

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS CARRERA INGENIERÍA
AGRONÓMICA



**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ACEITE DE CUATRO
VARIEDADES DE AGUACATE (*Persea americana*) EN EL SECTOR LAS
VIÑAS**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACION
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

AUTOR

JONATHAN PATRICIO MEJIA PALLO

TUTOR:



**OLGUER ALFREDO
LEÓN GORDÓN**

ING. AGR. OLGUER ALFREDO LEÓN GORDON, Mg

CEVALLOS – ECUADOR

2020

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN:

FECHA



04-01-2020

Ing. Mg. Marco Pérez

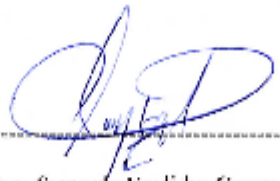
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



04-01-2021

Ing. Luis Alfredo Villacis

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



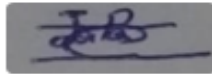
05-01-2021

Ing. Segundo Euclides Curay

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, MEJIA PALLO JONATHAN PATRICIO, portador de cédula de identidad número:1804747721-1, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ACEITE EN CUATRO VARIEDADES DE AGUACATE (*Persea americana*) EN EL SECTOR LAS VIÑAS” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mí solo responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



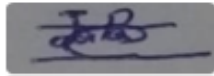
JONATHAN PATRICIO MEJIA PALLO

DERECHOS DEL AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ACEITE EN CUATRO VARIEDADES DE AGUACATE (*Persea americana*) EN EL SECTOR LAS VIÑAS” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



JONATHAN PATRICIO MEJIA PALLO

DEDICATORIA

Primeramente, darle gracias a mi señor Padre todo poderoso por darme la vida y siempre estar en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi madre, quien fue el motivo de lograr esta meta, darme siempre su apoyo incondicional en los momentos difíciles, ser el pilar en mi vida quien me acompañó en toda mi vida estudiantil con sus valiosos consejos. Gracias mami por todo eres mi orgullo por ti soy la persona que hoy en día soy.

A mi primo Daniel por formar un pilar importante en mi camino y ser mi hermano gracias por tu apoyo en mi carrera universitaria.

A mis abuelitos, por darme su cariño incondicional, su sabiduría gracias a ello he logrado ser una persona con ganas de salir adelante, y no quedarme estancado.

A toda mi familia por haber sido mi apoyo durante mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida no me queda más que decir gracias.

RESUMEN

Considerando la importancia del cultivo de aguacate (*Persea americana*) a nivel nacional y en función de su creciente producción, la obtención de aceite de aguacate surge como una alternativa de aprovechamiento del fruto con el fin de fortalecer la cadena productiva del mismo. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el porcentaje de aceite en cuatro variedades de aguacate, con dos métodos de secado (al sol y en estufa), evaluando las características físicas (densidad, viscosidad, color de aceite, sólidos solubles de la pulpa, índice de refracción) del aceite del aguacate. La toma de muestras se efectuó en la propiedad de la señora Roció Morales Sánchez, localizado en el sector Las Viñas San Alfonso, del cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. Según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se encuentra a una altitud de 2597 msnm, en las coordenadas geográficas: latitud 1°14'48" S y longitud 78°37'05" O. En la investigación se utilizó un diseño de bloques al azar DBCA, con ocho tratamientos y tres repeticiones. La metodología empleada consistió en una recolección previa de la fruta de las variedades en estudio, las cuales se sometió a ablandamiento durante cinco días, para después extraer la pulpa, colocarla según el protocolo para cada tratamiento y registrar la información de cada variable. Durante el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico Infostat, en las variables con respuestas significativas se aplicó la prueba de Tukey al (5%). El resultado de la investigación determinó como mejor tratamiento a la variedad Semil 34 con el método de secado por estufa, presentando los mejores niveles en rendimiento de pulpa, el porcentaje de aceite extraído. Concluyendo el trabajo, se comprobó que las propiedades físicas no mostraron una tendencia significativa y no presentaron diferencias estadísticamente significativas después de un análisis de varianza.

PALABRAS CLAVE: Aguacate, método de extracción, porcentaje de aceite, características físicas, variedades.

SUMMARY

Considering the importance of the cultivation of avocado (*Persea americana*) at the national level and based on its growing production, obtaining avocado oil emerges as an alternative to use the fruit in order to strengthen its production chain. The present work aimed to determine the percentage of oil in four varieties of avocado, with two drying methods (in the sun and in an oven), evaluating the physical characteristics (density, viscosity, oil color, soluble solids of the pulp, index refraction) of avocado oil. The samples were taken at the property of Mrs. Roció Morales Sánchez, located in the Las Viñas San Alfonso sector, of the Ambato canton, Tungurahua Province. According to the Global Positioning System (GPS) it is located at an altitude of 2597 meters above sea level, in the geographical coordinates: latitude $1^{\circ} 14' 48''$ S and longitude $78^{\circ} 37' 05''$ W. In the investigation a block design was used randomized DBCA, with eight treatments and three repetitions. The methodology used consisted of a previous collection of the fruit of the varieties under study, which were subjected to softening for five days, to later extract the pulp, place it according to the protocol for each treatment and record the information of each variable. During data processing, the Infostat statistical program was used, in the variables with significant responses, the Tukey test was applied to (5%). The result of the investigation determined as the best treatment to the variety Semil 34 with the oven drying method, presenting the best levels of pulp yield, the percentage of extracted oil. Concluding the work, it was found that the physical properties did not show a significant trend and did not present statistically significant differences after an analysis of variance.

KEY WORDS: Avocado, extraction method, oil percentage, physical characteristics, varieties.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	5
INDICE DE FIGURAS	6
CAPITULO I.....	7
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO II.....	9
MARCO TEORICO	9
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	9
2.2 CATEGORIAS FUNDAMENTALES.....	11
2.2.1. Importancia del cultivo de aguacate (<i>Persea americana</i>)	11
2.2.2. Origen	11
2.2.3. Clasificación taxonómica	12
2.2.4. Características del Aguacate.....	13
2.2.5. Métodos de extracción.....	15
2.2.6. Calidad del aceite	16
2.2.7. Consumo de aceites	16
2.2.8. Aceite de aguacate y sus beneficios.....	18
2.2.9. Razas y variedades	19
2.2.10. Aceite de aguacate	21
2.2.11. Propiedades y características del aceite de aguacate	21
2.2.12. Ácidos grasos.....	22
CAPITULO III	24
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	24
3.1. HIPÓTESIS	24
3.2. OBJETIVOS.....	24
3.2.1. Objetivo general	24

3.2.2. Objetivos específicos.....	24
CAPITULO IV	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4.1. UBICACIÓN DEL GEOGRAFICA DEL ENSAYO.....	25
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	25
4.2.1. Clima	25
4.2.2. Suelo	25
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	26
4.3.1 Equipos	26
4.3.2. Materiales	26
4.4. FACTORES DE ESTUDIO	26
4.4.1. Tratamientos	26
4.4.1.1. Factor variedades.....	26
4.4.1.2. Métodos de secado	27
4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
4.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO	28
4.6.1. Recolección de la fruta	28
4.6.2. Extracción de la pulpa	28
4.6.3. Preparación de la pulpa para secado (colocación en bandejas)	29
4.6.4. Secado de la pulpa	29
4.6.5. Presando de la pulpa y obtención de aceite	30
4.7. VARIABLES DE RESPUESTAS	30
4.7.1. Porcentaje de aceite extraído	30
4.7.2. Densidad	31
4.7.3. Color del aceite.....	31
4.7.4. Viscosidad a los 20° C y 100° C.....	32
4.7.5. Grados brix (solidos totales).....	32

4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	33
CAPITULO V	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5.1. Rendimiento de pulpa de un kilogramo de fruta	34
5.2. Solidos solubles de la pulpa	35
5.3. Rendimiento de aceite	36
5.4. Densidad (g/cm ³)	39
5.5. Índice de refracción	39
5.6. Viscosidad 20°C	40
5.7. Viscosidad a 100 °C.....	41
5.8. Color del aceite.....	43
CAPITULO VI.....	44
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	44
6.1. CONCLUSIONES.....	44
6.2. BIBLIOGRAFÍA.....	46
6.3. ANEXOS.....	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de varianza para rendimiento de pulpa por kilogramo de fruta	34
Tabla 2. Distribución de medias para la variable rendimiento de pulpa de cada kilogramo de fruta fresca, por variedad	34
Tabla 3. Análisis de varianza para solidos solubles de la pulpa	35
Tabla 4. Análisis de varianza para el rendimiento de aceite.....	36
Tabla 5. Distribución de medias para la variable rendimiento de aceite de cada kilogramo de fruta fresca, por variedad	37
Tabla 6. Distribución de medias para la variable rendimiento de aceite de cada kilogramo de fruta fresca, en la interacción métodos por variedad.	38
Tabla 7. Análisis de varianza para la respuesta densidad.	39
Tabla 8. Análisis de varianza para el índice de refracción	40
Tabla 9. Análisis de varianza de viscosidad de aceite a 20 °C.	40
Tabla 10. Análisis de varianza de viscosidad de aceite a 100 °C.	41
Tabla 11. Distribución de medias para la variable viscosidad de aceite a 100°C para variedad	41
Tabla 12. Distribución de medias para la variable viscosidad de aceite a 100°C en la interacción métodos por variedad.	42
Tabla 13. Color de aceite de aguacate	43

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de la pulpa de aguacate	8
Cuadro 2. Clasificación taxonómica del aguacate	12
Cuadro 3. Composición de ácidos grasos (%p/p) para el aceite de aguacate	15
Cuadro 4. Comparación Porcentual del aguacate con otros alimentos	17
Cuadro 5. Características de las hojas, frutos, semillas y flores de las razas del aguacate Mexicano, Guatemalteco y Antillano.....	17
Cuadro 6. Composición de aminoácidos en 100g de aguacate	18
Cuadro 7. Características fisicoquímicas del aceite de aguacate	22
Cuadro 8. Composición de ácidos grasos del aceite de aguacate	23
Cuadro 9. Tratamientos en estudio	27

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición general de la pulpa de aguacate	12
Figura 2. Esquema de la prensa cilindro con agujeros utilizada para la extracción de aceites vegetales comestibles	30

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana*) en la actualidad se ha convertido en uno de los frutos más apetecidos, lo cual conlleva una mayor competitividad y productividad en la producción de éste. Por eso se buscan procesos agroindustriales capaces de dar alternativas eficaces para su mejor aprovechamiento, la de mayor interés es la extracción de aceite mediante la técnica de prensado así aprovecharemos toda la fruta y con lo cual lleva al objetivo de no desperdiciar nada (Expreso 2018).

La fruta de aguacate es muy codiciada en el mercado internacional por su consistencia, sabor, valor nutritivo también en procesos farmacéuticos y agroindustriales; con los avances tecnológicos en la cadena productiva del aguacate *no* están efectivamente divulgados a los productores (ASOAGUACATE 2009).

El aguacate tiene una singularidad importante, tiene componentes nutricionales esenciales y al pasar los años se ha ido convirtiendo uno de los frutos más consumidos a nivel nacional, por eso una alternativa factible es la extracción del aceite así se puede determinar un mejor camino para su consumo y económicamente el agricultor tendrá mayor ventaja de aprovechar todo su producto (Palacios 2010). Durante mucho tiempo se ha comprobado que el aguacate no asumió un rol importante debido a su desconocimiento de sus beneficios nutricionales y propiedades fisicoquímicas lo que ha contribuido a que no posea una importancia en el sistema agroalimentario (Masaquiza 2010).

En la pulpa de aguacate el aceite forma una emulsión con el contacto del agua, y para retirar es necesario el agua evaporar. El agua es evaporada en un breve tiempo por distintos métodos de evaporación, la cual que consiste en transferir calor hacia la pulpa por convección (Condori 2016). Los aceites de aguacate tienen un alto contenido de

ácido oleico, 53,25% en el aceite y 10,11 mg de vitamina E/ 100g de aceite, lo que le da al aceite una característica potencialmente funcional, esto dependerá del método de extracción utilizado (Yepes et al. 2017).

Mediante la determinación del porcentaje del aceite de las cuatro variedades de aguacate se podrá medir el porcentaje de aceite de cada una de las variedades también se conocerá el mejor método de secado, conociendo la calidad de aceite extraído y también su contenido de ácidos grasos.

Cuadro 1. Composición nutricional de la pulpa de aguacate variedad hass (*Persea americana Mill*).

AGUA	70%
PROTEINAS	2.3%
LIPIDOS	22%
HIDRATOS DE CARBONO	6%
VITAMINA B1	0,09mg/100gr
VITAMINAB2	0,12mg/100gr
VITAMINA B6	0,5mg/100gr
FIBRA	1,6gr
ACIDO FOLICO	32,00ug
COLORO	10mg
AZUFRE	25mg
COBRE	0,35mg
NIACINA	1,6mg
ACEITES POLINSATURADOS	17gr
ACIDO PANTOTENICO	1mg

(Ocha 2002).

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Castañeda et al. (2015). En su investigación evalúan los aceites de aguacate Hass y criollo antes y después de un proceso de freído (250° C, 2 min) teniendo como indicador los medidores de calidad de aceite de oliva; como variables: compuestos orgánicos por CG/EM, presencia de residuos trans por espectrometría infrarroja y color por colorímetro triestímulo. Finalmente se concluyó que el aceite del aguacate criollo (P. Americana Mill. var. Drymifolia) es de una calidad casi idéntica al aguacate Hass y con esto se podría variar su uso en el mercado, también disminuir los desperdicios del fruto.

Serpa et al. (2014). Mencionan que la obtención de aceite de la variedad de aguacate “Hass” (*Persea americana* Mill), surgió como una opción de aprovechamiento del fruto con el objetivo primordial de fortificar la cadena productiva y así contrarrestar pérdidas de los productores a causa de la sobre producción. En esta investigación se evalúa la extracción de aceite mediante el presado en frío a 2 presiones de trabajo (2000PSI y 2500PSI), se llevó a cabo un proceso de deshidratación por liofilización previamente, con el objetivo de determinar la influencia del periodo de congelación en 4 propiedades del aceite como lo son: densidad, índice de saponificación, índice de refracción e índice de acidez.

Salto Santana y Vallejo Torres (2013). Este estudio tuvo como objetivo de caracterizar física, química y sensorial de los aceites de aguacate *Persea americana* Mill y las variedades Hass, Santana y Choquete conseguidos por los métodos de extracción Soxhlet, girando y presionando. En la etapa inicial se hizo en el laboratorio para extraer el aceite como pruebas preliminares, como siguiente paso el aceite de

aguacate se consiguió de acuerdo con el esquema de diseño experimental, el cual consistía en trabajar con tres variedades de aguacate, tres métodos de extracción con 3 repeticiones para obtener los resultados requeridos.

Duque et al. (2012). En esta investigación tuvo como objetivo la extracción del aceite de aguacate, y medir la calidad del mismo por dos métodos distintos: método convencional y método de fluido supercrítico. El primer método se realizó por liofilización a - 25 °C, 0,05 mbar con una velocidad de 0,04 °C/min; mientras tanto el segundo por secado convectivo a 45 °C y, por último, secado al sol vigilado a una temperatura en el interior por debajo de 45°C, hasta que la humedad del producto alcanzará el 10%. Después, se extrajo el aceite por fluido supercrítico a 25 MPa, 313K, prensado en frío y soxhlet. La extracción por fluido supercrítico es la técnica más recomendada para la producción de aceite de aguacate, que alcanzo el óptimo rendimiento.

Salgado et al. (2012). En esta investigación obtuvieron aceite de aguacate variedad Hass cultivado en Colombia, efectuando un tratamiento enzimático. Cada extracción enzimática se lo realizo con tres complejos diferentes: Novozym, Pectinex y Ultrazym, también con tres niveles de concentración enzima (150, 200 y 250 ml/t. de mezcla) para la determinación del aceite extraído. El mejor método fue con la enzima pectinex a una concentración de 200 ml de enzima, cual se obtuvo un rendimiento de extracción de aceite del 60% en el estado de madurez.

Galarza (1977). Señala que para la extracción del aceite de aguacate no se debe sobrepasar la temperatura de 77 °C y un tiempo de 3 horas, conjuntamente para llevar a cabo el proceso de extracción del aceite del fruto tiene que ser óptimamente secado hasta obtener la humedad optima de 6 %. Además, sugiere que el aceite de aguacate muy noble y fino que podrá ser utilizado para la alimentación humana, en conclusión, el método de extracción más efectivo fue el por solventes con hexano.

2.2 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Importancia del cultivo de aguacate (*Persea americana*)

El aguacate al pasar los años ha dejado de ser un cultivo habitual o tradicional, para transformarse en un producto gran importancia internacional para la exportación. El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (Iniap) ha ayudado a los productores de manera muy eficaz para el mejoramiento de variedades de aguacate existentes en el país, colectivamente con variedad Hass en su expansión de fronteras, la cual es altamente preferida en mercados de alta gama en el mundo (INIAP 2020). Por sus características comerciales (alto rendimiento, delicioso sabor, y oferta por casi todo el año) tiene un lugar primordial dentro de los productos ecuatorianos no tradicionales con rangos altamente privilegiados para la exportación (Coello 2015).

2.2.2. Origen

Históricamente el origen del aguacate tuvo lugar en las localidades altas del centro y este de México y localidades altas de Guatemala. Esta región está comprendida en lo que se lo identifica como Mesoamérica y también es apreciada como el área donde tuvo lugar a la domesticación del mismo. El aguacate fue introducido por españoles a varias partes del mundo como Europa y Sudamérica en la época colonial. El consumo de aguacate fue en ascenso a finales del siglo XIX y principios del XX, también en la producción de plantas de las razas mexicanas y antillana respectivamente. Inmediatamente con el acogimiento de técnicas de propagación más eficaces como el injerto y con el descubrimiento del aguacate “Fuerte “comenzó la etapa tener de las primeras huertas (Barrientos y López 2000).

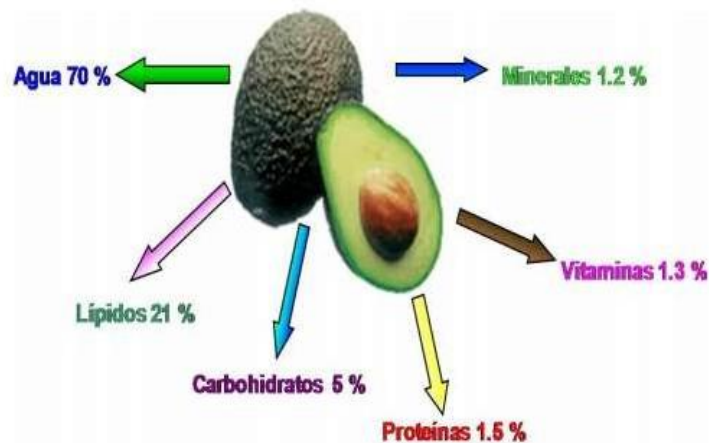
2.2.3. Clasificación taxonómica

Cuadro 2. Clasificación taxonómica del aguacate

Reino	Vegetal
División	Spermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Dipétala
Orden	Ranales
Familia	Laurácea
Genero	Persea
Especie	<i>Persea americana</i>
Nombre científico	<i>Persea americana</i> Mill.
Nombre común	Aguacate, palta, avocado

(Bernal y Díaz 2005)

Figura 1. Composición general de la pulpa de aguacate



(Ortiz et al. 2003)

2.2.4. Características del Aguacate

2.2.4.1. Forma

El fruto del aguacate es una Baya, de acuerdo con la Raza, con las distintas variedades y dentro de estas de acuerdo con los cruces naturales e inducidos que ha tenido esta especie e inclusive a las condiciones medioambientales en que se esté desarrollando un determinado cultivo, ha acogido muchas formas y un alto rango de variaciones. Los más representativos como: redondos, aovados, piriformes y muchos más, también múltiples tamaños (Mejia 2011).

2.2.4.2. Tamaño y peso

Generalmente las variedades tienen un peso aproximado de 100 gramos, en cambio otras que pueden alcanzar y pasar los 2 kilogramos, variedades que entran un rango de 10 a 13 centímetros son las que se comercializa mayormente con un peso estimado de 150 a 350 gramos (Vega 2013).

2.2.4.3. Color

El color de los frutos exteriormente o el color de la corteza o también piel, generalmente varía desde verde oscuro hasta un verde claro y amarillo y en su maduración cambian a marrones, rojizos, púrpuras y negros. El color de la pulpa también varía desde tonos blanquecinos, pálidos, pasando por verdes, verde-amarillos, amarillos pálidos y amarillos fuertes (Mejia 2011).

2.2.4.4. Sabor

El sabor de la pulpa muy similar al de la nuez y la avellana, la recolección se hace a mano, pues es un fruto muy delicado. Habitualmente se utiliza una escalera y el pedúnculo se corta arriba de la inserción del fruto. En el árbol no se maduran los frutos, sino que lo hacen una vez hayan sido recolectados y almacenados (Vega 2013).

2.2.4.5. Maduración del Aguacate

A diferencia de la gran mayoría de las frutas, el aguacate no logra la madurez fisiológica en el árbol, al contrario, llega a su maduración alrededor de de siete a dieciséis días después de ser cosechado y esto depende de la variedad (Vega 2013).

La madurez del aguacate se establece por sus características externas a manera del color y tamaño, o por el contenido de aceite en la pulpa, también la cantidad mínima de aceite se debe conseguir del aguacate es del 8% para ser comercializado. Además, la madurez comercial del aguacate es muy complicado debido a que el inicio de la maduración no está seguido por cambios externos visibles. La madurez del aguacate está afín con el contenido de aceite en el mesocarpio. El incremento de la cantidad de aceite disminuye en el mismo porcentaje la cantidad de agua, por eso la proporción de agua y aceite se mantiene constante durante la vida útil del fruto (Ozdemir 2008).

La cantidad de aceite y de materia seca aumentan en los frutos con el tiempo de maduración fisiológica, sin embargo, estos cambios no se veían muy significativos durante el tiempo de maduración en post-cosecha. La madurez comercial se da por el cambio externo que experimenta el fruto tanto su textura como en el color, la duración es de cerca de ocho días, pero esto depende de la variedad para el tiempo de maduración y la cantidad de aceite conseguido (Ozdemir 2008).

Cuadro 3. Composición de ácidos grasos (%p/p) para el aceite de aguacate

Ácidos grasos	Aceites	Refinado	Prensado en frío
C16:0	Palmítico	16.3	14.1
C16:1	Palmitoléico	7.7	5.7
C18:0	Esteárico	0.6	0.4
C18:1n-9 c/t	Oleico	62.7	69.1
C18:2n-6 c/t	Linoleico	11.4	9.6
C18:3n-3	Linolenico	0.8	0.3
C20:0	Araquidico	0.1	0.1
C20:1n-9 c/t	Eicosanoico	0.2	0.2
C22:0	Behenico	0.1	0.2

(Zhong et al. 2007)

El aceite de aguacate es un aceite “saludable”, seguramente más que el de oliva, por tanto, es oportuno para el consumo humano directo, así como una gran fuente de grasas para las personas con deficiencias cardiovasculares (Zhong et al. 2007).

2.2.5. Métodos de extracción

Existen tres procesos más reconocidos para extraer aceite a partir de semillas oleaginosas son: prensado hidráulico e expeller, y la extracción con solventes. El prensado hidráulico, es el proceso más antiguo. Debido a la producción intensiva de aceites su utilización ha decaído con el transcurso de los años y hoy en día no es utilizado. Las prensas de tornillo como los expellers han substituido a los originales equipos hidráulicos y son utilizadas para una gran variedad de materiales oleaginosos. Para materiales que tienen respectivamente altos contenidos de aceite se llevan a cabo dos procesos que radican en una fase continua de pre prensado seguida de extracción por solvente. La primordial ventaja del pre prensado es que permite efectuar extracción por solvente a materiales que son muy difíciles de procesar por métodos de extracción

directa. Asimismo, los requerimientos de solvente reducen en forma considerable (Grasso 2013).

2.2.6. Calidad del aceite

Para sacar aceites de alta calidad se deben vigilar todos los procesos anteriores, tanto del fruto como del sistema de recolección y el transporte a la industria, siendo éstos concluyentes para la producción de aceites de calidad, los parámetros de obtención del fruto son los siguientes: proceso de extracción de aceite, su almacén, envasado y distribución. Si comenzamos de las condiciones ambientales, las variedades, etc. Nos encontramos que es considerablemente complicado efectuar modificaciones sobre estos elementos, sin embargo, sí es posible emplear medidas enfocadas a la elaboración de un fruto sano (Guzmán 2013).

2.2.7. Consumo de aceites

El consumo mundial de aceites vegetales asumió un crecimiento discontinuo, y se prevé que esta tendencia siga en los próximos años posteriores. El aumento económico registrado en China y en los países del Sudeste Asiático aportó en gran medida al crecimiento del consumo de aceites vegetales en el mundo. Además, los cambios en los hábitos alimenticios de consumir menor cantidad de grasas saturadas crearon un aumento en el consumo de aceites vegetales (Espósito 2008).

Cuadro 4. Comparación Porcentual del aguacate con otros alimentos

	Leche (%)	Aguacate (%)	Huevos (%)
Agua	87	72.80	73.70
Proteína	3.30	2.20	1.48
Grasa	3	17.30	10.50
Carbohidratos	5	4.40	-
Fibra cruda	-	1.40	-
Ceniza	-	1.90	-

(Ochoa 2002)

Cuadro 5. Características de las hojas, frutos, semillas y flores de las razas del aguacate Mexicano, Guatemalteco y Antillano

Característica		Mexicano <i>Persea americana var Drymifolia</i>	Guatemalteco <i>Persea nubigena var. Guatemalensis</i>	Antillano <i>Persea americana var. Americana</i>
Clima		Frio	Frio moderado a medio	Cálido
Temperatura min. (C)		2.2	4.0	4.0
Temperatura optima (C)		8.0 a 15.0	12.0 a 22.0	18.0 a 26.0
Hojas	Olor anís	Si	No	No
	Color	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde claro opaco
	Tamaño	Pequeña	Mediana	Grande
	Tamaño	Pequeño	Variable	Variable
	Peso (g)	8 a 250	200 a 1500	250 2500
	Contenido de aceite	30	18 a 20	5 a 15
	Grosor	Delgada	Gruesa	Mediana

Frutos	Cascara	Tamaño(mm)	0.8	3.0 a 6.0	1.5 a 3.0
		Textura	Lisa	Áspera	Lisa
		Consistencia	Suave	Leñosa quebradiza	Flexible
Semilla	Tamaño	Grande	Pequeña	Grande	
	Estado	Adherida	Adherida	Suelta	
	Cotiledones	Rugoso	Liso	Rugoso	
Floración a maduración			5 a 8 meses	10 a 15 meses	5 a 9 meses

(Bernal et al. 2008)

Cuadro 6. Composición de aminoácidos en 100g de aguacate

Aminoácidos	Mg
Valina	63
Lisina	59
Fenilalanina	48
Isoleucina	47
Leucina	46
Treonina	40
Metionina	29
Triptófano	-
Arginina	47
Istidina	25
Tirosina	32

(Tovar 2003)

2.2.8. Aceite de aguacate y sus beneficios

La fabricación de aceite de aguacate (*Persea americana*), nace como una alternativa de aprovechamiento del fruto para fortificar la cadena productiva del mismo y contrarrestar las pérdidas de los productores por la sobreproducción a nivel nacional (Serpa et al 2014).

El aceite tiende a dañarse en proceso de almacenaje, por lo que aconseja la temperatura óptima para el almacenamiento no debe sobrepasar a 25 °C y el tipo de envase debe ser oscuro, para proteger por más tiempo la calidad del producto (Doradea 2013).

En el proceso de obtención del aceite se alcanza conservar la mayoría de las propiedades características de la fruta, mediante eso hace que el aceite sea beneficioso para la salud humana. El aceite de aguacate al no constar colesterol tiende a prevenir enfermedades cardíacas, reduciendo incluso dificultades por próstata (Olaeta 2003).

El aceite de aguacate tiene un compuesto llamado α -tocoferol, el mismo que ayuda a la reducción de enfermedades de carácter cardiovascular. Compuestos hallados en el aceite de aguacate como el β -Sitoesterol que, junto con otros Fito esteroides, alcanzan inhibir la absorción intestinal de colesterol, consiguiendo de esta manera reducir los niveles plasmáticos de colesterol total y de LDL (Acosta 2011).

2.2.9. Razas y variedades

2.2.9.1. Raza mexicana

La raza Mexicana (*Persea americana* var. *Drymifolia*) se sitúa a climas bien fríos, soportando hasta temperaturas de 2,2°C, y teniendo como ideales temperaturas, de 5 a 17°C. Las razas de aguacate que mayor contenido de grasa poseen corresponden a esta raza, puede ser de hasta de un 30% y mientras tanto el contenido de azúcar es solamente del 2 % (Duran, 2011).

2.2.9.2. Raza guatemalteca

Es nativa del occidente de Guatemala, se encuentra en alturas entre 1000 y 2000 m.s.n.m. Su semilla es más pequeña y la pulpa es abundante. Se adecúa a condiciones subtropicales, con temperaturas de 4 a 19°C. Los frutos van desde una forma ovalada hasta piriforme; su color es un verde opaco, y tiende a morado oscuro cuando madura; su contenido de grasa es del 20%. Una de las variedades más importantes de la raza guatemalteca es la Hass, está formada con un 10 a 15% de la raza mexicana y el resto, 85 a 90% de la raza guatemalteca, junto con las variedades Fuerte, Reed y Colinred, son una de las principales para su producción en condiciones de clima frío moderado. En cambio, otras variedades de la raza guatemalteca son la reed, itzamna, linda, nabal, edranol, entre otras (Duran, 2011).

2.2.9.3. Raza antillana

Es la variedad más conocida en Sudamérica, sin embargo, debe su nombre a que después de su descubrimiento se llevó a las Antillas, con una gran expansión (Duran, 2011).

2.2.9.4. Razas híbridas

Las variedades híbridas se tiene: Fuerte, híbrido de la raza mexicana con la guatemalteca, su composición en grasa oscila de 18 y 24%. También, se obtienen distintas variedades híbridas como: Rincón, ettinger, Colin V33; y otros híbridos entre guatemalteca y antillana como la santana, choquete, trinidad, entre otros (Duran, 2011).

2.2.9.5. Hass

Es la variedad más divulgada en el mundo. Es procedente de Estados Unidos, procedente de una semilla determinada al principio del año 1920. Fue inscrita en 1935, se estima que procede del antiguo cultivo Lyon. Fruto con excelentes características comerciales: 170 a 350gr, su pulpa cremosa y posee un excelente sabor, mínima fibra, aceite al 24%, cascara algo coriácea, un poco rugosa, color morado oscuro al madurar; semilla chica; excelente productor y lo más reconocido de esta variedad es que su fruta se puede conservar en el árbol por varios meses después de madurar fisiológicamente (Hernández, 2006). Esta variedad se piensa que es de la raza guatemalteca, pero tiene un 15% de la raza mexicana y el resto 85% de la raza guatemalteca (Duran, 2011).

2.2.10. Aceite de aguacate

El aguacate, por lo habitual, obtiene niveles de aceite máximos de 25% en su pulpa, este valor generalmente depende de la variedad y madurez del fruto. El aceite de aguacate es un líquido claro de color verde, consta de un alto nivel de ácidos grasos insaturados, mínima proporción de ácidos grasos saturados y cero de colesterol (Olaeta, 2003).

2.2.11. Propiedades y características del aceite de aguacate

El aceite de aguacate despunta por sus propiedades que le permiten ser manejado para la producción de productos cosméticos y terapéuticos. De estas, las principales son: propiedades antioxidantes, las cuales demoran los efectos dañinos causados por los radicales libres presentes en la piel; las propiedades nutritivas que se deben al contenido de ácidos grasos e vitaminas en el aceite de aguacate; y las propiedades hidratantes. Las propiedades antioxidantes se deben al contenido de vitamina E y vitamina C en el aceite de aguacate, esto permite que, al ser ingerido, pueda ser

utilizado para prevenir enfermedades como el cáncer, las cataratas y la presión arterial alta (Pérez et. al 2005).

Cuadro 7. Características fisicoquímicas del aceite de aguacate

Características	Valor
Color	Menor 5
Densidad relativa a 20 C	0.910 – 0925
Índice de acidez	Menor 1.0mg KOH/g
Índice de refracción	1.460 – 1480
Índice de yodo	75 – 100 eq yodo/g
Índice de peróxido	Menor e igual 5 meq peróxido/Kg
Índice de saponificación	180 – 200 mg KOH/g
Insaponificables	Menor 3%

(Laboratorio Guinama 2016)

2.2.12. Ácidos grasos

Ácidos grasos son lípidos más simples, están hechos por un grupo carboxilo unido a una cadena de hidrocarburo, que puede tener de 4 a 36 carbonos, por lo usual en un número par. La fórmula general es $R - COOH$, en la cual R represente la cadena de hidrocarburo. Los ácidos grasos son los componentes de lípidos más complejos como los triglicéridos. Existen cuatro tipos principales de ácidos grasos: saturados (que no contienen dobles enlaces carbono – carbono), insaturados (contienen al menos un doble enlace), monoinsaturados (insaturados que contienen solamente un doble enlace), y poliinsaturados. También, los ácidos grasos difieren entre sí en la longitud de las cadenas de hidrocarburo, cantidad de dobles enlaces, posiciones de los dobles enlaces y cantidad y tipo de ramificaciones. Cada aceite y grasa posee su perfil de ácidos grasos (Horton, et. al 2008).

Cuadro 8. Composición de ácidos grasos del aceite de aguacate

Ácido graso	Porcentaje (%)
Acido palmítico (C16)	5 - 25
Ácido palmitoleico(C16:1)	Menor 10
Acido esteárico (C18)	Menor 3
Ácido oleico (C18: 1)	50 – 75
Ácido linoleico (C18: 2)	5 – 20
Ácido Linolenico (C18:3)	Menor 3

(Laboratorio Guinama 2016)

CAPITULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Al menos una variedad y un método de secado difieren en el contenido y calidad del aceite.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo general

Determinar la calidad y el contenido de aceite en el aguacate (*Persea americana*) en el sector las viñas.

3.2.2. Objetivos específicos

Determinar el porcentaje de aceite de cuatro variedades de aguacate (*Persea americana*) mediante la técnica de prensado.

Evaluar el mejor método de secado de pulpa de aguacate (al sol y en estufa).

Evaluar las características físicas del aceite de aguacate.

CAPITULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL GEOGRAFICA DEL ENSAYO

El trabajo se efectuó en la propiedad de la señora Roció Morales, localizado en el sector las Viñas San Alfonso, del cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. Según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se encuentra a la altitud de 2597 msnm y en las coordenadas geográficas: latitud 1°14'48" S y longitud 78°37'05" O.

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

4.2.1. Clima

El sector presenta una temperatura media anual de 17°C, con temperatura máxima anual de 24°C, temperatura mínima de 11°C, una precipitación anual de 550 mm; la humedad relativa está en 82%, la velocidad de viento es de 2,5 m/s. Según los datos registrados en la Estación Meteorológica Aeropuerto de Izamba promedio del año 2018”.

4.2.2. Suelo

Suelo presenta una textura ligera, la extracta presenta mayor presencia de partículas de arcilla, al igual suelos bien drenados con un pH neutro o ligeramente ácidos.

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1 Equipos

Estufa

Prensa extractora de aceite por tornillo

Filtros

Coladores

Baldes

Bandejas de secado de pulpa

Pipetas

Probetas

Balanza analítica

4.3.2. Materiales

Variedad de aguacate (*Persea americana*) antillana

Variedad de aguacate (*Persea americana*) Semil 34 cascara verde, guatemalteco, Fuerte.

4.4. FACTORES DE ESTUDIO

Loa factores de estudio que esta investigación considerará son los siguientes:

4.4.1. Tratamientos

4.4.1.1. Factor variedades

V1. Antillano cascara negra

V2. Semil 34

V3. Fuerte

V4. Guatemalteco

4.4.1.2. Métodos de secado

M1. Secado al sol por dos días

M2. Secado en la estufa a 60 C por 5 horas

Cuadro 9. Tratamientos en estudio

Núm.	Tratamiento	Cód.	Descripción
1	T1	V1M1	Variedad antillano cascara negra y secado al sol por dos días
2	T2	V1M2	Variedad antillano cascara negra y secado en la estufa a 60 C por 5 horas
3	T3	V2M1	Variedad Semil 34 y secado al sol por dos días
4	T4	V2M2	Variedad Semil 34 y secado en la estufa a 60 C por 5 horas
5	T5	V3M1	Variedad fuerte y secado al sol por dos días
6	T6	V3M2	Variedad fuerte y secado en la estufa a 60 C por 5 horas
7	T7	V4M1	Variedad Guatemalteco y secado al sol por dos días
8	T8	V4M2	Variedad Guatemalteco y secado en la estufa a 60 C por 5 horas

4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicará un diseño de bloques completos al azar DBCA, con ocho tratamientos y tres repeticiones.

4.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

En la experimentación se empleó cuatro variedades de aguacate (*Persea americana*) provenientes de la zona para lo cual se siguió con los siguientes pasos:

4.6.1. Recolección de la fruta

Se realizó la recolección del fruto de cada variedad en recipientes separados, evitando maltratos físicos y mecánicos, con el fin de no ocasionar un daño grave al fruto, para tener una maduración uniforme (El aguacate es un fruto climatérico, por lo cual no produce etileno, en madurez fisiológica el fruto tiene un color opaco y presenta una sustancia blanquecina en la corteza. Sin embargo, presenta un fuerte aumento en la producción de etileno después de la cosecha y durante la maduración); para posterior a ello se colocó en un cuarto limpio, por tal razón después de ser cosechado continúa su proceso de maduración.

4.6.2. Extracción de la pulpa

Cuando estuvo con una madurez comercial del aguacate, procedí a tomar más o menos un kilogramo de la fruta incluido cascara y semilla de cada variedad registrando el peso con la ayuda de una balanza analítica, posterior a ello se procede a separar la pulpa, colocándolos en recipientes por separado de cada tratamiento, seguido se tomó

el peso de la pulpa, y por diferencias de peso (peso de fruta incluido cascara y semilla – peso de la pulpa) se obtuvo el rendimiento de cada tratamiento en estudio.

4.6.3. Preparación de la pulpa para secado (colocación en bandejas)

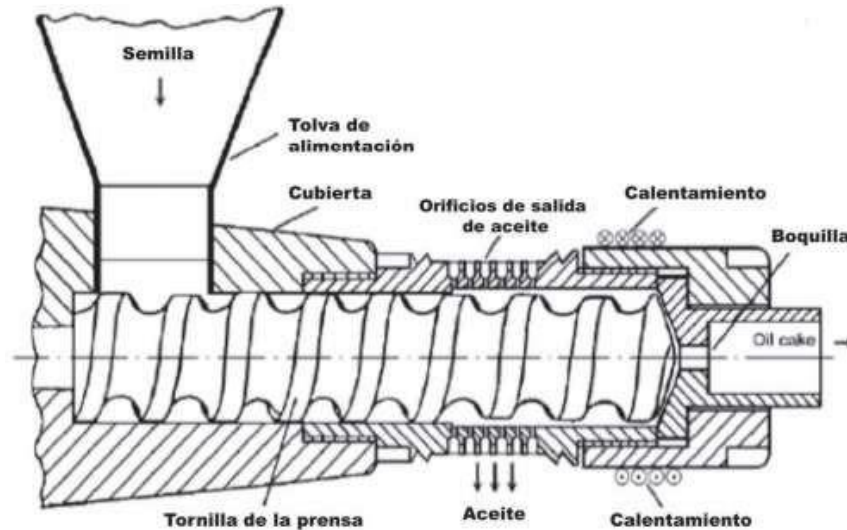
Una vez pesado la pulpa de cada tratamiento en estudio, se procedió a poner en láminas muy finas aproximadamente 2 mm de espesor la pulpa en bandejas de plástico para ser secadas al ambiente en un lugar ventilado con sombra evitando la luz directa del sol durante 48 horas, mientras que para el caso del secado en estufa se procedió a colocar la pulpa en una bandeja de acero inoxidable, y luego llevarlas a la estufa.

4.6.4. Secado de la pulpa

La exposición de la pulpa al sol se realiza para dar a la pulpa plasticidad con el fin de tener un prensado eficaz, también eliminar bacterias y mohos. Además, se utilizó la estufa para el secado de las muestras en cada bandeja metálica se colocó un peso uniforme de 500g de cada tratamiento, por alrededor de 8 horas a una temperatura de 100°C.

4.6.5. Presando de la pulpa y obtención de aceite

Figura 2. Esquema de la prensa cilindro con agujeros, utilizada para la extracción de aceites vegetales comestibles.



(Beerens 2007)

Se utilizó una prensa extractora de aceite por tornillo, que tiene la finalidad de recuperar el aceite aproximadamente de 90 a 95%, es un método de extracción flexible y seguro. Posterior a ello de cada tratamiento se procedió a extraer el aceite e irlos colocando en diferentes envases para registrar el valor obtenido en ml.

4.7. VARIABLES DE RESPUESTAS

4.7.1. Porcentaje de aceite extraído

Para determinar el porcentaje de aceite se procedió a pesar 1 kg de pulpa seca por cada tratamiento y de inmediato se llevó a la prensa para extraer el aceite, una vez obtenido el aceite se colocó en un recipiente para filtrarlo primero por un tamiz de 4 mm luego

por una tela fina y finalmente por papel filtro una vez realizado el proceso de filtrado, se registró la cantidad de aceite obtenido de cada tratamiento expresado en ml, y transformado a porcentaje.

4.7.2. Densidad

Para determinar la variable densidad se procedió a utilizar la ecuación (1) propuesta en una publicación de (Flores 2006).

Se determinó con la ayuda de un recipiente graduado de 45 ml, utilizando el aceite extraído a 20°C, el cual se agregó cuidadosamente en el recipiente con el fin de evitar que se formen burbujas, se le dejó reposar alrededor de 30 minutos y se registró el peso, para posteriormente calcular la densidad (Serpa et al. 2014).

Ecuación 1: fórmula para la determinación de densidad

$$P = m/v \quad (1)$$

Donde:

P = densidad

v = volumen

m = masa

(Flores 2006).

4.7.3. Color del aceite

Para la determinación del color de aceite se utilizó la tabla munsell de alimentos con lo cual se identificó de forma visual el color del aceite extraído, de cada una de las variedades en estudio de aguacate (Acosta 2018).

4.7.4. Viscosidad a los 20° C y 100° C

La temperatura es el factor que más afecta la viscosidad, así, cuando la temperatura aumenta, la viscosidad disminuye y el aceite presenta un mejor estado de fluidez. Por el contrario, si la temperatura disminuye, la viscosidad aumenta y el aceite fluye menos rápido.

En una probeta de 250ml se colocó el aceite de cada variedad en estudio, con una canica de un peso de 4 g se introdujo en la muestra y se tomó el tiempo de la canica en llegar al fondo de la probeta, este proceso se realizó para cada variedad, con los valores ya obtenidos se procedió a calcular la viscosidad con la fórmula:

$$Vis = \frac{(2(Desf - Dliq)(g)(r^2)}{(9x vel)}$$

Donde:

Vis= Viscosidad

Desf = Densidad de la esfera

Dliq= Densidad del líquido

g= gravedad

r= radio

vel= velocidad

4.7.5. Grados brix (solidos totales)

Los sólidos solubles (°Brix) se determinaron midiendo el índice de refracción a una temperatura 20°C de los tratamientos en un refractómetro. Para esto se procedió agregar al prisma una pequeña cantidad de aceite de cada tratamiento, utilizando una pipeta, que radica en el cambio de medios con diferente índice de propagación en función del cambio de dirección que sufre un rayo de luz al pasar oblicuamente de un medio a otro con distinto índice de propagación, y se establece en la medida del ángulo crítico que origina el fenómeno de reflexión total (Chilorg 2014).

4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información obtenida de la parte experimental se analizará utilizando el programa Infostat. Se aplicó un ADEVA, a las respuestas significativas se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Rendimiento de pulpa de un kilogramo de fruta

En la Tabla 1 se observa el ADEVA para la variable rendimiento de pulpa por cada kg de fruta, observando que existe diferencia altamente significativa para la respuesta variedades, mientras que para métodos no es significativo al igual que para la interacción métodos por variedad con un coeficiente de variación de 7,16%.

Tabla 1. Análisis de varianza para rendimiento de pulpa por kilogramo de fruta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Método	1837,50	1	1837,50	0,72	0,4083	ns
Variedad	77819,50	3	25939,83	10,18	0,0005	**
Método*Variedad	12166,83	3	4055,61	1,59	0,2305	ns
Error	40762,00	16	2547,63			
Total	132585,83	23				

ns No significativo

** Altamente significativo

Tabla 2. Distribución de medias para la variable rendimiento de pulpa de cada kilogramo de fruta fresca, por variedad

Variedad	Medias	n	E.E.	
2	776,50	6	20,61	A
3	738,00	6	20,61	A B
4	678,83	6	20,61	B C
1	627,00	6	20,61	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la Tabla 2 se observa la distribución de medias de la respuesta rendimiento de pulpa por cada kilogramo de fruta, obteniendo que la variedad semil 34 presenta una media de 776,50g seguido de la variedad 3 con una media de 738,0g siendo estas las variedades con mayor rendimiento en cuanto a pulpa se refieren, mientras las variedades 4 y 1 presentan medias de 678,83g y 627,0g respectivamente.

Según (Márquez et al. 2017), observó que existe diferencias significativas para los porcentajes de rendimientos de pulpa de 13 variedades de aguacate en distintas localidades se obtuvo valores diferentes (55,7% y 76,8%;) para cada variedad, el rendimiento de la pulpa depende significativamente de la variedad.

5.2. Sólidos solubles de la pulpa

En la tabla 3 se observa el análisis de varianza para la respuesta sólidos solubles en la pulpa, obteniendo valores no significativos para todas las interacciones, por lo tanto, no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 3. Análisis de varianza para sólidos solubles de la pulpa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Método	0,00	1	0,00	sd	sd
Variedad	12,00	3	4,00	sd	sd
Método*Variedad	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	12,00	23			

El contenido de sólidos solubles (SS) expresado en °Brix, establece la cantidad de azúcares presentes en el jugo de la fruta, por lo que su determinación establece un buen estimador del estado de madurez. Ácidos orgánicos, aminoácidos, componentes fenólicos y pectinas solubles ayudan al contenido de SS, aunque se encuentran en proporciones inferiores al de los azúcares. El valor promedio obtenido del fluido exudado del fruto fue de 7.8°Brix comparable al reportado por Salgado et.al (2012) con valores de 4.45 ± 0.06 y 7.39 ± 0.09 para aguacate hass verde y madura respectivamente. Con esto se comprueba que método y variedad no influyen en los valores, también se demostró que no hay diferencias estadísticas en los tratamientos en estudio.

5.3. Rendimiento de aceite

En la tabla 4 se observa el análisis de varianza para la variable rendimiento de aceite expresado en ml, por cada kilogramo de fruta, teniendo como respuesta que para el caso de métodos tenemos un nivel altamente significativo mientras que para variedades y la interacción variedades por métodos el resultado fue no significativo con un coeficiente de variación de 19,32%.

Tabla 4. Análisis de varianza para el rendimiento de aceite.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Método	1047508,17	1	1047508,17	175,11	<0,0001 **
Variedad	20700,83	3	6900,28	1,15	0,3580 ns
Método*Variedad	3124,83	3	1041,61	0,17	0,9123 ns
Error	95712,67	16	5982,04		
Total	1	167046,50	23		

La variable rendimiento de aceite expresado en ml, por cada kilogramo de fruta, se tiene como respuesta que para el caso de métodos tenemos un nivel altamente significativo, así lo confirma Duque et al. (2012). Menciona el rendimiento del aceite obtenido respecto a la pulpa, se obtuvo un mejor rendimiento de aceite con el método de secado en estufa la cual aprovecha todas las características de la muestra para obtener resultados eficaces en la extracción de aceite.

Tabla 5. Distribución de medias para la variable rendimiento de aceite de cada kilogramo de fruta fresca, por variedad.

Método Medias n E.E.

2	609,17	12	22,33	A
<u>1</u>	<u>191,33</u>	<u>12</u>	<u>22,33</u>	<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). En la tabla 5 se observa la prueba de tukey al 5% en la variable rendimiento de aceite teniendo que el método de secado 2 (secado en la estufa) permite obtener una mayor cantidad de aceite, presentando una media de 609,17ml. Por cada kg de pulpa seca, mientras el método 1 de secado al sol se obtiene una media de 191,33 ml de aceite por cada kilogramo de pulpa seca.

Los rendimientos de pulpa primordialmente dependen de la variedad, también del método de secado (por estufa) alcanzando rendimientos de aceite que oscilan entre 63 y 67%, lo demás corresponde a semillas y cáscaras (Acosta 2011). Con esto permite ratificar que el método de secado por estufa es el mejor para la obtención de aceite en un kg de pulpa.

Tabla 6. Distribución de medias para la variable rendimiento de aceite de cada kilogramo de fruta fresca, en la interacción métodos por variedad.

<u>Método</u>	<u>Variedad</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
2	2	650,67	3	44,65 A
2	3	602,33	3	44,65 A
2	4	595,00	3	44,65 A
2	1	588,67	3	44,65 A
1	2	234,67	3	44,65 B
1	3	218,67	3	44,65 B
1	4	170,67	3	44,65 B
1	1	141,33	3	44,65 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la tabla 6 se observa la prueba de tukey al 5% para la variable rendimiento de aceite, teniendo que el tratamiento compuesto por el método 2 por la variedad 2 que presentan una media de 650,67 ml de aceite siendo este el de más alto rendimiento, mientras que el tratamiento con el método 1 por la variedad 1 presentó una media de 141,33 ml siendo este el de menor rendimiento, las demás medias se encuentran inmersas en los valores antes descritos.

El rendimiento de aceite de cada tratamiento fluctúa considerantemente, por el método de secado utilizado, obteniendo en el método de secado en estufa de en un kg de muestra se obtiene un valor de 650,67ml de aceite en la variedad semil 34, lo que concuerda en la investigación de Salto et al (2013). El cual nos indica que el porcentaje de rendimiento del aceite obtenido por diferentes métodos de secado influye en rendimiento del aceite.

5.4. Densidad (g/cm³)

En la tabla 7 se observa en el análisis de varianza para la respuesta densidad, obteniendo valores no significativos para todas las interacciones, se aprecia que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 7. Análisis de varianza para la respuesta densidad.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Método	0,00	1	0,00	sd	sd
Variedad	2,9E-03	3	9,7E-04	sd	sd
Método*Variedad	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	2,9E-03	23			

Según Lafont (2010). La temperatura incide considerablemente en la densidad, si esta disminuye, las variedades no muestran diferencias significativas al igual que el factor métodos, reflejando un promedio de 0,92 para variedades, 0,91 para métodos y un coeficiente de variación de 0,84% para ambos factores.

5.5. Índice de refracción

En la tabla 8 se observa el análisis de varianza para la respuesta índice de refracción (sólidos presente en el aceite), obteniendo valores no significativos para todas las interacciones, es decir no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 8. Análisis de varianza para el índice de refracción.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Método	1,6E-05	1	1,6E-05	sd	sd
Variedad	2,0E-05	3	6,6E-06	sd	sd
Método*Variedad	1,5E-05	3	4,8E-06	sd	sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	5,0E-05	23			

Según Jiménez et al. (2001). Menciona que para el índice de refracción (sólidos solubles presente en el aceite) no encontró diferencias significativas, en las dos técnicas de deshidratación, se comparó las muestras procesadas y el aceite comercial obteniendo un valor semejante para los dos métodos (índice de refracción a 1.4688), así los sólidos presentes en el aceite son similares en todos los casos, no existe valores significativos por lo tanto no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio.

5.6. Viscosidad 20°C

En la tabla 9 se diferencia en el análisis de varianza para la respuesta viscosidad del aceite a 20°C, obteniendo valores no significativos para todas las interacciones, se interpreta que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 9. Análisis de varianza de viscosidad de aceite a 20 °C.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Método	7,5E-07	1	7,5E-07	4,45	0,0511
Variedad	1,6E-06	3	5,3E-07	3,16	0,0536
Método*Variedad	3,8E-07	3	1,3E-07	0,76	0,5350
Error	2,7E-06	16	1,7E-07		
Total	5,4E-06	23			

Según flores (2016). Menciona que la viscosidad de un aceite a una temperatura de 20 °C no varía significativamente, mediante esta afirmación se puede constatar que en las variedades en estudio no tienen valores significativos para todas las interacciones de métodos y variedades, se interpreta que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos.

5.7. Viscosidad a 100 °C

En la tabla 10 se obtiene el análisis de varianza para la variable viscosidad de aceite a 100°C expresado en (poises), teniendo como respuesta que para el caso de variedades se tiene un nivel altamente significativo mientras que, para métodos, y para la interacción métodos variedades el resultado no fue significativo con un coeficiente de variación de 3,61%.

Tabla 10. Análisis de varianza de viscosidad de aceite a 100 °C.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Método	1,8E-11	1	1,8E-11	4,4E-03	0,9480
Variedad	8,8E-07	3	2,9E-07	70,14	<0,0001 **
Método*Variedad	6,3E-10	3	2,1E-10	0,05	0,9845
Error	6,7E-08	16	4,2E-09		
Total	9,5E-07	23			

Tabla 11. Distribución de medias para la variable viscosidad de aceite a 100°C para variedad.

Variedad	Medias	n	E.E.
2	2,0E-03	6	2,6E-05 A
4	2,0E-03	6	2,6E-05 A
3	1,6E-03	6	2,6E-05 B
1	1,6E-03	6	2,6E-05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la tabla 10 se observa la prueba de tukey al 5% en la variable viscosidad de aceite a 100 °C teniendo que la que la variedad 2 obtiene una media de 0,006 poises que es de mayor viscosidad, mientras que la variedad 1 se tiene una media de 0.003 poises.

Tabla 12. Distribución de medias para la variable viscosidad de aceite a 100°C en la interacción métodos por variedad.

Método	Variedad	Medias	n	E.E.	
2	2	2,0E-03	3	3,7E-05	A
1	2	2,0E-03	3	3,7E-05	A
2	4	2,0E-03	3	3,7E-05	A
1	4	2,0E-03	3	3,7E-05	A
1	3	1,6E-03	3	3,7E-05	B
2	3	1,6E-03	3	3,7E-05	B
1	1	1,6E-03	3	3,7E-05	B
2	1	1,6E-03	3	3,7E-05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la tabla 12 se observa la prueba de tukey al 5% para la variable viscosidad a 100°C, teniendo al tratamiento compuesto por el método 2 por la variedad 2 que presentan una media de 0,006(poises) de viscosidad siendo este el valor más alto, mientras que el tratamiento con el método 1 por la variedad 1 presentó una media de 0,003 (poises) siendo este el de menor viscosidad, las demás medias se encuentran inmersas en los valores antes descritos.

Lafont (2010). Menciona que la viscosidad del aceite extraído por los métodos de extracción al cual es sometida la pulpa de aguacate para extraer el aceite aumenta con la disminución de la temperatura, también depende de la variedad, a esto se debe la viscosidad presente en los aceites extraídos por los métodos utilizados para la extracción del aceite. Por lo tanto, se puede contrastar que con los datos obtenidos estadísticamente depende de la variedad y el método utilizado para determinar el grado de viscosidad a una temperatura de 100°C.

5.8. Color del aceite

Para la determinación del color de aceite se utilizó la tabla munsell de alimentos con lo cual se identificó de forma visual el color del aceite extraído, de cada una de las variedades en estudio de aguacate (Acosta 2018).

Tabla 13. Color de aceite de aguacate.

Variedad	Color
Antillano cascara negra	Hue 7.5Y 4/3
Semil 34	Hue 7.5Y 4/2
Fuerte	Hue 7.5Y 5/2
Guatemalteco	Hue 10Y 5/2

En la tabla 13 se obtuvo varios colores de cada tratamiento, que dependieron de la variedad de aguacate empleado en la extracción del aceite, por ejemplo, para uno del tratamiento que mayor cantidad de aceite se obtuvo el T2 (Semil 34, secado al sol), se tiene un valor de Hue de 7.5Y 4/2 determinado en base a la tabla de Munsell. El aceite de aguacate es de color verde muy atractivo, existiendo un creciente uso en la parte culinaria, por tener entre otras cualidades: un alto punto de humo y excelente sabor, siendo preferido por los chefs de cocina de alta gastronomía, sustituyendo al aceite de oliva (Nayine et al. 2012).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Se determinó que el tratamiento 4 compuesto por la variedad semil 34 y con el método de secado en estufa obtiene los mejores promedios en cuanto a rendimiento y calidad de aceite, (observando una media de 609,17ml por cada kg de pulpa seca), al igual que la viscosidad es diferente a una temperatura de 100°C. Los rendimientos de pulpa dependen radicalmente de la variedad, además del método de secado (por estufa) reportándose rendimientos de aceite que varían entre 63 y 67%, el resto corresponde a semillas y cáscaras Acosta (2011). De la misma forma Duque et al. (2012). Menciona que el rendimiento del aceite obtenido respecto a la cantidad de pulpa, con un mejor rendimiento de aceite con el método de secado en estufa el cual aprovecha todas las características de la muestra para obtener resultados eficaces en la extracción de aceite.

La variedad semil 34 tiene una media de 776,50g en rendimiento de pulpa por kilo de fruta, es la que presenta las mejores características en la producción de aceite, debido a su alto rendimiento de pulpa, rendimiento de aceite, se observa un color verde claro, lo que lo convierte en un producto muy atractivo para ser comercializado, así lo confirma. Condor (2016) quien menciona que al utilizar la variedad semil 34 se obtiene entre 610 y 740 g de pulpa/1000 g de fruta de aguacate, valores similares a los obtenidos en el presente estudio.

En lo referente a las características de: densidad, color, viscosidad a 20°C, índice de refracción y el contenido de sólidos solubles de la pulpa, se observó que no existe diferencias significativas en los tratamientos utilizados. Los índices de refracción del estudio son cercanos a 1,4620 grados brix en el aceite de aguacate, siendo estos similares a los reportados por Vargas et al. (2020) de 1,4686 grados brix de índice de

refracción indicados al igual que Yepes et. al (2017). Para el contenido de sólidos solubles en la pulpa del aguacate en cada tratamiento van desde 4°Brix en el T1 (Antillano cascara negra, secado al sol) hasta 6 °Brix en T3 (Semil 34, secado al sol). Estos valores de °Brix son similares a los indicados por Astudillo y Rodríguez (2018) que mencionan valores entre 5,07 y 7,26 °Brix en pulpas de diferentes variedades de aguacate.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, F. 2018. Tabla munsell digital (en línea). Disponible en https://www.academia.edu/5194213/tabla_munsell_digital
- Acosta, M. 2011. Evaluación y escalamiento del proceso de extracción de aceite de aguacate utilizando tratamiento enzimático. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Colombia. Ingeniería Química y Ambiental. Bogotá, Colombia.
- ASOAGUACATE. 2009. Reporte del cultivo de Aguacate en el país. Ibarra – Ecuador
- Astudillo, C; Rodríguez, P. 2018. Parámetros fisicoquímicos del aguacate *Persea americana* Mill. cv. Hass (*Lauraceae*) producido en Antioquia (Colombia) para exportación. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*. 19(2), 383-392 Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v19n2/0122-8706-ccta-19-02-00383.pdf>
- Barrientos, A; López, L. 2000. Historia y genética del aguacate. El aguacate y su manejo integrado. Mundi-Prensa, Distrito Federal, México, 19-31.
- Beerens, P. 2007. Prensado de semillas de *Jatropha* con fines de combustible en países menos desarrollados. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Eindhoven. Eindhoven, Países Bajos.
- Bernal, E; Díaz, D. 2005. Tecnología para el cultivo del aguacate. Bogotá, Colombia: CORPOICA.
- Bernal, J ; Diaz, C; Tamayo, A. 2008. Tecnología para el cultivo del Aguacate. 5(1).
- Caps, A. 2014. Tecnología de los alimentos de origen vegetal. España: editorial síntesis S.A. 372.
- Castañeda Antonio, D., López Varela, P., Ramos-Cassellis, E., Ariza Ortega, A., Carrera-Martínez, C. D., Portillo Reyes, R. 2015. Caracterización oxidativa de

- aceite de aguacate hass y aceites de aguacate criollo (*P. americana* Mill. Var. *Drymifolia*). In VIII Congreso Mundial de la Palta:423-429.
- Chilorg. 2014. Parametros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria.1.18.
- Coello, V. 2015. “Efecto de la adición de Ácido Ascórbico y Butil Hidroxitolueno (BHT) en la oxidación enzimática y rancidez oxidativa de pasta de aguacate (*Persea americana*) variedades Hass y Bacon”. (Tesis de grado). Universidad técnica de Ambato.
- Condor, M. 2016. Análisis de extracción de aceite de palta (*Persea americana*) de la variedad Fuerte por evaporación rápida de agua (en línea). (Tesis pregrado). Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú. Disponible en https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/410/Moises_Tesis_bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Condori, M.2016. Análisis de extracción de aceite de palta (*Persea americana*) de la variedad Fuerte por evaporación rápida de agua. Tesis pregrado. Perú, Universidad Peruana Unión.98p.
- Doradea, J. 2013. Evaluación de rendimiento y calidad del aceite de pulpa de aguacate (*Persea americana Hass*) obtenido por presión en frio en función del proceso de secado. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Duque, A; Londoño, Álvarez, D; Paz, Y; Salazar, B. 2012. Comparación del aceite de aguacate variedad Hass cultivado en Colombia, obtenido por fluidos supercríticos y métodos convencionales: una perspectiva desde la calidad. Revista Lasallista de Investigación, 9(2), 151-161.
- Duran, R. 2011. Cultivo del aguacate o palta. Bogotá: Grupo latino editors.

Esposito, A.2008. Perfil del mercado mundial de aceites de palma, Dirección Nacional de Mercado de Subsecretaría de agroindustrias y mercados. Ecuador.

Expreso.2018. El aguacate: La fiebre mundial que contagia a Ecuador (en línea). Quito, Ecuador. Consultado el 19 de Sep. 2019. Disponible en <https://www.expreso.ec/actualidad/agricultura-aguacate-ecuador-siembra-exportaciones-AJ2218882>

Flores, E. 2006. Estabilización de emulsiones alimentarias, aceite de pescado en agua en función del procesado y del contenido de emulsificantes, estabilizantes y antioxidantes. Lima, Perú

Flórez, J. 2016. Obtención de aceite de aguacate con alto valor agregado para la industria de alimentos usando fluidos supercríticos.

Galarza, H. 1977, “Extracción de aceite de aguacate”. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 130 – 132.

Grasso, Verónica. 2013 “Pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna”. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de la Plata.

GUINAMA .2016. Ficha técnica, Aceite de Aguacate (en línea). Consultado el 14 de jul. 2020. Disponible en https://www.guinama.com/media/tecnico/94511_FT%20Aceite%20aguacate%20v08.Pdf

Horton, H; Moran, L; Scrimgeour, K; Perry, M.; Rawn, J. 2008. Principios de Bioquímica. México: Pearson Educación.

- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias).2020. Cultivo de aguacate variedad Hass tiene demanda internacional. Dirección Nacional de Comunicación Coordinación de Comunicación INIAP.
- Jiménez, M; Aguilar, M; Zambrano, M; Kolar, E. 2001. Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45(2), 89-92.
- Lafont, A. 2010. Efecto de la temperatura sobre la viscosidad de soluciones acuosas diluidas de 1,2-pentanodio, *Información tecnológica* (20): 55-60.
- Masaquiza, M.2010. Incidencia del desaprovechamiento de los beneficios nutricionales del aguacate (persea americana) en la limitada industrialización del producto y su escaso valor agregado. Tesis pregrado. Ambato, Ecuador.UTA.105p.
- Mejia, E. 2011. Aguacate (Persea americana Miller). Universidad de Caldas. Bayer S.A. Colombia.5-38.
- Nayibe, D., Bernal, N. y Villegas, N. 2012. Plan de negocios de una empresa productora y comercializadora de aceite de aguacate gourmet ubicado en Salento-Quindío (en línea). (Tesis pregrado), Universidad EAN, Quindío, Colombia. Disponible en <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/3008/PenaDina2012.pdf;jsessionid=065859DB5B93442D378CD0A17AB17562?sequence=1>
- Ochoa, T.2002. las frutas de poder curativo. Edición 2. Lima, Perú.
- Palacios, M. 2010.El aguacate y sus aplicaciones en 25 recetas. Tesis Lic. Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca.151p.
- Olaeta, J. 2003. Industrialización del aguacate: estado actual y perspectivas futuras. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

Ortiz, M; Dorantes, L; Galíndez, J; Guzmán, R. 2003. Efecto de diferentes métodos de extracción sobre ácidos grasos, compuestos volátiles y propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate (*Persea americana* Mill). *J. Agric. Food Chem.* 51, 2216-2221

Ozdemir, F; Topuz, A. 2008. Cambios en la composición de materia seca, contenido de aceite y ácidos grasos del aguacate durante el tiempo de cosecha y el período de maduración pos cosecha. *Química de los alimentos* Vol. (86):79-83.

Palacios, M. 2010. El aguacate y sus aplicaciones en 25 recetas. Tesis Lic. Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca. 151p.

Pérez, R; Villanueva, R; Cosío, R. 2005. El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales. *Gnosis*, 3(10). 1-11.

Pérez, R; Villanueva, S; Cosío, R. 2005. El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales. *Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.* Universidad Autónoma del Estado de México. Vol. 3(10).

Salgado, G; Gómez, J; Salazar, J. 2012. Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate hass (*Persea americana* Mill) utilizando tratamiento enzimático. *Revista ASOAGUACATE.* 2009. Reporte del cultivo de Aguacate en el país. Ibarra – Ecuador

Salto, C; Vallejo, L. 2013. Obtención de aceite de aguacate (*Persea Americana* Mill) con tres variedades: (PA Mill Hass) (PA Mill Santana) Y (PA Lasallista de investigación, 9(2), 138-150.

Salto, S; Erika, L. 2013. Obtención de aceite de aguacate (*Persea americana* Mill) con tres variedades: (PA Mill Hass) (PA Mill Santana) Y (PA Mill Choquete), utilizando tres métodos de extracción (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ

- Serpa, A., Echeverri, A., Lezcano, M., Vélez, L., Ríos, A., Hincapie, G. 2014. Extracción de aceite de aguacate variedad "Hass" (*Persea americana Mill*) liofilizado por prensado en frío. Revista Investigaciones Aplicadas, 8(2):113-123.
- Tovar, M. 2003. Valor nutrimental de pulpa fresca de aguacate Hass. In Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate).741-748.
- Vega, N. 2013. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de aceite de aguacate en la ciudad de Guayaquil. (Tesis de grado). universidad católica de Santiago de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas Carrera de Administración de Empresas.
- Yepes, P., Sánchez, L., Márquez, C.2017. Extracción termomecánica y caracterización fisicoquímica del aceite de aguacate (*Persea americana Mill. cv. Hass*). Informador Técnico, 81(1), 75-85.
- Zhong, H; D, Bishop; Robards, K. 2007. Biofenol endógeno, ácidos grasos y perfiles volátiles de aceites seleccionados. Food Chemistry Vol. 100(4). 1544-1551.

6.3. ANEXOS

ANEXO 1: RECOLECCIÓN DE LA FRUTA



ANEXO 2: ALMACENAMIENTO Y MADURACIÓN DE LA FRUTA



ANEXO 3: PESADO DE LA FRUTA COMPLETA Y PULPA DE CADA VARIEDAD



ANEXO 4: COLOCACIÓN DE LA PULPA DE CADA VARIEDAD EN LAS BANDEJAS DE SECADO Y EN LA ESTUFA



ANEXO 5: PULPA SECADA DE CADA METODO (SOL Y ESTUFA)



ANEXO 6: PRENSADO DE LA PULPA PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE CADA VARIEDAD EN LA PRENSA EXTRACTORA DE ACEITE POR TORNILLO



ANEXO 7: DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y VISCOSIDAD DEL ACEITE

