



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

Carrera

Ingeniería en Industrias Pecuarias

Tema de la Tesis

“OBTENCIÓN DE ACEITE DE AGUACATE (*Persea americana Mill*) CON TRES VARIEDADES: (*P.a.Mill Hass*) (*P.a.Mill Santana*) Y (*P.a.Mill Choquete*), UTILIZANDO TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN. QUEVEDO, ECUADOR 2013”

Previo a la Obtención del Título de

Ingeniera en Industrias Pecuarias

Autor

LANDY ERIKA SANTANA SALTO

Director de Tesis

Ing. Christian Vallejo Torres

Quevedo – Ecuador.

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **LANDY ERIKA SANTANA SALTO**, 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.

Landy Erika Santana Salto

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. Christian Vallejo Torres, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la Egresada Landy Erika Santana Salto, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Industrias Pecuarias de grado titulada “Obtención de aceite de aguacate (*Persea americana Mill*) con tres variedades: (*P.a.Mill Hass*) (*P.a.Mill Santana*) y (*P.a.Mill Choquete*), utilizando tres Métodos de Extracción. Quevedo, Ecuador 2013”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Christian Vallejo Torres
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

TEMA:

“OBTENCIÓN DE ACEITE DE AGUACATE (*Persea americana Mill*) CON TRES VARIEDADES: (*P.a.Mill Hass*) (*P.a.Mill Santana*) Y (*P.a.Mill Choquete*), UTILIZANDO TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN. QUEVEDO, ECUADOR 2013”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Industrias Pecuarias.

Aprobado:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

AÑO 2013

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

En este momento tan especial y esperado en mi vida, en el que se aproxima una meta más en mis proyectos soñados, se acumulan un sin número de sensaciones en mí, alegría, cansancio, tiempos compartidos con muchos amigos, momentos de soledad, tristezas, ganas y fuerzas para lograr uno de mis sueños, y una enorme gratitud a todos aquellos que estuvieron a mi lado, siendo firmes puntuales en distintas medidas, formas y tiempos, dándose desinteresadamente, anónimos para muchos, importantes para mí, en mi realización personal.

Mis más sinceros agradecimientos a la Ingeniera Lourdes Ramos Macklif jefe de laboratorio de Bromatología, quien con su apoyo, consejos y ayuda en este proyecto fue mi guía y un ejemplo para seguir durante mis practicas pre profesionales y en esta etapa tan importante para mí, gracias siempre la llevaré en mi corazón como una gran amiga, alguien que brinda su ayuda a todos desinteresadamente, muchas gracias, también a don Kléber Villegas, don Káiser y Carlos quienes me ayudaron en este proyecto con consejos, ánimos y brindándome su amistad incondicional.

A mis queridos amigos y compañeros con los cuales compartí una etapa de mi vida, gracias por su apoyo, consejos, por ayudarme cuando lo necesitaba, por darme ánimos cuando lo requería.

A mis mejores amigas, las mejores que alguien pueda tener: Johanna Suarez, Mariuxi Goya, y la gatita Dayse Párraga quienes a lo largo de todos estos años de clases en la universidad y fuera han estado conmigo de una u otra forma con su amistad y solidaridad, las quiero un mundo mis amigas súper geniales.

También mis más sinceros agradecimientos a mis profesores que en el transcurso de los años, en cada semestre nos impartieron sus enseñanzas, sus sabios consejos, conocimientos y quienes nos supieron escuchar en alguna contrariedad, quienes nos guiaron a mis compañeros y a mí a ser un grupo unido y bien llevado, gracias Ingenieros: Martin González, Franklin Peláez,

Carlos Mazón y Edison Mazón, Víctor Godoy, Román Soria, Orly Cevallos, Rosendo Gómez, Hugo Medina, Edwin Tapia, Edgar Pinargote, José Rodríguez, Ricardo Luna, Francisco Coello, Christian Vallejo, Jaime Vera Barahona, Jaime Vera Chang, Wiston Morales, Diana Vasco, ingeniera Piedad Yépez, Ítalo Muñoz, al Dr. Sixto Sánchez, Dr. Tuaréz y demás Docentes de los cuales aprecio sus conocimientos, sus valores como seres humanos y por ser más que un docente, amigos.

Agradezco a la empresa de Lácteos el Caserío en Quito por habernos aceptado en las prácticas pre profesionales, las cuales fueron fundamentales para poner en práctica lo aprendido en la universidad y por habernos enseñado mucho.

También agradezco a todo el personal que labora en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la UTEQ: secretarias, conserjes, trabajadores y demás, gracias a ellos por brindar sus servicios, amistad y comprensión.

Al Dr. Délsito Zambrano Decano de la Facultad, gracias por el apoyo que brinda a todos los estudiantes.

Agradezco a los miembros de Tribunal de mi tesis a los ingenieros Wiston Morales, Diana Vasco, Geovanny Muñoz y a mi querido Director de Tesis el Ing. Christian Vallejo quien con sus consejos, orientación y apoyo han logrado que este proyecto llegue a su culminación con esmero y fortaleza, gracias de todo corazón..

Gracias a todos.

Primeramente a Dios por permitirme alcanzar esta meta en la vida.

A mi abuelo Luis Sabando, que en paz descanse, quien me apoyó en todos mis estudios y fue mi ejemplo a seguir con sus consejos y perseverancia, a mí madre Isidra Santana, por todos sus sacrificios, su apoyo y enseñanza, a toda mi familia por haberme enseñado a seguir adelante a pesar de las adversidades sin importar lo duras que estas fueran, las cuales me hicieron ser más fuerte y seguir con mis sueños a los que aspira un ser humano.

Y a mis queridos amigos sin quienes la vida transcurriría en soledad y sin
alegría.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
Declaración de autoría y cesión de derecho	ii
Certificación del Director de Tesis	iii
Tribunal de Tesis	iv
Agradecimiento y Dedicatoria	v
Índice	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.1.1 JUSTIFICACIÓN	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 General	3
1.2.2 Específicos	3
1.3 HIPÓTESIS	3
1.3.1 Hipótesis alternativa	3
1.3.2 Hipótesis nula	3
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	4
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ACEITE DE AGUACATE (Persea americana Mill)	4
2.1.1 Clasificación taxonómica.....	4
2.1.2 Hojas	5
2.1.3 Flores	5
2.1.4 Fruto	5
2.1.5 Madurez del fruto de Aguacate	6
2.1.6 Pulpa de Aguacate.....	7
2.1.7 Razas de Aguacate	9
2.2 VARIEDADES DE AGUACATE UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN	9
2.2.1 Variedad Hass	9
2.2.2 Variedad Santana	10

2.2.3 Variedad Choquete	10
2.2.4 Propiedades Nutricionales del Aguacate	11
2.2.5 Productos de Aguacate	12
2.2.6 Producción de Aguacate en Ecuador	12
2.3 GENERALIDADES DEL ACEITE DE AGUACATE	13
2.3.1 Aceite de Aguacate	13
2.3.2 Caracterización y composición del aceite de aguacate	14
2.3.3 Comparación con otros aceites comestibles.....	15
2.3.4 Aceite de aguacate en comparación con el aceite de oliva	16
2.3.5 Propiedades del aceite de aguacate	17
2.4 EXTRACCIÓN DE ACEITE	17
2.4.1 Propiedades Físicas	19
2.4.2 Propiedades químicas	19
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	21
3.1.1 Condiciones Meteorológicas.....	21
3.1.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES.....	22
3.1.2 Materia Prima.....	22
3.1.3 Materiales	22
3.1.4 Equipos y Materiales de Laboratorio.....	22
3.1.5 Reactivos	23
3.1.6 Materiales de Campo.....	23
3.1.7 Instalaciones.....	23
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	24
3.3.1 Variables a medir	24
3.3.2 Análisis de Laboratorio.....	24
3.3.3 Análisis Organolépticos.....	24
3.3.8 Muestras para las variables	25
3.4 TRATAMIENTOS.....	25
3.4.1 Diseño experimental y prueba de rangos múltiples	25
3.4.2 Mediciones experimentales.....	26
3.4.3 Análisis estadístico y prueba de rangos múltiples.....	26

3.4.4 Modelo matemático.....	27
3.4.5 Esquema del experimento	28
3.4.6 Desarrollo del Trabajo de Campo	29
3.4.6.1 Muestra	29
3.4.6.2 Formulación	29
3.4.7 Análisis Físico - Químico.....	30
3.4.8 Caracterización Físico Química del aceite de Aguacate	30
3.4.9 Evaluación Sensorial	31
3.4.10 Procedimiento Experimental	32
3.4.10.1 Detalles del panel calificador	32
3.5. OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	32
3.5.1 Pulpa de Aguacate	32
3.6 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO	33
3.6.1 Descripción de obtención de aceite de aguacate por el método de soxlhet.....	33
3.6.2 Descripción para obtención de aceite de aguacate por el método Centrífuga	36
3.6.3 Descripción de obtención de aceite de aguacate por el Método Prensado	38
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1 Análisis físico – químicos.....	40
4.1.1 Humedad	40
4.1.2 Factor variedades y métodos para humedad.....	42
4.1.3 Interacción de factores A x B, variedades de aguacate por los métodos de extracción de aceite en la variable Humedad	44
4.1.4 Índice de Acidez.....	44
4.1.5 Factores variedades y Métodos de extracción en Índice de Acidez	46
4.1.6 Interacción de factores A x B, variedades de aguacate por los métodos de extracción de aceite en Índice de Acidez	48
4.1.7 índice de Refracción	49
4.1.8 Factores variedades y Métodos en índice de refracción	50
4.1.9 Interacción de factores A x B, variedades de aguacate por los métodos de extracción de aceite en Índice de Refracción	52

4.1.10 Densidad.....	53
4.1.11 Factor Variedades y Métodos de Extracción en Densidad.....	54
4.1.12 Interacción de factores A x B, variedades de aguacate por los métodos de extracción de aceite en Densidad	56
4.2 RENDIMIENTO DE ACEITE EN TRES VARIEDADES DE AGUACATE OBTENIDOS POR TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN. FCP. UTEQ. 2013.....	57
4.3 MEJOR TRATAMIENTO EN CUANTO A LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS.....	59
4.4 Análisis Organolépticos	61
4.4.1 Olor	61
4.4.1.1 a Hierbas	61
4.4.1.2 Frutado Aguacate	61
4.4.2 Color	67
4.4.2.1 Amarillo verdoso	62
4.4.2.2 Verde	63
4.4.3 Apariencia	65
4.4.3.1 Turbio.....	65
4.4.3.2 Claro	66
4.4.4 Sabor	67
4.4.4.1 Sabor a aguacate	67
4.4.5 Textura.....	68
4.4.5.1 Viscosidad.....	68
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
4.1 Conclusiones	70
4.2 Recomendaciones	71
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Pág.
Cuadro 1. Condiciones meteorológicas del lugar donde se encuentra el laboratorio de bromatología.	21
Cuadro 2. Porcentaje en gramos de pulpa húmeda, seca y molida después del secado, para los 9 tratamientos.....	25
Cuadro 3. Esquema del Andeva de las diferencias para las variables de los análisis.	26
Cuadro 4. Esquema del Experimento	28
Cuadro 5. Se determinaron los análisis físico - químicos de laboratorio.....	30
Cuadro 6. Parámetros físico químicos del aceite de oliva. Normas NTE INEN 29 (2012).....	30
Cuadro 7. Parámetros para la obtención y valoración de los resultados de los análisis organolépticos.....	31
Cuadro 8. Cuadro Resumen del Andeva con los cuadrados medios de las variables Humedad, Índice de Acidez, índices de Refracción y Densidad FCP. UTEQ. 2013.....	41
Cuadro 9. Factor variedades y métodos para humedad	42
Cuadro 10. Factor variedades y métodos para índice de acidez.	46
Cuadro 11. Factor variedades y métodos para índice de refracción.....	50
Cuadro 12. Factor variedades y métodos para densidad	54
Cuadro 13. Rendimiento de aceite de las variedades de aguacate extraídos por los métodos de extracción.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1. Promedios de los tratamientos registrados en la variable porcentaje de humedad, en los aceites de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado Quevedo, Ecuador 2013.	40
Figura. 2. Evolución del porcentaje de humedad en el aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete, extraído por los métodos de extracción por soxlhet, centrífuga y prensado. Quevedo 2013.	44
Figura 3. Promedios de los tratamientos registrados en la variable porcentaje de índice de acidez, en los aceites de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado Quevedo, Ecuador 2013.	46
Figura. 4. Evolución del porcentaje de índice de acidez presente en el aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete por los Métodos de extraccion por soxlhet, centrífuga y prensado. Quevedo 2013.	48
Figura 5. Promedios de los tratamientos registrados en la variable porcentaje de índice de refracción, en los aceites de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado Quevedo, Ecuador 2013.	50
Figura. 6. Evolución del porcentaje de índice de refracción presente en el aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete por los Métodos de extracción por soxlhet, centrífuga y prensado. Quevedo 2013.	52
Figura 7. Promedios de los tratamientos registrados en la variable densidad, en los aceites de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado Quevedo, Ecuador 2013.	54
Figura. 8. Evolución del porcentaje de Densidad presente en el aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete por los Métodos de extracción por soxlhet, centrífuga y prensado. Quevedo 2013.	56
Figura. 9 Rendimiento de aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete, obtenidos mediante los métodos de extracción: Soxlhet, Centrífuga y Prensado. FCP.UTEQ. Ecuador. 2013.	58

Figura 10. Análisis de laboratorio y organoléptico, del mejor tratamiento en la obtención de aceite de aguacate (variedad Hass por el método de centrífuga) FCP.UTEQ. 2013	59
Figura 11. Análisis organoléptico del mejor tratamiento en la obtención de aceite de aguacate (variedad Hass por el método de centrífuga) FCP.UTEQ. Ecuador. 2013.	60
Figura. 12. Olor a Hierbas del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado.....	61
Figura. 13. Olor frutado de aguacate del aceite bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado.....	62
Figura. 14. Color amarillo verdoso del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado.	63
Figura. 15. Color verde del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado.....	64
Figura. 16. Apariencia Turbio del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado	66
Figura. 17. Apariencia Claro del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado	67
Figura. 18. Sabor aguacate del aceite bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado.....	68
Figura. 19. Viscosidad del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Pág.
Anexo. 1. Análisis de la Varianza para la variable Humedad y Contrastes Ortogonales para la comparación de los tratamientos vs el testigo	83
Anexo. 2. Análisis de la Varianza para la variable Índice de Acidez	85
Anexo. 3. Análisis de la Varianza para la variable Índice de Refracción.....	86
Anexo. 4. Análisis de la Varianza para la variable Densidad	87
Anexo. 5. Hoja de Calificación de las características sensoriales de los aceites de aguacates más el testigo (aceite de oliva)	88
Anexo. 6. Fotos de las variedades de Aguacate utilizadas en la investigación	89
Anexo. 7. Fotos del proceso de extracción de aceite por el método de Centrífuga	89
Anexo. 8. Fotos del proceso de extracción de aceite por el método de prensado	90
Anexo. 9. Fotos del proceso de la obtención de aceite por el método de Soxhlet.....	91
Anexo. 10. Fotos de los Análisis Físico-químicos	91
Anexo. 11. Fotos del panel de degustación.	92
Anexo 12. Técnicas de Análisis para las variables: Humedad, Índice de Acidez, Índice de Refracción y Densidad en los aceites de Aguacate.....	93

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue caracterizar física, química y sensorial de los aceites de aguacate Persea americana Mill y las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los métodos de extracción Soxhlet, girando y presionando.

En la fase inicial se llevó a cabo en el proceso de laboratorio para extraer el aceite de aguacate como pruebas preliminares, a continuación, el aceite de aguacate se obtuvo de acuerdo con el esquema de diseño experimental.

El diseño experimental consistía en trabajar con tres variedades de aguacate tres métodos de extracción con 3 repeticiones para obtener los resultados. Los resultados fueron evaluados estadísticamente por diseño completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 3 con 3 repeticiones.

El cálculo estadístico y TUKEY ANOVA se realizó con el programa estadístico Infostat. Los aceites obtenidos se caracterizaron de acuerdo con el contenido de humedad, índice de acidez, índice de refracción y la densidad, basándose en los parámetros de la norma técnica para aceites comestibles INEN Ecuador (2012). Al comprobar que el aceite de aguacate para Soxhlet variedad Choquete tenía un mayor contenido de humedad del 17,93% y un porcentaje inferior presionando con el 0,09%.

La variedad Santana por el método Soxhlet tuvo un mayor porcentaje de 1,66%, y los aceites que tenían menor acidez fueron de la variedad Santana por prensado y centrifugación con 0,22 y 0,24%, respectivamente.

En el índice de refracción el más alto porcentaje y más bajo se obtiene por los métodos Choquete variedad Soxhlet y centrifugando con 1,450 y 1,480%.

Los aceites de mayor densidad y menor porcentaje de aceite se obtuvieron a partir de la variedad Santana por los métodos Soxhlet y centrifugación con 0,87% y 0,93%.

El mejor tratamiento fue determinado bajo análisis organoléptico eligiendo al T2 (Hass por el método de centrifugación), también coincide con los parámetros establecidos en la NTE INEN 29.

Palabras clave: aguacate, Hass, Santana, Choquete, Soxlhet, Spin, Prensado, humedad, índice de acidez, índice de refracción, densidad

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize physical, chemical and sensory of the avocado oils Persea americana Mill And the Hass variety, Santana and Choquete obtained by the methods of extraction Soxhlet, Centrifugation and pressing.

In the initial phase it was conducted in the laboratory process to extract avocado oil as preliminary tests, and then avocado oil was obtained according to the experimental design scheme.

The experimental design consisted of working with three varieties of avocado three extraction methods with 3 replications to obtain the results. The results were evaluated statistically by completely randomized design with factorial arrangement of 3 by 3 with 3 replications.

The statistical calculation and Tukey ANOVA was performed using the statistical program INFOSTAT. The oils obtained were characterized according to the moisture content, acidity index, index of refraction and density, based on the parameters of the technical standard for edible oils INEN Ecuador (2012). To verify that the avocado oil for Soxhlet variety Choquete had a higher moisture content of 17.93 % and a lower percentage by pressing with the 0.09 %.

The Santana variety by the method Soxhlet had a greater percentage of 1.66 %, and the oils they had a lower acidity were of the Santana variety by pressing and centrifugation with 0.22 and 0.24 %, respectively.

In the index of refraction the highest and lowest percentage is obtained by the methods Choquete variety Soxhlet and recentrifuging with 1.450 and 1.480 %.

The oils of higher density and lower percentage of oil were obtained from the Santana variety by methods Soxhlet and centrifugation with 0.87 % and 0.93 %. The best treatment was determined under organoleptic analysis by choosing the T2 (Hass by the method of centrifugation), also coincides with the parameters set forth in the NTE INEN 29.

Key Words: avocado, Hass, Santana, Choquete, Soxlhet, Spin, pressing, moisture content, acidity, refractive index, density

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El Ecuador, posee recursos en variedades y cantidades, que no son aprovechados totalmente por motivos relacionados principalmente al desconocimiento y a los hábitos de vida de las personas que han venido cambiando drásticamente como el sedentarismo y el consumo de alimentos poco saludables que han ocasionado el aumento de enfermedades cardiovasculares. Bajo estos aspectos se han buscado alternativas alimentarias para el cuidado de la salud, entre ellos los alimentos naturales con el mínimo aporte de carbohidratos y grasas saturadas (Silva, 2009).

Los mayores problemas que enfrenta el campo alimentario en nuestro país es la falta de tecnología apropiada, sub-aprovechamiento de materias primas, nulo valor agregado, falta de propuestas coherentes en el triángulo “PRODUCTOR-PRODUCTO-CONSUMIDOR”, en este sentido solamente existen débiles esfuerzos en el binomio “PRODUCTOR-PRODUCTO” lo que no ha permitido un mercado competitivo (Sandoval, 2010).

Siendo así, existen variedades de productos que se consumen en forma directa, que en tiempos de cosecha el mercado nacional está saturado, como es el caso del aguacate, considerado como una de las fuentes naturales más importantes de origen de lípidos monoinsaturados, derivados de alimentos y ácidos grasos esenciales tales como el linoleico y linolénico que por falta de investigación y recursos técnicos no han generado tecnologías que conduzcan a su aprovechamiento en diferentes gamas de subproductos (Sandoval, 2010).

Es por ello, que la presente investigación se encaminó a la obtención del aceite en las tres variedades de aguacate para uso culinario, por poseer excelentes cualidades como son: un alto punto de humo, excelente sabor y color verde

muy atractivo que se convierte en una excelente alternativa para sustituir el aceite de oliva, ya que es muy similar por ser rico en grasas no saturadas, antioxidantes, vitamina E y baja acidez (Parra, 2005).

El aguacate, dependiendo de la variedad y madurez alcanza en la pulpa, niveles de hasta 25% en base húmeda (b.h) de aceite, lo que permite lograr rendimientos alrededor del 10% en fruta fresca. Este aceite contiene un alto nivel de ácidos grasos insaturados, es utilizado principalmente para uso cosmético, ya que contiene un fitoesterol, que posee las mismas habilidades que la lanolina, principalmente por la alta estabilidad y su contenido en vitamina E (alfa-tocoferol). Esta particularidad es muy apropiada para la piel y cremas de masajes (Olaeta, 2003).

Como producto industrializado el aguacate presenta, una variada posibilidad de usos como: pulpas frescas, refrigeradas o congeladas que sean bases para productos untables, aceites para fines cosméticos y aceites extra virgen para usos culinarios el cual tiene un gran potencial futuro por sus propiedades (Guevara, 2009).

1.1.1 JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta las condiciones favorables del Ecuador, en cuanto a la alta producción de aguacate, clima y suelo que favorecen el desarrollo de sus cultivos, el interés de industrializar el fruto hasta la actualidad ha sido escaso, es por ello que la presente investigación busca darle un valor agregado a la cadena agroindustrial del aguacate, a través de la obtención del aceite como una alternativa de industrialización que pueda ser aplicada en la industria alimentaria.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

- Obtener aceite de aguacate (*Persea americana Mill*) en las variedades (P.a.Mill Hass) (P.a.Mill Santana) y (P.a.Mill Choquete), utilizando tres métodos de extracción en el Cantón Quevedo, Provincia Los Ríos, ayudando a elevar las posibilidades de rendimiento agrícola en la región.

1.2.2 Específicos

- Caracterizar la calidad de los aceites obtenidos mediante los métodos de extracción, Soxhlet, Centrifugado y Prensado con respecto a las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 29, para aceites comestibles.
- Determinar las características organolépticas de los aceites obtenidos mediante los procesos de extracción el mejor tratamiento en base a los análisis organolépticos.

1.3 HIPÓTESIS:

1.3.1 Hipótesis alternativa

Ha: Las variedades de aguacates y los métodos de extracción influyen en la extracción del aceite.

1.3.2 Hipótesis nula

Ho: Las variedades de aguacates y los métodos de extracción no influyen en la extracción del aceite.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ACEITE DE AGUACATE (*Persea americana Mill*).

2.1.1 Clasificación taxonómica

- Reino: Vegetal
- División: Spermatophyta
- Subdivisión: Angiospermae
- Clase: Dicotyledoneae
- Subclase: Dipétala
- Orden: R. anales
- Familia: Lauraceae
- Género: *Persea*
- Especie: *Persea americana Mill*, *Persea gratissima Gaerth*, *Persea drymifolia Blake*.

La planta de aguacate es un árbol nativo de América Tropical Continental, ubicado taxonómicamente en el orden Ranales, familia Lauraceae, género *Persea*, especie Americana, cuyo nombre botánico es *Persea americana Mill* y del que se tiene referencias hace 8000 y 10000 años, regularmente, el árbol de aguacate puede alcanzar una altura de hasta 20 metros, sin embargo, cuando se cultiva no se deja crecer más de 5 metros, para facilitar las prácticas de control fitosanitario, cosecha, poda y fertilización foliar. Es de tronco grueso y con hojas alargadas que terminan en punta en la parte alta del tronco. Tiene varias ramificaciones, que generan un follaje denso (Sandoval, 2010).

El origen del aguacate tuvo lugar en las partes altas del centro y este de México y partes altas de Guatemala. Esta misma región está incluida en lo que se conoce como Mesoamérica y también es considerada como el área donde se llevó a cabo la domesticación del mismo y en la época colonial los

españoles introdujeron el aguacate a otros países americanos y a Europa (Sandoval, 2010).

2.1.2 Hojas

Árbol perennifolio. Hojas alternas, pedunculadas, muy brillantes (Chávez, 2010).

2.1.3 Flores

Durante la floración el aguacatero puede generar de uno a dos millones de flores, de las cuales sólo una proporción que oscila entre 0.001% y 0.1 % (Espíndola, 2008). El árbol de aguacate posee flores perfectas en racimos subterminales; sin embargo, cada flor abre en dos momentos distintos y separados, es decir los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación, por esta razón, las variedades se clasifican con base en el comportamiento de la inflorescencia en dos tipos A y B, en ambos tipos, las flores abren primero como femeninas, cierran por un período fijo y luego abren como masculinas en su segunda apertura. Esta característica de las flores de palta es muy importante en una plantación, ya que para que la producción sea la esperada es muy conveniente mezclar variedades adaptadas a la misma altitud, con tipo de floración A y B y con la misma época de floración en una proporción 4:1, donde la mayor población será de la variedad deseada, cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y sólo el 0,1 % se transforman en fruto, por la abscisión de numerosas flores y frutitos en desarrollo (Chávez, 2010).

2.1.4 Fruto

El fruto es generalmente ovoide de 10 cm a lo largo con la pulpa verdosa, suave, untuosa y casi insípida; climatérico es decir mediante su maduración manifiesta una respiración acelerada después de haber alcanzado su madurez aproximadamente a los 14 días en promedio después de haber sido cosechados, la semilla es generalmente ovoide y está protegida por una capa apergaminada esto dependiendo de la variedad Caamal, (2000), mientras que

Sánchez, (2007) nos menciona que el fruto es una baya unisemillada, oval de superficie lisa o rugosa, la industria alimentaria lo utiliza para preparar alimentos enlatados y en aderezos para ensaladas. La industria de los cosméticos lo usa como materia para preparar las formulaciones lociones, cremas, jabones, para tratamiento de la piel y cuidado del cabello. La industria farmacéutica lo aprovecha como base para pomadas, ungüentos y bálsamos (Verti y Villanueva, 2001).

Según nos comenta SFA (2011), el fruto es una drupa, en forma de pera, de color verde claro a verde oscuro y de violeta a negro, cáscara rugosa con una pulpa verde amarillenta y un hueso central muy grande. Existen aproximadamente unas 400 variedades, por lo que podemos encontrar frutos de formas y pesos diferentes, que pueden llegar a pesar de 150 a 350gr.

2.1.5 Madurez del fruto de Aguacate

Al contrario de la mayoría de las frutas, el aguacate no alcanza la madurez en el árbol, sino alrededor de siete a dieciséis días después de ser cosechado dependiendo de la variedad. La madurez del aguacate se determina por sus características externas como color y tamaño, o por el contenido de aceite en la pulpa; la cantidad mínima de aceite que debe tener el aguacate para ser comercializado es del 8% (b.h.) Ozdemir (2004). Sin embargo, reportar la madurez comercial del aguacate es muy difícil debido a que el inicio de la maduración no está acompañado por cambios externos visibles.

En general, la madurez en el aguacate está relacionada con el contenido de aceite en el mesocarpio. El incremento de la cantidad de aceite disminuye en el mismo porcentaje la cantidad de agua, por eso la proporción de agua y aceite se mantiene constante durante la vida útil del fruto (Ozdemir, 2004)

Ozdemir (2004) encontró que la cantidad de aceite y de materia seca aumentan en los frutos con el tiempo de maduración fisiológica, pero que estos cambios no se hacían muy significativos durante el tiempo de maduración en postcosecha comercial (Ministerio de salud, 1964; Jiménez y col., 2001).

La madurez comercial está dado por el cambio externo que experimenta el fruto tanto en su color como en su textura, tiene una duración de aproximadamente ocho días, pero dependiendo la variedad éste tiempo aumenta o disminuye, y se reporta que para ser consumido debe tener un grado de textura entre 4,0 y 3,5 Kg-f/cm². Después de este tiempo se evidencia pérdida de contenido de grasa, cambio de color, y la textura de la pared celular se debilita (BAUDI, 1997) citado por Acosta (2011).

2.1.6 Pulpa de Aguacate

Ariza (2011) describe que la pulpa de aguacate posee un alto contenido de agua (70 %), respecto a los nutrientes presentes en la pulpa destacan los minerales, los aminoácidos esenciales y algunas vitaminas. En 100 g de pulpa de aguacate se encuentran: potasio 340, fósforo 38, calcio 10, hierro 6,0 y sodio 3,0 mg. Mientras que Ortega (2003) nos comenta que la pulpa de aguacate contiene siete de los ocho aminoácidos esenciales: valina 63, lisina 59, fenilalanina 48, isoleucina 47, leucina 46, treonina 40 y metionina 29 mg/100 g de pulpa y entre las cantidades significativas de vitaminas liposolubles: vitamina D 10 µg y E 3 µg, e hidrosolubles: vitamina B6 0,4 mg; C 14 mg y B2 0,2 mg; por lo que de forma general todos estos nutrientes proporcionan importantes cantidades porcentuales en los requerimientos diarios de la dieta. Según Olaeta (2003) informa que los rendimientos de pulpa dependen de la variedad, reportándose rendimientos que fluctúan entre 63 y 67%, el resto corresponde a semillas y cáscaras.

Por otra parte Ortiz (2004) menciona que la cantidad de lípidos en la pulpa de aguacate es considerable, se han informado valores de 21 % y 33 %, lo que lo hace una fuente potencial de aceite, el aceite contiene ácidos grasos saturados (16-22%) e insaturados (74-83%) y dependiendo de la variedad y estado de madurez su concentración varía. La cantidad de los ácidos grasos saturados del aceite de aguacate es comparable a la de los aceites de girasol, maíz, soya, maní y oliva Ratovohery et al., (1988) citado por Ariza (2011). Por ejemplo, el ácido graso palmítico (C16:0) se encuentra en el aceite de aguacate en un 15,71 % Ortiz, (2003), mientras que en otras especies como semillas de

girasol (*Helianthus annuus* L.) 5-6 %, germen de maíz (*Zea mays* L.) 8-12 %, semillas de soya (*Glycine max* L.) 9,7-13,3 %, semillas de cacahuate o maní (*Arachis hypogaea* L.) 6,0 -15,5 %, canola (semillas pobres en ácido erúxico de las plantas *Brassica napus* o *Brassica campestris*) 2,5-6,0 % y en el aceite de oliva de frutos del árbol de olivo (*Olea europaea* L.) 7,5-20 % y 12,3% en aceite virgen como nos menciona (NM, 2006).

En cuanto a los ácidos grasos monoinsaturados, las propiedades nutricionales del aceite de aguacate son similares a las del aceite de oliva Ortiz (2004). El principal ácido graso monoinsaturado es el oleico, encontrándose en cantidades de 60,28 %, siendo uno de los componentes de la mayoría de los aceites vegetales como el de canola y oliva con un 50-66 % y 55-83 %, respectivamente. En aceite virgen de oliva ha sido indicado por Andrikopoulos et al., (2002) un valor de 73 % de ácido oleico. Entre los ácidos grasos poliinsaturados, el principal es el ácido graso inoleico en cantidad de 13,66 %, estando presente en comparación, en el aceite de canola con 18-30 % y en el aceite de oliva 3,5-21 %, mientras que en aceite virgen 7 % (Teitelbaum, 2001).

Por otra parte, se ha señalado que el aceite de aguacate presenta el mismo orden de aterogenicidad que el de los aceites de maíz y oliva Kritchevsky et al., (2003) y desde un punto de vista médico, Rodríguez (2009) expresan que el aceite de aguacate no induce aterosclerosis; el aguacate induce un cambio muy importante en los ácidos grasos del suero, descenso del colesterol total, del colesterol de baja densidad y de los triglicéridos, con aumento del colesterol de alta densidad con cambio relevante del índice aterogénico. La dosis diaria recomendada es de 1 a 2 g por kilogramo de peso y no induce obesidad.

2.1.7 Razas de Aguacate

Según las características físicas del aguacate, se han identificado tres razas de acuerdo a su lugar de origen:

- Raza mexicana: provienen de la zona central de México, son árboles altos que se adaptan fácilmente al clima frío (hasta 2800 msnm.) pero la altura óptima es 1000 y 1500 m. Sus frutos maduran 7 meses después de la floración, de color verde claro y con un peso entre 90 y 180 gramos.
- Raza guatemalteca: proviene de las tierras altas de Guatemala, árbol de gran tamaño los cuales están adaptados a clima medio (700 y 1500 msnm). Sus frutos maduran 10 meses después de la florescencia. El tamaño del fruto es relativamente grande (125 a 2500 gramos) y posee un color verde opaco.
- Raza antillana: se cree que es originario de la Sierra Nevada de Santa Marta por lo que es la más común en nuestro país. Estas plantas son cultivadas desde el nivel del mar hasta una altura de 1200 msnm. Sus frutos maduran entre 5 a 8 meses después de la florescencia de color verde claro a amarillo rojizo y de peso entre 250 y 2500 gramos (PROHACIENDO, 2001)

2.2 VARIEDADES DE AGUACATE UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 Variedad Hass

El árbol de esta variedad tiene un crecimiento erecto, mediano y uniforme en su apariencia general. Inicia su producción comercial en el segundo o tercer año; la cosecha del fruto es consistentemente alta y uniformemente distribuida en el árbol, la corteza del fruto cosechado cambia gradualmente cuando se acerca el estado de consumo Ríos et al., (2005). Es la variedad de aguacate que más se consume en el mundo, por lo tanto este sería uno de los candidatos para establecer una plantación siempre y cuando el clima lo permita, puesto que este material puede cultivarse comercialmente desde los 1,000 - 2,200 msnm. Desde luego existen microclimas especiales en donde podría cultivarse fuera del rango antes indicado.

Los frutos son de tamaño mediano con un peso que va desde 150 a 300 g y de 8 a 10 cm de largo; de forma ovoide a periforme; la cáscara es rugosa de color verde que se oscurece al madurar tornándose negra, lo cual es normal en el proceso de maduración del fruto (Bernal y Díaz, 2006).

En cuanto a las preferencias según variedades, se observa que la variedad Hass es la más apetecida en los mercados europeos, especialmente en España y en los países Escandinavos Gutiérrez (2009). Esta variedad 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.

2.2.2 Variedad Santana

El fruto es de buena calidad se desprende con facilidad, de forma piriforme, simétrico; su contenido de grasa es de 4.8% con un peso comprendido entre 670 a 700 gr; de cáscara gruesa lisa de color oliva, brillante y que se mantiene hasta a la madurez de consumo; la pulpa es de color amarillo a verde, la semilla es mediana y está adherida a la cavidad que la contiene.

Se cree que procede de la raza antillana, pero con algo de guatemalteca. Es muy similar al Trapica. El árbol alto de copa ancha, ramas delgadas y hojas medianas. El fruto tiene forma periforme de buen tamaño, La corteza es verde lustrosa, Pulpa amarilla de muy buen sabor: semilla mediana adherida a la pulpa, Por su abundante producción y calidad de le fruta es una variedad muy aceptada por agricultores y consumidores (Bernal y Díaz, 2006).

2.2.3 Variedad Choquete

Árbol grande y vigoroso de copa moderadamente abierta y extendida, con tendencia a tener cosechas alternas. El fruto, es grande, ovalado, un poco compreso en el ápice; corteza lustrosa, correosa, verde oscuro; pulpa gruesa, amarilla; semilla más bien suelta.

Esta variedad se produce en climas cálidos, medios y fríos, sus frutos tienen un peso de 850 a 1500g, son de forma oval a esférica, de cascara casi lisa y

lustrosa, brillante en la madurez, la pulpa es amarilla, el contenido de grasa es del 13%. Sus frutos son resistentes a las enfermedades más comunes del fruto (Bernal y Díaz, 2006).

2.2.4 Propiedades Nutricionales del Aguacate

La OMS recomienda que la energía proveniente de las grasas en un régimen alimentario sano no exceda el 30%. Los tres tipos principales de grasas son: saturadas, monoinsaturadas y no saturadas. Las grasas saturadas deben incorporar menos de 10% del aporte energético total. Las grasas no saturadas deben constituir alrededor de 7% de la energía total. El resto de las grasas en la alimentación deben ser monoinsaturadas. Los alimentos grasos contienen normalmente una mezcla de todas, pero en distintas proporciones, de modo que alrededor de la mitad de la energía proveniente de las grasas en un régimen alimentario sano debe provenir de las grasas monoinsaturadas y el resto de una mezcla de grasas saturadas y no saturadas. Las grasas monoinsaturadas se encuentran principalmente en el aceite de oliva, el aceite de semilla de calza (canola), el aceite de maní y el aguacate. Los aceites monoinsaturados ayudan a mantener el nivel del colesterol protector lipoprotéico de alta densidad HDL (OMS, 2000).

Por razones como esta, el aguacate ha sido investigado detalladamente y hoy en día se considera como uno de los frutos de mayor aporte nutricional por los elementos que lo componen, entre los que se encuentran:

Vitaminas. Sobresale la vitamina E, el ácido fólico y el glutaniol. Tienen propiedades antioxidantes, protegen contra cáncer y próstata. El glutaniol actúa en la protección de células frente a los radicales libres.

Ácidos Grasos. Varios de los cuales son monoinsaturados y poli- insaturados. Estos ayudan a la protección contra el cáncer. El beta-sito- esterol que junto con otros fitoesteroles, ayuda a prevenir la acumulación del colesterol porque impide la absorción del mismo en el intestino.

Aminoácidos esenciales: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina, necesarios para la síntesis de proteínas y para el metabolismo celular.

Todos estos componentes vitalizan el sistema inmunológico, fortalecen los huesos, evitan la formación de gases intestinales, mejoran la visión, protegen a las células de daños causados por estrés y previenen enfermedades cancerígenas y del hígado, por esto el aguacate representa una fuente de alimento completa, sana e inigualable (Quiles y col., 2003).

2.2.5 Productos de Aguacate

Se han desarrollado productos utilizando la deshidratación osmótica, utilizando maltodextrinas y NaCl, ha logrado mantener el aguacate estable en relación al color y la actividad microbiológica. Schwartz et al., (2001). También se ha obtenido polvo de aguacate, secado por atomización, la que presenta buena estabilidad en relación al color y actividad microbiana, sin embargo, será necesario estudiar más acabadamente los tiempos y temperaturas del proceso, ya que el desarrollo de sabores extraños redujo la calidad del producto (García, 2002).

2.2.6 Producción de Aguacate en Ecuador

En nuestro país el aguacate ha dejado de ser un cultivo tradicional, para convertirse en un producto con potencial para ser exportado. La labor de los productores ha contado con el apoyo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, la cual tiene la tarea de mejorar las variedades que existen en nuestro país, además de la difusión del tipo Hass favorita de los mercados internacionales.

La producción de aguacate en el país tiene tres desafíos; mejorar la tecnología de siembra y cosecha, incrementar los niveles de exportación y ampliar la variedad. Un árbol bien manejado puede producir entre 1500 y 2000 aguacates en una cosecha anual. Este fruto se produce en climas templados de hasta 2400 metros sobre el nivel del mar.

El portafolio de destinos de exportación del aguacate ecuatoriano esta poco diversificado. Históricamente casi la totalidad de la producción está destinada al vecino país Colombia, por otra parte se exporta a España y a Italia completando el portafolio de destino por parte de Ecuador (Vinuela, 2001).

2.3 GENERALIDADES DEL ACEITE DE AGUACATE

2.3.1 Aceite de Aguacate

Reed (2001) nos comenta que la tendencia de utilizar en forma creciente el aceite de aguacate para uso culinario, es por tener entre otras cualidades: un alto punto de humo, excelente sabor y un color verde muy atractivo, siendo preferido por los chef de cocina de la alta gastronomía europea, sustituyendo al aceite de oliva, el comparó el aceite de oliva con el aceite de aguacate, determinando que este último presenta mayores niveles de: clorofila, Índice de Yodo, Vitamina E y un menor nivel de acidez libre, lo que constituye una mejor calidad. El aceite de aguacate se deteriora durante el almacenaje, por lo que la temperatura de almacenaje no debe ser superior a 25°C, y el tipo de envase oscuro, para preservar por más tiempo la calidad del producto (Alicia et al., 2004).

El aguacate, 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 Schwartz et al., (2001). La composición del aceite crudo de aguacate contiene alrededor de un 80-85% de ácidos grasos insaturados así como un importante nivel de materia insaponificable como lo menciona Ortega (2003). La propiedad de ser un fruto con un elevado nivel de aceite, junto a otras, como son su porcentaje de proteínas, hidratos de carbono, vitaminas y minerales, le otorgan un gran valor nutritivo. Además, posee propiedades notables sobre compuestos como el colesterol, beneficiando, por tanto, la salud humana (Valenzuela, 2001).

El rico contenido vitamínico del aceite de aguacate beneficia a la industria de la cosmética ya que la vitamina A ayuda a prevenir la sequedad de la piel y la vitamina E (tocoferol) junto a la D, son efectivas contra el envejecimiento de la

piel, debido a la abundancia de ácidos grasos insaturados. Turatti et al., (1985) citado por Forero (2007), encontraron que, cuando la pulpa de aguacate se deshidrata y es sujeta a presión hidráulica, se obtiene el aceite con el mayor porcentaje de materia insaponificable (4,9%) y también de tocoferoles (6,92%). Desde la fracción insaponificable, Joseph y Neeman (2002), aislaron compuestos polialcohólicos, sólo presentes en aceite de aguacate, importante en propiedades cosméticas, por aislamiento de estos compuestos pueden detectarse adulteraciones en el aceite. El aceite de aguacate, al tratarse con temperatura, presenta como desventaja el rápido desarrollo de un sabor amargo y son varios los compuestos responsables de la astringencia, de acuerdo con esto, es extremadamente difícil prevenir o modificar la inducción calórica del mal sabor para permitir un proceso térmico exitoso (Jiménez et al., 2001).

2.3.2 Caracterización y composición del aceite de aguacate

Presencia de ácidos grasos saturados, insaturados y poliinsaturados. Los ácidos grasos hacen parte de los ácidos orgánicos, en ellos está presente el grupo carboxílico (COOH) y reciben su nombre por encontrarse en las grasas y aceites vegetales. Pueden contener uno o más grupos carboxílicos, ser saturados (enlaces simples entre carbonos C-C) o insaturados (enlaces dobles o triples entre carbonos C=C ó C≡C), de cadena abierta o cerrada y además pueden incluir otros grupos funcionales como hidroxilo o amino, entre otros. Si existen dobles enlaces, éstos normalmente tienen la configuración (cis) (Vargas, 1993) citado por Acosta (2011).

En la naturaleza se conocen aproximadamente unos 40 ácidos grasos distintos. El ácido palmítico (C16) y el ácido esteárico (C18), son los ácidos saturados más abundantes (Neva, 1997) citado por Acosta (2011).

2.3.3 Comparación con otros aceites comestibles

Entre los aceites más conocidos están el de girasol, lino, sésamo, almendra, generado de plantas oleaginosas en donde el aceite se forma dentro de la semilla, así como el aceite de olivo, donde el aceite se genera en la pulpa de la fruta, raíz u hojas (Finol, 2009) .

Los aceites de más alta calidad y más saludables y con altas propiedades nutricionales para el organismo son sin duda los aceites extra vírgenes (extraídos o prensados en frío). Estos aceites se recomienda tomarlos crudos, ya que de esta forma conservan sus altas propiedades medicinales y alimentarias. También hay que considerar el lugar de donde provienen los aceites, ya que la calidad del suelo y demás factores intervienen en las propiedades, el aceite de oliva, por ejemplo, se extrae de las aceitunas y dependiendo del tipo de olivo que se use y sus condiciones de crecimiento resultan las características del producto final como lo son el valor nutritivo, el sabor y color (Freitas y col., 1996) citado por Acosta (2011).

Dependiendo de las diferentes formas de extracción de las semillas o frutos se pueden diferenciar las diferentes calidades de los aceites comestibles vegetales.

Aceite Extra Virgen: Es aquel que se obtiene como resultado de la presión del fruto (una sola presión). Este es el aceite con más alta calidad, además de tener un aroma y un sabor muy natural, es rico en nutrientes y con grandes beneficios para la salud.

Aceite Virgen: Este aceite se obtiene en la segunda extracción. Es de mediana calidad.

Aceite puro: Se obtiene de extraer más aceite después de la segunda extracción, hay que hacerlo utilizando filtros y procesos, es uno de los aceites de más baja calidad pero sin duda de mejor alternativa saludable respecto a los aceites procesados comercialmente.

Aceite ligero: Extraído mediante la extracción por medio de solventes. Este es el aceite de más baja calidad. El empleo de fuertes solventes destruyen las propiedades originales del producto perdiendo sus beneficios y aportes nutricionales, así como su sabor y olor natural (Finol, 2009).

2.3.4 Aceite de aguacate en comparación con el aceite de oliva

EL aceite de oliva tiene propiedades nutricionales que son beneficiosas para la salud, pero el aceite de aguacate tiene mayor impacto en la salud para coadyuvar en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y colesterolemias (Dorantes et al., 2007).

Los altos niveles de clorofila en aceite de aguacate (40-60 ppm) pueden tener efectos adversos en la estabilidad oxidativa del aceite cuando se almacena bajo la luz. Esto causa rápida formación de productos de oxidación a través del proceso de fotosíntesis en contacto con el oxígeno. Sin embargo, el color verde esmeralda del aceite (originado por el alto contenido de clorofila) ha sido identificado por los consumidores como deseable. Un nuevo acercamiento al incremento de estabilidad oxidativa en este aceite está siendo utilizado, y el estudio incluirá e minimizar el oxígeno y la exposición a la luz durante el manejo del aceite y el embotellado que tendrá que ser en botellas de vidrio color oscuro. Al igual que el aceite de oliva, el aceite de aguacate es rico en ácidos grasos monoinsaturados. Esto hace que sea un excelente componente para lo que se conoce como “dieta mediterránea” , afamada por ser muy buena para conservar la salud (ANIAME, 2002).

2.3.5 Propiedades del aceite de aguacate

- El aceite de aguacate previene enfermedades cardiovasculares
- Posee un alto contenido de esteroides B-sitosterol que junto con la alta proporción de ácidos grasos monoinsaturados, ayudan a disminuir los LDL o colesterol malo.
- Por su acción antioxidante equilibra las grasas saturadas causantes de los coágulos en las arterias
- Asociado al aceite de oliva como protección solar
- Elevado punto de quemado, 250°C a diferencia del aceite de oliva que es de 180°C, que lo hace un excelente producto para fines culinarios ya que no se quema al cocinarlo y tampoco libera ácidos grasos dañinos para la salud (Vinuela, 2011).

2.4 EXTRACCIÓN DE ACEITE

La extracción de aceite se lleva a cabo por medio de procesos de prensado de la pulpa, o por medio de centrifugación Costa (2001). La extracción de lípidos requiere la utilización de disolventes orgánicos. Los lípidos neutros triacilgliceroles, ceras y pigmentos se extraen fácilmente de los tejidos con éter etílico, éter de petróleo, cloroformo, o benceno (Nelson et al., 2001).

Para la extracción del aceite, variados métodos han sido publicados con los años, de los cuales unos pocos pueden ser mencionados. Rosenthal et al., (1985) sugirieron secar rodajas de palta sin calor y luego con presiones de 3000 a 4000 Libras por pulgada cuadrada extraer el aceite de aguacate. Además propusieron un proceso para calentar la pulpa bajo presión de vapor y luego con una prensa de diseño especial, extraer el aceite. Describieron luego un proceso de presión hidráulica presionando las rodajas secas de palta, seguido de una extracción de solvente de la palta. También mencionó tratar la pulpa con cal para liberar el aceite. Rosenthal et al., (1985) citado por Espinoza 2006 describieron también un proceso de centrifugación, extracción solvente, secado-congelamiento de la pulpa y presión hidráulica como métodos de extracción de aceite. Describieron el método Gerber modificado, el cual

consiste en el uso de varias concentraciones de ácido sulfúrico combinadas con distintas temperaturas, pero no todas las combinaciones de ácido y temperatura se ajustan a esta fruta. También Bergh et al., (1989) citado por Espinoza (2006), describieron un nuevo método, el llamado Resonancia magnética nuclear, el cual es un método bastante sensitivo para mostrar diferencias de porcentaje de aceite entre las diferentes partes de la misma fruta. Esta nueva técnica tiene la gran ventaja de la simplicidad de la operación, velocidad de determinación y precisión de la medición. La gran desventaja es el alto costo del equipo, pero se están haciendo los esfuerzos para desarrollar equipos de bajo costo para aplicaciones agrícolas.

Sin embargo, Lee (1981) citado por Espinoza (2006) señala que el método estándar para analizar el contenido de aceite, está basado en la extracción con éter de petróleo en un extractor Soxhlet, el cual fue diseñado por Horwitz (1970) citado por Espinoza (2006) presentando las desventajas de ser un método caro, lento y no estar al alcance de los productores, ya que requiere de equipos, laboratorios y mano de obra especializada.

Olaeta (1991) citado por Espinoza (2006) señala que los distintos métodos de extracción de aceite persiguen obtener el mayor rendimiento sin dañar su calidad. La extracción por solvente puede dar los mejores resultados, pero resulta demasiado costoso y peligroso de utilizar por su inflamabilidad, además la remoción de todo el solvente desde el aceite es dificultoso y pequeñas trazas pueden ser perjudiciales para la calidad de dicho aceite.

A pesar de ello, para los fines de la presente investigación la extracción con solvente resulta ser la mejor opción. Además por ser el éter de petróleo un solvente orgánico, no altera mayormente las propiedades del aceite, los otros dos métodos como son por centrifuga y prensado manual en el cual no se usó prensa si no tela o lienzo para llevar a cabo la extracción del aceite, estos dos métodos mencionados se podría decir que son naturales, aunque previo a la extracción del aceite se realiza un secado a la pulpa, lo que nos ayuda a eliminar humedad.

2.4.1 Propiedades Físicas

Dentro de éstos los más reconocidos son la densidad y la humedad, los cuales pueden ser identificados fácilmente. Los resultados obtenidos a partir de esta evaluación permiten identificar a primera vista si los aceites se encuentran en el estado adecuado para las pruebas posteriores de calidad, o si deben ser rechazados, pues su calidad no es apropiada.

Densidad. La densidad no representa un parámetro directo de calidad del aceite, aunque puede variar con la polimerización o la oxidación. De igual manera es de gran utilidad para las transformaciones masa – volumen y es indispensable para los cálculos involucrados en el diseño de equipos (ICONTEC NTC 336, 2002).

Humedad. Es una medida de la cantidad de agua contenida en el aceite. El agua en exceso es un factor negativo para el aceite debido a que puede formar enlaces químicos y físicos inadecuados, propiciando así reacciones de degradación. El método se basa en la separación por evaporación del agua contenida en la muestra tratándola a temperatura entre los 50 y los 80 ° C, dependiendo de la influencia de la presión (ICONTEC NTC 287, 2002).

2.4.2 Propiedades químicas

Los métodos químicos mencionados a continuación son característicos de todos los aceites y las grasas. Para esto se debe determinar la cantidad equivalente de compuesto necesaria para reaccionar con los grupos funcionales de los aceites o de sus componentes.

Índice de Acidez. Es una medida del contenido de ácidos grasos libres presentes en grasas y aceites. Este resultado es indispensable como prueba de pureza, ya que permite sacar conclusiones acerca del estado de la materia prima al igual que de las reacciones de degradación que se hayan podido producir a lo largo del tratamiento y almacenamiento del aceite. Metodológicamente este índice representa la cantidad en miligramos de hidroxilo de sodio o de potasio necesario para la neutralización de los ácidos

grasos libres presentes en 1 gramo de grasa. Generalmente es expresado en porcentaje de ácidos grasos libres o en porcentaje del ácido graso más abundante en el aceite. El ácido graso teóricamente más abundante en el aceite de aguacate es el oleico. Por tal razón, este índice es expresado en función de este ácido graso (Fennema, 2000).

Índice de Refracción. El índice de refracción de una sustancia es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y su velocidad en la sustancia en estudio. En los aceites, el índice de refracción se encuentra estrechamente relacionado a la densidad, masa molecular y constitución del aceite y sirve para identificarlo; también disminuye en forma casi lineal al aumentar el índice de yodo. El índice de refracción puede determinarse con un refractómetro de Abbé, que abarca una zona de refracción más amplia. La temperatura del aceite y la longitud de onda de la luz influyen mucho en los valores obtenidos (Fennema, 2000).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en el mes de Febrero a Marzo del 2013, tuvo una duración de un mes. Se llevó en efecto en la finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, la misma que se encuentra ubicada en el Km 7 vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es de 01° 05` 20” de latitud sur y 79° 27` 21” de latitud Oeste y a una altura de 110 metros sobre el nivel del mar.

3.1.1 Condiciones Meteorológicas

La finca experimental “La María” presenta las siguientes condiciones meteorológicas y otras características (Cuadro 1).

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas del lugar donde se encuentra el laboratorio de bromatología.

Datos Meteorológicos	Valores Medios
Temperatura, °C	23.4
Humedad relativa media, (%)	87
Heliofanía, horas /luz/mes	67.4
Precipitación, mm/ mensual	140.8

Fuente: Estación del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Anuario Meteorológico, Agosto 2012.

3.1.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación fueron:

3.1.2 Materia Prima

- Pulpa de Aguacate de las tres variedades y aceite de oliva comercial como testigo.

3.1.3 Materiales

- 27 Envases de vidrio color ámbar
- Tubos de ensayo
- Tela o Lienzo
- Cuchara
- Espátula
- Bandejas
- Toallas
- Corchos
- Olla
- Cuchillo
- Decorador (usado para llenar los tubos de pulpa de aguacate homogenizada).
- Vaso de precipitación
- Etiquetas

3.1.4 Equipos y Materiales de Laboratorio:

- Balanza Analítica
- Balanza Electrónica
- Equipo Extractor completo de Soxhlet
- Refractómetro
- Estufa
- Desecador
- Agitador Calentador

3.1.5 Reactivos

- Fenolftaleína
- Éter de Petróleo
- Éter Alcohol
- Solución valorada de hidróxido de sodio 0.1 N

3.1.6 Materiales de Campo

- Etiquetas
- Cámara
- Cuaderno de apuntes
- Lapiceros y lápiz
- Envases

3.1.7 Instalaciones

- Laboratorio de Bromatología

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es Experimental, ya que se investigó los factores variedades: (*P.a.Mill Hass*) (*P.a.Mill Santana*) y (*P.a.Mill Choquete*), y métodos de extracción de aceite: Destilación en el Equipo de Soxhlet, Centrífuga y Prensado.

3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Variables a medir

Las variables que se estudiaron fueron:

3.3.2 Análisis de Laboratorio

Se realizaron a todos los nueve tratamientos y a las respectivas repeticiones una vez obtenido el producto final, como también al testigo el cual fue un producto comercial, regido bajo las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 29, para aceites comestibles.

- Humedad
- Índice de Acidez
- Índice de Refracción
- Densidad

3.3.3 Análisis Organolépticos

- Olor
- Color
- Sabor
- Apariencia
- Textura

3.3.4 Muestras para las variables

Aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los tres métodos de extracción: Soxlhet, Centrífuga y Prensado.

3.4 TRATAMIENTOS

3.4.1 Diseño experimental y prueba de rangos múltiples

Se utilizó en esta investigación un diseño completamente al azar (D.C.A.) con arreglo Bifactorial A=3 x B=3 con 9 tratamientos y 3 repeticiones más un testigo aceite de oliva comercial, el factor A fueron variedades de aguacate y el factor B = métodos de extracción. Para los análisis se usó un procedimiento de los modelos lineales generales.

Para esta investigación se utilizó la pulpa de las tres variedades de aguacate en diferentes porcentajes para la obtención de aceite los cuales se detallan en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje en gramos de pulpa húmeda, seca y molida después del secado, para los 9 tratamientos.

Trat.	Cód.	Vrd.	M. de Ext.	Pulp. Hmd.	Pulp. Sc
0	T0				
1	a ₀ b ₀	Hass	Soxlhet.	40,2 g	30 g molido
2	a ₀ b ₁	Hass	Centrífuga	900,4 g	492,5 g
3	a ₀ b ₂	Hass	Prensado	1350,6 g	738,9 g
4	a ₁ b ₀	Santana	Soxlhet.	50,4 g	30 g molido
5	a ₁ b ₁	Santana	Centrífuga	804,2 g	360,9 g
6	a ₁ b ₂	Santana	Prensado	1286,7 g	576 g
7	a ₂ b ₀	Choquete	Soxlhet.	50,4 g	30 g molido
8	a ₂ b ₁	Choquete	Centrífuga	1013,6 g	424 g
9	a ₂ b ₂	Choquete	Prensado	1667,6 g	697,5 g

Fuente: Laboratorio de Bromatología. FCP. UTEQ. 2013

3.4.2 Mediciones Experimentales

3.4.3 Análisis estadístico y prueba de Rangos múltiples

a. Pruebas Estadísticas descriptivas: para la valoración de las características organolépticas se utilizó la Moda, el número que más se repite.

b. ANDEVA: Análisis de varianza para establecer las diferencias entre los promedios de los tratamientos de acuerdo a las características físico - químicos de los aceites de aguacate de tres variedades obtenidos por los tres métodos de extracción por medio del programa estadístico Infostat.

c. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad: para comparar los promedios entre los tratamientos, mientras que al testigo se lo analizó con contrastes ortogonales, cuyo esquema de análisis de varianza se presenta en el (cuadro 3).

Cuadro 3. Esquema del Andeva de las diferencias para las variables de los análisis.

Fuente de variación	Grados de libertad	
Tratamientos	$a b - 1$	8
Variedades de Aguacate. (A)	$a - 1$	2
Métodos de Extracción. (B)	$b - 1$	2
A x B	$(a - 1)(b - 1)$	4
Error Exp.	$a b(r - 1)$	18
Testigo vs todos		1
TOTAL	$a b r - 1$	26

3.4.4 Modelo Matemático

Las fuentes de variación para este ensayo se efectuaron con un modelo de experimentación cuyo esquema es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Para $i = 1, \dots, a$, $j = 1, \dots, b$, $k = 1, \dots, n$ donde:

- μ es el efecto medio global.
- α_i es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel i del factor A.
- β_j el efecto incremental sobre la media causado por el nivel j del factor B.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel i del factor A y el nivel j del factor B.
- ϵ_{ijk} el término de error.

3.4.5 Esquema Del Experimento

Se tomaron muestras para los análisis una vez habiendo culminado el experimento.

El análisis organoléptico se lo realizó una vez concluido el experimento, a continuación se muestra como se diseñó el esquema del experimento (cuadro 4)

Cuadro 4. Esquema del experimento

Tratamientos				Cod.	Rep	T.U E*,ml
Testigo. Aceite de oliva comercial				T0		
Vrd.	<i>P.a.Mill Hass</i>	Por Soxlhet	30 g	T1 a0b0	3	40
Vrd.	<i>P.a.Mill Hass</i>	Por Centrifuga	900.4 g	T2 a0b1	3	40
Vrd.	<i>P.a.MillHass</i>	Por Prensado	1350,6 g	T3 a0b2	3	40
Vrd.	<i>P.a.Mill Santana</i>	Por Soxlhet	30 g	T4 a1b0	3	40
Vrd.	<i>P.a.Mill Santana</i>	Por Centrifuga	804.2 g	T5 a1b1	3	40
Vrd.	<i>P.a.Mill Santana</i>	Por Prensado	1286,7 g	T6 a1b2	3	40
Vrd.	<i>P.a.Mill Choquete</i>	Por Soxlhet	30 g	T7 a2b0	3	40
Vrd.	<i>P.a.Mill Choquete</i>	Por Centrifuga	1013,64 g	T8 a2b1	3	40
Vrd.	<i>P.a.Mill Choquete</i>	Por Prensado	1667,6 g	T9 a2b2	3	40
TOT/ ml						360 ml

Tamaño de la Unidad Experimental de 40 ml de aceite de aguacate.

3.4.6 Desarrollo Del Trabajo De Campo

3.4.6.1 Muestra

Para la toma y realización de los tratamientos con sus respectivas réplicas se utilizaron 900,4 g de pulpa para la variedad de aguacate Hass, 804,2 g de pulpa para la variedad Santana y 1013,6 g para la variedad Choquete, esto para obtener aceite por el método de centrífuga, mientras que en el método por Prensado se utilizó 1350,6 g de pulpa en la variedad Hass, 1286,7 g en la variedad Santana y 1667,6 g en la variedad Choquete y para el tercer método, por Soxhlet se utilizó 30 g de muestra de pulpa de aguacate de las tres variedades previamente secas en la estufa a 80 °C por 24 horas, de las cantidades utilizadas de pulpa de aguacate se obtuvo la cantidad de 40 ml por cada método de extracción.

3.4.6.2 Formulación

Para la extracción de aceite de aguacate se hicieron previamente a la formulación final, ensayos los cuales nos permitieron establecer la cantidad de pulpa para extraer los 40 ml de aceite de cada variedad por los tres métodos.

Se tomaron 10 ml de muestra por cada tratamiento para Densidad, 2 g para Humedad, 5 g para Índice de Acidez y 1 gota para Índice de Refracción, esto fue utilizado en los análisis del experimento que se realizó con la formulación que se puede apreciar en el (Cuadro 2).

A los aceites obtenidos de aguacate (*Persea americana Mill*) de las tres variedades se le realizaron análisis de laboratorio los cuales fueron: Humedad, Índice de acidez, Índice de Refracción y Densidad.

3.4.7 Análisis Físico - Químicos

Los análisis físico-químicos se realizaron según los procedimientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Se determinaron los análisis físico - químicos de laboratorio.

Análisis	Método
Húmedad	Estufa a 130 °C por 2 h, crisoles, Desecador
Índice de Acidez	Soporte universal, Bureta
Índice de Refracción	Refractómetro
Densidad	Picnómetro 10 ml

Fuente: Laboratorio de Bromatología FCP. UTEQ. 2013.

3.4.8 Caracterización Físico Química del aceite de Aguacate

Se determinaron los análisis físicos químicos en los aceites de aguacate obtenidos mediante los tres métodos de extracción bajo los parámetros de las Normas ecuatorianas NTE INEN 29 para aceites comestibles (2012) en aceite de oliva (testigo) los cuales se pueden observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Parámetros físico químicos del aceite de oliva. Normas NTE INEN 29 (2012).

REQUISITO	UNIDAD	Min.	Max.
Densidad relativa, 25/25 °C	-	0,909	0,915
Acidez libre (como ácido oleico)	%	-	0,5
Perdida por calentamiento (Humedad)	%	-	0,05
Índice de Refracción a 25 °C	-	1,466	1,4685

3.4.9 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial fue conducida por un panel de catación de 10 miembros, todos pertenecieron a la Facultad de Ciencias Pecuarias, el tipo de análisis que se utilizó fue la prueba descriptiva de características no estructurales o escala de intervalo, como paso previo a la evaluación, las muestras de los aceites de aguacate de tres variedades obtenidos mediante los tres métodos de extracción se identificaron con códigos numéricos diferentes de manera que el origen de cada muestra fuese totalmente desconocido para los panelistas, mediante una encuesta de preguntas estructuradas, para evaluar los atributos de olor, color, apariencia, sabor y textura requeridos en la investigación.

Al final de la sesión los formularios con los datos registrados por los panelistas fueron recolectados.

Cuadro 7. Parámetros para la obtención y valoración de los resultados de los análisis organolépticos.

OLOR	COLOR	APARIENCIA	SABOR	TEXTURA
Hierbas Frutado aguacate	Verde Amarillo verdoso Marrón	Turbio Claro	Dulce Aguacate Amargo Rancio	Viscosidad

Fuente: Laboratorio de Bromatología. FCP. UTEQ.

Escala de 4 puntos:

- 1- Ligeramente
- 2- Moderadamente
- 3- Bastante
- 4- Mucho

Luego se codificaron las muestras empleando 20 códigos: 9724, 1002, 6461, 8037, 0739, 3649, 3913, 0087, 2751, 6593, 7442, 9216, 9211, 7721, 9303, 8733, 5651, 0378, 4587, 9205. Los cuales fueron obtenidos de la tabla de números Aleatorios pág. 162 (Anzaldúa, Morales y col., 1983).

3.4.10 Procedimiento Experimental

3.4.10.1 Detalles del panel calificador:

Para la degustación del análisis sensorial de los aceites de aguacate más el testigo aceite de oliva, se seleccionó a un grupo de diez personas como panelistas, para la degustación de los aceites de aguacate de las tres variedades obtenidos mediante los tres métodos de extracción: Soxhlet, centrifugado y prensado más el testigo el cual fue un producto comercial, cada panelista obtuvo sus 10 muestras, un vaso de agua y un pan de sal, el cual se utilizó después de cada muestra masticando un pedazo sin digerirlo para limpiar la boca de los residuos de las muestras de los aceites y tomando un poco de agua para enjuagar la boca y posteriormente a ser expulsado, continuando con la siguiente muestra.

A cada degustador se le presentaron 10 muestras diferentes en la sesión.

3.5 OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

3.5.1 Pulpa de Aguacate

Se utilizó cantidades en gramos de las tres variedades de aguacate descrito en el (Cuadro 4), los frutos se los adquirió en el mercado local de Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Los frutos fueron seleccionados por madurez comercial, posteriormente se lavaron y eliminó el epicarpio y semilla manualmente. Para la caracterización bromatológica del aceite de aguacate obtenido de la pulpa de las tres variedades extraídos por los tres métodos de extracción, se realizaron análisis de humedad, índice de acidez, índice de refracción y densidad mediante las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 29, para aceites

comestibles (2012). Cada análisis se realizó a todos los tratamientos y respectivamente a sus repeticiones.

En la obtención de los aceites de aguacates de las tres variedades por los tres métodos no se usó ningún tipo de conservante para los métodos por prensado y Centrífuga, pero se utilizó éter de petróleo el cual es un disolvente químico, para el método de Soxhlet por ser un Método de laboratorio.

3.6 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.6.1 Descripción De Obtención De Aceite De Aguacate Por El Método De Soxhlet.

- 1. Recepción de la materia prima.-** En esta etapa se obtiene la fruta, aguacates de las tres variedades.
- 2. Pesado y Lavado.-** en esta etapa se pesan los aguacates y luego se los lava con agua para retirar alguna impureza que nos ocasione problemas en el momento de despulpar.
- 3. Despulpado y corte de pulpa.-** luego de haber pesado los aguacates se procede a retirar la semilla y cáscara de los aguacates tratando de no desperdiciar y posteriormente se realiza el corte en rodajas finas para facilitar el secado en la estufa.
- 4. Pesado de pulpa.-** las rodajas de aguacate se las pone en una bandeja la cual se le tomó el peso anteriormente para luego restarlo con el peso de la rodajas de aguacate, se esparcen las rodajas en toda la bandeja, luego llevamos a la balanza electrónica a tomar el peso y restamos el resultado con el peso de la bandeja.
- 5. Secado.-** para esta etapa se lleva la bandeja con las rodajas de pulpa de aguacate a la Estufa por 24 horas a una temperatura de 80 °C.

6. Enfriado.- una vez pasado el tiempo de secado se procede a dejar enfriar la bandeja con las rodajas de aguacate las cuales ya están deshidratadas observando aceite sobre ellas.

7. Pesado.- Después del enfriado se pesa lo que quedó después del secado

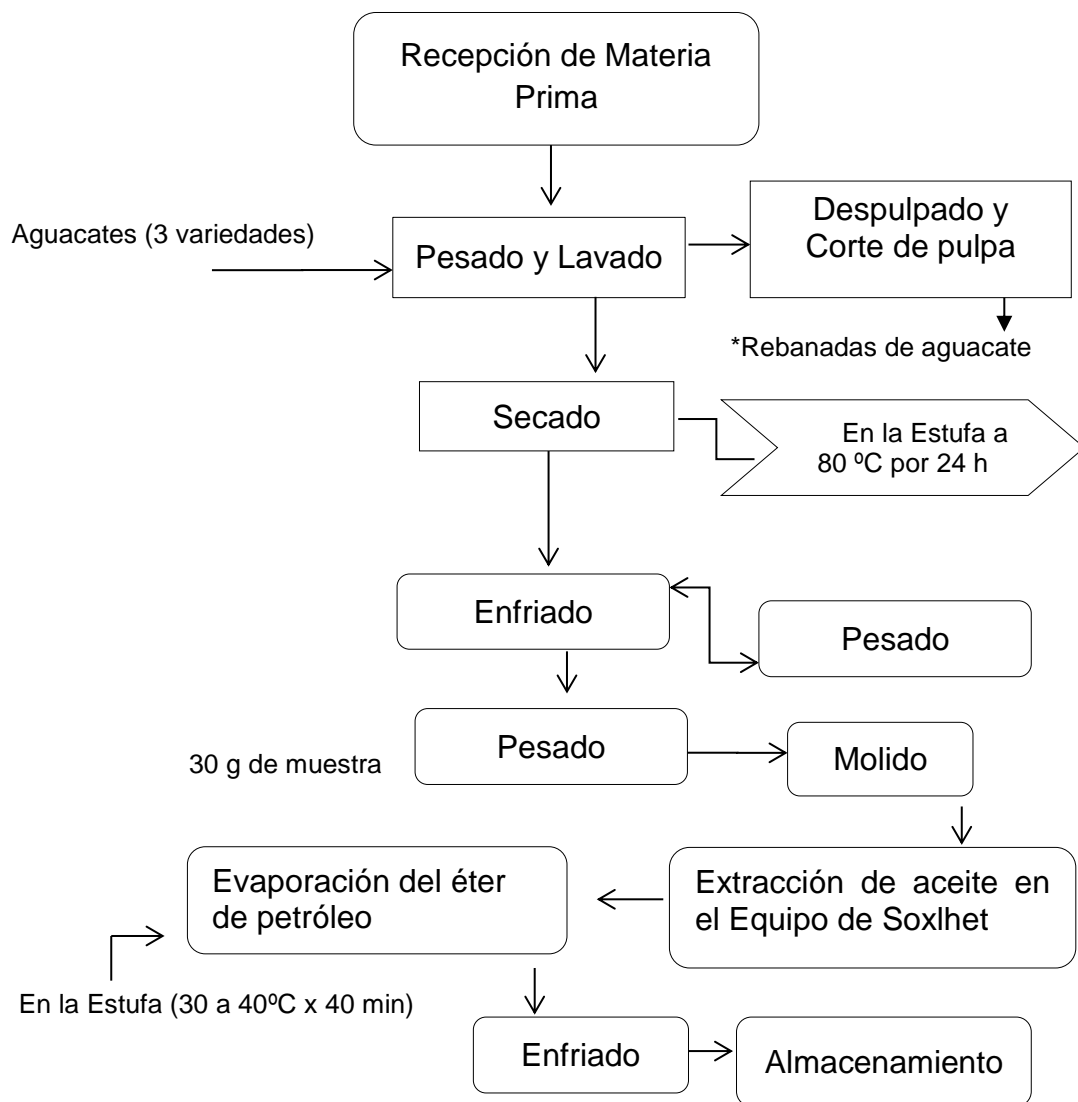
8. Molido.- Se muele las rodajas deshidratadas en un molino manual.

9. Pesado.- Se pesan 30 gramos en un papel filtro para llevar a destilar en el equipo de Soxhlet la muestra ya molida.

10. Extracción de aceite en el Equipo de Soxhlet.- la muestra seca y molida se envuelve en el papel filtro y esta es introducida en la cámara de extracción, el disolvente (éter de petróleo) se coloca en un matraz, se ajusta la cámara de extracción y sobre esta un condensador, el matraz se calienta y el disolvente se evapora y condensa sobre la cámara de extracción, cuando el disolvente, que realiza la extracción por contacto con la muestra, llega al nivel de los vasos comunicantes, se descarga el disolvente se evapora y condensa, quedando los lípidos en el matraz después de las descargas necesarias, del matraz se elimina el disolvente y lo que queda de aceite se mide.

11. Evaporación del éter de petróleo.- en esta fase los tubos con el aceite son llevados a la estufa de 30 a 40 minutos a una temperatura de 30 °C, para lograr la evaporación del éter en lo mayormente posible.

12. Enfriado.- se sacan de la estufa los tubos con el aceite de aguacate y se dejan enfriar y luego se los lleva a un lugar donde permanezcan ocultos, es decir con la menor luminosidad posible, esto sirve para que no se enrancie el aceite.



Flujograma 1. Obtención de aceite de aguacate en las tres variedades por el Método Soxhlet.

3.6.2 Descripción para obtención de aceite de aguacate por el método Centrífuga

1. Recepción de la Materia Prima.- En esta etapa se obtiene la fruta, aguacates de las tres variedades.

2. Pesado y Lavado.- en esta etapa se pesan los aguacates y luego se los lava con agua para retirar alguna impureza que nos ocasione problemas en el momento de despulpar.

3. Despulpado.- luego de haber pesado los aguacates se procede a retirar la semilla y la cáscara de los aguacates.

4. Pesado de pulpa.- una vez teniendo la pulpa de aguacate se la pone en una bandeja la cual se le toma el peso para después restarlo del peso de la pulpa lo que nos da el peso de lo que necesitamos para extraerle el aceite.

5. Homogenizado.- para esta etapa la pulpa la homogenizamos con la ayuda de una licuadora.

6. Pesado.- una vez teniendo la mezcla ya homogenizada llevamos a tomar el peso de lo necesario para obtener el aceite.

7. Secado.- procedemos a depositar la masa de pulpa homogenizada en un recipiente y con la ayuda del equipo Agitador Calentador secamos a una temperatura de 80 °C por 45 min para la variedad Santana, y 40 min para las otras dos variedades Hass y Choquete, sin dejar de mover la masa y sin dejar que se pegue en el fondo manteniendo la temperatura establecida logrando que se evapore la mayor cantidad de humedad.

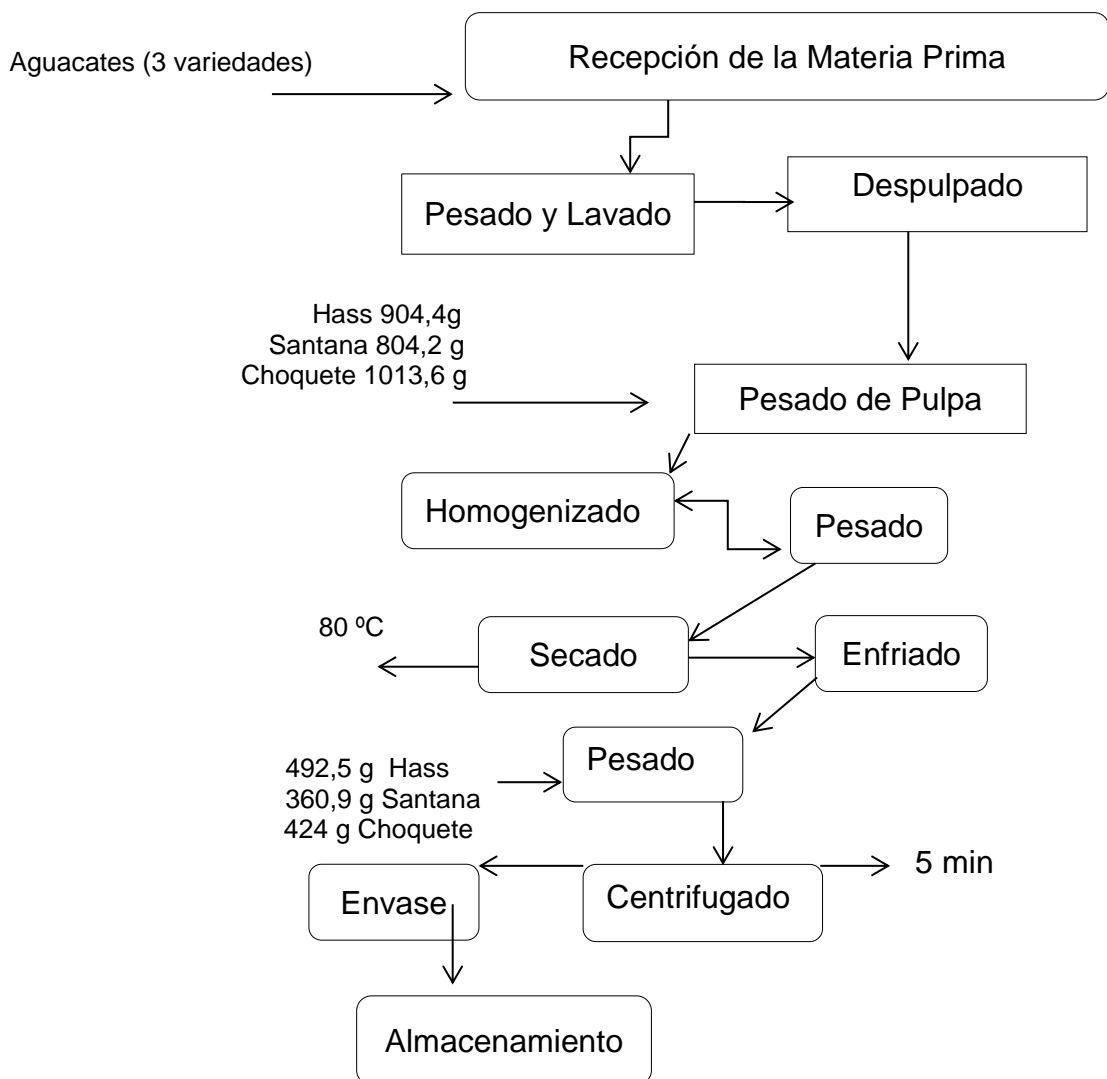
8. Enfriado.- Se deja que se enfríe la masa ya seca de pulpa luego de haber transcurrido el tiempo de secado.

9. Pesado.- Se pesa la cantidad de masa que será llevada a la siguiente etapa.

10. Centrifugado.- se llenan los tubos de ensayo con ayuda de un decorador el cual facilita el llenado y se llevan los seis tubos a la centrífuga electrónica por un tiempo de 5 minutos.

11. Envase.- en esta fase se llenan los tubos de aceite pero antes se mide la cantidad de aceite.

12. Almacenamiento.- una vez que tenemos listo el aceite en los tubos o en el envase se tapan y se llevan a un lugar oscuro para protegerlos de la luz, la cual podría ocasionar problemas de enranciamiento.



Flujograma 2. Obtención de aceite de aguacate en las tres variedades por el Método Centrífuga.

3.6.3 Descripción de obtención de aceite de aguacate por el Método Prensado

1. Recepción de la materia prima.- En esta etapa se obtiene la fruta, aguacates de las tres variedades.

2. Pesado y Lavado.- en esta etapa se pesan los aguacates y luego se los lava con agua para retirar alguna impureza que nos ocasione problemas en el momento de despulpar.

3. Despulpado.- luego de haber pesado los aguacates se procede a retirar la semilla y la cáscara de los aguacates.

4. Pesado de pulpa.- una vez teniendo la pulpa de aguacate se la pone en una bandeja la cual se le toma el peso para después restarlo del peso de la pulpa lo que nos da el peso de lo que necesitamos para extraerle el aceite.

5. Homogenizado.- para esta etapa la pulpa la homogenizamos con la ayuda de una licuadora.

6. Secado.- procedemos a depositar la masa de pulpa homogenizada en un recipiente y con la ayuda del equipo Agitador Calentador secamos a una temperatura de 80 °C por 45 min para la variedad Santana, y 40 min para las otras dos variedades Hass y Choquete, sin dejar de mover la masa y sin dejar que se pegue en el fondo manteniendo la temperatura establecida logrando que se evapore la mayor cantidad de humedad.

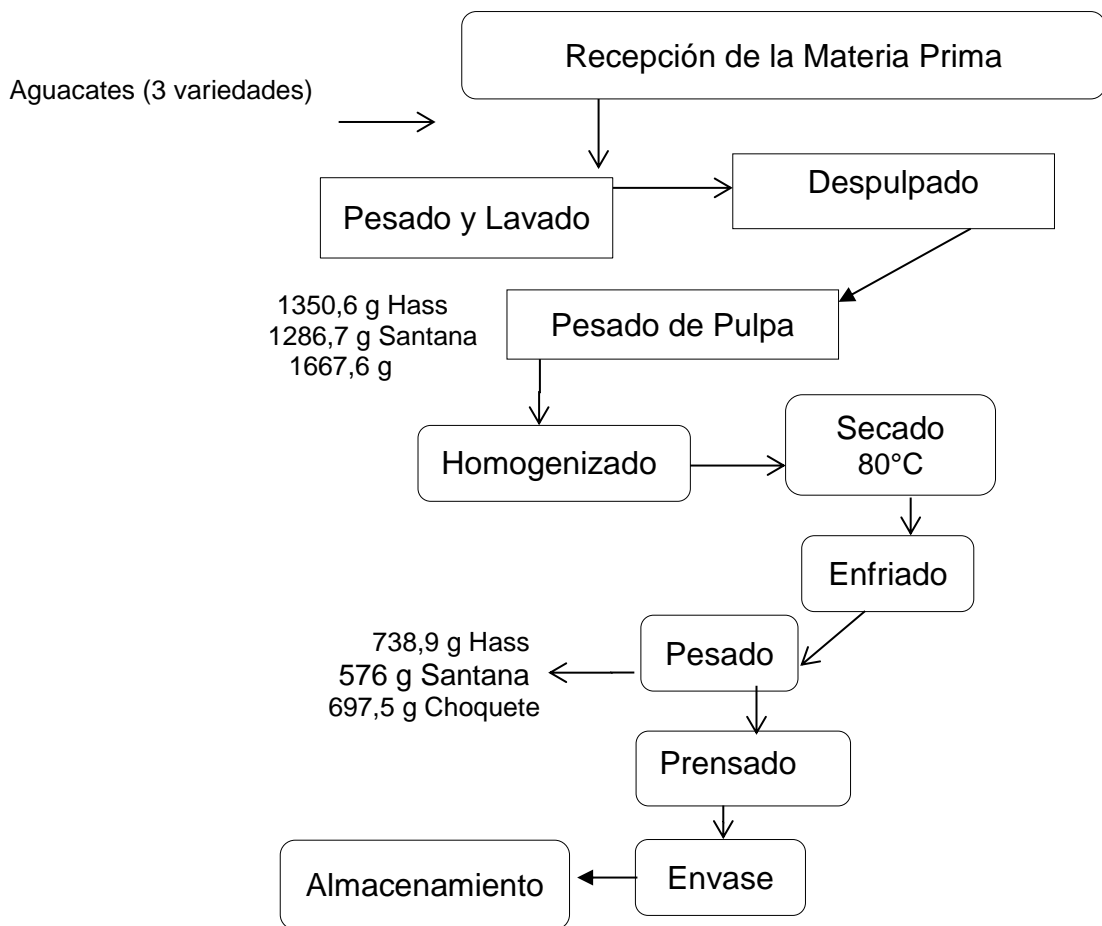
7. Enfriado.- Se deja que se enfríe un poco la masa ya seca de pulpa luego de haber transcurrido el tiempo de secado.

8. Pesado.- una vez teniendo la mezcla ya homogenizada llevamos a tomar el peso de lo necesario para para obtener el aceite.

9. Prensado.- se procede a poner un poco de masa en una tela que no deje pasar la masa y procedemos a exprimirla haciendo el prensado donde saldrá el aceite y quedaran los residuos en la tela los cuales se desechan.

10. Envase.- se llena el aceite en los envases no sin antes haber medido la cantidad de aceite obtenido.

10. Almacenamiento.- una vez que tenemos listo el aceite en los tubos o en el envase se tapan y se llevan a un lugar oscuro para protegerlos de la luz, la cual podría ocasionar problemas de enranciamiento



Flujograma 3. Obtención de aceite de aguacate en las tres variedades por el Método Prensado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS

4.1.1 Humedad

El Cuadro 8, muestra que los tratamientos varían entre sí, entre métodos de extracción y variedades de aguacate en cuanto a la humedad, siendo el tratamiento T7 (variedad Choquete por el método Soxlhet) con 17,93% que registró el mayor valor de humedad y el menor valor lo tuvo el tratamiento T9 (variedad Choquete por el método prensado) con 0,09%, los demás tratamientos muestran diferencias numéricas y según la comparación de medias por Tukey ($p < 0,05\%$) muestran diferencias estadísticas altamente significativas estableciéndose un promedio de 3,17% y un coeficiente de variación de 0,17.

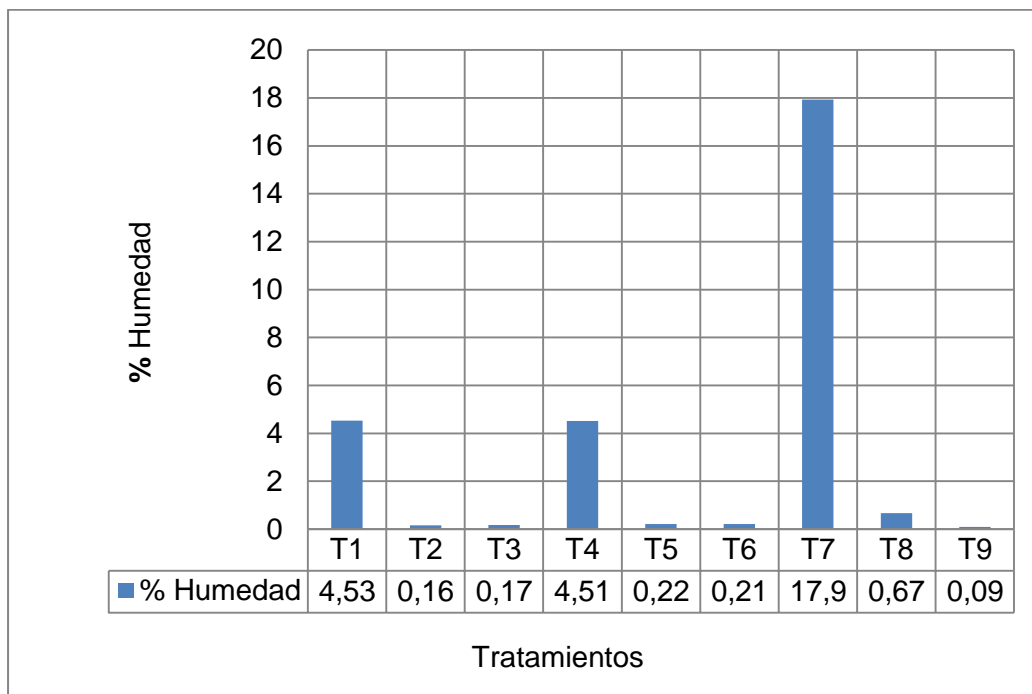


Figura 1. Promedios de los tratamientos registrados en la variable porcentaje de humedad, en los aceites de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado Quevedo, Ecuador 2013.

Estos porcentajes dependen de varios factores; entre ellos se encuentra la región donde se cultiva, la madurez del fruto y las técnicas de extracción, esto se corrobora con Jiménez (2001) quien especifica, que del índice de madurez que tenga el fruto dependerá la humedad, así como del lugar de donde este provenga. También Schwartz (2003) menciona que a medida que transcurre el desarrollo del fruto, el contenido de aceite aumenta a la vez que el porcentaje de humedad disminuye mientras que Davenport (2000) indica que la humedad disminuye durante la deshidratación de la pulpa en la estufa, y a la temperatura del secado que se utilice en los métodos de extracción previo a obtener el aceite, lo cual se pudo corroborar en esta investigación. Los porcentajes de humedad de los aceites obtenidos se encuentran fuera del intervalo de las Normas ecuatorianas NTE INEN 29 para aceites comestibles en aceite de oliva, norma que se utilizó para la caracterización físico-química del aceite de aguacate.

Cuadro 8. Promedios registrados de las variables: humedad, índice de acidez, índice de refracción y densidad de la obtención de aceite de aguacate con tres variedades utilizando tres métodos de extracción, FCP, UTEQ. 2013.

Tratamientos	Humedad	Índ. de Acidez	Índ. de Refracc	Densidad
T1 a ₀ b ₀	4,53 f	0,77 c	1,460 ab	0,92 bc
T2 a ₀ b ₁	0,16 ab	0,24 a	1,470 ab	0,92 c
T3 a ₀ b ₂	0,17 ab	0,22 a	1,470 ab	0,92 bc
T4 a ₁ b ₀	4,51 e	1,66 d	1,460 ab	0,87 a
T5 a ₁ b ₁	0,22 c	0,41 b	1,460 ab	0,93 c
T6 a ₁ b ₂	0,21 c	0,45 b	1,460 ab	0,92 c
T7 a ₂ b ₀	17,93 g	0,77 c	1,450 a	0,9 b
T8 a ₂ b ₁	0,67 d	0,44 b	1,480 b	0,92 bc
T9 a ₂ b ₂	0,09 a	0,44 b	1,470 ab	0,93 c
CV (%)	0,17	4,3	0,51	0,84
Promedio	3,17	0,6	1,46	0,91

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

4.1.2 Factores variedades y métodos para humedad

Cuadro 9. Factor variedades y métodos para humedad

Factor Variedades		Factor Métodos de Extracción	
V. Hass (0)	1,62 a	Prensado (2)	0,16 a
V. Santana (1)	1,64 b	Centrífuga (1)	0,35 b
V. Choquete (2)	6,23 c	Soxlhet (0)	8,99 c
Promedio	3,16		3,17
C.V (%)	0,17 %		0,17 %

Medias con letras iguales no difieren Estadísticamente

El Cuadro 9 refleja los valores medios del factor variedades de aguacate y el factor métodos de extracción de aceite, en cuanto a humedad, en el factor variedades de aguacate el valor más bajo lo tiene la variedad Hass con 1,62%, seguido de la variedad Santana que reporta un valor de 1,64% y el mayor valor para la variedad Choquete con un valor de 6,23%, en el factor métodos de extracción encontramos el menor valor en el método por Prensado con 0,16% seguido del método por Centrífuga con 0,35% y el mayor valor lo reporta el método por Soxlhet con 8,99% y en la comparación de medias por Tukey ($p < 0,05\%$) muestran diferencias estadísticas altamente significativas, tanto variedades como métodos, estableciéndose un promedio de 3,16 para variedades y 3,17 para métodos y un coeficiente de variación de 0,17% para ambos factores.

García (2002) comenta que el contenido de humedad está relacionado en forma inversamente proporcional con el contenido de aceite, es decir, a medida que el porcentaje de humedad disminuye el porcentaje de aceite aumenta en el fruto de aguacate.

Estos resultados corroboran lo obtenido por López (1998), Belmar (1996), Silva et al., (1994) y Valdebenito (1981) citados por García (2002) en otras

variedades de palta o más conocido como aguacate en cuanto al contenido de humedad presente en el aceite obtenido por los métodos de extracción, esto depende del estado de madurez del fruto, algo fundamental para la obtención de aceite. En cuanto a los métodos utilizados Lee (1981) y Love (1944) citados por García (2002) describen como método oficial de determinación del contenido aceite al método Soxhlet, el cual se basa en la extracción con solvente éter de petróleo a una muestra seca de palta, midiendo en forma directa el aceite y correlacionándolo con el porcentaje de materia seca. Presenta como desventaja ser un método caro, lento y difícil de realizar por lo cual no está al alcance de los productores, en este método, el contenido de humedad varía según el contenido de aceite y grasa que tenga el fruto de aguacate y al secado en la estufa de la materia prima, por lo que se pudo observar durante el proceso de extracción de aceite, aunque este método tiene el resultado más alto de humedad, por los otros dos métodos, en el secado de la pulpa se elimina la mayor cantidad de humedad posible como se corrobora con (Restrepo, 2012).

Portacio (2010) menciona que el porcentaje de humedad del aceite extraído por Soxhlet, prensado y centrífuga, la diferencia entre los valores puede ser debido a la contaminación del aceite con trazas de solvente, haciéndolo de esta forma no recomendable para la industria alimenticia, mientras que el valor de humedad obtenido para el aceite por el método de prensado y centrífuga se encuentran dentro de los parámetros nacionales e internacionales establecidos para aceites de uso alimenticio como se corrobora con este trabajo.

4.1.3 Interacción de factores A x B, variedades de aguacate por los métodos de extracción de aceite en la variable Humedad.

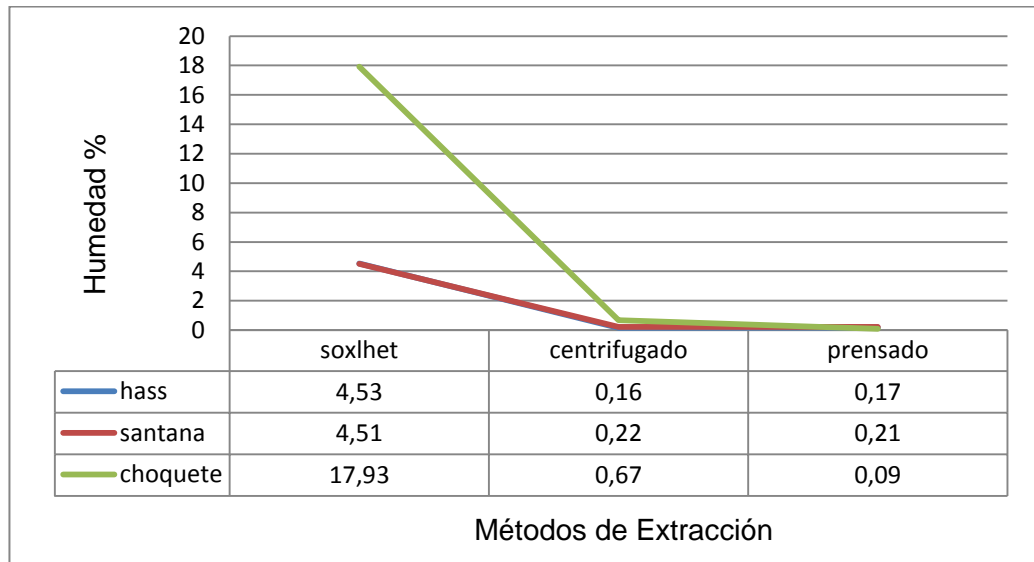


Figura 2. Evolución del porcentaje de humedad en el aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete, extraído por los métodos de extracción por Soxhlet, centrífuga y prensado. Quevedo 2013.

En la Figura 2, correspondiente para humedad se observa la interacción de los aceites de aguacate de las tres variedades empleando los tres métodos de extracción mostrando que se logra un menor porcentaje de humedad usando los métodos centrífuga y prensado.

4.1.4 Índice de Acidez

El Cuadro 8, demuestra que los tratamientos varían entre sí, siendo el tratamiento T4 (variedad Santana por el método de Soxhlet) que registró el mayor valor de acidez con 1,66% y el menor valor lo tuvo el tratamiento T3 (variedad Hass por el método de prensado) con 0,22%, seguido por el tratamiento T2 (variedad Hass por el método de Centrífuga) con un valor de 0,24% y según la comparación de medias por Tukey ($p < 0,05\%$) los tratamientos muestran diferencias estadísticas altamente significativas con un promedio de 0,60 y un coeficiente de variación de 4,3%.

Según Nickerson (1964) citado por Jiménez (2011) se debe al efecto del tratamiento térmico de la estufa, que ocasiona una rancidez oxidativa de los aceites de aguacate. La acidez presentó valores crecientes en los tratamientos T5, T9, T8, T6, T1, T7 y T4, los otros tratamientos tuvieron una forma decreciente T2 y T3 concordando con lo establecido en esta investigación, los aceites obtenidos por prensado y Centrifuga presentaron bajo índice de acidez a diferencia de los que se utilizó solvente (éter de petróleo), no obstante los de menor índice de acidez se encuentran dentro del intervalo como lo indica Ortiz et al., (2003), así mismo concuerdan con las normas ecuatorianas utilizadas para la caracterización físico-química de aceites comestibles NTE INEN 29 (2012).

Por otra parte Turatti (2005) menciona que valores altos en índice de acidez se deben al elevado contenido de ácidos grasos libres presentes en el aceite, los cuales son los responsables de la oxidación de lípidos en el aceite, y contribuyen a la rancidez del mismo. El índice de acidez, es una medida de la cantidad de ácidos grasos libres en el aceite Ariza (2011), mientras que Osawa et al., (2007) menciona que el índice de acidez es una medida inicial de la naturaleza y calidad del material vegetal empleado, y del procesamiento, permite inferir sobre la frescura de los aceites, así a menor índice de acidez mayor frescura del aceite y según Ortiz et al., (2003) los aceites que son procesados con solventes tienden a ser más ácidos como se puede ver en los valores medios de los tratamientos, ya que se utilizó el método soxhlet en el cual se usó solvente (éter de petróleo) para extraer el aceite.

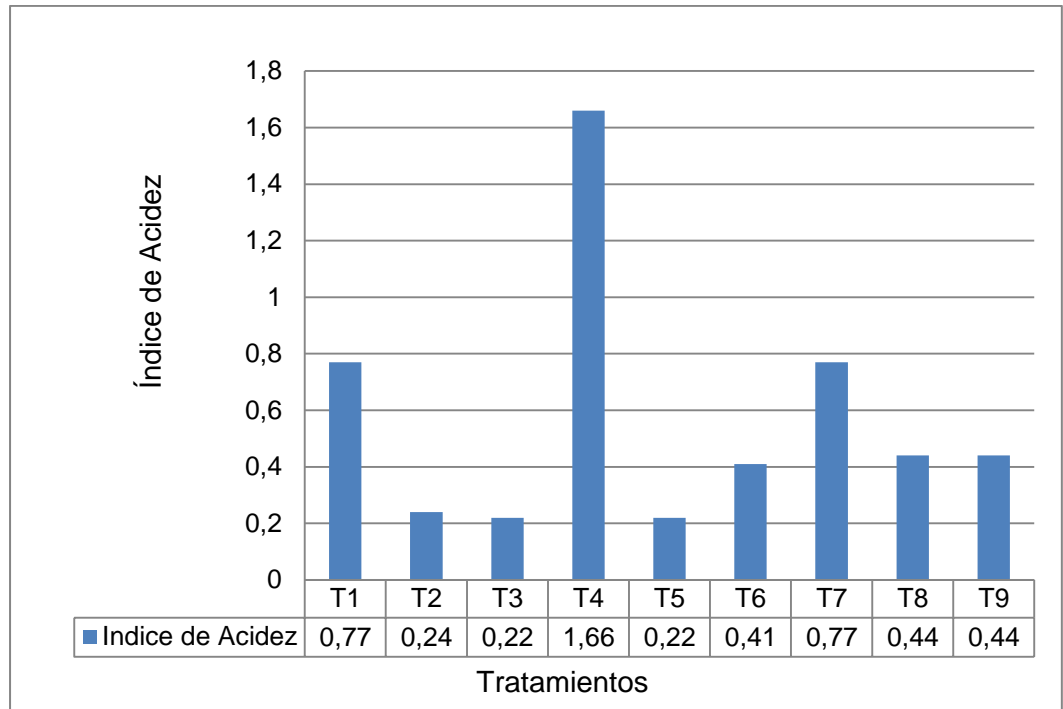


Figura 3. Promedios de los tratamientos registrados en la variable porcentaje de índice de acidez, en los aceites de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado Quevedo, Ecuador 2013.

4.1.5 Factores variedades y Métodos de extracción en Índice de Acidez.

Cuadro 10. Factor variedades y métodos para índice de acidez.

Factores Variedades de Aguacate		Métodos de extracción	
V. Hass (0)	0,41 a	Centrífuga (1)	0,36 a
V. Santana (1)	0,55 b	Prensado (2)	0,37 b
V. Choquete(2)	0,84 c	Soxhlet (0)	1,07 c
Promedio	0,60		0,60
C.V (%)	4,3 %		4,3 %

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

El Cuadro 10, muestra los valores medios para factor variedades de aguacate y factor métodos de extracción para Índice de Acidez, el factor variedades refleja menor valor en la variedad Hass con 0,41% de acidez seguido de la

variedad Santana con 0,55% y el mayor valor lo reporta la variedad Choquete con 0,84%, mientras que en el factor métodos el menor valor lo tiene el método por Centrifuga con 0,36%, seguido del método de Prensado con 0,37% y el mayor valor lo obtuvo el método Soxhlet con un valor de 1,07% y según la comparación de medias por Tukey ($p < 0,05\%$) ambos factores muestran diferencias estadísticas altamente significativas reflejando un promedio de 0,60 y un coeficiente de variación de 4,3% en ambos factores, tanto para variedades y métodos.

Londoño (2012) menciona que los valores bajos de acidez permiten demostrar si un aceite es extra virgen siendo la acidez menor a 0,8%, como sería en el caso para la variedad Hass y Choquete con los métodos centrífuga y prensado que están dentro de ese intervalo. Mientras que Jiménez (2010) reporta varios valores dependiendo del método de extracción; sin embargo, están en un rango de 0.50-1.50%. Estos resultados son coherentes con los reportados por Méndez y Falquéz (2007) quienes encontraron índices de acidez desde 0,30-0,45. Se muestra así la excelente calidad del aceite de aguacate, pues posee un bajo contenido de ácidos grasos libres. Así mismo, Ariza et al., (2002) encontraron que el índice de acidez del aceite que se extrajo con disolventes y calor presentó mayores valores cuando se comparó con el extraído por Centrifugación y Prensado.

4.1.6 Interacción de factores A x B, variedades de aguacate por los métodos de extracción de aceite en Índice de Acidez.

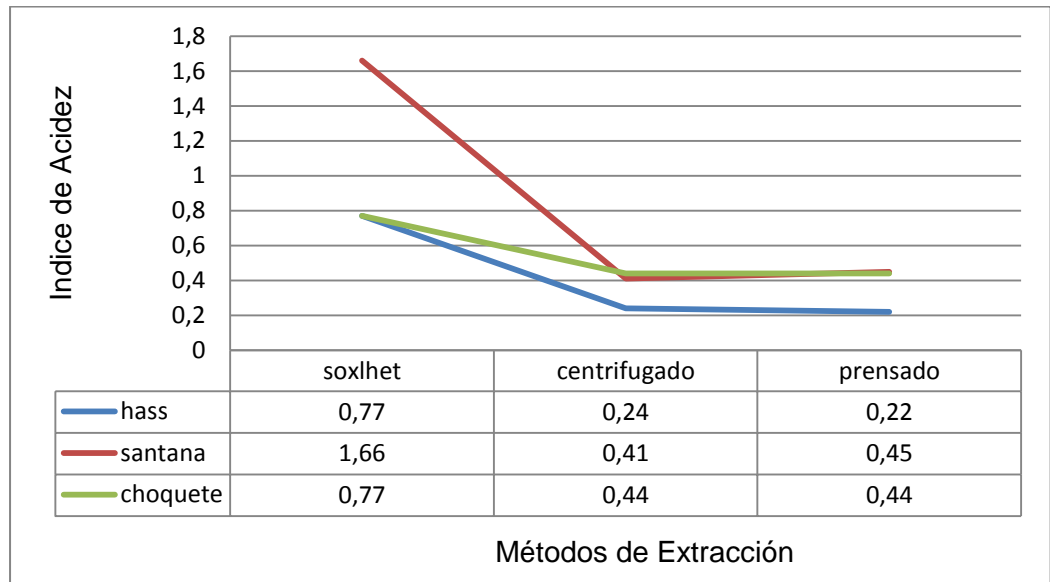


Figura. 4. Evolución del porcentaje de índice de acidez presente en el aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete por los Métodos de extracción por soxlhet, centrifuga y prensado. Quevedo 2013.

La Figura 4, muestra la interacción que existe entre los aceites de aguacate de las tres variedades empleándose los tres métodos para su obtención, siendo así encontramos que los aceites de las variedades santana y choquete contienen porcentajes no tan lejanos de índice de acidez, mientras que el aceite de la variedad hass muestra un menor porcentaje todo esto utilizando el método prensado, así mismo vemos que los aceites de las dos variedades antes mencionadas pero esta vez por el método centrifuga contienen porcentajes no muy distanciados y el aceite de la variedad hass sigue teniendo un valor más bajo de acidez, en cambio empleando el método soxlhet notamos que los aceites de las variedades hass y choquete tienen el mismo porcentaje y el de la variedad santana un valor alto.

4.1.7 Índice de Refracción

Los valores del Cuadro 8 para esta variable muestran que los tratamientos no difieren entre sí, siendo el tratamiento T8 (variedad Choquete por el método Centrífuga) con 1,480% de refracción el cual obtuvo el mayor valor, y el menor valor lo reportó el tratamiento T7 (variedad Choquete por el método Soxhlet) con 1,450%, mientras que T1, T4, T5, T6 con un valor de 1,460%, los tratamientos T9, T2 y T3 con 1,470% y según la comparación de medias por Tukey ($p < 0,05\%$) los tratamientos muestran diferencias estadísticas significativas reflejando un promedio de 1,46 y un coeficiente de variación de 0,51%.

El índice de refracción determinado para los aceites de tres variedades de aguacate por los tres métodos de extracción, fueron de 1,450% de refracción para T7, y T8 con un índice de refracción de 1,480% con el valor más alto, los demás tratamientos como se puede ver en el cuadro 8, fluctúan entre 1,460% y 1,470%, presentando diferencias significativas. Este índice tiene una estrecha relación con la constitución del aceite y disminuye en forma casi lineal con el aumento del índice de yodo como lo indica AMOS et al., (1968) citado por Parada (2005). Mientras que CHILE, INN (1986) citado por el mismo autor donde menciona que en los aceites, el índice de refracción se encuentra estrechamente relacionado a la densidad, masa molecular y constitución del aceite y sirve para identificarlo, como se pudo observar en este trabajo. También HEBBEL et al., (1981) citado por Parada (2005) nos menciona que la temperatura del aceite y la longitud de onda de la luz influyen mucho en los valores obtenidos.

Por otra parte Velásquez (2005) menciona que los resultados de índice de refracción indican que el aceite de aguacate tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados, así como un alto grado de pureza. En cuanto a las normas ecuatorianas NTE INEN 29 para aceites comestibles (2012) se encuentran dentro de los intervalos de la norma, los tratamientos T1, T4, T5, T6, y T7, mientras que los demás tratamientos se alejan de los intervalos establecidos

dentro de la norma utilizada para la caracterización físico-química de los aceites obtenidos.

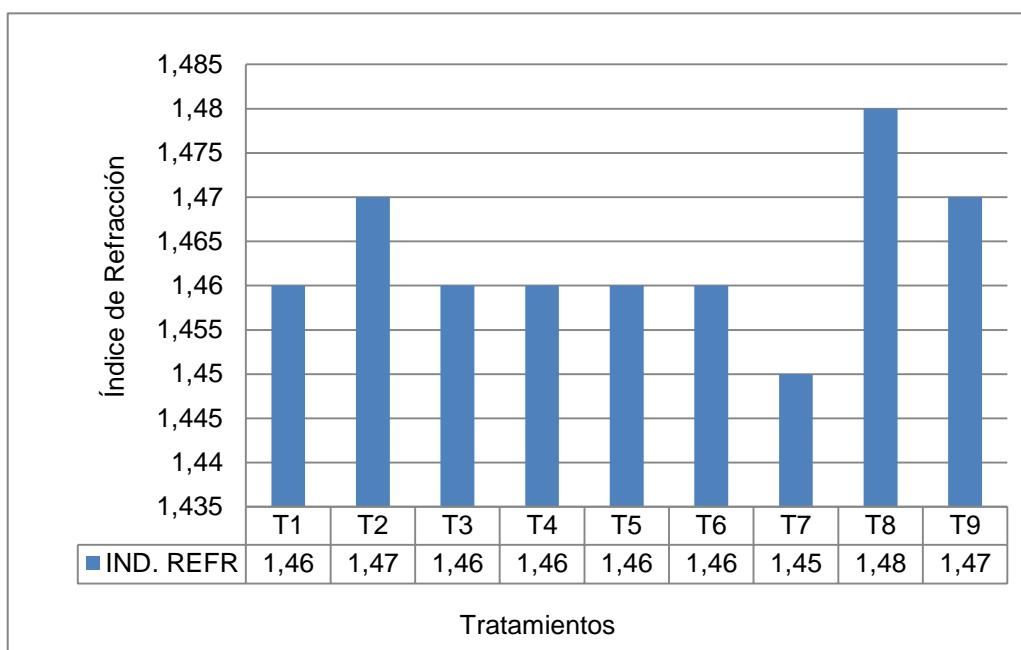


Figura 5. Promedios de los tratamientos registrados en la variable porcentaje de índice de refracción, en los aceites de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado Quevedo, Ecuador 2013.

4.1.8 Factores variedades y Métodos en índice de refracción

Cuadro 11. Factor variedades y métodos para índice de refracción

Factor Variedades de Aguacate		Métodos de extracción	
V. Santana (1)	1,460 a	Soxlhet	1,460 a
V. Choquete (2)	1,460 b	Prensado	1,470 b
V. Hass (0)	1,470 c	Centrífuga	1,470 c
Promedio	1,46		1,47
C.V (%)	0,51 %		0,51%

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

El Cuadro 11, muestra los valores medios de los Factores variedades de aguacate y métodos de extracción de aceite, en cuanto a índice de refracción, en el factor variedades el menor valor lo tiene la variedad santana con 1,460% seguido de la variedad Choquete con 1,460% y el mayor valor lo reporta la variedad Hass con 1,470%, mientras que en el factor métodos el menor valor lo obtuvo destilación por Soxhlet con 1,460% y Prensado y Centrífuga obtuvieron el valor más alto por igual de 1,470% y según la comparación de medias por Tukey ($p < 0,05\%$) variedades no muestra diferencias significativas, en cambio el factor métodos no difieren mucho entre sí, aunque muestran diferencias significativas, reflejando un promedio de 1,46 para variedades, 1,47 para métodos y un coeficiente de variación de 0,51% para ambos factores.

El índice de refracción es característico de ciertos límites para cada aceite por lo que es un indicador de pureza del aceite, los valores que se establecieron tanto como para las variedades del aguacate, así mismo para los métodos se encuentran dentro del intervalo de las normas utilizadas para la caracterización físico-química del aceite de aguacate. Según Li et al., (2007) comenta que el índice de refracción tanto a nivel de laboratorio como a nivel industrial como una prueba fisicoquímica para el control de impurezas y calidad en aceites puros o jarabes, los valores que se muestran en el Cuadro 11, están dentro de los obtenidos por Patri et al., (2002) donde nos indica que las diferencias de refracción puede ser ocasionada por las impurezas, como trazas de solvente, grasa, etc., que han sido trasladadas por el proceso de extracción, y en lo que respecta a las variedades y métodos para la extracción de aceite, el aceite de la variedad Hass fue el que presentó más purezas que las otras dos por los tres métodos.

4.1.9 Interacción de factores A x B, variedades de aguacate por los métodos de extracción de aceite en Índice de Refracción.

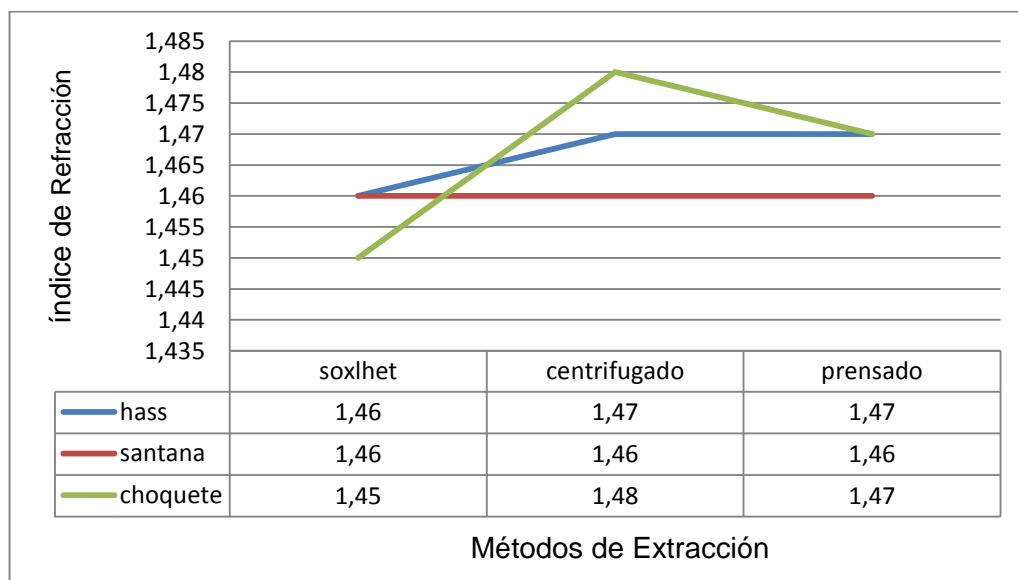


Figura 6. Evolución del porcentaje de índice de refracción presente en el aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete por los Métodos de extracción por Soxhlet, Centrífuga y Prensado. Quevedo 2013.

En la Figura 6, se muestra que hay interacción en los aceites de aguacate obtenidos por el método prensado con el mismo porcentaje y el aceite de la variedad santana un porcentaje menor, por el método centrífuga los aceites contienen diferentes valores de índice de refracción y por el método soxlhet los aceites de las variedades hass y santana tienen el mismo valor a diferencia del aceite de la variedad choquete que obtuvo un porcentaje menor.

4.1.10 Densidad

Los valores medios presentes en el Cuadro 8, para densidad en los aceites obtenidos muestra al tratamiento T4 (variedad Santana por el método de Soxhlet) con 0,87% con el valor más bajo, seguido del tratamiento T7 con 0,90%, mientras que T9 (variedad Choquete por el método de Soxhlet) un valor alto de 0,93% y T5 (variedad Santana por el método de Centrífuga) con el mismo valor, mientras que los demás tratamientos un valor de 0,92% y según la comparación de medias por Tukey ($p < 0,05\%$), los tratamientos muestran diferencias estadísticas altamente significativas reflejando un promedio de 0,91 y un coeficiente de variación de 0,84%.

La Densidad o peso específico, determinado por picnometría para los aceites de aguacate obtenidos por los tres métodos de extracción varían en forma directa con el grado de instauración de sus ácidos constituyentes y en razón inversa con su peso molecular, sin embargo, no debería variar mayormente para un aceite determinado cuando está puro y fresco; sí es afectada por la edad, rancidez y cualquier tratamiento especial que se le haga al aceite como lo menciona BERNAL (1993) citado por Parada (2005). Dentro de los intervalos establecidos por la norma usada para la caracterización físico-química, solo los tratamientos T9 y T5 se alejan un poco, los demás tratamientos se encuentran dentro de los valores establecidos en las normas ecuatorianas para aceites comestibles en aceite de oliva, los valores de los tratamientos nos indican que el aceite de aguacate también en su peso específico o densidad es similar al aceite de oliva concordando con lo que nos menciona Parada (2005) en cuanto a la densidad de los aceites de aguacate y oliva.

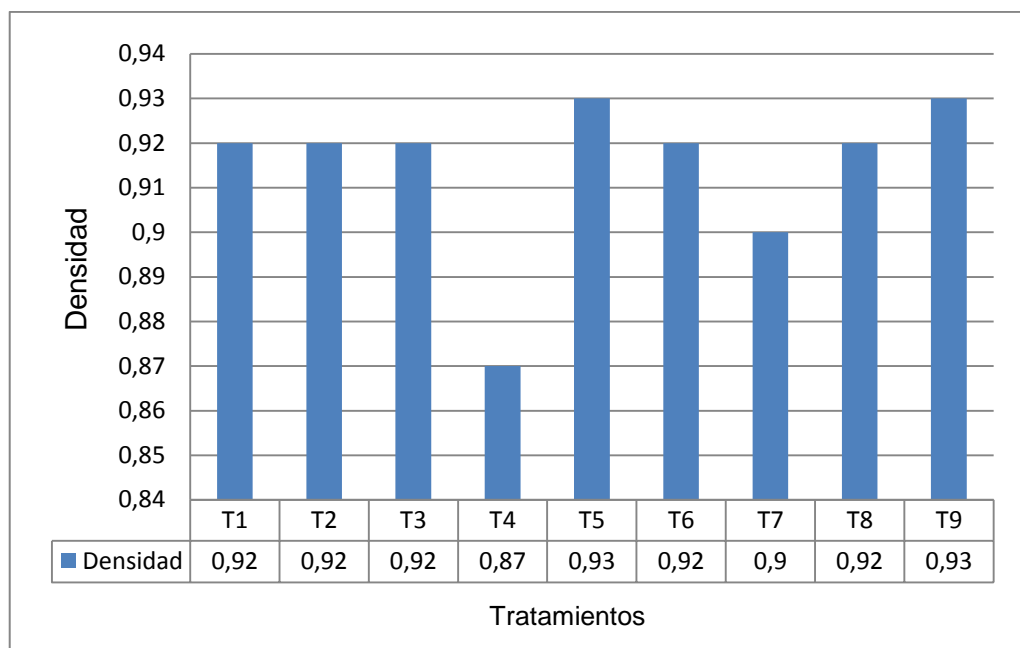


Figura 7. Promedios de los tratamientos registrados en la variable densidad, en los aceites de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete obtenidos por los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado Quevedo, Ecuador 2013.

4.1.11 Factor Variedades y Métodos de Extracción en Densidad

Cuadro 12. Factor variedades y métodos para densidad

Factor Variedades de Aguacate		Métodos de extracción	
V. Santana (1)	0,91 a	Soxlhet	0,90 a
V. Choquete (2)	0,92 b	Prensado	0,92 b
V. Hass (0)	0,92 c	Centrífuga	0,92 c
Promedio	0,92		0,91
C.V (%)	0,84 %		0,84 %

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

El Cuadro 12, muestra los valores medios tanto para factor variedades de aguacate y para factor métodos, el factor variedades refleja un valor menor en la variedad Santana con 0,91% las otras variedades presentan un mismo valor

de 0,92% el cual es el más alto, en cambio en métodos el menor valor lo reporta Soxlhet con 0,90% y prensado y centrifuga muestran un valor de 0,92% y según la comparación de medias por Tukey ($p < 0,05\%$) las variedades muestran diferencias significativas, y así mismo el factor métodos, reflejando un promedio de 0,92 para variedades, 0,91 para métodos y un coeficiente de variación de 0,84% para ambos factores.

Páez (2010) menciona que la densidad del aceite extraído de los métodos prensado y centrifugado concuerda con los valores establecidos para densidad de aceites vírgenes. Así, la CODEX establece para aceites vírgenes (aceite de oliva) el cual es testigo en esta investigación, un valor para la densidad con un rango de 0.9 a 0.96 g/ml; mientras que la FAO y OMS (Organización mundial de la salud) establecen un rango de 0.910-0.916 g/mL, para este mismo aceite. El valor más bajo obtenido para la densidad usando el método Soxlhet, probablemente se debe a la presencia de trazas de solvente en el aceite, situándolos por debajo de la norma establecida por CODEX, FAO y OMS, en cuanto a los resultados de las variedades se encuentran dentro de los intervalos de las normas ecuatorianas NTE INEN 29 (2012), en los métodos sucede lo mismo también se encuentran dentro de las normas los valores obtenidos, y según Lafont (2010) la temperatura tiene que ver mucho en la densidad, si esta disminuye.

4.1.12 Interacción de factores A x B, variedades de aguacate por los métodos de extracción de aceite en Densidad.

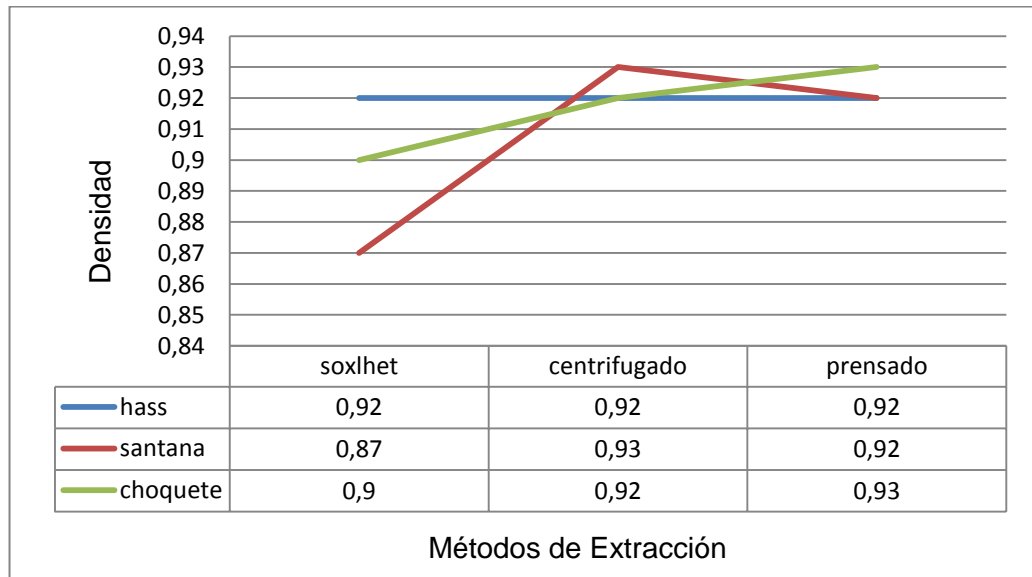


Figura. 8. Evolución del porcentaje de Densidad presente en el aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete por los Métodos de extracción por soxlhet, centrífuga y prensado. Quevedo 2013.

La Figura 8, muestra interacción en los aceites de las variedades santana y hass extraídos por el método prensado con un mismo valor, mientras que el aceite de la variedad choquete un valor distinto aunque no tan lejano, por el método centrífuga los aceites de las variedades hass y choquete interactúan con un mismo porcentaje de densidad y el aceite de la variedad santana un valor más alto, en cambio por el método soxlhet los aceites obtenidos por los tres métodos muestran porcentajes diferentes.

4.2 RENDIMIENTO DE ACEITE EN TRES VARIEDADES DE AGUACATE OBTENIDOS POR TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN. FCP. UTEQ. 2013.

Los resultados obtenidos se los presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 13. Rendimiento de aceite de las variedades de aguacate extraídos por los métodos de extracción.

Variedad de Aguacate	Métodos de extracción	% de Aceite
V. Hass	Soxlhet	71,52%
	Centrífuga	4,09%
	Prensado	2,71%
V. Santana	Soxlhet	69,13%
	Centrífuga	4,51%
	Prensado	2,87%
V. Choquete	Soxlhet	91,75%
	Centrífuga	3,66%
	Prensado	2,22%

Para el cálculo de contenido en base al peso de la pulpa se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de aceite } P.F = \frac{E.E (100 - \text{porcentaje de humedad})}{g. de materia seca}$$

El porcentaje de rendimiento de los aceite obtenidos por los tres métodos usando las variedades descritas en el Cuadro 13, son similares a los de Astudillo et al., (1995) quien determinó en su investigación porcentaje de humedad y contenido de aceite en pulpa de aguacate en otras variedades, cabe resaltar que las variedades que este autor utilizó fueron de Chile, en

cambio las utilizadas en esta investigación son las que se cosechan en Ecuador, aunque estas variedades de aguacate se cosechan en otros países como México, Colombia, Chile entre otros, y la que es más reconocida a nivel mundial es la variedad Hass.

Los rendimientos de pulpa dependen de la variedad, reportándose rendimientos que fluctúan entre 63 y 67%, el resto corresponde a semillas y cáscaras (Olaeta y Rojas, 1987) citado por Acosta (2011).

Los rendimientos de aceite obtenidos en cuanto a las variedades utilizando los tres métodos antes descritos se los puede apreciar en la siguiente gráfica.

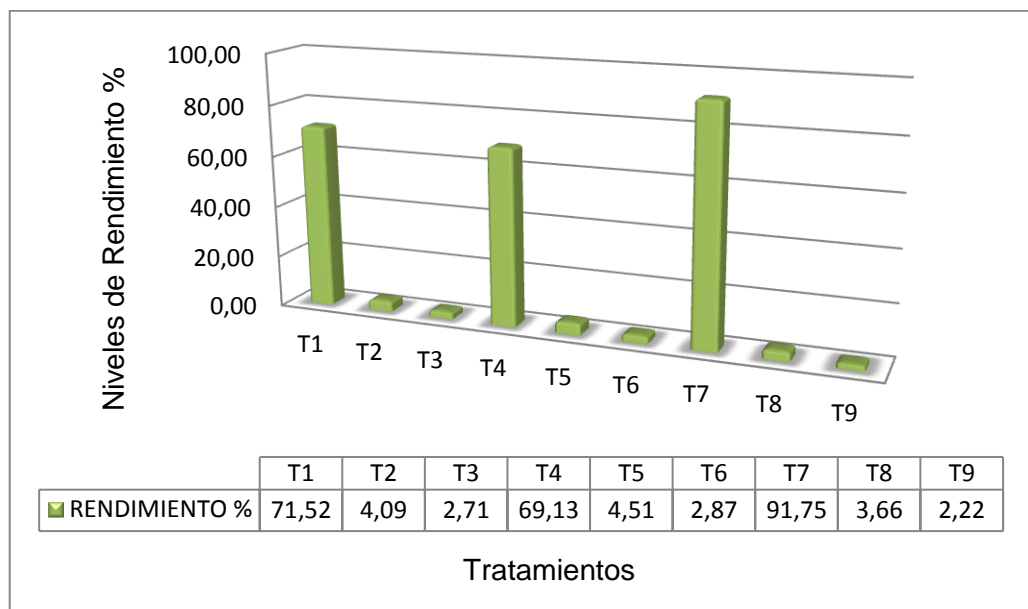


Figura 9. Rendimiento de aceite de aguacate de las variedades Hass, Santana y Choquete, obtenidos mediante los métodos de extracción: Soxlhet, Centrífuga y Prensado. FCP.UTEQ. Ecuador. 2013.

4.3 MEJOR TRATAMIENTO EN BASE A LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y ORGANOLÉPTICOS.

En las Figuras 10 y 11, comparando los resultados de los tratamientos se procede a la elección del mejor tratamiento, eligiéndose al tratamiento a0b1 (T2), por las siguientes razones: De acuerdo al análisis realizado en el laboratorio se lo encuentra con un valor de humedad 0,16 con un promedio de 3,17 y un coeficiente de variación de 0,17%, en cuanto a índice de acidez 0,24 con un promedio de 0,60 y un CV 4,3%, a los índice de refracción 1,470 con un promedio de 1,46 y un CV 0,51%, para densidad un valor de 0,92% con un promedio 0,91 y un CV de 0,84%, y en cuanto a las pruebas organolépticas las cuales se pueden observar en la Figura 11 calificadas en un rango del 1 al 4, el tratamiento T2 fue elegido también como el mejor, cumpliendo así con el objetivo planteado en la investigación, donde se lo encuentra con olor frutado aguacate moderado, color verde bastante, con apariencia turbio moderado, sabor a aguacate bastante y textura viscosa moderado.

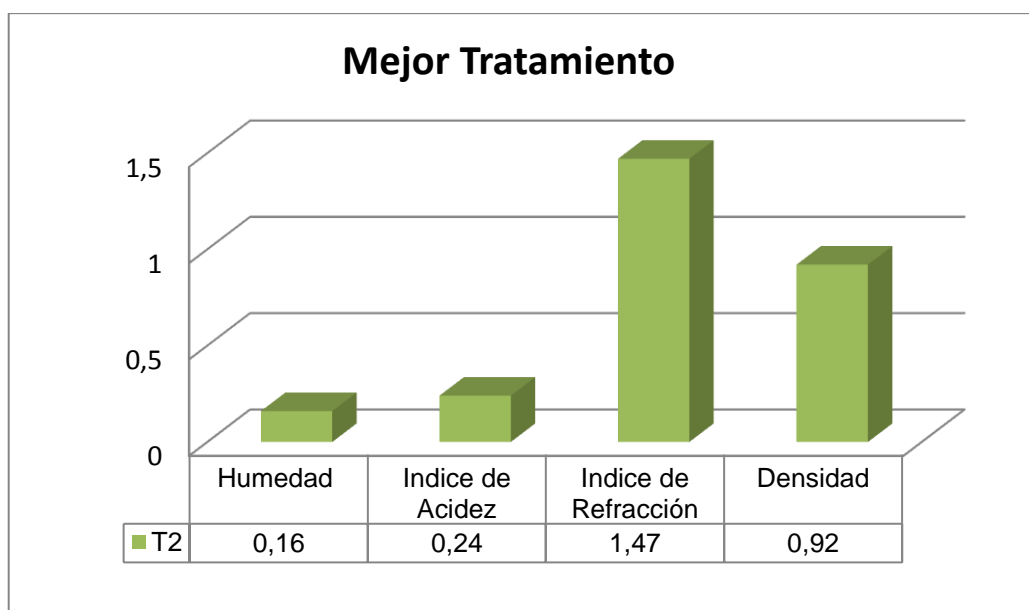


Figura 10. Análisis de laboratorio, del mejor tratamiento en la obtención de aceite de aguacate (variedad Hass por el método de centrifuga) FCP.UTEQ. Ecuador. 2013.

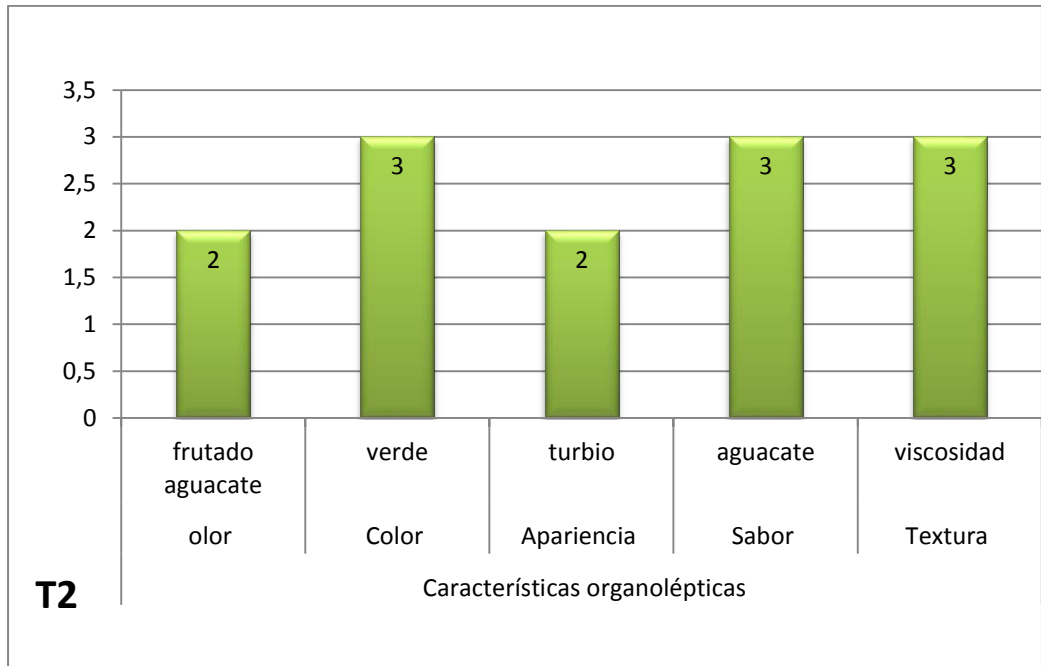


Figura 11. Análisis organoléptico del mejor tratamiento en la obtención de aceite de aguacate (variedad Hass por el método de centrifuga) FCP.UTEQ. Ecuador. 2013.

4.4 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

4.4.1 Olor

4.4.1.1 Hierbas

El aceite de aguacate de la variedad Hass por Soxhlet (T1) y el aceite de la variedad choquete por el mismo método (T7) obtuvieron una calificación de 3 y 2 en la escala de cuatro, correspondiente a bastante y moderado olor a hierbas, los demás tratamientos y el testigo obtuvieron valores de cero como se muestra en la Figura 12.

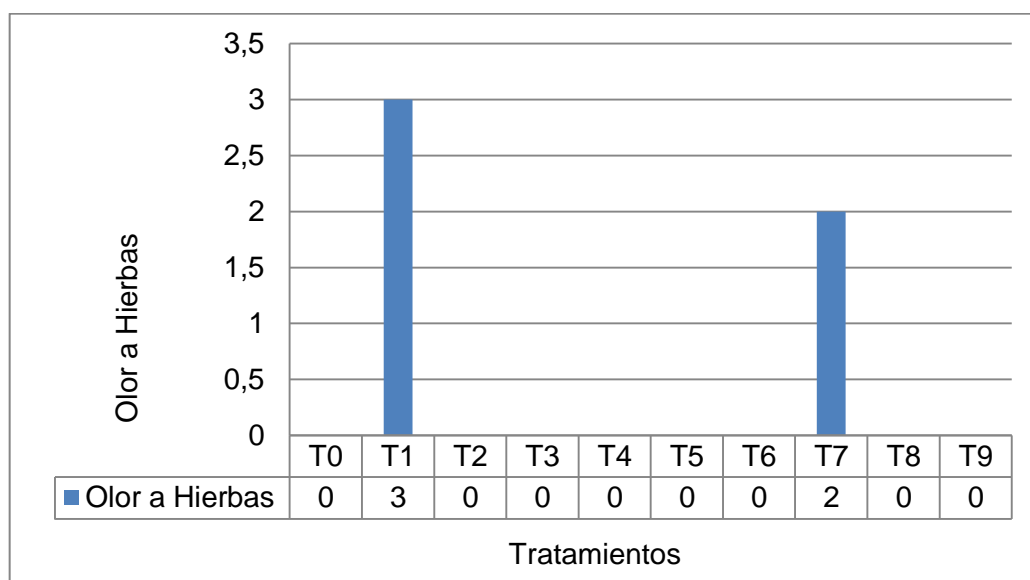


Figura 12. Olor a Hierbas del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxhlet, Centrífuga y Prensado.

El olor a hierbas es característico de algunos aceites que recuerda a la hierba recién cortada.

4.4.1.2 Olor Frutado Aguacate

La Figura 13, muestra que el aceite de la variedad Hass obtenido por Centrífuga (T2), y el de variedad santana por prensado (T3) obtuvieron calificaciones de 2 = moderado olor frutado aguacate, los demás aceites y el testigo fueron calificados con cero.

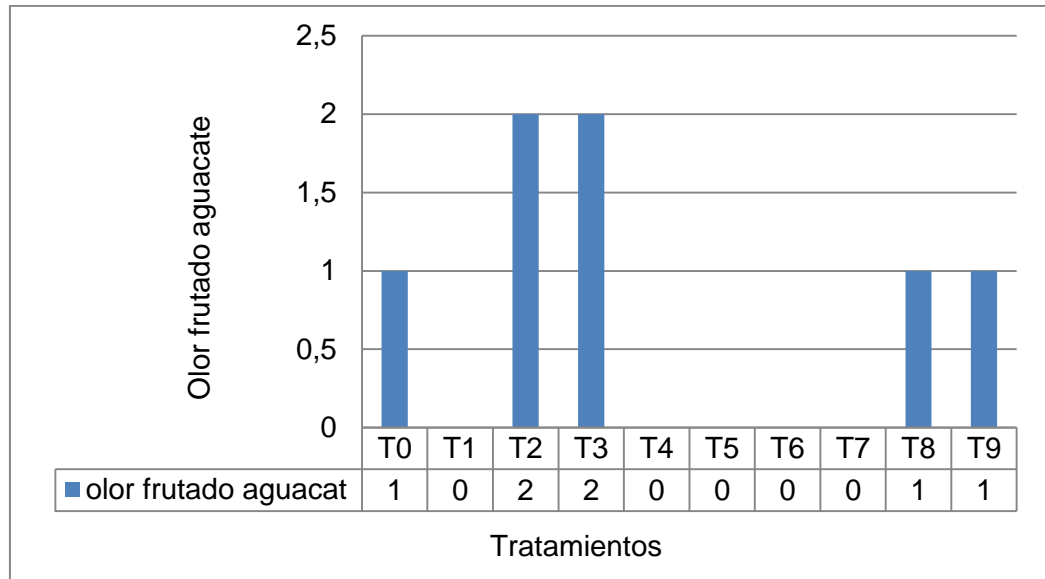


Figura 13. Olor frutado de aguacate del aceite bajo los métodos de extracción por Soxhlet, Centrífuga y Prensado.

El aroma a frutal es el que recuerda el olor y el gusto del fruto sano, fresco y recogido en el punto óptimo de su maduración, aroma frutal, manzana, plátano o dulce, es descrito con mayor intensidad en aceite de aguacate, también ha sido reportado en aceite de oliva. El aroma a frutado, fue reportado por Requejo et al., (2003) en aceite de aguacate y este tipo de descriptores han sido reportados en aceites extraídos a partir de frutos de aguacate senescentes o bien de aceites de aguacate oxidados Martínez et al., (2005) también Martínez et al., (2007) nos comenta que se conserva el olor según el estado de madurez que se encuentre el fruto.

4.4.2 Color

4.4.2.1 Color Amarillo Verdoso

Los aceites de aguacate de la variedad Hass por Prensado (T3), variedad Choquete por Centrífuga (T8) y el de la variedad Choquete por Prensado (T9) tuvieron una calificación de 2 = moderado color amarillo verdoso, y el aceite de la variedad Santana (T4) y choquete por Soxhlet (T7) con el de la variedad Choquete calificados con 3 = bastante color amarillo verdoso y por último el de la variedad Santana por Prensado (T6) con el testigo btuvieron el resultado de

1 = ligero color amarillo verdoso en la escala de 4 puntos dichos resultados se representan en la Figura 14.

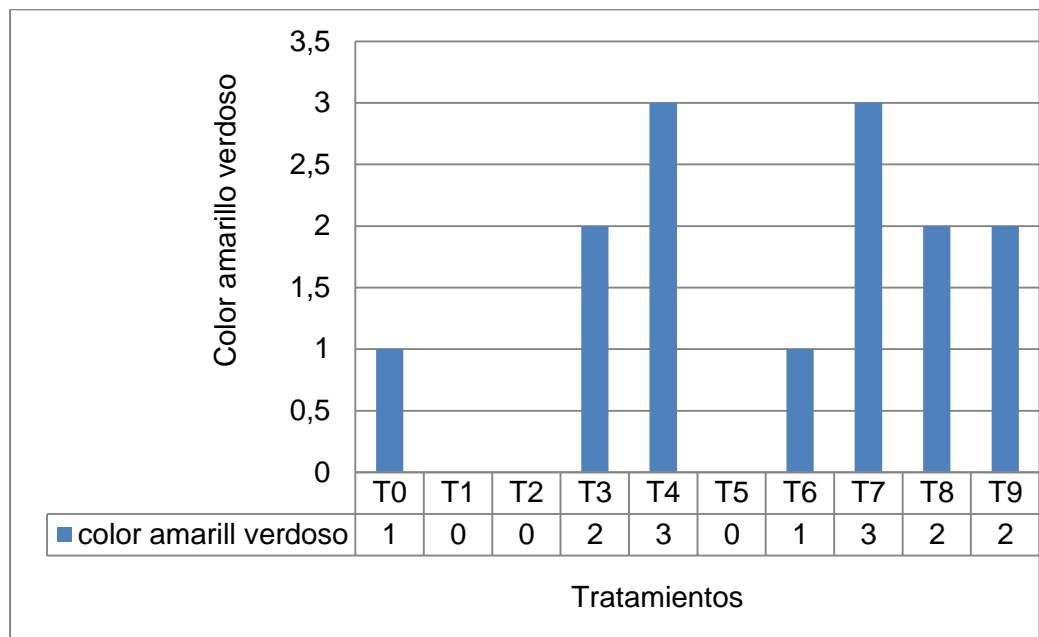


Figura 14. Color amarillo verdoso del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxhlet, Centrífuga y Prensado.

Este resultado se debe a la clorofila presente en la pulpa de aguacate, y el color del testigo (aceite de oliva) por ser un aceite refinado previamente por ser un producto comercial que ya se lo ha venido comercializando para uso culinario y también medicinal entre otras cosas, la clorofila presente en el fruto de aguacate es un factor muy importante en el aceite de aguacate (ANIAME, 2002).

4.4.2.2 Color Verde

El color verde en los aceites de aguacate como se puede apreciar en la Figura 18, los que mostraron este color fueron los de la variedad Hass por el método de Centrífuga (T2) y el de la variedad Santana por Centrífuga (T5) los cuales fueron calificados con el número 3 en la escala la cual indica bastante color verde.

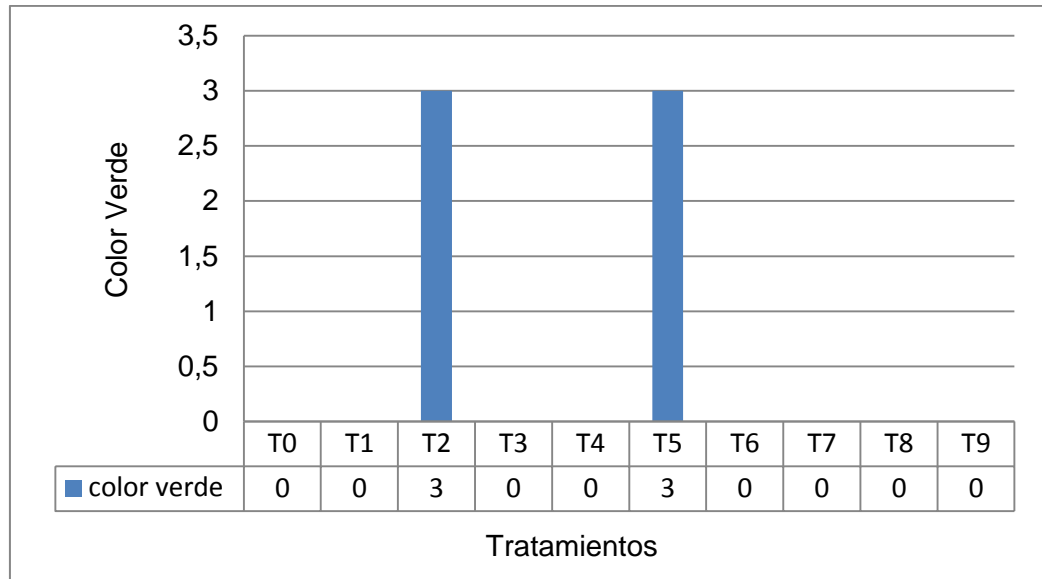


Figura 15. Color verde del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxhlet, Centrífuga y Prensado.

Esto podría deberse a la variedad del aguacate tanto como del color de la pulpa, y según lo que se observó en el transcurso de la investigación tiene que ver también el color que tiene la cascara del aguacate, es decir si la cascara es verde intensa el color de la pulpa será verdosa como sucede en la variedad Hass y Santana, y así mismo si la cascara es amarillo verdosa, la pulpa será de un color casi parecido a la cáscara lo que al final influirá en el color que el aceite obtenga dependiendo del contenido de clorofila que el fruto de aguacate contenga. Según ANIAME (2002) nos comenta en su artículo, que los altos niveles de clorofila en aceite de aguacate pueden tener efectos adversos en la estabilidad oxidativa del aceite cuando se almacena bajo la luz. Esto causa rápida formación de productos de oxidación a través del proceso de fotosíntesis en contacto con el oxígeno. Sin embargo, el color verde esmeralda del aceite (originado por el alto contenido de clorofila) ha sido identificado por los consumidores como deseable. Un nuevo acercamiento al incremento de estabilidad oxidativa en este aceite está siendo utilizado, y el estudio incluirá a minimizar el oxígeno y la exposición a la luz durante el manejo del aceite y el embotellado que tendrá que ser en botellas de vidrio color oscuro, esto se concuerda con lo establecido en este trabajo, el color verde que se dio en los

aceites de las variedades santana y hass sin duda alguna contienen altos niveles de clorofila.

Por otra parte Reed (2001) comparó el aceite de oliva con el aceite de aguacate, determinando que este último presenta mayores niveles de: clorofila, Índice de Yodo, Vitamina E y un menor nivel de acidez libre, lo que constituye una mejor calidad, también nos comenta que el aceite de aguacate tiene un excelente sabor, punto de humo y un color verde muy atractivo, siendo preferido por los chefs de cocina de la alta gastronomía europea, sustituyendo al aceite de oliva, por lo que este aceite presenta mayores niveles de clorofila, índice de yodo, vitamina E y un menor nivel acidez libre, lo que constituye una mejor calidad. También se debe a la concentración de los diferentes tipos de ácidos grasos, puesto que estos varían en concentración debido al lugar de donde se extrajo el aceite, además el grado de saturación es importante, sea saturado, insaturado o poliinsaturados, también tiene que ver con el color que adopte el aceite. El color es un factor crítico para la determinación de potenciales aplicaciones de aceites comestibles en los alimentos (Parada, 2005).

4.4.3 Apariencia

4.4.3.1 Turbio

La Figura 16, muestra las calificaciones de los aceites de la variedad hass por centrifuga (T2), el de variedad santana por Centrifuga (T5), variedad Choquete por Centrifuga (T8) y el de la variedad Choquete por Prensado (T9) obtuvieron la calificación de 2 = moderado, en cuanto a apariencia turbio, mientras que el aceite variedad Santana por Soxhlet (T4) y el de variedad Santana por Prensado (T6) tuvieron una calificación de 3 = bastante y el de variedad Choquete por Soxhlet (T7) una calificación de 4 = mucho.

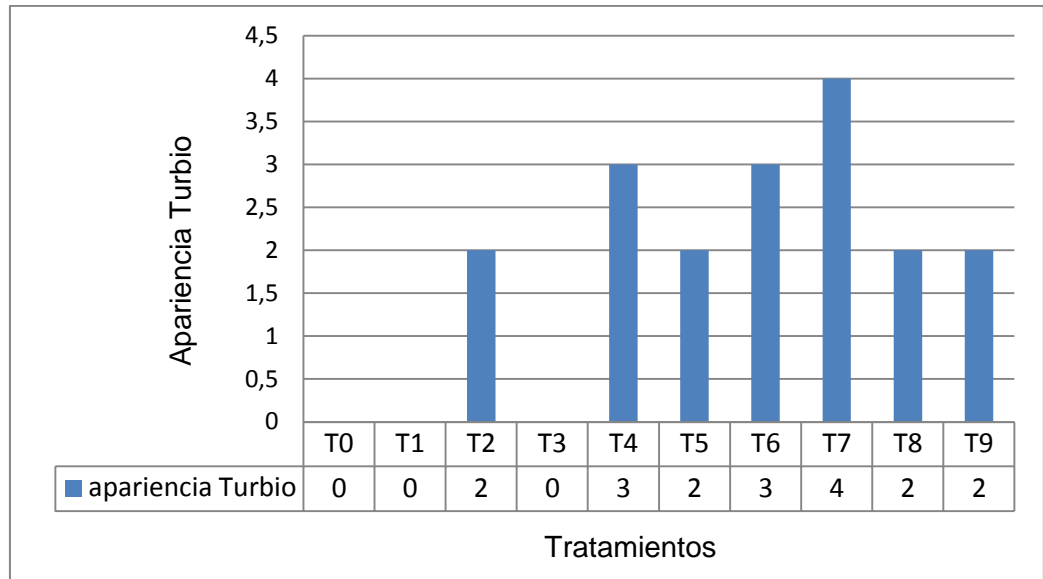


Figura 16. Apariencia Turbio del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxhlet, Centrifuga y Prensado.

La turbidez que presentan los aceites se debe al proceso de extracción, como se puede observar en la gráfica correspondiente a la apariencia del aceite.

4.4.3.2 Claro

La Figura 17, muestra el color claro en los aceites en la variedad Hass por Soxhlet (T1), en el de la variedad Hass por Prensado (T3) y en el testigo T0 (aceite de oliva) los cuales obtuvieron una calificación de 2 = moderada apariencia claro, los demás tratamientos obtuvieron calificación de 0.

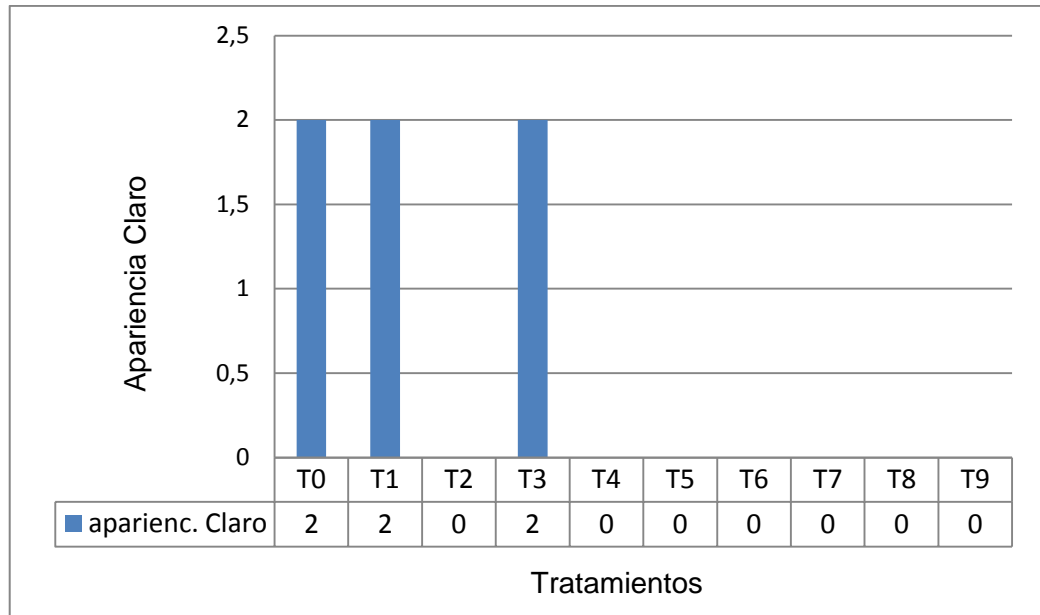


Figura 17. Apariencia Claro del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrifuga y Prensado.

Como se ha descrito en el anterior párrafo correspondiente a la apariencia turbio en el aceite, esto se debe a los métodos de extracción utilizados para extraer el aceite de la pulpa del fruto aguacate.

4.4.4 Sabor

4.4.4.1 Sabor Aguacate

La Figura 18, muestra que el aceite de la variedad Hass por Prensado (T3) obtuvo una calificación de 2 = moderado sabor aguacate y los aceites de la variedad Hass por Centrifuga (T2), el de la variedad Santana por Soxlhet (T4), variedad Choquete por Centrifuga (T8) y el de la variedad Choquete por Prensado (T9) obtuvieron una calificación de 3 = bastante sabor aguacate, los demás tratamientos y el testigo obtuvieron una calificación de cero.

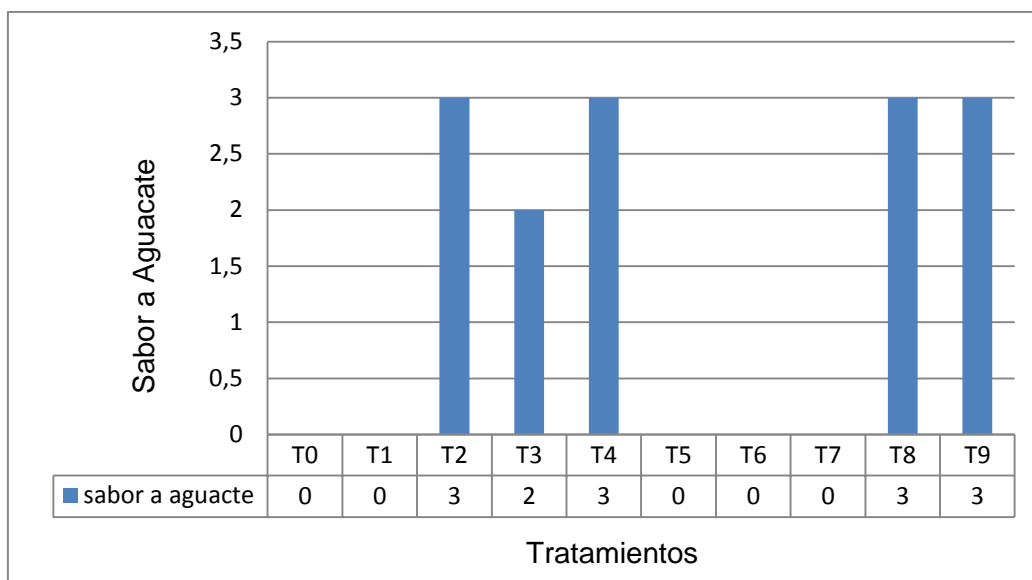


Figura 18. Sabor aguacate del aceite bajo los métodos de extracción por Soxlhet, Centrífuga y Prensado.

El sabor del aceite proviene en este caso del fruto y del índice de madurez que este se encuentre. Gutiérrez (2009) comenta que el sabor de la pulpa de aguacate recuerda al de la nuez y la avellana por lo tanto el aceite conserva este olor.

4.4.5 Textura

4.4.5.1 Viscosidad

La Figura 19, muestra que el testigo T0 (aceite de oliva) obtuvo una calificación de 1 = ligera viscosidad, en cuanto al aceite de la variedad Hass por soxlhet (T1), aceite de la variedad Hass por prensado (T3), aceite variedad santana por centrífuga (T5), aceite variedad santana por prensado (T6), aceite variedad Choquete por centrífuga (T8) y el aceite de la variedad Choquete por prensado (T9) obtuvieron una calificación de 2 = moderada viscosidad, y los aceites de la variedad Hass por centrífuga (T2), aceite variedad santana por soxlhet (T4) y aceite variedad Choquete por Soxlhet (T7) obtuvieron una calificación de 3 = bastante viscosidad.

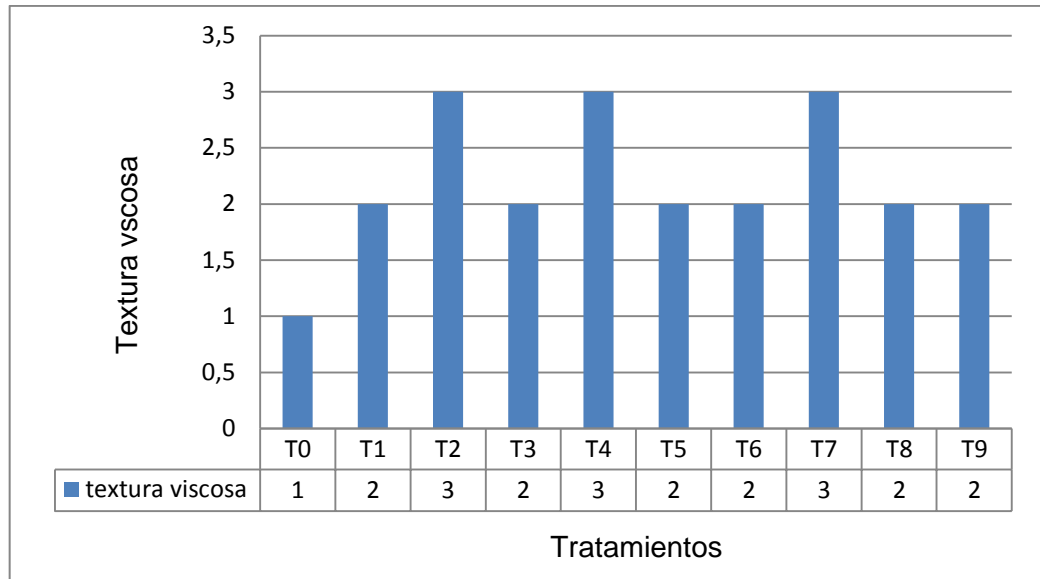


Figura 19. Viscosidad del aceite de aguacate bajo los métodos de extracción por Soxhlet, Centrifuga y Prensado.

La viscosidad es un importante factor que determina la calidad global y la estabilidad de un sistema alimentario. La viscosidad del aceite tiene relación directa con algún producto químico, características de los lípidos, tales como el grado de insaturación y la longitud de la cadena de los ácidos grasos que constituyen los triglicéridos, la viscosidad disminuye ligeramente con mayor grado de insaturación y aumenta rápidamente con la polimerización.

Lafont (2010) nos comenta que la viscosidad del aceite extraído por los métodos de extracción al cual es sometida la pulpa de aguacate para extraer el aceite aumenta con la disminución de la temperatura, a esto se debe la viscosidad presente en los aceites extraídos por los métodos utilizados para la extracción del aceite, también indica los resultados que se obtuvieron por el método de soxhlet en su densidad, ya que está relacionada con la viscosidad, esta propiedad se vería afectada en la obtención de aceite por utilizar solventes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Para la extracción del aceite de aguacate que esté dentro de los requerimientos alimenticios, los mejores tratamientos fueron los que se obtuvieron por centrífuga y por prensado, y según los análisis sensoriales establecidos dentro de los objetivos de esta investigación fue el tratamiento T2 quién resultó ser el mejor, en este tratamiento donde se utilizó el método centrífuga con la variedad Hass, en el cual se mantuvo su color verde característico originario de la variedad.
- El rendimiento de aceite satisfactorio fue el extraído por Soxlhet, aunque tiene la desventaja de ser un método caro el cual estaría fuera del alcance de los productores, también no es bueno para uso alimenticio, este aceite sirve para fines cosméticos.
- Para la caracterización de la extracción de aceite de aguacate, se determinó la humedad, índice de refracción, índice de acidez y densidad con las normas ecuatorianas NTE INEN 29 (2012) para aceites comestibles en aceite de oliva, donde se compara dichos resultados con los existentes en teoría y se obtienen valores aproximadamente similares.
- Los métodos utilizados para la obtención de aceite de aguacate influyeron en el rendimiento y características organolépticas como el método por Destilación en el equipo del Soxlhet en el cual al utilizar éter de petróleo cambia el color del aceite a un tono café verdoso sin importar cuál sea la variedad, en cambio los métodos de centrífuga y prensado mantienen su color, donde se demostró que conservan

características de olor, color, sabor, turbidez y textura propias del fruto del que se extrajo el aceite mediante los Análisis Organolépticos.

- El tratamiento que presentó los resultados del análisis sensorial y análisis físico-químicos fue el tratamiento 2.
- Las variedades de aguacate influyeron en la extracción de aceite y también afectó en la extracción del aceite los métodos utilizados aceptándose la hipótesis alternativa la cual dice “Las variedades de aguacates y los métodos de extracción influyen en la extracción del aceite”.

4.2 Recomendaciones

Tomando en cuenta el valor de la calidad de estos aceites obtenidos nos permitimos recomendar lo siguiente.

- Para el proceso de obtención de aceite de aguacate es fundamental tener en cuenta la variedad de aguacate ya que de esta dependerá la calidad del producto final, por lo tanto recomendamos la utilización de la variedad (*P. a. Mill Hass*) y utilizar el método por centrífuga, el cual mostró las mejores características organolépticas en cuanto a color verde bastante, olor a hierbas moderado, sabor a aguacate bastante, bastante textura viscosa y moderada apariencia turbio
- Teniendo en cuenta la salud de los consumidores se recomienda utilizar para uso culinario el aceite de aguacate obtenido por el método de centrífuga y prensado, mas no el obtenido por Soxhlet, por haber utilizado solvente en su proceso, este aceite es más utilizado para fines cosméticos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, 2011. Evaluación Y Escalamiento Del Proceso De Extracción De Aceite De Aguacate Utilizando Tratamiento Enzimático. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental Bogotá, Colombia.
- Alicia; Dorantes, Lidia; Galíndez, Juvencio And Guzmán, Rosa I. 2004. Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea americana* Mill.) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(8):2216-2221
- Amos., Billington, A.; Burrell, J.; Dickinson, D.; Evans, G.; Gane, R.; Gerrard, F.; Gooding, E.; Ingrams, C.; Paine, F.; Schwitzer, M.; Slade, F.; Williams, C.; Crosby-Walsh, T. 1968. Manual de industrias de los alimentos. En: *Grasas comestibles y alimentos grasos*. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp 731-800
- Andrikopoulos, Olaeta, J. A., P. Undurraga, And Schwartz, O. 2002. Variación estacional en el porcentaje de aceite, humedad, aceptabilidad y calidad en frutos de palta cv. Fuerte y Zutano. Tesis Ing. Agr. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 63p..
- Aniame, 2002. El aceite de aguacate en mexico. *Revista Año XVI, Vol. 8, Número 37, 2002*
- Anzaldúa-Morales, 1983. Escalas de intervalo para la medición de la dureza pág. 97.
- Ariza, 2011. Efecto de diferentes métodos de extracción sobre el perfil de ácidos grasos en el aceite de aguacate. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2 (2): 263-276. Julio-Diciembre, 2011 <http://www.rvcta.org>.

- Ariza, José Alberto; Méndez-Ramos, María Guadalupe; Díaz-Reyes, Joel; Delgado-Macuil, Raúl Jacobo and Robles de la Torre, Raúl René. 2002. Study by Fourier transform infrared spectroscopy of the avocado oils varieties Hass, Criollo and Fuerte. *Journal of Materials Science and Engineering*. 4(5):61-64
- Astudillo, J.; Silva, C. Y Lizana, A. 1995. Variación estacional en el porcentaje de aceite, humedad, aceptabilidad y calidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cvs. Zutano en las localidades de Cabildo y Quillota. *Simiente* 65(1-3): 24.
- Baudi, 1997. "Química de los alimentos", Editorial Long Man de México, México.
- Belmar, R. 1996. Variación estacional, concentración de aceite y humedad de la pulpa y calidad en frutos de palto Bacon y Edranol, Tesis Ing. Agr. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 59p.
- Bernal, I. 1993. Análisis de alimentos. Editora Guadalupe Ltda. Colombia. 48 p.
- Bernal, J. Diaz, C. «Tecnología para el cultivo del aguacate.» CORPOICA, La selva (2006): Pág. 29.
- Bergh, B., J. Kumamoto and P. Chen. 1989. Determination maturity in whole avocado. *California Avocado Society. Yearbook* 73:173-176
- Caamal, 2000. Estimación del contenido de aceite, a través de la humedad y su relación con 248 palatabilidad en frutos de palto de las variedades Negra de la Cruz, Bacon, Edranol y Hass, 249 desde la última etapa de desarrollo hasta la madurez fisiológica. Tesis Ing. Agr. Quillota. U. 250 Católica de Valparaíso. Escuela de Agronomía. 54 p.

- Costa, V. 2001. Extracción enzimática y caracterización del aceite de palta (Persea americana. Mill). 20p. Memoria de título. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Santiago, Chile.
- Chavez, 2010. Efecto de la potencia y el tiempo de escaldado en horno microondas sobre la actividad de la polifenoloxidasas, características fisicoquímicas y sensoriales del puré refrigerado de palta (Persea americana Millar) var. Fuerte. Universidad de Trujillo. Peru.
- Chile, Instituto Nacional de Normalización, Inn. 1986. Cuerpos grasos de origen animal y vegetal - Método para determinar la acidez libre, índice de acidez y acidez mineral. NCh95.Of1981.
- Davenport, 2000. Chemical changes during growth and storage of the avocado fruit. Austral. J. Biol. Sci. 12: 445-454.
- Dorantes L, Gallindez J, Cardena SE (2007) Efecto of a novel oil extraction method on avocado (Persea americana Mill) pulp microstructure. Plant Foods for Human Nutrition 59: 11-14.
- Espindola, 2008. Amarre de fruto en aguacate Hass con aplicaciones de AG3, N y Anillado. Agricultura Técnica en México Vol. 34 Núm. 4 Octubre-Diciembre 2008 p. 407-41
- Espinoza, 2006. Determinación del perfil de ácidos grasos para las variedades Hass, Fuerte e Isabel. Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Fennema, 2000. Química de los alimentos. Acribia, España. Frich CW.
- Finol, H. «Alimentos. Aceites y generalidades de los aceites. [online].» (2009). Disponible en <[http:// www.mailxmail.com](http://www.mailxmail.com)> (último acceso: 10 de 06 de 2013).
- Forero, 2007. Situación y avances en la poscosecha y procesamiento del aguacate (Persea americana Mill.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas - Vol. 1 - No.2 - Pp. 189-200, 2007.

- Freitas, S. Da Silva, F. Lago, R. Qassim, R. «Rheological behaviour of processed avocado pulp emulsions.» *International Journal of Food Science and Technology*. Vol. 31 (1996): Págs. 319 - 325.
- García, 2002. Variación Estacional en el Contenido de Aceite, humedad y palatabilidad en frutos de paltos cv. Isabel Injertado Sobre Mexicola. Universidad Católica Valparaíso. Área de Fruticultura
- Guevara, 2009. Insaponificáveis do óleo de abacate. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*. 22 (3): 311-329.
- Gutiérrez. C. 2009. Análisis del mercado para aguacate. <http://www.frutales.com/uploads/Aguacate.pdf>. (último acceso: 03 de 06 2013)
- Hebbel, H; Avendaño, S.; Pennacchiotti, I.; Masson, L.; Wittig De Penna, E.; Amadori, E. 1981. Avances en ciencia y tecnología de los alimentos. Alfabeta Impresores. Santiago, Chile. 265 p.
- Horwitz, W. 1970. Official methods of analysis of the association of official Agricultural. 1008p. 14th ed. AOAC. Washington D.C , USA.
- INAMHI, 2012. Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional del Ecuador Estación Experimental Tropical Pichilingue.
- Instituto Colombiano De Normas Técnicas Y Certificación . Método de Determinación de Densidad. Bogotá : ICONTEC (NTC 336), (2002)
- Instituto Colombiano De Normas Técnicas Y Certificación . Método de Determinación de Humedad. Bogotá : ICONTEC (NTC 287), (2002).
- Jiménez, 2010. Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en aguacates (*Persea americana* Mill. *Revista Chapingo* Vol V esp. 117-122.
- Jiménez et al., 2001. Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas. *Revista de la Sociedad Química de México*, Vol. 45, Núm. 2 (2001) 89-92.

- Jiménez, M.H.; M.R. Aguilar; M.L. Zambrano y E. Kolar. 2001. Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por micro-ondas. *Revista de la Sociedad Química de México* 45(2), 89-92.
- Joseph, D. y I. Neeman. 2002. Characterization of avocado oil by polyalcoholic compounds in the unsaponifiable fraction. Dept. of Food Eng. Biotech. Technicon, Israel. Ins. of Tech. Haifa, Israel. *Avista Italiana delle Sostanze Grasse* 59(6), 279-284. (pasar a tesis).
- Kritchevsky, David; Tepper, Shirley A.; Wright, Scott; Czarnecki, Susanne K.; Wilson, Thomas, A. and Nicolosi, Robert J. 2003. Cholesterol vehicle in experimental atherosclerosis 24: avocado oil. *Journal of the American College of Nutrition*. 22(1):52-55.
- Lafont, 2010. Efecto de la temperatura sobre la viscosidad de soluciones acuosas diluidas de 1,2-pentanodiol, *Información tecnológica*: 20, 55-60.
- Lee, S, 1981a. A review and background of the avocado maturity standard. *California Avocado Society Year Book*. pp 101 -109.
- Li et al., 2007. Caracterización de aceites de paltas de raza mexicana cultivadas en Chile. Tesis Mg.Sc. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 102 p.
- Londoño, 2012. Extracción de aceites vegetales y frutos: aguacate y aceite de la semilla de uva y su caracterización. Universidad de Carabobo. Vol. 12, Nº 1, 2012: 193-206.
- López, J. 1998. Aceptabilidad y calidad de frutos de palto, Hass respecto de su concentración de aceite y contenido de humedad en distintas localidades. Tesis Ing. Agr. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. 48p.
- Love, H. 1944. Avocado oil studies. *California Avocado Society Year Book*. pp 35-36.

- Martínez, X. Mieres, Z. Niño., S. Pérez, 2005. Identificación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos y su relación con el crecimiento y desarrollo de las plantas. 20p In: Burés, S. y Martínez, X. Seminario internacional sobre sustratos para uso en agricultura. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago. (ultimo acceso: 10 de 05 de 2013).
- Martínez, M. Romero., D. Pérez, A, 2007. La Refinación del Aceite de Aguacate. Tesis para optar al título de Ingeniero Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, Bogotá.
- Méndez, Ana Y Falquéz, Elena. Effect of stor- age time and container type on the quality of extra virgin olive oil. En: Food Control. 2007. Vol. 18, p. 521-529.
- Ministerio De Salud. Resolución 000126. Bogotá (1964).
- Nelson, D. L, Cox y C. Cuchillo. 2001. Lehninger. Principios de Bioquímica. 1152p. 4^{ta} ed. Ediciones Omega, Barcelona, España.
- Neva, E. «Mitos y Realidades de los Alimentos Funcionales.» Trabajo de Grado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (1997).
- Nickerson, J. and Karel, M. 1964. Preservation of foods by freezing. In: Joslyn, Mand lteid, J. Food Processing operations. V3. Wesport Connecticut, the Avi. Publ.
- NM. 2006. Norma Mexicana NMX-F-109- SCFI-2006. Alimentos - Aceite de oliva - Especificaciones.
- NTE INEN 29. 2012. Tecnología de los alimentos, aceites y grasas comestibles, grasas y aceites animales y vegetales, aceite oliva, requisitos.

- Olaeta, J. 1991. Industrialización de paltas. In: Curso internacional, producción, poscosecha y comercialización de paltas 1 - 6 p. Viña del Mar. 2 al 5 oct. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía.
- Olaeta, J.A.; Rojas, M. 1987. Effect of cultivar and maturity on quality of frozen avocado pulp. South African Avocado Grower' s Association. 10: 163-164.
- Olaeta, J.A. 2003. Industrialización del aguacate: Estado actual y perspectivas futuras. Actas V Congreso Mundial del Aguacate. pp. 749-754.
- OMS. 2000. Organización Mundial de la Salud. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Serie de informes técnicos. 916. Informe de una consulta mixta de expertos OMS/FAO. Ginebra.
- Ortega, 2003. Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass. In Proceedings of V World Avocado Congress. 19-24 Octubre. (pp. 741-748). Granada-Málaga, España.
- Ortiz, 2003. Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea americana* Mill.) oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51(8):2216-2221.
- Ortiz, A.; R. Mora; T. Santiago y L. Dorantes. 2003. Obtención de una pasta de aguacate mediante tratamiento térmico. Memorias V Congreso Mundial del Aguacate. pp. 761-768.
- Ortiz, 2004. Effect of a novel oil extraction method on avocado (*Persea americana* Mill.) pulp microstructure. Plant Foods for Human Nutrition. 59(1):11-14.
- Osawa CC, Guaraldo GLA, Ragazzi S (2007) Correlation between free fatty acids of vegetable oils evaluated by rapid test and by the official method. Journal of Food Composition and Analysis 20: 523-528.

- Ozdemir, F. & TOPUZ, A. Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post- harvesting ripening period. En: Food Chemis- try. 2004. Vol.86, p.79-83.
- Páez M.S., 2010. Efecto de la temperatura sobre la viscosidad de soluciones acuosas diluidas de 1,2-pentanodio, Información tecnológica: 20, 55-60.
- Parada, 2005. Caracterizacion de aceites en palto. Indice de refraccion. Valdivia-Chile. Universidad Austral.
- Parra, J. 2005. Rendimiento y calidad en pulpa y aceite en nueve selecciones de Palto *Persea Americana Millen* Chile. (En línea). Consultado el 18 de Octubre del 2012. Disponible en: www.avocadosource.com/papers/Chile...A.../ParraJoana2005.pdf
- Patri et al., 2002. Variación estacional en el contenido de aceite y su relación con la palatabilidad, en frutos de palto (*Persea americana* Mill). Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83 p.
- Portacio, 2010. Efecto de la temperatura sobre la viscosidad de soluciones acuosas diluidas de 1,2-pentanodio, Información tecnológica: 20, 55-60
- Prohaciendo. Corporacion para la promoción del desarrollo rural y agroindustrial del Tolima. «El cultivo de aguacate.» Módulo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural, Ibagué (2011).
- Quiles, J. Huertas, J. Ochoa, J. Battino, M. Mataix, J. Mañas, M. «Dietary Fat (Virgin Olive Oil or Sunflower Oil) and Physical Training Interactions on Blood Lipids in the Rat: Basic nutritional investigation.» Nutrition. Elsevier Science Inc. Vol. 19, nº 4 (2003): Págs. 363-368.
- Ratovohery, 1988. Fruit development effect on fatty acid composition of *Persea americana* fruit mesocarp. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 36(2):287-293.
- Reed, 2001. Avocados: - The new wonder oil?. Food New Zealand. 31(1):20-25

- Requejo, A. M.; et al. Influence of nutrition on cognitive function in a group of elderly, independently living people. En: European Journal of Clinical Nutrition. 2003. Vol. 57, p. 54-57.
- Restrepo, 2012. Comparación del aceite de aguacate variedad Hass cultivado en Colombia, obtenido por fluidos supercríticos y métodos convencionales: una perspectiva desde la calidad Revista Lasallista de Investigación, vol. 9, núm. 2, julio-diciembre, 2012, pp. 151-161
- Ríos, C. Danilo; Corrales, M. Diego; Daza, G. Gerardo; Aristizábal, G. Alfonso. 2005. Aguacate variedades y patrones importantes para Colombia. Candelaria Valle. 221 p.
- Rodríguez, 2009. Selección de variedades de aguacate. Agronomía Tropical 44(4), 593-618.
- Rosenthal, I., U. Merin, G. Popel and S. Bernstein. 1985. An Analytical Assay for the determination of oil content in avocado. California Avocado Society. Yearbook 69: 133-136.
- Sanchez, 2007. Análisis sensorial, fisicoquímico e instrumental de aguacate variedad Hass y criollo, cosecha 2007. Departamento de Ingeniería Bioquímica, Instituto Tecnológico de Celaya, Av. Tecnológico y García Cubas S/N. Colonia FOVISSSTE Celaya, Guanajuato.
- Sandoval, A. 2010. Poscosecha y Transformación de Aguacate. Agroindustria Rural Innovadora. Centro de Investigación Natima Espinal – Tolima. (En línea). Consultado el 18 de Octubre del 2012. Disponible en 201.234.78.28:8080/jspui/handle/123456789/1779.
- Schwartz, M., J. A. Olaeta, P. Undurraga, M. Sepúlveda Y P. Tepper 2001. Secado de aguacate/ aguacate (*Persea americana* mill.) por osmosis con maltodextrinas y NaCl Proceedigs Congreso aguacate. Mexico.

- Schwartz, M. 2003. Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en palta, *Persea americana* cv. Fuerte y Hass cultivados en Chile. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 117-122
- SFA, 2011. Subsecretaría de Fomentos a los Agronegocios. Monografías de cultivos. Aguacate. Disponible. En línea. www.sagarpa.gob.mx. (último acceso. 25 de 04 de 2013).
- Silva, C.; Lizana, A; Fichet, T Y Belmar, F. 1994. La variación estacional en el contenido de aceite y humedad en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cvs. Bacon y Edranol. *Simiente* 63(3): 77
- Silva, V. 2009. Estudio de Factibilidad, Producción y Comercialización del Aguacate y sus Derivados. Guayaquil, Ecuador. (En línea). Consultado el 18 de Octubre del 2012. Disponible en: www.dspace.espol.edu.ec. Artículos de Tesis de Grado - FEN.
- Subsecretaria de Fomento a los Agronegocios (SFA). Monografias de cultivos. Aguacate. Disponible. En línea. www.sagarpa.gob.mx. (ultimo acceso: 25 de 04 de 2013).
- Teitelbaum, 2001. Review: the role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 12(1):21-32.
- Turatti, 2005. Caracterizacion de aceite de aguacate obtenido por diferentes procesos de extraccion. *Boletim del Instituto de Tecnologia de Alimentos*. Vol.22. N*2. p. 287-284.
- Valenzuela, A.M. 2001. Extracción y caracterización del aceite de aguacate. Tesis Ing. Bio- química. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería.
- Valdebenito, J. 1981. Variación estacional del contenido de aceite, humedad y principales ácidos grasos en paltas (*Persea americana* MILL.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 48p.

Vargas, J. «Los ácidos grasos omega - 3.» Trabajo final para optar al título de Especialista en Farmacología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (1993)

Velásquez, 2005. Obtención y caracterización de aceite de palta (*Persea americana* Mill.). Tesis Ing. Agr. 240 Santiago, U. de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 20 p.

Verti, S. Villanueva, H.M. 2001. El aguacate: oro verde de Mexico, Orgullo de Michoacan. Editorial Diana. S.A de C.V. Mexico pp:34

Vinueza, 2001. Aceite de Palta o Aguacate Hass En linea. Disponible en: <<http://www.paltas.com>. último acceso: 04 del 05 2013.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo. 1. Análisis de la Varianza para la variable Humedad y Contrastes Ortogonales para la comparación de los tratamientos vs. el testigo.

Cuadro 1. Análisis de la Varianza para humedad. FCP. UTEQ. 2013

F.V.	SC	gl	CM	F	F. Tabla		Significancia
					5%	1%	
Tratamiento	818,12	8	102,26	3451424,06	2,51	3.71	**
Factor V	126,69	2	63,34	2137836,38	3.35	6,01	**
Factor M	458,14	2	229,07	7731184,50	3,35	6,01	**
Factor V*Factor M	233,28	4	58,32	1968337,69	2,93	4,58	**
Testigo vs todos	0,00	1	2,19	8.22	4,41	8,29	*
Error	0,00	18	0,00				
Total	818,12	26					
Tukey	0,00655						

Simbología:
NS No significativo
 * Significativo
 ** Altamente significativo

Contraste Ortogonal para Humedad. FCP. 2013

Factor V*Factor M	SC	gl	CM	F	F. Tabla 5%	Significancia
Contraste	2,19	1	2,19	4,41	8,29	*
Total	2,19	1	2,19	4,41	8,29	*

V : variedades de aguacate

M : métodos de extracción

* : significativo

Anexo. 2. Análisis de la Varianza para la variable Índice de Acidez .

Cuadro 2. Análisis de la Varianza para Índice de Acidez. FCP 2013

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Tratamiento	4,7	8	0,59	880,43	2,51	3,71	**
Factor V	0,87	2	0,43	649,35	3,35	6,01	**
Factor M	2,94	2	1,47	2205,15	3,35	6,01	**
Factor V*Factor M	0,89	4	0,22	333,6	2,93	4,58	**
Testigo vs todos	2,19	1	2.19	3,65	4,41	8,29	NS
Error	0,01	18	0				
Total	4,71	26					
Tukey	0,03106						

Simbología:

NS

No significativo

*

Significativo

**

Altamente significativo

Anexo. 3. Análisis de la Varianza para la variable Índice de Refracción .

Cuadro 3. Análisis de la Varianza para Índice de Refracción

F.V.	SC	gl	CM	F	F.	Tabla	Significancia
					5%	1%	
Tratamiento	0	8	0	3,38	2,51	3.71	*
Factor V	0	2	0	0,18	3.35	6,01	NS
Factor M	0	2	0	5,99	3.35	6,01	*
Factor V*Factor M	0	4	0	3,66	2,93	4,58	*
Testigo vs todos	2,19	1	2.19	4,41	4,41	8,29	NS
Error	0	18	0				
Total	0	26					
Tukey	0,00893						

Simbología:

NS	No significativo
*	Significativo
**	Altamente significativo

Anexo. 4. Análisis de la Varianza para la variable Densidad .

Cuadro 4. Análisis de la Varianza para Densidad. FCP 2013

F.V.	SC	gl	CM	F	F. Tabla		Significancia
					5%	1%	
Tratamiento	0,01	8	0	16,47	2,51	3,71	**
Factor V	0	2	0	4,94	3,35	6,01	*
Factor M	0	2	0	34,56	3,35	6,01	**
Factor V*Factor M	0	4	0	13,19	2,93	4,58	**
Testigo vs todos	2,19	1	2,19	4,11	4,41	8,29	NS
Error	0	18	0				
Total	0,01	26					
Tukey	0,00926						

Simbología:

NS	No significativo
*	Significativo
**	Altamente significativo
V	Variedades
M	Métodos

Anexo. 5. Hoja de Calificación de las características sensoriales de los aceites de aguacates más el testigo (aceite de oliva).

Prueba Descriptiva de características no Estructurales y Aceptación

Nombre: _____ **Fecha:** _____

N° de Catador: _____

Producto: Aceite de Aguacate

INDICACIONES GENERALES

En frente de usted tiene 9 muestras de las cuales se recomienda que pruebe las veces que sea necesario, luego de cada muestra masticar un pedazo de pan y enjuagar la boca con agua para probar la siguiente muestra, para que pueda marcar apropiadamente en el cuadro que crea conveniente.

 Ligero Moderado Bastante Mucho

CODIGO: _____

1) OLOR

- Hierbas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Frutado (aguacate)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2) COLOR

- Verde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Amarillo verdoso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Marrón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3) APARIENCIA

- Turbio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Claro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

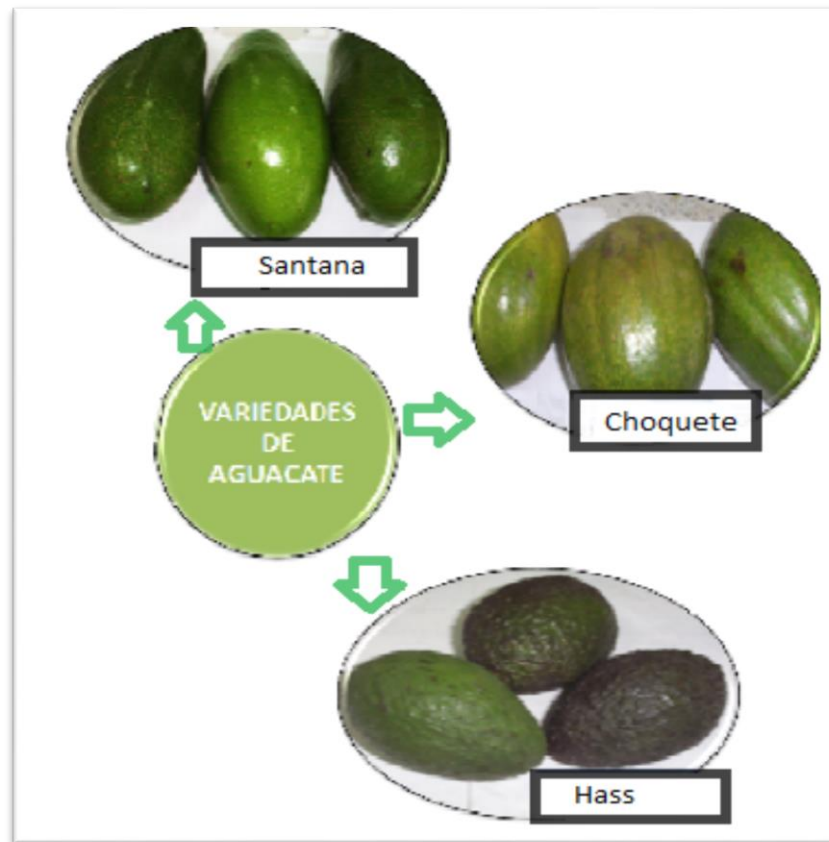
4) SABOR

- Aguacate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Dulce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Amargo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Rancio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5) TEXTURA

-Viscosidad

Anexo. 6. Fotos de las variedades de Aguacate utilizadas en la investigación.



Anexo. 7. Fotos del proceso de extracción de aceite por el método de Centrifuga.



Pesado



Despulpado



homogenizado



calentamiento



Llenado



centrifugado



llenado de aceite



medición del aceite

Anexo. 8. Fotos del proceso de extracción de aceite por el método de prensado



Pesado



despulpado



homogenizado



calentamiento



Pulpa seca



prensado



aceite de aguacate

Anexo. 9. Fotos del proceso de la obtención de aceite por el método de Soxhlet



Muestra seca de rodajas de aguacate



molido



extracción en soxhlet



Aceite con eter



aceites de aguacate extraídos por soxhlet

Anexo. 10. Fotos de los Análisis Físico-químicos



Aceites en la estufa Estufa, humedad



picnómetros en el desecador

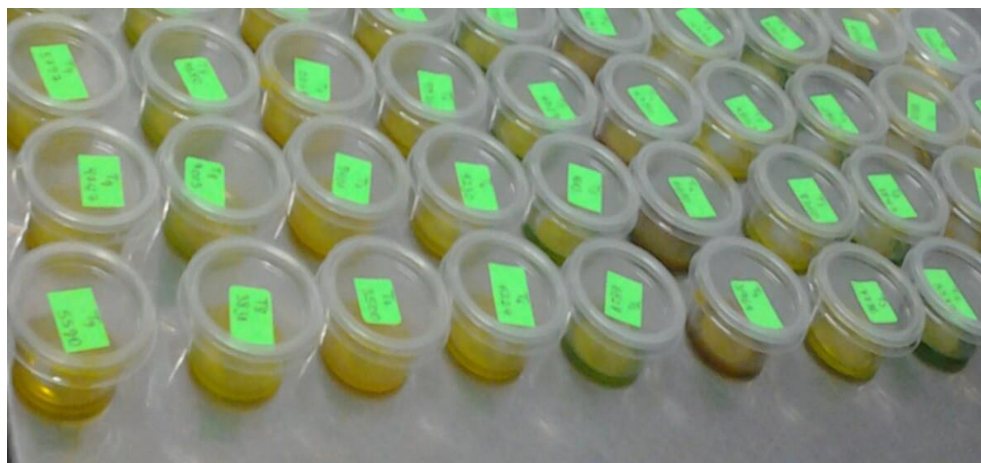
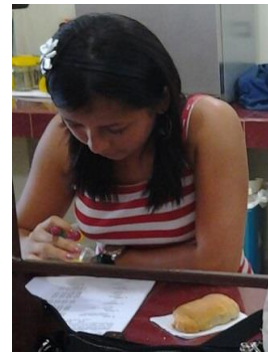


Densidad por picnometría



Refractómetro para medir índice de refracción

Anexo.11. Fotos del panel de degustación, análisis organolépticos.



Muestras de Aceites de Aguacate de tres Variedades

Anexo 12. Técnicas de Análisis para las variables: Humedad, Índice de Acidez, Índice de Refracción y Densidad en los aceites de Aguacate.

Determinación de Humedad

Se determinó con las técnicas de análisis del Laboratorio de Bromatología UTEQ.

Materiales y Equipos:

- Estufa
- Balanza Analítica sensible al 0.1 mg.
- Desecador provisto de silicagel u otro deshidratante.
- Crisoles de porcelana
- Pinzas
- Espátula

Procedimiento:

- Calentar el crisol de porcelana durante 30 min en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.
- Homogenizar la muestra y pesar 2 gr. con aproximación al 0.1 mg.
- Llevar a la estufa a 130° C por dos horas a 105° C por 2 horas.
- Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

Cálculo:

$$\%H = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100$$

W_0 = Peso de la muestra (g)

W_1 = Peso del crisol más la muestra después del secado

W_2 = Peso del crisol más la muestra antes del secado

Determinación de Índice de Acidez

Se determinó con las técnicas de análisis del Laboratorio de Bromatología UTEQ.

Materiales:

- Pipeta de 10 ml
- Bureta graduada
- Erlenmeyer de 100 ml
- Probeta de 100 ml
- Embudo de vidrio
- Tubo de ensayo

Reactivos:

- Muestra (aceite de aguacate y aceite de oliva)
- Solución valorada de hidróxido de sodio 0.1 N
- Mezcla etanol-eterélico 1:1, neutralizada con el álcali en presencia de fenolftaleína
- Indicador de fenolftaleína al 0.1%

Procedimiento:

- Poner en el matraz 5-10 g de grasa.
- Disolver en 50 ml de mezcla alcohol-éter. Agitamos para disolver la grasa
- Añadimos 5 ml de solución fenolftaleína y valoramos con la solución álcali.

Cálculos:

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{V \times N \times 56.1}{P}$$

V = vol. En ml de sol. de álcali utilizados (solución potasa)

N = normalidad de la sol. de KOH

P = peso en gramos de la muestra utilizada

56.1 = PM del ácido oleico.

Determinación de Índice de Refracción

Se determinó con las técnicas de análisis del Laboratorio de Bromatología UTEQ.

Equipos para análisis Índice de Refracción

- Refractómetro

Materiales:

- Algodón
- Varilla
- Vaso de Precipitación de 50 ml

Procedimiento:

- Poner una gota de la muestra sobre el prisma.
- Cubrir el prisma con la tapa (Realizarlo con mucho cuidado).
- Al cerrar, la muestra debe distribuirse sobre la superficie del prisma.
- Orientando el aparato hacia una fuente de luz, mirar con el ojo a través del campo visual.
- En el campo visual, se verá una transición de un campo claro a uno oscuro.
- Leer el número correspondiente en la escalera y procedemos a tomar la lectura directa del índice de refracción de los aceites de aguacate y del aceite de oliva. Luego abrir la tapa y limpiar la muestra del prisma con un pedazo de algodón humedecido con acetona.

Determinación de Densidad

Se determinó por medio de picnometría por el método de Gay-Lussac.

Equipos

- Balanza Analítica
- Estufa

Materiales:

- Picnómetro de 10 ml

Procedimiento:

- Se lava el picnómetro, se lleva a secar en la estufa a 100°C por 30 minutos
- Se lo lleva al deseador por 15 minutos una vez transcurrido el tiempo de secado.
- Se procede a tomar el peso del picnómetro vacío.
- Llenamos el picnómetro con la muestra (los aceites), taparlo cuidadosamente evitando la inclusión de burbujas de aire.
- Tomamos el peso del picnómetro lleno con la muestra.
- Luego procedemos a realizar los cálculos para saber la densidad de los aceites de aguacate.
- Todos estos procedimientos se le realizó a todos los tratamientos con sus respectivas réplicas y también al testigo.

Fórmula:

$$d = \frac{P_{pic. vc} - P_{pic con Act}}{10ml}$$

P pic. Vc = peso del picnómetro vacío

P pic. con Aceite = peso del picnómetro con aceite.