



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agroindustrial

Proyecto de Investigación

ESTUDIO DE LAS DISTINTAS VARIEDADES LOCALES DE *Persea*
***americana* L. (AGUACATE) PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE USO**
ALIMENTICIO

Autor

Alberto Fernando Coello Cullizpuma

Director de Proyecto de Investigación

PhD. Juan Alejandro Neira Mosquera

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Alberto Fernando Coello Cullizpuma, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

Alberto Fernando Coello Cullizpuma

C.C. # 120538988-3



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, PhD Juan Alejandro Neira Mosquera, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante, Coello Cullizpuma Alberto Fernando, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“ESTUDIO DE LAS DISTINTAS VARIEDADES LOCALES DE *Persea americana* L. (AGUACATE) PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE USO ALIMENTICIO”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

PhD. Juan Alejandro Neira Mosquera
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

PhD. Juan Alejandro Neira Mosquera

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de investigación cuyo tema es **“ESTUDIO DE LAS DISTINTAS VARIEDADES LOCALES DE *Persea americana* L. (AGUACATE) PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE USO ALIMENTICIO”** presentado por el estudiante COELLO CULLIZPUMA ALBERTO FERNANDO, egresados de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Académico de la Facultad Ciencias de la Ingeniería que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles originalidad en un 94 % y similitud 6 %, de trabajo investigativo.

URKUND	
Dokument	Proyecto de Investigación Sr. Alberto Fernando Coello Cullizpuma.docx (D29413961)
Inskickat	2017-06-16 07:50 (-05:00)
Mottagare	sungeysanchez.uteq@analysis.urkund.com
Meddelande	Proyecto de Investigación Sr. Alberto Fernando Coello Cullizpuma Visa hela meddelandet
	6% av det här c:a 25 sidor stora dokumentet består av text som också förekommer i 8 st källor.

Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo a lo que establece el reglamento.

Por su atención deseo significar mis agradecimientos.

Cordialmente

PhD. Juan Alejandro Neira Mosquera
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título

ESTUDIO DE LAS DISTINTAS VARIEDADES LOCALES DE *Persea americana L.*
(AGUACATE) PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE USO ALIMENTICIO

Presentado al Consejo Académico de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial.

Aprobado por:

Ing. Sonnia Esther Barzola Miranda, MSc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Robert William Moreira Macías.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Azucena Elizabeth Bernal Gutiérrez.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

AGRADECIMIENTO

A mis padres por ser la parte fundamental en mi vida, por enseñarme la humildad y el esfuerzo con lo que se logran los objetivos, por enseñarme a no darme por vencido y que siempre hay que salir adelante sea cual sea la adversidad.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por permitirme culminar mis estudios para lograr ser un Profesional, también a los Docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial por compartir sus conocimientos contribuyendo en mi camino para ser un profesional.

A mi director de proyecto el PhD Juan Neira Mosquera y al MSc. Vicente Guerrón Troya que con su amplio conocimiento me ayudaron en las partes fundamentales de la investigación.

A mi novia Diana Morales y a mis amigos que fueron un apoyo incondicional en cada uno de los semestres transcurridos.

Y por sobre todas las cosas le agradezco infinitamente a Dios por permitirme lograr mi objetivo, por otorgarme salud y perseverancia, por guiar mi camino y darme fuerzas cuando más las necesité.

Alberto Coello Cullizpuma

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a Dios, ya que gracias a la fuerza que me ha otorgado e culminado mi carrera.

A mi padre Alberto Coello Briones a mi madre Gardenia Cullizpuma Vélez por ser el mayor ejemplo de superación y perseverancia, por todo el apoyo y el amor otorgado en mi vida, a mi hermano Carlos Coello por apoyarme en cada momento.

Quiero dedicar mi logro a mi novia Diana Morales Moreira quien ha estado conmigo durante todo este tiempo y que me ha otorgado su amor y su apoyo para realizar este proyecto.

Alberto Coello Cullizpuma

RESUMEN

El presente trabajo investigativo está enfocado en el estudio de distintas variedades locales de aguacate a fin de cuantificar el contenido lipídico y características que definan la calidad, para la obtención de aceite de uso alimentario que cumplan con la norma NMX, para esto se estudiaron 3 variedades de aguacate (Hass, Fuerte y Bacon) y se evaluaron diferentes métodos de extracción (por Prensa-frio, por Prensa-calor y por solvente). El objetivo de esta investigación es comparar distintas variedades locales de *Persea americana L.* (aguacate) para la obtención de aceite de uso alimenticio, lo cual requirió estructurar la investigación mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial AxB que permitió investigar nueve tratamientos con dos replicas, dando un total de 18 tratamientos. Los factores de estudio fueron: Factor A (variedades de aguacate) y Factor B (métodos de extracción). El análisis de los datos se realizó en el programa de paquetes estadísticos STATGRAPHICS, para definir parámetros de calidad se realizaron diversos análisis como: acidez, humedad, densidad y pH. Para determinar su composición y la posibilidad de recomendar para uso alimentario se realizó un análisis completo de ácidos graso, este análisis se lo hizo mediante cromatografía de gases. Esta investigación concluye que los distintos tratamientos cumplen de cierta forma con las normas de aceite de aguacate, además presenta características similares a otros aceites comestibles de buena calidad. Los resultados indican que el aceite obtenido de la variedad Hass aplicando prensa-frio dio como resultado el mejor tratamiento ya que obtuvo mayor rendimiento (210ml).

Palabras Claves: Aguacate, aceite, extracción, perfil de ácidos grasos, rendimiento.

ABSTRAC

The present research work is focused on the study of varied varied places of avocado an extremity of quantifying the lipid content and characteristics that define the quality, for the obtaining of oil of alimentary use that comply with the norm NMX, to study 3 varied Of avocado (Hass, Fuerte and Bacon) and different extraction methods were evaluated (cold press, heat press and solvent). The objective of this study was to study different localities of *Persea americana* L. (avocado) for the production of edible oil, which required the structuring of the research using an experimental design of completely random blocks with an AxB factorial arrangement, Two replicates, giving a total of 18 treatments. The study factors were: Factor A (varied avocado) and Factor B (extraction methods). The analysis of the data was carried out in the STATGRAPHICS statistical package program. In order to define quality parameters, several analyzes were carried out: acidity, humidity, density and pH. To determine its composition and the possibility of recommending for food use a complete analysis of total fatty acids and sterols was carried out, this analysis was done by means of gas chromatography. This research concludes that the different treatments comply with the shape of the avocado oil standards, in addition to characteristics similar to other edible oils of good quality. The results indicate that the oil obtained from the variety Hass applying cold press resulted in the best treatment and that obtained higher yield (210ml).

Key Words: Avocado, oil, extraction, fatty acid profile, yield.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRAC	ix
INDICE DE TABLA	xiii
INDICE DE GRAFICAS	xiv
INDICE DE ANEXO	xiv
INTRODUCCION	1

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Problema de investigación	4
1.1.1.	Planteamiento del Problema.....	4
1.1.2.	Formulación del Problema	5
1.1.3.	Sistematización del Problema	5
1.2.	Objetivos	5
1.2.1.	Objetivo General	5
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	5
1.2.3.	Justificación	6
1.3.	Hipótesis	6
1.3.1.	Hipótesis nula.....	6
1.3.2.	Hipótesis alternativa.....	6

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	Marco Conceptual	8
2.1.1.	<i>Persea americana L</i>	8
2.1.2.	Variedades locales de <i>Persea americana L</i>	8
2.1.2.1.	Variedad Hass	8
2.1.2.2.	Variedad fuerte.....	8
2.1.2.3.	Variedad Bacon.....	9
2.1.3.	Aceite vegetal.....	9
2.1.4.	Aceite de aguacate	9
2.1.4.1.	Aceite Crudo de Aguacate	9
2.1.4.2.	Aceite de aguacate refinado	9
2.1.4.3.	Aceite comestible puro de aguacate.....	10
2.1.5.	Perfil de ácidos grasos del aceite de aguacate.....	10
2.1.6.	Extracción de aceite	10
2.1.6.1.	Extracción por frio	10
2.1.6.2.	Extracción por solvente.....	11
2.2.	Marco Referencial.....	12
2.2.1.	Impacto de las estrategias de maduración post-cosecha en los perfiles de ácidos grasos de aguacate "Hass".....	12
2.2.2.	Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en aguacates (<i>Persea americana mill.</i>) cvs. fuerte y hass cultivados en Chile	12
2.2.3.	Caracterización de los aceites de la pulpa y semillas de frutos de aguacate (cultivar: Fuerte)	13
2.2.4.	Extracción de aceite de aguacate: Un experimento industrial	13
2.2.5.	Evaluación y escalamiento del proceso de extracción de aceite de aguacate utilizando tratamiento enzimático.....	13
2.3.	Normas relacionadas al proyecto de investigación	14

2.3.1.	Aceites y grasas- aceite de aguacate especificaciones NMX-F-052-SCFI-2008.	14
2.3.2.	Aceite De Aguacate Refinado Dac	14
2.3.3.	Ficha técnica Aceite de Aguacate	14

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización	16
3.2.	Tipo de Investigación.....	16
3.3.	Métodos de la investigación.....	16
3.4.	Fuente de recopilación de información.....	17
3.5.	Diseño de la investigación	17
3.5.1.	Factores de estudio.....	17
3.5.2.	Tratamientos	18
3.5.3.	Variables de estudio	18
3.6.	Instrumentos de la investigación.....	18
3.6.1.	Manejo del Experimento	18
3.6.2.	Análisis fisicoquímicos	19
3.6.3.	Perfil de ácidos grasos	20
3.6.4.	Flujograma del proceso de extracción de aceite	20
3.7.	Tratamientos de los datos.....	21
3.8.	Recursos Materiales	21

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados del aceite de aguacate obtenido en la extracción.....	22
4.1.1.	Análisis de Varianza de pH.....	22
4.1.2.	Análisis de Varianza de Humedad	22
4.1.3.	Análisis de varianza de acidez	23
4.1.4.	Análisis de varianza de densidad	23

4.2.	Resultados de la prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) con respecto a los factores de estudio para los análisis fisicoquímicos	24
4.2.1.	Resultados con respecto al factor A.....	24
4.2.2.	Resultados con respecto al Factor B (Métodos de extracción)	26
4.3.	Resultados con respecto a la interacción AxB	28
4.4.	Resultados del análisis del perfil de ácidos grasos	29
4.5.	Balance de materia en el proceso de extracción de <i>Persea Americana</i> L.....	30
4.5.1.	Rendimiento	31
4.6.	Discusión.....	32
4.6.1.	Discusión de resultados.....	32
4.7.	Tratamiento de Hipótesis	36

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	38
5.2.	Recomendaciones	39

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1.	Bibliografía	41
------	--------------------	----

ÍNDICE DE TABLA

Tabla n° 1:	Factores de estudio que intervienen en el proceso de extracción de aceite	17
Tabla n° 2:	Factores de estudio que intervienen en el proceso de extracción de aceite	18
Tabla n° 3:	Análisis de varianza para el pH en el aceite	22
Tabla n° 4:	Análisis de varianza para la humedad en el aceite	22
Tabla n° 5:	Análisis de varianza para la acidez en el aceite.....	23
Tabla n° 6:	Análisis de varianza para la densidad en el aceite.....	23
Tabla n° 7:	Rendimiento en base del peso de la muestra (pulpa) y en base de Masa Seca de cada tratamiento	31
Tabla n° 8:	Valores de las medias del factor A de cada uno de los análisis fisicoquímicos	48

Tabla n° 9: Valores de las medias del factor B de cada uno de los análisis fisicoquímicos	48
Tabla n° 10: Valores de las medias de las interacciones de cada uno de los análisis fisicoquímicos	48

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1: Resultados de la diferencia de medias entre las variedades de aguacate (Hass, Fuerte, Bacon) de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. pH	24
Grafica 2: Resultados de la diferencia de medias entre las variedades de aguacate (Hass, Fuerte, Bacon) de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. Acidez; 2. Densidad; 3. Humedad.....	25
Grafica 3: Resultados de la diferencia de medias entre métodos de extracción (Prensa-frio, Prensa-calor y Solvente) de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. pH; 2. Acidez	26
Grafica 4: Resultados de la diferencia de medias entre métodos de extracción (Prensa-frio, Prensa-calor y Solvente) de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. Densidad; 2. Humedad.....	27
Grafica 5: Representación de las medias de la interacción AxB (variedades vs Extracción)	28
Grafica 6: Resultados de los ácidos grasos en la variedad Hass prensado-frio (aobo) ..	29

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Datos de Análisis realizados a los tratamientos.....	46
Anexo 2 Perfil de ácidos grasos del aceite con ciertos parámetros de otros aceites Resultados (g/100g)	47
Anexo 3 Tabla de Medias del Factor A (variedades de Aguacate) y del Factor B (Métodos de extracción).....	48
Anexo 4 Extracción de aceite	49
Anexo 5 Análisis realizados	50
Anexo 6 Certificado del laboratorio de bromatología.....	51
Anexo 7 Resultados el análisis de perfil lipídico	52
Anexo 8 Norma NMX -F-052-SCFI-2008.....	54

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Estudio De Las Distintas Variedades Locales De <i>Persea Americana</i> L. (Aguacate) Para La Obtención De Aceite De Uso Alimenticio.”				
Autor:	Coello Cullizpuma Alberto Fernando				
Palabras clave:	Aguacate	Aceite	Extracción	Perfil de ácidos grasos	Rendimiento
Editorial:	Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2017				
Resumen:	El presente trabajo investigativo está enfocado en el estudio de distintas variedades locales de aguacate a fin de cuantificar el contenido lipídico y características que definan la calidad, para la obtención de aceite de uso alimentario que cumplan con la norma NMX, para esto se estudiaron 3 variedades de aguacate (Hass, Fuerte y Bacon) y se evaluaron diferentes métodos de extracción (Prensa-frio, Prensa-calor y solvente). Se planteó como objetivo: Estudiar distintas variedades locales de <i>Persea americana</i> L. (aguacate) para la obtención de aceite de uso alimenticio, lo cual requirió estructurar la investigación mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial AxB que permitió investigar nueve tratamientos con dos replicas, dando un total de 18 tratamientos. Los factores de estudio fueron: Factor A (variedades de aguacate) y Factor B (métodos de extracción). El análisis de los datos se realizó en el programa de paquetes estadísticos STATGRAPHICS, para definir parámetros de calidad se realizaron diversos análisis como: acidez, humedad, densidad y pH. Para determinar su composición y la posibilidad de recomendar para uso alimentario se realizó un análisis completo de ácidos graso y esteroides totales, este análisis se lo hizo mediante cromatografía de gases. Esta investigación concluye que los distintos tratamientos cumplen de cierta forma con las normas de aceite de aguacate, además presenta características similares a otros aceites comestibles de buena calidad. Los resultados indican que el aceite obtenido de la variedad Hass aplicando prensa-frio dio como resultado el mejor tratamiento ya que obtuvo mayor rendimiento (210ml). ABSTRACT The present research work is focused on the study of varied varied places of avocado an extremity of quantifying the lipid content and characteristics that define the quality, for the obtaining of oil of alimentary use that comply with the norm NMX, to study 3 varied Of avocado (Hass, Fuerte and Bacon) and different extraction methods were evaluated (cold press, heat press and solvent). The objective of this study was to study different localities of <i>Persea americana</i> L. (avocado) for the production of edible oil, which required the structuring of the research using an experimental design of completely random blocks with an AxB factorial arrangement, Two replicates, giving a total of 18 treatments. The study factors were: Factor A (varied avocado) and Factor B (extraction methods). The analysis of the data was carried out in the STATGRAPHICS statistical package program. In order to define quality parameters, several analyzes were carried out: acidity, humidity, density and pH. To determine its composition and the possibility of recommending for food use a complete analysis of total fatty acids and sterols was carried out, this analysis was done by means of gas chromatography. This research concludes that the different treatments comply with the shape of the avocado oil standards, in addition to characteristics similar to other edible oils of good quality. The results indicate that the oil obtained from the variety Hass applying cold press resulted in the best treatment and that obtained higher yield (210ml).				
Descripción:	80 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URI:	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)				

INTRODUCCION

El presente proyecto investigativo pretende estudiar tres variedades locales de *Persea americana* L. (Aguacate) aplicando distintos métodos de extracción para obtener un aceite, con parámetros competitivos de rendimiento y características adecuadas para el consumo humano de acuerdo a su composición de ácidos grasos, considerando que el aceite de Aguacate se caracteriza por contener una baja proporción de ácidos grasos saturados (entre un 10 y 19%, esto puede variar dependiendo de su estado de madurez y variedad), una elevada cantidad de ácido oleico (puede llegar al 80%), un nivel aceptable de ácidos grasos poliinsaturados (11-15%) [1].

La extracción del aceite del aguacate se ha realizado desde hace mucho tiempo. Sin embargo, el uso predominante del aceite hasta la actualidad, ha sido con fines cosméticos. Para el uso cosmético, la extracción química, a temperatura alta, es aceptable y ha sido el método clásico de extracción comercial, pero para uso alimentario debería aplicarse métodos que precautelen los atributos de esta oleaginosa y podría ser una buena opción la extracción por presión en frío. El aceite de aguacate presenta un color verde brillante, varios estudios han cuantificado mediante una serie de análisis fisicoquímicos este aceite lo que ha permitido comprobar que contiene una amplia gama de compuestos con conocidos beneficios para la salud [2].

El aguacate es un alimento rico en nutrientes que contiene una alta proporción de ácidos grasos monoinsaturados, una baja cantidad de ácidos grasos saturados y nada de colesterol [1]. Presenta una variedad de usos como productos industrializados, que permiten el aprovechamiento de esos remanentes y reducen las pérdidas postcosecha, entre ellos el aceite, tradicionalmente utilizado para fines cosméticos, aunque se ha incrementado la producción de aceite extra virgen para usos culinarios, con gran potencial futuro debido a sus cualidades que pueden sustituir al aceite de oliva [3]. Debido a que el fruto de aguacate contiene características que pueden ser aprovechadas en la obtención de aceite, se realizó un estudio práctico de extracción de aceite en el cual se aplicó extracción por Prensa-Frío, Prensa-Calor y Solvente, los cuales influyeron considerablemente en el producto final, cabe recalcar que se utilizaron 3 variedades de Aguacate (Hass, Fuerte y Bacon).

La extracción de aceite de estas tres variedades en estudio, aplicando distintos métodos de extracción, pretende conservar estables condiciones naturales de los lípidos presentes en la estructura del aceite tanto: parámetros físicos, químicos y de rendimiento, para esto una vez obtenido el producto se analizaron ciertas características fisicoquímicas, se evaluó el rendimiento y se efectuó el análisis de perfil de ácidos grasos al mejor rendimiento.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del Problema

El aguacate es una fruta de buena producción en el país, a su vez casi en su mayoría solo es comercializada para su consumo directo, desaprovechando sus potencialidades industriales; considerando que existen distintas variedades con contenido graso diferente, estas podrían ser aprovechadas para obtener aceite comestible por lo que sería necesario estudiar un método de extracción que logre mantener sus características naturales.

Diagnóstico

La *Persea americana* es una de las pocas frutas que contienen aceite como componente principal [4]; dependiendo de la variedad y madurez alcanza en la pulpa niveles de hasta 25% de aceite, con valores promedios de 15-19%, lo que permite lograr rendimientos de alrededor de 10% de la fruta fresca [5]. Considerando que en el Ecuador va en aumento la producción de Aguacate, el 58% es destinado para exportación y solo el 42% de la fruta es destinada al mercado local, esta a su vez, solo se comercializa de forma directa, dejando a un lado la industrialización de esta fruta.

Los principales inconvenientes de esta investigación son las variedades de aguacate a utilizar y cada uno de los métodos de extracción utilizados que influyen en el rendimiento y la calidad del aceite por lo tanto se debe manejar de una manera puntual el proceso del cual se obtendrá el aceite.

Pronóstico

Con la aplicación de los métodos de extracción se podrán obtener aceites comestibles con características similares a cada uno de los aceites comercializados en los diversos mercados nacionales y poder contribuir al cuidado de la salud con el consumo de aceite de aguacate aprovechando las características únicas de esta fruta.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Por qué la falta de aplicación de procesos tecnológicos basados en el estudio de otras variedades de aguacate con la utilización de métodos de extracción, constituye un factor que limita la obtención de subproductos del *Persea americana*?

1.1.3. Sistematización del Problema

Los principales inconvenientes que podría enfrentar una investigación en este sentido, es determinar adecuadamente las variedades de aguacate a utilizar y cada uno de los métodos de extracción utilizados que influyen en el rendimiento y la calidad del aceite por lo tanto se debe manejar de una manera puntual el proceso del cual se obtendrá el aceite. Esto conlleva a plantearnos las siguientes interrogantes:

- ¿Qué variedad de aguacate proporcionará mayor calidad o rendimiento de aceite?
- ¿Qué tipo de método de extracción influirá en el rendimiento y calidad del aceite comestible?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- ✓ Comparar distintas variedades locales de *Persea americana* L. (aguacate) para la obtención de aceite de uso alimenticio.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar tres variedades de aguacate (Hass, Fuerte y Bacon) para la obtención y efecto en la calidad de un aceite de uso alimenticio.
- ✓ Determinar el contenido de aceite de cada una de las variedades utilizando tres métodos de extracción (Por Prensa-frio, Por Prensa-calor y Por solvente).

- ✓ Desarrollar un balance de materiales del proceso de extracción de aceite para la aplicación del análisis de perfil de ácidos grasos al mayor rendimiento.

1.2.3. Justificación

Nueva Zelanda, Sud Africa, México y otros países, se encuentran produciendo este aceite de aguacate “Extra Virgen”, el cual se obtiene a partir del fruto sin piel y sin semilla, con un tratamiento de macerado en frío, y luego filtrado y embotellado. Con ello, el aceite mantiene todas las propiedades originales que lo hacen ser muy aceptable para la salud humana, ya que al no contener colesterol previene enfermedades cardiacas, reduciendo incluso problemas a la próstata. También este aceite “Extra Virgen” de aguacates se está comercializando en cápsulas lo que hace ser un buen suplemento dietético y como aerosoles para cocinar o para aliños de platos [5].

El propósito de este trabajo investigativo se basa en, la obtención de un aceite de aguacate que cumpla con cualidades alimentarias, con el fin de aprovechar al máximo este fruto. Este aceite es obtenido por diferentes tipos de extracción utilizando equipos diseñados en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, de manera que esta investigación deja abierto a una serie de estudios aplicados a la obtención de aceite, que servirá a futuro para desempeñarse con la competencia en los ámbitos profesionales.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis nula

- ✓ Ho: La obtención de aceite de las tres variedades de aguacate aplicando los métodos de extracción no influyen en las características fisicoquímicas y el rendimiento del producto final

1.3.2. Hipótesis alternativa

- ✓ Ha: La obtención de aceite de las tres variedades de aguacate aplicando los métodos de extracción si influyen en las características fisicoquímicas y el rendimiento del producto final

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. *Persea americana L*

El fruto del aguacate se considera como una de las frutas más nutrientes disponibles. Aunque su alto contenido de aceite ha sido erróneamente considerado como una desventaja, un escrutinio más detallado de los hechos nutricionales revela que el aguacate comido con moderación no contribuye al aumento de peso, contiene grandes cantidades de los deseables ácidos grasos insaturados y monoinsaturados y es rico en fibra, Proteínas, vitaminas, antioxidantes y minerales. Esta fruta rica en nutrientes es, por lo tanto, sin rival y, en muchos aspectos, un verdadero fruto del paraíso [6].

2.1.2. Variedades locales de *Persea americana L*

2.1.2.1. Variedad Hass

El aguacate "Hass" es disfrutado por los consumidores de todo el mundo debido a su rico sabor, alta calidad general y atributos relacionados con la salud. La composición fitoquímica nutricional y densa del aguacate está atrayendo a más consumidores. El tejido mesocarpico del fruto se compone de 72 g / 100 g de agua, 15,4 g / 100 g de lípidos totales, 1,96 g / 100 g de proteína, 6,8 g / 100 g de fibra, azúcares totales 0,3 g / 100 g, 8,64 g / 100 g de carbohidratos, 1,66 g / 100 g de ceniza, además de la presencia de casi todas las vitaminas y minerales importantes [7], El alto contenido en lípidos de la porción comestible del fruto se compone de una gran cantidad de ácidos grasos (oleico, palmítico, palmitoleico, linoleico, linolénico) especialmente del tipo insaturado: monoinsaturado y poliinsaturado [8].

2.1.2.2. Variedad fuerte

Esta variedad es originaria de México y es un híbrido natural entre la raza mexicana y guatemalteca, árbol vigoroso de copa abierta con tendencia a formar ramas horizontales. Su fruto es piriforme, el peso medio varía de 180 - 420g, su largo es de 10 -12 cm, y ancho de 6 a 7 cm; semilla de tamaño mediano, la corteza es de 1 mm de espesor, color verde, no tiene fibra, el contenido de aceite oscila del 18 a 22%. Es el cultivar comercial más

importante en los países productores por la calidad de la fruta, tamaño, buena conservación y resistencia al transporte, con flor del tipo B. Su mayor producción en Ecuador está entre febrero a julio [9].

2.1.2.3. Variedad Bacon

Corresponde a un híbrido mexicano. Sus frutos son de color verde brillante, de tamaño medio a grande, de forma ovoide con cáscara delgada, la que envuelve a una pulpa algo fibrosa [10].

2.1.3. Aceite vegetal

Las sustancias a partir de las cuales se producen los aceites son semillas o frutos. En realidad, todas las semillas y frutos contienen aceite, pero sólo los llamados oleaginosos sirven para la producción industrial de aceite. Entre las semillas de plantas cultivadas por su aceite, las más conocidas son: el cacahuete, la colza, el ricino, la soja y el girasol. A estas se deben agregar las plantas cultivadas para la producción de fibras textiles y en segundo lugar aceite: algodón y lino principalmente. En cuanto a los frutos oleaginosos, estos provienen principalmente del cocotero (copra), del nogal, de la palma de aceite (palma y palmito) y del olivo (aceitunas) [11].

2.1.4. Aceite de aguacate

2.1.4.1. Aceite Crudo de Aguacate

Es un líquido graso de color ligeramente ámbar, obtenido por extracción física de la pulpa y la semilla del fruto del árbol del aguacate (*Persea americana*) [12].

2.1.4.2. Aceite de aguacate refinado

Es el producto obtenido del aceite crudo de aguacate cuando éste es sometido a un proceso de refinación que puede ser por vía de refinación física o refinación química. El proceso de refinación física puede consistir de las siguientes etapas: pre-tratamiento, blanqueo y

desodorización. El proceso de refinación química consiste de las siguientes etapas: neutralización, lavado, secado, blanqueo, y desodorización [12].

2.1.4.3. Aceite comestible puro de aguacate

Es el producto con el 98.5% como mínimo del aceite de aguacate refinado [12].

2.1.5. Perfil de ácidos grasos del aceite de aguacate

El fruto de aguacate es único ya que posee en su valor nutricional un alto contenido de ácidos grasos insaturados. Que puede alcanzar aproximadamente el 79% de los ácidos grasos presentes en el mesocarpio. De estos, 13,6% son poliinsaturados. Los principales ácidos grasos presentes en el mesocarpio incluyen ácido oleico monoinsaturado (50 - 60% de contenido de ácido graso), ácido palmítico saturado (15 - 20%), ácido palmitoleico insaturado (6 - 10%), ácido linoleico insaturado (11 - 15%), y ácido linolénico (cerca de 1%) [13].

2.1.6. Extracción de aceite

Existen varios métodos para la extracción de aceite de aguacate, entre ellos están; la extracción por solventes y fluidos súper críticos utilizados en la industria cosmética; extracción por centrifugación y prensado en frío, combinados con pretratamientos enzimáticos o secado de la pulpa como tal; los cuales son utilizados en la industria alimenticia ya que son procesos que no alteran la calidad del aceite [14].

2.1.6.1. Extracción por frío

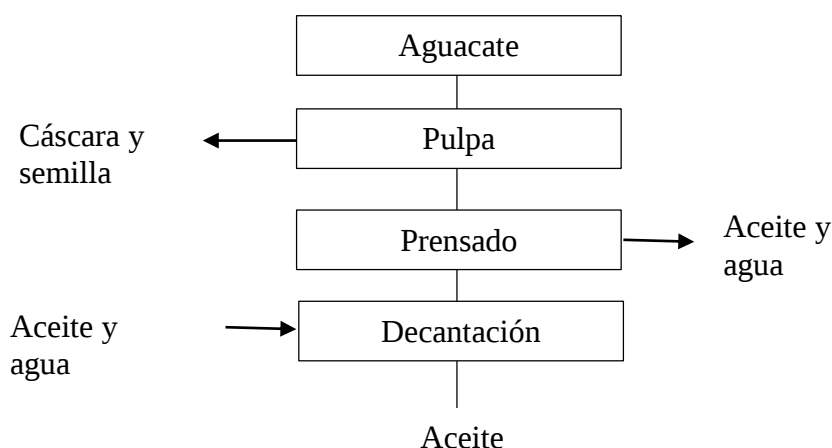
Recientemente se han venido desarrollando industrias de extracción de aceite con fines alimenticios trabajando dos técnicas: el prensado y la centrifugación en frío. Históricamente la extracción por presión es el procedimiento más antiguo y utilizado para obtener diferentes tipos de aceite como el de oliva. El equipo que se requiere son prensas hidráulicas a las cuales ingresa una pasta previamente preparada en capas finas sobre discos de material filtrante denominados capachos. Para la extracción de aceite utilizando esta técnica se requiere que la pasta presente un alto contenido de humedad, así como la presencia de un

alto porcentaje de materias sólidas incompresibles (hueso), condiciones que facilitan el drenaje de las fases líquidas a través de la torta. [15].

Proceso de extracción por frío

De acuerdo a la figura 1, Antes de someter el aguacate a este tratamiento, este fue pelado y extraído el hueso o endocarpio. La pulpa extraída presenta una consistencia poco viscosa por lo que al someterla a presión se escapa lateralmente y es difícil de obtener todo el aceite que contiene [16]. Se utilizan cilindros metálicos de 10 cm de altura y 7 cm de diámetro interno con dos perforaciones con taladros de 2mm de diámetro tanto en la superficie lateral como en la base inferior [16].

Figura 1. Obtención de aceite de aguacate por prensada sin hueso molido



Fuente: Martínez, L; Carnacho F; Rodríguez, S Y Moreno, M

2.1.6.2. Extracción por solvente

El proceso de extracción por solventes requiere movimiento continuo del solvente, en el caso de la extracción empleando extractor tipo Soxhlet se requiere reflujos constantes, para lograr mejor eficiencia en la operación. Los solventes se recuperan por destilación y pueden ser reutilizados [17]. La eficiencia de la extracción depende del equilibrio entre el solvente y la micela (mezcla de aceite y solvente) fuera del material oleaginoso [18]. Entre los parámetros que afectan el desempeño de los extractores por solventes, se encuentran el tiempo de contacto, tamaño de partícula, temperatura del extractor y número de etapas [17].

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Impacto de las estrategias de maduración post-cosecha en los perfiles de ácidos grasos de aguacate "Hass"

El efecto de las diferentes temperaturas de maduración (15 y 20 ° C) y etileno (0 ó 100 ppm) en los perfiles finales de ácidos grasos de aguacates se evaluó sólo con las muestras con el contenido medio seco más bajo ($26,4 \pm 2,1$) del cultivador D Y posteriormente confirmado con los otros cultivadores (A, B y C) a temperaturas de 15 y 20 ° C con y sin aplicación de etileno. Las diferencias no significativas en la composición grasa. El ácido oleico (C18: 1) fue el ácido graso más abundante que se encontró representando ~ 68% de la cantidad total de ácidos grasos, seguido de ácido palmítico (C16: 0) ~ 13.4%, linoleico (C18: 2) ~ 14%, palmitoleico C16: 1) ~ 3.4%, linolénico (C18: 3) ~ 0.97% y esteárico (C18: 0) ~ 0.2%. La proporción de ácidos grasos monoinsaturados, ácidos grasos poliinsaturados y ácidos grasos saturados representaron el 71,3%, el 15,0% y el 13,3%, respectivamente. En el caso del aguacate "Hass" se han notificado valores de 71% de MUFA, 13% de AGPI y 16% de AFS, sin embargo, no se ha indicado la etapa de madurez [19].

2.2.2. Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en aguacates (*Persea americana mill.*) cvs. fuerte y hass cultivados en Chile

Se investigaron dos variedades de palta (fuerte y Hass) que fueron cultivadas en Chile, donde se evaluaron durante 3 años seguidos para determinar alguna diferencia entre los aguacates y la diferencia de años, En cada cultivar y en cada fecha de evaluación, se cosecharon ocho frutos, los que fueron trasladados al laboratorio [20].

En el mes de agosto de 1996 cuando el aguacate 'Fuerte' estaba en su momento óptimo de palatabilidad, tenía un valor de 72.6% de humedad y uno de 16% de aceite, Esta proporción es aproximadamente el doble de la que se observó en el mismo mes de agosto de 1997, fecha en que el nivel de humedad era de 78.75% y el de aceite de solo un 9.5%. Durante 1998, el 1º de julio muestra un nivel de humedad menor a agosto de 1997 con un 75.6%, pero de

igual tenor al 1° de julio de 1996, que presentó un 74.6% de humedad y un 13.8% de aceite, mientras que el 1° de julio de 1998, el porcentaje de aceite es de 12.8 % [20].

2.2.3. Caracterización de los aceites de la pulpa y semillas de frutos de aguacate (cultivar: Fuerte)

El contenido de lípidos en pulpa y semillas, en la base húmeda fueron 15.39% y 1.87%, respectivamente. Los aceites extraídos de la pulpa y de las semillas por hexano representan similares índices de refracción (1.4608 y 1.4592), densidad específica (0.9272 y 0.9300) e índice de peróxidos (1.40 y 1.37) pero diferentes índices de acidez (2.45 y 4.12), iodo (77.6 y 69.4) y saponificación (178.3 y 231.6), respectivamente. El análisis de cromatografía gaseosa revela la presencia de 22 y 27 ácidos grasos en aceite de pulpa y de semillas, respectivamente [21].

El ácido palmítico fue el principal ácido saturado, presente en concentraciones de 21,3% en pulpa y 20,8% en aceites de semillas. La principal diferencia entre estos aceites fue su contenido de ácidos grasos mono-insaturados (C18:1 -64.3% en aceite de pulpa y 15.4% de semillas) y poli-insaturado (C18:2 y C18:3 -9.14% y 0.46% respectivamente, en aceite de pulpa y 34.39% y 5.81% respectivamente, en aceite de semillas) [21].

2.2.4. Extracción de aceite de aguacate: Un experimento industrial

Se analizan los resultados obtenidos en un experimento industrial de obtención de aceite de aguacate por un proceso continuo similar al de obtención de aceite de oliva, indicando las posibles modificaciones para mejorar el rendimiento [22].

2.2.5. Evaluación y escalamiento del proceso de extracción de aceite de aguacate utilizando tratamiento enzimático

En la fase inicial se llevó a cabo un proceso en laboratorio, donde se analizaron cinco variedades diferentes de aguacate, producidas y comercializadas en el departamento del Tolima. Las variedades de aguacate Lorena, Criollo, Santana, Choquette y Hass, se

analizaron de acuerdo al contenido de grasa (Soxhlet), encontrándose que la variedad de aguacate de mayor contenido es la Hass (24,76% b.h.), se procedió a analizar y determinar los parámetros a los cuales se obtuvo el mayor rendimiento en el proceso de la extracción de aceite de aguacate, para ello se usaron tres enzimas comerciales compuestas principalmente por celulasas, hemicelulasas y pectinasas, utilizadas en la industria de alimentos, donde se alcanzó un rendimiento de 95,58%, aplicando agitación [23].

2.3. Normas relacionadas al proyecto de investigación

2.3.1. Aceites y grasas- aceite de aguacate especificaciones NMX-F-052-SCFI-2008

Objetivo: Esta norma mexicana establece las especificaciones mínimas de calidad que debe cumplir el producto denominado aceite comestible puro de aguacate [12].

2.3.2. Aceite De Aguacate Refinado Dac

El aceite de aguacate se obtiene a partir de la fruta *Persea Americana* Miller (Lauraceae). Líquido claro, brillante, de color amarillo hasta incluso amarillo-verdoso; olor y gusto suaves. Es insoluble en agua y etanol (96 %), miscible en éter [24].

2.3.3. Ficha técnica Aceite de Aguacate

Producto de uso gastronómico, algunos estudios le atribuyen mayor beneficio que el aceite de oliva porque se quema a mayor temperatura [25].

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El trabajo experimental se realizó en los laboratorios de procesamiento de alimentos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicada en el km 1 1/2 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. Las coordenadas de las instalaciones son 1°00'44.4"S y 79°28'14.1"W, estando ubicadas en la Provincia de los Ríos, en el Cantón Quevedo.

La materia prima se la consiguió en dos lugares diferentes, las variedades Hass y Bacon se la obtuvo en el Mercado Central de la Ciudad de Quevedo y la variedad Fuerte se la obtuvo en la finca del Señor Julio Morales ubicada en el Recinto “La Experiencia” perteneciente al Cantón Valencia provincia de Los Ríos.

3.2. Tipo de Investigación

Para el desarrollo del proyecto de investigación se aplicó los siguientes tipos de investigación:

- **Investigación experimental.** Comprometió la manipulación de las variedades de aguacate (variable dependiente) sobre cada uno de los métodos de extracción (variable independiente)
- **Investigación analítica.** Corresponde a la interpretación y análisis de los datos obtenidos en las características químicas del aceite de aguacate sometido a tres diferentes métodos de extracción.
- **Investigación bibliográfica.** Se utilizó para recopilar información de artículos científicos, libros, fichas técnicas y normas referentes al aceite de aguacate que permitan desarrollar los métodos y realizar comparaciones para el presente estudio.

3.3. Métodos de la investigación

En el presente trabajo investigativo se aplicó los siguientes métodos de investigación:

- **Método deductivo – inductivo:** Usando los resultados de las variables fisicoquímicas analizadas, se aplicó un diseño experimental con arreglo factorial AxB para evaluar los tratamientos, mediante los métodos deductivos e inductivo se realizó las conclusiones de las hipótesis y de los objetivos planteados.
- **Método analítico:** se empleó el método analítico para poder determinar el mejor método empleado para la extracción de aceite de aguacate, evaluando las características fisicoquímicas del producto final.

3.4. Fuente de recopilación de información

Los datos recopilados en la investigación fueron obtenidos en libros, artículos científicos, normas INEN, NMX y Fichas Técnicas con el fin de respaldar la investigación con datos bibliográficos.

3.5. Diseño de la investigación

Para el estudio de cada uno de los datos obtenidos se ha utilizado un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial AxB, donde A= Variedades de Aguacate (Hass, Fuerte y Bacon) B= método de extracción (prensado – frio; prensado – calor y Químico) para un total de 18 tratamientos, fueron realizadas dos repeticiones. Las variables estudiadas son: densidad, pH, acidez, humedad, perfil de ácidos grasos.

3.5.1. Factores de estudio

Los factores de estudio que intervinieron en esta investigación son los siguientes:

Tabla n° 1: Factores de estudio que intervienen en el proceso de extracción de aceite

Factor	Simbología	Descripción
A: Variedades de Aguacate	a0	Hass
	a1	Fuerte
	a2	Bacon
B: Método de extracción	b0	Por Prensado – frio
	b1	Por Prensado – calor
	b2	Por Solvente

Elaborado por: Coello, A. (2017)

3.5.2. Tratamientos

En la siguiente tabla muestra cada uno de los tratamientos que intervienen en la extracción de aceite.

Tabla n° 2: Factores de estudio que intervienen en el proceso de extracción de aceite

N°	Simbología	Descripción
1	a ₀ b ₀	Hass + Prensa-Frio
2	a ₀ b ₁	Hass + Prensa-Calor
3	a ₀ b ₂	Hass + Solvente
4	a ₁ b ₀	Fuerte + Prensa-Frio
5	a ₁ b ₁	Fuerte + Prensa-Calor
6	a ₁ b ₂	Fuerte + Solvente
7	a ₂ b ₀	Bacon + Prensa-Frio
8	a ₂ b ₁	Bacon + Prensa-Calor
9	a ₂ b ₂	Bacon + Solvente

Elaborado por: Coello, A. (2017)

3.5.3. Variables de estudio

- pH
- Acidez
- Humedad
- Densidad
- Perfil de ácidos grasos

3.6. Instrumentos de la investigación

3.6.1. Manejo del Experimento

Se recolectó aguacate de cada una de las variedades en estado verde, se almaceno hasta su maduración, se procedió a extraer la pulpa de aguacate, se pesó 2 Kg de pulpa de cada una de las variedades, realizándolo por repetido ya que se utilizaron dos métodos de secado.

Para la eliminación de agua presente en cada una de las muestras, se colocaron en refrigeración 2 Kg de pulpa de cada variedad a una temperatura aproximada de 4°C con una humedad relativa de 90% durante 3 semanas, así mismo se colocó en la estufa 2 Kg de pulpa de cada variedad a una temperatura de 70 °C por 6 horas.

Las muestras secas se las ubica en tela lienzo para llevarla a la Prensa de extracción a nivel de laboratorio, esta prensa trabaja con un compresor y a una presión de 110 psi, luego de haber extraído el aceite se colocó en envases de vidrio, aislados de la luz y en refrigeración.

En el caso de la extracción por soxhlet, primero se somete a un secado a los vasos beaker con una temperatura de 100°C por una hora, se pesó en un papel filtro 2 gramos de cada muestra ya deshidratada y 50 ml de éter di etílico, la muestra con el solvente se vierten en el vaso beakers y a su vez se lo traslada al equipo golfish en donde estuvo a una temperatura de 55°C por un periodo de tiempo de 4 horas, una vez terminada la extracción se recuperó una parte del solvente aplicando calor y el resto del solvente se lo elimina en la estufa a una temperatura de 105°C durante 30 minutos se coloca nuevamente en la estufa a 100 °C durante 30 minutos, luego se lleva hasta el desecador y una vez frio se procede a pesar, el contenido de extracto etéreo de lo calcula con una fórmula de diferencia de peso.

3.6.2. Análisis fisicoquímicos

La acidez se efectuó por titulación mediante el consumo de NaOH (Hidróxido de Sodio) a 0,1 de Normalidad en una muestra de 10 ml de aceite extraído y 50 ml de alcohol neutralizado, como indicador se utilizó $C_{20}H_{14}O_4$ (Fenolftaleína), dando el resultado expresado en porcentaje de ácido oleico, procedimiento basado en la norma NTE INEN 0038 (1978). Mientras que la medición del pH basado en la norma NTE INEN 00973 (1984), en la cual consistió en utilizar un PH-metro, introduciendo el electrodo en la muestra liquida del producto, que en el caso se usó la muestra del aceite directo para realizar la medición.

La densidad fue determinada en base a la norma NTE INEN 0391 (2012) en donde se utilizó un picnómetro de 10 ml, se lo lleno y seco para realizar la toma del peso del picnómetro lleno, el resultado se obtiene realizando una diferencia de pesos.

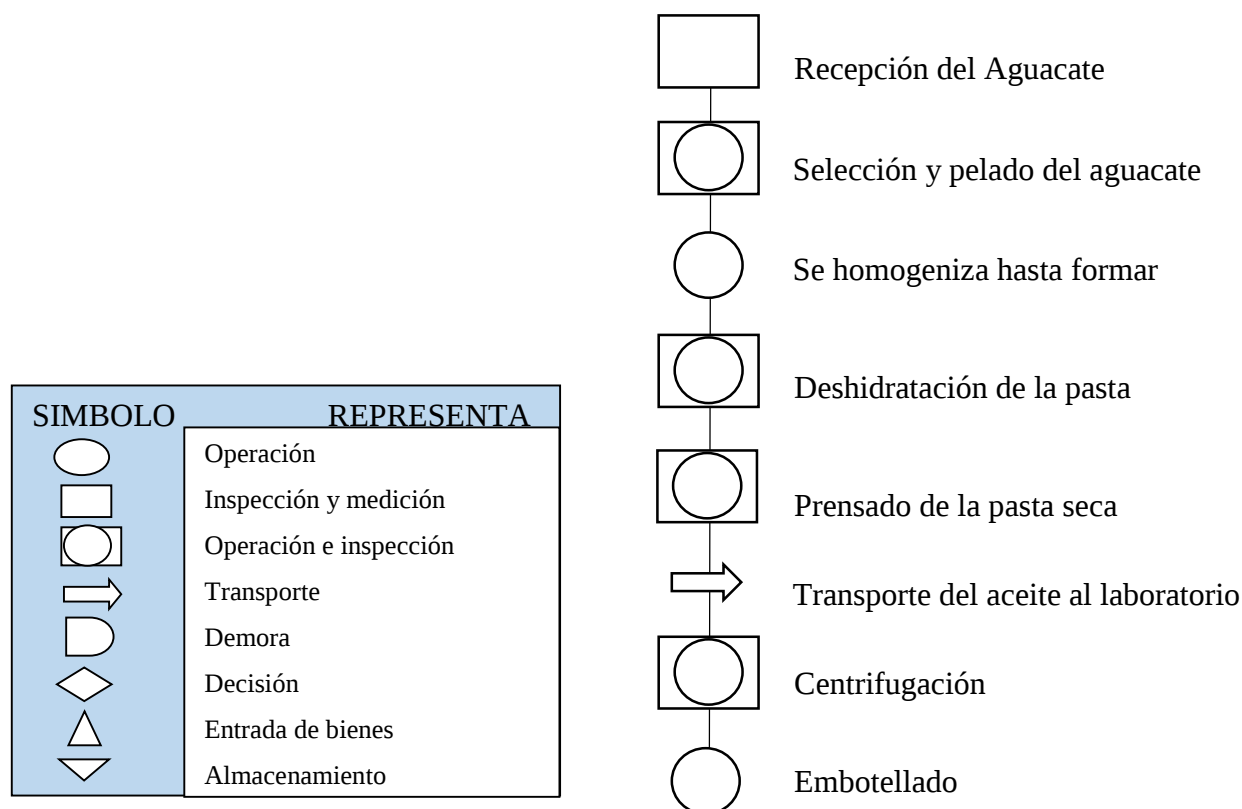
La humedad se efectuó en base a la norma NTE INEN-ISO 662 (2013) en donde se realizó el análisis pesando un crisol para cada muestra, con una balanza analítica con un margen de error de 0,00001 g se pesó 2 gramos de muestra, se coloca en cada crisol y luego se coloca en la estufa a una temperatura de 130°C por un lapso de 2 horas, una vez cumplido el tiempo, se procede a pesar cada muestra y por medio de diferencia de peso se determinó el contenido de humedad.

3.6.3. Perfil de ácidos grasos

El análisis del perfil de ácidos grasos se realizó al tratamiento que obtuvo mayor rendimiento, donde se determinó la cantidad presente de ácidos grasos presentes en 250 ml de muestra, las especificaciones del procedimiento contienen el método de referencia MMQ.HPLC-09.

3.6.4. Flujograma del proceso de extracción de aceite

Figura n° 2 Flujograma del proceso de extracción de aceite de aguacate



3.7. Tratamientos de los datos

El análisis estadístico de los resultados obtenidos de las variables de estudio, se realizó mediante un análisis de varianza (ADEVA) y para determinar diferencia significativa se aplicó la prueba de significación Tukey ($p \leq 0,05$), este análisis se realizó en el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI versión 16.2.04.

3.8. Recursos Materiales

En el siguiente cuadro se muestra los materiales y equipos usados en la extracción.

Cuadro n° 1: Materiales utilizados en la extracción de aceite

Materia prima para la extracción de aceite	Equipos	Materiales
Hass	Prensa Neumática	Cuchillo
Fuerte	Balanza analítica	Recipientes de aluminio
Bacon	Estufa	Tela lienzo
	Refrigerador	Batán (piedra para moler)
	Compresor	Vasos de precipitación
		Envases

Elaborado por: Coello, A. (2017)

A continuación, se muestra los materiales usados en los análisis fisicoquímicos realizados en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Cuadro n° 2: materiales y equipos utilizados en los análisis fisicoquímicos

Materiales	Equipos
Vaso de precipitación	Potenciómetro
Matraz Erlenmeyer 250 ml	Alcohol de 96% de pureza
Probeta de 100 ml	Fenolftaleína
Bureta graduada 25 ml	Hidróxido de sodio (NaOH)
Pipeta 10 ml	Estufa
Vaso de precipitación de 500 ml	Balanza analítica (0.0001g)
Crisol	HPLC Marca Waters
Picnómetro de 10 ml	

Elaborado por: Coello, A. (2017)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del aceite de aguacate obtenido en la extracción

4.1.1. Análisis de Varianza de pH

A continuación, se presenta el análisis de varianza de pH en el aceite

Tabla n° 3: Análisis de varianza para el pH en el aceite

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades	0,751644	2	0,375822	169,12	0,0000*
B: Métodos de extracción	0,329911	2	0,164956	74,23	0,0000*
C: repetición	0,00222222	1	0,00222222	1,00	0,3466
INTERACCIONES					
AB	4,21582	4	1,05396	474,28	0,0000*
RESIDUOS	0,0177778	8	0,00222222		
TOTAL (CORREGIDO)	5,31738	17			

(p<0,05)

Elaborado por: Coello, A. (2017)

Interpretación: Respecto a los resultados del análisis de varianza de pH que están presentes en la tabla n° 3 se observa que existe diferencia significativa en el factor A (Variedades de Aguacate), factor B (Métodos de extracción) y también presenta diferencia en la interacción AB.

4.1.2. Análisis de Varianza de Humedad

La siguiente tabla representa el análisis de varianza correspondiente a la Humedad

Tabla n° 4: Análisis de varianza para la humedad en el aceite

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Variedades	6,30254	2	3,15127	56722826,59	0,0000*
B: Métodos de extracción	15,5259	2	7,76297	139733431,98	0,0000*
C: repetición	5,55556E-8	1	5,55556E-8	1,00	0,3466
INTERACCIONES					
AB	8,68617	4	2,17154	39087776,71	0,0000*
RESIDUOS	4,44444E-7	8	5,55556E-8		
TOTAL (CORREGIDO)	30,5146	17			

(p<0,05)

Elaborado por: Coello, A. (2017)

Interpretación: En la tabla n° 4 donde se detalla el análisis de Humedad, indica que presenta diferencia significativa en los factores A (variedades de aguacate), factor B (Métodos de Extracción) y en las interacciones AB.

4.1.3. Análisis de varianza de acidez

A continuación, se muestra el análisis de varianza realizado a la acidez del aceite

Tabla n° 5: Análisis de varianza para la acidez en el aceite

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS					
PRINCIPALES					
A:variedades	0,364647	2	0,182323	364646,78	0,0000*
B: Métodos de extracción	1,40165	2	0,700827	1401654,11	0,0000*
C:repetición	5,E-7	1	5,E-7	1,00	0,3466
INTERACCIONES					
AB	0,545393	4	0,136348	272696,44	0,0000*
RESIDUOS	0,000004	8	5,E-7		
TOTAL (CORREGIDO)	2,3117	17			

(p<0,05)

Elaborado por: Coello, A. (2017)

Interpretación: De acuerdo a los resultados de análisis de varianza de la acidez del aceite presentados en la tabla n°5 se determina que existe diferencia significativa en los factores A (variedades de aguacate), Factor B (Métodos de extracción) y también en la interacción AB.

4.1.4. Análisis de varianza de densidad

En la siguiente tabla se muestra el análisis de varianza realizado a la densidad del aceite

Tabla n° 6: Análisis de varianza para la densidad en el aceite

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS					
A:variedades	0,0121899	2	0,00609494	27805,38	0,0000*
B: Métodos de extracción	0,0141428	2	0,00707138	32259,94	0,0000*
C:repetición	3,042E-7	1	3,042E-7	1,39	0,2726
INTERACCIONES					
AB	0,036278	4	0,00906949	41375,41	0,0000*
RESIDUOS	0,0000017536	8	2,192E-7		
TOTAL	0,0626127	17			

(p<0,05)

Elaborado por: Coello, A. (2017)

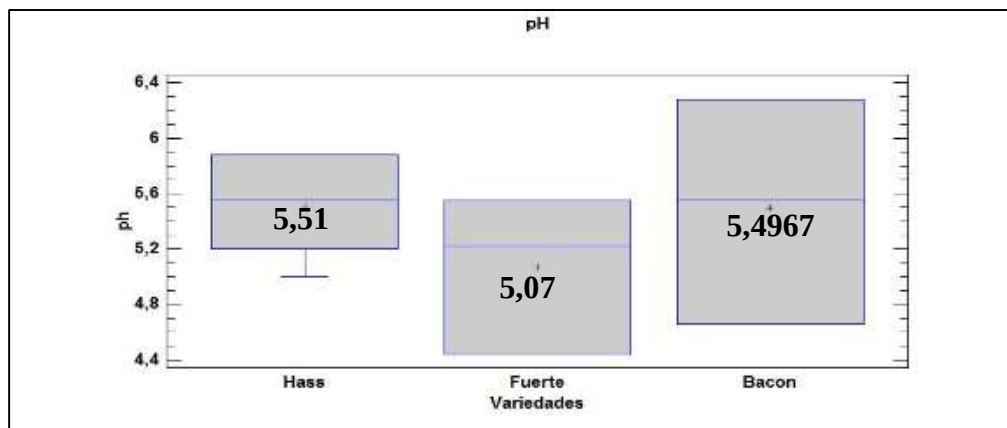
Interpretación: En la tabla n°6 que representa a los valores de densidad, indica que se presentó diferencia significativa en los factores A (variedades de Aguacate) y factor B (Métodos de extracción), también presentó diferencia en la interacción AB

4.2. Resultados de la prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) con respecto a los factores de estudio para los análisis fisicoquímicos

4.2.1. Resultados con respecto al factor A

A continuación, se presenta en las gráficas 1 y 2, la diferencia de medias con respecto a las 3 variedades de aguacate

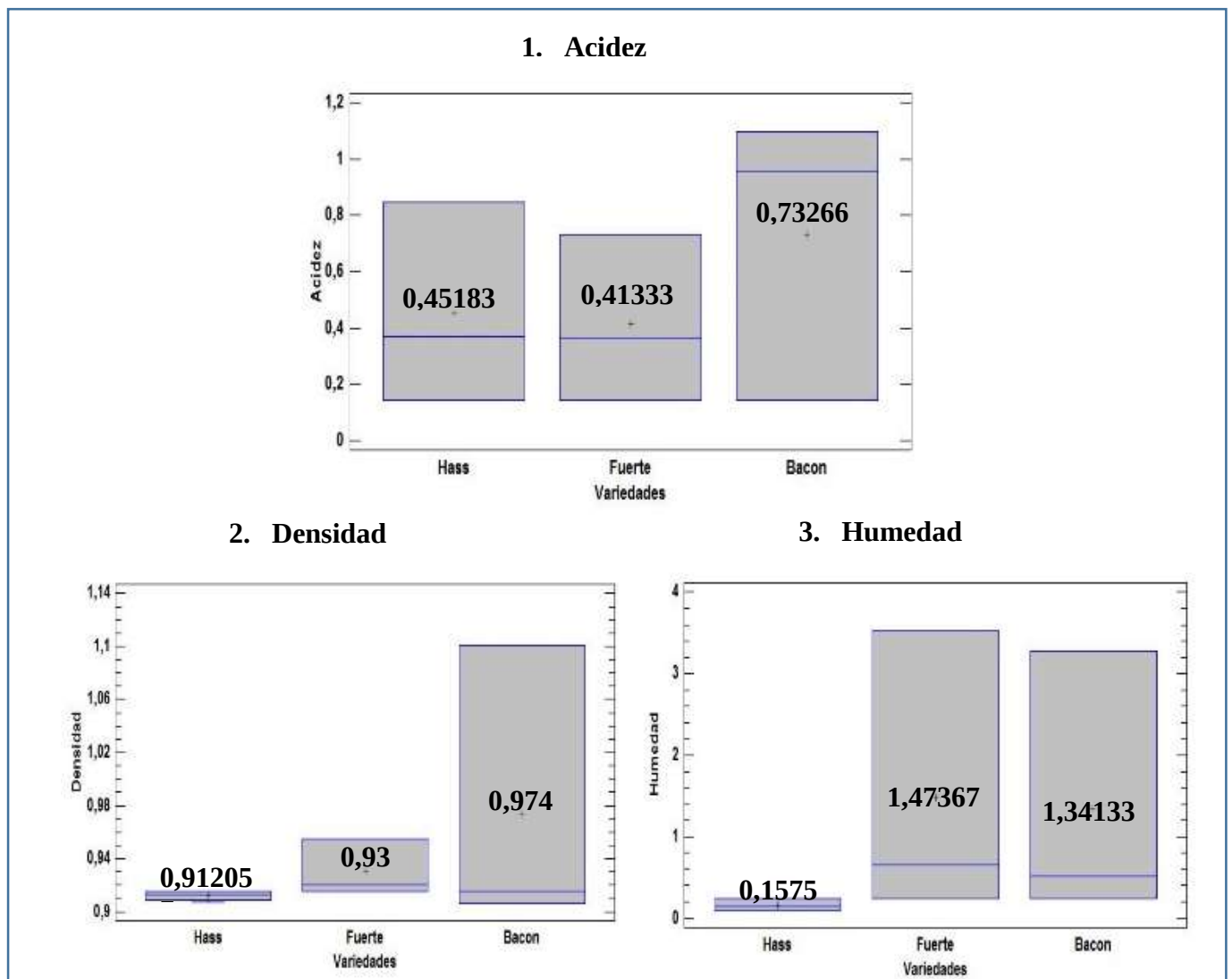
Grafica 1: Resultados de la diferencia de medias entre las variedades de aguacate (Hass, Fuerte, Bacon) de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. pH



Elaborado por: Coello, A. (2017)

Interpretación: En el grafico n°1 se observó diferencia significativa en el pH donde dio un valor mayor de 5,51 en la variedad Hass, mientras que la variedad Fuerte obtuvo el valor menor con 5,07.

Grafica 2: Resultados de la diferencia de medias entre las variedades de aguacate (Hass, Fuerte, Bacon) de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. Acidez; 2. Densidad; 3. Humedad.



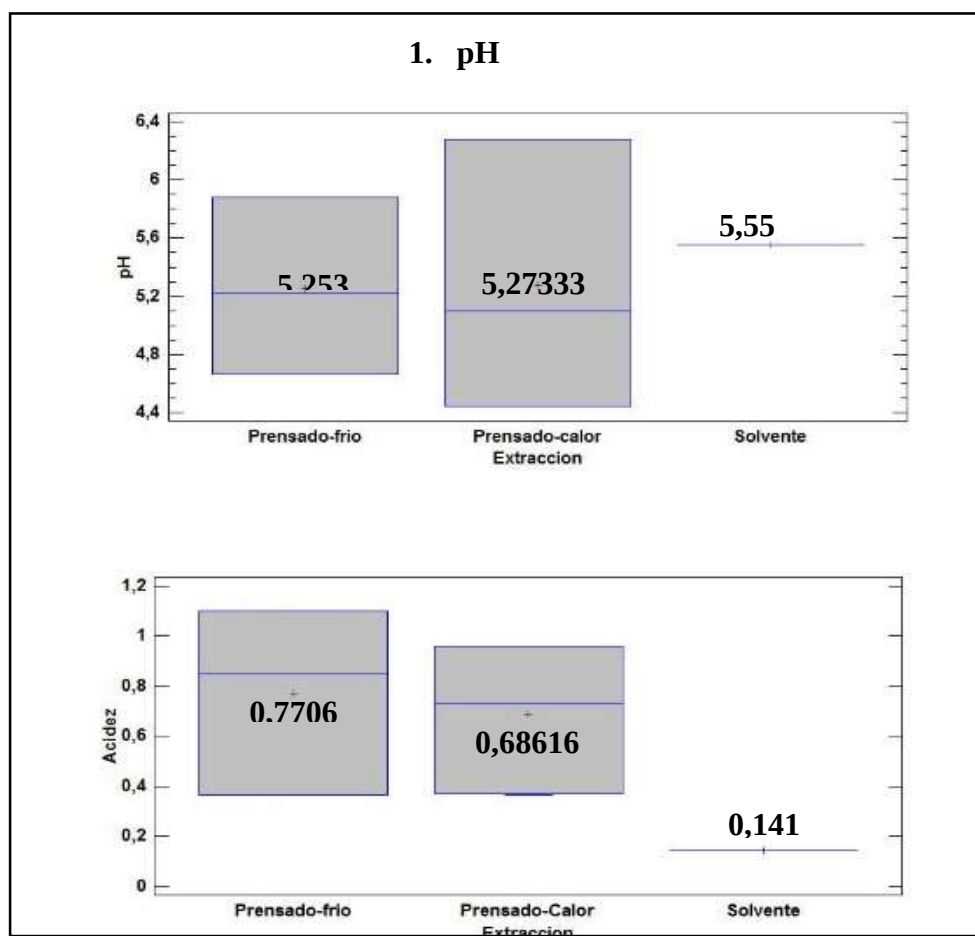
Elaborado por: Coello, A. (2017)

Interpretación: En la gráfica n°2, se muestra diferencia significativa en acidez, con un valor mayor de 0,73266 presente en la variedad Bacon, mientras que la variedad Fuerte presentó un valor menor de 0,41333 y la variedad Hass presentó una media de 0,45183; en lo que respecta a Densidad, la variedad Bacon obtuvo un valor de 0,974; en cuanto a la variedad Hass obtuvo un valor menor (0,91205) y la variedad Fuerte presentó un valor de 0,93 respectivamente, y en el análisis de Humedad, la variedad Fuerte (1,47367) obtuvo el valor mayor, mientras que la variedad Hass (0,1575) presentó el valor menor y la variedad Bacon obtuvo 1,34133.

4.2.2. Resultados con respecto al Factor B (Métodos de extracción)

A continuación, se presenta en las gráficas 3 y 4, la diferencia de medias con respecto a los tres métodos de extracción

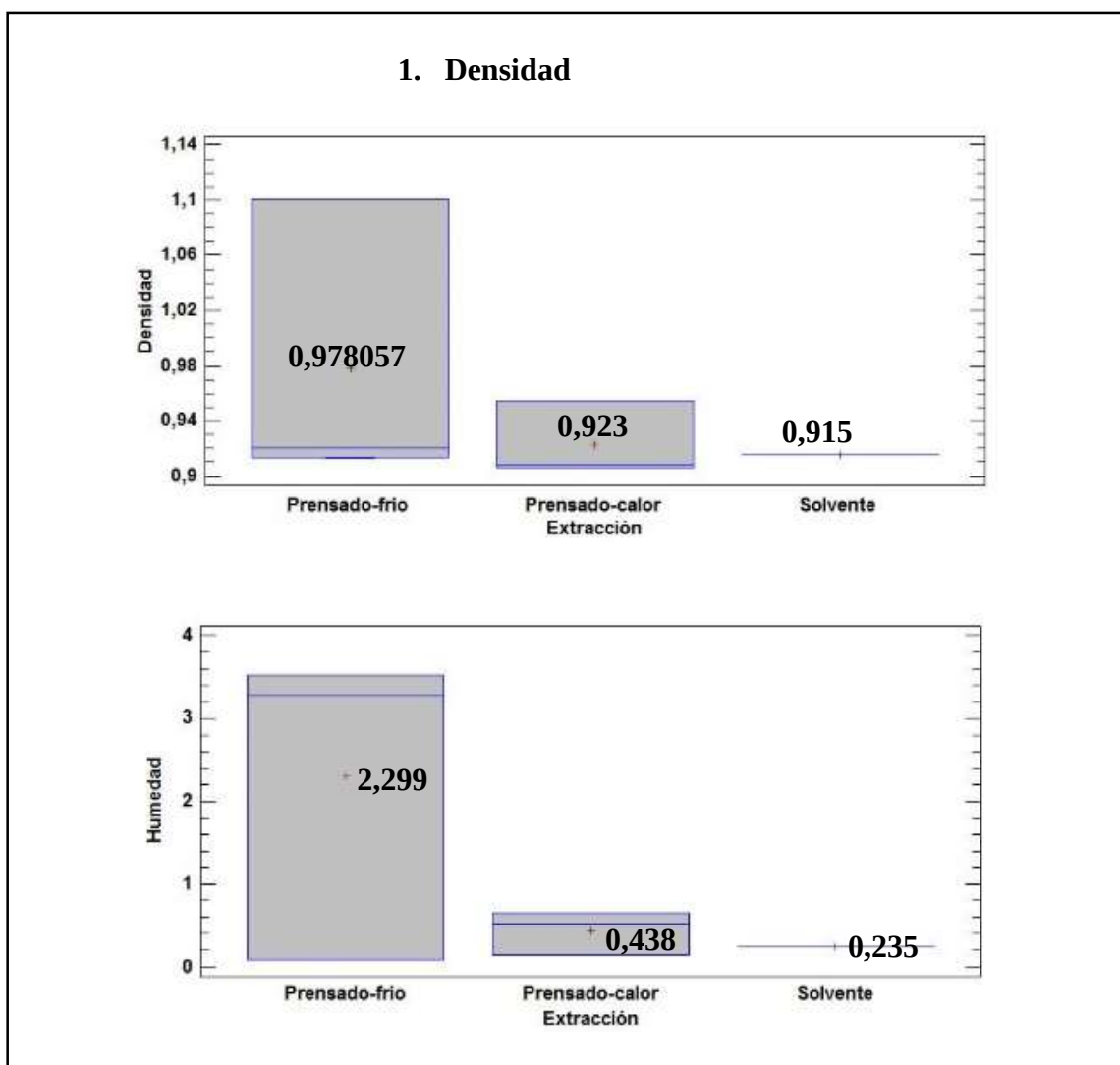
Grafica 3: Resultados de la diferencia de medias entre métodos de extracción (Prensa-frio, Prensa-calor y Solvente) de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. pH; 2. Acidez



Elaborado por: Coello, A. (2017)

Interpretación: En la gráfica n°3, se observó diferencia significativa en pH, en donde la extracción de aceite por solvente obtuvo un valor mayor (5,55), la extracción prensado calor presentó un valor medio (5,27333%) entre los demás, en cuanto a la extracción “prensado frio” obtuvo el valor menor (5,2533%). En lo que respecta a acidez, la extracción por solvente presentó el valor menor (0,141%), la extracción “prensado frio” obtuvo el valor mayor (0,7706%) y la extracción “prensado calor” obtuvo un valor de 0,686167%.

Grafica 4: Resultados de la diferencia de medias entre métodos de extracción (Prensa-frio, Prensa-calor y Solvente) de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$). 1. Densidad; 2. Humedad.



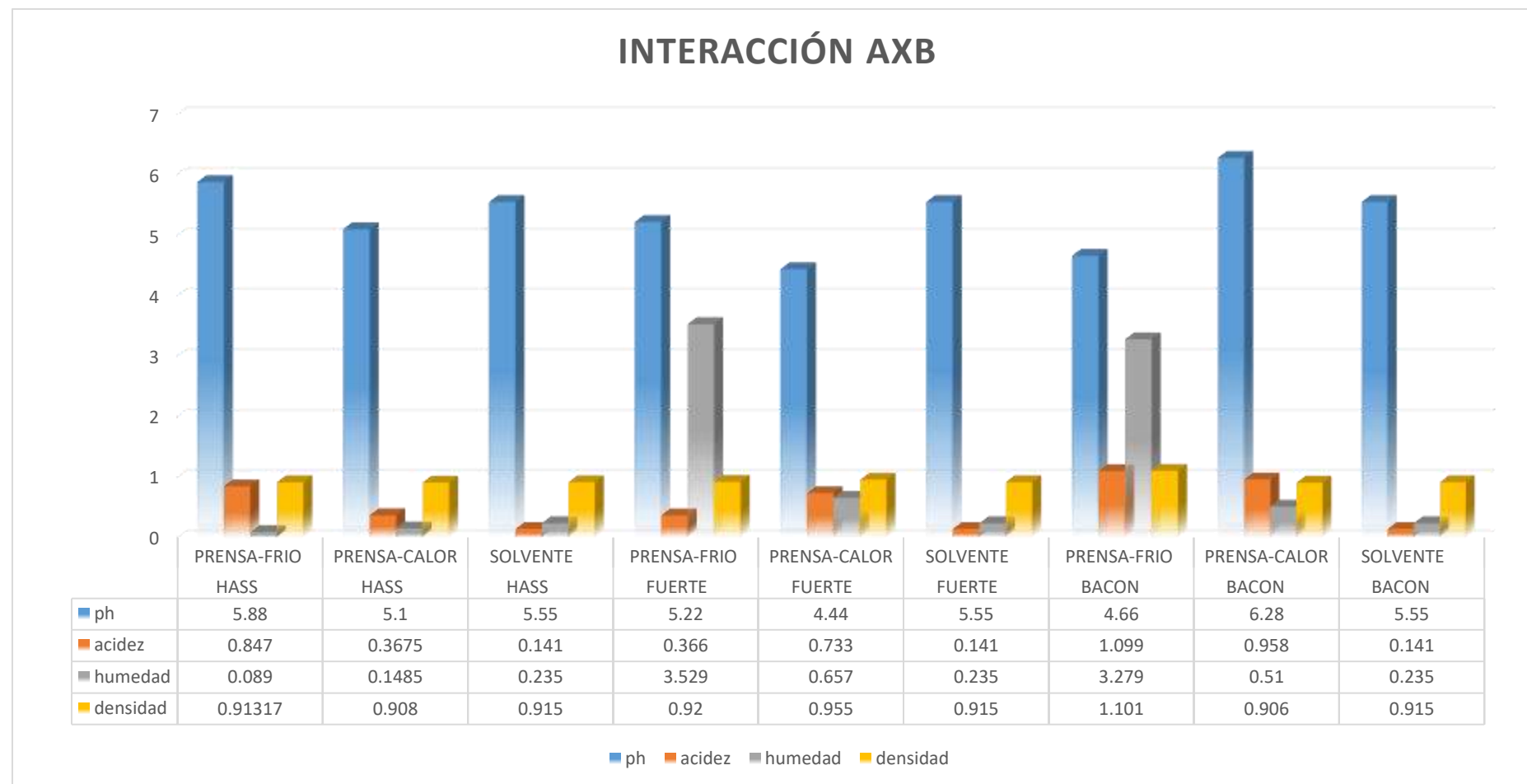
Elaborado por: Coello, A. (2017)

Interpretación: En la gráfica n°4, presentó diferencia significativa en Densidad, se obtuvo en el método de extracción “prensado frio” el valor mayor (0,978057 g/cc), en lo que respecta al método de extracción “prensado calor” se obtuvo un valor medio de 0,923g/cc y la extracción realizada por solvente presentó el valor menor (0,915g/cc). En la determinación de Humedad, presentó una media mayor (2,299 %) en el método de extracción “prensado Frio”, en la extracción de “prensado calor” se obtuvo un valor de 0,438 % y el valor menor (0,235 %) se obtuvo de la extracción por solvente

4.3. Resultados con respecto a la interacción AxB

A continuación, se presenta gráficamente los resultados con respecto a la interacción AxB

Grafica 5: Representación de las medias de la interacción AxB (variedades vs Extracción)

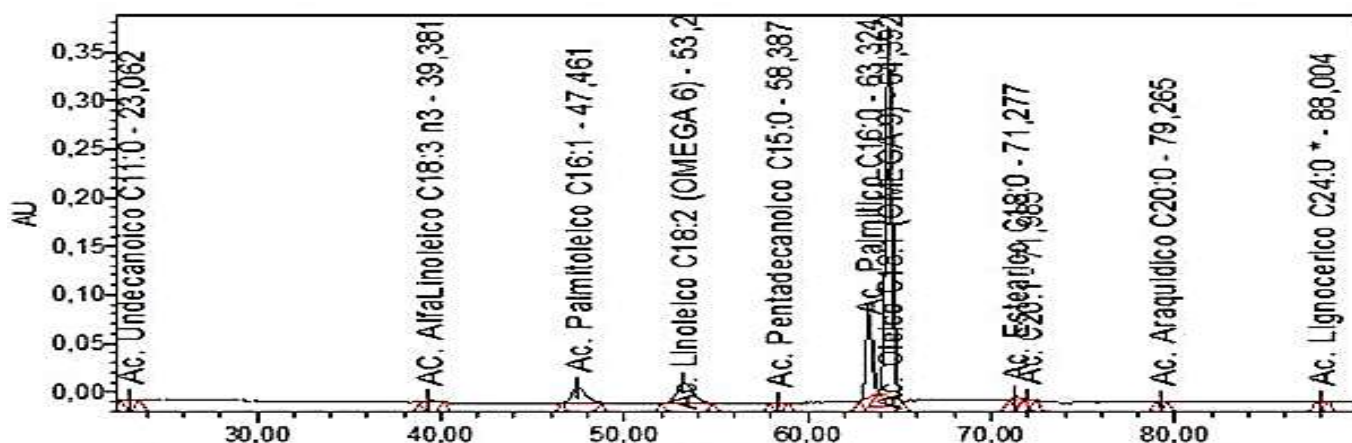


Elaborado por: Coello, A. (2017)

Interpretación: La gráfica n° 5, se muestra los resultados de la prueba de significación Tukey ($p < 0,05$) en la interacción (Variedades de Aguacate x Método de extracción) AxB en las siguientes variables: En función a la humedad, presentó diferencia significativa teniendo como valor más bajo (0,089%) la interacción $a_0 + b_0$ (Hass+ Prensa-frio), mientras que el valor más alto (3,529%) lo presentó la interacción $a_1 + b_0$ (Fuerte + Prensa-frio). En lo que respecta a pH, se obtuvo en los tratamientos $a_1 + b_1$ (Fuerte + Prensa-Calor) y $a_2 + b_0$ (Bacon + Prensa- Frio) los valores más bajos (4,44% y 4,66% respectivamente), mientras que los tratamientos $a_0 + b_0$ (Hass + Prensa-Frio) y $a_2 + b_1$ (Bacon + Prensa-Calor) presentaron los valores más altos (5,88% y 6,28% respectivamente). En la acidez, presentó diferencia significativa en donde el valor menor se representó en los tratamientos T3 =Hass + Solvente, T6= Fuerte + Solvente y T9= Bacon + Solvente cada uno de ellos con un valor de 0,141 % y el valor mayor (1,099%) se presentó en el tratamiento T8= Bacon + Prensa-Calor. En lo que concierne a Densidad, se presenta diferencia significativa entre las medias de los tratamientos estudiados, en donde se obtuvo un valor menor (0,906g/cc) en el tratamiento T8= Bacon + Prensa-Calor y presentó un valor mayor (1,101 g/cc) el tratamiento T7= Bacon + Prensa- Frio.

4.4. Resultados del análisis del perfil de ácidos grasos

Grafica 6: Resultados de los ácidos grasos en la variedad Hass prensado-frio (a_0b_0)

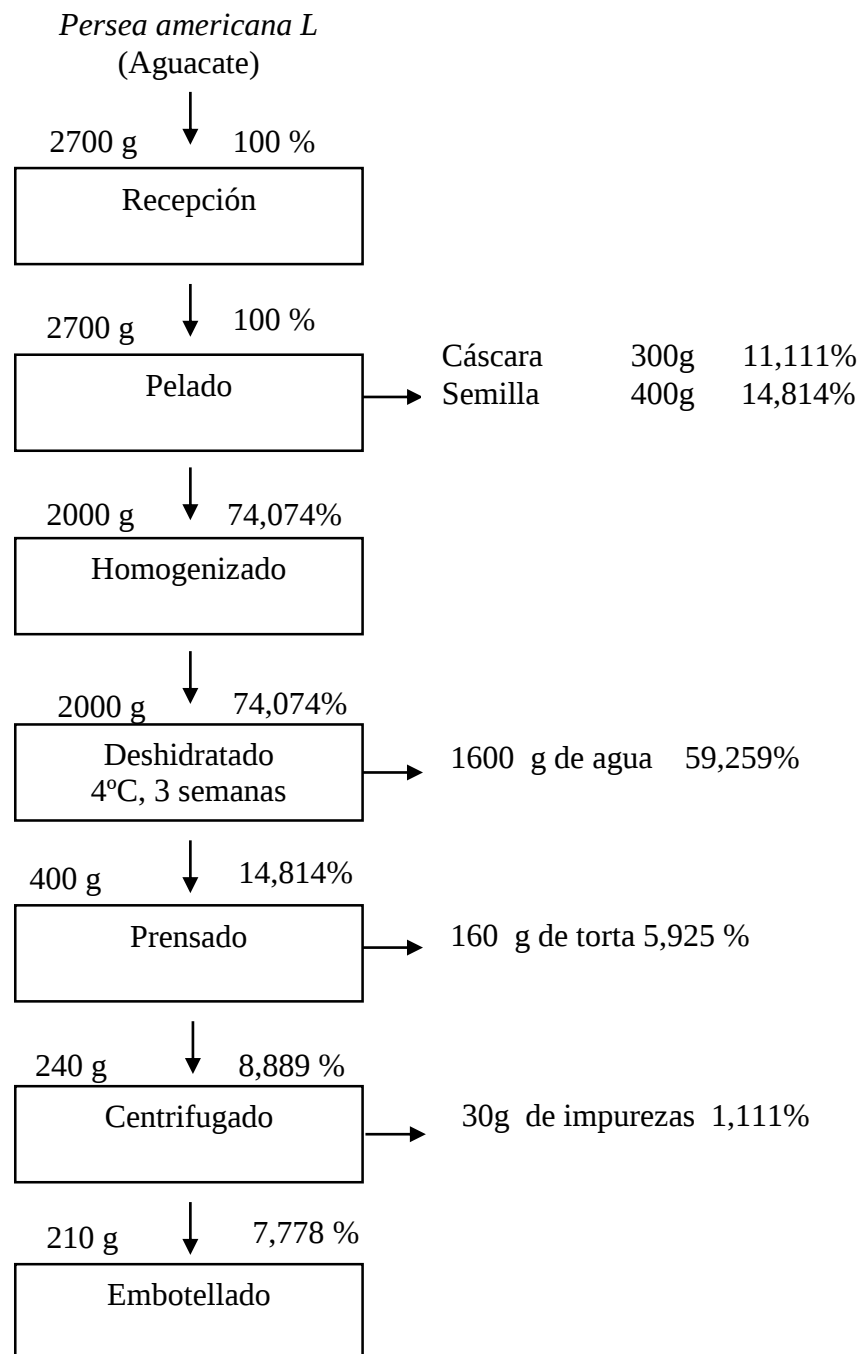


Interpretación: En lo que respecta al gráfico 6, presentó los resultados del perfil de ácidos grasos, donde se detectó mayor presencia del Ácido Oleico C18:1 (omega 9) y en el Ácido Palmítico C16:0, este análisis se realizó al tratamiento a_0b_0 (Variedad Hass + Prensado-Frio) la cual obtuvo mayor rendimiento.

4.5. Balance de materia en el proceso de extracción de *Persea Americana* L

En la siguiente figura se presenta el balance de materia de la extracción de aceite.

Figura n° 3 Balance de materia del aceite de la variedad Hass extraído por prensado-frio



Elaborado Por: Coello, A. 2017

4.5.1. Rendimiento

A continuación, se presenta la fórmula para calcular el rendimiento del aceite en base a la pulpa libre de cáscara y semilla.

$$R = \left(\frac{Pf}{Pi} \right) * 100\%$$

$$R = \left(\frac{210 \text{ g}}{2000 \text{ g}} \right) * 100\%$$

$$R = 10,50\%$$

Donde:

R: Rendimiento

Pf: Peso Final

Pi: Peso Inicial

Tabla n° 7: Rendimiento en base del peso de la muestra (pulpa) y en base de Masa Seca de cada tratamiento

Tratamientos	Muestra (g)	Muestra seca (g)	Extracto de aceite (g)	% de aceite en base a la muestra	% de aceite en base de MS
aob ₀	2000	400	210	10,50	52.50
aob ₁	2000	450	100	5	22.20
aob ₂	30	2	0.2512	0.84	12.55
a ₁ b ₀	2000	550	90	4.50	16.36
a ₁ b ₁	2000	500	80	4	16
a ₁ b ₂	20	2	0.151	0.75	7.55
a ₂ b ₀	2000	600	100	5	22.20
a ₂ b ₁	2000	500	50	2.50	10
a ₂ b ₂	20	2	0.47	2.35	22

Elaborado por: Coello, A. (2017)

Interpretación: En la tabla n° 7 se observó el rendimiento de cada uno de los tratamientos en donde la variedad Hass extraída con prensado-frio presentó la mayor cantidad de aceite a diferencia de los demás en base a 2 kg y la variedad Bacon extraída con prensado-calor obtuvo el menor valor (50 g). En lo que respecta a la extracción por solvente la variedad Bacon obtuvo mayor rendimiento (0,47 g) en comparación a los demás.

4.6. Discusión

4.6.1. Discusión de resultados

Con respecto al factor A variedades de *Persea americana* L. (Hass, Fuerte y Bacon)

En lo que respecta al factor A (variedades de *Persea americana* L.), se determinaron valores de pH en a_0 (Variedad Hass)= 5,51; a_1 (variedad Fuerte)= 5,07 y a_2 (variedad Bacon)=5,49 donde la variedad Fuerte está cercana a los valores (5-6) reportados por Buelvas Salgado, G. A, Patiño Gómez, J. H, Cano-Salazar, J. A. 2012 en su estudio relacionado a la extracción de aceite de aguacate en donde utilizó la variedad Hass.

En lo que concierne a la acidez, la variedad Hass ($a_0 = 0,45183\%$) se encuentra superior a (Hass 0,26%) y la variedad Fuerte ($a_1 = 0,41333$) se encuentra con un valor inferior (Fuerte 0,65%) al que reportan que mencionan Martínez Nieto, R. Barranco Barranco y M-. V. Moreno Romero (1992) en su estudio de extracción de aceite de aguacate donde valora las variedades “Hass y Fuerte”, esto quiere decir que no presenta elevaciones de Ácido palmitoleico y linoleico que afectan en la acidez.

Haciendo referencia a la Humedad en a_0 (variedad Hass) presentó un valor de 0,1575% que se encuentran inferiores a 0,5% representados en la norma NMX-F-052-SCFI-2008 (Aceite de Aguacate. Requisitos) e inferiores a los resultados (0,2%-0,35%) obtenidos por Martha Acosta 2011 en su estudio relacionado a la extracción de aceite de aguacate utilizando tratamiento enzimático esto quiere decir que esta variedad (Hass) con ayuda de los métodos de extracción elimina la mayor cantidad de agua presente en el fruto que se aprovecha para la obtención de aceite sin peligro a contaminación por hongos.

En lo que respecta a densidad la variedad a_2 =Bacon (0,974 g/cc) presentó valores mayores a los parámetros establecidos por Gustav Heess 2011 que establece parámetros de aceite de aguacate, donde resalta que la densidad debe de estar en un rango de 0,908-0,920 g/cc y también está más alto al parámetro de la Ficha técnica aceite de aguacate que presenta un valor de 0,9131 g/cc, esto quiere decir que presentó una cantidad pequeña de agua.

Con respecto al factor B Métodos de Extracción (Prensado-Frío, Prensado-Calor y Solvente).

En relación al pH del aceite, empleando el método de extracción b_0 = Prensado-Frío (5,2533) y b_1 = Prensado-Calor (5,2733) presentan valores más cercanos (5-6) a lo que determina Buelvas Salgado, G. A, Patiño Gómez, J. H, Cano-Salazar, J. A. 2012 en su estudio relacionado a la extracción de aceite de aguacate en donde utilizó la variedad Hass.

En lo que respecta a acidez la extracción b_2 = Solvente presentó un valor de 0,141% que se encuentra con un valor inferior (0,32%) al obtenido por Martínez Nieto, R. Barranco Barranco y M-. V. Moreno Romero (1992); en su estudio menciona que realizó la extracción de aceite fue por medio de solvente (soxhlet), esto quiere decir que el solvente no altera la proporción del ácido predominante en el aceite (ácido oleico).

En la Humedad, la extracción Prensa-Frío (b_0 = 2,299%) presenta valores muy elevados a los que presenta la norma NMX-F-052-SCFI-2008 (Aceite de Aguacate. Requisitos) donde su nivel máximo es de 0,5% de humedad, esto quiere decir que al deshidratar al frío, no elimina en su totalidad el agua presente e influye en la extracción.

En lo que respecta a Densidad, la extracción b_0 = Prensa-Frío (0,978057 g/cc) presenta valores mayores a los parámetros establecidos por Gustav Heess 2011 que determina parámetros de aceite de aguacate, en donde resalta la densidad debe de estar en un rango de 0,908-0,920 g/cc.

Con relación a los resultados de la interacción AxB (variedades de Aguacate x Métodos de extracción)

En pH del aceite extraído, presentó diferencia significativa, teniendo el mayor valor (6,28%) en la interacción (Bacon + Prensa-Frío) y el menor valor (4,44%) en la interacción (Fuerte + Prensa-Calor); según Buelvas Salgado, G. A, Patiño Gómez, J. H, Cano-Salazar, J. A. 2012 el pH debe estar entre 5-6.

En el porcentaje de acidez, se obtuvo diferencia significativa, en donde presenta el porcentaje mayor (1,099 %) en la interacción (Bacon + Prensa-frio) y el menor porcentaje (0,141 %) en las interacciones (Hass + solvente), (Fuerte + Solvente) y (Bacon + Solvente); de acuerdo a la norma NMX-F-052-SCFI-2008 de Aceite de Aguacate, el porcentaje de acidez no debe de ser mayor a 1,5 %.

En el contenido de Humedad del aceite (%), el mayor porcentaje (3,529 %) se presentó en la interacción (Fuerte + Prensa-Frio) y el menor porcentaje (0,089 %) en la interacción (Hass + Prensa-Frio); la norma NMX-F-052-SCFI-2008 de Aceite de Aguacate, el porcentaje de Humedad no debe ser mayor a 0,5%.

En la Densidad, el valor mayor (0,955 g/cc) estuvo presente en la interacción (Fuerte + Prensa-Calor) y con un valor menor (0,906 g/cc) la interacción (Bacon + Prensa-Calor); en donde estos valores están cerca a los parámetros establecidos (0,908 - 0,920) por Gustav Heess 2011.

Con Respecto a los resultados de análisis del perfil de ácidos grasos

En lo que concierne al perfil de ácidos grasos realizados al tratamiento con mejor rendimiento (aobo = Variedad Hass + Prensa-Frio), el Ácido Undecanoico C11:0 , Ácido pentadecanoico C15:0 estuvieron presentes en la muestra pero en la norma NMX -F-052-SCFI-2008 de aceite de aguacate y CODEX STAN 33-1981 de aceite de oliva no presenta parámetros de estos ácidos, de igual manera en la investigación realizada por Martha Acosta en la cual se enfoca a la evaluación y escalamiento del proceso de extracción de aceite de aguacate, no obtuvo valores comparables a los de estos ácidos mencionados. El Ácido Gadoleico C20:1, presentó un valor menor al obtenido por M. Schwartz, J.A. Olaeta, P. Undurraga y V. Costa en su estudio del Mejoramiento del rendimiento de extracción de aceite de aguacate.

El Ácido Palmítico C16:0 (15,67 g/100g), Ácido Palmitoleico C16:1 (6,08 g/100g), Ácido Linoleico C18:2 (9,05 g/100g), Ácido Oleico C18:1(67,84 g/100g), Ácido Estearico C18:0 (0,45 g/100g) y Ácido Alfolinoico C18:3 n3 (0,60 g/100g), a excepción del Ácido Linoleico que se encuentra por debajo del rango, todos se encuentran dentro de los

parámetros establecidos por la norma NMX-F-052-SCFI-2008 (Aceite de Aguacate. Requisitos), de acuerdo a lo que presenta Gustav Heess en su ficha técnica de aceite de Aguacate Refinado, cada uno de los Ácidos Grasos cumple con las especificaciones establecidas. En lo que respecta a la norma CODEX STAN 33-1981 de Aceite de Oliva, los resultados de los análisis cumplen significativamente con los parámetros establecidos en dicha norma. De acuerdo a Martha Acosta en su investigación de evaluación y escalamiento del proceso de extracción de aceite de aguacate, presenta valores cercanos en el Ácido Palmítico y Ácido Esteárico, en el ácido Palmitoleico, Linoleico y Alfa-linolenico los valores obtenidos por ella son ligeramente y el Ácido Oleico es de menor proporción a comparación al obtenido en el análisis de esta investigación (Ver anexo 2). De acuerdo a los resultados Obtenidos por Martínez Nieto, R. Barranco Barranco y M-. V. Moreno Romero, en su estudio de extracción de aceite de aguacate: un experimento industrial, tienen una gran similitud a los obtenidos en los análisis realizados en esta investigación (Ver anexo 2).

En lo que respecta al Ácido araquidico C20:0 (0,09 g/100g) y el Ácido lignocérico C24:0 (0,02 g/100g) se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma CODEX STAN 33-1981 de Aceite de Oliva, se debe recalcar que en normas de Aceite de aguacate y en estudios relacionados a este, no presentaron valores representativos de los Ácidos araquidico y lignocérico (Ver Anexo 2).

La cantidad de Ácidos grasos saturados obtenidos de la muestra a0b0 = Variedad Hass + Prensa-Frío (16,37 g/100g) fueron menores a los establecidos por la norma CODEX STAN 33-1981 de Aceite de Oliva. En lo que respecta a los Ácidos grasos Monoinsaturados (73,98 g/100g), fueron mayores a los establecidos en los parámetros del Aceite de Oliva (CODEX STAN 33-1981). Con relación a los Ácidos grasos Poliinsaturados (9,65 g/100g), estos están cercanos a los valores establecidos por la norma CODEX STAN 33-1981 de Aceite de Oliva (Ver Anexo 2).

4.7. Tratamiento de Hipótesis

- ✓ En base a los resultados obtenidos sobre las variedades de *Persea americana* L (Hass, Fuerte y Bacon) y los métodos de extracción (por Prensado-Frío, Prensado-Calor y por Solvente) influye directamente en la obtención de aceite lo cual se rechaza la Hipótesis “Ho= La obtención de aceite de las tres variedades de aguacate aplicando los métodos de extracción no influyen en las características fisicoquímicas y el rendimiento del producto final”

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ En lo que concierne a las variedades de aguacate estudiadas, se determinó que la variedad que obtuvo mejores resultados en pH y acidez es la variedad Fuerte y la variedad Hass destacó en los resultados respecto a Humedad y Densidad.
- ✓ En lo que respecta al método de extracción utilizado, la aplicación del método soxhlet presentó mejores resultados en los resultados de acidez, humedad y densidad, pero en pH, el mejor resultado se presentó en la extracción Prensa-Calor, mientras que en rendimiento, la extracción por Prensa-Frio obtuvo mayor cantidad de aceite.
- ✓ Se concluye que el mejor tratamiento fue a0b0 (Hass + Prensa-frio) ya que al ser extraído obtuvo, mediante en balance de materiales, un rendimiento de 210 g y presentó valores más estables en cada uno de los análisis.
- ✓ De acuerdo al análisis de perfil de ácidos grasos, los Ácidos Undecanoico, Pentadecanoico, Gadoleico, Araquidico y Lignocérico no presentaron valores relevantes que influyan directamente a la muestra total. El Ácido Oleico (67,84 g/100g) se destaca por ser el ácido que estuvo presente en mayor cantidad seguido del Ácido Palmítico (15,67 g/100g) y el Ácido Linoleico (9,05 g/100g) y en menor proporción el Ácido Palmitoleico (6,08 g/100g)
- ✓ Se concluye que La Muestra a0b0 (Hass + Prensa-frio) a la cual se le realizó el análisis de perfil de ácidos grasos, obtuvo una gran proporción de Ácidos grasos Monoinsaturados (73,98 g/100g) y una cantidad menor de Ácidos grasos Saturados (16,37 g/100g),

5.2. Recomendaciones

- ✓ Usar la variedad Hass para estos tipos de investigación ya que presenta un mayor rendimiento que puede ser aprovechado por otros métodos de extracción y también se recomienda utilizar variedades de *Persea americana L.* que presenten características similares a la variedad ya mencionada en futuras investigaciones.
- ✓ Utilizar la extracción Prensado-frio ya que no se aplica temperaturas elevadas que puedan volatilizar ciertos ácidos presentes en el aceite. Se debe considerar el tratamiento aobo (Hass + Prensa-frio) ya que al obtener mejores resultados en la extracción de aceite puede ser aplicado a nivel industrial.
- ✓ Aplicar la extracción de aceite de aguacate ya que es un producto de mayor valor agregado que permitiría elevar costo al fruto en las etapas de mayor producción, dado que cumple con ciertas características fisicoquímicas, se puede afianzar en el mercado local.
- ✓ De acuerdo a los resultados del perfil de ácidos grasos se recomienda aprovechar el aceite de aguacate en el mercado nacional mismo que cumple con características Alimentarias similares a las del Aceite de Oliva y puede ser una alternativa de consumo en el Ecuador.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- [1] R. Pérez, S. Villanueva y R. Cosío, «EL ACEITE DE AGUACATE Y SUS PROPIEDADES NUTRICIONALES,» *e-Gnosis*, vol. 3, pp. 1-11, 2005.
- [2] R. Cecilia, L. Cynthia, W. Anne, W. Marie, M. Tony, E. Laurence, B. Linda y W. Allan, «ACEITE DE AGUACATE POR PRESIÓN EN FRÍO – UNA NOVEDAD SALUDABLE,» *Congreso Mundial del Aguacate* , pp. 460-461, 2003.
- [3] R. D. Ana María, L.-L. Julián, G. Á. Dubán, B. P. Yara y C. S. Blanca Lucía, «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* , vol. 9, nº 2, pp. 151-161, 2012.
- [4] S. C. Sayuri, H. Barros, R. Grimaldi y F. Cabral, «Extraction of edible avocado oil using supercritical CO₂ and a CO₂/ethanol mixture as solvents,» *Journal of Food Engineering*, 2016.
- [5] J. A. Olaeta, «INDUSTRIALIZACION DEL AGUACATE: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS,» *Congreso mundial del Aguacate*, vol. 5, pp. 749-754, 2003.
- [6] A. K. Cowan y Wolstenholme, «Avocados,» *Publicado por Toxicology de Elsevier Science*, vol. 52, nº 2, pp. 66-72, 2003.
- [7] M. Dreher y A. Davenport, «Hass avocado composition and potential health effects,» *Publicado por Food Science and Nutrition*, vol. 53, pp. 738-750, 2013.
- [8] J. Villa, J. Molina-Corral, F. Ayala-Zavala, G. Olivas y G. Gonzalez-Aguilar, «Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of ‘Hass’ avocado.,» *Publicado por Food Research Internationa*, vol. 44, pp. 1231-1237, 2011.
- [9] J. Leon, Manual de cultivo de aguacate, Tumbaco, Quito: INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, 1999.

- [10] P. Esteban, ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE A TRAVES DE LA HUMEDAD Y SU RELACIÓN CON LA PALATABILIDAD EN FRUTOS DE PALTOS DE LAS VARIEDADES NEGRA DE LA CRUZ, BACON, EDRANOL Y HASS DESDE LA ÚLTIMA ETAPA DE DESARROLLODE HASTA MADUREZ FISIOLOGICA, Quillota, Chile, 1993.
- [11] R. Legaz Berbel, «Estudio de la viscosidad y densidad de diferentes aceites para su uso como biocombustible,» *Publicado por Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC*, 2010.
- [12] NMX-F-052, «ACEITES Y GRASAS- ACEITE DE AGUACATE ESPECIFICACIONES,» Normas Mexicanas, Mexico D. F., 2008.
- [13] R. Ferreyra, G. Sellés, J. Saavedra, Ortiz, C. Zúñiga, C. Troncoso, S. Rivera, G. González-Agüero y B. Defilippi, «Identification of pre-harvest factors that affect fatty acid profiles of avocado fruit (*Persea americana* Mill) cv. ‘Hass’ at harvest,» *South African Journal of Botany*, vol. 104, pp. 15-20, 2016.
- [14] A. Serpa, A. Echeverri, M. Lezcano, L. Vélez, A. Ríos y A. Hincapié, «Extraccion de Aceite de Aguacate Veriedad “ Hass ” (*Persea americana* Mill) Liofilizado por Prensado en Frio,» *Publicado por Revista Investigaciones Aplicadas*, vol. 8, nº 2, pp. 113-123, 2014.
- [15] A. Sandoval Aldana, F. Forero Longas y J. García Lozano, «Postcosecha y transformación de aguacate: Agroindustria rural innovadora,» Corpoica, Colombia, 2010.
- [16] L. Martinez Nieto, F. Carnacho, S. Rodriguez y M. Moreno, «Extraccion y caracterizacion de aceite de aguacate,» *Aceites y grasas*, vol. 1, pp. 272-277, 1988.
- [17] A. Segura, Evaluación del proceso de extracción del aceite de *Jatropha curcas* L . para la producción de biodiésel, Bogota, 2013.

- [18] C. Ofori, L. Teong y L. Jitkang, «Comparative exergy analyses of Jatropha curcas oil extraction methods: Solvent and mechanical extraction processes,» *Publicado por Energy Conversion and Management*, vol. 55, pp. 164-171, 2012.
- [19] R. Pedreschi, S. Hollak, H. Harkema, E. Otma, P. Robledo y E. Westra, «Impact of postharvest ripening strategies on ‘ Hass ’ avocado fatty acid profiles,» *Publicado por South African Journal of Botany*, vol. 103, pp. 32-35, 2016.
- [20] J. Olaeta, P. Undurraga y M. Schwartz, «DETERMINACIÓN DE LA EVOLUCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS ACEITES EN PALTAS (*Persea americana* Mill.) CVS. FUERTE Y HASS CULTIVADOS EN CHILE,» *Revista Chapingo*, vol. 5, pp. 117-122, 1999.
- [21] S. Pushkar, N. Narendra y R. V. Rocha, «Characterization of the oils from the pulp and seeds of avocado (cultivar: Fuerte) fruits,» *Grasas y Aceites* , vol. 52, nº 3, pp. 171-174, 2001.
- [22] L. Martínez Nieto, R. Barranco Barranco y V. Moreno Romero, «Extracción de aceite de aguacate: Un experimento industrial,» *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*, vol. 43, nº 1, pp. 11-15, 1992.
- [23] M. ACOSTA, EVALUACIÓN Y ESCALAMIENTO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE AGUACATE UTILIZANDO TRATAMIENTO ENZIMÁTICO, Bogota, Colombia : UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA , 2011.
- [24] Gustav Heess, «ACEITE DE AGUACATE REFINADO DAC,» System Certification ISO 2200, 2015.
- [25] Ecorganicos, «Ficha Tecnica Aceite de Aguacate,» Ecorganicos de Colombia, Bogota.
- [26] FAO, Grasas y ácidos grasos en nutrición humana, Granada, España: Publicado por La Fundación Iberoamericana de Nutrición, 2012.

- [27] Diario el Comercio, «El aguacate tiene diferentes formas y sabores,» [En línea]. Available: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/aguacate-diferentes-formas-y-sabores.html>. [Último acceso: 29 Enero 2011].
- [28] V. G. Lopez, «Characterization of Avocado (*Persea americana* Mill.) Varieties of Very Low Oil Content,» *J. Agric. Food Chem*, vol. 46, p. 3643–3647, 1998.
- [29] G. Buelvas Salgado, J. Patiño Gómez y J. Cano-Salazar, «Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate hass (*Persea americana* Mill) utilizando tratamiento enzimático*,» *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, vol. 9, nº 2, pp. 138-150, 2012.
- [30] M. Schwartz, J. Olaeta, P. Undurraga y V. Costa, «MEJORAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE PALTA (AGUACATE),» *World Avocado Congress*, vol. VI, 2007.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1 Datos de Análisis realizados a los tratamientos

variedades	extraccion	repeticion	ph	humedad	acidez	densidad
HASS	PRENSA-FRIO	1	5,88	0,089	0,847	0,91334
HASS	PRENSA-CALOR	1	5	0,149	0,366	0,909
HASS	SOLVENTE	1	5,55	0,235	0,141	0,915
FUERTE	PRENSA-FRIO	1	5,22	3,529	0,366	0,920
FUERTE	PRENSA-CALOR	1	4,44	0,657	0,733	0,955
FUERTE	SOLVENTE	1	5,55	0,235	0,141	0,915
BACON	PRENSA-FRIO	1	4,66	3,279	1,099	1,101
BACON	PRENSA-CALOR	1	6,28	0,51	0,958	0,906
BACON	SOLVENTE	1	5,55	0,235	0,141	0,915
HASS	PRENSA-FRIO	2	5,88	0,089	0,847	0,913
HASS	PRENSA-CALOR	2	5,2	0,148	0,369	0,907
HASS	SOLVENTE	2	5,55	0,235	0,141	0,915
FUERTE	PRENSA-FRIO	2	5,22	3,529	0,366	0,920
FUERTE	PRENSA-CALOR	2	4,44	0,657	0,733	0,955
FUERTE	SOLVENTE	2	5,55	0,235	0,141	0,915
BACON	PRENSA-FRIO	2	4,66	3,279	1,099	1,101
BACON	PRENSA-CALOR	2	6,28	0,51	0,958	0,906
BACON	SOLVENTE	2	5,55	0,235	0,141	0,915

Anexo 2: Perfil de ácidos grasos del aceite con ciertos parámetros de otros aceites Resultados (g/100g)

Ácidos grasos	A0b0	Oliva	NMX -F-052-SCFI-2008	Gustav Heess	Según Martínez Nieto	Según M. Schwartz
Ac undecaonico C11:0	0,07	-	-	-	-	-
Ac alfa linoleico C18:3 n3 (omega 3)	0,60	-	0 - 2	máx. 3,0	1,01	0,70
Ac palmitoleico C16:1	6,08	0,3 - 3.5	3 - 9	1,0 – 12,0	7,71	8,61
Ac Linoleico C18:2 omega 6	9,05	3,5 - 21,0	10 - 17	6,0 – 20,0	10,93	8,76
Ac pentadecaico C15:0	0,07	-	-	máx. 1,0	-	-
Ac palmitico C16:0	15,67	7,5 - 20,0	9 - 18	5,0 - 25,0	16,55	-
Ac oleico C18:1 (omega 9)	67,84	55,0 - 83,0	56 - 74	50,0 – 74,0	63,83	75,12
Ac estearico C18:0	0,45	0,5 - 5.0	0,4 – 1,0	máx. 3,0	0,48	0,70
Ac C20:1	0,06	-	-	-	-	0,21
Ac araquidico C20:0	0,09	0,0 - 0,6	-	-	0,02	0,06
Ac lignocericico C24:0	0,02	0,0 - 0,2	-	-	-	-
Ac grasos saturados	16,37	34,14	-	-	-	-
Ac grasos monoinsaturados	73,98	53,04	-	-	-	-
Ac grasos poliinsaturados	9,65	6,23	-	-	-	-
Omega 3	0,60	0,79	-	-	-	-
Omega 6	9,05	5,44	-	-	-	-

Elaborado por: Coello, A (2017)

Anexo 3: Tabla de Medias del Factor A (variedades de Aguacate) y del Factor B (Métodos de extracción)

Tabla n° 8: Valores de las medias del factor A de cada uno de los análisis fisicoquímicos

Factor A	pH	Acidez	Humedad	Densidad
Hass	5,51 %	0,451833	0,1575 %	0,912057 g/cc
Fuerte	5,07 %	0,413333	1,47367 %	0,93 g/cc
Bacon	5,49667 %	0,732667	1,34133 %	0,974 g/cc

Elaborado por: Coello, A (2017)

Tabla n° 9: Valores de las medias del factor B de cada uno de los análisis fisicoquímicos

Factor	pH	Acidez	Humedad	Densidad
Prensa-Frio	5,253 %	0,77066	2,299 %	0,978057 g/cc
Prensa-Calor	5,273 %	0,68616	0,4385 %	0,923 g/cc
Solvente	5,55 %	0,141	0,235 %	0,915 g/cc

Elaborado por: Coello, A (2017)

Tabla n° 10: Valores de las medias de las interacciones de cada uno de los análisis fisicoquímicos

Interacción	pH	Acidez	Humedad	Densidad
Hass + Prensa-Frio	5,88	0,847	0,089 %	0,91317 g/cc
Hass + Prensa-Calor	5,1	0,3675	0,1485 %	0,908 g/cc
Hass + Solvente	5,55	0,141	0,235 %	0,915 g/cc
Fuerte + Prensa-Frio	5,22	0,366	3,529 %	0,92 g/cc
Fuerte + Prensa-Calor	4,44	0,733	0,657 %	0,955 g/cc
Fuerte + Solvente	5,55	0,141	0,235 %	0,915 g/cc
Bacon + Prensa-Frio	4,66	1,099	3,279 %	1,101 g/cc
Bacon + Prensa-Calor	6,28	0,958	0,51 %	0,906 g/cc
Bacon + Solvente	5,55	0,141	0,235 %	0,915 g/cc

Elaborado por: Coello, A (2017)

Anexo 4 Extracción de aceite



Materia prima de aguacate variedad Hass



Materia prima de aguacate variedad Bacon



Materia prima de aguacate variedad Fuerte



Dispersión de la muestra para el secado en Frio



Dispersión de la muestra para el secado en calor



Extracción de aceite por solvente



Prensa



Extracción de aceite por prensado



Obtención de aceite

Anexo 5 Análisis realizados



Análisis de Acidez



Análisis de Acidez



Análisis de pH



Análisis de Humedad



Análisis de Humedad



Análisis de Densidad



Análisis de Densidad



Análisis de Densidad

Anexo 6 Certificado del laboratorio de bromatología

 Universidad
Técnica Estatal de Quevedo
La primera Universidad Agropecuaria del País

CERTIFICACION

Quevedo, 16 de junio del 2017

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente certifico que el Sr. COELLO CULLIZPUMA ALBERTO FERNANDO con CI.: 120538988-3 realizó en este Laboratorio los análisis de Humedad, Acidez titulable, Densidad y pH correspondiente al Proyecto de Investigación "ESTUDIO DE LAS DISTINTAS VARIEDADES DE *Persea americana* L. (Aguacate) PARA LA OBTENCION DE UN ACEITE DE USO ALIMENTARIO".

Autorizo al interesado hacer uso del presente certificado como a bien tuviere.

Atentamente,


Ing. Lourdes Ramos Mackliff



COORDINADORA DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGIA

Anexo 7 Resultados el análisis de perfil lipídico



INFORME DE ENSAYOS

Fecha de Informe:	09/05/2017	Orden:	3005	Informe:	2107-17	Página:	1/2
-------------------	------------	--------	------	----------	---------	---------	-----

INFORMACION DEL CLIENTE:							
Nombre:	CORRELO CULLIZPUMA ALBERTO FERNANDO						
Dirección:	QUEVEDO - SAN CAMILO						
Teléfono:	052771076	Fax:	—	E-Mail:	—		

DATOS DE LA MUESTRA:							
Tipo de Muestra:	Grasas y Aceites Comestibles						
Nombre:	ACEITE DE AGUACATE "HASS"						
Descripción:	Aceite						
Lote:	—	Fecha de Lab:	—	Fecha de Exp:	—		
Contenido Declarado:	—	Cantidad Recibida:	1 de 250ml aprox.	Condición:	Normal, envase de vidrio		
Fecha de Recepción:	02/05/2017	Cód. de Laboratorio:	GA-C-104-02-05-17	Forma de conservación:	Ambiente		
				Muestras:	Realizado por el cliente		

RESULTADOS				
ANÁLISIS QUÍMICOS				
Fecha de Análisis	09/05/2017	Página II 38-5.10:	HPLC-1269	
Condiciones ambientales:		Temperatura:	20°C - 30°C	Humedad Relativa: 45% - 65%
Parámetros	Unidad	Resultados	Requisitos	Método de Referencia
Perfil de Ácidos Grasos				
Ac. Butírico C4:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Caproico C6:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Caprílico C8:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Capríco C10:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Undecanoico C11:0	g/100g	0,07	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Laurico C12:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Miristoleico C14:1	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Tridecanoico C13:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. EPA C20:5 (Omega 3)	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. C15:1	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Alfa-linoléico C18:3 n3 (Omega 3)	g/100g	0,60	—	MMQ-HPLC-09
DHA C22:6 (Omega 3)	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Mirístico C14:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Palmítico C16:1	g/100g	6,08	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Araquidónico C20:4 n6	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. C16:1 Trans	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Linoleico C18:2 Omega 6	g/100g	9,05	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Pentadecanoico C15:0	g/100g	0,07	—	MMQ-HPLC-09

Dirección Laboratorio Maité: Parque Industrial Calles 1, Calle Auy, Modesto López Rivas, Edificio Comercial, 5 Local 4-A-Rm. 11 y 12 a Davao.
 P.O. Box: (5934) 2103306. Teléfono: Parque Calles 1, 2103307 / 2103308 ext. 236 Cel. 0998078818

Dirección Laboratorio de Microbiología: Parque Industrial Calles 2, Bodega 044 Km. 11, Vía a Davao.
 Teléfono: (5934) 2 103306 ext. 101. Teléfono Parque Calles 2, 2 103306 ext. 443.

E-mail: margarita.ave@laboratoriosave.com
 co@laboratoriosave.com
 paula.ave@laboratoriosave.com
 alexa.ave@laboratoriosave.com
 www.laboratoriosave.com

Laboratorios AVE

RD2-5.10 Rev.01 06/03/15

INFORME DE ENSAYOS

Fecha de Informe: 06/03/2015 Orden: 3005 Informe: 2107-17 Página: 1/1

Perfil de Ácidos Grasos				
Ac. Linoléico C 18:2 Trans	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. C17:1	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. C20:3 Omega 6	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Palmítico C16:0	g/100g	13,67	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Oleico C18:1 (Omega 9)	g/100g	67,94	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Elaidico C18:1 (trans)	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. C20:2	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Margarico C17:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Estérico C18:0	g/100g	0,45	—	MMQ-HPLC-09
Ac. C20:1	g/100g	0,04	—	MMQ-HPLC-09
Ac. C22:2	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Araquídico C20:0	g/100g	0,09	—	MMQ-HPLC-09
Ac. C22:1	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. C22:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Nervónico C24:1	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Tricosanoico C23:0	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Lignocérico C24:0	g/100g	0,02	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Grasos Saturados	g/100g	14,37	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Grasos Monoinsaturados	g/100g	73,39	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Grasos Poliinsaturados	g/100g	9,05	—	MMQ-HPLC-09
Omega 3	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09
Omega 6	g/100g	9,05	—	MMQ-HPLC-09
Ac. Grasos Trans	g/100g	0,00	—	MMQ-HPLC-09

OBSERVACIONES

Se podrán realizar modificaciones a este documento, hasta 6 meses después de su emisión, las mismas que deberán ser respaldadas, por un requerimiento de las autoridades de salud o por un sustento técnico válido, de acuerdo al criterio del laboratorio.

Estos resultados corresponden exclusivamente a la muestra analizada.

La contra muestra se almacena en el laboratorio por 1 mes

Prohibida su reproducción total o parcial, sin previa autorización de LABORATORIOS AVVE S.A.

Las observaciones y opiniones no se encuentran dentro del Alcance de Acreditación

Los registros generados por el análisis de la(s) muestra(s) son mantenidos en los archivos del laboratorio por 5 años

Válido solo el Informe Original


Dra. Margot Vélez de Avilés
Gerente Técnico & Calidad

Datos de Contacto:
Dirección Laboratorio Meté: Parque Industrial California 1, Calle Aca, Molino Luzes, Montevideo.
Buzón Correo: 3 Local 4 A.P.O. 11 N. vía a Ciudad
PBX Montevideo: (0934) 2103306. Teléfono Parque California 1: 2102017 / 2103620 ext. 230 Cel: 998877018

Dirección Laboratorio de Microbiología: Parque Industrial California 2, Bodega 044
4da. 11 N. vía a Ciudad
Teléfono: (0934) 2103306 ext. 101. Teléfono Parque California 2: 2103186 ext. 443

E-mail: margot.aviles@laboratoriosave.com
ordenes@laboratoriosave.com
pedidos@laboratoriosave.com
avil@laboratoriosave.com

www.laboratoriosave.com

 LABORATORIOS AVVE

NMX-F-052-SCFI-2008
ACEITES Y GRASAS- ACEITE DE AGUACATE-
ESPECIFICACIONES
FATS AND OILS-AVOCADO OIL-SPECIFICATIONS

**ACEITES Y GRASAS- ACEITE DE AGUACATE-
ESPECIFICACIONES**

FATS AND OILS-AVOCADO OIL-SPECIFICATIONS

0 INTRODUCCIÓN

Las especificaciones que se establecen en esta norma, solo podrán satisfacerse cuando en la elaboración del producto se utilicen materias primas e ingredientes de calidad satisfactoria, se apliquen técnicas de elaboración apropiadas y se realicen en locales e instalaciones adecuadas, que aseguren que el producto cumpla con las especificaciones señaladas en esta norma.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece las especificaciones mínimas de calidad que debe cumplir el producto denominado aceite comestible puro de aguacate.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente norma se deben consultar las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-002-SCFI-1993

Productos pre-envasados, contenido neto, tolerancias y métodos de verificación. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de octubre de 1993.

NOM-030-SCFI-2006	Información comercial, declaración de cantidad en la etiqueta - especificaciones. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de noviembre de 2006.
NOM-051-SCFI-1994	Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre- envasados. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de enero de 1996.
NMX-F-017-SCFI-2005	Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación de la composición de ácidos grasos por cromatografía de gases - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de abril de 2005.
NMX-F-074-SCFI-2006	Alimentos para humanos - Aceites esenciales - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación del índice de refracción con el refractómetro de Abbé - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de febrero de 2006.
NMX-F-075-SCFI-2006	Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación de la densidad relativa - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de febrero de 2006.
NMX-F-101-SCFI-2006	Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación de ácidos grasos libres - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de febrero de 2006.
NMX-F-116-SCFI-2006	Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación de color - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de febrero de 2006.

NMX-F-152-SCFI-2005	Alimentos para humanos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación del índice de yodo por el método ciclo hexano-ácido acético - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de abril de 2005.
NMX-F-154-SCFI-2005	Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales -Determinación del valor de peróxido - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de abril de 2005.
NMX-F-156-SCFI-2006	Alimentos - Determinación cualitativa de aceite mineral en los aceites y grasas vegetales o animales -Método de Prueba Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación del 14 de febrero de 2006.
NMX-F-174-SCFI-2006	Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación del índice de saponificación - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2006.
NMX-F-211-SCFI-2006	Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales -Determinación de humedad y materia volátil - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de febrero de 2006.
NMX-F-215-SCFI-2006	Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación de impurezas insolubles - Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de febrero de 2006.

NMX-K-306-SCFI-2006	Alimentos - Aceites y grasas vegetales o animales - Determinación de materia insaponificable - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2006.
---------------------	---

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma mexicana se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Aceite crudo de aguacate: es un líquido graso de color ligeramente ámbar, obtenido por extracción física de la pulpa y la semilla del fruto del árbol del aguacate (*Persea americana*). La fruta del aguacate se somete a los siguientes procesos para la obtención del aceite:

1. Limpieza del fruto
2. Molienda (molino de martillos)
3. Mezclado y calentamiento indirecto
4. Adición de agua caliente
5. Machacado
6. Separación/decantación
7. Filtración de fase aceite
8. Clarificación de fase acuosa y separación de aceite
9. Mezclado del aceite

3.2 Aceite de aguacate refinado: es el producto obtenido del aceite crudo de aguacate cuando éste es sometido a un proceso de refinación que puede ser por vía de refinación física o refinación química. El proceso de refinación física puede consistir de las siguientes etapas: pre-tratamiento, blanqueo y deodorización. El proceso de refinación química consiste de las siguientes etapas: neutralización, lavado, secado, blanqueo, y desodorización.

3.3 Aceite comestible puro de aguacate.- Es el producto con el 98.5% como mínimo del aceite de aguacate refinado.

4 CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DEL PRODUCTO

El producto objeto de esta norma se clasifica en un tipo con dos grados de calidad, designándose como:

- 4.1. Aceite de aguacate.
- 4.2. Aceite comestible puro de aguacate

5 ESPECIFICACIONES

El Aceite de aguacate en su único tipo y 2 grados de calidad debe cumplir con las siguientes especificaciones:

5.1 Sensoriales

- * Olor: Característico del producto, exento de olores extraños o rancios.
- * Sabor: Característico del producto, exento de sabores extraños o Rancios.
- * Apariencia: Líquido transparente y libre de cuerpos extraños a 293K (20°C).

5.2 Físicas y químicas

El Aceite de aguacate debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en la Tabla 1.

TABLA 1: Especificaciones fisicoquímicas de aceite de aguacate

PARAMETROS	Aceite de Aguacate		Aceite Comestible Puro de Aguacate	
	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO
Ácidos grasos libres (como ácido oleico), en %		1,5		0,1
Humedad y materia volátil, en %		0,5		0,1
Color (escala Lovibond)		3,5		2,0 R
Densidad relativa 25°C (agua)	0,910	0,920	0,910	0,920
Índice de peróxido, en meq /Kg		10,0		2,0
Prueba fría a 273°K (0°C) (horas)	NA	NA	5,5	
Estabilidad en horas OSI a 110°C	NA	NA	8	
Impurezas insolubles, en %		0,2		0,1
Materia insaponificable en %	NA	12	1,0	1,5
Índice de refracción a 313 K (40°C) n_D	1,458	1,465	1,458	1,465
Índice de yodo gI_2/g	85	90	85	90
Índice de saponificación mg KOH/g	177	198	177	198
Aceite mineral	Negativo			

NA significa no aplicable

Fuente: Finestone, David; "Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes"; AOCS Press, 1999.

5.3 Composición de ácidos grasos

TABLA 2: COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITE DE AGUACATE (*Persea americana*)

ACIDOS GRASOS	MINIMO	MAXIMO
Ácido palmítico C16:0	9	18
Ácido palmítico C16:1	3	9
Ácido esteárico C18:0	0,4	1,0
Ácido oleico C18:1	56	74
Ácido linoléico C18:2	10	17
Ácido linolénico C18:3	0	2

Fuente: Finestone, David; "Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes"; AOCS Press, 1999.

5.4 Contenido de esteroides

TABLA 3: Composición de esteroides del aceite de aguacate (mg/kg)

ESTEROLES	MINIMO	MAXIMO
Colesterol	0	0,2
Brasicaesterol		2
Campesterol	6	8
Estigmaesterol	0	2
β -Sitosterol	89	92
Δ 5-Avenasterol	0	3
Δ 7-Avenasterol	0	0,2
Esteroides Totales		4040

Fuente: Finestone, David; "Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes"; AOCS Press, 1999

5.5 Composición de tocoferoles

TABLA 4: Composición de tocoferoles del aceite de aguacate (mg/kg)

TOCOFEROLES	MINIMO	MAXIMO
α -Tocoferol	64	100
γ -Tocoferol	0	19
Tocoferoles Totales	83	100

Fuente: Finestone, David; "Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes"; AOCS Press, 1999

5.6 El producto objeto de esta norma debe estar libre de cualquier materia extraña.

5.7 Contaminantes químicos

El producto objeto de esta norma no debe contener ningún contaminante químico en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud. Los límites máximos para estos contaminantes quedan sujetos a lo que establezca la Secretaría de Salud.

5.8 Aditivos para alimentos

Los permitidos por la Secretaría de Salud, en las cantidades que se señalan:

5.8.1 Antioxidantes

ANTIOXIDANTES	% MÁXIMO
5.5.1.1 Tocoferoles	0,03
5.5.1.2 Galato de propilo (GP)	0,01
5.5.1.3 Terbutil hidroquinona (TBHQ)	0,02
5.5.1.4 Butirato de hidroxianisol (BHA)	0,01
5.5.1.5 Butirato de hidroxitolueno (BHT)	0,02
5.5.1.6 Combinación de GP, TBHQ, BHA y BHT (sin exceder límites individuales permitidos)	0,02
5.5.1.7 Palmitato de ascorbilo	0,02

6 MUESTREO

6.1 Cuando se requiera el muestreo del producto, este podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador, recomendándose el uso de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCFI-1993 (véase 2).

6.2 Muestreo Oficial

El muestreo para efectos oficiales estará sujeto a la legislación y disposiciones de la Dependencia Oficial correspondiente, recomendándose el uso de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCFI-1993 (véase 2).

7 METODOS DE PRUEBA

Para la verificación de las especificaciones físicas y químicas que se establecen en esta norma, se deben aplicar las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas que se indican en el capítulo de referencias (véase 2).

8. ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE

8.1 Etiquetado en el envase

Cada envase del producto debe de llevar una etiqueta o impresión de acuerdo a los lineamientos generales establecidos en la Norma NOM-051 (véase 2) y en el Artículo 25 del Título Segundo del Reglamento del Control Sanitario de Productos y Servicios de la Ley General de Salud. Así como la denominación del producto, conforme a lo establecido en esta norma.

8.2 Información en el embalaje

A criterio del fabricante deben anotarse los datos necesarios de 8.1 para identificar el producto y todos aquellos otros que se juzguen convenientes, tales como las precauciones que deben tenerse en el manejo y uso de los embalajes, código de producto, y su fecha preferente de consumo y las condiciones recomendadas para el almacenamiento del producto.

8.3 Envase

El producto objeto de esta norma, se debe envasar en recipientes de un material resistente e inocuo, que garantice la estabilidad del mismo, que evite su contaminación y no altere su calidad ni sus especificaciones sensoriales.

9 ALMACENAMIENTO

El producto terminado debe almacenarse en locales que reúnan los requisitos sanitarios que señala la Secretaría de Salud.

10 BIBLIOGRAFIA

NOM-Z-13-SCFI-1977 Guía para la Redacción,
Estructuración y Presentación de las
Normas Oficiales Mexicanas.

Hui, Y.H. Editor; "Bailey's Industrial Oil and Fat Products"; John Wiley & Sons; Inc.; 1996

10.3 Firestone, D.; "Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes" AOCS Press, 1999.

- 10.4 Firestone, D. Editor; "Official Methods and Recommended Practices of the AOCS Fifth Edition; American Oil Chemists' Society 1998.

11 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana es equivalente con la norma Codex-Stan-210 "norma del Codex para aceites vegetales especificados", en lo que se refiere a los puntos 2.2.1, 2.2.2 y 2.2.3 sobre definiciones de aceites vegetales comestibles y procesos de producción y también con la norma Codex-Stan 19-1981 (red, 2-1999) "norma del Codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales".

12 VIGENCIA

La presente norma mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el **Diario Oficial de la Federación**.

México D.F., a

DR. FRANCISCO RAMOS GÓMEZ
DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

MRM/JVG/OMF/LLE