mejores las que provienen de frutos maduros que hayan alcanzado el tamaño corriente en la variedad (Ibar, 1979).

Las semillas se deben sembrar inmediatamente después de colectarlas y limpiarlas de lo contrario perderá su poder de germinación (Ibar, 1979).

Antes de sembrarlas deben de ser desinfectadas con una solución de fungicida. También puede usarse agua a 49-50 °C durante media hora para la eliminación de hongos (Rodríguez, 1987).

2.8.2.2. Semillero.

Las condiciones óptimas de germinación son: Temperatura media, media sombra, y riegos continuos que mantengan una humedad del medio de 15 a 25 % del suelo (Rodríguez, 1987).

Se siembra el extremo más grande y redondo hacia abajo, previo se quitará la cáscara (exposición al sol /30 min). Es recomendable cortar la parte aguda de la semilla para facilitar la emergencia del brote (Rodríguez, 2003).

2.8.2.3. Vivero.

El vivero es el sitio de transición o segunda fase de la propagación de ciertas plantas, en este sitio serán formadas y educadas concienzudamente y desde donde en su oportunidad serán llevadas al lugar definitivo de plantación (Cañizares, 1973).

El lugar elegido para el vivero debe al menos reunir los siguientes factores o de lo contrario serán limitantes: a) ubicación proximal; b) agua a disposición; c) exposición solar moderada; d) protección contra los vientos; e) defensa contra las plagas; f) topografía del terreno no muy pronunciada; y g) recurso humano disponible (Cañizares, 1973).

2.8.2.4. Injerto.

El injerto utilizado en El Salvador para aguacates es el enchape lateral, empero; se practica el injerto de hendidura y corona terminal (Rodríguez, 2003).

Además Rodríguez (1982), menciona que para México el tipo de injerto que se ha difundido mucho por su alto grado de prendimiento es el llamado injerto de púa lateral.

2.9. Agronomía del cultivo.

2.9.1. Preparación del terreno.

Por el sistema radical del aguacatero se debe asentar la plantación sobre suelos con una adecuada preparación, consistente en la supresión de malezas, destronconado y nivelado de suelo, fertilizaciones a base de materias orgánicas que deberán ser incorporadas con el laboreo. (Rodríguez, 2003).

Los hoyos de siembra podrán de tener dimensiones de 0.60 x 0.6 x 0.6 hasta 0.8 x 0.8 x 0.8 m dependiendo de la calidad de los suelos (Rodríguez, 2003).

2.9.2. Trazado y establecimiento del huerto o plantación.

Al ser árboles de buen desarrollo, los aguacates deberán plantarse a distancias que permitan una distribución regular según disposición del terreno (Ibar, 1979).

Antes de establecer un huerto de aguacate debe considerarse la distancia entre plantas o densidad de la población, debido a los diversos factores físicos y biológicos que intervienen en su determinación y por las consecuencia económicas que se pudiesen ocasionar (Rodríguez, 2003).

Cuadro 4. Diferentes distanciamientos y densidades de siembra para el cultivo del aguacate.

Distanciamiento	Densidad (árboles/hectárea)
6 x 6	277
7 x 6	238
7 x 7	204
8 x 8	156
8 x 7	178
9 x 9	123 *
10 x 10	100 *
11 x 11	82 *
12 x 12	69 *

Fuente: Rodríguez, 2003 y Rodríguez, 1982.*

2.9.3. Fertilización.

Basta al momento de la siembra aplicar alguna fórmula completa de N P K, rica en fósforo a fin de fortalecer el sistema radicular de las plántulas en la fase inicial de su crecimiento (Cañizares, 1973).

Se recomienda un kilogramo de fertilizante rico en Nitrógeno y Potasio por cada año, repartido en tres aplicaciones. La máxima cantidad de fertilizante para árboles mayores de 13 años es de 12 kilogramos/año (Rodríguez, 2003).

2.9.4. Riego.

Según Baíza (2003), el tamaño, la densidad del follaje, la edad del cultivo y las condiciones climáticas determinan la cantidad de agua requerida por el cultivo. Ibar (1979), menciona los siguientes parámetros para aplicar riego como lo es: la raza y la capacidad de retención del suelo.

Valencia (1912), nos explica que el aguacate prefiere terrenos frescos pero permeables; y que lo conveniente es aplicar riegos con la frecuencia que la práctica indique para que el suelo no se seque tanto que perturbe la plantación, ni que esté demasiado húmedo que dañe la raíz. Además nos previene de regar cuando la planta está en floración porque no aprovecha el agua, al contrario, corre el peligro de abortar la flor; es mejor regar cuando se inicia la floración, si la tierra lo necesita.

2.9.5. Plagas y Enfermedades.

Considerados factores limitantes y dentro ellos se mencionan los insectos:

2.9.5.1. Plagas.

Trips (*Triphs sp.*).

Insectos que se alimentan de brotes foliares y florales, hojas y frutos tiernos (tamaño de una canica), en caso grave provoca la caída del fruto o causa heridas que permiten la entrada de enfermedades como la roña (Rodríguez, 2003).

Barrenador de la ramas (*Copturus aguacate*).

La larva de este insecto barrena la madera del árbol (Rodríguez, 2003).

Barrenador de la semilla (*Stenoma catenifer*).

El estado adulto ovoposita cerca de los frutos, al eclosionar las larvas barrenan el fruto hasta llegar a la semilla y posteriormente cae el fruto (Rodríguez, 1987).

Enrollador de la hoja (*Amorbia emigatella*).

Ataca las hojas y los frutos, en ocasiones une frutos entre sí, alimentándose de la epidermis (Rodríguez, 2003).

Agalla de la hoja (*Trioza anceps*).

El adulto ovoposita sobre las hojas y conforme se desarrolla el huevo se observa la formación de pequeñas agallas sobre las hojas del aguacate, la planta atacada sufre gran debilidad a causa de la heridas y la pérdida de la savia de las hojas, las secreciones de la ninfa son muy tóxicas a la planta (Ibar, 1979).

Arañuela rojas (*tetranychus spp*).

Muy comunes en el cultivo del aguacate, las picaduras ocasionan manchas amarillentas y pálidas induciendo a una caída prematura de hojas (Rodríguez, 1987).

2.9.5.2. Enfermedades.

Marchitamiento (*Phytophthora cinnamoni*).

Esta enfermedad es la más importante y dañina del aguacate y se encuentra distribuida en casi todas las regiones productoras de aguacate (Baíza, 2003). Los síntomas en la parte aérea son los siguientes: hojas pálidas y cayéndose, brotes foliares raquíticos, el árbol presenta muerte regresiva, los frutos son pequeños y pocos numerosos (Ibar, 1979).

Antracnosis del aguacate (*Colletotrichum gloeosporioide*).

La enfermedad más importante en la cosecha y comercialización del fruto (Baíza, 2003). Ataca hojas, ramas y frutos. En los frutos produce manchas color café o negro redondeadas (Ibar, 1979).

Mancha púrpura (*Cercospora purpurea*).

Al principio causa manchas irregulares en las hojas de color café claro, luego se tornan violáceas, más notorias en el envés (Rodríguez, 2003).

La desecación de las hojas comienza a partir de los bordes que se doblan hacia el interior, desecándolas con lo que se llega a completar la destrucción (Ibar, 1979).

Roña del aguacate (*Sphaceloma perseae*).

La enfermedad causa lesiones redondeadas, café a negro y hasta de 3 mm de diámetro que se presentan en el haz de las hojas jóvenes, tallos y frutos. Los frutos inmaduros son muy susceptibles a la infección; las lesiones son tan numerosas que dan una apariencia de tejido necrótico café oscuro. Al crecer el fruto ocasiona un agrietado anguloso e irregular del tejido epidermal necrosado, parte del cual se desprende parcialmente y parece despellejado (Baíza, 2003).

2.9.6. Cosecha.

Según las distintas regiones del mundo y dependiendo la variedad y altitud del mar pueden darse las siguientes épocas de cosecha:

- Marzo a junio: África Central.
- Junio a noviembre: África del sur.
- Noviembre a marzo: Israel, Antillas, Islas Canarias y región mediterránea.
- Enero a diciembre: Florida, California.
- Enero a septiembre: México.
- Abril a diciembre: Perú (Ibar, 1979).

La época de cosecha en El Salvador según Rodríguez (2003), para las variedades comerciales criollas abarca el primer semestre del año iniciando en enero y finalizando en junio, sin embargo Frutales (2003), indica que el aguacate indio salvadoreño está presente en el mercado nacional solamente en la época lluviosa pero con mayor presencia en los meses de mayo hasta agosto.

La época de cosecha del aguacate depende de las variedades y factores del suelo, fertilización y altura sobre el nivel del mar (Frutales, s.f.).

En su evolución la baya del aguacate atraviesa las siguientes etapas: preclimaterica, climaterio, crisis climaterica y post climaterio.

- Fase preclimática: tiene lugar la división celular y el engrosamiento con disminución de la respiración llegando a su tamaño normal.
- Fase climática: la intensidad respiratoria aumenta hasta un punto máximo. Madurez comercial.
- Fase crisis climática: término de la maduración luego de alcanzar el punto máximo de respiración. Es la madurez de consumo.
- Fase post climaterio: período de envejecimiento la respiración decrece hasta la descomposición (Rodríguez, 1982).

2.10. Caracterización de materiales promisorios.

Producto de la caracterización debemos obtener un conjunto de datos que nos muestre las características de las accesiones con que contamos. Mediante este método podemos seleccionar materiales vegetales con características sobresalientes, por ejemplo: resistencia a patógenos. Para conocer con anticipación el comportamiento planta-ambiente es útil contar con la información derivada de una caracterización (Jaramillo y Baena, 2000).

La medición y análisis de la variabilidad morfológica puede tener diferentes finalidades, entre ellos: medir la variabilidad de una colección con fines de clasificación, identificar duplicados y detectar combinaciones y características particulares en individuos (Segura, 2001).

Según Enríquez (1991), para la caracterización se debe de tener especial interés en los siguientes órganos: flor y fruto, de menos importancia son las hojas, troncos, ramas, raíces y tejidos vegetales.

2.11. Tipos de caracterizaciones.

Existen los siguientes tipos de caracterizaciones:

- **Caracterización morfológica:** Descripción sistemática a partir de un conjunto de caracteres cualitativos (descriptores), la caracterización y evaluación: describen los atributos que permiten diferenciar las accesiones y determinar su utilidad potencial (Jaramillo y Baena, 2000).

- **Caracterización molecular:** “La caracterización genético molecular se ha utilizado con frecuencia para estudios taxonómicos y de filogenia, así como para estudios evolutivos, aunque en los últimos años también se han utilizado para detectar genes análogos de resistencia a enfermedades” (Sánchez Pérez, 2007).
- **Caracterización química y bioquímica:** La caracterización química ha sido ampliamente utilizada en quimiotaxonomía, es decir, para diferenciar especies, subespecies, variedades botánicas, poblaciones e híbridos en el reino vegetal (Scora y Bergh, 1992; Otto y Wilde, 2001, citados por Sánchez Pérez, 2007).

Para Anaya *et al.* (2001), citados por Sánchez Pérez (2007), considera importante la caracterización química del aguacate ya que las variantes químicas detectadas se pueden relacionar con la susceptibilidad a plagas y enfermedades (Anaya *et al.*, 2001).

Los marcadores proteicos utilizados para la caracterización (proteínas de almacenamiento de la semilla e isoenzimas) se obtienen mediante electroforesis, aprovechando las propiedades migratorias de las proteínas y de las enzimas, y se detectan mediante tinciones histoquímicas específicas de las enzimas que se quieren analizar (Sánchez Pérez, 2007).

2.12. Componentes de una caracterización.

Los componentes de una caracterización son los descriptores, estos se definen como características mediante las cuales podremos conocer el germoplasma y determinar su utilidad potencial (Jaramillo y Baena, 2000).

El IPGRI (1997), utiliza las siguientes definiciones de descriptores en la documentación de recursos fitogenéticos:

- **Pasaporte:** proporcionan la información básica que se utiliza para el manejo general de la accesión (incluido el registro en el banco de germoplasma y cualquier otra información de identificación) y describen los parámetros que se deberían observar cuando se recolecta originalmente la accesión.

- **Manejo:** proporcionan las bases para el manejo de las accesiones *ex situ* y ayudan durante su multiplicación o regeneración.
- De **Sitio y el Medio Ambiente:** describen los parámetros específicos del sitio y ambientales que son importantes cuando se realizan pruebas de caracterización y evaluación.
- De **Caracterización:** permiten una discriminación fácil y rápida entre fenotipos. Generalmente para caracteres altamente heredables y fenotipos que se expresan igual en diferentes ambientes.
- De **Evaluación:** pueden involucrar la caracterización bioquímica o molecular. Incluyen rendimiento, productividad agronómica, susceptibilidad al estrés y caracteres bioquímicos y citológicos.

2.13. Conservación de los recursos fitogenéticos (RRFF).

Las plantas se conservan dependiendo de su necesidad y/o utilidad actual o futura. Los recursos fitogenéticos se pueden conservar en su hábitat natural (*in situ*), en condiciones diferentes a las de su hábitat natural (*ex situ*), o combinando ambos métodos, es decir, de manera complementaria (Jaramillo y Baena, 2000).

La conservación de los RRFF es una labor continua, de largo plazo, que implica inversiones importantes en tiempo, personal, instalaciones y operación; justificables en función de las necesidades no del deseo o conveniencia de conservar un material. Las razones para conservar las especies objetivo se deben definir con base a criterios lógicos, científicos y económicos como la necesidad, el valor, uso de las especies y la factibilidad de conservarlas (Maxted, *et al.* 1997).

Rodríguez (2003), menciona; que el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (Cuba), posee una colección de más de 200 accesiones; y la caracterización y evaluación de las mismas ha permitido la selección de un grupo de cultivares con potencialidades para el consumo en Cuba y para la exportación durante todo el año.

La conservación *ex situ* se refiere al mantenimiento de los organismos fuera de su hábitat natural, conservando las especies amenazadas y los recursos genéticos en bancos de semillas, bancos genéticos *in vitro*, bancos de genes, colecciones de campo y jardines botánicos (Benítez, 2001).

Algunas especies de uso agrícola interesantes para la investigación y base del sustento humano, que se pueden conservar *ex situ* son: Especies silvestres y formas regresivas, Variedades de agricultura tradicional, Productos de los programas científicos de mejoramiento, Productos de biotecnología e Ingeniería genética (Jaramillo y Baena, 2000).

Los bancos de germoplasma son centros (instalaciones) para la conservación de germoplasma, estos varían según la parte de la planta a conservar: bancos de semillas, bancos de polen, bancos de clones (colecciones en campo) y bancos de conservación *in vitro* de órganos y tejidos vegetativos y/o reproductivos (Jaramillo y Baena, 2000).

2.2. Sistema de Información Geográfica (SIG).

El Sistema de Información Geográfica es una herramienta computarizada esencial en el análisis de variables agroecológicas y socioeconómicas que determinan el comportamiento de las especies vegetales de los territorios; respalda y fortalece con fundamento científico la toma de decisiones, mediante la descripción previa de un lugar o la simulación de un fenómeno con tendencias esperadas. Además, es un instrumento de desarrollo sostenible porque facilita la gestión de los recursos naturales mediante el ingreso, manipulación, análisis y presentación de información de carácter multidisciplinario e integral capaz de formular estrategias de desarrollo tomando en cuenta los tres elementos de sostenibilidad como son la rentabilidad económica, compatibilidad con el medio ambiente y con la sociedad (Hernández, 2006).

El SIG se sirve de otras herramientas tecnológicas como la Teledetección y los GPS, ambas para la integración de datos de campo¹

¹ Miguel Hernández Martínez. 2011. Los SIG en la agricultura. (entrevista) San Salvador, SV. Universidad de El Salvador.

2.2.1. Sistema de posicionamiento global (GPS).

GPS es la abreviatura de NAVSTAR GPS (Navigation System with Time And Ranging Global Positioning System), que significa Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia.

Es un concepto de ubicación geográfica que permite determinar en cualquier momento y bajo cualquier condición atmosférica una posición precisa en cualquier punto de la superficie terrestre (Salgado, 2005).

Está compuesto por una red de 24 satélites, situados en órbitas a unos 20,200 km de altura y unos receptores que permiten determinar nuestra posición en cualquier lugar del planeta, esto facilita identificar con precisión localidades sobre la superficie de la tierra a partir de la medida de la distancia de los satélites al receptor en la tierra. El impacto del GPS en los SIG, se debe a la facilidad de coleccionar datos geográficos y atributos no espaciales que caracterizan a los datos, además; son utilizados también para las verificaciones de uso de suelo en el campo, inventarios de recursos hídricos, agrimensura, otros (Hernández, 2006).

2.2.2. Aplicación de los SIG a la biodiversidad.

En el estudio de la biodiversidad, el SIG permite representar cartográficamente la distribución y la abundancia de las especies tanto a nivel regional como nacional, lo que contribuye al conocimiento de las diferentes zonas biogeográficas, y de las regiones con alta biodiversidad. Mediante los SIG se puede evaluar de una manera geográfica la información y el conocimiento acerca de la biodiversidad con que cuenta las diferentes zonas.

El “mapeo” de la biodiversidad facilita el reconocimiento de las regiones donde es prioritario establecer un programa de conservación, apoya las investigaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales, y los estudios sobre aquellas regiones donde la información biológica es escasa. Al presentar en un mapa la distribución de los diferentes grupos taxonómicos es evidente que existen regiones prácticamente inexploradas en lo que a información biológica se refiere (Hernández, 2006).

Con base en la distribución histórica de las especies y mediante diversos software de Sistema de Información Geográfica se puede llegar a establecer modelos de la distribución potencial de animales, plantas y hongos, es decir, podría saberse qué superficies son adecuadas para albergar esas especies. Estos modelos permiten determinar con cierto grado de confiabilidad la ubicación de un determinado grupo taxonómico establecer pautas para estimular la investigación biológica en zonas donde probablemente se encuentra un determinado grupo de organismos.

Llevar adelante estos trabajos dará apoyo a los proyectos que se interesen en la investigación taxonómica en esas regiones. El éxito de estos trabajos depende hasta cierto punto de la calidad de la información disponible, de la capacidad de procesamiento del programa que se utilice, del tipo de computadoras con que se cuente y sobre todo de la creatividad humana (Hernández, 2006).

2.2.3. Aplicaciones de SIG en la identificación de zonas potenciales para cultivos frutales.

El SIG es capaz de analizar simultáneamente todas las variables biofísicas necesarias para indicar las áreas que cumplen en gran medida con todos los criterios requeridos por la especie; por ejemplo, suelo, clima, topografía, áreas naturales protegidas, entre otras. Para tener éxito en cualquier sistema productivo agropecuario se debe tener la certeza que el ambiente en que se va a desarrollar ese sistema, tiene un grado de adecuación suficiente para asegurar la rentabilidad de los insumos tecnológicos recomendados. La necesidad de practicar una agricultura más productiva y con un menor nivel de riesgo, la estrategia más clara y precisa es aquella que implica la producción de cultivos que permita identificar áreas y épocas con diferente nivel de aptitud agroecológica, desde las marginales, en donde el cultivo difícilmente satisface sus necesidades ecológicas, hasta las óptimas, donde el cultivo satisface íntegramente tales exigencias (Alcántar, *et al* 1999).

La técnica facilita enormemente la planeación y toma de decisiones de las actividades productivas; ahorra tiempo y recursos, aun cuando siempre existe la necesidad de validar en campo el conocimiento del potencial productivo (Alcántar, *et al* 1999).

2.3. Interpolación de datos climáticos.

Normalmente los datos climáticos provienen de estaciones meteorológicas cercanas a las zonas de interés, siendo necesario estimar datos para sitios específicos mediante interpolación la cual predice valores a partir de una cantidad limitada de estaciones. Puede utilizarse para prever valores desconocidos de cualquier dato de un punto geográfico, tales como: elevación, precipitaciones, humedad relativa, temperatura, otros.

La suposición que hace que la interpolación es que los objetos distribuidos espacialmente están correlacionados espacialmente; es decir que los valores de los puntos cercanos a los puntos de muestra tienen más posibilidades de ser similares que los que están más alejados (ArcGIS Resource Center, 2011).

2.4. Interpolación a partir del método de la distancia inversa (IDW).

Al ser un método exacto y ajustarse en su localización a los datos, en ocasiones genera en el mapa círculos concéntricos, denominados “bulleyes” (ojos de toro), que gradúan los cambios bruscos en los valores. Desde el punto de vista metodológico cada valor, que tiene una correspondencia con un punto determinado, influye sobre los demás de forma local y disminuye proporcionalmente su efecto con la distancia (García, s.f.).

El método IDW está basado principalmente en la inversa de la distancia elevada a una potencia matemática. El parámetro Potencia le permite controlar la significancia de puntos conocidos en los valores interpolados basándose en la distancia desde el punto de salida. La potencia es un número real positivo y su valor predeterminado es 2 (ArcGIS Resource Center, 2011).

Al definir un valor de potencia más alto, se puede poner más énfasis en los puntos más cercanos. Entonces, los datos cercanos tendrán más influencia y la superficie tendrá más detalles (menos suave).

Al especificar un valor más bajo de potencia, los puntos circundantes adquirirán más influencia que los que están más lejos, lo que resulta en una superficie más suave (ArcGIS Resource Center, 2011).

2.5. Polígono de Thiessen.

Esta herramienta se utiliza para dividir el área cubierta por las estaciones meteorológicas de entrada de puntos en zonas de Thiessen o proximales. Estas zonas representan áreas completas donde cualquier ubicación dentro de la zona está más cerca de su punto de entrada asociado que de cualquier otro punto de entrada (ArcGIS Resource Center, 2011), significando el área de influencia de una estación en relación al territorio en estudio.

Los Polígonos de área de influencia de estaciones meteorológicas se crean al unir los puntos entre sí (Anexo 3), trazando las mediatrices de los segmentos de unión. Las intersecciones de estas mediatrices determinan una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos y designando su área de influencia (Martínez, 2008).

Inicialmente los polígonos de Thiessen fueron creados para el análisis de datos meteorológicos (estaciones pluviométricas) aunque en la actualidad también se aplica en estudios en los que hay que determinar áreas de influencia (centros hospitalarios, estaciones de bomberos, bocas de metro, centros comerciales, etc.), además es una de las funciones de análisis básicas en los SIG, y para su elaboración es necesario el conocimiento de la ubicación de cada estación meteorológica dentro o en la periferia de la cuenca para proceder a su aplicación, identificando el área de influencia de cada una de ellas (Martínez, 2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización.

En los meses de junio 2010 hasta enero 2011 se realizaron giras de campo a diferentes lugares del departamento de la Paz y Usulután específicamente a zonas que comprenden alturas desde 0 hasta 150 msnm, la mayoría de visitas se enfocaron en la zona del bajo lempa y el municipio de Jiquilísco.

3.2. Características climatológicas del lugar de estudio.

3.2.1. Clima: Estación Experimental y de prácticas “La Providencia” Universidad de El Salvador.

Considerando la clasificación por región climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como “**Bosque Húmedo Subtropical**”, con biotemperatura menores de 24 °C. Los rumbos de los vientos son predominantes del norte, durante la estación seca y del este/sureste en la estación lluviosa, la brisa marina ocurre después del mediodía, siendo reemplazada después de la puesta del sol por una circulación tierra-mar (rumbo norte/noroeste) la velocidad promedio anual es de 8 km/h (Ávalos, *et al.* 2006).

3.2.2. Clima: Municipio de Jiquilísco.

La época lluviosa presenta dos picos máximos en los meses de junio y septiembre, existiendo normalmente una canícula a finales de julio. Las precipitaciones pueden oscilar entre 1,600 mm en Puerto Parada y 2,019 mm en Jiquilísco. La gran variabilidad de precipitaciones durante el año es importante, siendo crítica en los meses de mayo (comienzo de las lluvias), julio (canícula) y octubre (final de las lluvias). Los vientos que soplan normalmente en la zona alcanzan una velocidad promedio de 7 km/h clasificando como muy débil. Las temperaturas medias anuales son de 28.3 °C con un máximo de 36 °C y siempre con temperaturas medias mensuales superiores a los 20 °C. La humedad relativa en el área es de un 68 % (OIRSA, 2007).

3.3. Material experimental.

La caracterización se realizó a un total de 11 árboles de 14 encontrados, cinco tenían frutos y a estos se les realizó análisis bromatológicos. Se verificó y constató con testimonios de los dueños el origen del germoplasma y efectivamente 11 de ellos provienen de semilla. La elección y caracterización de las accesiones obedece al origen del mismo.

3.4. Herramientas para la caracterización.

Las accesiones seleccionadas de aguacate se caracterizaron utilizando como base descriptores para aguacates del Instituto Internacional de Plantas y Recursos Genéticos (IPGRI), específicamente el descriptor de Avilán 1989. Se retomaron las siguientes características:

- Tipo de crecimiento del árbol.
- Copa.
- Hojas.
- Inflorescencia.
- Flor.
- Fruto.
- Pulpa.
- Semilla.

Del descriptor para aguacate del IPGRI se retomaron 46 variables.

Se modificó la ficha de prospección denominada “Recolección, Caracterización, Conservación y Uso de Recursos Fitogenéticos en Peligro de Extinción en Comarcas de Andalucía de Alta Riqueza en Biodiversidad Cultivada” utilizada en el trabajo denominado “Prospección y Conservación de Variedades Tradicionales de Frutales en Andalucía” con el objeto de adaptarlo a nuestras condiciones , la ficha contiene los siguientes ítems:

- Contactos de expertos o informantes.
- Datos del dueño del material.
- Descripción del fruto.
- Observaciones.

La caracterización y georeferenciación del árbol se realizó *in situ*, el análisis de hojas, flores, frutos y semillas se realizó en fase de gabinete, para el caso de las flores algunas fueron estudiadas *in situ* y otras en laboratorio (Fotografías 1 y 2).

3.5. Codificación y datos de pasaporte.

La codificación y datos de pasaporte se realizó de la siguiente manera: nombre del departamento, municipio, cantón o colonia, 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 5. Codificación y datos de pasaporte de once materiales de aguacate caracterizados, departamentos de La Paz, Usulután, El Salvador, 2010.

ACCESIÓN	CÓDIGO	SIGNIFICADO
Mauricio Hernández	USUJIQCH10MH1	Usulután, Jiquilísco, El Chilamate, año 2010, Mauricio Hernández, Árbol 1.
	USUJIQCH10MH2	Usulután, Jiquilísco, El Chilamate, año 2010, Mauricio Hernández, Árbol 2.
Benito Reyes	USUJICQ10BR1	Usulután, Jiquilísco, Col. Quintanilla, Año 2010, Benito Reyes. Árbol 1.
Isla el Botadero	USUIESIB10IB2	Usulután, Isla el Espíritu Santo, Isla el Botadero, año 2010, Isla el Botadero, Árbol 2.
	USUIESIB10IB3	Usulután, Isla el Espíritu Santo, Isla el Botadero, año 2010, Isla el Botadero, Árbol 3.
Universidad de El Salvador	UESEEPB0501CR1	Universidad de El Salvador, Estación Experimental, Lote la Bomba. Árbol 1. Carl Robert n° 1.
Pedro Alvarado	USUBLLC10PA1	Usulután, Bajo Lempa, La Canoa, Año 2010, Pedro Alvarado. Árbol 1.
	USUBLLC10PA2	Usulután, Bajo Lempa, La Canoa, Año 2010, Pedro Alvarado. Árbol 2.
	USUBLLC10PA3	Usulután, Bajo Lempa, La Canoa, Año 2010, Pedro Alvarado. Árbol 3.
Vilma Gómez	USUBLIM10CC1	Usulután, Bajo Lempa, Isla de Méndez, Año 2010, Casa Cuartel, Árbol 1.
	USUBLIM10CC2	Usulután, Bajo Lempa, Isla de Méndez, Año 2010, Casa Cuartel, Árbol 2.

3.6. Procesamiento de información cartográfica.

3.6.1. Cartografía utilizada.

Para determinar zonas aptas para el cultivo de aguacate a nivel de costa, se utilizó cartografía de tipo fundamental entre los que comprenden la división política administrativa, elevaciones (msnm), red vial, red hídrica, en formato Shape file.

También se utilizó la cartografía temática siguiente: mapa de cobertura y uso de la tierra con nomenclatura Corine Land Cover 2002, agrología y levantamiento general de suelos en escala 1:50000.

El procesamiento de los datos geográficos se desarrolló en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la Unidad de Post-grado de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

3.6.2. Información climática utilizada.

La información meteorológica utilizada corresponde a la registrada por la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGNR) del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con una red de 46 estaciones meteorológicas distribuidas sobre el país (Figura 1) con suficientes tipos y serie de datos para poder generar información confiable y relevante para el sector agropecuario. La información incluida en este estudio, son datos mensuales medidos entre 1960 y 1992. El 20% de las estaciones cuentan con más de 30 años de registros, 30 % entre 20 y 30 años, y el 50 % entre 10 y 20 años. La información climática utilizada fue la siguiente: precipitación anual, humedad relativa, temperatura mínima y máxima, para los cuales fue necesario transformarlos a un formato Shape file.



Figura 1. Distribución de estaciones meteorológicas de El Salvador.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

Con el software ArcGIS 9.0 se generó el Polígono de Thiessen (Anexo 3) para definir la influencia de las estaciones meteorológicas al área de estudio, los datos climáticos utilizados en la investigación corresponden a los registros de las estaciones ubicadas en diferentes puntos de los departamentos de Usulután y La Libertad (Figuras 2, 3, 4, 5 y 6).

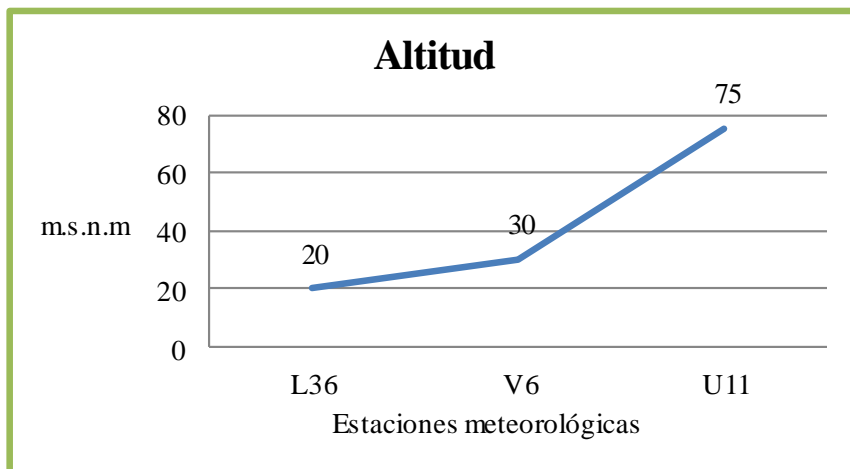


Figura 2. Registro de altitud (msnm) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

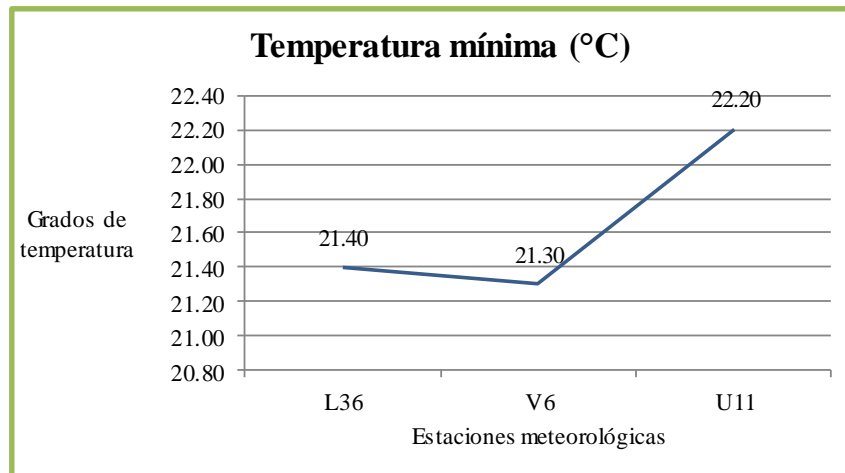


Figura 3. Registros de temperatura mínima (°C) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

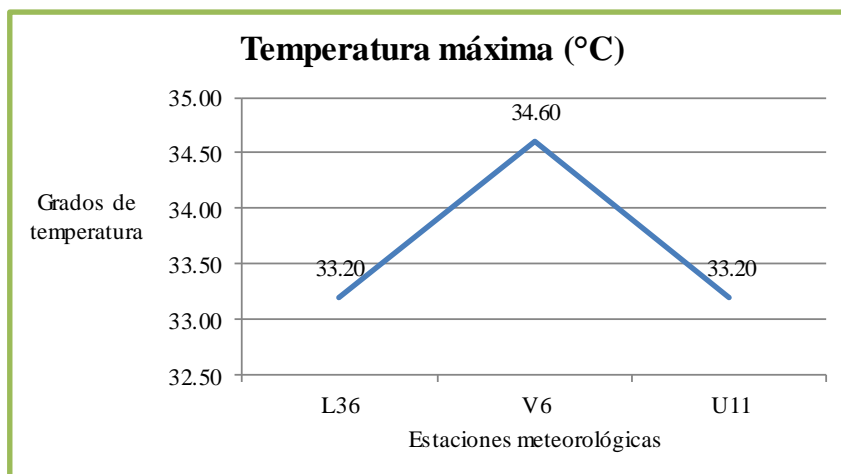


Figura 4. Registros de temperatura máxima (°C) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

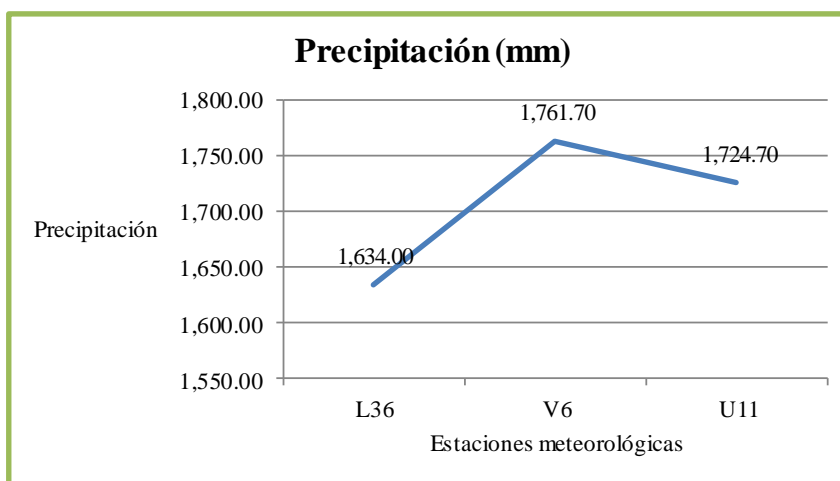


Figura 5. Registros de precipitación (mm) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

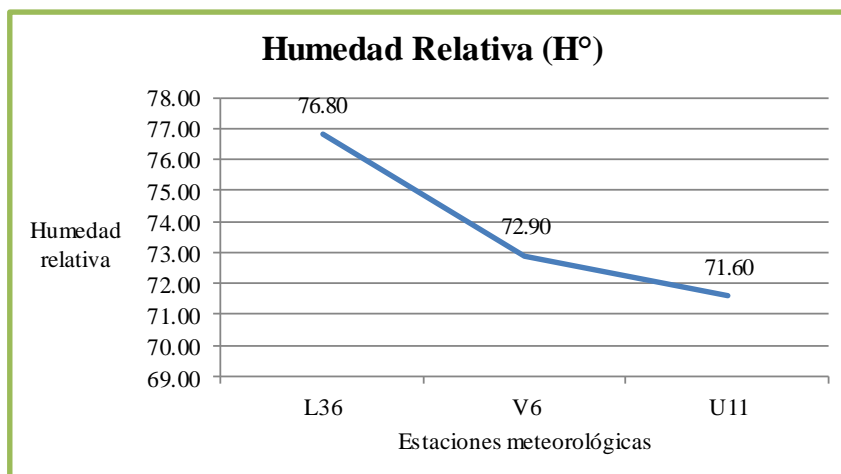


Figura 6. Registros de humedad relativa (H°) de tres estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de La Libertad y Usulután, El Salvador.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

3.6.3. Georeferenciación de árboles.

Se utilizó en esta fase equipo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de navegación marca GARMIN, modelo GPSMAP 60CSx, con precisión de 6 m configurado con los parámetros geográficos: Datum WGS 84 y Sistema de Coordenadas Geográficas, con la finalidad de estandarizar los sistemas a la cartografía digital utilizada.

3.6.4. Mapeo de las zonas potenciales para el cultivo de aguacate a nivel de costa.

Se elaboró el mapa de las zonas con aptitud para el cultivo de aguacate a nivel de costa con el interés de conocer áreas que posean potencial para esta especie utilizando los siguientes criterios agroecológicos:

Criterios utilizados para la zonificación agroecológica del aguacate:

- Tipo de suelo.
 - En base al reportado en el estudio.
- Humedad relativa del 70 al 80 %.
 - Según: (Baíza, 2003).
- Temperatura media anual entre 19 y 33 °C.
 - Según: (Rodríguez, 2003).

- Altitud de 0 a 150 metros sobre el nivel del mar.
 - Criterio del investigador.
- Precipitación Pluvial de 1,500 a 2,000 mm anuales.
 - Según: (Baíza, 2003).
- El aguacate requiere suelos con abundante materia orgánica, profundos (>1.00 m), franco arcillosos o franco arenosos, con buen drenaje y topografía regular.
 - Según: (Frutales, 2009) y (Rodríguez, 2003).

Para la identificación de las zonas potenciales, se consideraron fuera de análisis todas aquellas tierras que por sus características biofísicas no cumplen los criterios definidos para esta especie. Coberturas y usos de la tierra que han quedado fuera de análisis: Aeropuertos; áreas turísticas y arqueológicas; bosque de mangle; estuarios; instalaciones deportivas y recreativas; lagos, lagunas y lagunetas; lagunas costeras y esteros; mares y océano; marismas interiores; marismas marítimas; perímetro acuícola; playas, dunas y arenales; roqueda; lavas; ríos; salinas; tejido urbano continuo; tejido urbano discontinuo; tejido urbano precario; zonas comerciales o industriales; zonas portuarias; zonas verdes urbanas; zona de extracción minera y zonas en construcción.

3.6.5. Parámetros geográficos de los mapas.

Todos los mapas (figuras) digitales se trabajaron con el sistema de coordenadas UTM y el DATUM WGS 84. Los mapas que se encontraron en otro formato fueron transformados y proyectados utilizando el módulo de proyección y transformación de Arc GIS.

3.7. Medición de variables y características.

3.7.1. Morfología del tallo.

Tipo de crecimiento: Indicador evaluado de dos maneras:

- **Achaparrado:** Si presenta un crecimiento más o menos secundario.
- **Erecto:** Si el tallo es recto, característico en los materiales originados a partir de semilla.

Longitud (m): Tomada con el método de las unidades, basado en la observación visual mediante el cual se coloca un objeto de longitud conocida y a una distancia prudente se extrapola la longitud conocida con la longitud total del árbol.

Habito de crecimiento de las ramas: Indicador evaluado con base a lo siguiente:

- **Ascendente:** Si las ramas crecen más o menos verticales.
- **Irregular:** Si poseen crecimiento difuso.
- **Horizontal:** Si las ramas crecen más o menos horizontales.
- **Axial:** Si la copa se bifurca en forma de “V”.

Porte o altura: Caracterizada en base a lo siguiente:

- **Alta:** >10 m.
- **Mediana:** 5-10 m.
- **Baja:** < 5 m.

Resistencia de la madera: Se midió ejerciendo presión sobre los extremos de diferentes varetas, evaluada en base a lo siguiente:

- **Resistente:** Si la vareta resistencia mayor presión.
- **Frágil:** La vareta no resiste mucha presión.
- **Muy frágil:** No posee resistencia a la presión.

3.7.2. Apariencia general/forma de la copa.

Apariencia de la copa: Tomado en base a observación visual *in situ* y evaluada en base a lo siguiente:

- **Esférica:** Si la apariencia de la copa sobre el tallo es de forma más o menos redonda.
- **Semiesférica:** Si se describe una media circunferencia.
- **En forma de “V”:** Generalmente cuando la copa presenta una forma abierta.

Color de los brotes: Generalmente los brotes tiernos, registrados en base a lo siguiente (Fotografía 3):

- **Violeta o rojizos.**
- **Verde pálido.**

3.7.3. Medición de características de las muestras vegetativas.

Forma de la hoja y ápice de la hoja: Realizado mediante comparaciones de forma de hojas y ápices consultadas en libros como la Botánica de Lagos y la Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería.

Largo y ancho de lámina foliar: Tomado con cinta métrica graduada a 10 hojas completamente maduras del estrato medio del árbol (Fotografías 4 y 5).

Ángulo de inserción de las hojas: Realizado mediante observación tomando como planas las que poseen un ángulo de 90° e inclinadas las que presenten un ángulo entre 0 y 45° (Fotografía 7).

Color de las hojas: Realizado por comparación simple en la tabla Munsell.

3.7.4. Determinación de características raciales.

Básicamente realizados en base la inserción del pedúnculo en el fruto, el tamaño de fruto y hojas y el clima (rango altitudinal) (Fotografía 8).



Figura 7. Forma del pedúnculo del fruto de aguacate según el tipo de raza.
Fuente: Pérez Rivera, 1986.

3.7.5. Medición de inflorescencia y de flor.

Tipo: Sirvió para caracterizar materiales y ubicarlos preliminarmente en grupo taxonómico.

Diámetro: Medidas tomadas con vernier y evaluado de acuerdo a lo siguiente:

- **Pequeño:** < 0.5 cm.
- **Mediano:** $0.5-1.5$ cm.
- **Grande:** > 1.5 cm.

3.7.6. Medición de características de fruto y de semilla.

Pesos: Tomados con una balanza semi-analítica a 10 frutos y al mismo número de semillas, se trabajó en base a promedios (Fotografía 6).

Tamaños en base a peso de fruto:

- **Muy grande:** > 450.00 g.
- **Grande:** 350.00 – 450.00 g.
- **Mediano:** 250.00 – 350.00 g.
- **Pequeño:** 150.00 – 250.00 g.
- **Muy pequeño:** <150.00 g.

Dimensiones del fruto y semilla: Las medidas de diámetro ecuatorial y polar fueron tomadas con vernier a un total de 10 frutos por árbol, se trabajó con el promedio de las medidas obtenidas (Fotografía 9 y 10).

Adherencia de la semilla a la pulpa: atributo comercial muy importante evaluado en base a dos características:

- **Suelta:** La semilla desprende de la pulpa fácilmente sin dejar residuos.
- **Adherida:** La semilla no desprende de la pulpa.

Espesor de la cáscara: Se registraron 10 medidas y se trabajó con el promedio de las medidas, también es un atributo comercial importante y el espesor fue evaluado en base a los siguientes niveles:

Gruesa: > 1.5 mm.

Media: 1.5-1.0 mm.

Fina: < 1.00 mm.

Adherencia de la cáscara a la pulpa: Una característica importante para comercializar el fruto, se evaluó en tres niveles (Fotografía 11):

- **Ligera:** La cáscara desprende fácilmente sin dejar residuos en la pulpa.
- **Media:** Siempre desprende fácilmente pero deja residuos sobre la pulpa.
- **Fuerte:** La cáscara no desprende.

Período de fructificación: Obtenido con base a testimonios de los dueños de los árboles.

Espesor de pulpa: Medida con el vernier y evaluada en los siguientes parámetros:

- **Delgada:** < 1 cm.
- **Media:** 1-1.1 cm.
- **Gruesa:** > 1.2 cm.

Peso de la pulpa: Pesada en balanza semi analítica y se registraron 10 medidas las cuales se promediaron. Evaluada en las siguientes categorías:

- **Alto:** > 75% del fruto.
- **Medio:** 70-75% del peso del fruto.
- **Bajo:** < 70% del peso del fruto.

Relación fruto-semilla: Se realizó utilizando las siguientes fórmulas:

- Porcentaje de semilla = $\frac{\text{pesodesemilla} * 100}{\text{pesodefrutocompleto}}$
- Porcentaje de pulpa = $100\% - \text{porcentaje desemilla}$
- Relación pulpa/semilla = $\frac{\text{pesodepulpa}}{\text{pesodesemilla}}$

Luego se coloca el número uno al final del dato obtenido en la última ecuación lo que equivale a una unidad de semilla.

Sabor de la pulpa: Evaluada con el sentido del gusto del investigador y propietarios del material. Puede presentar los siguientes sabores, avellana, amantequillado, nuez, neutro y dulce.

3.7.7. Análisis bromatológicos.

Estos fueron realizados en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, a 10 frutos por cada árbol caracterizado, 5 frutos se deshidrataban en una estufa de aire reforzado a una temperatura de 70 °C durante 24 horas, esto; para realizar los análisis en base seca (Anexo 4).

Humedad: Basado en la pérdida de humedad que sufre una muestra cuando se calienta a 70 °C por 24 horas en una estufa de aire reforzado, luego se coloca la muestra en un desecador se enfría y se pesa.

Ceniza: Incineración o calcinación de la muestra en un horno de mufla a una temperatura de 550 °C por un período de dos horas, calcinándose todo el material orgánico.

Proteína cruda: Se determina por el método de Kjeldahl, que consiste en convertir todo el N orgánico en N amoniacal (como NH_4SO_4), destilar el amoniaco (en medio básico) y valorarlo con una disolución ácida contrastada. El % de proteína se calcula multiplicado el % de N por el factor de 6.25

Fibra cruda (Fc): El método para su determinación consiste en la digestión de la muestra vegetal con H_2SO_4 y NaOH en condiciones específicas.

Extracto Etéreo (EE): Consiste en someter la muestra deshidratada a un proceso de extracción continua (Soshlet) utilizando como extractante éter etílico o éter de petróleo.

Carbohidratos (CHOS): Obtenidos mediante la suma de la grasa, proteína, ceniza y fibra cruda, el valor de la sumatoria es restado de cien quedando en porcentaje el contenido de carbohidratos²

Minerales: Solubilizando cenizas después de la calcinación, la ceniza se trata con ácido clorhídrico concentrado y agua destilada, se agita y calienta cerca del punto de ebullición. Después se filtra a través “papel filtro libre de cenizas” quedando en el filtrado los minerales; y en el papel filtro sílice.

3.7.8. Caracterización agronómica.

Evaluada en base a tres interrogantes que darían la pauta para profundizar sobre el literal (anexo2).

² Milton Flores Tensos. 2010. Análisis Bromatológicos. (entrevista), San Salvador, SV. Universidad de El Salvador.

3.8. Clúster fotográfico.



Fotografía 1. Observación de la flor de aguacate en laboratorio (Estereoscopio).



Fotografía 2. Observación de la flor de aguacate en campo (lupa).



Fotografía 3. Coloración de brote.



Fotografía 4. Largo de lámina foliar.



Fotografía 5. Ancho de lámina foliar.



Fotografía 6. Pesado de fruto de aguacate.



Fotografía 7. Verificación del ángulo de inserción de las hojas.



Fotografía 8. Forma del pedúnculo de aguacate.



Fotografía 9. Toma de diámetro ecuatorial de la semilla.



Fotografía 10. Toma de diámetro polar de la semilla.



Fotografía 11. Desprendimiento del epicarpio de la pulpa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados a continuación es el producto de la caracterización de 11 árboles de aguacate encontrados en los siguientes municipios: un árbol en San Luis Talpa departamento de la Paz, y 10 árboles encontrados en el municipio de Jiquilísco, departamento de Usulután, todos en alturas que oscilan entre 0 y 90 msnm. Se discuten cada uno de los caracteres en estudio para cada árbol.

4.1. Caracterización morfológica del árbol (tallo, copa y hojas).

De 11 materiales evaluados todos poseen un tipo de crecimiento de un solo eje (monopodial), alcanzando alturas que oscilan entre 7.00 y 30.00 m, nueve de ellos poseen un crecimiento de ramas ascendente o vertical y los restantes ramificación horizontal, el material de menor altura es UESEEPB0501CR1 con 7.00 m y el de mayor altura es el material USUJQCQ10BR1 con 30.00 m, resultando un promedio entre los 11 materiales de 13.00 m (Figura 8).

Generalmente los árboles provenientes de semillas se desarrollan con una tendencia a la verticalidad, hipótesis apoyada por Cañizares (1973), quien menciona que los árboles producidos por semillas sobrepasan los 25.00 m de altura y pueden llegar a más de 1.5 m de diámetro.

Según Valencia (1912), el aguacate es un árbol que es de talla alta y a veces esbelto, aunque existen variedades chaparras de follaje extendido y perenne. Para Baíza (2003), las variedades enanas (menor de 5.00 metros de altura) facilitan diferentes prácticas de manejo entre ellas el control de plagas y enfermedades, poda e incluso la fertilización foliar.

Todos los materiales de aguacate presentaron madera frágil, es decir no soportan mucha presión, Rodríguez (2003), menciona que las ramas son tan sensibles que pudiesen desquebrarse por el efecto del viento y por el peso de los frutos. Además el follaje de la copa varía de ralo a muy denso.

En cuanto a la forma de la copa siete materiales presentaron copa abierta, dos con copa semi abierta y dos con copa cerrada.

Según el ángulo de caída de las hojas cuatro materiales poseen ángulo de inserción de 90° y siete de materiales con ángulo de inserción a 45° . De los 11 materiales, seis presentan sus hojas con forma oblonga, dos con forma elíptica y tres con forma ovalada. En cuanto al ápice para nueve materiales es acuminado, uno con ápice caudado y otro con ápice sub - acuminado. El color de las hojas de acuerdo a las Tablas Munsell fue: dos materiales con color 5GY- $\frac{3}{4}$, dos materiales con color 5GY- $\frac{4}{16}$, cinco materiales con color 7.5 - $\frac{3}{4}$, un material con color 7.5 GY- $\frac{4}{4}$ y un material con color 7.5 GY - $\frac{4}{6}$. En cuanto al color de los brotes nueve materiales son color rojizos, uno verde olivo y otro verde pálido. 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 (Cuadro 6).

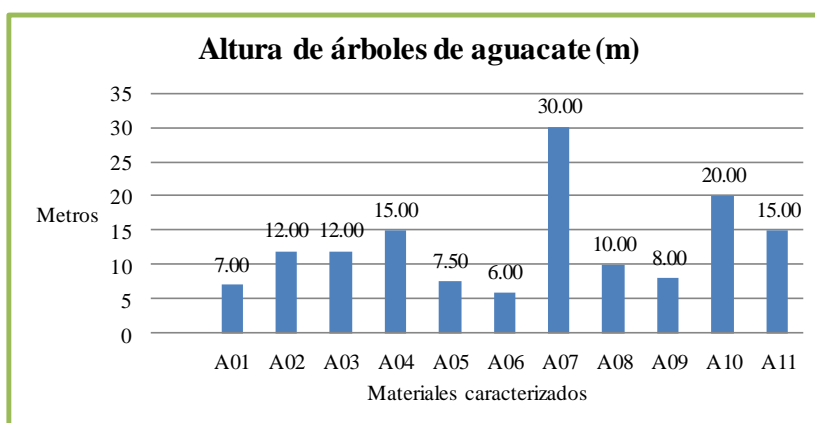


Figura 8. Altura (m) de 11 materiales de aguacate caracterizados provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

Cuadro 6. Resultados de la caracterización morfológica (tallo, copa y hojas) de 11 materiales de aguacate provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

ACCESION	CODIGO	TALLO				COPA		HOJAS						
		Tipo de crecimiento	Hábito de crecimiento de las ramas	Altura (m)	Resist. de madera	Follaje	Forma	Posición	Forma	Ápice	Color	Color de brotes	Largo (cm)	Ancho (cm)
A01	UESEEPB0501CR1	Erecto	Horizontal	7.00	Frágil	Ralo	Abierta	Caída	Oblonga	Acuminada	5 GY 3/4	Rojizos	19.7	9.7
A02	USUJIQCH10MH1	Erecto	Ascendente	12.00	Frágil	Muy denso	Cerrada	Caída	Elíptica	Acuminada	7.5 GY 3/4	Rojizos	26.6	8.6
A03	USUJIQCH10MH2	Erecto	Ascendente	12.00	Frágil	Denso	Semi-abierta	Plano	Ovalada	Acuminada	7.5 GY 3/4	Verde-olivo	32.2	10.45
A04	USUBLLC10PA1	Erecto	Ascendente	15.00	Frágil	Ralo	Abierta	Caída	Ovalada	Acuminada	5 GY 4/6	Rojizos	18.5	9.35
A05	USUBLLC10PA2	Erecto	Ascendente	7.50	Frágil	Ralo	Abierta	Plano	Oblonga	Acuminada	5 GY 3/4	Rojizos	20.65	7.9
A06	USUBLLC10PA3	Erecto	Horizontal	6.00	Frágil	Ralo	Cerrada	Caída	Oblonga	Caudado	5 GY 4/6	Verde-pálido	32.75	6.3
A07	USUJIQCQ10BR1	Erecto	Ascendente	30.00	Frágil	Denso	Abierta	Plano	Elíptica	Sub-acuminada	7.5 GY 4/4	Rojizos	19.55	9.00
A08	USUIESIB10IB2	Erecto	Ascendente	20.00	Frágil	Denso	Abierta	Plano	Oblonga	Acuminada	7.5 GY 4/6	Rojizos	26.4	9.4
A09	USUIESIB10IB3	Erecto	Ascendente	15.00	Frágil	Denso	Abierta	Plano	Oblonga	Acuminada	7.5 GY 3/4	Rojizos	23.4	7.8
A10	USUBLIM10CC1	Erecto	Ascendente	10.00	Frágil	Denso	Semi-abierta	Plano	Ovalada	Acuminada	7.5 GY 3/4	Rojizos	19.30	9.7
A11	USUBLIM10CC2	Erecto	Ascendente	8.00	Frágil	Denso	Abierta	Plano	Oblonga	Acuminada	7.5 GY 3/4	Rojizos	25.00	6.6

4.2. Caracterización racial.

De 11 materiales caracterizados tres resultaron con características parecidas a la raza antillana y ocho materiales con características entre guatemalteca y antillana, resultando preliminarmente como híbridos entre ambas razas (Cuadro 7).

Según Ibar (1979), la raza antillana se encuentra en valles, depresiones y tierras bajas de América Central y Norte de la Meridional, sin pasar de los 500 msnm y es la raza menos resistente al frío, sin embargo; Sánchez (1999), le brinda un rango altitudinal más alto al mencionar que en una zona tórrida, a una misma latitud, desde el nivel del mar hasta 1,000 m de altitud, se adapta la raza antillana, junto con algunos frutales como mango (*Mangifera indica*) y árbol del pan (*Artocarpus altilis*).

El rango altitudinal a nivel del mar es un parámetro que elimina la probabilidad de encontrar árboles de raza pura perteneciente a la guatemalteca y antillana, y marca la pauta que justifica la presencia de la raza antillana pura o como híbrido.

Bergh, (1992) citado por Sánchez (1999), menciona que las tres razas tienen un genoma muy parecido ($2n=24$). La hibridación entre ellas ocurre con facilidad y sus híbridos obtienen ventajas de adaptación climática, así como características agronómicas mejoradas.

Es decir, el nuevo individuo podrá adquirir características de ambos progenitores, algunas dominantes sobre otras, lo que indicará su valor genético.

Avalos *et al.* (2006), ubica al material UESEEPB0501CR1 dentro de la raza antillana, en la presente investigación resulta ser un híbrido entre las razas antillana y guatemalteca, cabe mencionar que Ávalos *et al.* se basó solo en la forma de pedúnculo, y para ser ubicado como híbrido se utilizaron los descriptores de forma de pedúnculo, tamaño de hojas y frutos, color de los brotes, tamaño de semilla y altitud sobre el nivel del mar.

Cuadro 7. Caracterización racial preliminar de 11 materiales de aguacate provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

Selección	Código	Pedúnculo	Tamaño de hojas	Tamaño de fruto	Color de brotes	Semilla	Altitud (msnm)	Raza
A01	UESEEPB0501CR1	Antillana	Antillana	Guatemalteca	Guatemalteca	Antillana	Antillana	Antillana-Guatemalteca
A02	USUJIQCH10MH1	Antillana	Antillana	Guatemalteca	Guatemalteca	Antillana	Antillana	Antillana-Guatemalteca
A03	USUJIQCH10MH2	Antillana	Antillana	Antillana	Antillana	Antillana	Antillana	Antillana
A04	USUBLLC10PA1		Guatemalteca		Guatemalteca		Antillana	Antillana-Guatemalteca
A05	USUBLLC10PA2		Antillana		Guatemalteca		Antillana	Antillana-Guatemalteca
A06	USUBLLC10PA3		Antillana		Antillana		Antillana	Antillana
A07	USUJIQCQ10BR1	Guatemalteca	Antillana	Guatemalteca	Guatemalteca	Antillana	Antillana	Antillana-Guatemalteca
A08	USUIESIB10IB2	Antillana	Antillana	Antillana	Guatemalteca	Antillana	Antillana	Antillana
A09	USUIESIB10IB3		Antillana		Guatemalteca		Antillana	Antillana-Guatemalteca
A10	USUBLIM10CC1		Antillana		Guatemalteca		Antillana	Antillana-Guatemalteca
A11	USUBLIM10CC2		Antillana		Guatemalteca		Antillana	Antillana-Guatemalteca

4.3. Caracterización de inflorescencia.

Los materiales USUJQCQ10BR1, USUJQCH10MH1 y USUBLIM10CC1 fueron los únicos que se pudieron encontrar con flores (Cuadro 8). Se presume que el tipo de floración presentado por los materiales es el siguiente: El material SUJQCQ10BR1 grupo floral “B”, los materiales USUJQCH10MH1 y USUBLIM10CC1 grupo floral “A” y el material UESEEPB0501CR1 se presenta según Ávalos, *et al.* (2006) como tipo floral “A”.

Cuadro 8. Grupo floral de cuatro materiales de aguacates caracterizados provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

Accesión	Código	Tipo	Color	No. de raquillas/panícula
A01	UESEEPB0501CR1	A	Verde-claro	7-8
A02	USUJQCH10MH1	A	Amarillo-pálido	8-10
A07	USUJQCQ10BR1	B	Amarillo-pálido	10-12
A10	USUBLIM10CC1	A	Verde-claro	6-7

Las flores son hermafroditas actinomorfas, de color verde amarillento con diámetro aproximado de 1 cm y la inflorescencia es una panícula que puede agrupar hasta 200 flores por panícula (Rodríguez, 1982). Ibar (1979), menciona que para obtener una buena cosecha solo basta con polinizar el 1 % de las flores.

Ibar (1979), menciona que debido a la polinización cruzada de los aguacates, es importante, establecer plantaciones de ambos tipos y cuidar de entre mezclar variedades del grupo A y B para conseguir buena fecundación y por ende mayor producción, y para Cristoffanini (1996), el estudio del comportamiento del ciclo floral es de gran utilidad para determinar el óptimo polinizante y su uso para cada variedad con el fin de favorecer la polinización cruzada. Pérez Rivera (1986), indica que el hecho de tener ambos grupos florales en una plantación no es sinónimo de éxito pues la polinización depende de otros factores como las características varietales, condiciones ambientales o período de apertura floral.

Sin embargo esos otros factores, no deben de considerarse limitante porque siempre existirán en los huertos árboles A y B que en su debido momento polinizaran al resto.

4.4. Floración y Cosecha de las accesiones.

4.4.1. Época de floración de los materiales.

Los materiales caracterizados presentan un comportamiento un tanto diferente en cuanto a la época de floración, a si pues el material UESEEPB0501CR1 florea de mayo a julio, el material USUJIQCH10MH1 florea de septiembre a diciembre, el material USUJIQCH10MH2 el período de floración es febrero-abril, los materiales USUBLLC10PA1, USUBLLC10PA2 y USUBLLC10PA3 con floración en los meses septiembre-octubre, el material USUJQCQ10BR1 florea en los meses de octubre a enero, los materiales USUIESIB10IB2, USUIESIB10IB3 florean de enero a marzo, el material USUBLIM10CC1 florea en los meses de diciembre a febrero y el material USUBLIM10CC2 su período de floración es en los meses de diciembre a febrero (Cuadro 9).

Según Pérez Rivera (1986) la variedad “Ereguayquín -1” florea solamente dos meses al año (octubre-noviembre) que justo coincide con los materiales USUJIQCH10MH1 y USUJQCQ10BR1 no sin antes mencionar que la diferencia altitudinal es mayor la del material USUJIQCH10MH1 (90 msnm) que la variedad (50 msnm) y está mayor al material USUJQCQ10BR1 (10 msnm). Los tres germoplasmas comparten características raciales ya que variedad la “Ereguayquín” pertenece a la raza guatemalteca y los materiales obedecen a un híbrido antillano-guatemalteco.

La variedad “Ereguayquín-3” florea en los meses de octubre-diciembre con similar comportamiento a los materiales USUJIQCH10MH1 y USUJQCQ10BR1 con la diferencia que el segundo material alarga su floración hasta el mes de enero, además los materiales USUBLIM10CC1 y USUBLIM10CC2 comparten período de floración con la variedad solamente en el mes de diciembre.

La raza mexicana florea en los meses de enero-febrero (Baíza *et al*, 2003) tomando este período como referencia encontramos un traslape en la floración con los siguiente materiales USUJQCQ10BR1, USUIESIB10IB2, USUIESIB10IB3, USUBLIM10CC1 y USUBLIM10CC2.

La temporada de floración del aguacate no es uniforme y varía de acuerdo al efecto de diferentes factores, Rodríguez (1982), menciona los siguientes: la cantidad de flores de un año con respecto a otro, causas nutricionales, estado sanitario del árbol, presencia o ausencia de polinizadores (anemófila y entomófila). También Cristoffanini (1996), aclara que la duración del período y el rango de intensidad de la floración, varían de acuerdo al cultivar de aguacate y el clima, siendo la temperatura dentro de este último, la que tiene el rol de mayor importancia.

El aguacate es demasiado susceptible a temperaturas drásticamente fluctuantes que incidirán directamente en la fisiología del árbol.

4.4.2. Época de cosecha de los materiales.

Para la época de cosecha tenemos que el material UESEEPB0501CR1 produce de noviembre-febrero presentando un traslape total con los materiales USUBLLC10PA1, USUBLLC10PA2 y USUBLLC10PA3 que producen en los meses de diciembre-febrero y además presenta traslape solo en febrero con el material USUJIQCH10MH1 del cual su producción es a partir de febrero hasta junio. El material USUJIQCH10MH2 produce en junio-septiembre traslapando totalmente con la producción de los materiales USUIESIB10IB2, USUIESIB10IB3 y USUBLIM10CC1 que es en los meses de junio-agosto. También se presenta un traslape con la producción de los materiales USUJIQCH10MH2 y USUBLIM10CC1 del cual su producción es en los meses de julio-septiembre. Además el material USUJIQCQ10BR1 produce en los meses de mayo-julio traslapando producción con los materiales USUJIQCH10MH1, USUJIQCH10MH2, USUIESIB10IB2, USUIESIB10IB3 y USUBLIM10CC1 (Cuadro 10).

Según Pérez Rivera (1986) las variedades criollas de El Salvador producen en los primeros seis meses del año a excepción de la variedad “Cordero-2” que produce de agosto a octubre esto es importante porque sirve para planificar siembras escalonadas. Al extrapolar los materiales con las variedades criollas resulta que los materiales USUJIQCH10MH2, USUJIQCQ10BR1, USUIESIB10IB2, USUIESIB10IB3, USUBLIM10CC1 producen del quinto al noveno mes del año. El material USUBLIM10CC2 produce justo del sexto al noveno mes, similar a la producción de la variedad “Cordero-2”, por lo que estarían en producción fuera de época.

Además también seis variedades criollas mantienen su producción alrededor de cinco a seis meses, característica que es compartida con el material USUJIQCH10MH1 del cual su producción dura alrededor de cinco meses, pero produce en los primeros seis meses del año al igual que las mayorías de variedades criollas.

Cuadro 9. Época de floración y cosecha de 11 materiales de aguacate provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

Accesión	Código	Época de floración	Época de cosecha
A01	UESEEPB0501CR1	mayo-agosto	noviembre-febrero
A02	USUJIQCH10MH1	septiembre-diciembre	febrero-junio
A03	USUJIQCH10MH2	febrero-abril	junio-septiembre
A04	USUBLLC10PA1	septiembre -octubre	diciembre-febrero
A05	USUBLLC10PA2	septiembre -octubre	diciembre-febrero
A06	USUBLLC10PA3	septiembre -octubre	diciembre-febrero
A07	USUJIQCQ10BR1	octubre-enero	mayo-julio
A08	USUIESIB10IB2	enero-marzo	junio-agosto
A09	USUIESIB10IB3	enero-marzo	junio-agosto
A10	USUBLIM10CC1	diciembre-febrero	junio-agosto
A11	USUBLIM10CC2	diciembre-febrero	julio- septiembre

Cuadro 10. Diagrama de floración y fructificación de 11 materiales de aguacate provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

Selección	Código	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
A01	UESEEPB0501CR1	Fructificación				Floración						Fructificación		
A02	USUJIQCH10MH1		Fructificación							Floración	Floración			
A03	USUJIQCH10MH2		Floración				Fructificación							
A04	USUBLLC10PA1	Fructificación								Floración			Fructificación	
A05	USUBLLC10PA2	Fructificación								Floración			Fructificación	
A06	USUBLLC10PA3	Fructificación								Floración			Fructificación	
A07	USUJIQCQ10BR1	Floración				Fructificación					Floración			
A08	USUIESIB10IB2	Floración					Fructificación							
A09	USUIESIB10IB3	Floración					Fructificación							
A10	USUBLIM10CC1	Floración					Fructificación						Floración	
A11	USUBLIM10CC2	Floración						Fructificación					Floración	

 Floración

 Fructificación

4.5. Caracterización de los frutos.

El fruto es la parte del árbol que tiene mucho peso en las caracterizaciones, ya que en ellos son varios los indicadores que se evalúan, algunos son: la textura y lo áspero del epicarpio (cáscara), dimensiones y peso del fruto, dimensiones y peso de la semilla, la relación pulpa semilla, la facilidad o dificultad de retirar el epicarpio y semilla de la pulpa, el peso y espesor de la pulpa.

4.5.1. Fruto y epicarpio.

Sin duda el momento de adquirir un árbol o fruto se toma en cuenta el tamaño y peso de la fruta, de cinco materiales caracterizados el peso osciló entre 198.93 a 625.40 g encontrando materiales con fruto pequeño a muy grande. Los materiales clasificados con categoría muy grande según descriptores son, USUIESIB10IB2 y USUJIQCH10MH2 con pesos de 625.40 y 533.00 g respectivamente. El material USUJIQCH10MH1 es clasificado como fruto grande con 337.16 g. El material USUJIQCQ10BR1 es clasificado como fruto mediano con 254.41 g y el material UESEEPB0501CR1 fue clasificado como fruto pequeño con 198.93 g. (Figura 9) Según variedades descritas por Pérez (1,986) la variedad “Béneke” presenta un peso de fruto de 668.00 g, considerada como sobresaliente y con ese peso es superior a todos los materiales en estudio solo siendo similar en peso con el material USUIESIB10IB2.

El tamaño del fruto es un atributo que se toma en cuenta al momento de embalaje del aguacate obteniendo características como las que describe Baíza (2003), a continuación:

- CATEGORIA EXTRA: igual o mayor a 227 gramos/fruto ó 2 frutos/lb (mínimo).
- CATEGORÍA I: de 185 a 226 gramos/fruto ó 2.5 frutos/lb (mínimo).
- CATEGORÍA II: de 155 a 184 gramos/fruto ó 3 frutos/lb.

Además recordemos que independientemente del mercado debemos de cuidar de lo siguiente, todo fruto deberá presentar un desarrollo y estado fisiológico que les permita soportar el transporte y el almacenamiento (Baíza, 2003).

Ávalos *et al.* (2006), menciona al material UESEEPB0501CR1 con un peso de 233.13 g clasificándolo en la categoría pequeña al igual que en la presente investigación, la discrepancia radica en el espesor del epicarpio al cual Ávalos *et al.* reporta como espesor medio.

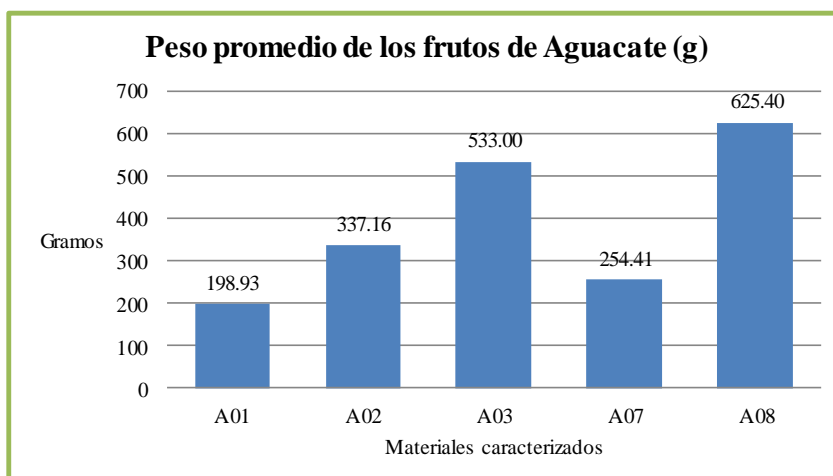


Figura 9. Peso (g) promedio de cinco materiales de aguacate caracterizados provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

De cinco materiales caracterizados dos presentan epicarpio fino, dos epicarpio medio y sobresale el material USUJQCQ10BR1 con epicarpio grueso, característica deseable en un fruto (Cuadro 11).

En cuanto a la consistencia del epicarpio dos materiales presentan una consistencia flexible, dos consistencia blanda y sobresale el material USUJQCQ10BR1 con consistencia leñosa.

La coloración al madurar presentada por los materiales fue la siguiente: cuatro con color verde y el material UESEEPB0501CR1 con color morado. Según estudios realizados por Ayala, Schnell y Wintersteinen (2007), los consumidores prefieren aguacates con piel oscura a la verde, sin embargo el Programa de Frutales (2002), menciona que en países como el Reino Unido, prefieren aguacate con cáscara verde.

En cuanto a la facilidad de desprender el epicarpio todos los materiales presentan una adherencia ligera.

Entre las diversas variedades de aguacate que se cultivan, unas tienen epicarpio grueso como las procedentes de Cuba, y otras lo tienen delgado como las que se producen generalmente en México, Puerto Rico, etc., las segundas son más delicadas que las otras para resistir cualquier maltrato, convendrá cultivar para ello variedades de epicarpio grueso, escogiendo las de mejor gusto, y esto influirá en los resultados más que los métodos de empaque (Ruíz, 1912).

Pérez Rivera (1986) concuerda con Ruíz (1912), al mencionar que los frutos de epicarpio grueso poseen mayor resistencia a los golpes y magulladuras y que es deseable un fruto que desprenda el epicarpio de la pulpa con facilidad.

4.5.2. Pulpa y semilla.

La pulpa es la parte comestible del fruto, de los cinco materiales todos presentaron una coloración verde-amarillo, dos materiales presentaron sabor amantequillado, dos sabor a nuez y uno presento sabor dulce, la presencia de fibra en dos materiales es categoría media y en tres es rara. Todos los materiales presentaron pulpa gruesa (Cuadro 12). Para Ávalos *et al.* el material UESEEPB0501CR1 presentó sabor a nuez pero con grosor de pulpa mediano.

Pérez Rivera (1986), menciona que la parte fundamental para determinar la calidad del fruto es la pulpa, ya sea por su consistencia, sabor, presencia de fibra o composición química.

La semilla de los materiales evaluados en cuanto a la adherencia en la pulpa, para todos fue de fácil desprendimiento; la forma de la semilla que presentaron los materiales es la siguiente: dos ovaladas, dos elípticas y una circular. El diámetro ecuatorial promedio de las semillas es de 4.13 cm presentando el diámetro mínimo y máximo de 3.04 y 4.75 cm respectivamente. El largo o diámetro polar promedio fue de 5.47 cm tomando lecturas mínimas y máximas de 4.26 y 6.25 cm respectivamente (Figura 10). El peso de la semilla promedio fue de 44.85 g con medidas mínimas y máximas de 24.53 y 78.30 g respectivamente.

La adherencia de la semilla a la pulpa para el material UESEEPB0501CR1 según Ávalos *et al.* es fuerte, además presenta un valor de peso de semilla de 35.21 g comparados con los reportados en el presente estudio (Cuadro 12) y dimensiones de diámetro polar y ecuatorial de 3.70 cm y 3.01 cm respectivamente, ligeramente superiores a los presentados en el cuadro 13.

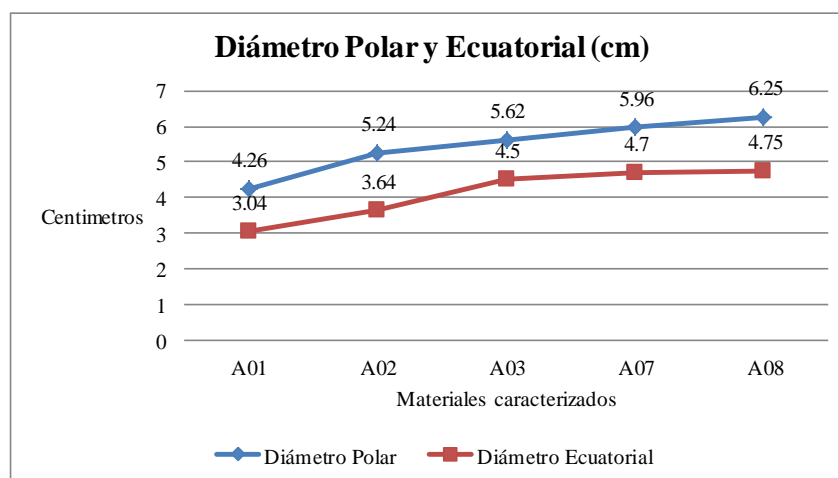


Figura 10. Diámetro (cm) polar y ecuatorial de la semilla de cinco materiales de aguacate caracterizados provenientes de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

Para el peso de la pulpa con relación al fruto completo, todos los materiales se clasifican con un peso alto, obteniendo un porcentaje mínimo de 87.48 y un porcentaje máximo de 91.63 con promedio de 87.89 % de pulpa con relación al fruto completo.

En cuanto a la relación pulpa/semilla, al analizar los materiales se obtuvieron los siguientes resultados, el material más sobresaliente resultó ser el USUJIQCH10MH2 con una relación de 11.00:1, lo que significa que por cada 11 unidades de frutos existe una unidad de semilla, la relación pulpa/semilla para el material USUJIQCH10MH1 es de 10.30:1, los materiales UESEEPB0501CR1 y USUIESIB10IB2 con una relación de 7.10:1 y 7.00:1 respectivamente, el material USUJIQCQ10BR1 presentó una relación de 4.40: 1, lo que significa que por cada 4.4 unidades de fruto existe una unidad de semilla (Figura 11).

El material UESEEPB0501CR1 para Ávalos *et al.* (2006) resultó con un relación pulpa/semilla de 6.6:1, pero es de considerar la metodología empleada y el tamaño de los frutos que varía de acuerdo con la carga total del árbol.

Pérez Rivera (1986), evaluó 20 materiales criollos de ellos los siguientes son considerados como sobresalientes en la relación pulpa semilla “Béneke” con 13:1, “Sitio del niño -3” y “Ereguayquín -1” con 8:1 cada uno. Al comparar el “Béneke” con los materiales evaluados, según la relación todos son inferiores al 13:1 que presenta.

Sin embargo los materiales USUJIQCH10MH2 y USUJIQCH10MH1 son superiores a los valores registrados por la variedad “Sitio del niño -3” y “Ereguayquín -1”.

La exótica variedad “Hass” según características del mercado mundial presenta una relación pulpa semilla de 9:1.3 (IICA, citado por Avalos *et al*, 2006).

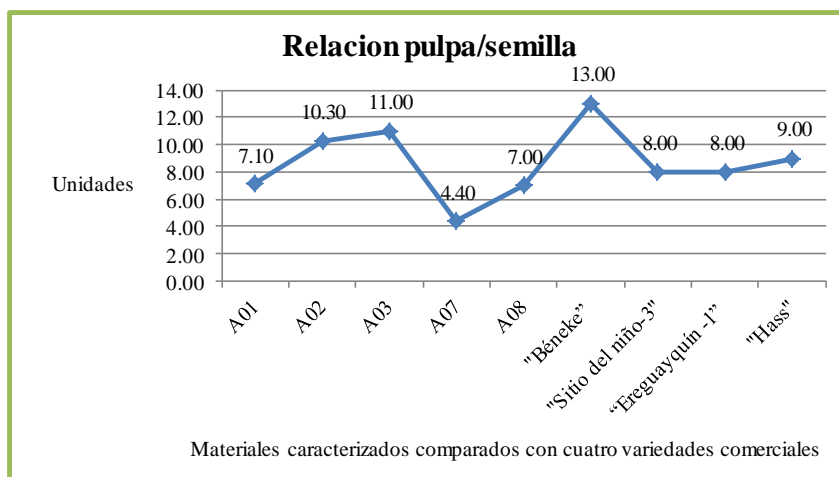


Figura 11. Relación pulpa/semilla de cinco materiales caracterizados comparados con cuatro variedades comerciales de aguacate.

Cuadro 11. Caracterización de fruto y epicarpio de cinco materiales caracterizados de aguacate proveniente de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

MATERIAL	CODIGO	FRUTO					EPICARPIO					
		Forma	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso promedio (g)	Clasificación (en base a peso)	Color (sazón)	Color (maduro)	Consistencia	Espesor	Apariencia	Adherencia
A01	UESEEPB0501CR1	Elíptico	9.91	6.32	198.93	Pequeño	Verde	Morado	Blanda	Fina	Lustrosa	Ligera
A02	USUJIQCH10MH1	Pera	11.20	7.99	337.16	Grande	Verde	Verde	Blanda	Media	Lustrosa	Ligera
A03	USUJIQCH10MH2	Alargado	18.00	8.76	533.00	Muy grande	Verde	Verde	Flexible	Fina	Lustrosa	Ligera
A07	USUJQCQ10BR1	Pera	11.73	8.15	254.41	Mediano	Verde	Verde	Leñosa	Gruesa	Lustrosa	Ligera
A08	USUIESIB10IB2	Ovalado	15.50	9.25	625.40	Muy grande	Verde	Verde	Flexible	Media	Lustrosa	Ligera

Cuadro 12. Caracterización de pulpa y semilla de cinco materiales caracterizados de aguacate proveniente de los departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

MATERIAL	CODIGO	PULPA					SEMILLA					
		Color	Espesor	Relación de F/semilla	Sabor	Presencia de fibra	Forma	Peso (g.)	Largo (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Adherencia	Color de testa
A01	UESEEPB0501CR1	Amarillo-intenso	Gruesa	7.10:1	Nuez	Media	Elíptica	24.53	4.26	3.04	Suelta	Castaño
A02	USUJIQCH10MH1	Amarillo-verdoso	Gruesa	10.30:1	Amantequillado	Rara	Elíptica	29.78	5.24	3.64	Suelta	Marrón
A03	USUJIQCH10MH2	Amarillo-verdoso	Gruesa	11.00:1	Dulce	Media	Ovalada	44.6	5.62	4.5	Suelta	Castaño
A07	USUJQCQ10BR1	Amarillo-verdoso	Gruesa	4.40:1	Amantequillado	Rara	Circular	47.02	5.96	4.7	Suelta	Castaño
A08	USUIESIB10IB2	Amarillo-verdoso	Gruesa	7.00:1	Nuez	Rara	Ovalada	78.30	6.25	4.75	Suelta	Marrón

4.6. Resultados de análisis bromatológicos.

4.6.1. Proteína.

El material que presenta el mayor contenido de proteína es el USUJQCQ10BR1 con 4.3 % (Figura 12), continúan los materiales USUIESIB10IB2 (2.31 %), USUJIQCH10MH2 (2.19 %) y USUJIQCH10MH1 (1.93 %) siendo el de menor contenido de proteína el material UESEEPB0501CR1 con 1.86 %. Al comparar el material USUJQCQ10BR1 (4.3 %) que se encuentra a 9 msnm con la variedad “Ereguayquín -3” a 90 msnm resultó que la variedad contiene 1.54 % de proteína menos. Según Pérez Rivera (1986), la variedad “Ereguayquín -1” contiene 1.75 % de proteína menos que todos los materiales. La variedad de altura “Hass” contiene de proteína 1.8 % (Cuadro 2) comparable con los materiales USUJIQCH10MH1 y UESEEPB0501CR1 con 1.93 % y 1.86 % respectivamente. Luego de la comparación con la variedad “Hass” resulta que es inferior a los niveles encontrados en los materiales en estudio.

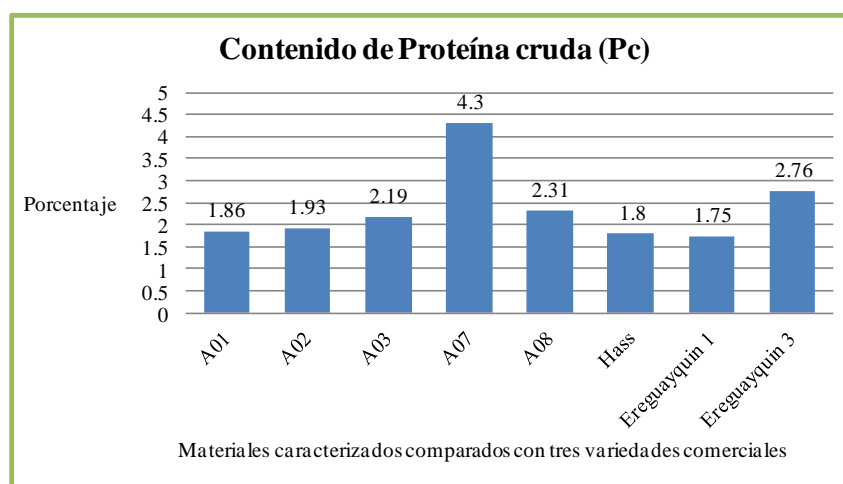


Figura 12. Contenido (%) de Proteína cruda (Pc) de cinco materiales caracterizados comparados con tres variedades comerciales de aguacate.

4.6.2. Fibra Cruda (Fc).

En cuanto al contenido de fibra cruda el material USUJQCQ10BR1 sobresale al resto con 7.65 %, el que le sigue es el material USUJIQCH10MH2 con 3.47 % y el resto de materiales USUIESIB10IB2, USUJIQCH10MH1 y UESEEPB0501CR1 con 2.83 %, 2.45 % y 1.87 % respectivamente. Pérez Rivera (1986), reporta que la variedad “Ereguayquín -3” presenta de fibra cruda 4.24 % siendo solamente superior el material USUJQCQ10BR1.

Pérez Rivera (1986), reportó que la variedad “Ereguayquín -1” contiene de fibra cruda 3.71 % ligeramente superior al material USUJIQCH10MH2 (2.83 %) aunque superior a otros materiales, pero inferior al material USUJIQCH10MH2 (7.65 %) (Figura 13).

Canizares (1973), señala que el contenido de fibra cruda en el aguacate antillano es de 2 g por cada 100 g de parte comestible.

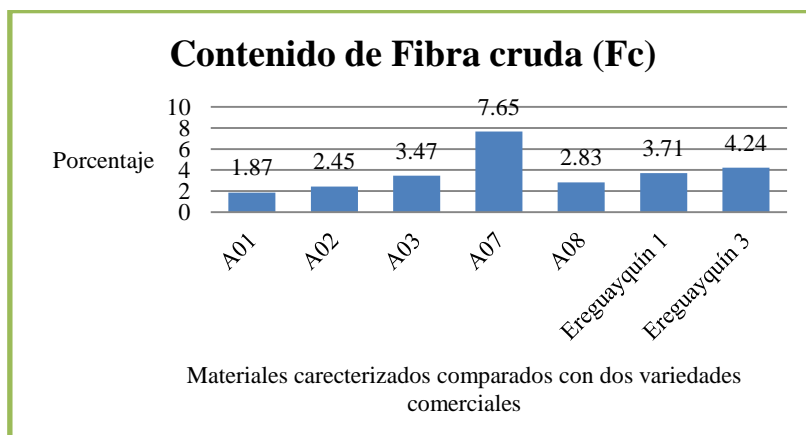


Figura 13. Contenido (%) de Fibra cruda (Fc) de cinco materiales caracterizados comparados con dos variedades comerciales de aguacate.

4.6.3. Extracto Etéreo (EE)

Según Ávalos, *et al* (2006), “es importante mencionar que el alto contenido de grasa en la pulpa del aguacate es una característica deseable a nivel de mercado ya que le confiere un buen sabor, y consistencia muy suave y a la vez puede ser utilizado en la industria”.

El material que mayor contenido de extracto etéreo presenta es el USUJIQCQ10BR1 con 26.54 %, siendo infinitamente superior a los materiales USUIESIB10IB2, USUJIQCH10MH2, UESEEPB0501CR1 y USUJIQCH10MH1 con 11.74 %, 7.95 %, 7.11 % y 5.5 % respectivamente. Pérez Rivera (1986), presentó las variedades “Letona Morado” con 13.82 %, “Sitio del niño -4” con 11.82 % y “Luee” con 11.61 % consideradas con alto contenido de grasa, sin embargo la variedad “Letona Morado” es superior a todos los materiales en estudio excepto al material USUJIQCQ10BR1, la variedad “Sitio del niño -4” es superior a los materiales USUJIQCH10MH2, UESEEPB0501CR1 y USUJIQCH10MH1 y similar en el contenido de extracto etéreo al material USUIESIB10IB2.

La variedad “Luee” es inferior en el contenido de extracto etéreo al material USUIESIB10IB2 pero superior a los materiales USUJIQCH10MH2, UESEEPB0501CR1 y USUJIQCH10MH1 (Figura 14).

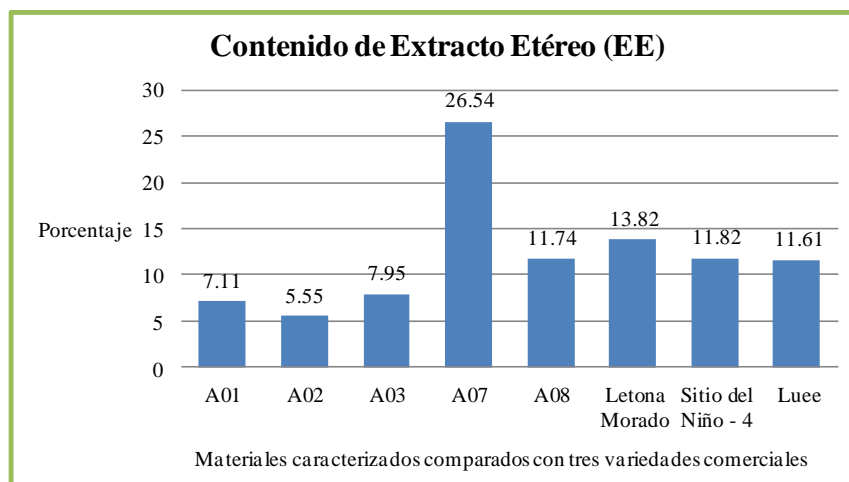


Figura 14. Contenido (%) de Extracto Etéreo (EE) de cinco materiales caracterizados comparados con tres variedades comerciales de aguacate.

Según Ibar (1979), la grasa del aguacate tiene un coeficiente de digestibilidad parecido al de la leche y el contenido es variable entre 5 y 30 %, considerando no aptos para el comercio los frutos con contenido menor al 12 %.

4.6.4. Carbohidratos (CHOS).

Al analizar el contenido de carbohidratos en los diferentes materiales en estudio resulta que el material USUJIQCH10MH1 con 81.19 % (Figura 15) presenta el mayor porcentaje seguido de los materiales UESEEPB0501CR1, USUIESIB10IB2 y USUJIQCH10MH2 que presentan un contenido de 80.61 %, 77.36 % y 76.83 % respectivamente el material con menor contenido de carbohidratos es el USUJIQCQ10BR1 con 50.08 %. Sin embargo los materiales USUJIQCH10MH1 y UESEEPB0501CR1 presentan una mínima diferencia en el contenido de carbohidratos.

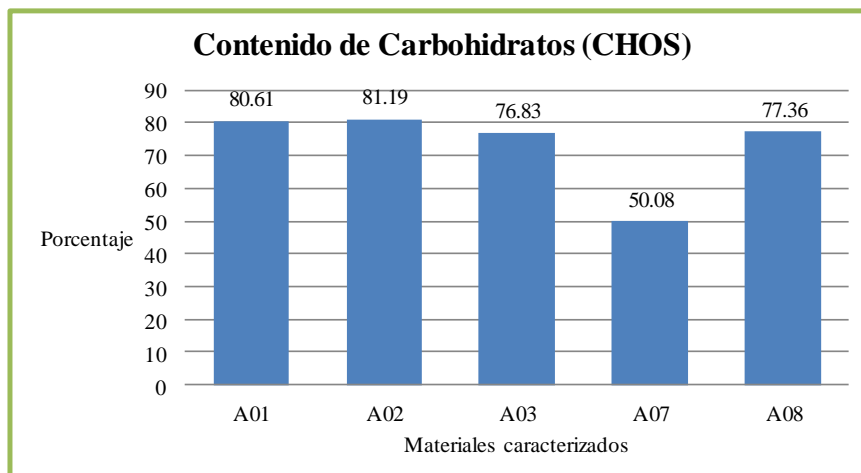


Figura 15. Contenido (%) de Carbohidratos (CHOS) de cinco materiales de aguacate caracterizado provenientes de los departamento de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.

4.6.5. Calcio (Ca).

El material que presenta un mayor contenido de calcio es USUJQCQ10BR1 el cual contiene 0.20 % (Figura 16) y los materiales UESEEPB0501CR1, USUJIQCH10MH1 y USUJIQCH10MH2 presenta 0.05 % cada uno a excepción del material USUIESIB10IB2 que posee el contenido más bajo con 0.043 %. La variedad “Ereguayquín 1 y 3” de Pérez Rivera (1986), según análisis ofrecen 0.01 % y 0.02 % siendo inferiores ambas a todos los materiales en estudio.

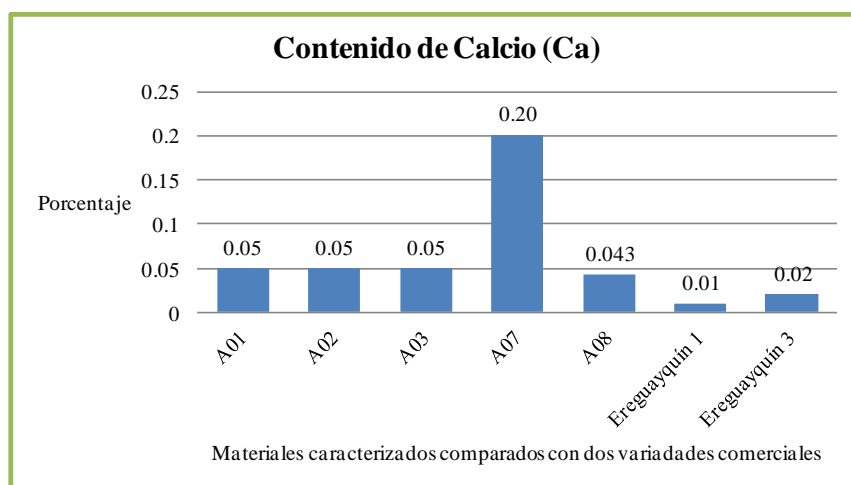


Figura 16. Contenido de Calcio (Ca) de cinco materiales caracterizados comparados con dos variedades comerciales de aguacate.

4.6.6. Fósforo (P).

Para el contenido de fósforo sobresale el material USUJQCQ10BR1 con 0.26 %, seguido de los materiales USUJIQCH10MH2 y USUIESIB10IB2 con 0.08 % y 0.07 %, los materiales UESEEPB0501CR1 y USUJIQCH10MH1 con 0.06 % cada uno (Figura 17). Las variedades “Ereguayquín 1 y 3” de Pérez Rivera (1986), poseen un contenido de fósforo de 0.03 % cada una. Al realizar la comparación todos los materiales en estudio son superiores a las variedades descritas por Pérez Rivera (1986).

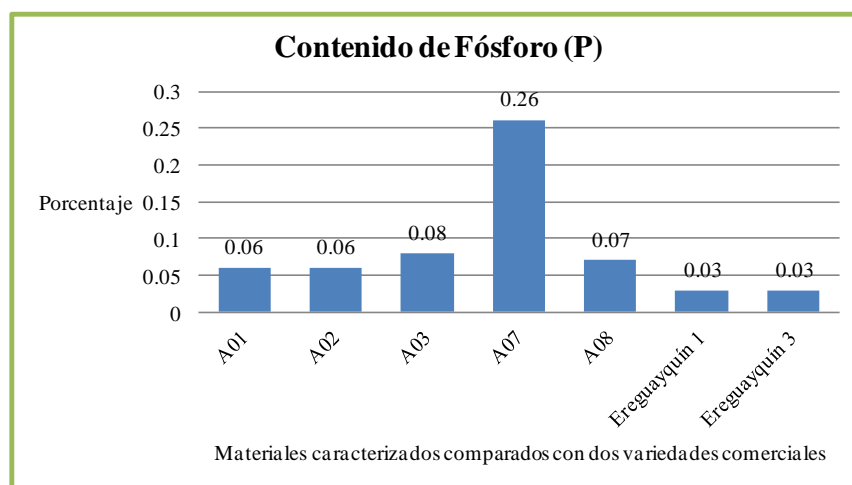


Figura 17. Contenido de Fósforo (P) de cinco materiales caracterizados comparados con dos variedades comerciales de aguacate.

4.7. Catálogo de selecciones.



Fotografía por: César Orlando Avalos Erroa, Juan Luís Quijada Rodríguez y Margarito Beltrán Aranzamendi (2006).

UESEEPB0501CRI: Material ubicado en el campo experimental de la Universidad de El Salvador, cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, cartográficamente se encuentra en las coordenadas latitud Norte 13°20'01.15', longitud Oeste 89°5'50' y a una elevación de 48 msnm, presenta características de un híbrido de la raza antillana con la raza guatemalteca, árbol de crecimiento erecto de copa abierta y follaje ralo, presenta una altura aproximada es de 7.25 m, las hojas de posición caída, de forma oblonga y ápice acuminado, con dimensiones de 19.70 cm de largo y 8.60 cm de ancho.

Las flores pertenecen al tipo A, la época de floración puede ocurrir entre los meses de mayo a julio y la época de cosecha entre los meses de noviembre a febrero.

La forma del fruto es elíptica con 9.31 cm de diámetro polar y 6.32 cm de diámetro ecuatorial, su peso promedio es de 198.93 g, pertenece a la categoría de fruto pequeño el color de la cáscara es verde cuando está sazón y color morado cuando está maduro, de apariencia lustrosa, consistencia blanda y espesor fino, con adherencia ligera a la pulpa.

La pulpa presenta coloración amarilla intensa, de espesor grueso, con sabor a nuez y presencia fibra media, la relación fruto/semilla es de: 7.1:1.

Según análisis bromatológicos este material presenta de humedad total 78.10 %, Proteína 2.31 %, Extracto Etéreo 11.74 %, Carbohidratos 77.36 %, Fibra Cruda 2.83 %, Ceniza 2.73 %, Calcio 0.043 % y Fósforo 0.07 %.



USUJIQCH10MH1: Material ubicado en el cantón El Chilamate, municipio de Jiquilisco siendo propietario del árbol el señor Mauricio Hernández, cartográficamente se encuentra en las coordenadas latitud Norte 13°20'1.15', longitud Oeste 88°30'34.33' a una elevación de 90 msnm, presenta características de un híbrido de la raza Antillana con la raza Guatemalteca, árbol de crecimiento erecto de copa cerrada y follaje muy denso, presenta una altura aproximada de 12 m, hojas de posición caída, de forma elíptica y ápice acuminado, con dimensiones de 26.60 cm de largo y 10.45 cm de ancho.

Las flores pertenecen al tipo A, la época de floración puede ocurrir entre los meses de septiembre a diciembre y la época de cosecha entre los meses de febrero a junio.

La forma del fruto es aperado (pera) con 11.20 cm de diámetro polar y 7.99 cm de diámetro ecuatorial, su peso promedio es de 377.16 g, pertenece a la categoría de fruto grande el color de la cáscara es verde cuando está sazón y color verde cuando está maduro de apariencia lustrosa, consistencia blanda y espesor medio, con adherencia ligera a la pulpa.

La pulpa presenta coloración amarilla intensa, de espesor grueso, con sabor a mantequilla y presencia fibra rara, la relación fruto/semilla es de: 10.30:1

Según análisis bromatológicos este material presenta de humedad parcial 79.01 %, Proteína 1.93 %, Extracto Etéreo 5.5 %, Carbohidratos 81.19 %, Fibra Cruda 2.45 %, Ceniza 1.87 %, Calcio 0.05 % y Fósforo 0.06 %.



USUJIQCH10MH2: Material ubicado en el cantón El chilamate, municipio de Jiquilisco siendo propietario del árbol el señor Mauricio Hernández, cartográficamente se encuentra en las coordenadas latitud Norte 13°20'1.15', longitud Oeste 88°30'34.33' a una elevación de 90 msnm, presenta características de la raza Antillana, árbol de crecimiento erecto de copa semi-abierta y follaje denso, presenta una altura aproximada de 12 m, hojas de posición plana, de forma ovalada y ápice acuminado, con dimensiones de 32.20 cm de largo y 9.35 cm de ancho.

La época de floración puede ocurrir entre los meses de febrero a abril y la época de cosecha entre los meses de junio a septiembre.

La forma del fruto es alargada con 18.00 cm de diámetro polar y 8.76 cm de diámetro ecuatorial, su peso promedio es de 533.00 g, pertenece a la categoría de fruto muy grande el color de la cáscara es verde cuando está sazón y color verde cuando está maduro, de apariencia lustrosa, consistencia flexible y espesor fino, con adherencia ligera a la pulpa.

La pulpa presenta coloración amarilla intensa, de espesor grueso, con sabor dulce y presencia media de fibra, la relación fruto/semilla es de: 11.00:1.

Según análisis bromatológicos este material presenta de humedad parcial 75.09 %, Proteína 2.19 %, Extracto Etéreo 7.95 %, Carbohidratos 76.83 %, Fibra Cruda 3.47 %, Ceniza 3.06 %, Calcio 0.05 % y Fósforo 0.08 %.





USUJIQCQ10BR1: Material ubicado en la colonia Quintanilla, municipio de Jiquilisco siendo propietario del árbol el señor Benito Reyes, cartográficamente se encuentra en las coordenadas latitud Norte 13°19'23.13', longitud Oeste 88°34'14.61' a una elevación de 38 msnm, presenta características un híbrido entre la raza Antillana y la raza Guatemalteca, árbol de crecimiento erecto de copa abierta y follaje denso, presenta una altura aproximada de 30 m, hojas de posición plana, de forma elíptica y ápice sub-acuminado, con dimensiones de 19.55 cm de largo y 9.70 cm de ancho.


La época de floración puede ocurrir entre los meses de octubre a enero y la época de cosecha entre los meses de mayo a julio.

La forma del fruto es aperado (pera) con 11.73 cm de diámetro polar y 8.15 cm de diámetro ecuatorial, su peso promedio es de 254.41 g, pertenece a la categoría de fruto mediano el color de la cáscara es verde cuando está sazón y color verde cuando está maduro, de apariencia lustrosa, consistencia leñosa y espesor grueso, con adherencia ligera a la pulpa.

La pulpa presenta coloración amarilla intensa, de espesor grueso, con sabor a mantequilla y presencia rara de fibra, la relación fruto/semilla es de: 4.40:1.

Según análisis bromatológicos este material presenta de humedad parcial 48.62 %, Proteína 4.3 %, Extracto Etéreo 26.54 %, Carbohidratos 50.08 %, Fibra Cruda 7.65 %, Ceniza 8.56 %, Calcio 0.2 % y Fósforo 0.26 %.

	<p>USUESIB10IB2: Material ubicado en la Isla llamada “Isla El Botadero” de propiedad privada a una elevación de 0.00 msnm, presenta características de la raza Antillana, árbol de crecimiento erecto de copa abierta y follaje denso, presenta una altura aproximada de 15 m, hojas de posición plana, de forma oblonga y ápice acuminado, con dimensiones de 23.40 cm de largo y 7.00 cm de ancho.</p> <p>La época de floración puede ocurrir entre los meses de enero a marzo y la época de cosecha entre los meses de junio a agosto.</p> <p>La forma del fruto es ovalado con 15.50 cm de diámetro polar y 9.25 cm de diámetro ecuatorial, su peso promedio es de 625.40 g, pertenece a la categoría de fruto muy grande el color de la cáscara es verde cuando está sazón y color verde cuando está maduro, de apariencia lustrosa, consistencia flexible y espesor medio, con adherencia ligera a la pulpa.</p> <p>La pulpa presenta coloración amarilla intensa, de espesor grueso, con sabor a nuez y presencia rara de fibra, la relación fruto/semilla es de 7.00:1.</p> <p>Según análisis bromatológicos este material presenta de humedad parcial 78.10 %, Proteína 2.31 %, Extracto Etéreo 11.74 %, Carbohidratos 77.36 %, Fibra Cruda 2.83 %, Ceniza 2.73 %, Calcio 0.043 % y Fósforo 0.07 %.</p>
<p>USUESIB10IB3: Material ubicado en la Isla llamada “Isla El Botadero” de propiedad privada a una elevación de 0.00 msnm, presenta características de la raza Antillana, árbol de crecimiento erecto de copa abierta y follaje denso, presenta una altura aproximada de 20 m, hojas de posición plana, de forma oblonga y ápice acuminado, con dimensiones de 26.40 cm de largo y 7.80 cm de ancho.</p> <p>La época de floración puede ocurrir entre los meses de enero a marzo y la época de cosecha entre los meses de junio a agosto.</p>	
	<p>USUBLLC10PA1: Material ubicado en la comunidad “La Canoa” del Bajo Lempa, municipio de Jiquilisco siendo propietario del árbol el señor Pedro Alvarado, cartográficamente se encuentra en las coordenadas latitud Norte 13°17'38.1"N, longitud Oeste 88°45'50.7'O a una elevación de 11 msnm, presenta características de un híbrido entre la raza Antillana y la raza guatemalteca, árbol de crecimiento erecto de copa abierta y follaje ralo, presenta una altura aproximada de 15 m, hojas de posición caída, de forma ovalada y ápice acuminado, con dimensiones de 18.50 cm de largo y 7.90 cm de ancho.</p> <p>La época de floración puede ocurrir entre los meses de septiembre a octubre y la época de cosecha entre los meses de diciembre a febrero.</p>
<p>USUBLLC10PA2: Material ubicado en la comunidad “La Canoa” del Bajo Lempa, municipio de Jiquilisco siendo propietario del árbol el señor Pedro Alvarado, cartográficamente se encuentra en las coordenadas latitud Norte 13°17'38.1"N, longitud Oeste 88°45'50.7'O a una elevación de 11 msnm, presenta características de la raza Antillana, árbol de crecimiento erecto de copa abierta y follaje ralo, presenta una altura aproximada de 7.5 m, hojas de posición plana, de forma oblonga y ápice acuminado, con dimensiones de 20.65 cm de largo y 6.30 cm de ancho.</p> <p>La época de floración puede ocurrir entre los meses de septiembre a octubre y la época de cosecha entre los meses de diciembre a febrero.</p>	

	<p>USUBLLC10PA2: Material ubicado en la comunidad “La Canoa” del Bajo Lempa, municipio de Jiquilisco siendo propietario del árbol el señor Pedro Alvarado, cartográficamente se encuentra en las coordenadas latitud Norte 13°17'38.1"N, longitud Oeste 88°45'50.7"O a una elevación de 11 msnm, presenta características de la raza Antillana, árbol de crecimiento erecto de copa cerrada y follaje ralo, presenta una altura aproximada de 6.00 m, hojas de posición caudado, de forma oblonga y ápice acuminado, con dimensiones de 32.75 cm de largo y 9.00 cm de ancho.</p> <p>La época de floración puede ocurrir entre los meses de septiembre a octubre y la época de cosecha entre los meses de diciembre a febrero.</p>
	<p>USUBLIM10CC1: Material ubicado en Isla de Méndez, municipio de Jiquilisco, en el lugar llamado “Casa Cuartel” de propiedad privada, cartográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas latitud Norte 13°14'22.5"N, longitud Oeste 88°39'57.7"O a una elevación de 3 msnm, presenta características de la raza Antillana, árbol de crecimiento erecto de copa semi-abierta y follaje denso, presenta una altura aproximada de 10.00 m, hojas de posición plana, de forma oblonga y ápice acuminado, con dimensiones de 19.30 cm de largo y 6.60 cm de ancho.</p> <p>La época de floración puede ocurrir entre los meses de diciembre a febrero y la época de cosecha entre los meses de junio a agosto.</p>
<p>USUBLIM10CC2: Material ubicado en Isla de Méndez, municipio de Jiquilisco, en el lugar llamado “Casa Cuartel” de propiedad privada, cartográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas latitud Norte 13°14'22.5"N, longitud Oeste 88°39'57.7"O a una elevación de 3 msnm, presenta características de la raza Antillana, árbol de crecimiento erecto de copa abierta y follaje denso, presenta una altura aproximada de 8.00 m, hojas de posición plana, de forma oblonga y ápice acuminado, con dimensiones de 25.00 cm de largo y 9.40 cm de ancho.</p> <p>La época de floración puede ocurrir entre los meses de diciembre a febrero y la época de cosecha entre los meses de julio a septiembre.</p>	

4.8. Análisis de suelos *in situ*.

Frutales (2009), menciona que el aguacate para un adecuado desarrollo prefiere rangos de pH que oscilen entre 5.5 a 6.8 y que además posee buena adaptación a la mayoría de suelos francos, francos-arenosos y arenosos.

En base a muestras de suelos tomadas en campo y enviadas al laboratorio para su respectivo análisis se presenta el siguiente resumen que concuerda con lo planteado con la publicación de Frutales (2009), mostrando especial énfasis en la textura del suelo y el pH (Anexo 8).

4.9. Caracterización agronómica.

El manejo agronómico aplicado a los árboles depende del tipo de problema que se presente, de manera que se tiene que entre las principales plagas que atacan a los materiales las siguientes: ardillas, garrobos, termitas, enrollador de la hoja y las aves de traspatio, el control de los inconvenientes se hace de acuerdo a criterios propios del productor, “Para sacarle los garrobos les echo humo a través de un hueco que tiene el palo³”.

En cuanto a la fertilización química solo a los materiales USUJIQCH10MH1 y USUJIQCH10MH2 se les aplica 16-20-0. A los materiales USUBLIM10CC1 y USUBLIM10CC2 se les aplica Sulfato de Amonio, en ambos casos no se mencionaron cantidades por árbol ni época de aplicación, en cuanto a la fertilización orgánica a los dos primeros materiales en el párrafo se les “arropan” restos vegetales.

Los materiales USUJIQCH10MH2 y USUBLIM10PA1 sufrieron descope inconsciente de lo que se hacía pues los objetivos eran incitar a la producción y bajar altura.

Al resto de los materiales no se les práctica ninguna labor de manejo, pues al encontrarse como arboles de traspatio y como lote de producción no son sujetos de ninguna practica agronómica encaminada a mejorar la producción.

En cuanto al origen de los materiales, ninguno es nativo de la zona, pues todos fueron introducidos por sus propietarios cuando aún eran semillas con el objeto de obtener un árbol que produjera frutos iguales al que dio origen al nuevo material con características propias.

³ Benito Reyes. 2010. Caracterización agronómica. (entrevista), Jiquilisco, SV. (dueño del material USUJIQCQ10BR1)

Se pudiese decir que la existencia de los árboles de aguacate a nivel de costa obedece a un proceso de domesticación iniciado por los pobladores de la zona, los cuales transportan los materiales cuando se cambian de domicilio y deciden colonizar un espacio geográfico donde este frutal no existía. La mano del hombre es la que facilita la adopción de los materiales a nuevos lugares.

El deseo de adquirir materiales vegetales pudiese ser que no obedezca una función de necesidad más bien, es un deseo de poseer materiales sobresalientes ya sea por su tamaño, color, olor, sabor, forma, entre otros.

Pérez Rivera (1986), menciona que las familias introducen aguacates en sus huertos o patios solo por considerar al fruto como bueno, inconscientes de eso contribuyeron a la propagación de nuevos materiales.

Las variaciones morfológicas más sobresalientes provocaron en nuestros ancestros que las plantas se recolectaran y seleccionaran, de donde se establece que el hombre y no la selección natural es responsable de la variabilidad morfológica. También el traslado de las plantas de un lugar a otro, su aclimatación, hibridación natural y artificial, dan como resultado una gran variación entre formas estrechamente relacionadas (Granados Sánchez y López Ríos, 1996).

4.10. Zonificación del aguacate en El Salvador.

Mediante la aplicación de criterios previamente definidos que incidan directamente en la zonificación del aguacate de costa, se generaron las siguientes figuras.

Precipitación promedio anual.

El criterio de precipitación utilizado fue: todas las zonas cuya precipitación promedio anual oscile entre los 1,500 a 2,000 mm anuales (Figura 18).

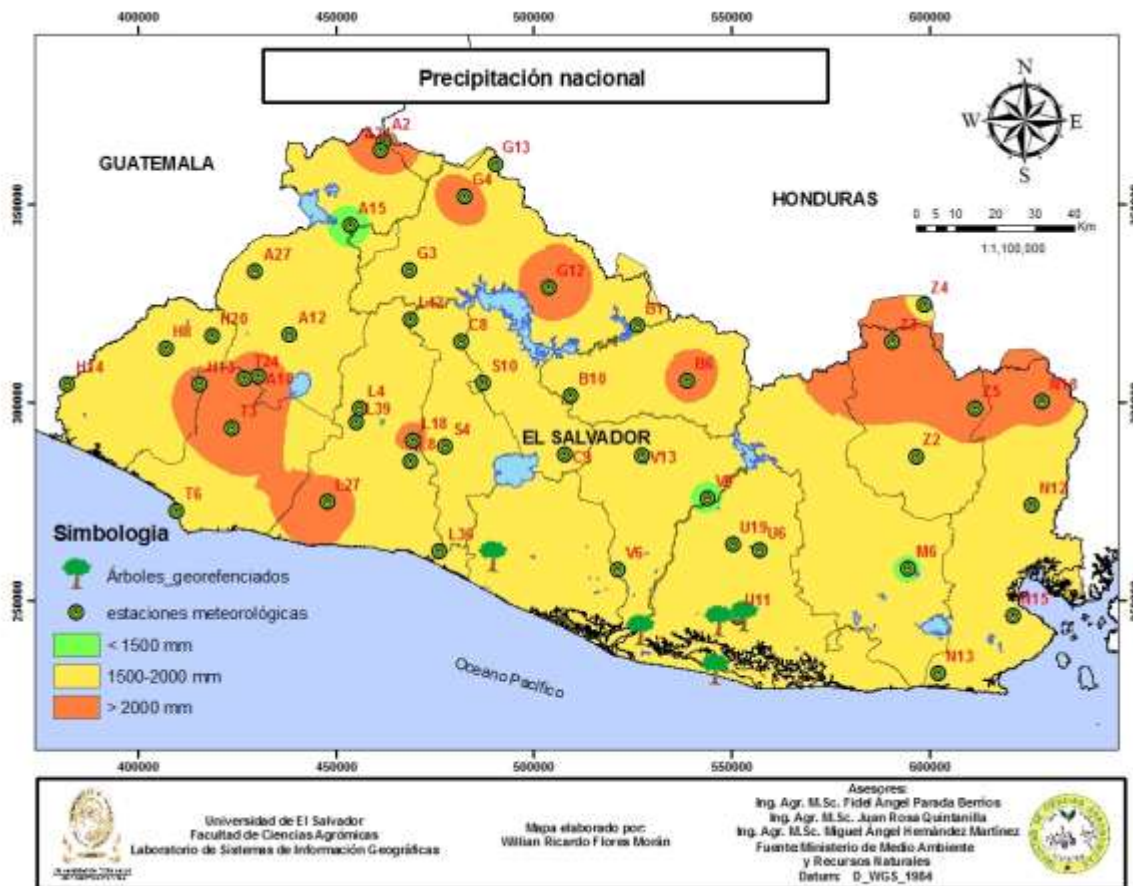


Figura 18. Distribución de precipitación anual en diferentes zonas ecológicas de El Salvador.
Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

Humedad relativa promedio anual.

El criterio de Humedad Relativa utilizado fue: todas las zonas cuya Humedad Relativa promedio anual oscile alrededor del 70 – 80 % (Figura 19).



Figura 19. Humedad relativa anual del 70 – 80 % en diferentes zonas ecológicas El Salvador.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

Temperatura anual de 33 °C.

El criterio de Temperatura utilizado fue: todas las zonas cuya temperatura anual oscile alrededor de 33 °C (Figura 20).

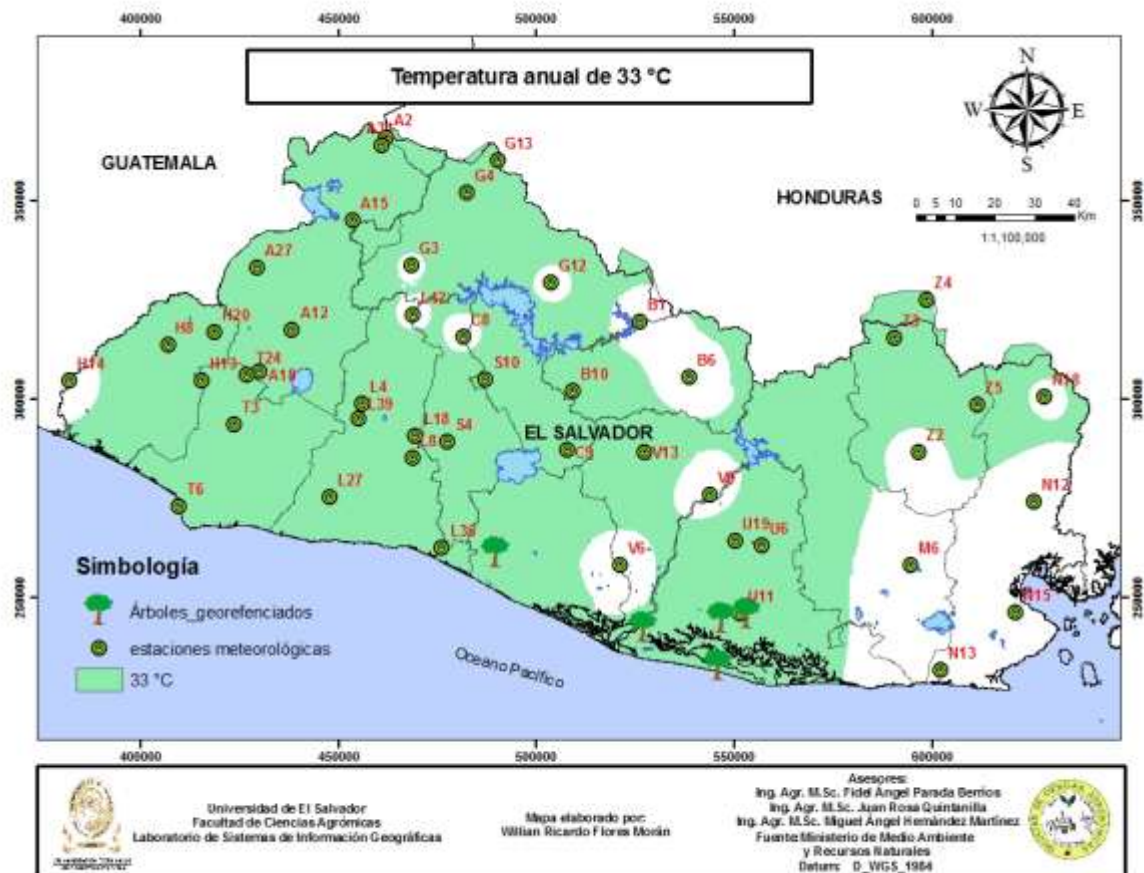


Figura 20. Temperatura anual de 33 °C en diferentes zonas ecológicas de El Salvador.
Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

Temperatura anual de 19 °C.

El criterio de Temperatura utilizado fue: todas las zonas cuya Temperatura anual oscile alrededor de 19 °C (Figura 21).

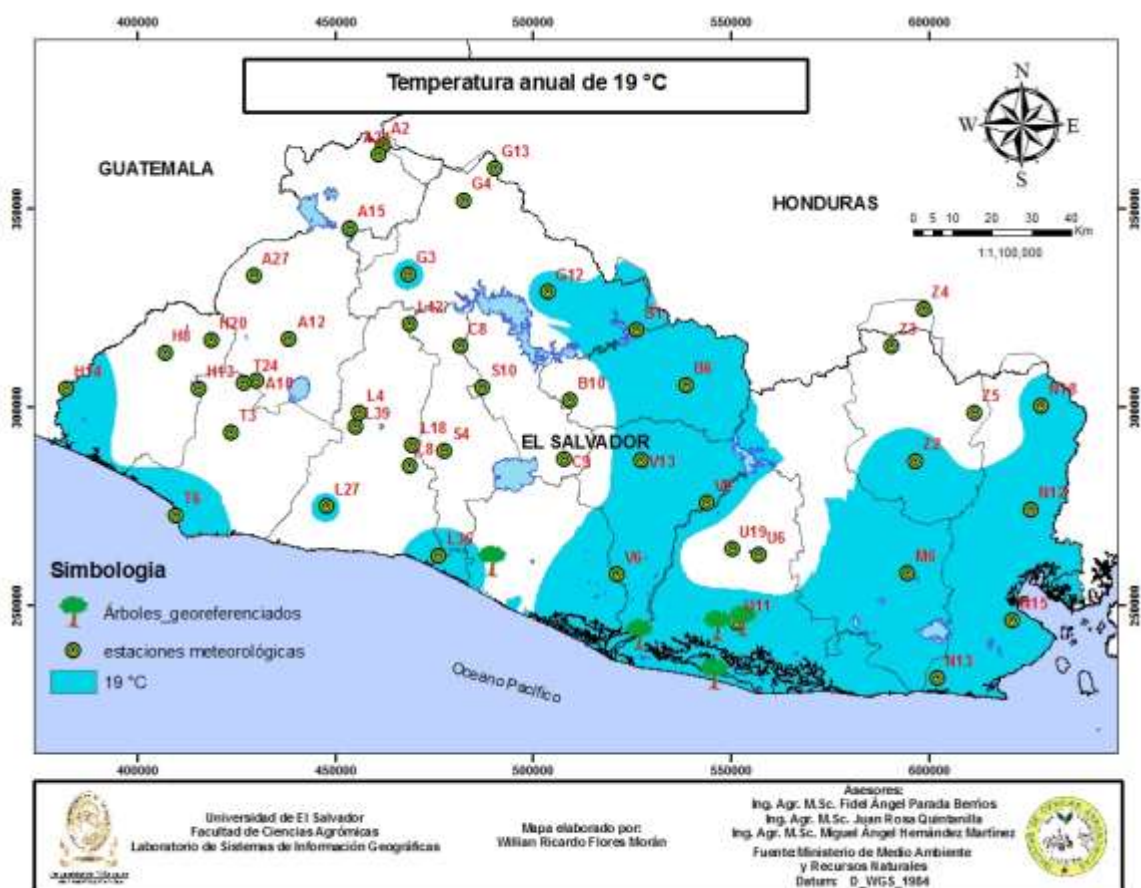


Figura 21. Temperatura anual de 19 °C en diferentes zonas ecológicas de El Salvador.
Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

Información Pedológica.

El criterio utilizado fue todos los suelos pertenecientes a los grupos: Aluviales, Andisoles y Regosoles y Halomorficos, caracterizados según la ubicación de los árboles georeferenciados (Figura 22).

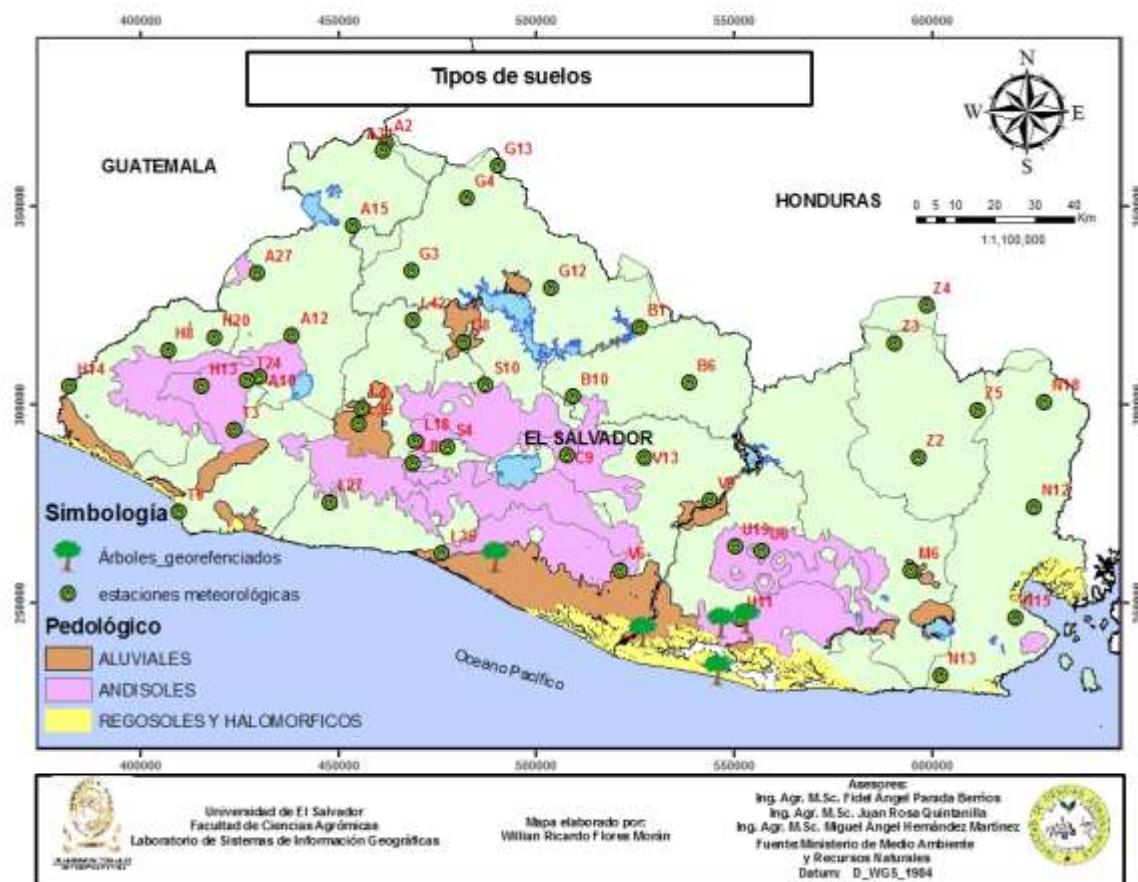


Figura 22. Identificación de tipos de suelos utilizados en la investigación, producto de la georeferenciación de árboles de aguacate.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

Cuadro 13. Definición y potencial agrícola de los suelos, clasificados en base al gran grupo.

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		
Genética	Definición	Potencial Agrícola
Aluviales	Suelos de origen reciente aún sin desarrollo, de texturas por lo general medianas y de muchas veces de drenaje restringido. Suelos de materiales transportados por los ríos o lagos y depositados en las planicies costeras y valles interiores.	Aptos para todos los cultivos adaptados al país de las zonas bajas (cereales, algodón, caña de azúcar y pastos).
Andisoles	Suelos originados de cenizas volcánicas, por lo general muy profundos y de textura medias a medianamente, gruesas, tienen buen drenaje.	Aptos para la mayoría de cultivos adaptados al país.
Regosoles	Suelos no muy profundos, jóvenes de material suelto o no consolidado y frecuentemente pedregosos.	Áreas más adecuadas para la reforestación, sin embargo se encuentran cultivos anuales sembrados en forma rudimentaria.
Halomórficos	Suelos salinos y estratificados. De textura variable, es decir, de texturas limosas y arcillosas de estratos en diferente posición. Frecuentemente permanecen inundados	Utilización agrícola es muy limitada; las áreas muy salinas están con vegetación de mangle.

Fuente: Rico N (s.f) y Pavón Flores (2005).

Criterio de altitud.

El criterio de altura sobre el nivel del mar utilizado fue: todas las tierras con elevaciones menores o iguales a 150 msnm. Para ello fue revisado el mapa de las Curvas a nivel de El Salvador, habiéndose identificado las tierras mostradas en el siguiente mapa (Figura 23).



Figura 23. Elevaciones de 0 a 150 msnm en diferentes zonas ecológicas de El Salvador.
Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería 1998.

Como resultado final se identificaron un total de **72,645.80 hectáreas** con potencial para el cultivo de aguacate. Las áreas se encuentran detalladas por departamento en el siguiente Cuadro. Para más detalle ver anexo cinco.

Cuadro 14. Resumen de áreas potenciales para el establecimiento del cultivo del aguacate en diferentes departamentos de El Salvador, 2010.

Departamento	Área (has)
San Miguel	2,330.68
Usulután	40,612.47
San Vicente	3,765.36
Cabañas	64.68
La Paz	17,223.00
Sonsonate	5,412.84
Ahuachapán	3,236.77
Área total	72,645.80

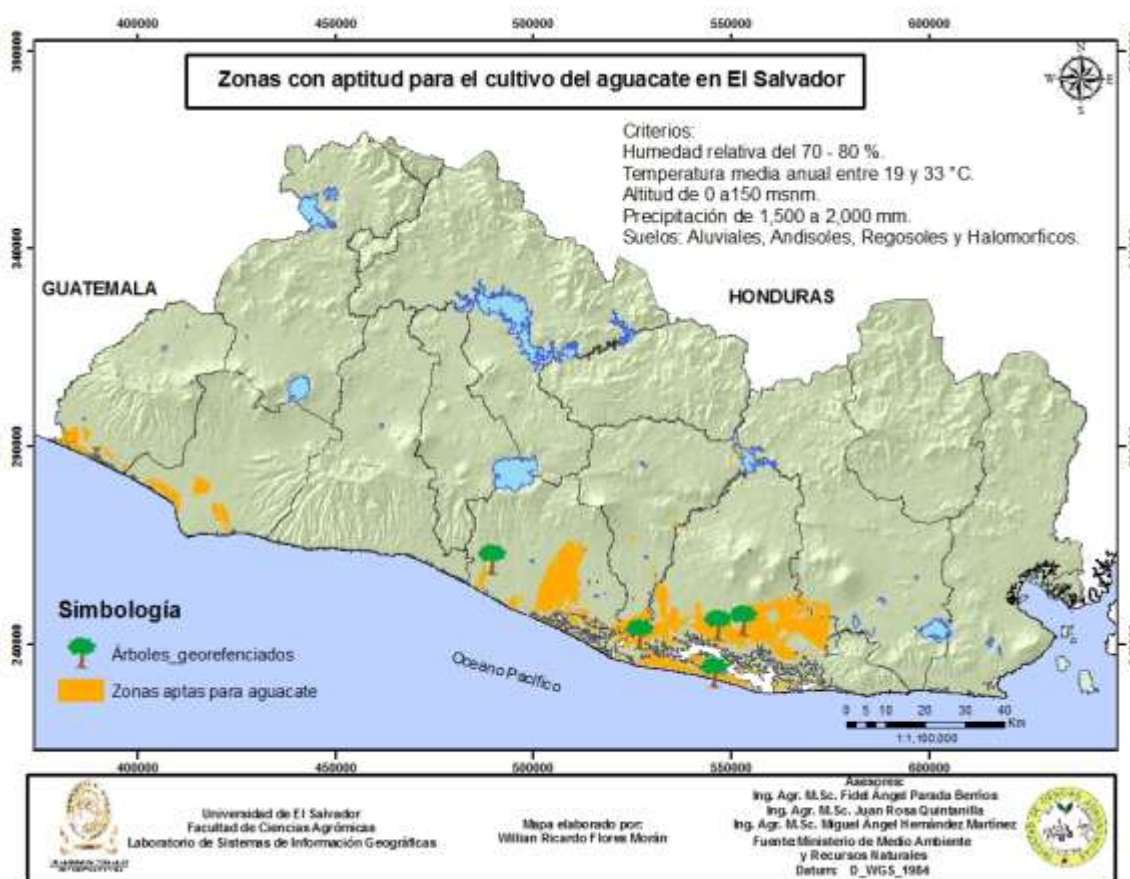


Figura 24. Distribución por departamento de las zonas potenciales para el cultivo del aguacate en El Salvador.

5. CONCLUSIONES

- ❖ A partir del proceso de georeferenciación de los de árboles de aguacate provenientes de pie franco se encontraron once materiales en un rango altitudinal de 0-90 msnm, aspecto que desvirtúa aseveraciones que este cultivo se adapta en niveles ecológicos inferiores a 250 msnm, además permite considerar seriamente la resistencia a la salinidad por parte de este cultivo. Destacan por su adaptabilidad sobre el nivel del mar los materiales USUIESIB10IB2 y USUIESIB10IB3 que se encuentran en una isla de la costa salvadoreña, además, los materiales USUBLIM10CC1, USUBLIM10CC2, USUBLLC10PA1, USUBLLC10PA2 y USUBLLC10PA3 se encuentran ubicados a una altura menor de 10 msnm.
- ❖ La caracterización morfoagronómica permite hacer uso de la técnica del injerto para perpetuar materiales promisorios en bancos de germoplasma *ex situ*, o para el establecimiento de huertos comerciales.
- ❖ Dentro de los materiales caracterizados existen cuatro que producen fuera de la época nacional de cosecha: USUJIQCH10MH2, USUJIQCQ10BR1, USUIESIB10IB2 y USUBLIM10CC1, y que pudiesen convertirse en materiales promisorios para el establecimiento de huertos comerciales que busquen producir fuera de la época normal de cosecha, esto podría influir significativamente en los ingresos económicos de quienes se interesen en estos materiales.
- ❖ En cuanto al peso del fruto los materiales USUJIQCH10MH2 y USUIESIB10IB2 presentaron el valor mayor para esta variable, lo que los clasifica como frutos grandes.
- ❖ En la relación pulpa/semilla los materiales USUJIQCH10MH2 y USUJIQCH10MH1 resultaron ser los mejor evaluados al presentar una relación promisoriosa para el mercado, respectivamente presentan un sabor dulce y un sabor amantequillado.
- ❖ El material USUJIQCQ10BR1 presentó el mayor grosor y consistencia leñosa del epicarpio (cáscara), atributo que le brinda resistencia al manipuleo, magulladuras y que pudiese influir en el manejo post-cosecha más que los métodos de empaque.

- ❖ Con la aplicación de criterios técnicos producto de investigaciones anteriores y el uso del Software ArcGIS 9 se encontró un área potencial para el cultivo del aguacate de **72,645.80 has** que oscilan en una altura menor o igual a 150 msnm distribuidas en siete departamentos del país.

- ❖ Los resultados de análisis bromatológicos realizados a la pulpa de aguacate destacan por el contenido de Proteína los materiales, USUJQCQ10BR1, USUIESIB10IB2 y USUJQCH10MH2; por el contenido de Extracto Etéreo sobresalen los materiales USUJQCQ10BR1 y USUIESIB10IB2 y en el contenido Carbohidratos los materiales USUJQCH10MH2 y USUJQCQ10BR1 resultaron ser los mejor ponderados.

6. RECOMENDACIONES

- ❖ Por el tamaño de la semilla el material USUJQCQ10BR1, se podrá utilizar para la producción de patrones vigorosos de aguacate de costa.
- ❖ Con la aplicación de SIG en la caracterización de tierras ociosas, establecer plantaciones comerciales de aguacate caracterizado, previamente evaluado.
- ❖ A lo largo de la zona costera (0-150 msnm), en las zonas identificadas como aptas para el cultivo del aguacate establecer bancos de germoplasmas en diferentes estratos altitudinales.
- ❖ Mostrar especial interés por los materiales USUJQCH10MH2, USUJQCQ10BR1, USUIESIB10IB2 y USUBLIM10CC1, los cuales producen fuera de la época normal de cosecha nacional.
- ❖ Iniciar a la brevedad posible un proyecto de propagación clonal con los materiales mejor evaluados, para que mediante la validación de resultados obtenidos en la presente investigación se incida directamente en la seguridad alimentaria de los habitantes de la zona costera.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántar, J, *et al.* 1999. Áreas potenciales para cultivo del aguacate (*Persea americana* cv. “Hass”) en el estado de Michoacán, México. Michoacán, MX. 9 p.
- ArcGIS Resource Center. 2011. Conceptos del conjunto de herramientas de interpolación. (en línea). Consultado 4 may. 2011. Disponible en <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html>.
- Ávalos Erroa, CO; Quijada Rodríguez, JL; Beltrán Aranzamendi, M. 2006. Caracterización de Los Aguacates Criollos (*Persea Americana* Miller) del Campus de La Universidad de El Salvador y La Estación Experimental de La Facultad de Ciencias Agronómicas. Tesis Ing. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 85 p.
- Baíza Avelar, VH. 2003. Guía técnica del cultivo del aguacate. Eds. JE de León, M Lizano y FA Alas. Nueva San Salvador, SV. Editorial MAYA. 69 p.
- Benítez, Ivette Seguel. 2001. Conservación de recursos fitogenéticos *ex situ*. PROCISUR.
- Cañizares Zayas, J. 1973. Los Aguacateros. La Habana, CU. Ed. EM Silva. Editorial Pueblo y Educación.
- CIC-Frutícola-CICTAMEX (Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México). (1990, Coatepec Harinas, México). 1991. Determinación del tipo floral de las selecciones sobresalientes de aguacate obtenidas por CICTAMEX. MR Arriaga. Toluca, México. CICTAMEX. 235 p.
- Cristoffanini Bonino, LP. 1996. Caracterización de la floración en paltos (*Persea americana* Mill) cvs. Fuerte, Gwen, Whitsell Y Esther. Quillota, CL. 81 p.
- Engels, M; Urbina, C; Sploot, P. 1998. El Salvador: estudio climático de datos meteorológicos mensuales para llegar a una zonificación agroclimática. MAG-CENTA, FAO. San Andrés, SV. 38 p.

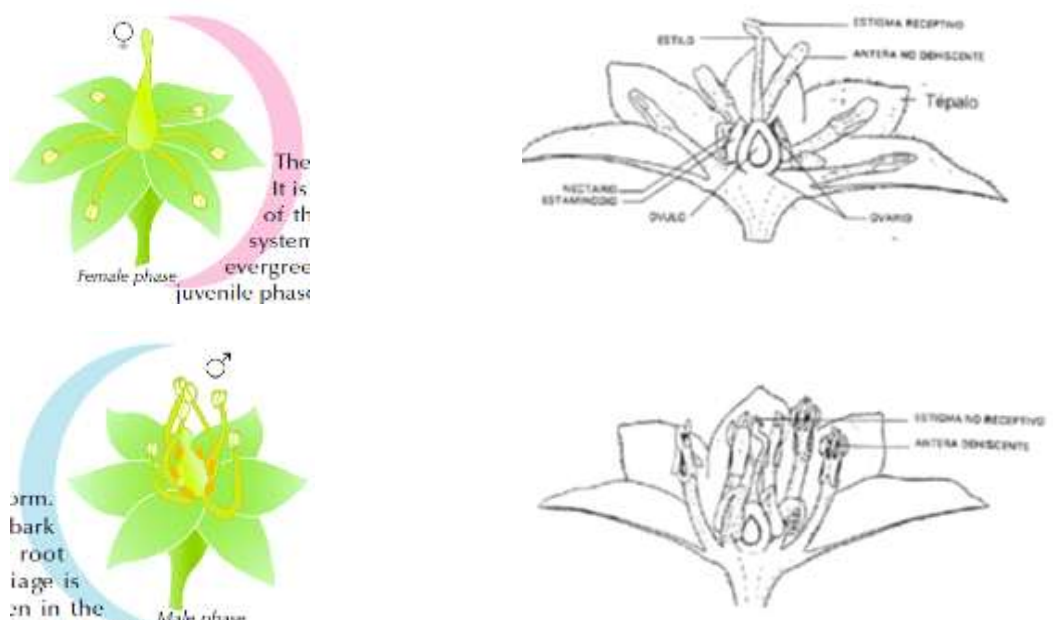
- Enríquez, G. 1991. Descripción y evaluación de los recursos genéticos. *In* Técnicas para el Manejo y Uso de los Recursos Genéticos Vegetales. Eds. R Castillo, J Estrella y C Tapia. Editorial Porvenir. Quito, EC. 160. p.
- FRUTALES (Programa Nacional de Frutas de El Salvador). 2002. Boletín de mercado del Aguacate. Eds. JE de León, M Lizano y FA Alas. 4 ed. Nueva San Salvador, SV. IICA. P. 28 p.
- _____. 2009. Fruticultura: oportunidades de inversión en El Salvador. Eds. P Henríquez, CY Gutiérrez. Santa Tecla, SV. IICA. p 10.
- García González, JA; Cebrián Abellán, F. La interpolación como método de representación cartográfica para la distribución de la población: Aplicación a la provincia de Albacete. Albacete, ES.
- Granados Sánchez, D; López Ríos, G. 1996. Agroecología. Ed. RR Galicia. Texcoco, MX. 420 p.
- Hernández, MA. 2006. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. San Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. San Salvador, SV. 85 p.
- Ibar, L. 1979. Cultivo del Aguacate, Chirimoya, Mango, Papaya. Editorial AEDOS. Barcelona, EP. 171 p.
- IPGRI. 1997. Descriptores para el té (*Camellia sinensis*). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Jaramillo, S. y M. Baena. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia.
- Martínez, I. 2008. Polígonos de Thiessen. (en línea). Consultado 4 may. 2001. Disponible en <http://imois19.blogspot.com/2008/05/polgonos-de-thiessen.html>.

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV); FRUTAL ES (Programa Nacional de Frutas, SV). 2003?. Aguacate. Nueva San Salvador, SV. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).
- Maxted, N., B.V. Ford-Lloyd y J.G. Hawkes (eds). 1997. Plant genetic conservation: The *in situ* approach. Chapman and Hall, RU. 446 p.
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, SV). 2007. Descripción de las lagunas costeras de El Salvador. Nueva San Salvador, SV. Editorial OIRSA. 45 p.
- Pavón Flores, A. 2005. Edafología: Clasificación de suelos. San Salvador, SV.
- Pérez Rivera, RA. 1986. Evaluación de veinte cultivares criollos de aguacate. San Andrés, SV. CENTA (Centro de Tecnología Agrícola). Boletín no. 17. 62 p.
- Rico N, MA comp. s.f. Clasificación de suelos: Clasificación de suelos de El Salvador de acuerdo al sistema comprensible de clasificación de suelos del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. San Salvador, SV.
- Rodríguez Cedillos, M. 2003. El cultivo de aguacate. Eds. HE Amaya Meza; CM García Berrios; MA Martínez; SI de Vásquez y JA Orellana. La Libertad, SV, CENTA. no. 20. 36 p.
- Rodríguez Medina, NN. *et al.* 2003. Catálogo de Cultivares de Aguacatero (*Persea americana* Mill.) en Cuba. **In.** V Congreso Mundial del Aguacate. 2003, Actas. p. 39-46.
- Rodríguez Supo, F. 1987. El Aguacate. Distrito Federal, MX. Editorial Calypso. 166 p.
- Ruiz Valencia, G. 1912. Cultivo y Explotación del Aguacate. México. 70 p.
- Salgado, I. 2005. Comportamiento espacio-temporal (1986-2003) de plantaciones frutales en laderas de la provincia de Quillota mediante imaginería satelital y sig. Quillota, CL. 102 p.
- Sánchez Pérez, J de L. 1999. Recursos genéticos de aguacate (*Persea americana* mill.) y especies afines en México. Revista Chapingo Serie Horticultura. no. 5:7-18.

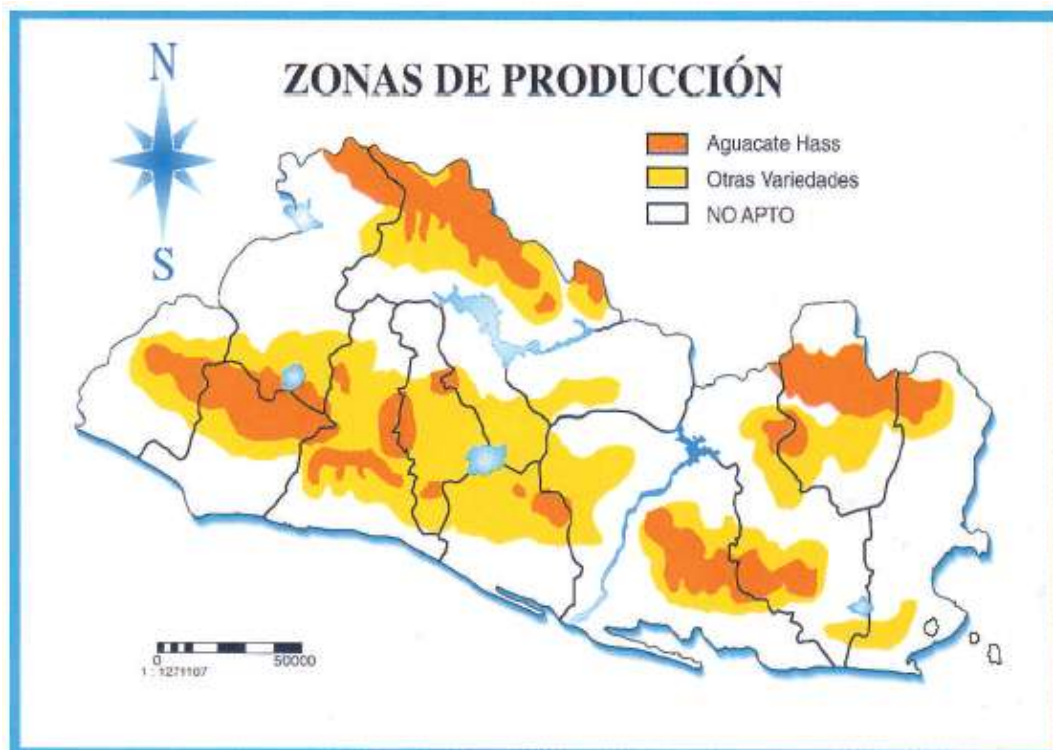
- _____.2007. Identificación de marcadores asociados a la resistencia del aguacate raza mexicana (*persea americana* mill. var. *drymifolia*) al oomiceto *phytophthora cinnamomi* rands. Tesis M. Sc. Morelia, Michoacán, MX. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 116 p.
- Segura, SD. 2001. Distribution et organisation de la diversité des Passiflores Andines (sous-genre Tacsonia). Tesis de doctorado. ENSA. Rennes. p. 135.
- T. Ayala Silva, R. Schnell y M. Winterstein. 2007. Caracterización Fenotípica de Variedades de Aguacate Comercial y para Uso de Patrón Clonal. **In.** Congreso Mundial del Aguacate (VI, 2007, Viña del Mar, CL). 2007, Proceedings. Florida, US. ISBN No 978-956-17-0413-8.
- Urquía, M. 2010. Aguacate fruto saludable: de sabor suave y cremosa textura, es considerada casi mantequilla vegetal. El Diario de Hoy. San Salvador, SV. abr, 29:114-115.

8. ANEXOS

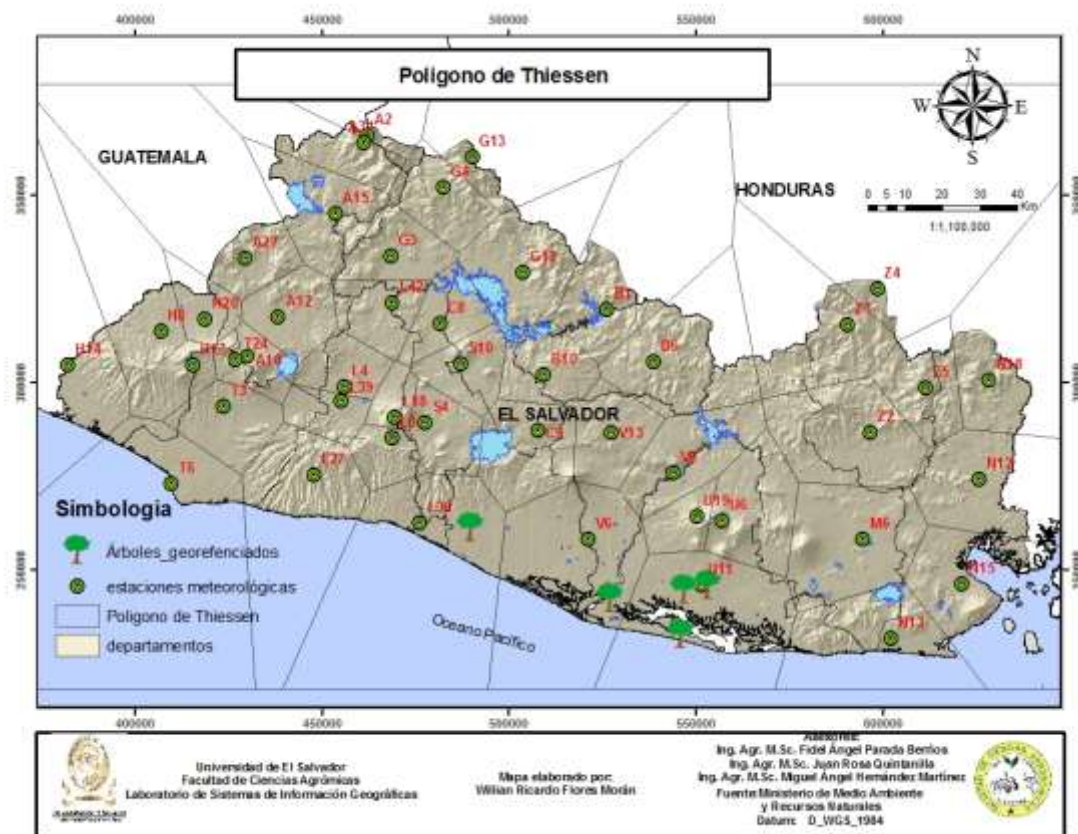
Anexo 1. Biología floral del aguacate.



Anexo 2. Zonas potenciales para el cultivo del aguacate en El Salvador.



Anexo 3. Polígonos de Thiessen que delimitan las zonas de influencia de las diferentes estaciones meteorológicas de El Salvador, 1998.



Anexo 4. Resultados de análisis bromatológicos realizados a cinco materiales de aguacate.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

CIUDAD UNIVERSITARIA
Apdo. Postal Nos. 747 y 773
Teléfono: 225-2572 Fax: (503) 225-1506

Ciudad Universitaria, 02 de diciembre de 2010.

Ingeniero
Fidel Angel Parada Berríos
Docente del Departamento de Fitotecnia
Presente.

Estimado Ingeniero:

A continuación encontrará los resultados bromatológicos obtenidos en las cinco muestras de aguacate, resultados que serán utilizados en el trabajo de Tesis: **"CARACTERIZACION MORFOAGRONOMICA 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"**.

Datos en base seca

Identificación de Laboratorio	Código de Aguacate	Humedad Parcial (%)	Humedad Total (%)	Centra Cc (%)	Proteína Cruda Pc (%)	Fibra Cruda Fc (%)	Extracto Etéreo EE (%)	Calcio Ca (%)	Fósforo P (%)
210	B	78.10	3.03	14.46	12.25	15.0	62.24	0.23	0.36
211	Q	48.62	2.87	17.65	8.87	15.78	54.71	0.42	0.52
212	Cu	78.04	6.63	12.55	12.13	12.23	46.35	0.30	0.42
213	MI	79.01	7.06	13.43	13.88	17.56	39.46	0.36	0.46
214	MII	75.09	6.5	16.20	11.58	18.37	42.64	0.36	0.40

Transformados a base húmeda (tal como se consume)

Identificación de Laboratorio	Código de Aguacate	Humedad Parcial (%)	Humedad Total (%)	Centra Cc (%)	Proteína Cruda Pc (%)	Fibra Cruda Fc (%)	Extracto Etéreo EE (%)	Carbohidratos CBOS (%)	Calcio Ca (%)	Fósforo P (%)
210	B	78.10	3.03	2.73	2.31	2.83	11.74	77.36	0.043	0.07
211	Q	48.62	2.87	8.56	4.3	7.65	26.54	50.08	0.20	0.26
212	Cu	78.04	6.63	1.92	1.86	1.87	7.11	80.61	0.05	0.06
213	MI	79.01	7.06	1.87	1.93	2.45	5.5	81.19	0.05	0.06
214	MII	75.09	6.5	3.06	2.19	3.47	7.95	76.83	0.05	0.08

Analistas: Ing. Agr. Juan Milton Flores Tensos
Br. William Ricardo Flores Morán (Técnico)

Atentamente,


"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"
CC
QUIMICA
AGRICOLA

Lidia Adá Yanira Arias de Ligueros
Jefa del Departamento de Química Agrícola

Anexo 5. Matriz de recolección de datos utilizada en la investigación, El Salvador. 2010.

Matriz de recolección de datos

No. _____

"CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA <i>IN SITU</i> DE AGUACATE CRIOLLO (<i>Persea americana</i> Miller) ADAPTADO A LA ZONA COSTERA DE EL SALVADOR Y SU INCIDENCIA EN LA SELECCIÓN DE GERMOPLASMA PROMISORIO."				
CONTACTO (Experto informante introductor a conservadores de variedades locales):				
Nombres y apellidos:				
Teléfono fijo:		Móvil:		Otro:
Dirección de contacto:		Localidad:		C.P
Dirección electrónica:				
CONSERVADOR DE MATERIAL				
Nombre y apellidos:				
Teléfono fijo:		Móvil:		Otro:
Dirección de contacto:		Localidad:		C.P
Especie:	Nombre local de la variedad:			
Localización de ejemplar/es			Unidades:	
Edad del ejemplar: _____	Polígono	Parcela	Recinto	Topografía del terreno: Plana____, Inclínada____, Ondulada____
Origen del ejemplar: Semilla____ Injerto____, Donde 1@ obtuvo?____	Localización GPS			Modo marcaje:
	X	Y		Estado sanitario: bueno____, Medio____, malo____
	Z			Riesgo de pérdida: alto____, medio____, bajo____
DESCRIPCIÓN				
Forma del fruto: redondeada____, achatada____, ovalada____, forma de pera____, otras:				
Color de la piel:		Color de la pulpa		Color alrededor de la semilla
Fecha de recolección:			Conocimiento local: mucho____, medio____, poco____	
Usos	Fresco:	Elaborado:	Conservas:	Otros:
Consumo:	Si__ No__	Si__ No__	Si__ No__	
Observaciones:				

1. Principales plagas que afectan sus cultivos:
2. Principales enfermedades que afectan sus cultivos:
3. Labores de manejo práctica con el árbol:
- 4.Cuál es el destino de la producción:

Anexo 6. Descriptor utilizado en la investigación, El Salvador, 2010.**Descripción morfológica de aguacate criollo (*Persea americana* Miller)**

Árbol número: _____

Suelo predominante. _____

Tipo de muestra:

A) Flores B) Frutos C) Semillas D) Hojas

Características Morfológicas de los árboles.**1. Tipo de crecimiento:** Achaparrado _____ Erecto _____**2. COPA:**

2.1. Habito de crecimiento, ramas (ascendente, irregular, horizontal, axial)

2.2. Porte: Alta >10m Mediana (5-10m) Bajas (menor 5m)

2.3. Resistencia de la madera: Resistente _____ Frágil _____ Muy Frágil _____

2.4. Follaje: Muy Denso _____ Denso _____ Ralo _____ Muy Ralo _____

2.5. Forma de la copa (abierta, semi-abierta, Cerrada): _____

2.6. Color de brotes (violetas o rojizos, verde pálido): _____

3. HOJAS:

3.1. Orientación o posición relativa en relación con la rama

Plano ángulo >45° _____ Caída, ángulo >90° _____

3.2. Forma (elíptica-Lanceolada-Ovalada-Oblonga) _____

3.3. Forma del ápice (acuminada, sub. acuminada, y truncado) _____

3.4. Color (hojas viejas): verde claro _____ verde oscuro _____

3.5. Color (según tabla Munsell): _____

3.6. Largo: Gande >17cm _____, Mediana entre 14-17cm _____, Pequeña >14cm _____

3.7. Ancho: Gande 7cm _____, mediana entre 6-7cm _____, Pequeña 6 cm _____

4. INFLORESCENCIA:

4.1. Color de la panícula (amarillo pálido, verde claro, verde tenue) _____

4.2. Numero de raquillas por panícula _____

4.3. Periodo de floración _____

5. FLOR:

5.1. Tipo (A, B) _____

5.2. Diámetro (pequeño 0.5 cm., mediano 0.5-1.5 cm., gande 1.5 cm.) _____

6. FRUTO:

- 6.1. Tipo de pediciembreelo (Raza): Mexicana ___ Guatemalteca ___ Antillana ___
- 6.2. Inserción de pedúnculo (central, inclinado) _____
- 6.3. Peso: Muy gande mayor de 450 g ___ Gande 350-450 g ___ Mediano 250-350g ___
Pequeño 150-250 g ___ Muy pequeño menor 150 g ___
Peso promedio: _____
- 6.4. Largo (cm): _____
- 6.5. Ancho (cm): _____
- 6.6. Forma (alargado, balón, calabaza, ovalado, pera, romboidal, elíptico): _____
- 6.7. Color de la cáscara (momento de cosecha): _____
- 6.8. Color de la cáscara al madurar (morado, verde, amarillo crema, amarillo, pálido, amarillo claro, verde claro): _____
- 6.9. Consistencia de la cáscara (blanda, flexible, leñosa, quebradiza, rugosa): _____
- 6.10. Espesor de la cáscara (guesa > 1.5mm; media 1.5-1.0; fina, > 1mm) _____
- 6.11. Apariencia del fruto (opaca, lustrosa): _____
- 6.12. Adherencia de la cáscara (ligera, media, fuerte): _____
- 6.13. Periodo de cosecha: _____

7. PULPA:

- 7.1 Color (amarillo intenso, amarillo, amarillo verdoso): _____
- 7.2 Espesor (delgada < 1cm; media 1-1.1cm, guesa > 1.2 cm): _____
- 7.3 Peso de la pulpa en relación con el fruto (alto > 75%; medio, 70-75%, Bajo, < 70%): _____
- 7.4 Relación fruto-semilla (pulpa-semilla): _____
- 7.5 Sabor (avellana, amantequillado, nuez, neutro, dulce): _____
- 7.6 Presencia de fibra (rara; media; abundante): _____
- 7.7 Análisis químico (base húmeda de la pulpa):
Humedad: _____
Proteínas: _____
Gasas: (alta > 12%; media, 8-12%; baja < 8; _____, promedio _____
Fibra cruda: _____
Cenizas: _____
Carbohidratos: _____
P: _____
Ca: _____

8. SEMILLA:

- 8.1. Largo (cm.) _____
- 8.2. Diámetro (cm.) _____
- 8.3. Adherencia de semilla: Suelta ____, Adherida ____
- 8.4. Color de la testa: (marrón ____, marrón oscuro ____, castaño ____
- 8.5. Forma: oblonga ____, circular ____, elíptica ____, cónica ____, periforme ____
- 8.6. Peso promedio: _____

Anexo 7. Descripción de zonas aptas para el cultivo del aguacate, El Salvador, 2010.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTON	Has
Ahuachapán	Jujutla	Barra de Santiago	457.77
Ahuachapán	Jujutla	Guayapa Abajo	30.52
Ahuachapán	Jujutla	San Antonio	113.01
Ahuachapán	San Francisco Menéndez	Cara Sucia	474.95
Ahuachapán	San Francisco Menéndez	El Zapote	300.51
Ahuachapán	San Francisco Menéndez	Garita Palmera	1418.06
Ahuachapán	San Francisco Menéndez	La Hachadura	441.95
Cabañas	Dolores	Cañafístula	64.68
La Paz	San Juan Nonualco	Las Delicias	58.13
La Paz	San Juan Nonualco	El Golfo	1247.68
La Paz	San Juan Nonualco	La Longaniza	1022.80
La Paz	San Juan Nonualco	Las Piedronas	621.16
La Paz	San Juan Nonualco	Los Zacatillos	188.04
La Paz	San Juan Nonualco	Tierra Colorada	0.10
La Paz	San Luis Talpa	El Pimental	30.64
La Paz	San Luis Talpa	Zambombero	751.25
La Paz	San Luis Talpa	Tecualuya	15.18
La Paz	San Pedro Masahuat	El Pimental	164.27
La Paz	San Pedro Masahuat	Las Hojas	469.54
La Paz	San Pedro Masahuat	Marcelino	105.91
La Paz	San Rafael Obrajuelo	El Carao	58.17
La Paz	San Rafael Obrajuelo	La Longaniza	284.77
La Paz	San Rafael Obrajuelo	La Palma	148.25
La Paz	San Rafael Obrajuelo	San José Obrajuelo	353.07
La Paz	San Rafael Obrajuelo	San Pedro Martir	94.28
La Paz	Santiago Nonualco	Concepción Jalponga	222.17
La Paz	Santiago Nonualco	El Sauce	2094.50
La Paz	Santiago Nonualco	Jalponguita	49.93
La Paz	Santiago Nonualco	Las Guarumas	615.76
La Paz	Santiago Nonualco	San Antonio Abajo	2.44
La Paz	Santiago Nonualco	San Francisco El Porfiado	2331.01
La Paz	Zacatecoluca	Ciudad	17.54
La Paz	Zacatecoluca	Buenavista Abajo	6.54
La Paz	Zacatecoluca	El Espino Abajo	5.25
La Paz	Zacatecoluca	Los Platanos	0.03
La Paz	Zacatecoluca	Penitente Abajo	0.04
La Paz	Zacatecoluca	San Sebastián La Zorra	123.02
La Paz	Zacatecoluca	San Josecito	436.95
La Paz	Zacatecoluca	San José La Montana	286.39
La Paz	Zacatecoluca	Tierra Blanca	814.94
La Paz	San Luis de La Herradura	La Anona	675.32
La Paz	San Luis de La Herradura	El Escobal	528.43
La Paz	San Luis de La Herradura	El Llano	205.44
La Paz	San Luis de La Herradura	Los Blancos	272.86
La Paz	San Luis de La Herradura	San Sebastián El	2063.16

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTON	Has
		Chingo	
La Paz	San Luis de La Herradura	Ciudad	0.15
La Paz	San Luis de La Herradura	La Calzada	768.97
La Paz	San Luis de La Herradura	Islas	88.92
San Miguel	El Tránsito	Meangulo /Primavera	522.96
San Miguel	El Tránsito	Llano El Coyol	830.31
San Miguel	El Tránsito	Moropala	33.14
San Miguel	Nuevo Edén de San Juan	Montecillos	112.50
San Miguel	Nuevo Edén de San Juan	Queseras	2.37
San Miguel	San Rafael Oriente	Los Zelaya	16.95
San Miguel	San Rafael Oriente	Rodeo De Pedron	4.54
San Miguel	San Rafael Oriente	Santa Clara	592.50
San Miguel	Sesori	Petacones	184.12
San Miguel	Sesori	San Jacinto	31.29
San Vicente	San Ildefonso	Candelaria Lempa	226.36
San Vicente	San Ildefonso	San Francisco	77.38
San Vicente	San Vicente	El Caracol	107.24
San Vicente	San Vicente	San Bartolo Ichanmico	57.98
San Vicente	Tecoluca	El Carao	38.59
San Vicente	Tecoluca	El Pacún	150.31
San Vicente	Tecoluca	La Esperanza	105.02
San Vicente	Tecoluca	Las Anonas	337.00
San Vicente	Tecoluca	Las Mesas	596.22
San Vicente	Tecoluca	San Andrés Achiotos	2.84
San Vicente	Tecoluca	San Carlos	1977.69
San Vicente	Tecoluca	San José Llano Grande	1.96
San Vicente	Tecoluca	Santa Bárbara	86.77
Sonsonate	Acajutla	El Suncita	981.17
Sonsonate	Acajutla	Metalio	881.05
Sonsonate	Acajutla	San Julián	740.61
Sonsonate	Acajutla	El Coyol	50.53
Sonsonate	Sonsonate	Chiquihuat	3.83
Sonsonate	Sonsonate	El Edén	408.88
Sonsonate	Sonsonate	El Presidio	695.66
Sonsonate	Sonsonate	Miravalles	475.66
Sonsonate	Sonsonate	Santa Emilia	505.72
Sonsonate	Sonsonate	Tonalá	669.73
Usulután	Berlín	Colón	3.86
Usulután	Berlín	El Corozal	12.73
Usulután	Berlín	Las Piletas	71.07
Usulután	Berlín	Los Talpetates	6.94
Usulután	Berlín	Virginia	3.22
Usulután	Concepción Batres	El Canal	312.10
Usulután	Concepción Batres	El Paraisal	731.48
Usulután	Concepción Batres	El Porvenir	248.32
Usulután	Concepción Batres	Hacienda Nueva	559.34
Usulután	Concepción Batres	La Anchila	1454.81
Usulután	Concepción Batres	La Danta	230.50

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTON	Has
Usulután	Concepción Batres	San Felipe	215.86
Usulután	Concepción Batres	San Ildefonso	983.17
Usulután	Concepción Batres	San Antonio	116.48
Usulután	Ereguayquín	Analco	162.37
Usulután	Ereguayquín	Maculis	76.49
Usulután	Ereguayquín	La Ceiba	401.47
Usulután	Ereguayquín	Los Encuentros	281.33
Usulután	Ereguayquín	Piedra Ancha	241.35
Usulután	Jiquilísco	Montecristo	86.59
Usulután	Jiquilísco	Aguacayo	482.87
Usulután	Jiquilísco	Cabos Negros	415.21
Usulután	Jiquilísco	California	79.78
Usulután	Jiquilísco	Carrizal	812.71
Usulután	Jiquilísco	El Coyolito	7.87
Usulután	Jiquilísco	El Paraiso	220.85
Usulután	Jiquilísco	Salinas De Sisiguayo	664.69
Usulután	Jiquilísco	Hule Chacho	262.93
Usulután	Jiquilísco	Isla De Méndez	1610.73
Usulután	Jiquilísco	La Canoa	829.50
Usulután	Jiquilísco	La Concordia	405.83
Usulután	Jiquilísco	La Tirana	318.47
Usulután	Jiquilísco	Los Campos	164.57
Usulután	Jiquilísco	Los Limones	426.36
Usulután	Jiquilísco	Nueva California (Ceiba Gacha)	239.12
Usulután	Jiquilísco	Puerto Los Avalos	587.43
Usulután	Jiquilísco	Roquinte	219.05
Usulután	Jiquilísco	Salinas El Potrero	735.24
Usulután	Jiquilísco	San Antonio Potrerillos	400.86
Usulután	Jiquilísco	San Juan Del Gozo	1480.91
Usulután	Jiquilísco	San Judas	74.40
Usulután	Jiquilísco	San Marcos Lempa	771.42
Usulután	Jiquilísco	Zamorano	3641.57
Usulután	Jiquilísco	Las Flores	111.82
Usulután	Jiquilísco	San José (Hda. La Carrera)	474.49
Usulután	Jiquilísco	El Marillo	1135.73
Usulután	Jucuarán	El Jícaro	98.94
Usulután	Jucuarán	Samuria	40.31
Usulután	Mercedes Umaña	Los Horcones	10.24
Usulután	Nueva Ganada	Jocomontique	9.69
Usulután	Nueva Ganada	La Palomia	16.85
Usulután	Ozatlán	La Poza	783.10
Usulután	Ozatlán	Las Trancas	77.05
Usulután	Puerto El Triunfo	Corral De Mulas	1603.53
Usulután	Puerto El Triunfo	Isla El Espíritu Santo	1032.63
Usulután	Puerto El Triunfo	Sitio De Santa Lucia	2064.58
Usulután	Puerto El Triunfo	Isla Madre Sal	216.30

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTON	Has
Usulután	San Dionisio	Mundo Nuevo	910.88
Usulután	San Dionisio	Iglesia Vieja	908.48
Usulután	San Dionisio	San Francisco	923.98
Usulután	Santa Elena	Cerro El Nanzal	317.17
Usulután	Santa Elena	El Rebalse	137.98
Usulután	Santa Elena	El Amate	513.18
Usulután	Santa Elena	Piedra De Agua	17.89
Usulután	Santa María	Mejicapa	1041.27
Usulután	Santa María	San Francisco	549.60
Usulután	Usulután	Ciudad	41.12
Usulután	Usulután	El Cerrito	148.91
Usulután	Usulután	Obrajuelo	1130.78
Usulután	Usulután	Ojo De Agua	735.67
Usulután	Usulután	El Ujushte	331.56
Usulután	Usulután	El Talpetate	819.81
Usulután	Usulután	El Trillo	148.34
Usulután	Usulután	La Joya De Tomasito	834.15
Usulután	Usulután	La Laguna	153.77
Usulután	Usulután	La Pena	273.69
Usulután	Usulután	La Presa	307.00
Usulután	Usulután	Las Salinas	1052.97
Usulután	Usulután	Palo Galán	314.81
Usulután	Usulután	Santa Bárbara	272.35

Anexo 8. Resultados de análisis de suelos realizados en cinco puntos de muestreo donde se encontraron los materiales de aguacate, departamentos de La Paz y Usulután, El Salvador, 2010.



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centa_labsuelos@yahoo.com
Tel.: 23020200 Ext. 248



San Andrés, 7 de enero de 2011

CARTA No. 10055

NOMBRE DEL AGRICULTOR: CENTA
NOMBRE DE LA FINCA: SAN ANDRES #1
CANTON SAN ANDRES
MUNICIPIO: CIUDAD ARCE
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
SOLICITANTE: ING. MARIO GARCIA
MUESTRAS DEL BANCO DE GERMOPLASMA

No. Laboratorio	No. 10124	No. 10125	No. 10126	No. 10127	No. 10128
Identificación de la muestra	1	2	3	4	5
Cultivo que desea fertilizar	GUAYABA	CITRICOS	MANGO	MARANON	AGUACATE

RESULTADO DEL ANALISIS

No de muestra	1	2	3	4	5
Textura	ARENA	FRANCO LIMOSO	FRANCO	ARENA	FRANCO ARENOSO
pH en agua 1: 2.5	7.0 NEUTRO	6.5 LIGERAMENTE ACIDO	6.9 NEUTRO	6.9 NEUTRO	6.8 NEUTRO
Fósforo (ppm P)	151 MUY ALTO	24 ALTO	142 MUY ALTO	22 ALTO	138 MUY ALTO
Potasio (ppm K)	541.8 MUY ALTO	445.50 MUY ALTO	331.60 MUY ALTO	54.75 BAJO	237.30 MUY ALTO
Zinc (ppm)	1.765 BAJO	2.15 BAJO	2.86 BAJO	2.75 BAJO	2.89 BAJO
Manganeso (ppm)	20.37 MUY ALTO	23.10 MUY ALTO	71.16 MUY ALTO	80.46 MUY ALTO	33.33 MUY ALTO
Hierro (ppm)	30.58 MUY ALTO	4.47 BAJO	26.28 MUY ALTO	22.00 MUY ALTO	20.00 ALTO
Cobre (ppm)	0.49 BAJO	0.88 BAJO	4.46 MUY ALTO	3.53 MUY ALTO	3.61 MUY ALTO
Calcio Intercambiable (Meq/100g)	8.77 ALTO	13.85 ALTO	11.30 ALTO	3.17 BAJO	8.67 ALTO
Magnesio Intercambiable (Meq/100g)	2.34 ALTO	3.89 ALTO	2.69 ALTO	0.97 BAJO	2.36 ALTO
Potasio Intercambiable (Meq/100g)	1.39	1.14	0.85	0.14	0.61
Ca / Mg	3.75 MEDIO	3.55 MEDIO	4.22 MEDIO	3.28 MEDIO	4.10 MEDIO
Mg/K	1.88 BAJO	3.41 MEDIO	3.17 MEDIO	0.88 MEDIO	3.88 MEDIO
Ca+Mg%	6.00 BAJO	15.53 MEDIO	16.55 MEDIO	29.49 MEDIO	10.78 MEDIO
Ca/K	6.32 MEDIO	12.13 MEDIO	13.38 MEDIO	22.61 MEDIO	15.00 MEDIO