

# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

---

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS CÓRDOBA

POSTGRADO EN INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA  
SUSTENTABLE

## “CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DE SELECCIONES DE CHINENE (*Persea schiedeana* Nees) EN VERACRUZ”

Cristina Rivera Prado

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

AMATLÁN DE LOS REYES, VERACRUZ

2015

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DE SELECCIONES DE  
CHINENE (*Persea schiedeana* Nees) EN VERACRUZ”**

La presente tesis, titulada: **CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DE SELECCIONES DE CHINENE (*Persea schedeana* Ness) EN VERACRUZ**, realizada por la alumna **CRISTINA RIVERA PRADO** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS  
INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA SSUTENTABLE

CONSEJO PARTICULAR


Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Victorino Morales Ramos


Director de tesis

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Esteban Escamilla Prado

Asesora

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Adriana Contreras Oliva

Asesor

  
\_\_\_\_\_  
MC José Domingo Robledo Martínez

Amatlán de los Reyes, Veracruz, México, 30 de noviembre de 2015.

# CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DE SELECCIONES DE CHINENE (*Persea schiedeana* Nees) EN VERACRUZ

Cristina Rivera Prado

Colegio de Postgraduados, 2015

## Resumen

El chinene (*Persea schiedeana* Nees) es una especie arbórea perennifolia tropical y subtropical perteneciente a la familia *Lauraceae*, cuyos frutos son apreciados y consumidos por los pobladores de los lugares donde crece (Cruz-Castillo *et al.*, 2007), iniciando en el centro de México, en los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas y Tamaulipas (Koop.1966., Sánchez-Pérez.1999 y Maldonado, *et al.*, 2004) y con presencia en Centroamérica hasta Panamá (López *et al.* 2007). En el estado de Veracruz se han encontrado selecciones de *Persea schiedeana* Nees principalmente en los municipios de Huatusco, Coscomatepec Ixhuatlán del Café y Chocamán, ubicados en la región montañosa central de la entidad. Las selecciones encontradas poseen características diferentes entre sí, por lo que se realizó una caracterización morfológica y físico-química de ellas para conocer su relación así como la semejanza entre sus características físico-químicas y las presentes en el aguacate (*Persea americana* Mill) var. Hass.

Para la realización del estudio se realizó un recorrido por los cuatro municipios antes mencionados, con ayuda de un geo localizador se ubicaron ocho selecciones. Se tomaron muestras de hoja, flor y fruto de cada selección. El material genético colectado se evaluó tomando en consideración características cualitativas y cuantitativas, y la caracterización físico-química se realizó únicamente de los frutos. Finalmente se encontró que las selecciones presentan diferencias morfológicas entre ellas principalmente en cuanto a dimensiones tanto de hoja como de fruto pero también presentan similitudes, lo que lleva a la conclusión de que existe una variabilidad genética entre las ocho selecciones. La caracterización físico-química arrojó diferencias significativas entre ellas pero con una estrecha relación entre sí. Con respecto al aguacate var. Hass, presentaron atributos semejantes a éste, aunque en algunos

aspectos resultaron poseer mayores cantidades de elementos como fibra y carbohidratos que los encontrados en el aguacate.

**Palabras clave:** Caracterización, chinene, *Persea schedeana* Ness, morfológico, Calidad frutícola, Físico-químico.

## ABSTRACT

The chinene (*Persea schiedeana* Ness) is a species tropical and subtropical evergreen belonging to the Lauraceae family, whose fruits are appreciated and consumed by the inhabitants of the places where it grows (Cruz-Castillo et al., 2007), starting in the center of Mexico, in the states of Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas and Tamaulipas (Koop.1966. Sanchez-Pérez.1999 a Maldonado, et al., 2004) and a presence in Central America to Panama (Lopez et al. 2007). In the state of Veracruz were found *Persea* selections *schiedeana* Ness mainly in the municipalities of Huatusco, Coscomatepec Ixhuatlán Coffee and Chocamán, located in the central mountainous region of the state. The selections have different characteristics found each other, so that a morphological and physical-chemical characterization of them is carried out to determine their relationship and the similarity of their physicochemical characteristics and present in avocado (*Persea americana* Mill) var. Hass.

For the study was conducted a tour by the four municipalities mentioned above, using a geo locator eight teams were located. Samples of leaf, flower and fruit of each selection were taken. The collected genetic material was evaluated taking into account qualitative and quantitative characteristics, and the physicochemical characterization was made solely of fruits. Finally it was found that the selections have morphological differences between them mainly in terms of both size sheet as fruit but also have similarities, leading to the conclusion that there is a genetic variability among eight teams. The physico-chemical characterization showed significant differences among them but with a close relationship to each other. With respect to avocado. Hass, had similar attributes to it, although in some respects turned out to have higher amounts of elements such as fiber and carbohydrates than those found in avocados.

Keywords: characterization, chinene, *Persea schiedeana* Ness, morphological, fruit quality, physical-chemical

## **Agradecimientos**

Agradezco al Colegio de Postgraduados así como a los miembros de mi consejo particular, especialmente al Doctor Esteban Escamilla Prado por sus enseñanzas y paciencia y al Doctor Victorino Morales Ramos por su apoyo para la realización de la investigación.

También agradezco a CONACyT por la beca otorgada, y a la clase trabajadora mexicana que paga impuestos ya que con estos es posible que el Consejo de Ciencia y Tecnología brinde apoyo a los estudiantes.

## Contenido

ABSTRACT .....	vi
1.INTRODUCCIÓN .....	1
2.REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Origen y Distribución geográfica .....	2
2.2 Taxonomía .....	3
2.3 Descripción botánica.....	4
2.4 Biología floral .....	6
2.5 Importancia .....	8
2.5.1 Importancia como recurso genético.....	9
2.6 Calidad frutícola .....	10
2.6.1 Características morfológicas.....	11
2.6.2 Características físico-químicas .....	14
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	17
3.1 Hipótesis .....	17
3.2 Objetivos Generales.....	17
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
4.1 Descripción del área de estudio .....	18
4.2 Localización de árboles de chinene .....	19
4.3 Caracterización Morfológica.....	20
4.3.1 Descripción varietal .....	21
4.3.2 Análisis estadístico .....	26
4.4 Caracterización físico-química .....	26
4.4.1 Variables evaluadas .....	26
4.4.2 Análisis estadístico .....	27
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
5.1 Localización de los árboles .....	28
5.2 Características morfológicas.....	29



5.2.1 Hoja .....	29
5.2.2 Flor .....	32
5.2.3 Fruto .....	33
5.3 Caracterización físico-química del fruto .....	39
6. CONCLUSIONES.....	48
7. RECOMENDACIONES .....	49
8. REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	50
9 ANEXOS .....	59

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación taxonómica del chinene. ....	3
Cuadro 2. Municipios de procedencia y variables medidas en frutos chinene de la región central del estado de Veracruz. ....	12
Cuadro 3. Análisis de ácidos grados (%) en pulpa de chinene ( <i>P. schiedeana</i> Ness)..	15
Cuadro 4. Fibra cruda (%) en base húmeda (BH) y seca (BS), en pulpa de chinene. ..	15
Cuadro 5. Codificación y origen de las selecciones de chinene. ....	20
Cuadro 6. Cuadro de identificación de frutos de chinene de las ocho selecciones estudiadas. ....	21
Cuadro 7. Variables evaluadas en hojas. ....	22
Cuadro 8. Variables evaluadas en flor. ....	23
Cuadro 9. Características cuantitativas evaluadas en frutos de chinene. ....	24
Cuadro 10. Variables evaluadas para la caracterización de las selecciones de chinene. ....	26
Cuadro 11. Datos de localización de las selecciones de chinene. ....	28
Cuadro 12. Morfología del Limbo. ....	29
Cuadro 13. Pubescencia de limbo y peciolo. ....	29
Cuadro 14. Color del Limbo. ....	30
Cuadro 15. Diferencias de color de ambas caras de hojas de chinene. ....	30
Cuadro 16. Dimensiones en limbo (cm). ....	31
Cuadro 17. Características cualitativas presentes en las flores de chinene de tres selecciones. ....	32
Cuadro 18. Características cuantitativas en flores de chinene. ....	33
Cuadro 19. Dimensiones (cm) y peso del fruto (g). ....	34
Cuadro 20. Diferencias de color de cáscara entre frutos de las ocho selecciones. ....	36
Cuadro 21. Dimensiones de la semilla de acuerdo a la selección y localización. ....	38
Cuadro 22. Comparación de las características físico-químicas de selecciones de chinene y los valores de referencia del aguacate var. Hass. ....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frutos de chinene tomados de las colectas de la zona centro de Veracruz. ...	5
Figura 2. a) Flor en estado femenino. b) flor en estado masculino. ....	7
Figura 3. Diagrama de cromaticidad. ....	13
Figura 4. Área de estudio. ....	18
Figura 5. Frutos maduros colectados. ....	24
Figura 6. Toma de lectura del peso de frutos de chinene. ....	25
Figura 7. Colorímetro ....	25
Figura 8. Diferencia de grosor de pulpa en frutos de chinene. ....	37
Figura 9. Diferencias del peso de fruto de selecciones de chinene. ....	37
Figura 10. Porcentaje de humedad y similitud entre las selecciones de chinene. ....	41
Figura 11. Similitudes del contenido de cenizas en las ocho selecciones de chinene. .	42
Figura 12. Contenido de grasa en las selecciones de chinene ....	43
Figura 13. Análisis del contenido de fibra en las selecciones de chinene. ....	44
Figura 14. Contenido de carbohidratos en las selecciones de chinnene. ....	45
Figura 15. Aporte calórico de las selecciones de chinene. ....	46
Figura 16. Dendograma de similitudes entre las selecciones de chinene. ....	47

## 1. INTRODUCCIÓN

*Persea schiedeana* Ness es una especie arbórea perennifolia tropical y subtropical perteneciente a la familia *Lauraceae* (clasificada dentro del género *Persea*, subgénero *Persea*) cuyos frutos son apreciados y consumidos por los pobladores de los lugares donde crece (Cruz-Castillo *et al.*, 2007), iniciando en el centro de México (Koop.1966 y Sánchez-Pérez.1999) y con presencia en Centroamérica (López *et al.* 2007).

El estado de Veracruz cuenta con selecciones locales de *Persea schiedeana* Ness, ubicadas principalmente en la región montañosa central, en los municipios de Huatusco, Coscomatepec Ixhuatlán del Café y Chocamán; los cuales se encuentran en estado silvestre dentro del bosque mesófilo de montaña, y como árboles de sombra dentro de cafetales y en traspatios (Campos-Hernández *et al.*, 2011). Este recurso fitogenético ha estado presente en la dieta de los habitantes de diversas regiones de México por siglos, sin embargo, ha sido poco estudiado y tiene potencial para ingresar a mercados exigentes no solo por su sabor sino por sus componentes físico-químicos, como es su alto contenido de fibra en pulpa comparable al aguacate (*Persea americana*) var. Hass y su alto contenido en ácidos grasos, superiores al aguacate (Cruz-Castillo *et al.*2007). Dado que las selecciones encontradas en el estado de Veracruz representan un recurso genético importante, esta investigación aportará información que permita conocer mejor la variabilidad de los materiales encontrados en dicha zona.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen y Distribución geográfica

El chinene (*Persea schiedeana* Nees.) pertenece a la familia Lauraceae, género *Persea* que se caracteriza porque sus especies son originarias de América a excepción de *Persea nan-mu* del sur de china y *Persea indica* nativa de las Islas Canarias, Madeira y Azores, por lo que *Persea schiedeana* Nees es un árbol frutal nativo de Mesoamérica, destacando que la zona tropical y subtropical de América Continental es la región de origen de los aguacates (Caziñares-Zayas, 1973). Este árbol llega a medir hasta 20 metros de alto y raramente hasta 50 metros. Los nombres con los que se le conoce son chinene, chinin, aguacate de manteca, escalar o pagüa, y en Guatemala es chucte o coyo. Asimismo, es nombrado como supete en Honduras y yas en Costa Rica (Cruz-Castillo *et al.*, 2007).

Se distribuye desde México hasta Panamá (Smith *et al.*, 1992), prospera en bosques y montañas en altitudes desde el nivel del mar hasta los 1900 msnm, así como en áreas cálidas muy húmedas. Se encuentra disperso en los estados de Puebla, Oaxaca y la llanura costera del Golfo de México, comprendiendo los estados de Tabasco, Veracruz, el sur de Tamaulipas y el área Lacandona en Chiapas, siendo esta llanura un área natural de dispersión del chinene, que presenta una amplia variación genética (Sánchez-Pérez ,1999; Maldonado, *et al.*, 2004). En el estado de México forma parte del banco de germoplasma de *Persea* establecido por la Fundación Sánchez-Colín CICTAMEX, S.A localizada a una altitud de entre 1920-2240 m.s.n.m (López-López *et al.*, 1999).

## 2.2 Taxonomía

La familia Lauraceae comprende poco más de 50 géneros, entre los que se encuentra *Persea*, el cual posee un número desconocido de especies, aunque algunos autores aseguran que son ochenta las reconocidas como válidas (Storey *et al.*, 1986; Zentmayer, 1991). El género *Persea* está constituido por dos subgéneros, uno de ellos, *Persea*, contiene pocas especies relacionadas entre sí, incluyendo a *P. americana*, *P. nubigena*, *P. steyermarkii*, *P. schiedeana*, *P. floccosa*, entre otras y el otro subgénero es *Eriodaphne*, que es bastante numeroso, variable y sobre todo claramente diferenciado (Sánchez-Pérez, 1999; Barrientos-Priego y López-López, 2000). Koop (1966), clasificó al aguacate mexicano como *P. americana* var *drymifolia*, y a los tipos guatemaltecos y antillanos como *P. americana* var *americana* y a un aguacate silvestre como *P. americana* var *nubigena* e incluye en este subgénero a *P. schiedeana* Ness, *P. steyermarkii* Allen y *P. floccosa*. Mez y Fersini (1975), ubicaron taxonómicamente el chinene como se muestra en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Ubicación taxonómica del chinene.

<b>CLASE:</b>	DICOTILEDONEA
<b>SUBCLASE:</b>	Dialipetala
<b>ORDEN:</b>	Ranales
<b>SUBORDEN:</b>	Magnoliidae
<b>FAMILIA:</b>	Lauraceae
<b>GÉNERO:</b>	<i>Persea</i>
<b>ESPECIE:</b>	<i>Schiedeana</i>
<b>NOMBRE CIENTÍFICO:</b>	<i>Persea schiedeana</i> Ness.

## 2.3 Descripción botánica

Botánicamente, la planta de *Persea schiedeana* Ness tiene cierto parecido con *P. floccosa* por la fuerte pubescencia café en brotes jóvenes y en la cara inferior de las hojas, pero posee yemas escamosas que lo diferencian y el fruto es ovoide y mucho más alargado (Itié, 1918; Peperoe, 1919; Maldonado *et al.*, 2004). Por otra parte, el árbol mide entre 15 y 20 metros, llegando a medir rara vez hasta 50 m (Schroeder, 1974), sus ramas se extienden horizontalmente del tronco y las ramas jóvenes son más robustas y rígidas que las del aguacate, con las hojas aglomeradas hacia los extremos (Peperoe, 1919; Maldonado *et al.*, 2004).

El chinene florea durante los meses de febrero y abril, coincidiendo con el aguacate, sin embargo, la madurez de sus frutos se presenta en un tiempo menor (Peperoe, 1919). Por tal razón, los frutos de chinene se encuentran en los mercados locales durante la temporada donde el aguacate var. Hass presenta una menor oferta (Herrera *et al.*, 2005). De acuerdo a la descripción morfológica presentada por Barrientos-Priego *et al.* (2001), el chinene posee las siguientes características:

- Árboles: Grandes nativos o espontáneos y escamas de yemas con márgenes discontinuos y grandes.
- Pedicelos: Con una longitud de menos de 8 mm de largo.
- Hojas: Presenta pubescencias amarillo-café o glabras y poco densa, las venaciones primarias divergentes a 45-70°.
- Ramillas: Tiene corteza blanquecina rugosa, corchosa.
- Flores: Son de un verde amarillento claro.
- Estambres: Se vuelven rojos con el tiempo.
- Ovario: Presenta vellosidad ligeramente quebrada, no persistente en la etapa de fructificación.
- Brácteas: Se encuentran cubriendo a las inflorescencias (yemas sin brotar); son angostas, pubescentes, en ambas superficies, con márgenes continuos sin roturado.
- Estaminodio: Presenta forma de punta de flecha.

- Frutos: Más largos que anchos, la cubierta o cáscara es delgada de color negro, café o verde cuando maduran, presentan pubescencia café persistente en el fruto por lo menos en los jóvenes.
- Pulpa de los frutos maduros: Generalmente de color café crema.

El fruto es muy parecido al aguacate, aunque con una semilla mucho más grande por lo general en forma de pera (Figura 1) con un grueso epicarpo. El mesocarpo (la pulpa) es aceitoso. Sin embargo, este tiene una semilla mucho más grande. La pulpa contiene células con textura grumosa lo que hace que no sea muy apreciada en el consumo fresco a pesar de su agradable sabor. Los cotiledones son rosados internamente.



**Figura 1.** Frutos de chinene tomados de las colectas de la zona centro de Veracruz.

De acuerdo a otros autores la descripción botánica es la siguiente:

- Hojas: Las ramas jóvenes generalmente son densas de color café y de textura aterciopelada, follaje caduco. Las hojas son alternas, simples y alcanza una longitud de 12.5-30 cm. Presentan forma oval y cordados en la base de color blanco aterciopelado (Morton, 1987).



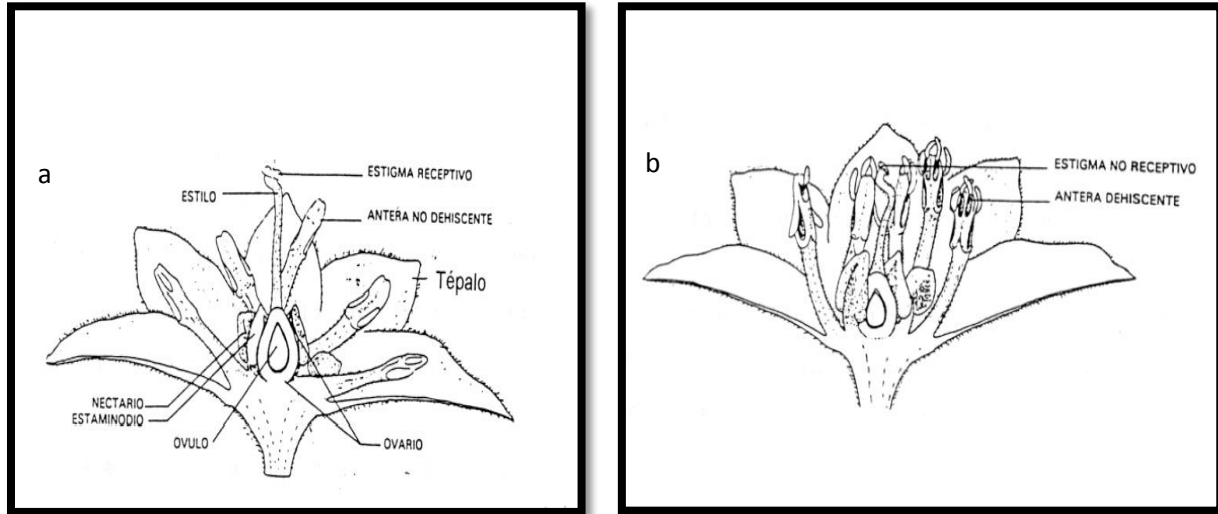
- Flores: Las flores del chinene son hermafroditas, muy pubescentes. Se encuentran agrupadas densamente en panículas anchas de color grisáceo, son de color verduzcas-amarillo claro. El periantio y los estambres se tornan de color rojo con el tiempo. Se presentan en inflorescencias axiales subterminales (Fouqué, 1973).
- Frutos: Los frutos generalmente presentan forma de pera con un peso de 230-400 g. Su cáscara es coriácea y flexible, su color es variable y puede ser parduzco-blanquizco, ligeramente marrón, pálido-verde, verde marrón u oscuro. La pulpa es aceitosa y fibrosa, con jugo lechoso; de sabor entre aguacate y coco (Morton, 1978).
- Semilla: La semilla es alargada y grande; los cotiledones son semejantes a los del aguacate, rosados en su interior (Fouqué, 1973). La forma de la semilla puede ser elíptica, ovada, con base achatada y ápice cónico (Sánchez-Pérez, 1999).

## 2.4 Biología floral

Las flores son de color amarillo grisáceo conformadas en panículas, ubicadas de forma terminal o axial en algunas ocasiones, que se presentan de febrero a abril. Las panículas están constituidas por un tallo principal, ramificado de cinco a diez raquis primarios dando la apariencia de una estrella vista transversalmente y de los que se deriva un pedúnculo terminado en una agrupación de dos a tres flores. La panícula mide en promedio 14 cm de longitud y posee de 100 a 300 flores que desprenden un suave olor a anís, mientras que el sabor del néctar es dulce y anisado (Herrera *et al.*, 2004; Maldonado *et al.*, 2000).

La flor es completa, presenta dos sexos (Figura 2.), gineceo y androceo en la misma flor. Se compone de tres sépalos y tres pétalos, los primeros se encuentran ligeramente más afuera, ambos son pubescentes, sus componentes están libres (dialisépalos y dialipétalos), y se encuentran alternos formando los verticilios, cáliz y corola; posee nueve estambres distribuidos en dos series, una externa con seis y una interna con tres, posee cuatro esporangios en las anteras redondas de color blanco; seis nectarios

situados entre los estambres externos e internos; tres estaminodios o estambres atrofiados; un pistilo grande con estilo largo; un pequeño estigma y ovario alargado (Herrera, *et al.*, 2004).



Fuente: Bonino, 1996.

**Figura 2.** a) Flor en estado femenino. b) flor en estado masculino.

La dicogamia protoginica sincronizada es un fenómeno presente en chinene dada la abundante producción nectararia, y su emisión dos veces al día, lo cual atrae un gran número de insectos polinizadores, produce la polinización cruzada y el traslado del polen, resultando así poblaciones naturales altamente heterocigóticas y heterogéneas (Herrera, *et al.*, 2004).

Dado el gran número de flores de chinene por panícula, se presenta un alto índice de amarre o cuajado de la mayoría de los frutos, pero muy pocos logran desarrollarse completamente, y pese a que en ocasiones se presenta una segunda y tercera floración, la polinización de estas últimas es poco probable dado que se presentan en la fase final de la floración global del árbol. Un factor que influye negativamente en el amarre de los frutos es el viento presente en los meses de febrero y marzo en algunas zonas montañosas de la región central de Veracruz, el cual impide la polinización por

presentarse desecación de los estigmas, lo que a su vez provoca la caída de flores y frutos amarrados (Herrera, *et al.*, 2004).

## 2.5 Importancia

El chinene se encuentra de manera rústica como planta de sombra y forestal, se puede observar dentro de los cafetales, conviviendo con otras especies de *Persea*, realizando un papel muy importante en la conservación de especies nativas arbóreas, las cuales a su vez albergan distintas aves que migran hacia la región neotropical (Komar. 2006).

En los cafetales de Veracruz las especies frutales representan un 67% (Leyequien y Toledo, 2009) del total de las presentes en este sistema agrícola. El chinene es una especie aprovechada no solo como sombra dentro de los cafetales, también su madera es utilizada para diversos fines y su fruto es apreciado por su sabor, posee características sobresalientes que pueden ser aprovechadas para realizar selecciones en cuanto a tolerancia en diversos aspectos fitosanitarios y de calidad de fruta (López *et al.*, 2002), así como desarrollar nuevos usos mediante la extracción de compuestos bioquímicos importantes.

En cafetales de Puebla se ha registrado como una especie nativa cuyos usos son la alimentación, combustible, maderable, medicinal y construcción (Martínez *et al.*, 2007). Sus frutos se obtienen por recolección y de las ramas caídas y de los árboles viejos se obtiene la leña, (Lascurain-Rangel *et al.*, 2013). Otros usos que se han reportado son como porta injerto de aguacatero (Salazar *et al.*, 1984; Schroeder, 1974; González-Rosas *et al.*, 1985; Borys, 1989; Thorp y Hallet, 1999), alimento de animales mamíferos (Gallina *et al.*, 1996), huésped de otras especies vegetales (Daniels y Lawton, 1991), extracción de aceites en sus hojas (Scora y Secra, 2000), etc. También se realizan estudios sobre su relación genética con otras especies de *Persea* (Scora y Bergh, 1990), número de cromosomas (García-Velázquez, 1972), conservación (Sánchez-Pérez, 1999; López-López *et al.*, 1999) y propagación (Escamilla-Prado y Robledo Martínez, 2014).

Lo más importante del estudio del chinene, incluyendo la caracterización de sus selecciones, radica en la generación de información para el fomento de su conservación, aprovechamiento y producción agroecológica sustentable, promoviendo su uso y consumo, permitiendo así el desarrollo de una agricultura ecológicamente adecuada, altamente productiva y económicamente viable (Gliessman, 2002).

### **2.5.1 Importancia como recurso genético**

Las especies del género *Persea* se están perdiendo, principalmente por la apertura de nuevas áreas para la agricultura y ganadería, sobrepastoreo, incendios forestales, avance de las áreas urbanas, uso de la madera, injertación a otras variedades (Barrientos *et al.*, 1992; Ben Ya'acov *et al.*, 1992; Bowman y Scora, 1992; Zentmyer, 1995), por lo que es necesario intervenir en su conservación y para ello, diversas instituciones se encuentran realizando estudios sobre el chinene (*Persea schiedeana* Ness). Una de las principales líneas de enfoque es la conservación, ya sea *in situ* o *ex situ*. Para la conservación *In situ* las plantaciones de café representan una gran oportunidad, y para ello se han realizado programas de participación con productores de las regiones cafetaleras, como es el caso de los productores del municipio de Chocamán, en el estado de Veracruz, quienes de acuerdo a lo reportado por Escamilla y Robledo (2014), han seleccionado semillas, establecido viveros y plantado árboles dentro de sus cafetales, confirmando así el compromiso por la conservación de este importante recurso.

Un caso importante de conservación *ex situ* es el realizado por la fundación Sánchez-Colín en el Estado de México (lo que comprueba que puede ser preservada en climas no tropicales ni subtropicales) quien además de coleccionar especies para su conservación realiza actividades de evaluación de los recursos existentes; así como la introducción de nuevas colectas. Dentro de sus instalaciones, las accesiones resguardadas son fuente de genes en programas de mejoramiento genético, como tolerancia de porta injertos hacia una condición adversa, alto amarre de frutos, inducción de porte bajo, algún atributo de fruto, etc. (Reyes *et al.*, 2011).

El uso de este recurso se debe principalmente a que las especies del subgénero *Persea* (*P. americana* Mill., *P. schiedeana* Nees y *P. parvifolia* Williams) poseen una polinización abierta, lo que permite una gran variabilidad genética, brindando así posibilidades casi ilimitadas para su aprovechamiento (Bergh, 1992). La compatibilidad gamética entre el aguacate y el chinene ya ha sido demostrada (Ellstrand *et al.*, 1986), y el resultado de esta compatibilidad podría ser el origen de las diversas selecciones de chinene identificadas en la zona centro del estado de Veracruz, las cuales tienen características peculiares (Van der Werff, 2002). Cabe señalar que el hábito de floración y polinización cruzada entre especies, causa mucha controversia en los estudios taxonómicos, con una confusión de genotipos con afinidades inciertas, poco comprobables y una amplia difusión de razas y genotipos (Reyes *et al.*, 2011), por lo tanto y pese a la estrecha relación botánica entre *P. schiedeana* y el aguacate común *P. americana*, la principal diferencia encontrada entre ambas es que el chinene tiene una pronunciada pubescencia en tallos, hojas y flores (Schroeder, 1974) lo cual sirve de referencia para la identificación de las selecciones encontradas en Veracruz, México.

Entre las selecciones identificadas en la zona centro del estado de Veracruz se encuentran los frutos con cáscara negra, morada, café y verde (Cruz-Castillo *et al.*, 2007) y de acuerdo a un estudio realizado por Sánchez-Pérez (1999) en los estados de Veracruz, Chiapas y Tamaulipas se reportó que un 97% del total de los frutos de chinene caracterizados tenían la piel muy gruesa, de textura corchosa y su peso se encontraba entre los 116 hasta 522 gramos, con un promedio de 279 g, lo que refleja las características únicas de estos frutos y que los hacen tan especiales y apreciados.

## **2.6 Calidad frutícola**

La calidad frutícola es un indicador de gran importancia en los alimentos, como el chinene, donde los aspectos más importantes son la pulpa, coloración, jugosidad, materia grasa (características físico-químicas) y sabor (Itié, 1966), además de sus características externas como tamaño, forma, color y textura de cáscara (características morfológicas).

### **2.6.1 Características morfológicas**

Dentro de las características morfológicas del chinene se encuentran el peso del fruto, diámetro, longitud, longitud de semilla, peso de semilla, color, etc, para lo cual existen antecedentes de algunas selecciones aportados por diversos estudios, entre los que destaca el realizado por Cruz-Castillo *et al.* (2007) sobre las características morfológicas y bioquímicas de diversos frutos de chinene presentes en el estado de Veracruz; donde se demostró que existe variabilidad de calidad del fruto en cuanto a aspectos morfológicos (Cuadro 2) y que la longitud de los frutos se encuentra entre los 11-16 cm y el peso entre los 160-254 g. Cabe señalar que los frutos estudiados no llegan al mercado con parámetros de valor comercial, dado que no existe una previa selección y son cosechados de árboles propagados por semilla, creciendo en forma silvestre o en traspatios en los que la longitud de la semilla ocupa gran parte de la variabilidad en los datos, lo anterior se debe a que a la fecha no existen cultivares de chinene registrados, por lo que no se ha realizado un mejoramiento genético entre las selecciones encontradas.

**Cuadro 2.** Municipios de procedencia y variables medidas en frutos chinene de la región central del estado de Veracruz.

Municipio	Color del fruto	Numero de frutos	Peso del fruto (g)	Diám. Próximo (mm)	Diám. Medio (mm)	Diám. Distal (mm)	Long. Del fruto (cm)	Peso semilla (g)	Peso pulpa (g)	Peso cáscara (g)	Diám. Semilla (mm)	Long. Semilla (mm)
Ixhuatlán del Café	Café	26	198.7±	27.5±0.9	45.7±	56.1±	13.4±	62.2±	90.1	41.5±	39.1±	86.6±
			13.5		2.1	1.4	0.4	5.2	±6.9	2.5	1.4	2.6
Ixhuatlán del Café	Verde	21	172.3±	24.6±0.7	43.4±	55.8±	12.1±	52.7±	79.5	37.7±	37.0±	81.3±
			7.5		0.9	0.9	0.3	2.8	±4.0	1.9	0.8	2.5
Ixhuatlán del Café	Negro	22	207.3±	24.8±0.9	43.5±	57.9±	13.9±	72.4±	89.8	46.5±	40.7±	89.9±
			12.0		0.9	1.5	0.5	8.3	±5.6	2.9	1.5	3.5
Ixhuatlán del Café	Morado	9	162.1±	23.2±1.3	43.6±	55.3±	12.1±	58±6.3	62.8	40.6±	39.7±	81.5±
			8.2		1.5	1.3	0.7		±7.2	2.4	2.3	3.0
Tepatlaxco	Café	9	204.2±	22.0±1.0	40.0±	57.7±	16.2±	73.3±	90.5	41.8±	42.0±	121.6±
			10.8		0.9	1.4	0.7	3.2	±8.0	2.4	1.0	5.6
Tepatlaxco	Verde	6	181.4±	21.4±0.6	42.2±	58.6±	12.1±	61.0±	88.4	38.8±	38.7±	75.2±
			8.9		1.2	0.9	0.4	7.5	±5.0	2.3	1.4	4.4
Calchahuaco	Negro	10	254.7±	27.6±0.6	47.6±	60.8±	15.4±	89.1±	106.	54.8±	43.6±	104.6±
			33.4		1.6	3.3	0.8	20.2	4±10	5.0	3.9	8.0
Tomatlán	Negro	7	224.1±	29.1±0.3	42.9±	57.7±	14.8±	70.6±	103.	49.0±	39.4±	119.2±
			8.7		1.0	1.6	0.4	8.6	2±4.	1.8	2.0	6.2
Escola	Café	7	158.2±	26.9±1.3	39.8±	53.7±	11.0±	62.1±	63.4	31.3±	37.9±	87.1±
			18.2		0.8	2.3	0.4	9.2	±7.0	2.2	2.1	3.5
Córdoba	Café	6	160.1±	25.9±1.4	38.3±	51.6±	11.3±	66.3±	64.5	28.0±	40.4±	85.9±
			23.6		1.5	2.7	0.9	13.2	±7.1	4.2	3.2	8.9
Comapa	Verde	5	163.9±	22.6±1.8	39.1±	56.8±	12.7±	79.7±	56.7	26.0±	42.9±	64.8±
			28.0		2.0	3.4	1.9	19.7	±12.	4.0	2.3	4.1
Fortín	Café	8	176.8±	26.2±1	40.2±	55.7±	12.0±	57.9±	77.7	38.7±	41.2±1.	90.9±
			12.2		1.7	1.9	0.3	5.8	±8.2	6.1	6	3.7

Fuente: Cruz-Castillo *et al.*, 2007.

Por otra parte, el color es importante en la caracterización morfológica y es definido como la sensación resultante de estimular la retina por las ondas luminosas comprendidas en la región visible del espectro, los atributos relacionados con el color son el tono, la saturación y la luminosidad. Mediante el estudio del espacio Hunter Lab,

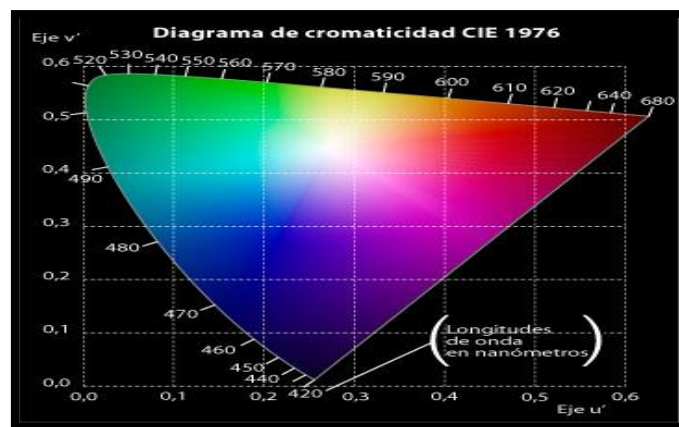
derivado del espacio CIE (CIE, 1986), se pueden identificar estímulos de color en un espacio tridimensional es decir; en tres ejes (Figura 3.) \*L, a y b, donde:

\*L= luminosidad en una escala de 0 (negro) a 100 (blanco)

a= Representa la variación entre rojo (+) y verde (-)

b= Es la posición en la que se sitúa amarillo (+) azul (-)

A partir de la relación entre ellas se pueden obtener las coordenadas colorimétricas, la intensidad de color o saturación y el tono. El ángulo de tono o matiz se representa en términos Hue° (Hue°= arco tangente b/a); la pureza, saturación o intensidad del color está representada por Croma (Croma= $a^2+b^2$ )<sup>1/2</sup>



Fuente: [www.gusgsm.com](http://www.gusgsm.com)

**Figura 3.** Diagrama de cromaticidad.



### 2.6.2 Características físico-químicas

Las características físico-químicas incluyendo son de gran importancia para la determinación de la calidad frutícola, de ellas depende la demanda y el beneficio que aportan al consumidor.

**Humedad:** La determinación de humedad en alimentos es de gran importancia, dado que a un mayor contenido de esta se eleva la velocidad de descomposición de los alimentos, causando una pérdida de calidad sanitaria. En México existen Normas aplicables para la determinación de humedad en los alimentos, las cuales son de observancia obligatoria para las personas que requieran efectuar esta certificación en productos nacionales o de importación para fines oficiales.

**Cenizas:** Las cenizas de los productos alimentarios están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. El contenido de cenizas en un alimento se usa como índice de calidad en algunos alimentos procesados, y en alimentos frescos representa el contenido de minerales de los mismos.

**Grasa:** Las grasas son nutrientes compuestos por carbono, hidrogeno, oxígeno y otros elementos, químicamente a las grasas y aceites se les denomina como triglicéridos y su función más importantes dentro del organismo es la de formar reservas de energía y el de aportar ácidos grasos esenciales. Un estudio realizado por Cruz-Castillo *et al.* (2007) acerca de los aspectos bioquímicos del chinene, demostró que algunos frutos presentan en su pulpa ácidos grasos importantes para la salud humana como el ácido oleico y palmítico. A diferencia del aguacate, el chinene contiene ácido esteárico (Cuadro 3), el cual es utilizado como ingrediente en la fabricación de velas, jabones, plásticos, cosméticos, para ablandar caucho, entre otros usos.

**Cuadro 3.** Análisis de ácidos grasos (%) en pulpa de chinene (*P. schiedeana* Ness).

Características de chinenes	Huatusco		Teapa	
	Cáscara verde	Cáscara negra	Cáscara morada	Aguacate hass
Ac. Palmítico	14.4±2.2	10.2±1.9	17.7±3.4	10.9±2.6
Palmitoleico	2.1±0.7	1.3±0.8	3.6±0.8	4.5±1.0
Esteárico	1.1±0.4	1.3±0.7	0.939.0±4.90.3	0
Oleico Δ9 cis	39.0±4.9	41.7±3.2	33.5±3.9	30.1±4.4
Oleico Δ11 cis	1.8±0.5	2.0±0.9	2.1±0.4	5.5±0.7
Linoleico	2.7±0.6	2.3±0.7	3.2±0.9	8.6±1.2

**Fuente:** Cruz-Castillo *et al.*, 2007

**Proteínas:** Son moléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos, son necesarias para la vida, sobre todo por sus funciones plásticas, y de defensa. El contenido de proteínas presentes en un alimento se determina mediante diversos métodos, siendo el método Kjeldahl uno de los más utilizados.

**Fibra:** En la mayoría de las plantas la pared celular es la principal fuente de fibra, aunque, en la pulpa del chinene existen fibras denominadas “Ixtle” que aportan la mayor fuente de fibra de este fruto. Un estudio realizado por Cruz-Castillo *et al.* (2007) demostró que algunos frutos presentan en su pulpa un menor contenido de fibra que el aguacate “Hass” como se muestra en el Cuadro 4. La fibra, conforma algunas plantas comestibles, resiste la digestión y absorción en el intestino delgado humano y experimenta una fermentación parcial o total en el intestino grueso.

**Cuadro 4.** Fibra cruda (%) en base húmeda (BH) y seca (BS), en pulpa de chinene.

Características del fruto	Chinene Huatusco Cáscara verde	Chinene Huatusco Cáscara negra	Chinene Teapa Cáscara morada	Aguacate Hass
Fib. Cruda BH	9.22±3	15.76±2	8.7±4	36.48±6
Fib. Cruda BS	3.42±0.5	4.32±0.3	3.69±0.4	13.26±0.3

**Fuente:** Cruz-Castillo *et al.*, 2007

**Aporte calórico.** El aporte calórico se refiere a la cantidad de calorías que aporta un alimento, este puede ser expresado en Kilocalorías o bien en Kilojoules. La caloría es la cantidad de energía requerida para elevar 1 °C la temperatura de 1 gramo de agua.

**Carbohidratos:** Los carbohidratos, también conocidos como hidratos de carbono o glúcidos, son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Durante el metabolismo se queman para producir energía. Después del agua los carbohidratos son los compuestos más abundantes en los alimentos y son la principal fuente de energía para el organismo.

### 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

#### 3.1 Hipótesis

Las selecciones de *Persea schiedeana* Nees colectados en los municipios de Huatusco, Coscomatepec, Chocamán e Ixhuatlán del Café presentan diferencias morfológicas y físico-químicas entre ellas, pero características físico-químicas similares a las del aguacate *Persea americana* cv. Hass.

#### 3.2 Objetivos Generales

Caracterizar morfológica y físico-químicamente selecciones de *Persea schiedeana* Nees presentes en municipios cafetaleros de Huatusco, Coscomatepec, Chocamán e Ixhuatlán del Café en Veracruz.

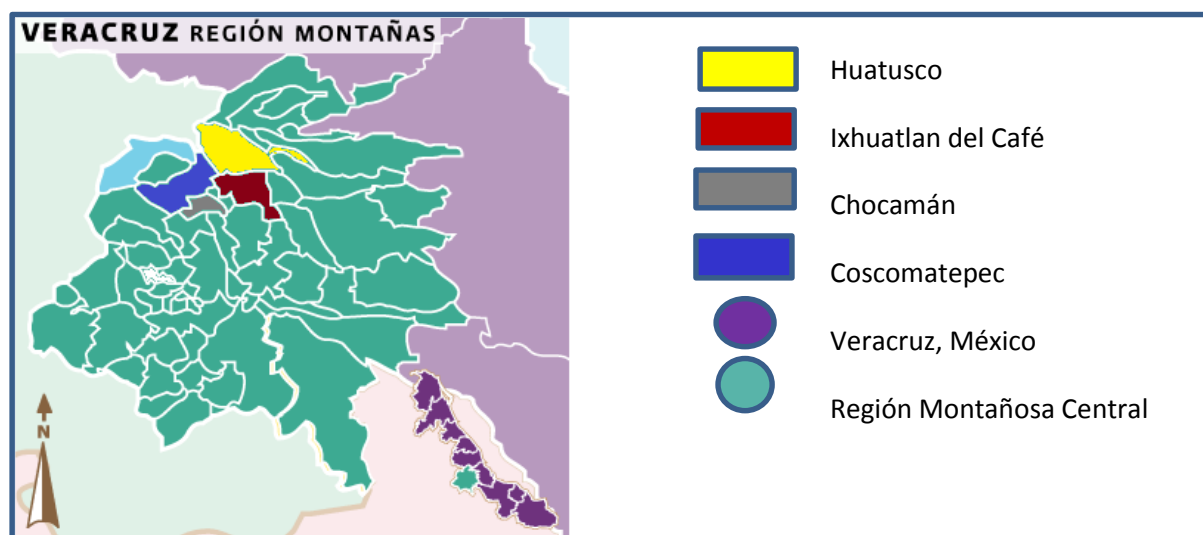
#### 3.3. Objetivos específicos

- Obtener una descripción varietal de ocho selecciones de *Persea schiedeana* Ness.
- Comparar las características físico-químicas de las selecciones de *Persea schiedeana* Ness.
- Obtener una comparación de la calidad físico-química entre las selecciones de *Persea schiedeana* Ness y el aguacate var Hass.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Descripción del área de estudio

Las selecciones de chinene estudiadas se encuentran en cuatro municipios ubicados en la Región Montañosa Central del estado de Veracruz, México (Figura 4), a continuación se presenta una descripción geográfica y ambiental del área de estudio.



**Fuente:** Modificado de [www.inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx)

**Figura 4.** Área de estudio.

**Localización:** El área de estudio se encuentra situado en altitudes que van de los 1179-1773 metros sobre el nivel del mar.

**Hidrografía:** Pertenece a la región hidrológica del Papaloapan y este a su vez a la cuenca del Río Jamapa y del río La Antigua.

**Clima:** El clima va de semicálido-húmedo con lluvias en verano, a templado-húmedo-regular, con temperaturas promedio de 19°C y precipitaciones pluviales anuales desde 1700-2070 milímetros.

Suelo: Cuenta con diversos tipos de suelo como cambisol, luvisol y depósitos coluviales de origen volcánico, con texturas franco-arcillosa-arenosa y con aspecto de roca en otros, este último es susceptible a la erosión, mientras que el primero presenta acumulación de arcilla en el subsuelo y alta susceptibilidad a la erosión.

Vegetación: Los ecosistemas que coexisten son diversos, entre los que se encuentra el subtropical perennifolio, que alberga al Bosque Mesófilo de Montaña en su parte media y alta, la cual es un tipo de bosque único a nivel mundial por su megadiversidad. Su composición florística es una mezcla de especies de bosques templados, donde pueden convivir pinos y encinos con especies de bosques tropicales húmedos de tierras bajas. Este bosque es reconocido como uno de los principales centros de endemismo de México, donde se encuentran varios tipos de encinos (*Quercus* spp), ixpepes (*Trema micrantha*), ocozotes (*Liquidambar styraciflua*), hayas (*Platanus lindeniana*), olmos (*Ulmus minor*), nogales (*Juglans* spp), cedro (*Cedrela odorata*), orquídeas (*Orchidaceae*), helechos (*Filicopsida* o *Pterophyta*) y musgos (*Callicostaceae thamnopsis*).

Otro ecosistema es el de bosque frío de pináceas y bosque templado caducifolio con especies fresno (*Fraxinus excelsior* L), Roble (*Quercus* spp) y álamo (*Populus* spp), donde se desarrolla una fauna compuesta por poblaciones de zorros, tlacuaches, ardillas, conejos y reptiles, también alberga el bosque frío con especies como el pino (*Pinus* spp), ocote (*Pinus montezumae*) y encino (*Quercus* spp) y parte de selva y bosque mesófilo de montaña.

#### **4.2 Localización de árboles de chinene**

En el 2012 Escamilla y Robledo (2014) realizaron recorridos a los mercados locales de diversos municipios de la zona montañosa central de Veracruz con la finalidad de localizar centros de venta de chinene, posteriormente se procedió a realizar un censo sobre los dueños de los árboles de los cuales se comercializaba el fruto, seguido de visitas a los lugares donde se encontraban los árboles, de este estudio se identificaron más de 50 colectas, posteriormente se realizaron fichas técnicas de cada selección y en base a esta información se tomaron cuatro municipios para la realización del

estudio: Huatusco, Coscomatepec, Ixhuatlán del Café y Chocamán, de estos municipios se seleccionaron ocho árboles, que poseen frutos característicos, para lo cual nuevamente se realizaron recorridos a campo, para llevar a cabo la identificación y georreferenciación (GPS GARMIN<sub>MR</sub>) de los árboles o selecciones de chinene (*Persea schiedeana* Ness). Posteriormente se asignaron nombres a cada selección de acuerdo al lugar donde se localizó o al nombre del propietario (Cuadro 5.), con la finalidad de facilitar el manejo de la información.

**Cuadro 5.** Codificación y origen de las selecciones de chinene.

<b>Número de colecta</b>	<b>Clave colecta</b>	<b>Localidad</b>	<b>municipio</b>
1	PETR	Tres aguas	Coscomatepec
2	DURA	Durazno	Coscomatepec
3	EM22	Tepexilotla	Chocamán
4	EM33	Tepexilotla	Chocamán
5	CRUO	Huatusco	Huatusco
6	IXPE	Huatusco	Huatusco
7	UBDO	Ocotitlán	Ixhuatlán Del Café
8	TLAL	Tlaltengo	Coscomatepec

### 4.3 Caracterización Morfológica

Para llevar a cabo la caracterización morfológica del limbo, peciolo, flor y fruto, se tomó como referencia el Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Aguacate propuesto por Barrientos-Priego *et al.* (2010). De cada árbol (Figura 5.), se tomaron al azar 20 hojas, 20 flores y 6 frutos, iniciando la colecta en el mes de octubre de 2013 y finalizando en el mes de agosto de 2014.

**Cuadro 6.** Cuadro de identificación de frutos de chinene de las ocho selecciones estudiadas.

<b>No. Clave colecta</b>	<b>Clave colecta</b>	<b>Localidad</b>
1	PETR	3 aguas
2	DURA	Durazno
3	EM22	Tepexilotla
4	EM33	Tepexilotla
5	CRUO	Huatusco
6	IXPE	Huatusco
7	UBDO	Ocotitlán
8	TLAL	Tlaltengo

#### 4.3.1 Descripción varietal

Se realizó una evaluación descriptiva mediante variables cualitativas y cuantitativas de las hojas, peciolo, flor y fruto.

**Hojas:** Se analizaron hojas tomando en cuenta nueve variables cualitativas y cinco cuantitativas, como se presenta en el Cuadro 7. Las variables cualitativas se analizaron con ayuda del Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Aguacate, propuesto por Barrientos-Priego *et al.* (2010).



**Cuadro 7.** Variables evaluadas en hojas.

Cualitativas		Cuantitativa
Densidad de pubescencia en el envés	Torsión en la hoja	Longitud de la hoja
Pubescencia del haz	Relieve de venas	Ancho hoja
Torsión del ápice	Forma del ápice	Relación Long/Ancho
Ondulación del borde	Base de la hoja desigual	Número de venas
Aroma anís		Color

Las variables cuantitativas se obtuvieron mediante mediciones y conteo, para ello se utilizó una regla de 30 cm y un vernier manual.

**Color:** El color de las hojas se determinó mediante un colorímetro marca KÓNICA MINOLTA MR CR-400 ubicado dentro del laboratorio de Ciencia de los Alimentos en el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba.

**Flor:** Las flores se colectaron por panícula sin considerar la hora del día (por lo que no se tomó en cuenta el sexo en el que se encontraban) y fueron obtenidas de diversas partes del árbol ya que se colectaron a inicio de la floración. Posteriormente se colocaron en bolsas herméticas para su traslado al laboratorio de Botánica del Centro Regional Universitario de Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo, donde fueron inmersas en una solución agua-metanol 50:50 contenida en frascos color ámbar y finalmente se procedió a la caracterización con ayuda de un microscopio

estereoscópico, bisturí y cajas Petri. Las características cualitativas y cuantitativas se presentan en el cuadro 8.

**Cuadro 8.** Variables evaluadas en flor.

<b>Cualitativas</b>	<b>Cuantitativas</b>
Pubescencia en ambas caras de los tépalos	Número de tépalos
Tipo de nectario	Número de estambres
Pubescencia en el nectario	Número de nectarios
Presencia de polen	Longitud del pedúnculo
Forma del estilo	
Presencia de ovario	

**Fruto:** Se colectaron seis frutos maduros de ocho selecciones (Figura 5) y se trasladaron al laboratorio de Ciencia de los Alimentos en el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, donde se conservaron en congelación a -20 °C.



**Figura 5.** Frutos maduros colectados.

Se determinaron variables cuantitativas del fruto y de la semilla, las cuales se presentan en el Cuadro 9.

**Cuadro 9.** Características cuantitativas evaluadas en frutos de chinene.

**VARIABLES CUANTITATIVAS**

Fruto	Semilla
Longitud del fruto	Largo semilla
Diámetro distal fruto	
Longitud del cuello	Ancho de la semilla
Grosor de la cáscara	
Color cáscara	
Grosor de la pulpa	
Peso del fruto	

El peso se determinó con ayuda de una báscula digital marca Scout Pro<sub>MR</sub> con capacidad de 2000 g (figura 6). Para la obtención de las longitudes se empleó un vernier manual.



**Figura 6.** Toma de lectura del peso de frutos de chinene.

Los datos de color del fruto se realizaron con ayuda de un colorímetro MiniScan™ EZ 4500 Hunter Lab (Figura 7), ambos situados en el laboratorio de Ciencia de los Alimentos en el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. La calibración fue realizada usando un estándar blanco y una trampa de luz y el color de la cáscara fue expresado directamente por el aparato como coordenadas de color en el espacio tridimensional  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .



**Figura 7.** Colorímetro

### 4.3.2 Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza de las variables cuantitativas con base al modelo de un diseño completamente al azar. Las medias fueron separadas mediante una prueba de Duncan con el programa estadístico InfoStat<sup>MR</sup>. Para las características cualitativas se tomó como referencia la moda la cual es tomada en las caracterizaciones de materiales vegetales.

### 4.4 Caracterización físico-química

Se realizó el análisis fisicoquímico de frutos maduros de las ocho selecciones, los cuales se encontraban en congelación a una temperatura de -20°C. Este análisis se realizó con la finalidad de determinar la calidad físico-química de las selecciones, así como realizar una comparación entre ellas, los análisis se realizaron en el Centro de Control Total de Calidades S.A de C.V (CENCON) ubicado en el Distrito Federal, todos los análisis se realizaron en base a la normativa mexicana.

#### 4.4.1 Variables evaluadas

Se evaluaron variables cuantitativas de frutos de las ocho selecciones (Cuadro 10) para la determinación de la calidad físico-química.

**Cuadro 10.** Variables evaluadas para la caracterización de las selecciones de chinene.

<b>VARIABLES</b>
Humedad (pérdida al secado).
Cenizas.
Grasa (hidrólisis ácida).
Proteína.
Fibra cruda.
Carbohidratos (Por diferencia)
Aporte calórico Kcal/100g

Los métodos empleadas para cada análisis fueron las siguientes:

- Humedad (pérdida al secado) por Método gravimétrico. Con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994.
- Cenizas, Método gravimétrico. Conforme a la norma NMX-F-607-NORMEX-2002.
- Grasa (hidrólisis ácida), Método gravimétrico. El contenido de grasa, se determinó mediante hidrólisis ácida, con el método recomendado por la NOM-086-SSA1-1994 (Apéndice normativo C.1.3) donde el porcentaje de grasa contenida se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de grasa} = \frac{P2 - P1}{Pm}$$

Donde:

P2 = Peso del vaso o cápsula con grasa a peso constante

P1 = Peso del vaso o cápsula vacía a peso constante

PM = Peso de la muestra en g.

- Proteína: El contenido de proteína se realizó mediante el Método Kjeldahl acorde a la Norma Mexicana NMXF-608-NORMEX-2011.
- Fibra cruda. Método gravimétrico Para determinar el contenido de fibra, se empleó el método de fibra cruda, acorde a la NMX-F-613-NORMEX-2003.

#### **4.4.2 Análisis estadístico**

Las muestras se analizaron por triplicado, y se procedió al análisis de varianza de una vía, usando el programa estadístico InfoStat<sup>MR</sup>. La separación de medias se realizó mediante el método de Duncan, al 5% de significancia, posteriormente se realizó un dendograma de similitudes mediante el programa estadístico NTS<sup>TM</sup>.

## 5 RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 Localización de los árboles

La localización de los árboles elegidos en el estudio se describe en el Cuadro 11.

**Cuadro 11.** Datos de localización de las selecciones de chinene.

Municipio	Localidad	Nombre de selección	Coordenadas		Altitud msnm
			Latitud	Longitud	
Coscomatepec	Tres Aguas	PETR	19° 11´	097°	1773
	Tlaltengo	TLAL	19° 10´	097°	1605
	El Durazno	DURA	19° 10´	097°	1605
Ixhuatlán del Café	Ocotitlán	UBDO	19° 04´	096°	1179
Chocamán	Tepexilotla	EM22	18° 98´	097°	1531
	Tepexilotla	EM33	18° 98´	097°	1531
Huatusco	Huatusco	CRUO	18° 98´	097°	1531
	Huatusco, Fracc. Ixpepes	IXPE	18° 98´	097°	1531

## 5.2 Características morfológicas

### 5.2.1 Hoja

En el Cuadro 12, se muestran las modas de las características que representan la morfología de la hoja, destacando dos formas de ápice. En todas las selecciones la hoja no mostró aroma a anís ni torsión de ápice.

**Cuadro 12.** Morfología del Limbo.

Clave colecta	Torsión Limbo	Ondulación del borde	Relieve de venas	Forma del ápice	Base de la hoja desigual
<b>PETR</b>	Presente	Media	Plano	Acuminada	Presente
<b>DURA</b>	Ausente	Media	Plano	Acuminado	Ausente
<b>EM22</b>	Ausente	Media	Hundido	Redondeada	Ausente
<b>EM33</b>	Presente	Débil	Plano	Acuminada	Ausente
<b>CRUO</b>	Presente	Media	Hundido	Acuminada	Presente
<b>IXPE</b>	Ausente	Media	Plano	Redondeada	Presente
<b>UBDO</b>	Ausente	Media	Plano	Redondeada	Presente
<b>TLAL</b>	Ausente	Media	Plano	Acuminada	Ausente

Las 8 selecciones estudiadas presentan características propias de los chinenes, mientras que en el haz, solo la selección IXPE no presenta pubescencia, contrario a lo reportado para chinene que presenta una textura aterciopelada, debida a la pubescencia.

**Cuadro 13.** Pubescencia de limbo y peciolo.

Clave colecta	Color de pubescencia del peciolo	Densidad de pubescencia en el envés	Pubescencia del haz
<b>PETR</b>	Marrón rojo	Densa	Presente
<b>DURA</b>	Marrón	Densa	Presente
<b>EM22</b>	Marrón rojo	Densa	Presente
<b>EM33</b>	Marrón	Densa	Presente
<b>CRUO</b>	Marrón	Densa	Presente
<b>IXPE</b>	Marrón rojo	Media	Ausente
<b>UBDO</b>	Marrón rojo	Densa	Presente
<b>TLAL</b>	Marrón	Densa	Presente



En cuanto a color del limbo, la selección EM33 presenta una menor luminosidad, menor coloración en tonos verdes así como en amarillo, esto tanto en el haz como en el envés (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Color del Limbo.

Clave colecta	Haz			Envés		
	L	a	b	L	a	b
PETR	42.19±1.72	-17.08±2.04	27.79±2.65	52.71±0.93	-14.6±1.40	26.71±2.05
DURA	42.51±4.49	-18.05±2.57	28.19±5.36	53.41±1.76	-15.10±1.19	25.59±2.07
EM22	38.77±2.78	-14.56±7.59	24.66±3.08	47.64±2.98	-14.32±2.63	23.68±2.12
EM33	33.38±1.73	-9.47±2.29	13.04±2.09	45.29±1.56	-6.16±2.62	16.45±2.25
CRUO	43.08±2.34	-19.79±1.82	31.36±3.65	52.32±2.35	-15.92±1.44	26.52±2.63
IXPE	40.64±2.55	-18.09±1.50	25.94±3.51	52.89±1.71	-14.76±0.61	23.35±2.01
UBDO	34.44±1.26	-13.09±1.87	16.66±2.77	47.74±1.31	-13.64±0.79	20.59±1.52
TLAL	42.41±1.65	-18.84±1.19	31.06±4.59	52.50±1.68	-14.46±1.13	25.82±1.89

Las hojas del chinene son más oscuras en el haz que en el envés, de color verde oscuro a verde amarillento. La selección EM33 presenta hojas de color verde oscuro, con tendencias a marrón (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Diferencias de color de ambas caras de hojas de chinene.

SELECCION	Haz			Envés		
	L	Hue°	Croma	L	Hue°	Croma
PETR	42.2 cd	-1.02 NS	32.64 d	52.71c	-1.07b	30.49d
DURA	42.51 d	-1.00 NS	33.52 d	53.41c	-1.04bc	29.74d
EM22	38.77 b	-0.91 NS	29.5 c	47.64b	-1.03bcd	27.73c
EM33	33.38 a	-0.95 NS	16.21 a	45.29a	-1.21a	17.77a
CRUO	43.09d	-1.01 NS	37.09 e	52.32c	-1.03bcd	30.95d
IXPE	40.64 c	-0.96 NS	31.65 cd	52.90c	-1.00cd	27.65c
UBDO	34.44 a	-0.90 NS	21.19 b	47.75b	-0.98d	24.72b
TLAL	42.41 d	-1.02 NS	36.38 e	52.50b	-1.06b	29.62d

**Dimensiones del Limbo:** La evaluación de las diferentes dimensiones del limbo se presenta en el Cuadro 16.

**Cuadro 16.** Dimensiones en limbo (cm).

Clave colecta	Longitud peciolo		Longitud hoja		Ancho hoja		Relación longitud/anchura		Número de venas	
PETR	1.20±0.38	abc	13.83±2.98	c	8.81±2.46	c	1.61±0.24	a	27±2.36	e
DURA	1.31±0.32	bc	12.82±1.90	b	6.2±1.00	b	2.08±0.22	de	25.25± 2.55	d
EM22	1.54±0.42	de	10.89±3.08	b	5.63±2.01	ab	2.01±0.30	cde	23.3± 2.32	c
EM33	1.14±0.18	abc	12.20±2.45	bc	6.51±1.46	b	1.89±0.24	cd	26.5± 2.26	de
CRUO	1.36±0.20	cd	13.66±1.80	c	6.56±1.18	b	0.96±0.89	e	25.5± 1.79	de
IXPE	1.12±0.36	ab	12.26±2.46	bc	6.86±1.91	b	1.85±0.34	bc	22.6± 2.04	bc
UBDO	1.74±0.0.39	e	13.97±2.60	c	8.29±1.42	c	1.69±0.16	ab	21.5± 3.14	ab
TLAL	1.06±0.36	a	9.25±2.66	a	4.85±2.01	a	2.03±0.39	cde	20.75± 3.26	a

Media±Desv .Std.

**Longitud del peciolo:** En cuanto a longitud del peciolo, la selección TLAL presentó un peciolo con menor longitud, mientras la selección UBDO contó con el peciolo más largo, marcando así una característica diferente entre estas selecciones.

**Longitud de hoja:** La selección que presenta una menor longitud de hoja es TLAL, mientras que la mayor longitud se encontró en las selecciones CRUO, PETR y UBDO, el resto de las selecciones no presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) como se observa en el Cuadro 14, donde la selección Petra presentó una diferencia significativa  $P \leq 0.05$ .

**Ancho hoja:** La selección con la menor anchura de hoja fue TLAL, mientras que las hojas con mayor anchura se encuentran en las selecciones UBDO y PETR.

**Relación Longitud/Ancho:** La selección PETR presentó una menor relación longitud entre anchura, mientras que la selección CRUO presentó la mayor relación entre ambas, siendo las selecciones con mayor diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). Lo que

relaciona directamente la forma de la hoja siendo la selección PETR menos alargada y la selección CRUO más alargada.

**Número de venas:** Las hojas de la selección TLAL presentaron el menor número de venas, lo cual se puede relacionar al tamaño de la hoja siendo esta la más pequeña, por otra parte las hojas de la selección PETR presentaron el mayor número de venas.

Los resultados anteriores reflejan la estrecha relación de las características evaluadas ya que las hojas más pequeñas también presentan una menor longitud de peciolo y un menor número de venas, por lo que la selección con las características más pequeñas fue TLAL y la que resultó poseer los atributos de mayor longitud fue la selección PETR.

### 5.2.2 Flor

El análisis de las flores de las ocho selecciones no fue posible por diversos factores entre los que destaca el hecho de que los productores dueños de los árboles de chinene aprecian este material productivo por lo que su colecta no es permitida por ellos, sin embargo, tres productores permitieron la toma de muestra de panículas florales.

El análisis de la moda en cuanto a las características cualitativas de las tres selecciones evaluadas, demostraron que no existe diferencia entre ellas, como se muestra en el Cuadro 17.

**Cuadro 17.** Características cualitativas presentes en las flores de chinene de tres selecciones.

Selección	Pubescencia en tépalos	Tipo de nectario	Pubescencia en el nectario	Presencia de polen	Forma del estilo	Presencia de Ovario
CRUO	Alta	Pedunculado	Alta	Si	Torcido	Si
IXPE	Alta	Pedunculado	Alta	Si	Torcido	Si
UBDO	Alta	Pedunculado	Alta	Si	Torcido	Si

Los resultados concuerdan con la descripción de aguacate realizada por Pepeenoe (1919) y Maldonado *et al.* (2004), quienes señalan que las flores presentan una fuerte

pubescencia en ambas caras. La presencia de un óvulo en todas las flores se debe a que estas flores presentan ambos sexos, gineceo y androceo en una misma flor de acuerdo a lo reportado por Herrera, *et al.* (2004).

**Número de tépalos:** esta variable presento el mismo resultado en las tres selecciones, como se puede observar en el Cuadro 18.

**Cuadro 18.** Características cuantitativas en flores de chinene.

Selección	No. tépalos		No. estambres		No. nectarios		Long. pedúnculo (cm)	
CRUO	6±0	a	9±0.79	a	6.05±0.51	a	0.95±0.16	a
IXPE	6±0	a	9±0	a	6±0	a	1.05±0.23	a
UBDO	6±0	a	9.05±0.22	a	12.55±0.89	b	1.31±0.22	b

Herrera, *et al.* (2004) señalan que las flores del chinene presentan tres pétalos y tres sépalos o bien seis tépalos (ya que es difícil distinguir los pétalos de los sépalos) y el mismo autor menciona en la descripción floral del chinene, la presencia de nueve estambres.

**Número de nectarios y longitud del pedúnculo:** Las variables que si presentaron diferencia significativa son el número de nectarios y la longitud de pedúnculo (Cuadro 22) donde la selección UBDO presenta un mayor número de nectarios, superior a lo reportado por Herrera, *et al.* (2004), quienes señalan que las flores de chinene presentan seis nectarios, lo que quizá se deba a que durante la observación se presentara una confusión y en realidad sean nueve nectarios y tres estambres atrofiados, pero en todo caso, esta selección posee un número de nectarios superior a lo reportado.

### 5.2.3 Fruto

Para la caracterización morfológica de los frutos se tomaron muestras de seis selecciones debido a que las colectas para dicha evaluación se realizaron en un solo

periodo y no todos los frutos se encontraban en el mismo estado de madurez. En el Cuadro 19 se muestran los promedios de las variables medidas sobre la dimensión de los frutos. Se observaron frutos con longitudes de 11.62 hasta 14.25 cm. Los diámetros distales del fruto fueron desde 5.13 hasta 6.7 cm, y el peso de los frutos varió de 95.03 hasta 256.4 g. Estos datos son similares a los presentados por Cruz-Castillo *et al.* (2007), donde se midieron frutos de municipios de la misma zona geográfica, reportando frutos con longitudes de 11 hasta 16.2 cm, con diámetros distales del fruto desde 5.16 hasta 6.08 cm, y el peso de los frutos de 160.1 hasta 254.7 g. Al igual que este autor, los frutos de las selecciones presentan frutos con cáscara verde o negra.

**Cuadro 19.** Dimensiones (cm) y peso del fruto (g).

Colecta	Longitud del fruto		Diámetro distal		Longitud de cuello	
	Longitud	Letra	Diámetro	Letra	Longitud	Letra
PETR	14.25±2.24	c	5.13±0.34	ab	5.73±1.14	b
DURA	9.48±0.78	a	4.72±0.57	a	3.43±0.46	a
EM22	11.62±0.76	b	5.72±0.49	b	3.38±1.17	a
CRUO	12.56±0.46	bc	5.36±0.58	ab	4.23±0.06	a
IXPE	14.25±1.63	c	6.7±0	c	3.25±0.64	a
TLAL	13.06±1.00	bc	5.3±0.26	ab	3.83±0.51	a

Colecta	Grosor cáscara		Grosor pulpa		Peso	
	Grosor	Letra	Grosor	Letra	Peso	Letra
PETR	0.2±3.04	a	0.48±0.12	a	124.43±24.64	ab
DURA	0.26±0.05	a	0.55±0.08	ab	95.03±27.33	a
EM22	0.23±0.05	a	0.7±0.09	bc	142.08±20.86	bc
CRUO	0.2±3.39	a	0.76±0.115	cd	162.6±41.81	bc
IXPE	0.2±3.39	a	0.6±0.3	ab	256.4±7.78	d
TLAL	0.23±0.06	a	0.9±0.1	d	175.8±25.27	c

**Longitud del fruto:** Los frutos de mayor longitud fueron de las selecciones PETR e IXPE (Figura 8), siendo frutos con longitudes inferiores a las reportadas por Itié (1918) cuyos frutos identificados contaban con longitudes de 17.8-24.2 cm. Los frutos presentes en la selección DURA fueron aún más pequeños, siendo esta selección la que presentó una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) con una longitud de tan solo 9.48 cm.

Los frutos de la selección PETR son frutos más alargados, por lo que su longitud se debe al cuello que presentan, lo que los hace poseer un mayor tamaño pero esto afecta

al contenido en pulpa pues al ser más alargado también presenta un mayor tamaño en su semilla y reduce el grosor de su pulpa.

En el caso de la selección DURA que fue la que presenta frutos más pequeños y con un cuello pequeño, presentó mayor grosor el pulpa que la selección PETR, por lo que al realizar una selección para el mercado podría no ser necesario tomar en consideración el tamaño del fruto.

**Diámetro distal del fruto:** Los frutos con menor diámetro distal fueron los presentes en la selección DURA, mientras que los que obtuvieron un mayor diámetro se presentaron en la selección IXPE, cuyo resultado si presenta una diferencia significativa con 6.7 cm, siendo este superior al reportado por Cruz-Castillo *et al.* (2007), ya que el chinene que reportaron con la mayor longitud fue el chinene negro localizado en el municipio de Calchualco, Veracruz, con una diámetro promedio de 6.0 cm. Por otra parte en un estudio realizado por Itié (1918), este identificó cuatro tipos de chinene, donde el fruto número cuatro contaba con un diámetro promedio de 6.6 cm, más semejante a la selección PETR, cabe señalar que los frutos identificados por este autor, obtuvieron diámetros superiores, siendo excesivamente largos, en forma de mazo curvado, con coloración verde, a diferencia de la selección IXPE que posee una coloración negra en su estado de madurez y cuello poco alargado.

**Longitud del cuello:** Los frutos que presentaron el cuello más largo fueron de la selección PETR (Figura 10), siendo frutos más alargados de la parte superior y con forma más parecida a una pera, y cuyo cuello supera a los cuatro tipos reportados por Itié (1918). Esta selección presentó diferencias significativas, mientras que el resto no las presentó.

**Grosor cáscara:** El grosor de la cáscara entre las ocho selecciones no fue significativamente diferente ( $p>0.05$ ). Actualmente no existen estudios que muestren la importancia del grosor de la cáscara. Sin embargo, Campos-Rojas (2004) considera este elemento como parte de las características más importantes que se buscan conjuntar en un genotipo de aguacate ideal mediante la genotecnia aplicada, haciendo énfasis en que la cáscara debe poseer mayor grosor pero sin que sea quebradiza,

debe ser flexible, de fácil desprendimiento y que confiera al fruto una mayor resistencia durante su manejo postcosecha y que permita al consumidor detectar al tacto su madurez.

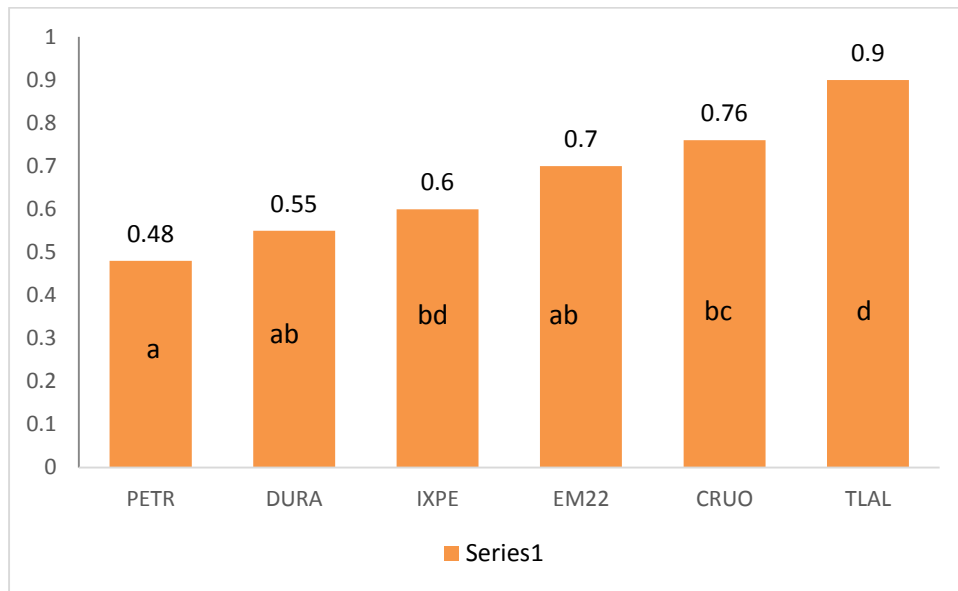
**Color de cáscara:** La selección que presentó la mayor diferencia en luminosidad (L) es la selección PETR, teniendo una coloración más cercana al amarillo. En general, las selecciones no presentaron diferencia entre la luminosidad (L) y los tonos o matices (Hue°), por lo que el atributo que modifica la apariencia externa de los frutos fue principalmente la intensidad del color (Croma) como se muestra en el Cuadro 20. Este cambio de intensidad entre la cáscara de los frutos de chinene se debe a su variación de color durante su madurez que va de verde, negro, verde-morado y verde-café, esto es producto de la degradación de la estructura clorofila, la cual se origina por el cambio en el pH, a los sistemas oxidativos y la acción de la enzima clorofilasa. La pérdida de la coloración por alguno de los factores antes mencionados actúa en secuencia para finalmente destruir la estructura de la clorofila (Herrero y Guardia, 1992). Conforme los frutos van presentando un mayor grado de madurez estos van perdiendo color, el cual difiere entre los diversos tipos de frutos. Watada (1986) explica que la pérdida de color en frutos maduros se produce por el incremento en la actividad de la enzima clorofilasa. Este incremento se debe a que conforme transcurren los días, los frutos presentan una mayor respiración, lo que se traduce en un aumento en la producción de etileno, siendo este el responsable directo de la degradación de la clorofila.

**Cuadro 20.** Diferencias de color de cáscara entre frutos de las ocho selecciones.

Selección	L	Hue°	Croma
PETR	25.71 b	1.14 c	14.10 c
DURA	20.81 a <b>NS</b>	0.74 b <b>NS</b>	8.26 b
EM22	20.02 a <b>NS</b>	0.59 a	4.39 a
EM33	20.89 a <b>NS</b>	0.82 b <b>NS</b>	5.04 a
CRUO	21 a <b>NS</b>	0.72 b <b>NS</b>	12.68 c
IXPE	19.41 a <b>NS</b>	0.74 b <b>NS</b>	8.33 b
TLAL	20.04 a <b>NS</b>	0.69 b <b>NS</b>	8.56 b

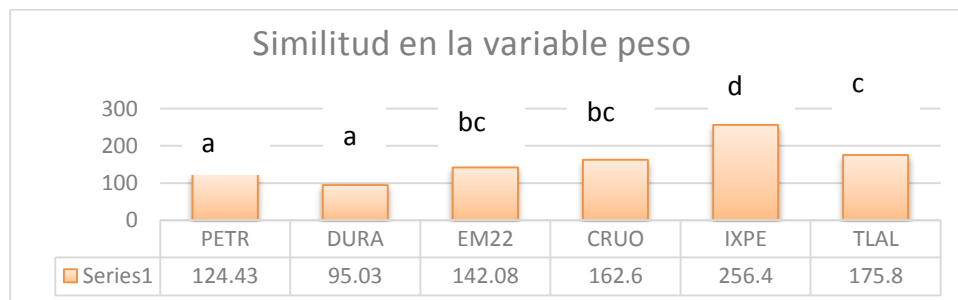
**NS=** Estadísticamente no significativo

**Grosor pulpa:** El grosor de la pulpa fue menor en la selección PETR mientras que la selección TLALT presento un mayor grosor de pulpa, siendo quienes presentan la mayor diferencia como se puede apreciar en la Figura 8. Lo cual como se mencionó anteriormente está relacionado al tamaño del fruto, ya que los frutos con mayor tamaño presentan el menor grosor de pulpa.



**Figura 8.** Diferencia de grosor de pulpa en frutos de chinene.

**Peso fruto:** Los frutos de la selección DURA presentaron el menor peso mientras que la selección IXPE obtuvo frutos con un peso superior al resto de las selecciones, como se muestra en la Figura 9. El peso del fruto se debe principalmente a la semilla por lo que el peso no se relaciona con el contenido de pulpa.



**Figura 9.** Diferencias del peso de fruto de selecciones de chinene.



La selección IXPE se asemeja con la reportada por Cruz-Castillo *et al.* (2007), en la que el fruto con mayor peso obtuvo un promedio de  $254.7 \pm 33.4$  g, a diferencia de los cuatro tipos reportados por Itié (1918) en los que los pesos promedio fueron de 500-660 g, pero cabe señalar que los frutos reportado por este autor también presentaron longitudes mayores, no obstante, los frutos de las selecciones evaluadas (a excepción de la selección DURA) se encuentran dentro de los rangos de peso de frutos de chinene descritos por Sánchez-Pérez (1999) localizados en el Centro-Sur de México cuya fluctuación es de 116-522 g.

**Dimensiones de la semilla:** En cuanto a dimensiones de la semilla, los resultados obtenidos (Cuadro 21) muestran una diferencia de peso en al menos una selección.

**Cuadro 21.** Dimensiones de la semilla de acuerdo a la selección y localización.

<b>Clave</b>	<b>Longitud de semilla cm</b>	<b>Diámetro de semilla cm</b>
<b>PETR</b>	$5.86 \pm 0.97$ a	$3.43 \pm 0.53$ a
<b>DURA</b>	$6.66 \pm 0.55$ a	$3.02 \pm 0.67$ a
<b>TLAL</b>	$6.73 \pm 0.38$ a	$3.36 \pm 0.60$ a
<b>EM22</b>	$6.33 \pm 0.94$ a	$3.63 \pm 0.32$ a
<b>EM33</b>	$6.6 \pm 0.79$ a	$3.6 \pm 0.3$ a
<b>CRUO</b>	$6.13 \pm 0.15$ a	$3.23 \pm 0.40$ a
<b>IXPE</b>	$9.3 \pm 0.28$ b	$4.7 \pm 0$ b

La semilla con mayor longitud se encontró en los frutos de la selección IXPE, mientras que el resto de las semillas de las diferentes elecciones son estadísticamente iguales. Los resultados de las medias de longitud de semilla reportados por Cruz-Castillo *et al* (2007) arrojaron que estas se encuentran entre los 7.52-11.92 cm, por lo que la selección IXPE es la única que se encuentra dentro de este rango, siendo el resto de las selecciones las que poseen una semilla con una longitud inferior a la reportada. De igual manera en un estudio realizado por Del Angel (2006) en la zona Centro-Oriente del Estado de Veracruz se reportó un promedio de 9.04 cm, en cuanto a longitud de semilla.

En cuanto al diámetro de la semilla el análisis de similitudes arrojó que los frutos de la selección IXPE presentaron una semilla con mayor diámetro (4.7 cm) que el resto de las selecciones las cuales no presentaron diferencia significativa entre ellas, Cruz-Castillo *et al.*, (2007) reportan que el diámetro promedio de las semillas se encuentra entre los 3.7-4.29 cm, siendo el chinene verde el que posee la semilla con el menor diámetro y el chinene café con el diámetro mayor, por otro lado Del Ángel-Coronel (2006) reporta un promedio de 3.98 cm para la misma variable, por lo tanto el diámetro de la semilla de IXPE se puede considerar fuera del promedio, y el resto de las selecciones se encuentran debajo del mismo. Por lo observado en los análisis anteriores se puede apreciar que de los frutos cuya semilla es más pequeña, se obtieneN ejemplares con mayor contenido en pulpa, lo que podría pensarse como un atributo para el mercado.

### **5.3 Caracterización físico-química del fruto**

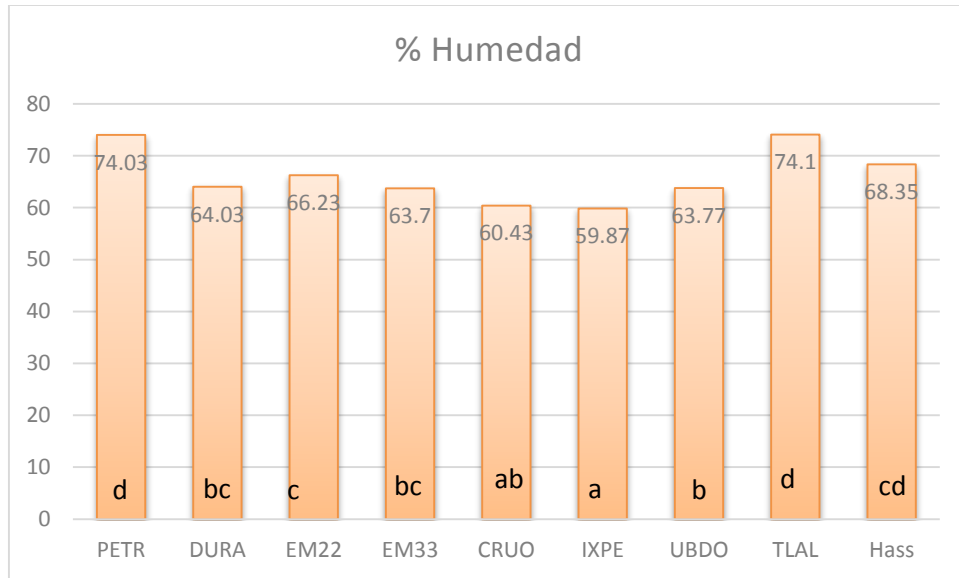
La caracterización físico-química de las selecciones de chinene se presentan el en el Cuadro 22, posteriormente se realizó una comparación entre las características de las selecciones.

**Cuadro 22.** Comparación de las características físico-químicas de selecciones de chinene y los valores de referencia del aguacate var. Hass.

Nombre	Humedad g 100g <sup>-1</sup> %	Cenizas %	Grasa %	Proteína %	fibra cruda %	Carbohidratos %	Kcal 100g <sup>-1</sup>
PETR	74.03 ±0.85	0.94 ±0.14	10.98 ±1.50	1.14 ±0.21	2.44 ±0.54	10.47 ±0.78	145.26 ±11.67
DURA	64.03 ±3.52	0.93 ±0.04	22.36 ±4.67	1.46 ±0.081	1.94 ±0.33	9.27 ±1.44	244.21 ±36.18
EM22	66.23 ±1.00	0.72 ±0.02	19.07 ±1.80	1.38 ±0.17	1 ±0.44	11.59 ±1.087	223.57 ±13.84
EM33	63.7 ±2.8	0.85 ±0.08	20.86 ±2.24	1.69 ±0.16	2.60 ±0.94	10.25 ±0.93	235.71 ±17.92
CRUO	60.43 ±1.65	0.93 ±0.11	22.36 ±0.86	1.46 ±0.13	3.9 ±2.48	10.91 ±1.67	250.74 ±14.83
IXPE	59.86 ±0.57	0.88 ±0.085	28.11 ±4.37	1.40 ±0.13	1.06 ±0.56	8.67 ±3.86	293.31 ±23.73
UBD0	63.766 ±1.98	0.86 ±0.035	21.05 ±1.63	1.47 ±0.03	2.06 ±0.54	10.79 ±0.41	238.52 ±15.94
TLAL	74.1 ±1.22	0.76 ±0.14	11.52 ±1.23	2.23 ±2.44	3.97 ±2.44	7.42 ±1.99	138.15 ±7.53
Hass valores referencia- dos	*68.35±	*21.15±		*3.66±	*1.66±	*3.95±1.78	*224±
	1.94	0.762		0.185	0.645		14.62
	**64.5	***1.7		***2.2	***1.65	**5.1	**264
	*68.69±	*21.15±0.76	*21.62±	*3.66±0.19	*1.66±0.65	*3.95±1.78	*224.43±
	1.47		2.52				14.62

Fuente: \*Arias-Gómez *et al.* 2013 \*Serpa *et al.* 201 \*\*Devia y Saldarriaga, 2005. \*\*\*Ortega, 2003.

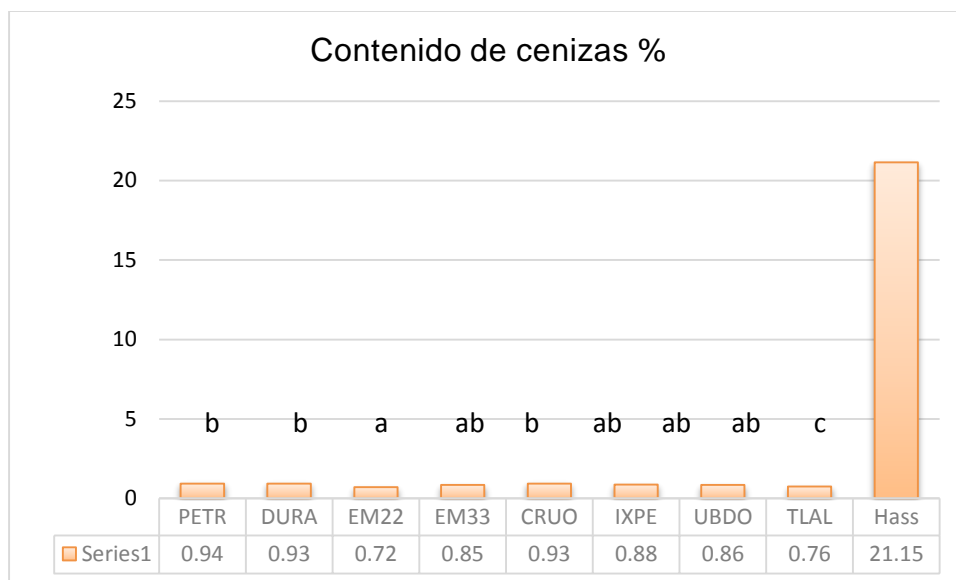
**Humedad:** La selección con mayor contenido de humedad (PETR y TLAL) se ubican en el municipio de Coscomatepec, lo cual puede originarse a que este municipio posee una mayor altitud (1773 y 1605 respectivamente) y la mayor cantidad de precipitaciones pluviales anuales (2,069.2 milímetros).



**Figura 10.** Porcentaje de humedad y similitud entre las selecciones de chinene.

De acuerdo a lo reportado por Arias-Gómez *et al.* (2013) el porcentaje de humedad presente en aguacates de la var. Hass, es similar al presente en las selecciones EM22, TLAL y PETR, mientras que el resto presentó un contenido inferior al referenciado (Figura 10). El alto contenido en humedad es una característica que representa una desventaja en cuanto a calidad para estas selecciones, lo cual puede determinar su corta vida de anaquel.

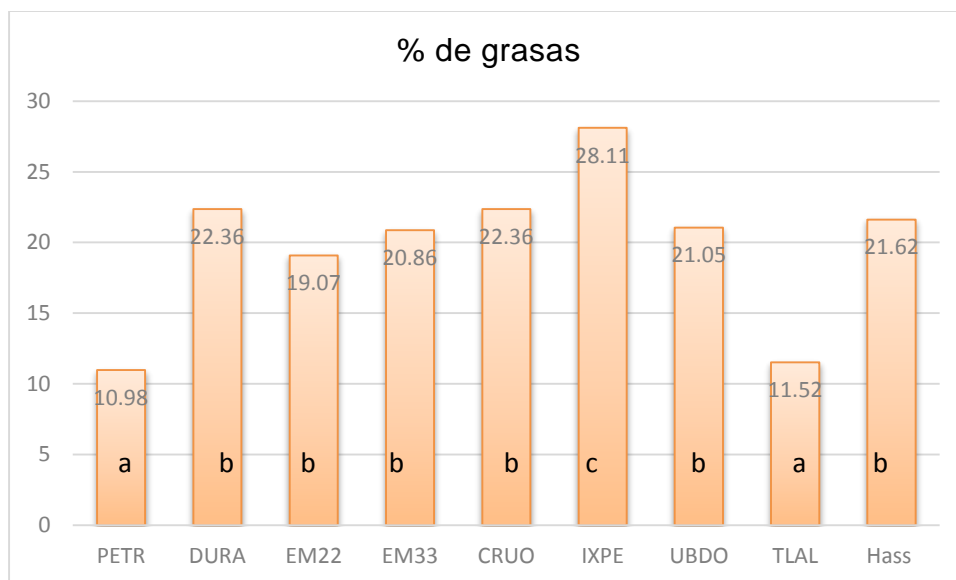
**Cenizas:** La selección EM22 del municipio de Chocamán presentó el menor contenido de cenizas y las selecciones DURA, CRUO y PETR presentaron los valores más altos Figura 11.



**Figura 11.** Similitudes del contenido de cenizas en las ocho selecciones de chinene.

En frutos de aguacate, Ortega (2003) reporta un contenido de cenizas de un 1.7% mientras que Arias-Gómez *et al* (2013) y Serpa (2014) encontraron un contenido de 21.15% lo que demuestra que los frutos de chinene presentan un menor contenido de cenizas con un rango de 0.72-0.94%. Esto indica la naturaleza del chinene de crecer en ambientes húmedos, con precipitaciones altas.

**Grasas:** Las selecciones PETR y TLAL del municipio de Coscomatepec, obtuvieron el menor contenido en grasas, lo cual bien podría deberse a su alto contenido de humedad, por otro lado la selección IXPE obtuvo el mayor contenido y el resto de las selecciones no presentaron diferencias significativas entre ellas como se puede apreciar en la Figura 12.



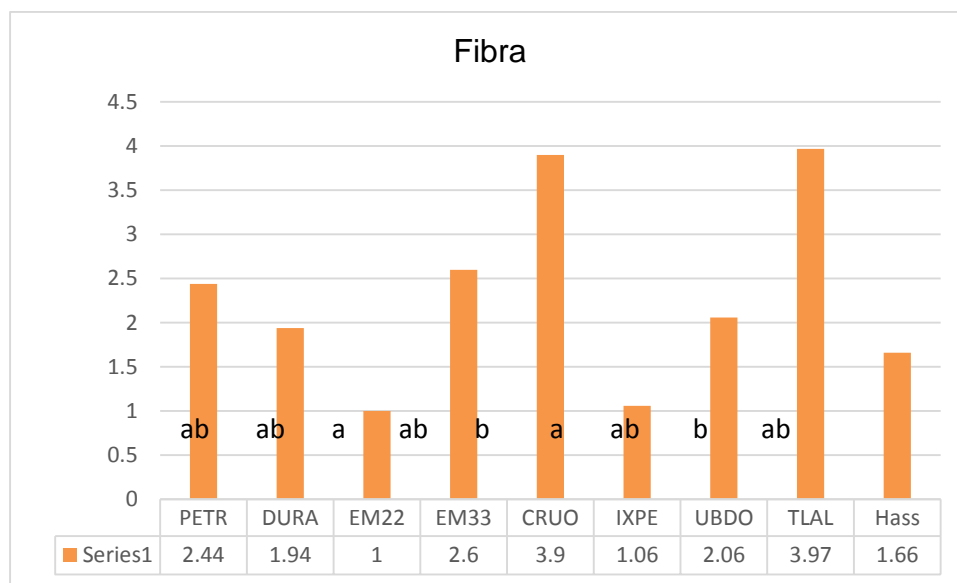
**Figura 12.** Contenido de grasa en las selecciones de chinene

El contenido de grasa en la pulpa del chinene de las selecciones DURA, EM22, EM33, CRUO y UBDO es similar al presente en el aguacate “Hass. De acuerdo a promedios de concentraciones de aceites de aguacate “Hass” la Fundación Sánchez Colín obtuvo promedios de concentraciones que fluctúan de un 11.55% hasta 27.48% como máximo (Sánchez-Colín *et al.*, 1989; López *et al.*, 1993; López, 1994). Por otra parte del Ángel *et al.*, (2006) reportaron altos porcentajes de aceites presentes en chinenes tanto de zonas altas (superiores a 1000 msnm) y zonas bajas (cercanas al nivel del mar) con valores promedios de 21.7% y 22.4% respectivamente sin encontrar diferencias significativas entre altitudes. La importancia de esta característica radica en que este fruto puede ser utilizado como una fuente rica en aceites para la elaboración de jabones, velas, cosméticos, etc (Human, 1987).

El chinene también posee ácido oleico, que ofrece beneficios a la salud entre los que destaca el hecho de que posee efectos positivos sobre la artritis (Appelboom *et al.*, 2001) y ayuda a reducir niveles de colesterol en la sangre, así como el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (López-Merino, 2004 y Lamaud *et al.*, 1978).

**Proteínas:** La selección TLAL del municipio de Coscomatepec presentó el contenido más alto de proteínas con un 2.23%, pero esto no representó una diferencia significativa con el resto de las selecciones ( $p>0.05$ ), muy similar al contenidos de proteína registrados para el aguacate “Hass” de entre un 2.2% (Devia y Saldarriaga, 2005) y 2.15% (Arias-Gómez *et al.* 2014), son más parecidos a la selección TLAL.

**Fibra cruda:** Todas las selecciones presentan un alto contenido de fibra cuyos valores oscilan entre 1% a 3.97%, siendo la selección EM22 la que obtuvo la menor cantidad y CUO Y TLAL las que presentaron el mayor contenido en fibra. Estos porcentajes se encuentran en un rango intermedio ya que estudios realizados por Del Ángel (2006) y Cruz-Castillo (2007) registraron valores promedios de 3.96% y 3.81% respectivamente (Figura 13).



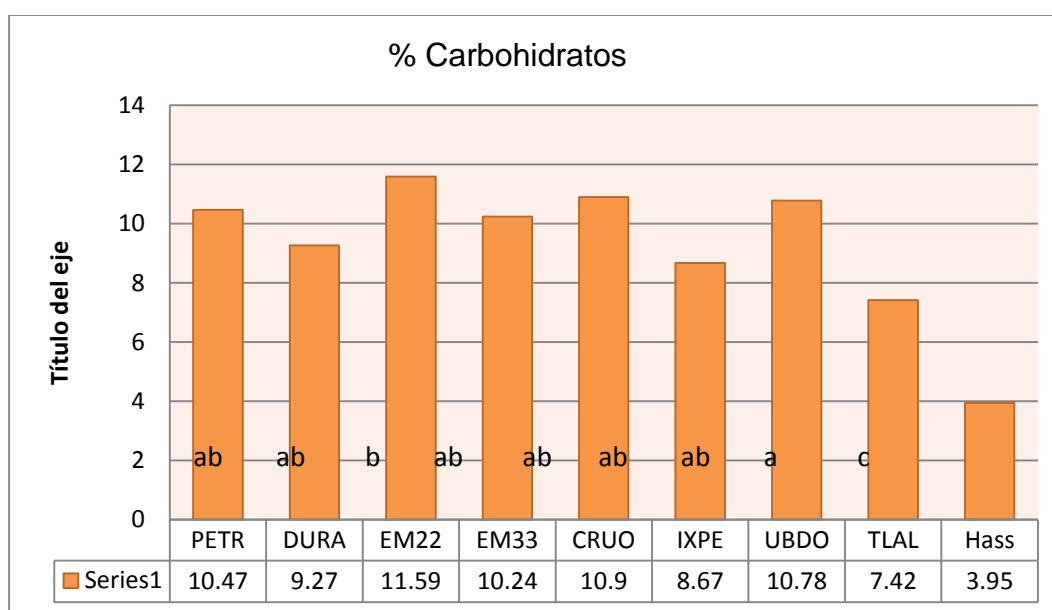
**Figura 13.** Análisis del contenido de fibra en las selecciones de chinene.

En comparación con los valores reportados en el aguacate “Hass”, Del Ángel reportó valores de 2.41%, mientras que Arias-Gómez *opcit* y Ortega (2003) registraron valores de 1.66% y 1.65% respectivamente. Los valores medios del total de las selecciones de chinene se encuentran en 2.45% lo que permite recomendar al este fruto como una fuente natural de fibra dietética para la alimentación humana ya que el consumo de fibra previene enfermedades coronarias, reducción del colesterol, obesidad,

estreñimiento, hemorroides, cáncer de mama y muchas otras enfermedades (McDougall *et al.*, 1996).

**Carbohidratos:** La selección TLAL presentó el menor contenido de carbohidratos, y la selección EM2 del municipio de Chocamán presentó el más alto contenido de estos con un 11.59% (Figura 14), mientras que el resto de las selecciones no presentan diferencias significativas con las antes mencionadas.

El contenido de carbohidratos fluctuó entre la selección TLAL y la selección EM22, lo que implica que la primera selección aporta una menor cantidad de energía a los consumidores. El porcentaje de carbohidratos presentes no se relaciona con su contenido de grasa.

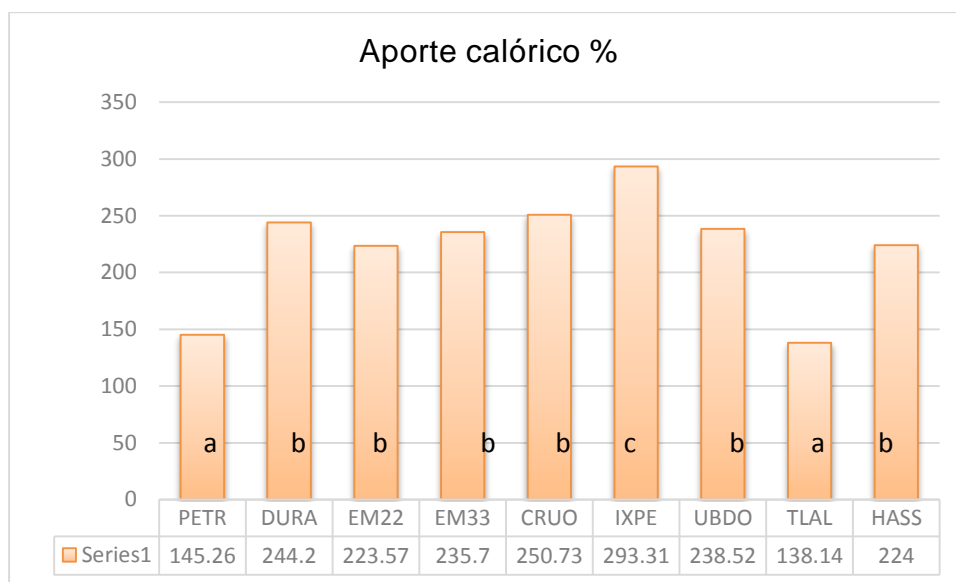


**Figura 14.** Contenido de carbohidratos en las selecciones de chinnene.

El contenido de carbohidratos presente en el aguacate “Hass” es de 3.96-5.10% (Devia y Saldarriaga 2005., Arias-Gómez *et al.* 2013), estando por debajo de los contenidos en todas las selecciones de chinene. El contenido de carbohidratos representa una fuente importante de energía, por lo que puede llegar a recomendarse a personas con forma de vida saludable como los deportistas o personas que desarrollan actividades físicas durante el día.



**Aporte calórico:** El aporte calórico se representó como kcal 100g<sup>-1</sup>, donde las selecciones TLAL y PETR presentaron el menor aporte calórico, mientras que IXPE presenta un mayor aporte, el resto no presenta diferencias significativas entre ellas con respecto a las antes mencionadas (Figura 15).

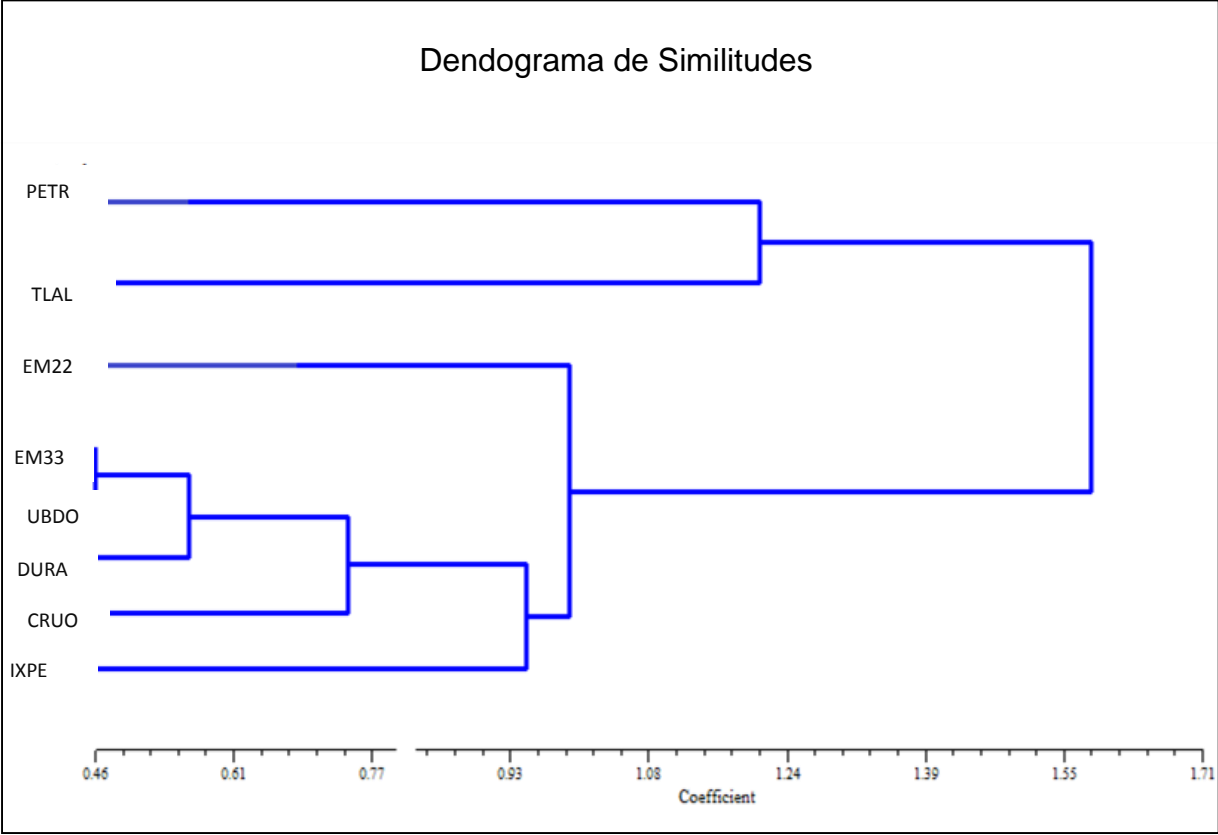


**Figura 15.** Aporte calórico de las selecciones de chinene.

En cuanto al aporte calórico del aguacate “Hass” en comparación con las selecciones de chinene, este contiene 224.43 kcal 100g<sup>-1</sup> de acuerdo a datos obtenidos por Serpa *et al.*, (2014) mientras que el valor promedio de las selecciones se encuentra en 216.58 kcal/100g. Por lo anterior, se observa que el chinene tiene un aporte calórico similar al aguacate var. Hass.

Finalmente se resume que la selección IXPE presenta un 14.29% de similitudes con el aguacate var Hass, PETRA, UBDO, TLALTE y CRUO presentan un 28.57 %, EM22 y EM33 un 42.86% y la selección DURA un 71.43% siendo la que presenta menos diferencias estadísticas de su composición con el aguacate var Hass.

En cuanto a similitudes entre ellas, se presenta un dendograma (**Figura 16**) que desprende tres grupos, el primer grupo lo comprenden las selecciones EM33, UBDO, DURA, CRUO e IXPE, siendo las selecciones EM33, UBDO y DURA las que se asemejan más, el segundo grupo lo forma EM22 quien comparte características principalmente del grupo uno, finalmente el grupo tres está constituido por las selecciones PETR y TLAL.



**Figura 16.** Dendrograma de similitudes entre las selecciones de chinene.

## 6. CONCLUSIONES

Las ocho selecciones de chinene presentan diferencias entre ellas, principalmente en sus dimensiones de hoja y fruto lo que comprueba la variabilidad genética debido a su polinización abierta.

Las selecciones de chinene (*Persea schiedeana* Ness) estudiadas presentan diferencias físico-químicas significativas entre ellas, aunque mantienen una estrecha relación entre sí, por lo que los tres grupos que se generaron se caracterizan por su similitud en cuanto a composición, poseen atributos semejantes a los del aguacate (*Persea americana* Mill) var. Hass, con diferencias principalmente en los contenidos de humedad, fibra y carbohidratos.

La característica más importante de estas selecciones es su sabor agradable y consistencia cremosa, lo que se refleja en la similitud con el aguacate var. Hass de algunas selecciones.

La similitud entre las selecciones se encuentra principalmente en sus propiedades físico-químicas, sin dejar de lado las morfológicas, ya que se encuentran frutos verdes y negros que bien podrían generar otro grupo que se puede estudiar posteriormente y basados en la caracterización generada en este trabajo.

Estas selecciones fueron seleccionadas de un amplio grupo, por lo que el resultado de la investigación permite apreciar las características de cada selección y así obtener una importante base de datos que refleja las cualidades de cada selección, de los grupos generados y finalmente de su similitud con el aguacate *Persea americana* Mill var Hass que es actualmente el principal aguacate dentro del mercado.

La similitud entre las propiedades físico-químicas de estas selecciones se puede estudiar posteriormente y esto puede generar información que bien podría utilizarse para estudios de mejoramiento genético de variedades.

## 7. RECOMENDACIONES

Se recomienda estudiar los beneficios del chinene en la salud humana, ya que posee características físico-químicas similares a las del aguacate, tales como su elevada concentración de ácidos grasos entre los que destaca el oleico, principalmente en chinenes de las zonas altas de Veracruz. También se espera que se continúe su promoción y conservación, al ser un recurso importante dentro de las comunidades cafetaleras.

El chinene (*Persea schiedeana* Ness), representa un recurso importante para el mejoramiento genético por lo que las selecciones estudiadas pueden ser utilizadas para la generación de nuevas variedades así como porta injerto de aguacates (*Persea americana* Mill). Las selecciones que presentaron mayor similitud al aguacate var Hass en cuanto a las características físico-químicas representan un recurso importante que bien puede ser incorporado a la industria y a mercados no solo locales, mediante la generación de subproductos, por lo que se recomienda su estudio más profundo para obtener el mayor provecho de estas selecciones.

## 8. REVISION BIBLIOGRÁFICA

- Appelboom T., J Schuermans G., G Verbruggen., Y Henrotin., J Y Reginster. 2001. Symptoms modifying effect of avocado/soybean unsaponifiables (ASU) in knee osteoarthritis. A double blind, prospective, placebo-controlled study. *Scand. J. Rheumatology* 30(4): 242-247.
- Arias-Gómez Z., J A Barajas-Gamboa., G A Hincapié-Llanos. 2013. Evaluación del aguacate variedad Hass (*Persea americana* Mill) deshidratado por liofilización. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia. pp: 21-38.
- Barrientos-Priego, A F, W. Borys W M., E Escamilla-Prado , A D Ben-Ya'acov ., T E De la Cruz., L López-López. 1992. Study of the avocado Germplasm resources, 1988-1990. IV Findings in the Mexican Gulf Region. *Procc. of Second World Avocado Congress 1992*. pp: 551-558.
- Barrientos-Priego A y L López-López. 2001. Historia y genética del aguacate. Memoria Fundación Salvador Sánchez Colín 1998-2001. Coatepec Harinas México. CITAMEX. pp: 100-121
- Barrientos-Priego A F., J C Reyes-Alemán., J J Aguilar-Melchor. 2010. Manual Gráfico para la Descripción varietal de Aguacate. SNIC-SAGARPA-UACH. 139p.
- Ben-Ya'acov A., M Zilberstaine., I Sela. 1992. A study of avocado germplasm resources, 1988 1990. V. The evaluation of the collected avocado germplasm material for horticultural purposes. *Proc. of Second World Avocado Congress* pp: 559-562
- Bergh, B O. 1992. The origin, nature, and genetic improvement of the avocado. *Calif. Avocado Soc. Yearbook*. vol (76) :61-75.

- Bonino, P C. 1996. Taller de titulación. Caracterización de la floración en Paltos. (*Persea americana* Mill). Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Agronomía. Quillota, Chile.
- Borys, M W. 1989. Potencial de formas radicales en aguacates *Persea americana* Mill., y *Persea schiedeana* Nees. Revista Chapingo 13-16 (62-63): 23-30
- Bowman, K D., Scora R W. 1992. The necessity of avocado germplasm resources. Proc. of Second World Avocado Congress 1992. pp: 531-534.
- Campos-Hernández, N., J G Cruz-Castillo., A Hernández M ., D Rubio H. 2011. Aceite de frutos de *Persea schiedeana* en sobremaduración y cosechados de árboles en estado Silvestre. Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo. 27:179-189.
- Campos-Rojas, E. 2004. Estrategias para el mejoramiento genético del aguacatero (*Persea americana* Mill). XVII curso de actualización frutícola. Memorias [CD-ROM]. Fundación Salvador Sánchez Colín CITAMEX S.C. Coatepec Harinas, México.
- Caziñarez-Zayas, J. 1973. Los Aguacateros. Ed. Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro. pp: 115-133.
- CIE (Commission International de l'Eclairage) 1986. Colorimetry, 2da Ed. Viena. 82 p.
- Cruz-Castillo, J G., G.M. Sumano., M.J. De la Cruz; C.N. Peña; B.F. Rodríguez; E.G. Palacios; B.L. Martínez. 2004. El chinene (*Persea schiedeana* Ness) buscando su valor en el México contemporáneo. Aquí centros regionales. Universidad Autónoma Chapingo. México 37:5-7.
- Cruz-Castillo, J G., F Rodríguez-Bracamontes., D Domínguez-Monzón., O A Del Ángel-Coronel. 2004. Chinene, Níspero, Feijoa y Zapote Verde, frutales a promover en las Regiones Cafetaleras de Veracruz. XVII Curso de actualización frutícola. Memorias [CD-ROOM]. Fundación Sánchez-Colín CITAMEX, S.C. Coatepec Harinas. México.

- Cruz-Castillo, J G., O M Del Angel-Coronel., M J De la Cruz., M C Joaquín M. 2007. Características morfológicas y bioquímicas de frutos de chinene (*Persea schiedeana* Nees.) Revista Chapingo 13:141-147.
- Daniels J D y R O Lawton. 1991. Habitat and host preferents of *Ficus crassiuscula*, a neotropical strangling fig of the coger montane rain forest. Journal of Ecology 79:129-141.
- Del Angel-Coronel, O A., M C Joaquín M., J G. Cruz-Castillo., H S García., J De La Cruz M. 2006. Cambios fisicoquímicos y fisiológicos durante la maduración de frutos de chinene (*Persea schiedeana* Ness). IX Congreso Nacional Agronómico. Memorias [CD-ROOM]. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Del Angel-Coronel, O A., J G Cruz-Castillo., J De la Cruz., F Famiani. 2010. Ripening and physiological changes in the fruit of *Persea schiedeana* Nees. During the postharvest period. HortScience 45(1):172-175.
- Devia J E y F Saldarriaga. 2005. Proceso para obtener colorante a partir de la semilla de aguacate. Universidad EAFIT. (41). pp. 36-43
- Ellstrand, C., J M Lee E., B O Bergh. M D. Coffey., G A Zentmyer. 1986. Isozymes confirm hybrid parentage for G 755' selections. California Avocado Society Yearbook 70:199-203.
- Escamilla P, E., J D Robledo M. 2014. Promoción del chinene (*Persea schiedeana*) en cafetales como una forma de conservación *in situ*. In Los recursos genéticos del aguacatero (*Persea* spp). En México. Gutierrez D. A., .N Mayek. P. (eds).Nuevo León 2015. Universidad Autónoma de Nuevo León 19-31p.
- FAO. 1993. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. Ed.Olvera N M A., C A Martínez P., E Real De L. Proyecto Aquila II. Italia. pp:23.

- FAO. 1997. Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Ed. Morón C., I. Zacarías., S. De Pablo. Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Santiago, Chile. pp:165
- Fersini, A. 1975. El cultivo Del Aguacate. Primera Edición. Ed. Diana. México. Pp:23-55.
- Fouqué A. 1972. Especies Frutieras de Amerique Trópical. Institut Francaise de Recherches Frutieres Outremer. Paris. France. pp:197.
- Gallina, S., S Mandujano y A González-Romero. 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems* 33:13-27.
- García-Velázquez A. 1972. Cytological studies of *Persea schiedeana*. *Agrociencia* 8:67-72.
- Gentry, A H. 1979. Extinction and conservation of plant species in tropical America: A phytogeographical perspective. In: I. Hedberg. (Ed.) *Systematic Botany, Plant Utilization, and Biosphere Conservation*. pp:100-126.
- González-Rosas H.; S Salazar-Garcia y V Vázquez-Valdivia. 1985. Propagation in vitro of chinini (*Persea schiedeana* Nees). *Yearbook California Avocado Society* 69:125-131.
- Herrera T M F., A Montiel F., S T López de J. 2004. Biología floral y distribución de El chinene *Persea schiedeana* Nees. Fundación Sánchez Colín CICTAMEX S.C. XVII Curso de actualización frutícola. Memoria. Coatepec Harinas México.
- Herrera T M F., A Montiel F., S T López de J. 2005. El chinene *Persea schiedeana* Nees en la región centro del estado de Veracruz. XVIII Reunión Científica, Tecnológica, Forestal y Agropecuaria. Memorias [CD-ROOM]. Boca del Río, Veracruz, México.



- Herrero, A., J Guardia. 1992. Conservación de frutas: Manual técnico. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. 409 p.
- Hulot, F., J Ouhayoun. 1999. Muscular pH and related traits in rabbits: a review. *World Rabbit Sci.* 7:15-36.
- Human T P. 1987. Oil as bioproduct of avocado. *World Congress Yearbook.* 10:159-162.
- Itié Canteleu. G. 1918. Une nouvelle variété d'e avocat, le chinin. *Sobretiro de L'Agronomie Coloniale.* pp: 41-44.
- Komar, O. 2006. Ecology and Conservation of Birds in Coffee Plantations: A Critical Review, en *Bird Conservation International* 16:1-23.
- Kopp, L E. 1966. A taxonomic review of the genus *Persea* in the Western Hemisphere (*Perseae- Lauraceae*). *Memoirs of the New York Botanical Garden* 14(1):1-120.
- Lamaud, M E., M Miskulin., A M Robert., J Wepierre. 1978. Biochemical modifications of connective tissue induced by the non-saponifiables of avocado and soybean oils administered percutaneously in the 'hairless' rat. *Pathol. Biol.* 26(5): 269-274.
- Lascurain-Rangel M., S Avendaño-Reyes., C López-Binqüist. 2013. Uso y flora leñosa asociada a *Oecopetalum mexicanum* (icacinaceae): una especie comestible nativa de la sierra de Misantla, Veracruz, México. *Botanical Sciences.* 91 (4):477-484.
- Leyequien, E., Toledo V M. 2009. Floras y aves de cafetales: Ensamblajes de biodiversidad en paisajes humanizados. *CONABIO. Biodiversitas* 83:7-10.
- López-López, L., A F Barrientos-Priego., A D Ben-Ya'acov. 1999. Variabilidad genética de los bancos de germoplasma de aguacate preservados en el estado de México. *Revista Chapingo, serie horticultura* 5:19-23.

- López-López, L., A F Barrientos-Priego., A D Ben-Ya'acov. 1993. Estudio de los recursos genéticos del aguacate y especies afines en la fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX C.S. Coatepec de Harina, México. pp:188-201.
- López G, R., Torres C Y., Chávez M.M., Salgado G R., Jiménez M B., Corona A L., Herrera E L. 2007. Genomics of avocado criollo fruit (*Persea americana* Mill. var. *Drymifolia*) Proceedings VI World Avocado 2007. Viña Del Mar, Chile. 12-16 Nov. 2007.
- Maldonado M. F., G. Vargas S., R.F. Molina M., A. Sol S. 2004. Frutales tropicales de Tabasco 3ªEd. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa Tabasco, México. pp:58-59
- Martínez, M Á., V Evangelista., F Basurto., M Mendoza, A Cruz-Rivas. 2007. Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. Useful plants of the Sierra Norte of Puebla, Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 15- 40.
- Moguel P., V Toledo M. 1996. El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. Ciencias 43:40-52.
- Montiel F, A., Herrera T, M F., S E De la Rosa P., A Pérez P., I Landero T., R Gámez P. 2012. *Persea schiedeana* Nees, una especie cinderella con potencial de uso sustentable. In XXV Reunión científica-tecnológica forestal y agropecuaria Veracruz y IV del trópico mexicano 2012. Huatusco, Veracruz del 14-17 noviembre del 2012.UACh.
- Morton, J F. 1987. Fruits of Warm Climates. Media, Incorporates. U.S.A. pp: 91-102.
- Murray, A C. 1989. Factors affecting beef color at time of grading. J. Anim. Sci. 69: 347-355.
- Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. Diario Oficial de la Federación. 26 de junio de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o grava. Diario Oficial de la Federación 15 de agosto de 1994.

Norma Oficial Mexicana NMX-F-613-NORMEX-2003. Alimentos-Determinación de fibra cruda en alimentos-Método de prueba. Diario Oficial de la Federación. 6 de agosto de 2003.

Norma Oficial Mexicana NMXF-608-NORMEX-2011. Alimentos-Grenetina Comestible- Aspectos de calidad y seguridad alimentaria. Diario Oficial de la Federación 1 de abril de 2011.

Norma Oficial Mexicana NMX-F-607-NORMEX-2013. Alimentos-Determinación de cenizas en alimentos-Método de prueba. Publicada en Diario Oficial de la Federación 27 de agosto de 2013.

Olaeta, J. A., M. P Undurraga., M. Schwartz. 1999. Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en paltas (*Persea americana* Mill.) cvs. Fuerte y Hass cultivados en Chile. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 117-122.

Olvera F. T. 1998. La Jornada. Suplemento Investigación y Desarrollo. México. Mayo. 61: 3.

Ortega M.A. 2003. Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass. Proceedings V World Avocado Congress. (Actas V Congreso Mundial Del Aguacate). pp. 741-748

Pepeno, W. 1919. The avocado in Guatemala. United State Department of Agriculture. Bulletin No.743. Washington, D.C. pp. 37-41

Reyes A. J.C., M de la C Espíndola B., A Barreintos-Priego., J J Aguilar M., B Bernal V. 2011. Conservación ex situ de Ejemplares del Género *Persea* Correspondientes a 12 Especies y 4 Genotipos Afines. Fundación Salvador Sánchez-Colín, S. 2011. Proceedings VII Avocado Congress. CICTAMEX S.C. 5-9 de septiembre 2011. Cairns, Australia.

- Sánchez-Colín, S., L López-López., I I Aguilar., J C Mejía Patiño. 1989. Análisis físico y bromatológico de selecciones de aguacate (*Persea americana* Mill) obtenidas por CICTAMEX. Memorias. Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX. Coatepec de harinas, México. pp. 117-133.
- Salazar, G S., M W Boris., R Enríquez. 1984. Tolerancia de aguacates *Persea americana* Mill. y *Persea Schiedeana* Ness. A condiciones de salinidad progresiva. 111 Caracterización de plantas sobresalientes. Revista Chapingo 4546: 16-19.
- Sánchez-Pérez J. de la L. 1999. Recursos genéticos de aguacate (*Persea americana* Mill.) y especies afines en México. Revista Chapingo Serie Horticultura (5): 7-18.
- Serpa G M A., A Echeverri L., M P Lezcano C., L M Vélez A., A F Ríos., g A Hincapié. 2014. Extracción de aceite de aguacate variedad "hass" (*Persea americana* Mill) liofilizado por prensado en frío. Revista Investigaciones Aplicadas. Medellin Colombia. 8 (2):113-123.
- Scora, R W. y B Bergh. 1990. The origins and taxonomy of avocado *Persea Americana* Mill. *Lauraceae*. Acta Horticulturae. 275:387-394.
- Scora, R W y P E Secra. 2000. Essential oils of *Persea* subgenus *Persea* (*Lauracea*). Journal of Essential Oil Research. 12:709-713.
- Schroeder C A. 1951. Avocado materials for horticultural research. California Avocado Society Year book 35:107-112.
- Schroeder C A. 1974. *Persea schiedeana*, the coyo, a possible rootstock for the avocado in South Africa. California Avocado Association Yearbook. 57:18-24.
- Smith, N J H; Williams J T; Plucknett D L; Talbot J P. 1992. Tropical Forest and their crops. Comstock Publishing Associates. Ithaca. USA 554p.

- Storey, W B., Bergh G., A Zentmyer. 1986. The origin, indigenous range and dissemination of the avocado. Californian Avocado Association. Yerabook. 70:127-143.
- Thorp, G. y I. Hallet. 1999. Searching for 'paradise' in the avocado germplasm. Revista Chapingo Serie Horticultura Núm. Especial 5:29-35.
- Van der Werff, H. 2002. A synopsis of *Persea* (Lauraceae) in Central America. Novon 12:575-586.
- Watada, A E. 1986. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. Food Technology. pp:82-85
- Williams-Linera G y López-Gómez A. 2008 Estructura y diversidad de la vegetación leñosa. agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación INECOL.
- Wilson E O. 2006. La creación: Salvemos la vida en la tierra. Elena Merengo. Kats. Buenos Aires Argentina. pp 175.
- Zambrano, C O. 1986. Consideraciones sobre el cultivo del aguacate (*Persea americana Mill*). Origen del aguacate cultivado. Sinopsis taxonómica de género *Persea*. Reviata de la Facultad de Agronomía.7 (1):47-52.
- Zentmyer, G A. 1991. The genus *Persea*. California Avocado Association. Yerabook. 75:119-123.
- Zentmyer, G A. 1995. Research Gaz-ette. The avocado quarterly. 22 January 1995. 3:8-9

## 9 ANEXOS

### FICHAS TÉCNICAS DE LAS COLECTAS

<b>COLECTA UBDO</b>	
Nombre de la colecta:	Chinene verde
Municipio:	Ixhuatlán del café
Localidad:	Ocotitlán
Lugar de ubicación del árbol:	: Cafetal
Altitud:	1194 msnm
Coordenadas LN:	19° 02' 48.2"
Coordenadas LW:	: 096° 54' 32.9"
Diámetro del árbol (m):	2.36
Edad del árbol (años):	50
Altura del árbol (m):	23
Fruto peso (gr):	210
Fruto maduro longitud (cm):	12.67
Fruto maduro diámetro (cm):	7.0
Fruto maduro color:	Verde medio
Fruto maduro brillantez:	Media
Fruto maduro superficie:	Lisa
Fruto madurado color principal de la pulpa:	Verde claro
Fruto madurado conspicuidad de fibras en la pulpa:	Conspícua
Fruto madurado consistencia de la pulpa:	Grasienta (aguañosa)
Calidad del fruto	Sabroso
Productividad por árbol (kg):	480
Precio en el mercado (\$/kg):	14.3

COLECTA DURA	
Nombre de la colecta:	Chinene negro
Municipio:	Coscomatepec
Localidad:	El durazno
Lugar de ubicación del árbol:	A pie de la casa
Altitud:	1600 msnm
Coordenadas LN:	
Coordenadas LW:	
Diámetro del árbol (m):	3.2
Edad del árbol (años):	70
Altura del árbol (m):	20
Fruto peso (gr):	112.5
Fruto maduro longitud (cm):	8.77
Fruto maduro diámetro (cm):	4.83
Fruto maduro color:	Púrpura medio
Fruto maduro brillantez:	Media
Fruto maduro superficie:	Media
Fruto madurado color principal de la pulpa:	Crema
Fruto madurado conspicuidad de fibras en la pulpa:	Inconspícua
Fruto madurado consistencia de la pulpa:	Grasienta
Calidad del fruto	Cremoso
Productividad por árbol (kg):	300
Precio en el mercado (\$/kg):	22.2



### COLECTA EM22

Nombre de la colecta:	Chinene negro
Municipio:	Chocamán
Localidad: <b>Tepexilotla</b>	Tepexilotla
Lugar de ubicación del árbol:	Cafetal
Altitud:	1516 msnm
Coordenadas LN:	18° 58' 54.8"
Coordenadas LW:	097° 05' 12.8"
Diámetro del árbol (m):	2.65
Edad del árbol (años):	80
Altura del árbol (m):	37
Fruto peso (gr):	337
Fruto maduro longitud (cm):	13.0
Fruto maduro diámetro (cm):	6.83
Fruto maduro color:	Negro
Fruto maduro brillantez:	Media
Fruto maduro superficie:	Media
Fruto madurado color principal de la pulpa:	Crema
Fruto madurado conspicuidad de fibras en la pulpa:	Conspícua
Fruto madurado consistencia de la pulpa:	Grasienta
Calidad del fruto	Cremoso
Productividad por árbol (kg):	720
Precio en el mercado (\$/kg):	22





COLECTA EM33	
Nombre de la colecta:	Chinene verde opaco (33)-24
Municipio:	Chocamán
Localidad:	Tepexilotla
Lugar de ubicación del árbol:	Cafetal
Altitud:	1524 msnm
Coordenadas LN:	18° 58' 54.2"
Coordenadas LW:	097° 05' 11.8"
Diámetro del árbol (m)	3.0
Edad del árbol (años):	70
Altura del árbol (m):	32
Fruto peso (gr):	225
Fruto maduro longitud (cm):	10.67
Fruto maduro diámetro (cm):	6.67
Fruto maduro color:	Verde oscuro
Fruto maduro brillantez:	Ausente
Fruto maduro superficie:	Media
Fruto madurado color principal de la pulpa:	Crema
Fruto madurado conspicuidad de fibras en la pulpa:	Conspícua (poca fibra)
Fruto madurado consistencia de la pulpa:	Grasienta (débil)
Calidad del fruto	Buena
Productividad por árbol (kg):	300
Precio en el mercado (\$/kg):	16



COLECTA TLAL	
Nombre de la colecta:	<b>Chinene negro (36) TLATLE</b>
Municipio:	Coscomatepec
Localidad:	Tlaltengo
Lugar de ubicación del árbol:	Cafetal (traspatio)
Altitud:	1492 msnm
Coordenadas LN:	19° 04' 57.8"
Coordenadas LW:	097° 00' 32.0"
Diámetro del árbol (m):	0.8
Edad del árbol (años):	13
Altura del árbol (m):	14
Fruto peso (gr):	206.25
Fruto maduro longitud (cm):	12.50
Fruto maduro diámetro (cm):	5.83
Fruto maduro color:	Púrpura medio
Fruto maduro brillantez:	Media
Fruto maduro superficie:	Media- rugosa
Fruto madurado color principal de la pulpa:	: Verde claro
Fruto madurado conspicuidad de fibras en la pulpa:	Conspícua
Fruto madurado consistencia de la pulpa:	Grasienta
Calidad del fruto	Buena
Productividad por árbol (kg):	500
Precio en el mercado (\$/kg):	7.2



<b>COLECTA PETR</b>	
Nombre de la colecta:	<b>: Chinene verde bola (38)</b>
Municipio:	Coscomatepec
Localidad:	Tres aguas
Lugar de ubicación del árbol:	Milpa
Altitud:	1757 msnm
Coordenadas LN:	19° 07' 26.8"
Coordenadas LW:	097° 02' 56.6"
Diámetro del árbol (m):	2.27
Edad del árbol (años):	80
Altura del árbol (m):	18
Fruto peso (gr):	300
Fruto maduro longitud (cm):	11.33
Fruto maduro diámetro (cm):	7.0
Fruto maduro color:	Verde oscuro
Fruto maduro brillantez:	Media
Fruto maduro superficie:	Media
Fruto madurado color principal de la pulpa:	Verde claro
Fruto madurado conspicuidad de fibras en la pulpa:	: Conspícua
Fruto madurado consistencia de la pulpa:	Seca
Calidad del fruto	Buena
Productividad por árbol (kg):	750
Precio en el mercado (\$/kg):	8.3



Colecta CRUO	
Nombre de la colecta:	(53) CRUO
Municipio:	Huatusco
Localidad:	CRUO
Lugar de ubicación del árbol:	Cafetal y macadamia
Altitud:	1339 msnm
Coordenadas LN:	19° 10' 29.2"
Coordenadas LW:	096° 57' 54.9"
Diámetro del árbol (m):	0.72
Edad del árbol (años):	12
Altura del árbol (m):	8
Fruto peso (gr):	187.5
Fruto maduro longitud (cm):	12.33
Fruto maduro diámetro (cm):	4.83
Fruto maduro color:	Verde medio
Fruto maduro brillantez:	Media
Fruto maduro superficie:	Media
Fruto madurado color principal de la pulpa:	Crema (lechoso)
Fruto madurado conspicuidad de fibras en la pulpa:	Conspícua
Fruto madurado consistencia de la pulpa:	Grasienta
Calidad del fruto	Sabroso
Productividad por árbol (kg):	60
Precio en el mercado (\$/kg):	Donado



<b>Colecta IXPE</b>	
Nombre de la colecta:	IXPE
Municipio:	Huatusco
Localidad:	Fracc. Ixpepes Huatusco
Lugar de ubicación del árbol:	Cafetal traspatio
Altitud:	
Coordenadas LN:	
Coordenadas LW:	
Diámetro del árbol (m):	0.72
Edad del árbol (años):	40
Altura del árbol (m):	19
Fruto peso (gr):	256.4
Fruto maduro longitud (cm):	15.4
Fruto maduro diámetro (cm):	6.7
Fruto maduro color:	negro
Fruto maduro brillantez:	Media
Fruto maduro superficie:	Media
Fruto madurado color principal de la pulpa:	Crema (lechoso)
Fruto madurado conspicuidad de fibras en la pulpa:	Conspícua
Fruto madurado consistencia de la pulpa:	Grasienta
Calidad del fruto	Sabroso
Productividad por árbol (kg):	60
Precio en el mercado (\$/kg):	15