

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



“Caracterización física del fruto de aguacate (*Persea americana* Mill. Var. “Hass”) para determinar punto óptimo de cosecha y calidad en el campo”

Trabajo de investigación presentado
por Cecilia María Falla
para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola

2006

“Caracterización física del fruto de aguacate (*Persea americana* Mill.Var.”Hass” para determinar punto óptimo de cosecha y calidad en el campo”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

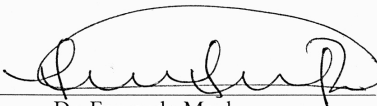
Facultad de Ingeniería

“Caracterización física del fruto de aguacate (*Persea americana* Mill. Var. “Hass” para determinar punto óptimo de cosecha y calidad en el campo”

Trabajo de investigación presentado por Cecilia María Falla para optar el grado académico de Licenciado en Ingeniería Agronómica

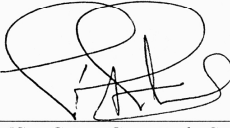
2006

Vo.Bo.:

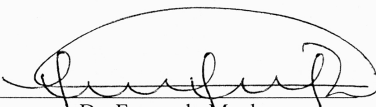


Dr. Fernando Maul

Tribunal Examinador:



MSc. Cesar Castañeda Salguero



Dr. Fernando Maul



Ing. Ana Rosa Cabrera

Fecha de aprobación: 14 de junio del 2006

DEDICATORIA

A mis padres Pedro Salvador y Rosamaría

A mis hermanos Juan Pedro y Manuel Rodrigo

A mis hermanas Ana Fabiola y Sylvia Lorena

A mis sobrinas y sobrino, Ana Sofía, Mariana y Juan Esteban

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de recibir una educación de excelencia y darme la iluminación y las fuerzas para seguir adelante.

A mis padres Pedro y Rosamaria por apoyarme en mis estudios y darme el amor incondicional que solo ellos saben dar.

A mis hermanos Rodrigo y Juan Pedro por siempre ayudarme y aconsejarme.

A mis cuñadas Sylvia y Fabiola por ser como unas hermanas para mí.

A mis sobrinas y sobrino, por alegrarme la vida.

A mi asesor Dr. Fernando Maul, por apoyarme en la realización de mi tesis.

Al Departamento de Ciencias Agrícolas por su apoyo durante la carrera.

Al Departamento de Ingeniería en Alimentos por su apoyo, con el cual no hubiera podido finalizar mi trabajo de graduación.

Al Dr. Manuel Porres, Dr. Rolando Cifuentes y Lda. Ana Rosa Cabrera por el apoyo que me brindaron y por siempre creer en mí.

A la Sra. Linda Schutt, al Sr. Everardo Morales por brindarme los aguacates para el estudio.

A la Asociación ANAGUACATE por su deseo en impulsar la investigación en Guatemala.

A todos mis amigos de Ing. Agronómica, Ing. Civil e Ing. Electrónica por ser como son, por su cariño, apoyo, y por todos aquellos momentos inolvidables que hemos vivido.

A la Universidad del Valle de Guatemala por ser la cuna de mis estudios.

ÍNDICE

Prefacio.....	v
Lista de cuadros.....	vi
Lista de figuras.....	viii
Resumen.....	x
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	3
A. Importancia del aguacate.....	3
1. Importancia socioeconómica.....	3
a. Comercio internacional.....	3
B. Origen y distribución geográfica.....	3
C. Taxonomía y botánica del árbol de aguacate.....	4
D. Ecología del aguacate.....	4
1. Clima.....	4
2. Suelo.....	4
E. Cultivares.....	5
F. Consideraciones generales sobre el aguacate ideal.....	5
1. Madurez fisiológica y madurez comercial.....	6
G. Índices de madurez.....	7

1. Índices subjetivos.....	7
a. Peso, diámetro y longitud.....	7
b. color.....	7
2. Indices objetivos.....	8
a. Porcentaje de aceite.....	8
b. Porcentaje de peso seco.....	9
III. Objetivos.....	10
A. Objetivo general.....	10
B. Objetivos específicos.....	10
IV. Materiales y métodos.....	11
A. Localidad.....	11
B. Selección de la muestra.....	11
C. Mediciones.....	12
D. Análisis estadístico.....	16
V. Presentación de resultados.....	17
A. Peso.....	17
B. Longitud.....	18
C. Diámetro.....	19
D. Dureza.....	20
E. Color.....	22

1. Valor L, a, y b.....	22
F. Peso seco.....	23
VI. Discusión de resultados.....	24
VII. Conclusiones.....	27
VIII. Recomendaciones.....	28
IX. Bibliografía.....	29

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Propiedades del color de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala.....22

Cuadro 2. Propiedades del color de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala.....23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Selección de muestras en la finca “El Boquerón” con el tipo “Chibola” en el extremo superior y el tipo “Estándar Maduro” en el extremo inferior.....	12
Figura 2. Balanza digital utilizada para medir el peso fresco de los aguacates.....	13
Figura 3. Vernier utilizado para medir el diámetro de los aguacates.....	13
Figura 4. Vernier utilizado para medir el diámetro de los aguacates.....	14
Figura 5. Penetrómetro utilizado para medir dureza.....	14
Figura 6. Coordenadas $L^*a^*b^*$ en el diagrama de color de CIELAB.....	15
Figura 7. Colorímetro utilizado para medir las propiedades del color de los aguacates.....	15
Figura 8. Muestra de cuartetos de aguacate realizados con un pelador de papas.....	16
Figura 9. Horno donde se secaron las muestras.....	16
Figura 10. Peso fresco de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala.....	17

Figura 11. Peso fresco de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala.....	18
Figura 12. Longitud de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala.....	18
Figura 13. Longitud de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala.....	19
Figura 14. Diámetro de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala.....	19
Figura 15. Diámetro de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario” Sacatepéquez, Guatemala.....	20
Figura 16. Dureza de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala.....	21
Figura 17. Dureza de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala.....	21
Figura 18. % Peso seco de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala.....	23

RESUMEN

La producción de aguacate en Guatemala ha cobrado auge en los últimos años. En este estudio se decidió trabajar con el aguacate *Persea americana* Mill.var."Hass" evaluando cinco características físicas del aguacate "Hass": peso, longitud, diámetro, color y dureza. Estas características físicas del aguacate se correlacionaron con el porcentaje de peso seco del aguacate. Se pudo observar que no es factible basarse en parámetros físicos externos del aguacate para poder determinar punto óptimo de cosecha y calidad en el campo. No se encontraron diferencias en la variable dureza y peso fresco durante los muestreos.

Se pudo determinar que el aguacate tipo "Chibola" proveniente de la finca "El Boquerón", a pesar de obtener un porcentaje de peso seco aceptable, sus características de peso fresco, longitud y diámetro no son adecuadas para exportación. El aguacate "Jumbo" de la finca "el Boquerón" fue el único tipo de aguacate que obtuvo un peso aceptable para exportación. De acuerdo a los valores obtenidos en el porcentaje de peso seco en las fincas "El Boquerón" y "El Rosario" es posible basarse en el valor de 28% de peso seco utilizado por los mexicanos para fines de exportación.

Estos resultados ayudaran al productor a determinar que características físicas son deseables al momento de cosechar, para que cuando el fruto llegue a su madurez, cumpla con los requisitos de exportación.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de aguacate en Guatemala ha cobrado auge en los últimos años. Según el INE-MAGA, la producción incremento un 30% y para este año se espera una producción de 954,000 quintales ha comparación del 2002 que se reportaron 785,000 quintales. Actualmente las exportaciones de FOB (Free on Board) de aguacate representan US\$598,300.5. (MAGA, 2005).

En este estudio se decidió trabajar con el aguacate *Persea americana* Mill. var. "Hass" debido a que es un árbol muy productivo y es reconocido mundialmente como una de las mejores variedades debido a su alta calidad, sabor y propiedades nutricionales.

En Guatemala, los productores de aguacate "Hass" se enfrentan con el problema de que todavía no existe un criterio para determinar madurez del fruto. Actualmente, los productores se basan en los cambios de coloración para determinar si el fruto está en su punto de corte. Determinar un estándar mínimo de madurez, puede ayudar a adelantar la época de cosecha, consiguiendo mejores precios en el mercado. Es importante determinar hasta qué punto se puede adelantar la cosecha, ya que cuando el fruto llegue al consumidor estos pueden sufrir una gran decepción al darse cuenta que el fruto está inmaduro, y esto a la larga es una desventaja para el productor. El problema se acentúa más en el aguacate porque en el campo, su apariencia externa no da una idea del estado de madurez del fruto.

Todas las características que definen si un aguacate es de buena calidad, si es adecuado para consumir, si tiene aroma y sabor, así como los colores y las texturas solo las puede evaluar el consumidor. El productor cosecha según su criterio y nunca puede saber si el aguacate que vendió es de buena calidad o no, si tiene un porcentaje alto de aceite o no entre otras cosas. El productor podría hacer pruebas sensoriales para madurez, pero esto no es práctico ni económicamente viable.

Algunos estándares de maduración dependen de la medida en que un componente de la fruta se correlaciona con otro, ya sea que este incremente o disminuya. Siguiendo estas tendencias, el productor puede predecir el tiempo en que su aguacate va a estar maduro y la calidad que esta ofreciendo, lo que es importante también para el que procesa. Existen estudios relacionados con la caracterización física y % de peso seco en el fruto de aguacate, pero no se han realizado estudios específicos que incluyan las variables que se estudiarán en este proyecto en aguacate “Hass” en Guatemala.

Este estudio tratará de evaluar cinco características físicas del aguacate “Hass”: su peso, su longitud, su diámetro, su color y su dureza. Luego estas características se correlacionarán con el porcentaje de peso seco del aguacate (índice de madurez). Los resultados de este estudio ayudarán al productor a determinar en el campo, qué características físicas son deseables al momento de cosechar, para que cuando el fruto llegue a su madurez, cumpla con los requisitos de exportación.

II. MARCO TEÓRICO

A. Importancia del aguacate

1. Importancia socioeconómica. En Guatemala existen condiciones climáticas para la siembra de aguacate. El desarrollo de las plantaciones locales se encuentra estancado, la actual calidad que se produce, solo puede llenar los estándares de calidad internacionales en un 10%, por problemas de tecnología y manejo de las plantaciones (Agexpront 2003).

Guatemala en el pasado (1970-1980), era el principal suplidor de aguacates para Centro América, pero esa situación está cambiando por la agresividad de los productos mexicanos, que poco a poco se están apoderando del mercado en estos países (Agexpront 2003). La producción nacional actual no tiene capacidad para competir con las importaciones mexicanas. Los productores guatemaltecos para rescatar el mercado nacional, tienen que realizar una reingeniería total en las técnicas de producción y de comercialización (Agexpront, 2003).

a. Comercio internacional. La importancia del aguacate en el mercado internacional ha crecido sostenidamente, dejando de ser una fruta exótica para incorporarse en la dieta de muchos países. Esta tendencia se ha reforzado por la importancia mundial creciente en el consumo de productos naturales. A nivel internacional, la explotación comercial de aguacate se ha intensificado en las ultimas dos décadas. La producción mundial del aguacate se ha incrementado en 550,000 toneladas durante los últimos 15 años (Aguilera, *et al* 2000).

B. Origen y distribución geográfica

El aguacate es nativo de América. El árbol se originó en México, Centro América hasta Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. Los primeros pobladores de América Central y del Sur y del área central de México probablemente domesticaron al aguacate (Aguilera *et al.*, 2000).

Las razas de aguacate mexicana, guatemalteca y antillana se establecieron en huertas pequeñas durante varios siglos. La reproducción de nuevos árboles se hacía por

semilla y así fue como se promovió una gran diversidad genética que facilitó la adaptación del aguacate a diversas regiones (Aguilera *et al.*, 2000).

C. Taxonomía y botánica del árbol de aguacate

En la sistemática vegetal, la planta de aguacate se sitúa en:

Orden: Ranales
Suborden: Magnolíneas
Familia: Lauráceas
Genero: *Persea*

D. Ecología del aguacate

1. **Clima.** El clima de la región donde se desarrolla espontáneamente y donde se originó el cultivo del aguacate, sur de México y Centro América, es el de la zona tropical, comprendida aproximadamente entre los 10-30° de latitud Norte y Sur. Dentro de una misma zona se producen variaciones de temperatura y pluviosidad debidas a la altitud, y así encontramos que las tres razas de aguacate corresponden a tres zonas de altitud con distintas características climatológicas: la raza antillana se desarrolla entre 0 y 500 msnm la guatemalteca entre 500 y 1000 msnm y la mexicana entre 1000 y 1900 msnm (Ibar, 1983).

El aguacate está adaptado a temperaturas medias anuales entre 20 y 26 °C y temperaturas no inferiores a -5 °C. No es adecuada la persistencia, durante muchos días de temperaturas de 0 °C. La pluviosidad anual se ubica alrededor de 800-2000 mm repartida durante todo el año, pero con mayor intensidad, durante los meses cálidos. Necesita una elevada humedad atmosférica. El aguacate no resiste a la sequedad del aire ni los vientos demasiados fuertes, sobre todo durante la floración e inicial desarrollo del fruto (Ibar, 1983).

2. **Suelo.** El aguacate es bastante adaptable a los diversos tipos de suelos, desde los arenosos y sueltos hasta los francamente limosos y compactos. Las condiciones óptimas se tendrán en un suelo básicamente permeable y bien drenado, de tierras francas, de consistencia media, húmicas, ricas en materia orgánica y reacción ligeramente acida (Ibar,1983).

Las plantaciones deben estar situadas donde haya mayor iluminación y donde el terreno este ligeramente accidentado u ondulado, que permita una buena ventilación. Las distintas razas requieren suelos similares, quizás un poco más ácidos (pH 6-7) las variedades antillana y guatemalteca (Ibar, 1983).

E. Cultivares

El principal cultivar de aguacate comercial en el mundo es el aguacate Hass. Cuenta con un 10-15% de genes de la raza mexicana y el resto de la raza guatemalteca. La raza mexicana le da una mejor adaptación a climas más templados, por lo que le confiere la característica de ubicarse en una gran amplitud de altitudes (Barrientos-Prego, 2000).

El fruto es de tamaño mediano, de 150 a 400 g, aunque en varios países tiende a ser de poco peso. Su forma es ovoide o piriforme. Su pulpa es cremosa de sabor excelente, sin fibra. Su cáscara es color verde coriácea y rugosa, que se oscurece al madurar. Su semilla es pequeña y se adhiere a la cavidad. Es un excelente productor y su fruta se puede mantener en el árbol por algunos meses después de madurez fisiológica.

La siembra de la variedad Hass que tiene definida para el territorio de Guatemala un área con ventajas comparativas de 256,510.59 hectáreas. Los departamentos de Guatemala más significativos para el establecimiento de plantaciones comerciales de aguacate Hass son: Quiché, Chimaltenango, Guatemala, Jalapa y Sacatepéquez. (Agexpront, 2003).

F. Consideraciones generales sobre el aguacate ideal

En el pasado se apreciaba la fruta verde y actualmente predomina el aprecio por fruta de cáscara negra (púrpura oscuro a negra), aunque aun existen mercados que exigen fruta verde (países europeos como Inglaterra y Alemania). Una cáscara que no sea quebradiza, que sea flexible y de fácil desprendimiento, que le confiera mayor resistencia al manejo postcosecha y a la vez el consumidor pueda detectar al tacto su madurez de consumo. La forma debe ser ovada para facilitar el manejo durante el proceso de empaque y debe tener un peso entre 250 y 300g que es el estándar de exportación. La pulpa debe tener una

coloración verde amarillenta que sea atractiva a la vista, sin fibra, de alto contenido de aceite (18%), textura firme pero cremosa y no acuosa o pastosa. Semilla pequeña relativa al fruto y que este adherida a la pulpa y no suelta (Barrientos-Prego, 2000).

1. Madurez fisiológica y madurez comercial. La madurez fisiológica (maduración I) en el fruto de aguacate puede definirse como el estado de desarrollo donde la mayoría de crecimiento ha ocurrido, mientras que la maduración II es cuando el fruto está listo para consumo. El precio de la fruta es mayor en las primeras semanas de cosecha, lo que promueve que se cosechen frutos inmaduros los cuales no maduraran normalmente, volviéndose acuosos, elásticos, sin sabor, arrugados y negros (Coger, 1988).

La identificación de la madurez fisiológica es difícil para muchos frutos, especialmente aguacates, ya que la apariencia externa del fruto no da señal del estado de madurez de la fruta (Lee, 1981). Además, el aguacate no sufre la maduración II en el árbol sino que empieza a suavizarse ciertos días después de colectarse (Young y Lee, 1978). Por esto, es difícil juzgar anticipadamente si un fruto es lo suficientemente maduro para que llegue a la maduración II normalmente. Como algunas cualidades aceptables para determinar la calidad dependen del sabor, aroma, color y textura, un análisis sensorial de la fruta madura es el único test verdadero y éste solo se puede realizar después que alcanza su maduración completa (Coger, 1988).

Un análisis sensorial es el mejor método, pero es costoso y tardado porque hay que esperar ciertos días para que el fruto suavice (Lee, 1981). Por esto es necesario un test objetivo que esté altamente correlacionado con el sabor deseable por el consumidor (Coger, 1988).

La determinación de un estándar mínimo de madurez es económicamente importante debido a que el precio de la fruta es mayor al principio de la temporada de cosecha. Los productores están ansiosos de aprovechar el buen mercado, pero los consumidores se decepcionan cuando entra al mercado fruto inmaduro, que a largo plazo es una desventaja para el productor. Muchos estándares de madurez dependen de la medida en que cambia la concentración de un componente de la fruta, ya sea que incremente o disminuya y como esta correlacionado con el sabor de la fruta de aguacate. Estas tendencias permiten al productor predecir el tiempo en que su fruto estará maduro (Young y Lee, 1978).

G. Índices de madurez

Para cosechar los frutos de aguacate para su comercialización es necesario determinar el punto de la maduración comercial, que es el momento aconsejable para su comercialización y consumo. La cosecha o recolección se puede determinar correctamente mediante la aplicación de diferentes índices, estos pueden ser de dos tipos: índice subjetivo y objetivo.

1. Índices subjetivos. Entre los índices subjetivos se encuentran el tamaño y forma de frutos, color interno del mesocarpio, desarrollo de la zona de abscisión, días transcurridos de floración a cosecha, dureza del fruto fresco, entre otros.

a. Peso, diámetro y longitud. Los cultivares con calibres de mayor demanda se encuentran entre los 200 y 300 g (Bontemps, S.F). Los aguacates más grandes de cualquier variedad tienen mayor sabor que los frutos pequeños. Pero, la calidad no está relacionada directamente con los frutos más grandes. Se demostró frecuentemente que aguacates grandes a muy grandes de una maduración tardía no completaban su proceso de maduración cuando se colectaban muy temprano (Harding, 1954).

Puede existir una variación en tamaño entre frutos del mismo cultivar debido a las diferentes prácticas culturales, rendimientos, precipitación, y factores climáticos. El fruto más grande tiene mejor sabor que un fruto pequeño probado al principio de la temporada de cosecha, pero mientras la temporada progresa, las diferencias entre frutos pequeños y grandes se vuelve menos pronunciado (Coger, 1988).

b. Color. Cuando los aguacates están maduros, la piel pierde brillo y se vuelve opaca y se incrementa la rugosidad de su superficie. Las variedades que se vuelven negras al madurar pueden presentar esta coloración parcialmente cuando están en el árbol (Bergh *et al.*, 1989).

La piel del aguacate Hass cambia de un color verde a morado oscuro cuando la fruta madura. Este cambio de color es un importante indicador del grado de maduración para la industria y los consumidores y se observa como una disminución en L, croma y matiz.

En un estudio en México, se utilizó el colorímetro HunterLab para medir los colores del exocarpio. Se pudo establecer que, aun cuando la tendencia no es definitiva, los frutos que presentaron una coloración más tenue, tuvieron asimismo un menor peso seco. Se debe resaltar que esto no es sinónimo de una menor madurez e inclusive, inferir que los frutos no alcanzaron su madurez fisiológica, ya que esta característica es específica dentro de cultivares, zona de producción, o de la ubicación del fruto en el árbol (Bontemps, S.F).

2. Índices objetivos. Entre lo índices objetivos se encuentra la firmeza del mesocarpio (utilizando penetrómetro), contenido de aceite (por método químico soflex y centrifugación), respiración o producción de CO₂, entre otros (Morales *et al.*, 2000).

a. Porcentaje de aceite. Una de las características más sobresalientes del fruto de aguacate es que su aceite es tan rico que la fruta ha sido denominada “mantequilla de pobre”. Se mostró que el contenido de aceite incrementó rápidamente con la maduración de la fruta de ocho variedades de aguacate. Por esto se firmó un acuerdo sobre la estandarización del aguacate en California (Chase, 1920-1921).

Se declaró que un fruto legalmente maduro es aquel que alcanzaba un 8% de contenido de aceite por peso. Lo único es que esta estandarización no se basó en pruebas sensoriales formales y existían grandes diferencias en el contenido de aceite entre variedades. Se encontró que todas las variedades de California pasaban el 8% de contenido de aceite antes que alcanzaran la madurez. También identificó el porcentaje de aceite para las diferentes variedades al punto en que cada una alcanzaba un buen sabor y se concluyó que la estandarización era muy baja para muchas variedades (Hodgkin, 1939). Muchos investigadores recalcaron que el porcentaje de contenido de aceite varía extensamente de fruta a fruta, entre estados de desarrollo, y entre variedades. Esta variación era la característica más desconcertante para usar contenido de aceite como un

índice de madurez. Se encontró que el porcentaje de aceite incrementa con la madurez, mientras que el porcentaje de agua disminuía (Lee, 1981) y que mientras más aceite contenía un fruto, mejor resultaban las pruebas sensoriales (Hodgkin, 1939).

b. Porcentaje de peso seco. Debido a que la madurez basada en 8% de aceite nunca fue satisfactoria porque el contenido de aceite con un sabor aceptable varía entre cultivares se decidió analizar el peso seco de los aguacates (Lee, 1981).

Se notó que el porcentaje de peso seco del fruto del aguacate incrementa con la madurez (Haas, 1937). Recientemente, en New South Wales, Australia, encontraron una estrecha relación entre contenido de aceite y peso seco y sugirieron un valor mínimo estandarizado de madurez de 21% de peso seco. El incremento de peso seco durante el desarrollo se debe primordialmente al aceite. Se llevo a cabo un análisis de regresión de todos los datos del fruto Hass en Escondido, California y se encontró una alta coeficiente de correlación indicando que existe una relación cercana entre peso seco y contenido de aceite. Debido a que existe una relación muy cercana entre el porcentaje de peso seco y porcentaje de contenido de aceite, el porcentaje de peso seco puede ser utilizado como un índice de porcentaje de aceite y de maduración (Morris y O´Brien, 1980).

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Realizar una caracterización física del aguacate para determinar el punto óptimo de cosecha y calidad en el campo.

B. Objetivos específicos

1. Determinar la relación que existe entre los muestreos, el tipo de aguacate y las variables a medir.
2. Realizar una correlación entre los atributos físicos del aguacate y el atributo físico interno.
3. Estandarizar la producción de aguacates de acuerdo a las variables de peso, longitud, diámetro y % de peso seco.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Localidad

El estudio fue realizado en dos fincas en Guatemala, “El Boquerón”, localizada en el municipio de Santa Lucia Milpas Altas, departamento Sacatepéquez, y “El Rosario” en el municipio San Pedro Sacatepéquez, departamento de Guatemala. Las mediciones fueron realizadas en el laboratorio de Ingeniería Agrícola e Ingeniería en Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala.

B. Selección de la muestra

El criterio de selección de la muestra en la finca “El Boquerón” fue por tamaño y grado de madurez. Se separó la cosecha en cuatro tipos de aguacates. Los primeros tres tipos se seleccionaron por tamaño y el último tipo por grado de madurez. Después de separada la muestra, se seleccionaron al azar 20 aguacates de cada tipo, dando un total de 80 aguacates. Se les denominó a los aguacates más pequeños tipo “Chibola”, a los más grandes tipo “Jumbo”, a los aguacates de tamaño promedio tipo “Verde Estándar” y el último tipo con las mismas características de tamaño que el “Verde Estándar” con la diferencia que la coloración era más oscura, se le denominó tipo “Estándar Maduro” (Fig. 1).

Fig. 1. Selección de muestras en la finca “El Boquerón” con el tipo “Chibola” en el extremo superior y el tipo “Estándar Maduro” en el extremo inferior.



En la finca “El Rosario” el criterio de selección de la muestra fue por grado de madurez. Debido a que la cosecha era uniforme, y todos los aguacates están del mismo color y tamaño, se decidió coleccionar la muestra en el campo. Se seleccionaron 20 aguacates de cada tipo, dando un total de 80 aguacates. Se les denominó a los aguacates de acuerdo a la coloración que presentaban en el campo. Al primer tipo se le denominó “Inmaduro Brillante”, al segundo “Verde”, al tercero “Verde con franja morada” y al último tipo “80% Negro”.

C. Mediciones

En ambas fincas se coleccionaron 5 aguacates de cada tipo, formando un total de 20 aguacates. Cada muestra de 20 aguacates representó un muestreo. Cada muestreo fue realizado cada 4 días, así sucesivamente hasta finalizar con el cuarto muestreo. En cada muestreo se realizaron las mediciones de los atributos físicos externos: peso, longitud, diámetro, dureza y color, así como el atributo físico interno: % peso seco. Las mediciones de peso, diámetro, longitud y dureza se realizaron antes de medir el color. La medición del peso se hizo con una balanza digital y la medición de la longitud y diámetro, con un vernier (Fig. 2, 3 y 4).

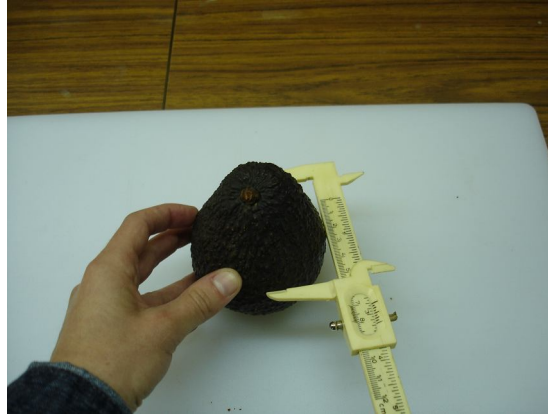
Fig. 2. Balanza digital utilizada para medir el peso fresco de los aguacates.



Fig.3. Vernier utilizado para medir la longitud de los aguacates.



Fig. 4. Vernier utilizado para medir el diámetro de los aguacates.



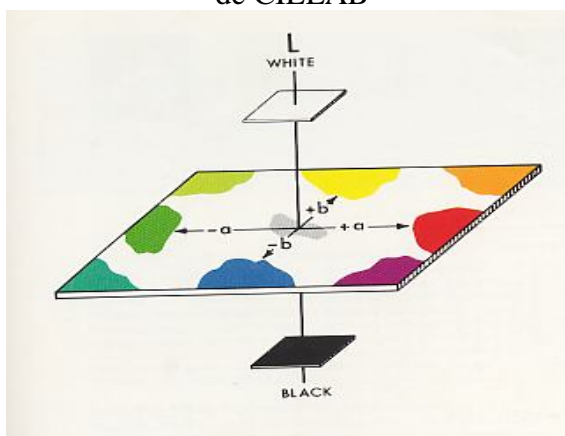
La medición de la dureza se llevó a cabo con un penetrómetro marca Precision (Scientific Petroleum Instruments, 2777 Washington BLVD. Bellwood, IL 60104 Penetrometer 1/10 millimeter divisions). Los valores del penetrómetro se representan en milímetros que logra la aguja introducirse en la superficie del aguacate (Fig. 5).

Fig.5. Penetrómetro utilizado para medir dureza



Para la medición del color se utilizó el sistema de color CIELAB. El principio de este sistema es que en algún lugar entre el ojo y el cerebro, las señales de los receptores en los ojos, se codifican en señales brillante-oscuro, rojo-verdes y amarillo-azules. El argumento es que el color no puede ser rojo o verde al mismo tiempo, o azul y amarillo al mismo tiempo, pero sí puede ser ambos colores rojo y amarillo como un color anaranjado, o azul y rojo como un color morado. Qué tan rojizo o verdoso se vea algo, puede expresarse en un número usualmente llamado “a”. Similarmente, qué tan amarillo o azul es algo se puede expresar por la coordenada “b”. La tercera coordenada describe el brillo del color y se llama “L” (Billmeyer, 1981) (Fig. 6).

Fig 6. Coordenadas $L^*a^*b^*$ en el diagrama de color de CIELAB



Se utilizó un colorímetro HunterLab Color Standard (Hunter Associates Laboratory, Inc. Reston, Virginia 22090 USA. Las placas para estandarizar el equipo fueron el Standard No. C6629 5/99 X 80.29, Y 85.18 y Z 90.90, y el Standard No. C66296 5/99 X 48.50, Y 51.68 y Z 56.33. Las mediciones se representan en valores L^* a^* y b^* (Fig. 7).

Fig. 7. Colorímetro utilizado para medir las propiedades del color de los aguacates



La medición de peso seco se realizó cortando cada aguacate en cuartetos. De cada cuarteto se obtuvo muestras con un pelador de papa, para formar al final 10 gr de pulpa de cada aguacate (Fig. 8). Después de obtener muestras de los aguacates se colocó en una caja Petri, pesada previamente, se introdujo en un horno a 50 °C (Fig. 9). Después de cuatro días se volvió a pesar la muestra y se obtuvo la diferencia de peso total y peso seco, luego dividido por la muestra inicial multiplicado por 100, resultó en el porcentaje de peso seco.

Fig.8. Muestra de cuartetos de aguacate realizados con un pelador de papas



Fig.9. Horno donde se secaron las muestras



D. Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de varianzas completamente al azar (ANOVA) de una sola vía para las variables de peso, longitud, y diámetro para determinar la estandarización de la producción en la Finca “El Boquerón” y la Finca “El Rosario”. Para determinar qué efecto tienen los muestreos y los tipos de aguacate en las variables peso, dureza, color, peso seco, se utilizó un ANOVA de dos vías con repeticiones. Cuando las diferencias son significativas ($F > F_{\text{crítico}}$) y ($P < 0.05$) utilizó una prueba de comparación de medias de Tuckey para definir qué tratamientos son los diferentes.

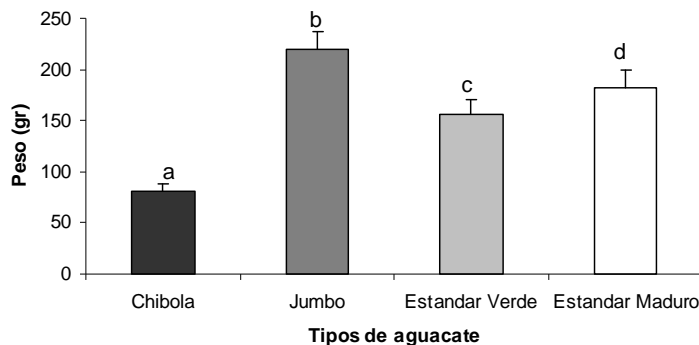
Se hizo una correlación entre las variables peso, longitud, diámetro, color y dureza con la variable peso seco para determinar si existe un atributo físico externo que esté relacionado directamente o indirectamente con el porcentaje de peso seco.

V. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A. Peso

En la finca “El Boquerón” se presentaron diferencias significativas en el peso de los aguacates. Todos los aguacates fueron significativamente diferentes entre sí ($p < 0.001$) (Fig. 1).

Fig.10. Peso fresco de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan las medias \pm desviación estándar.

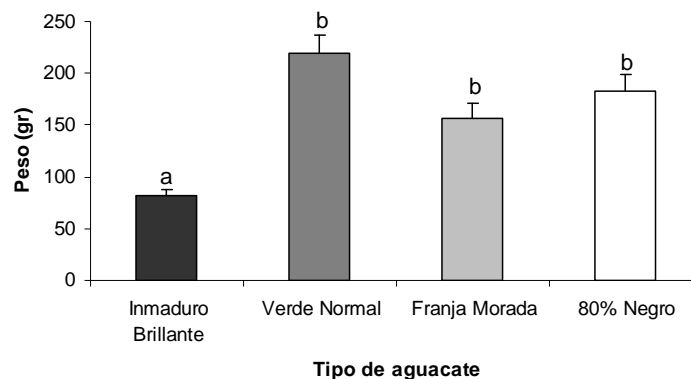


La variable peso fresco es diferente entre muestreos ($p < 0.01$), entre tipos de aguacate ($p < 0.001$). No existe una relación entre muestreos y tipo de aguacate. No existe una correlación entre el peso fresco de los diferentes tipos de aguacate con su % de peso seco.

En la finca “El Rosario” existen diferencias significativas en el peso de los aguacates inmaduros brillantes con respecto a los aguacates verdes, con franja morada y 80% negros (Fig.2.). El peso de los aguacates es diferente entre muestreos ($p < 0.001$) y existe una interacción entre muestreos y tipo de aguacate.

Existe una correlación marginal entre el peso fresco y el peso seco ($R^2 = 0.65$).

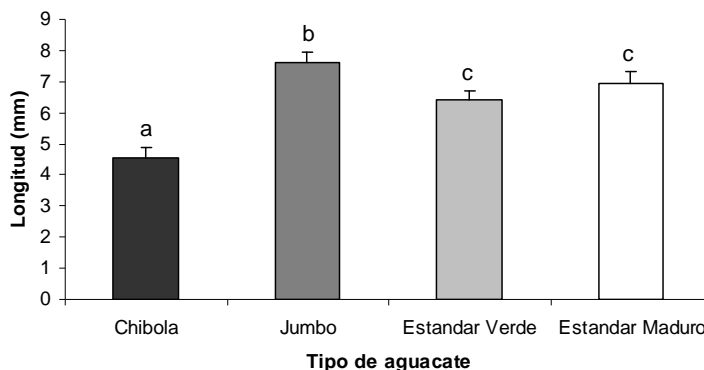
Fig.11. Peso fresco de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar.



B. Longitud

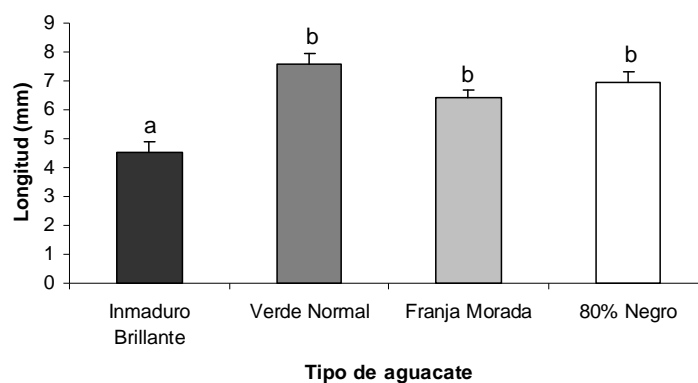
En la finca “El Boquerón” se encontraron diferencias significativas en la longitud entre los diferentes tipos de aguacates ($p < 0.001$). No hay diferencias significativas entre los aguacates “Verde Estándar” y “Estándar Maduro” (Fig.3.). No existe una correlación entre la longitud y porcentaje peso seco.

Fig.12. Longitud de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar.



En la finca “El Rosario” se encontraron diferencias significativas en la variable longitud entre los aguacates “Inmaduros Brillantes” y el resto de aguacates ($p < 0.001$) (Fig.4.). Existe una correlación marginal entre la longitud y el % peso seco del aguacate ($R^2 = 0.70$).

Fig.13. Longitud de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar.

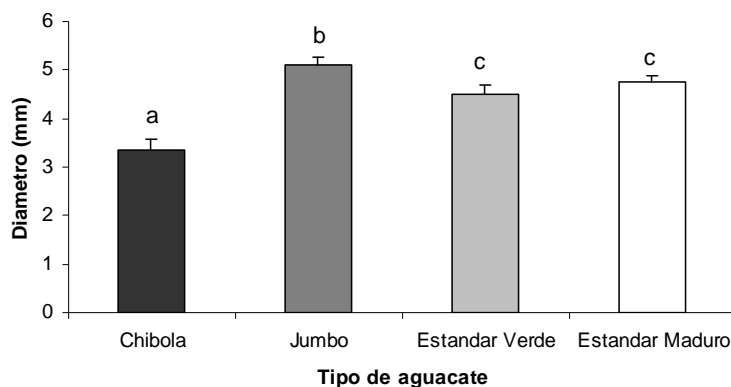


C. Diámetro

En la finca “El Boquerón” existen diferencias significativas entre los tipos de aguacate ($p < 0.001$). No hay diferencias significativas entre los aguacates tipo “Verde Estándar” y “Maduro Estándar” (Fig.5).

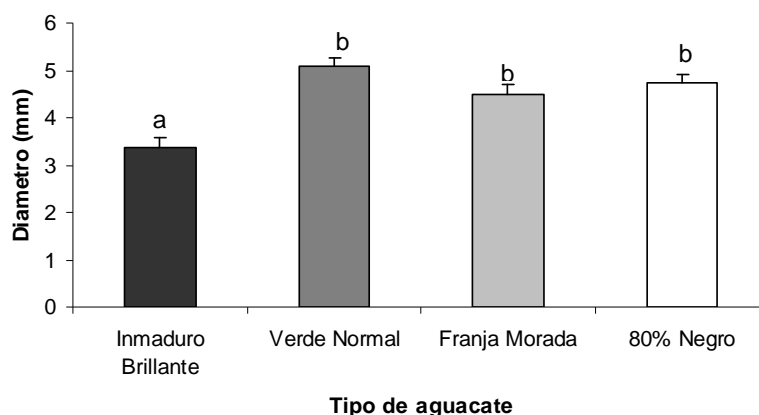
No existe correlación entre el diámetro y peso seco de los diferentes tipos de aguacate.

Fig.14. Diámetro de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar.



En la finca “El Rosario” se encontraron diferencias significativas en el diámetro de los aguacates ($p < 0.001$). El aguacate inmaduro brillante fue significativamente diferente al resto de aguacates (Fig.6.). Existe una correlación marginal entre el diámetro y el peso seco de los aguacates ($R^2 = 0.67$).

Fig.15. Diámetro de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar.



D. Dureza

En la finca “El Boquerón” se pudo observar diferencias significativas entre los muestreos ($p < 0.001$). Existen diferencias significativas entre los aguacates, siendo el aguacate “Jumbo” diferente del resto de aguacates (Fig. 7.). No existe correlación entre la dureza y el peso seco del aguacate. Se pudo observar que existe diferencia en la dureza durante los muestreos.

En la finca “El Rosario” existen diferencias significativas entre los muestreos ($p < 0.001$), entre los diferentes tipos de aguacates ($p < 0.001$) y existe una interacción entre los muestreos y tipo de aguacate ($p < 0.01$). Los aguacates “Verde Maduro” y “80% Negro” no presentaron diferencias significativas (Fig. 8.).

No existe una correlación entre dureza y peso seco del aguacate.

Fig.16. Dureza de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar.

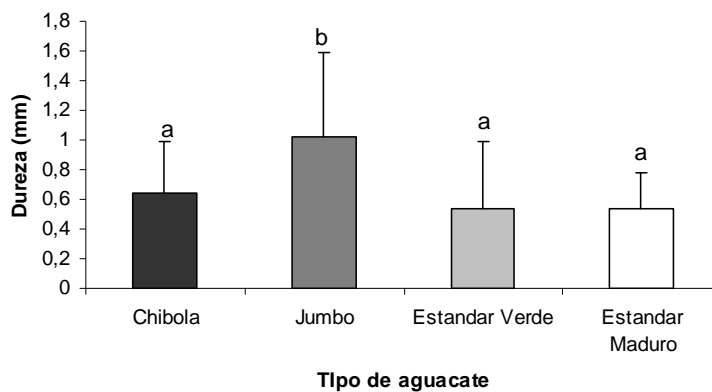
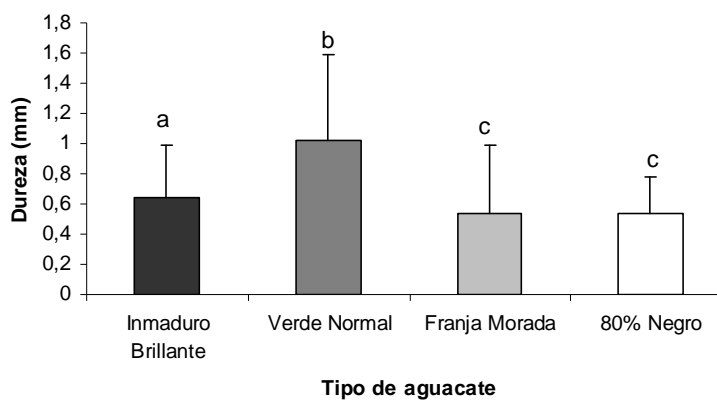


Fig.17. Dureza de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar.



E. Color

1. Valor L, a y b. En la finca “El Boquerón” se encontraron diferencias significativas en el valor L entre muestreos ($p < 0.001$), entre los diferentes tipos de aguacate ($p < 0.001$) y existe una interacción entre el tipo de aguacate y los muestreos ($p < 0.05$) (Cuadro 1).

Se encontraron diferencias significativas en el valor a entre los muestreos ($p < 0.001$), entre los diferentes tipos de aguacates ($p < 0.01$) y existe una interacción entre los muestreos y tipo de aguacate ($p < 0.001$) (Cuadro 1). Se encontraron diferencias significativas en el valor b entre los muestreos, entre los diferentes tipos de aguacate y existe una interacción entre los muestreos y tipos de aguacate ($p < 0.001$) (Cuadro 1). No se encontró correlación entre los valores L, a, b y el peso seco de los diferentes tipos de aguacates.

Cuadro 1. Propiedades del color de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Boquerón”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar.

Tipo	Propiedades del color					
	L	SD	a*	SD	b*	SD
Chibola	20.82	3.08	4.02	1.25	4.87	2.52
Jumbo	25.12	8.42	3.76	5.50	3.64	5.14
Estandar Verde	28.21	2.96	5.42	1.87	8.99	2.14
Estandar Maduro	23.68	2.32	2.37	1.47	3.69	0.83

En la finca “El Rosario” se encontraron diferencias significativas en el valor L entre muestreos, tipos de aguacate y existe interacción entre muestreos y tipos de aguacate ($p < 0.001$) (Cuadro 2). Se encontraron diferencias significativas en el valor a entre muestreos ($p < 0.001$), entre tipos de aguacates ($p < 0.01$) y existe una interacción entre muestreos y tipos de aguacates (Cuadro 2). Se encontraron diferencias significativas en el valor b entre los muestreos, entre tipos de aguacate y existe interacción entre muestreos y tipos de aguacate ($p < 0.001$) (Cuadro 2). No existe correlación entre los valores L, a, b y el peso seco de los aguacates.

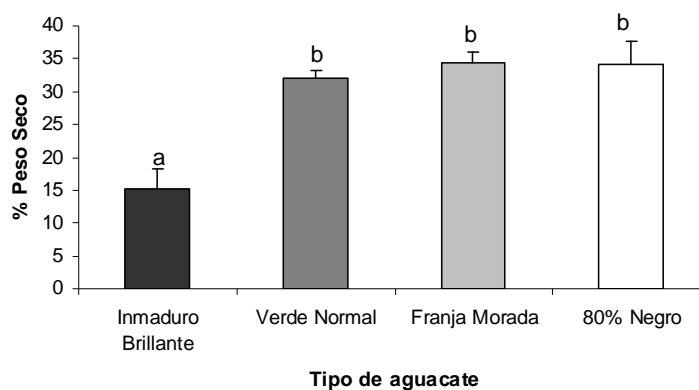
F. Peso Seco

En la finca “El Boquerón” no se presentaron diferencias significativas entre los muestreos, tipos de aguacate y no existe una interacción muestreo y tipo de aguacate. En la finca “El Rosario” se encontraron diferencias significativas entre los aguacates “Inmaduro Brillante” y el resto de aguacates ($p < 0.001$) (Fig. 9.). Existe una diferencia significativa entre muestreos y existe una interacción entre muestreo y tipo de aguacate ($p < 0.001$).

Cuadro 2. Propiedades del color de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar.

Tipo	Propiedades del color					
	L	SD	a*	SD	b*	SD
Inmaduro Brillante	11.79	6.13	4.92	4.12	1.93	3.52
Verde Normal	14.93	6.90	2.44	5.78	2.13	2.28
Franja Morada	20.11	9.51	5.96	1.94	6.36	6.91
80% Negro	14.66	6.15	3.28	3.51	1.98	2.86

Fig.18. % Peso seco de los diferentes tipos de aguacates cosechados en la finca “El Rosario”, Sacatepéquez, Guatemala. Las barras en el gráfico representan medias \pm desviación estándar



VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La variable peso fresco presentó diferencias significativas en ambas fincas. Esto fue provocado por el tipo de muestreo que se realizó. En la finca “El Boquerón” la diferencia fue provocada por el aguacate tipo “Chibola”. Este aguacate, aunque su maduración fue similar que el resto de aguacates y tenga el porcentaje de peso seco ideal, no llena los requerimientos de peso necesarios para exportación. La misma situación se presentó con las variables longitud y diámetro. En la finca “El Rosario”, el aguacate tipo “Inmaduro Brillante” fue diferente al resto de aguacates ya que al no haber alcanzado su madurez fisiológica, su peso fue inferior al resto de aguacates.

Se pudo observar que el peso de los aguacates varió durante los muestreos. Esto era de esperarse ya que conforme el aguacate alcanza su punto de maduración, sufren ciertos cambios metabólicos que sustituyen el agua por aceite. Los aguacates que se colectaron verdes presentaron un cambio más evidente que aquellos aguacates que se colectaron maduros.

La variable dureza mostró valores muy similares en todos los tipos de aguacate de la finca “El Boquerón”. Esto se debe al criterio de selección de la muestra, lo que permitió que la mayoría de aguacates presentaran una dureza similar. Se esperaba que el aguacate tipo “Estándar Verde”, se comportara diferente a los demás aguacates pero no hubo diferencia estadística entre los tipos de aguacate. En la finca “El Rosario”, el tipo “80% Negro, presento una dureza diferente a los demás aguacates ya que en los primeros muestreos, la suavidad era mayor que en los demás tipos, pero luego, después del tercer muestreo se equilibraron los valores con el resto de aguacates. En el tercer muestreo, el aguacate tipo “80% Negro”, fue difícil manipularlo para realizar las mediciones debido a su falta de dureza por excesiva maduración.

En la finca “El Boquerón”, el aguacate tipo “Verde Estándar” fue el único diferente al aguacate tipo “Chibola”. La explicación a estos resultados es que el aguacate “Verde Estándar” todavía tenía brillo en ciertas partes de la cáscara y en otras partes era opaco. El aguacate tipo “Chibola” estaba a una madurez parecido a los tipos de aguacate “Jumbo” y “Estándar Maduro”. En la finca “El Rosario” todos los aguacates perdieron

su brillo de igual manera, aunque la maduración fue temprana para el aguacate “80% Negro”.

El valor a muestra que los aguacates de la finca “El Boquerón” presentaban un color verdoso. Luego al examinar el valor b tenían un color azul. Al mezclar estos colores de acuerdo al diagrama de CIELAB, se pudo observar que el color correspondiente, verde oscuro, no era el color esperado. Esto pudo deberse a que se utilizaron promedios y no valores exactos. Los aguacates no eran uniformes, tenían partes oscuras y partes muy claras y al medir y al llevar a cabo los promedios, el valor se ubico en un punto intermedio que puede estar muy lejos del color real. En la finca “El Rosario”, el valor a se presentó como un color verdoso, igual que en la finca “El Boquerón”, pero el valor b se inclinó por un color amarillo en algunos tipos, como el “Inmaduro Brillante” y el “Verde”. El color azul se presentó en los tipos “Franja Morada” y “80% Negro”. Al mezclar los colores según el diagrama de CIELAB, se forma un color verde claro para el tipo “Inmaduro Brillante” y “Verde” y un color verde oscuro para los aguacates “Franja Morada” y “80% Negro”.

No se encontró diferencias significativas en la finca “El Boquerón”. Esto era de esperarse debido a que los aguacates se colectaron cuando todos alcanzaron el punto de cosecha. Los aguacates colectados provenían de una cosecha tardía para poder esperar mejor precio en el mercado. Se pudo observar un valor mínimo de 31.7% y máximo de 34.9%, lo cual difiere del valor de porcentaje de peso seco utilizado por los productores de aguacate de Michoacán, México (28%). En la finca “El Rosario” sí se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de peso seco. La diferencia la provocó el aguacate “Inmaduro Brillante”. Los valores de este tipo de aguacate se mantuvieron en un promedio de 15% de peso seco. El aguacate “Verde” fue el que más se acercó al valor utilizado por México, con un promedio de 32% de peso seco y el valor máximo fue de 34%. El aguacate “Inmaduro Brillante” no cambió su porcentaje de peso seco durante los muestreos, lo que indica que probablemente por no haber llegado a su madurez fisiológica, no pudo seguir el proceso de maduración. El resto de aguacates sí incrementó su peso seco durante los muestreos. Los productores de la finca “El Rosario” cosechan cuando el aguacate empieza a mostrar una franja morada. Con los resultados obtenidos de este estudio se pudo comprobar que los productores tienen la posibilidad de cosechar

antes, cuando el aguacate todavía está verde y aun así, lograr un porcentaje de peso seco adecuado cuando el aguacate llegue al consumidor. Esto podría representar ventajas en el precio del mercado nacional.

No se pudo encontrar una correlación entre las variables físicas externas medidas con el porcentaje de peso seco. Esto no se esperaba para las propiedades del color, ya que actualmente los productores se basan en el cambio de brillo de los aguacates para obtener un criterio de cosecha. El aguacate “Inmaduro Brillante” fue el que más apoyó la teoría de los productores de cosechar cuando pierde el aguacate pierde su brillo natural. En este estudio sí se pudo observar diferencias en el porcentaje de peso seco entre los diferentes tipos de aguacate aunque no se pudo observar que el color sea determinante para el porcentaje de peso seco.

Los resultados de este estudio reflejan que, a pesar que no se encontró un atributo físico externo que pudiera facilitar al productor determinar su punto de cosecha, el peso seco sí difiere entre estados de desarrollo del aguacate. Lo único que se conoce con certeza es que el porcentaje de peso seco debe ser alrededor de 28% para poder ofrecer al consumidor con seguridad un aguacate de buena calidad organoléptica. Probablemente los productores deberán realizar muestreos en sus fincas, de acuerdo a las condiciones de cada plantación: plan de fertilización, manejo, podas, ecología entre otros y determinar el porcentaje de peso seco adecuado a las condiciones específicas de cada finca. Por esta razón las conclusiones de este estudio no son definitivas, ya que es importante realizar este estudio al principio de la cosecha de aguacate y en diferentes localidades. Es importante crear información procedente del país y no basarse en datos de otros países productores debido a que sus condiciones son diferentes.

Si es necesario repetir este estudio en otra localidad y época de cosecha se recomienda el tipo de muestreo de la finca “El Rosario” ya que proporcionó mayor información sobre el peso seco en diferentes estados de desarrollo del aguacate.

VII. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten formular las siguientes conclusiones:

1. No es factible basarse en parámetros físicos externos del aguacate para poder determinar punto óptimo de cosecha y calidad en el campo ya que tienen poca relación con el porcentaje de peso seco, que es el índice de madurez que se utiliza para poder exportar el fruto.
2. No se encontró diferencias en la variable dureza y peso fresco durante los muestreos. Mientras el aguacate alcanzaba su punto de maduración, su suavidad era evidente. El peso cambió debido a que el porcentaje de agua inicial fue substituido por porcentaje de aceite.
3. En la finca “El Boquerón”, el aguacate tipo “Chibola”, a pesar que mostró un porcentaje de peso seco aceptable, sus características de peso fresco, longitud y diámetro no son adecuadas para exportación.
4. El aguacate “Jumbo” de la finca “El Boquerón”, obtuvo un peso aceptable para exportación.
5. La finca “El Boquerón” obtuvo porcentaje de peso seco mínimos de 31.7% y máximos de 34.9%. En la finca “El Rosario” se obtuvo porcentaje de peso seco mínimos de 15% y máximos de 34%. Esto nos indica que no podemos basarnos en el valor de 28% de peso utilizado por los mexicanos para fines de exportación.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Debido a que la colecta de aguacates como muestra se realizó en la etapa final de la cosecha, el árbol de aguacate está débil y con falta de nutrientes. Por eso es necesario realizar un estudio con el mismo objetivo colectando muestras de aguacates al inicio de la temporada de cosecha, cuando el árbol está más vigoroso.
2. Las dos fincas estaban ubicadas en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Es necesario hacer estudios con el mismo objetivo en otras áreas productoras de aguacate en el país.
3. Se recomienda utilizar el método de muestreo utilizado en la finca “El Rosario” debido a que se presenta más información sobre el punto exacto al que se puede cosechar un aguacate y aun así lograr un porcentaje de peso adecuado.
4. Se recomienda a la finca “El Boquerón” mantener un plan de fertilización adecuado para evitar obtener un porcentaje alto de aguacate “Chibola y mantener mayores porcentaje de aguacate “Jumbo” y “Estándar”.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agexpront, BCIE.2003. *Manual técnico de producción comercial de aguacate (Persea americana Mill.)*, Guatemala. 91 pags.
- Aguilera, G. M., García, L.M., y Téliz-Ortiz, D. 2000. *Importancia histórica y socioeconómica del aguacate. El aguacate y su manejo integrado*. México. Pags. 1-15.
- Barrientos-Priego, A.F y López-López, L. 2000. *Historia y genética del aguacate. El aguacate y su manejo integrado*. México. Pags 17-30.
- Borys, M.W., Barrientos-Priego, A.F, Martínez-Damian, M.T y Muñoz-Pérez, R. *Cultivares y portainjertos del aguacate. El aguacate y su manejo integrado*. México. Pags 33-51.
- Ben-Ya Azov, A and Kadman A. 1976. *Selection of avocado rootstock for saline conditions*. Acta Horticulturae. 57:189-197.
- Bergh, B., Chen, P., and Jungi, K. 1989. *Determining maturity in whole avocados*. USA. California Avocado Society. Yearbook 73:173-176.
- Billmeyer, Jr. F.W and Saltzman, M. 1981. *Principles of color technology*, 2nd Ed. USA. John Wiley & Sons, Inc. 240 pags.
- Bontemps, C., Jacques, F., López-López, Meza-Joel, L., y Meza-Joel, R. *Evaluación de la calidad mediante atributos de apariencia de frutos de aguacate de las selecciones Aries y Ariete*. México. Sin fecha.
- Cox, K.A., McGhie, K.T, White, A., and Woolf, A.B.2004. *Skin colour and pigment changes during ripening of "Hass" avocado fruit*. USA. Postharvest biology and technology. 31:287-294.
- Coger, J.P., and Cutting, J.G. 1988. *Avocado fruit development and ripening physiology*.USA. Horticultural reviews. 10:229-229.
- FAO. 2004. *La Dirección de Estadística*. Consultado mayo del 2006. Disponible en http://www.fao.org/index_es.htm.

- Harding, P.L. 1954. *The relation of maturity to quality in Florida avocados*. USA.Proc.Fla.State Hort.Soc. 6:276-280.
- Hodgkin, G.B.1939. *Avocado standarization*. USA, California. Avocado Association.Yearbook 24:141.
- HunterLab.1996.*CIE L*a*b* Color Scale*. USA. 8(7):1-15. Disponible en http://www.hunterlab.com/appnotes/an07_96a.pdf.
- Ibar, L. 1983. *Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papaya*. Editia Mexicana, S.A. México, D.F.173 pags.
- Morales, L., Nieto, D y Valencia, M. 2000. *Enfermedades en postcosecha del aguacate. México. El aguacate y su manejo integrado*. Pags 171-177.
- Ramírez, M., Sanchez, P., Prometeo, G. 2000. *Fertilización y nutrición del aguacatero. El aguacate y su manejo integrado*. Pags 101-112.
- Seung-Koo, L. 1981. *A review and background of the avocado maturity standard*.
- Seung-Koo, L and Young, R. 1978. *Avocado fruit maturity*. USA. California Avocado Society yearbook. 62:51-57.