

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



**“COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y LA ESTABILIDAD
OXIDATIVA DEL ACEITE EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLAS
DE GUAYABA (*Psidium Guajava*) Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA
(*Annona Cherimola*) POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE”**

PRESENTADO POR:

Bach. JENIFFER LIZBET, MENACHO VILLALOBOS

Bach. GULIANA THEO, SAAVEDRA PEREZ

ASESOR:

Dra. LUZ MARÍA PAUCAR MENACHO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2020



**HOJA DE AVAL DE JURADO
EVALUADOR**

El presente trabajo de tesis titulado “**COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLAS DE GUAYABA (*Psidium Guajava*) Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA (*Annona Cherimola*) POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE**”, para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial, presentado por los bachilleres: **MENACHO VILLALOBOS JENIFFER LIZBET Y SAAVEDRA PEREZ GULIANA THEO**, teniendo como asesora a la Dra. Luz María Paucar Menacho, designada mediante la resolución decanal N° 433-2017-UNS-FI, ha sido revisado y aprobado el día 29 de Octubre del 2020 por el siguiente jurado evaluador, designados mediante resolución N° 126-2020-UNS-CFI.



Dr. Augusto Castillo Calderón
Presidente



Dra. Luz María Paucar Menacho
Secretaria



Ms. Williams Esteward Castillo Martínez
Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 9:00 a.m. del doce de noviembre del dos mil veinte se habilitó la plataforma virtual ZOOM con el enlace: <https://uns-edu-pe.zoom.us/j/84410517540?pwd=MGVBWU1DanF3OXlqUDIOSTYzZHMwdz09>, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 126-2020--UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Augusto Castillo Calderón** (Presidente)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Secretario)
- **Ms. Williams Esteward Castillo Martínez** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLAS DE GUAYABA (*Psidium Guajava*) Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA (*Annona Cherimola*) POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE”, elaborada por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **Menacho Villalobos Jeniffer Lizbet**
- **Saavedra Perez Guliana Theo**

Asimismo, tienen como Asesora a la docente: Dra. Luz María Paucar Menacho

Finalizada la sustentación, los Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Menacho Villalobos Jeniffer Lizbet	19	SOBRESALIENTE

Siendo las 10:15 a.m. del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 12 de Noviembre del 2020.

Dr. Augusto Castillo Calderón
 Presidente

Dra. Luz María Paucar Menacho
 Secretaria

Ms. Williams Esteward Castillo Martínez
 Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 9:00 a.m. del doce de noviembre del dos mil veinte se habilitó la plataforma virtual ZOOM con el enlace: <https://uns-edu-pe.zoom.us/j/84410517540?pwd=MGVBWU1DanF3OXIqUDlOSTYzZHMwdz09>, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 126-2020--UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Augusto Castillo Calderón** (Presidente)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Secretario)
- **Ms. Williams Esteward Castillo Martínez** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLAS DE GUAYABA (*Psidium Guajava*) Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA (*Annona Cherimola*) POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE”, elaborada por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **Menacho Villalobos Jeniffer Lizbet**
- **Saavedra Perez Guliana Theo**

Asimismo, tienen como Asesora a la docente: Dra. Luz María Paucar Menacho

Finalizada la sustentación, los Tesisistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Saavedra Perez Guliana Theo	19	SOBRESALIENTE

Siendo las 10:15 a.m. del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 12 de Noviembre del 2020.

Dr. Augusto Castillo Calderón
 Presidente

Dra. Luz María Paucar Menacho
 Secretaria

Ms. Williams Esteward Castillo Martínez
 Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jeniffer Menacho Villalobos
Título del ejercicio: informe de tesis
Título de la entrega: "COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA ...
Nombre del archivo: informe_de_tesis_final.docx
Tamaño del archivo: 12.98M
Total páginas: 198
Total de palabras: 35,553
Total de caracteres: 182,414
Fecha de entrega: 30-jun-2020 08:11p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1352017198

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



**"COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y LA ESTABILIDAD
OXIDATIVA DEL ACEITE EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLAS
DE GUAYABA (*Psidium Guajava*) Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA
(*Annona Cherimola*) POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE"**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
Bach. JENIFFER LIZBET MENACHO VILLALOBOS
Bach. GULIANA THEO SAAVEDRA PEREZ

ASESOR:
Dra. LUZMARÍA PAUCAR MENACHO

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ
2020

“COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLAS DE GUAYABA (*Psidium Guajava*) Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA (*Annona Cherimola*) POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	3%
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quién da la sabiduría, porque de él viene conocimiento y la inteligencia. Confío en Dios, quién es mi fortaleza y guía durante cada paso en este trayecto de mi vida.

A mis padres, Aide y Máximo, por su amor, apoyo total en todas las situaciones difíciles de mi vida, esto es suyo por su constante lucha y empuje por no dejarme caer, les doy gracias ya que ustedes son mi motor de cada día.

A mi hermana Yorka por su constante lucha y apoyo, de no me rendirme y seguir adelante, por creer siempre en mí e inculcarme el buen hábito de dar siempre lo mejor en cada paso de la vida.

A mis amigos por los momentos de enseñanzas compartidas durante mi vida universitaria.

Jeniffer Lizbet Menacho Villalobos

A Dios, mi padre celestial, por brindarme la sabiduría y la fortaleza de no doblegarme ante los obstáculos en el transcurso de mi camino, primando su inmenso amor y misericordia.

A mi madre, Felicia Perez Velasquez, por su fortaleza, motivación, por entregarme su amor, siendo mi mayor ejemplo de esfuerzo y valentía para alcanzar mis sueños. Se lo dedico con mi más sincero amor.

A mi esposo, Mario Irribarren Robles, por su amor incondicional, paciencia, apoyo moral, comprensión, por siempre confiar en mis habilidades e impulsarme a seguir superándome profesionalmente.

A mis hermanas Grecia y Jackelyn, por estar presentes en cada momento, enseñándome a sonreírle a la vida pese a las dificultades. Mi vida no podría ser igual sin ustedes, mis amigas de corazón.

Guliana Theo Saavedra Perez

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la fuerza de no rendirnos ante los obstáculos que surgieron durante el desarrollo de nuestra investigación y por permitirnos terminar satisfactoriamente nuestro informe de tesis.

A nuestros padres y a hermanas por habernos apoyado a culminar nuestra carrera universitaria y por habernos ayudado a seguir adelante frente a los obstáculos que se presentaron para poder cumplir con nuestros objetivos propuestos.

A nuestra asesora Dra. Luz María Paucar Menacho por brindarnos su apoyo y conocimientos, lo que nos permitió culminar con éxito el desarrollo del presente informe de tesis.

A nuestros educadores de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por habernos compartido sus conocimientos durante el transcurso de nuestra carrera universitaria, en especial al Ing. John Kelby Gonzales Capcha y Ing. Lenin Andrianov Palacios Ambrocio por su ayuda desinteresada durante el transcurso del desarrollo de nuestra tesis, de igual forma queremos agradecerle a Silvia Huaman por sus recomendaciones y gentileza en el servicio de consulta de tesis y préstamo de libros.

A nuestras amistades por compartir sus conocimientos y comentarnos sus experiencias, que fueron de ayuda para el desarrollo de nuestra tesis.

Los autores

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xxii
RESUMEN	xxiii
ABSTRACT	xxv
I. INTRODUCCIÓN	27
II. MARCO TEÓRICO	30
2.1. GUAYABA	30
2.1.1. TAXONOMÍA DE LA GUAYABA.	31
2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA GUAYABA.	32
2.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA GUAYABA.	33
2.1.4. VARIEDADES DE LA GUAYABA EN EL PERÚ.	34
2.1.5. APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE LA GUAYABA.	35
2.2. SEMILLAS DE GUAYABA	36
2.2.1. COMPOSICIÓN DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA.	37
2.2.2. USO DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA.	39
2.3. CHIRIMOYA	39
2.3.1. TAXONOMÍA DE LA CHIRIMOYA.	40
2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CHIRIMOYA.	41
2.3.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CHIRIMOYA.	42
2.3.4. VARIEDADES DE LA CHIRIMOYA EN EL PERÚ.	43
2.3.5. APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE LA CHIRIMOYA.	46
2.4. SEMILLAS DE CHIRIMOYA	47
2.4.1. COMPOSICIÓN DE LAS SEMILLAS DE CHIRIMOYA.	47
2.4.2. USO DE LAS SEMILLAS DE CHIRIMOYA.	48
2.5. GRASAS Y ACEITES	49

2.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES.	49
<i>a. Componentes mayoritarios.</i>	49
<i>b. Componentes minoritarios.</i>	51
<i>c. Compuestos fenólicos.</i>	52
<i>d. Compuestos volátiles.</i>	53
2.6. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN	53
2.6.1. EXTRACCIÓN EN FRÍO.....	53
<i>a. Expeller.</i>	54
2.6.2. EXTRACCIÓN EN CALIENTE.....	55
<i>a. Soxhlet.</i>	55
2.7. ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA	56
2.8. ACEITE DE SEMILLAS DE CHIRIMOYA	60
2.9. ANÁLISIS DE LOS ACEITES.....	61
2.9.1. DENSIDAD.....	61
2.9.2. ÍNDICE DE REFRACCIÓN.	61
2.9.3. ÍNDICE DE ACIDEZ.	62
2.9.4. ÍNDICE DE YODO.....	63
2.9.5. ÍNDICE DE PERÓXIDO.	63
2.9.6. ÍNDICE DE COLOR.....	64
2.9.7. ESTABILIDAD OXIDATIVA.....	65
<i>a. Relación entre el índice de estabilidad oxidativa (OSI) y la</i> <i>temperatura.</i>	66
<i>b. Relación entre el índice de Estabilidad Oxidativa (OSI) y la Energía</i> <i>de la Activación de oxidación.</i>	67
<i>c. Método Rancimat.</i>	68
2.9.8. CROMATOGRAFÍA DE GASES.....	70
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	72
3.1. MATERIALES.....	72
3.1.1. MATERIA PRIMA.....	72
3.1.2. EQUIPOS.....	72
3.1.3. REACTIVOS.....	75

3.1.4. MATERIALES DE VIDRIOS	75
3.1.5. OTROS MATERIALES.....	76
3.2. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	77
3.2.1. METODOLOGÍA.....	77
<i>a. Recepción de materia prima.</i>	78
<i>b. Pesado.</i>	78
<i>c. Limpieza.</i>	78
<i>d. Secado.</i>	78
<i>e. Pesado.</i>	78
<i>f. Molienda.</i>	78
<i>g. Extracción.</i>	78
<i>h. Centrifugación.</i>	79
<i>i. Almacenamiento.</i>	79
3.2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	80
3.2.3. DISEÑO ESTADÍSTICO.....	81
<i>a. Evaluación de los análisis proximales y fisicoquímicos</i>	81
<i>b. Evaluación de la estabilidad oxidativa.</i>	82
3.2.4. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.....	84
<i>a. Humedad.</i>	84
<i>b. Cenizas.</i>	84
<i>c. Grasas.</i>	84
<i>d. Proteínas.</i>	84
3.2.5. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.....	84
<i>a. Densidad.</i>	84
<i>b. Índice de refracción.</i>	85
<i>c. Índice de acidez.</i>	85
<i>d. Índice de yodo.</i>	85
<i>e. Índice de peróxido.</i>	85
<i>f. Índice de color.</i>	85

<i>g. Perfil de ácidos grasos.</i>	85
<i>h. Índice de estabilidad oxidativa.</i>	85
<i>i. Vida útil.</i>	85
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	86
4.1. SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA	86
4.1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.	86
4.1.2. CONTENIDO DE CENIZAS DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.	87
4.1.3. CONTENIDO DE GRASA DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.	89
4.1.4. CONTENIDO DE PROTEÍNAS DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.	90
4.1.5. COMPARACIÓN PROXIMAL ENTRE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.	91
4.2. EXTRACCIONES DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA	92
<i>a. Análisis de significancia para el rendimiento de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.</i>	94
4.3. ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA	96
4.3.1. DENSIDAD DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.	96
<i>a. Análisis de significancia para la densidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.</i>	99
4.3.2. ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.	101

<i>a. Análisis de significancia para el índice de refracción de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.</i>	104
4.3.3.ÍNDICE DE ACIDEZ DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.	106
<i>a. Análisis de significancia para el índice de acidez de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.</i>	108
4.3.4.ÍNDICE DE YODO DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.	110
<i>a. Análisis de significancia para el índice de yodo de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.</i>	114
4.3.5.ÍNDICE DE PERÓXIDO DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.	116
<i>a. Análisis de significancia para el índice de peróxido de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.</i>	119
4.3.6.ÍNDICE DE COLOR DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.	121
<i>a. Análisis de significancia para el índice de luminosidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.</i>	123
4.3.7.COMPARACIÓN FISICOQUÍMICA ENTRE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.	125

4.4. COMPARACIÓN DE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS ENTRE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.....	126
4.5. COMPARACIÓN DE ESTABILIDAD OXIDATIVA ENTRE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.....	131
<i>a. Análisis de significancia para índice de estabilidad oxidativa de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.....</i>	<i>135</i>
4.6. COMPARACIÓN DE VIDA ÚTIL ENTRE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.....	138
V. CONCLUSIONES.....	141
VI. RECOMENDACIONES.....	143
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144
VIII. ANEXOS.....	159
8.1. DATOS DEL PESO, DIÁMETRO Y LONGITUD DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.....	159
8.2. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.....	160
8.3. OBTENCIÓN DE LOS ACEITES DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO.....	165
8.4. OBTENCIÓN DE LOS ACEITES DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN CALIENTE.....	166
8.5. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR AMBOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.....	1678
8.6. ANÁLISIS DE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR AMBOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.....	178

8.7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD OXIDATIVA Y VIDA ÚTIL DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR AMBOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.....	184
--	------------

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Análisis bromatológico de la guayaba en 100 gr de pulpa.	33
Tabla 2: Composición proximal de las semillas de guayaba.	37
Tabla 3: Digestibilidad de la harina de semillas de guayaba.	38
Tabla 4: Composición nutricional de la chirimoya por 100g de pulpa.....	43
Tabla 5: Composición proximal de las semillas chirimoya por 100g de pulpa.....	48
Tabla 6: Ácidos grasos del aceite de las semillas de guayaba.	57
Tabla 7: Triglicéridos presentes en el aceite de semillas de guayaba a diferentes temperaturas.....	59
Tabla 8: Ácidos grasos saturados e insaturados de frutas y oleaginosas comunes.....	61
Tabla 9: Modelo estadístico de los análisis a los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	82
Tabla 10: Modelo del diseño experimental del análisis de estabilidad oxidativa de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	83
Tabla 11: Contenido de humedad de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.....	86
Tabla 12: Contenido de cenizas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.....	87
Tabla 13: Contenido de grasa de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.	89
Tabla 14: Contenido de proteínas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.....	90
Tabla 15: Comparación proximal de las semillas de guayaba y semillas chirimoya.....	91
Tabla 16: Rendimiento de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	92
Tabla 17: Análisis de varianza para el rendimiento de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.....	94
Tabla 18: Densidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	96
Tabla 19: Análisis de Varianza para la densidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	99
Tabla 20: Índice de refracción de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	101

Tabla 21: Análisis de varianza para el índice de refracción de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	104
Tabla 22: Índice de acidez de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	106
Tabla 23: Análisis de varianza para el índice de acidez de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	109
Tabla 24: Índice de yodo de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	110
Tabla 25: Análisis de varianza para el índice de yodo de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	114
Tabla 26: Índice de peróxido de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	116
Tabla 27: Análisis de varianza para el índice de peróxido de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	119
Tabla 28: Índice de color de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	121
Tabla 29: Análisis de varianza para el índice de luminosidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	123
Tabla 30: Comparación fisicoquímica de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	125
Tabla 31: Comparación de ácidos grasos de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	126
Tabla 32: Comparación de ácidos grasos de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	129
Tabla 33: Comparación de estabilidad oxidativa de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	131
Tabla 34: Análisis de varianza para la estabilidad oxidativa de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	136
Tabla 35: Regresión lineal A y B de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	138

Tabla 36: Comparación de tiempo de vida útil de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	139
Tabla 37: Peso, diámetro y longitud de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.	159
Tabla 38: Repeticiones de porcentaje de humedad de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.	160
Tabla 39: Repeticiones de porcentaje de cenizas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.	161
Tabla 40: Repeticiones de porcentaje de grasas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.	162
Tabla 41: Repeticiones de porcentaje de proteínas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.	164
Tabla 42: Repeticiones de rendimiento de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	167
Tabla 43: Prueba de Tukey para el rendimiento de extracción de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	167
Tabla 44: Repeticiones de densidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	168
Tabla 45: Prueba de Tukey para la densidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	169
Tabla 46: Repeticiones de índice de refracción de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	170
Tabla 47: Prueba de Tukey para la densidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.	170
Tabla 48: Repeticiones de índice de acidez de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	171
Tabla 49: Prueba de Tukey para el índice de acidez de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.....	172
Tabla 50: Repeticiones de índice de yodo de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	174

Tabla 51: Prueba de Tukey para el índice de yodo de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.....	174
Tabla 52: Repeticiones de índice de peróxido de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	176
Tabla 53: Prueba de Tukey para el índice de peróxido de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.....	176
Tabla 54: Repeticiones de índice de color de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	177
Tabla 55: Prueba de Tukey para el índice de luminosidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.....	178
Tabla 56: Repeticiones de perfil de ácidos grasos de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	181
Tabla 57: Repeticiones de índice de estabilidad oxidativa de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.	185
Tabla 58: Prueba de Tukey para la estabilidad oxidativa de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.....	189

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Guayaba (<i>Psidium Guajava L.</i>).....	31
Figura 2: Guayaba amarilla.....	34
Figura 3: Guayaba roja.	35
Figura 4: Semillas de guayaba.	37
Figura 5: Chirimoya (<i>Annona Cherimola</i>).....	40
Figura 6: Chirimoya Loevis.	44
Figura 7: Chirimoya Cumbe.	45
Figura 8: Chirimoya Criolla.....	45
Figura 9: Semillas de chirimoya.	47
Figura 10: Sólido de colores para el espacio.	65
Figura 11: Método Rancimat.	69
Figura 12: Esquema de un cromatógrafo de gases.	71
Figura 13: Diagrama de flujo para la obtención de aceite de semillas de guayaba (<i>Psidium Guajava</i>) y semillas de chirimoya (<i>Annona Cherimola</i>).....	77
Figura 14: Diagrama de flujo del proceso experimental de la extracción y análisis de los aceites de semillas de guayaba (<i>Psidium Guajava</i>) y semillas de chirimoya (<i>Annona Cherimola</i>).	80
Figura 15: Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de guayaba por extracción en frío a temperatura de 120 °C y flujo de aire de 25 L/h.....	133
Figura 16: Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de guayaba por extracción en caliente a temperatura de 120 °C y flujo de aire de 25 L/h.	134
Figura 17: Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de chirimoya por extracción en frío a temperatura de 120 °C y flujo de aire de 25 L/h.	134
Figura 18: Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de chirimoya por extracción en caliente a temperatura de 120 °C y flujo de aire de 25 L/h.	134

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a rendimiento.	95
Gráfico 2: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a densidad.	100
Gráfico 3: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de refracción.....	105
Gráfico 4: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de acidez.....	110
Gráfico 5: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de yodo.....	115
Gráfico 6: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de peróxido.....	120
Gráfico 7: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de luminosidad.	124
Gráfico 8: Ácidos grasos saturados e insaturados de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.....	129
Gráfico 9: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a estabilidad oxidativa.	137
Gráfico 10: Interacción entre los factores (temperatura y flujo) frente a estabilidad oxidativa.....	137

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo el determinar la diferencia significativa en las características fisicoquímicas y estabilidad oxidativa del aceite extraído de semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y semillas de chirimoya (*Annona Cherimola*) extraído en frío y caliente. Primero se realizó un análisis proximal a las muestras, para luego extraer el aceite de semillas de guayaba y de chirimoya por extracción en frío (expeller) y en caliente (soxhlet), se procedió a centrifugarlo, almacenarlo en una atmósfera de nitrógeno y de refrigeración. Se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial $2 \times 2 \times 3 \times 3 = 36$, donde el primer factor (2 niveles) correspondió al tipo de semillas, el segundo factor (2 niveles) correspondió al método de extracción, el tercer factor (3 niveles) correspondió a la temperatura y el cuarto factor (3 niveles) correspondió al flujo. Los resultados fueron evaluados mediante el ANOVA ($p < 0.05$) y Tukey con el fin de determinar la influencia del tipo de semillas y el método de extracción en las características fisicoquímicas así como la temperatura y el flujo en la determinación de la estabilidad oxidativa. Los valores obtenidos sobre las características fisicoquímicas indicaron que los aceites son significativamente diferentes con un nivel del 95% de confianza en el tipo de semillas y método de extracción. Los índices de acidez en mg de KOH/g TAG fueron de 0.6982, 3.2707, 0.5287 y 4.0952 para aceite de semillas de guayaba extraído en frío (ASGF), aceite de semillas de guayaba extraído en caliente (ASGC), aceite de semillas de chirimoya extraído en frío (ASCF) y aceite de semillas de chirimoya extraído en caliente (ASCC) respectivamente, los índices de yodo en g I₂/g fueron 127.5672, 120.0429, 88.4254 y 85.0257 para ASGF, ASGC, ASCF y ASCC respectivamente, los índices de peróxido en meqO₂/Kg fueron 8.7410, 11.8148, 3.3101 y 4.9067 para ASGF, ASGC, ASCF y ASCC

respectivamente. El tiempo de vida útil para ASG Y ASC fue de 44 y 142 días respectivamente.

Palabras claves: Aceite de semillas de guayaba, aceite de semillas de chirimoya, extracción en frío, extracción en caliente y estabilidad oxidativa.

ABSTRACT

This research aimed to determine the significant difference in the physicochemical characteristics and oxidative stability of the oil extracted from guava seeds (*Psidium Guajava*) and cherimoya seeds (*Annona Cherimola*) extracted in cold and hot. First, a proximal analysis was carried out on the samples, to then extract the oil from guava and cherimoya seeds by cold extraction (expeller) and hot extraction (soxhlet), it proceeded to centrifuge it, store it in a nitrogen atmosphere and refrigeration.

The Completely Random Design (DCA) was used with a factorial arrangement $2 \times 2 \times 3 \times 3 = 36$, where the first factor (2 levels) corresponded to the type of seeds, the second factor (2 levels) corresponded to the extraction method, the third factor (3 levels) corresponded to temperature and the fourth factor (3 levels) corresponded to flow. The results were evaluated by ANOVA ($p < 0.05$) and Tukey in order to determine the influence of the type of seeds and the extraction method on the physicochemical characteristics as well as the temperature and the flow in determining the oxidative stability. The values obtained on the physicochemical characteristics indicated that the oils are significantly different with a 95% confidence level in the type of seeds and extraction method. Acid numbers in mg KOH / g TAG were 0.6982, 3.2707, 0.5287 and 4.0952 for cold extracted guava seed oil (ASGF), hot extracted guava seed oil (ASGC), custard apple oil cold extracted (ASCF) and hot extracted cherimoya seed oil (ASCC) respectively, the iodine values in g I₂/g were 127.5672, 120.0429, 88.4254 and 85.0257 for ASGF, ASGC, ASCF and ASCC respectively, the indices of peroxide in meqO₂/Kg were 8.7410, 11.8148, 3.3101 and 4.9067 for ASGF, ASGC, ASCF and ASCC respectively. The shelf life for ASG and ASC was 44 and 142 days respectively.

The results were compared and showed a significant difference in oxidative stability and in the physicochemical analyzes for the benefit of ASGF and ASCF, being of better quality, but with a low yield of 9.3504 and 17.3683 % respectively, while ASGC and ASCC obtained a higher yield. 11.3950 and 21.0015 % respectively.

Keywords: Guava seed oil, cherimoya seed oil, cold extraction and hot extraction and oxidative stability.

I. INTRODUCCIÓN

La guayaba a pesar de no ser un cultivo de gran extensión en Perú, los sectores de productividad de la guayaba se sitúan en la serranía de las regiones de Ancash, Junín, Moquegua y Lima. Requiere un clima con altamente húmedo y seco (Indecopi, 2019, p. 4). Es un fruto importante con respecto a la elaboración de aquellos alimentos consumidos como mermeladas, néctares, y para productos de exportación, pues se trata de un producto altamente perecedero (CNP, 2014). Se considera a la guayaba de pulpa rosada como la preferida para procesos industriales, respecto a otras variedades de pulpa amarilla, debido a su contenido de azúcares y rendimiento en la obtención de productos.

En lo que se refiere a la chirimoya, la producción de esta fruta en el Perú llega a obtener 20000 tn por año aproximadamente, donde Lima genera el 36.3 % de la producción existentes en el Perú, las zonas en donde se producen esta deliciosa fruta es en la localidad de Huarochirí. En la actualidad se ingieren algunas producciones que emplean la chirimoya, debido a que esta fruta ya madura es comestibles y también se usan con el fin de elaborar jaleas, yogurt, helados, etc.

La guayaba y la chirimoya se encuentran en diversas presentaciones en el mercado, pero el problema con la transformación de estos frutos en las industrias es que solo la pulpa es aprovechada, generando un gran volumen de residuos en el proceso por el cual se genera una contaminación ambiental. Los residuos del despulpado de estos frutos, formados en su mayoría por semillas y algunos restos de cáscara, abarcan alrededor de un 15 % del peso de la fruta en la guayaba (Armijo, 2016), en cuanto a los residuos de la chirimoya abarca alrededor de un 38 % de peso de la fruta (Nonalaya y Marcañaupa, 2017, p. 36).

Últimamente ha sostenido apogeo la tendencia de que una mejor forma acerca de disponer de estos residuos es darles algún valor agregado, convirtiéndolos en materias primas para la obtención de otros productos.

De manera que, existe una alternativa de solución a esta problemática correspondería a la extracción del aceite de semillas de chirimoya pues son en gran medida oleaginosas, en otras palabras, se consigue producir aceite vegetal por medio de extracción por prensado al frío o caliente. Se conocer por investigaciones hechas últimamente, en base a estas semillas que son oleaginosas, que tienen ácidos grasos esenciales como el linolénico, linoleico, oleico, etc. Se ha encontrado que el porcentaje de aceite en semillas de guayaba es de 11.12 % en base seca (Arain *et al.*, 2017) y en las semillas de chirimoya es de 23.56 % en base seca (Nonalaya y Marcañaupa, 2017, p. 45), de manera que la producción y extracción de esta materia prima se alcanza a tener en consideración como una alternativa provechosa.

Entre los procesos tradicionales para la extracción de aceites se utiliza el prensado en frío, este se puede considerar como el método más amigable con el medio ambiente por su bajo costo (Grasso, 2013). Otro método para la producción de aceites a base de semillas es la extracción empleando disolventes comúnmente utilizados a nivel industrial como el hexano.

En la presente investigación se conocerá, por medio de la caracterización fisicoquímica de las semillas, esta información será muy útil y funcionará como un precedente bibliográfico en relación de investigaciones futuras y de esta manera favorecer a las poblaciones rurales y compañías agroindustriales que son pequeñas, aportándoles una posibilidad para la industrialización, utilizando un componente de desecho para las empresas alimentarias.

Por estas razones el presente estudio busca determinar la diferencia significativa en las características fisicoquímicas y estabilidad oxidativa del aceite extraído de semillas de

guayaba (*Psidium Guajava*) y semillas de chirimoya (*Annona Cherimola*) extraído en frío y caliente, siendo los objetivos específicos:

- Determinar el análisis proximal de las semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y semillas de chirimoya (*Annona Cherimola*).
- Extraer el aceite de semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y chirimoya (*Annona Cherimola*) a través del método en frío y caliente.
- Determinar las características fisicoquímicas del aceite de semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y chirimoya (*Annona Cherimola*).
- Determinar la estabilidad oxidativa a través del método de Rancimat del aceite de semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y chirimoya (*Annona Cherimola*).
- Estimar la vida útil de los aceites extraídos de semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y chirimoya (*Annona Cherimola*).

Teniendo como base la justificación expuesta se formuló el siguiente problema: ¿Existe diferencia significativa en las características fisicoquímicas y estabilidad oxidativa entre el aceite de semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y semillas de chirimoya (*Annona Cherimola*) por extracción en frío y caliente?. Se planteó como hipótesis: “Existe diferencia significativa entre las características fisicoquímicas y la estabilidad oxidativa obtenida por extracción en frío y caliente; siendo la extracción en frío el mejor método de obtención de aceite”.

Asumiendo como posibles limitantes la temporada de la guayaba y los pocos estudios de investigación del aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. GUAYABA

La guayaba (*Psidium Guajava*) está distribuida como uno de los frutos más conocidos en la mayor parte del mundo. La guayaba es una plantación originaria de América (Yam *et al.*, 2010). De acuerdo a Djipa citado por Pineda (2013) p. 3; En tumbas precolombinas de la cultura Chilca, Perú (5700 - 3000 a.C.) se hallaron semillas de guayaba conjuntamente con la de otras plantas cultivadas.

La guayaba es un fruto que se ha propagado grandemente en todas las zonas subtropicales y tropicales de la tierra. La producción de guayaba a nivel del mundo es de 1.2 millones de toneladas, Pakistán y la India proveen el 50 %, mientras que México contribuye el 25 % y lo restante lo proveen países como Sud África, Kenya, Cuba, Brasil, República Dominicana, Colombia, Egipto, Jamaica, Puerto Rico, Haití , Estados Unidos y Filipinas (Yam *et al.*, 2010).

Al respecto, Mata y Rodriguez citado por Pineda (2013) p. 3; el tiempo que acontece desde la emergencia de la flor hasta la maduración del fruto es de 5 a 6 meses, el cual depende del material genético y el clima.

Las semillas de guayaba cuentan con un gran potencial para la elaboración de aceites y pectinas. Hay gran solicitud en la industria de alimentos para bebés y el jugo de guayaba se utiliza mayormente en néctares y jugos (Yam *et al.*, 2010).

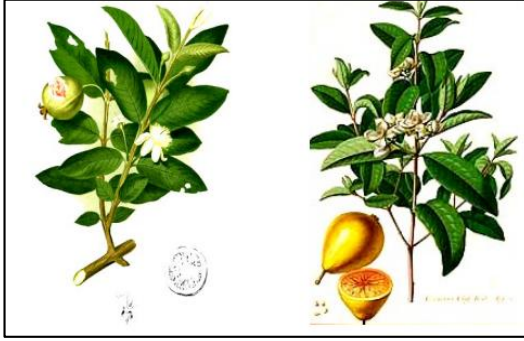


Figura 1: Guayaba (*Psidium Guajava L.*).

FUENTE: Indecopi, 2019, p. 6.

2.1.1. TAXONOMÍA DE LA GUAYABA.

Según Pineda (2013) p. 3 e Integrated Taxonomic Information System la clasificación taxonómica de la guayaba es la siguiente:

Reino: Vegetal

Sub Reino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Rosidae

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Género: Psidium

Especie: *Psidium guajava* L

Nombre científico: *Psidium guajava* L.

Nombre común: guava, guayabo (español), guayaba, goiaba, goiabeiro (portugués), goyavier (francés), lemon guava (inglés), banjiro (japonés).

2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA GUAYABA.

De acuerdo a Mohsenin citado por Yam *et al.* (2010); los parámetros empleados en la ingeniería para este producto dispone características físicas como: el tamaño, la forma, el área superficial, la densidad, el volumen, el color y la apariencia. La guayaba cuenta con alto contenido de semillas.

Según Gómez *et al.* citado por Indecopi (2019) p. 3; el árbol de guayabo tiene una altura que va desde 3 m a 10 m, este árbol logra su crecimiento a partir del nivel del mar hasta los 2000 msnm, donde presenta humedad relativa entre 36 y 96 % y temperaturas entre 16 y 34 °C.

Las características para la guayaba, son las siguientes:

- **Forma:** La guayaba es un fruto con apariencia ovalada, algo achatados en el ápice y pedúnculo, es carnoso, su epicarpio es liso, de color verde pálido, de consistencia jugosa, densamente punteado y brillante (Calderón y Moreno, 2009, p. 5)
- **Tamaño y peso:** Según Ochse *et al.* citado por Pineda (2013) p. 3; la variedad influye en estas características, contando con un diámetro que oscila de 4 a 8 cm, pH de 4,1 - 5,4 y un peso entre 50 a 450 gramos.
- **Color:** Es un fruto amarillo y la pulpa de color blanco, crema o rosa. Su cáscara exterior fina de color amarillo.
- **Sabor:** El fruto maduro emite un aroma dulce y tiene un delicioso sabor agrídulce, pero en una etapa consecutiva produce un olor penetrante.

2.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA GUAYABA.

Las variaciones químicas y físicos suceden en la etapa de la maduración y desarrollo del fruto del guayabo. El incremento de glucosa y el peso máximo se da entre la décima y doceava semana (Pineda, 2013, p. 5).

Por la composición nutricional que tiene la guayaba se considera como una magnífica fuente de vitamina C, pues abarca de 200 a 400 mg.100-1 de fruto fresco, asimismo contiene vitaminas B1 y B2, así como minerales esenciales, tal es el caso de: K, Mg, Fe, P y Ca (Calderón y Moreno, 2009, p. 10).

El aporte nutricional de la guayaba se muestra a continuación:

Tabla 1: Análisis bromatológico de la guayaba en 100 gr de pulpa.

Componentes	Contenido
Agua	77 %
Proteínas	0.95 %
Grasa	0.45 %
Fibras	8.15 %
Carbohidratos	2.85 %
Azúcares	8.85 %
Vitamina A	200 IU
Vitamina C	300 IU
Vitamina B3	40 IU
Taninos	0.95 %
Coefficiente de digestibilidad	90 %
Calcio	18.0 mg
Hierro	0.9 mg
Ácido ascórbico	160.0 mg
Cenizas	0.95 %

FUENTE: Pineda, 2013, p. 8.

De acuerdo a Chen citado por Pineda (2013) p. 6; al respecto de sus constituyentes volátiles, son aromadendreno y β -cariofileno los que se encuentran en mayor proporción, aunque pudiera haber diferencias

cuantitativas dependiendo del lugar de origen. Asimismo la guayaba se considera, gracias al contenido total de fenoles, vitamina C proantocianidinas, flavonoides, por presentar una capacidad antioxidante superior.

2.1.4. VARIETADES DE LA GUAYABA EN EL PERÚ.

Entre las variedades de guayaba que existen en el mundo, las más comercializadas en el Perú se definen por el color del fruto.

- **Guayaba Amarilla:** El fruto del guayabo de carne amarilla no son muy comerciales en el Perú, pero existen variedades en California como la "hart" y la "weber", estas presentan un color amarillo pálido en la parte interna, sabor dulce, de tamaño medio y posee un olor característico. En India, el fruto del guayabo que tiene carne amarilla controlan el mercado (Padilla *et al.*, 2016, p. 14).



Figura 2: Guayaba amarilla.

FUENTE: Padilla *et al.*, 2016, p. 14.

- **Guayaba Roja:** La variedad de guayaba roja, adjudica a los insectos irritantes un espacio perfecto donde puede reproducirse. Este fruto puede conocerse por su pulpa de color rosa pálido y en la parte exterior

de color amarillo brillante, no es ácida ni muy dulce, su pulpa es muy deliciosa. Muchas de estas guayabas suelen estar colmadas de semillas (Padilla *et al.*, 2016, p. 16).



Figura 3: *Guayaba roja.*

FUENTE: Padilla *et al.*, 2016, p. 16.

2.1.5. APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE LA GUAYABA.

La semilla de la guayaba junto con la cáscara se desecha en el proceso industrial a gran nivel, incrementando la contaminación ambiental. En el Perú se toma las hojas de la guayaba y los capullos de flores del mismo fruto en forma de infusión, para enfermedades como: problemas del corazón, estreñimiento, tos, problemas digestivos, conjuntivitis, flujo vaginal, hemorragias, gastritis, flujo vaginal y problemas pulmonares (Indecopi, 2019, p. 8).

En los últimos estudios sus frutos y hojas se han usado en el ámbito de la medicina tradicional y natural en el terapia de la disenterías, diarreas. Y gastroenteritis (Vilchey y Albany, 2014).

Las semillas de guayaba presentan potencial para la elaboración de pectinas y aceites. La capacidad industrial deriva de sus aptitudes para puré, pulpas,

polvo para fortalecer como néctar, mermeladas y jaleas. El jugo de guayaba usualmente se consume en néctares y jugos, además de existir demanda en la industria de alimentos para bebés. (Yam *et al.*, 2010)

2.2. SEMILLAS DE GUAYABA

Conforme a Mata y Rodriguez citado por Pineda (2013) p. 5; a las semillas de guayaba son cuantiosas en el fruto, duro, cuentan con formas esférica de 3 mm - 5 mm, envueltas por su carne amarillenta o rosada. Las semillas permanecen aceptables durante varios meses, cuando estas se encuentran resacas y son acopiadas a temperaturas muy bajas. El tipo de semilla es ortodoxa.

Asiduamente, las semillas de la guayaba son desechadas, pues estas cuestan mucho masticar y son muy duras, estas obstruyen la preparación que se haga con esta fruta.

De acuerdo a Bernardino *et al.* citado por Silva *et al.* (2017); las semillas abarcan el 12 % de peso total de la guayaba y generalmente se desechan; no obstante, este fruto posee proteína cruda de 9.7 %, un elevado valor nutricional y tiene mayor digestibilidad que la dada por la soya, el cual alcanza ser usado como alimento de rumiantes.

Existen 316 semillas de guayabas en estado verde, existen 306 semillas de guayaba en estado maduro y 292 semillas de guayaba en estado post maduro; por lo que no se hallan diferencias estadísticas ($p < 0.01$), esto indicaría que no se ve perjudicado el estado de maduración por la cantidad de semillas presentes en la guayaba, sin embargo si se presenta una reducción en la cantidad de las mismas.

En cuanto al peso de las semillas es de 5.1 g en etapa de maduración verde, el cual es mayor con respecto al estado post maduro que es 3.8 g. (Silva *et al.*, 2017).



Figura 4: Semillas de guayaba.

FUENTE: DHgate.com, 2004.

2.2.1. COMPOSICIÓN DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA.

La guayaba posee importantes compuestos en su fruto. Mediante la madurez, la zona de cultivo, la variedad y las condiciones de almacenamiento influyen en el cambio de la composición química de las semillas. La composición proximal se puede visualizar en la tabla de abajo (Silva *et al.*, 2017):

Tabla 2: Composición proximal de las semillas de guayaba.

Composición proximal	(%) (*)
% Cenizas	1.096 ± 0.01
% Extracto etéreo	40.57 ± 4.69
% Proteína	8.788 ± 0.04
% Fibra cruda	46.960 ± 4.20
A partir de % FC (% FDN)	22.053 ± 0.07
A partir de % FC (% FDA)	0.00

(*)Media de tres repeticiones ± desviación estándar.

FUENTE: Silva *et al.*, 2017.

En donde el termino FC representa a la fibra cruda, FDN se refiere a la fibra detergente neutro, y el FDA que es la fibra detergente ácida.

La proporción de fibra cruda de la harina de semillas, es casi el doble de la proporción del germinado de guayaba, este valor bajo se debe a la separación de la testa que rodea el embrión una vez germinado y establece el elemento primario de la pared vegetal. La harina de semillas de guayaba no solamente tiene una excelente cantidad de fibra, sino también se le considera como antioxidante, por a la cantidad de polifenoles extraíbles los cuales están relacionados a la matriz de los elementos de la fibra de la guayaba (Silva *et al.*, 2017).

Según Silva *et al.* (2017), la concentración de AGV (ácido propiónico, ácido acético y ácido butírico), el pH y el porcentaje de materia seca de harina de guayaba se manifiesta en la tabla siguiente:

Tabla 3: Digestibilidad de la harina de semillas de guayaba.

Digestibilidad	(%) (*)
Ácido acético (mmol/L)	21.58 ± 2.12
Ácido propiónico (mmol/L)	7.94 ± 0.14
Ácido butírico (mmol/L)	44.90 ± 1.41
% Materia seca	39.92 ± 1.34
pH	7.2 ± 0.28

(*)Media de tres repeticiones ± desviación estándar.

FUENTE: Silva *et al.*, 2017.

2.2.2. USO DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA.

Las semillas de guayaba tienen un alto contenido de vitamina C, logrando incluso sobrepasar a frutas ácidas como la naranja y otras. (Indecopi, 2019, p. 5).

La ausencia de consumir la vitamina C logra apoyar al escorbuto, el singular tratamiento reconocido en relación de ese padecimiento mortal es ingerir de forma regular la vitamina C.

Generalmente es conocida porque la usan para sembrar nuevas plantaciones de guayaba, pero también se puede utilizar en otras formas que le dan mayor un valor agregado:

- La harina de semillas como fuente de extracto etéreo y FDN, se puede utilizar como adición en un alimento, se pudiera proponer un alimento “ideal” para los rumiantes y elevar los AGV generados. (Silva *et al.*, 2017).
- Las semillas tostadas que son maduras se usan como tratamiento para las etapas graves de resfrío, de tos y congestión nasal.

2.3. CHIRIMOYA

La chirimoya (*Annona Cherimola*), se desarrolla en zonas subtropicales y es originario de un árbol de los andes del norte de Sudamérica (Flores, 2013, p. 5).

La chirimoya pertenece al género *Annona*, que proviene del latín “producción anual”, en su mayoría de las 120 especies de arbustos y árboles, son nativos de América tropical. Es una fruta nativa que se cultiva en climas subtropicales,

usualmente en los valles interandinos semiáridos. A nivel mundial se considera a la chirimoya como una de las frutas más deliciosas (García *et al.*, 2010, p. 7).

En el Perú existen 19 regiones productoras de chirimoya. Las regiones productoras principales son: Lima (36,3 %), Cajamarca (25,9 %), Piura (8,9 %), Junín (4,8 %) y Apurímac (4,7 %). La zona de mayor producción en Lima es en el Valle de San Mateo que se encuentra ubicado en la provincia de Huarochirí (Flores, 2013, p. 5).

La chirimoya es una fruta que se identifica por sus cualidades organolépticas (textura, sabor y aroma) y sus propiedades nutritivas vinculadas con la contribución de hierro y vitaminas que la hacen meritoria de un lugar preferencial en el mercado nacional e internacional (Cruz, 2015, p. 9).



Figura 5: Chirimoya (Annona Cherimola).

FUENTE: Antonio, 2018.

2.3.1. TAXONOMÍA DE LA CHIRIMOYA.

De acuerdo a la clasificación taxonomía de la chirimoya se ubica de la siguiente manera (Castro, 2007, p. 7):

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub Clase: Magnoliidae

Orden: Magnoliales

Familia: Annonaceae

Género: Annona

Especie: Cherimola

2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CHIRIMOYA.

La chirimoya tiene la forma como una baya acorazonada no muy definida, su cáscara es de color verde y al madurar es ligeramente amarilla, su pulpa es cremosa y blanca, sus semillas son de color negro (Palomino, 2013, p. 10).

Según la variedad, el pericarpio es de diferente grosor y por ello, el peso del fruto de la chirimoya es entre 150 y 2000 gr. La cáscara de la fruta tiene un color variante de verde claro a verde oscuro, y en algunos casos presenta unos ligeros tintes purpúreos o bronceados. La parte comestible del fruto va de un color crema a blanco. Descrito por algunos, el sabor es como una mezcla del sabor de un plátano y una piña por ser ligeramente ácido y delicado según Castañeda citado por Farfán (2018) p. 4.

Van Damme *et al.* citado por Cruz (2015) define al fruto de la chirimoya como un conjunto carnosos (sincarpo) de forma primitiva con los carpelos dispuestos en espiral que se unen después de la fructificación. Cada fruto contiene una semilla dura en forma de judía y de color negro. El fruto es en forma de corazón o cónico, con un peso promedio entre 250 a 800 gr, alcanza a un máximo de 15 cm de anchura, entre 10 y 25 cm de longitud.

Cuando el fruto alcanza la madurez toma un color cremoso o verde pálido; se le considera que está muy maduro porque la piel del fruto obtiene un color negro o marrón oscuro. La piel, gruesa o delgada, puede ser suave, con marcas que se parecen a huellas dactilares.

Según Ibar citado por Farfán (2018) p. 4; el fruto contiene semillas de forma aplastada y alargada, que su color varía de negro a marrón. Su cantidad de semillas es variable, en las variedades de buena calidad es en una proporción de 1 por cada 10 carpelos y en las variedades de menor calidad es de 1 por cada 6 carpelos.

2.3.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CHIRIMOYA.

Según Guevara citado por Farfán (2018) p. 10; señala que la chirimoya contiene una gran fuente de calcio, fósforo, hierro, glucosa, hidratos de carbono y vitamina C. Presenta un alto valor nutritivo que se debe al elevado contenido de proteínas y de azúcares (fructosa y glucosa), superior al de otras muchas frutas.

La chirimoya es apreciada como uno de los frutos más sabrosos, se caracteriza por ser una buena fuente de calcio, vitaminas B1, B2, B3, fósforo y hierro; y las semillas trituradas se pueden emplear como bioinsecticidas (Bioversity International y CHERLA, 2008, p. 3)

Se indica que por cada 100 gr de parte comestible cruda de la chirimoya, su composición nutricional es la siguiente (Pamplona, 2004, p. 64):

Tabla 4: Composición nutricional de la chirimoya por 100g de pulpa.

Valor nutricional (100 g)	
Componentes	Contenido
Agua	75.7 g
Energía	94.0 kcal
Proteínas	1.30 g
Carbohidratos	21.6 g
Fibra	2.40 g
Vitamina A	1.00 ug ER
Vitamina B1	0.100 mg
Vitamina B2	0.110 mg
Niacina	1.30 mg EN
Vitamina B6	0.200 mg EN
Folatos	14.0 ug
Vitamina C	9.00 mg
Calcio	23.0 mg
Fósforo	40.0 mg
Hierro	0.500 mg
Grasa total	0.400 g
Grasa saturada	-
Colesterol	-
Sodio	5.00 mg

FUENTE: Pamplona, 2004.

2.3.4. VARIEDADES DE LA CHIRIMOYA EN EL PERÚ.

Según Flores (2013), señala que existen grupos varietales o cinco formas botánicas:

- **Loevis:** En este grupo los frutos son caracterizados por tener su piel lisa, fundida en los bordes de los carpelos y poco aparente.



Figura 6: Chirimoya Loevis.

FUENTE: Flores, 2013.

- **Impresa:** En la piel de los frutos muestran depresiones suaves, asimilando placas que causan figuras en realce.
- **Umbonata:** Frutos que presentan numerosos carpelos, piel gruesa reculada y protuberancias aguzadas y pequeñas.
- **Tuberculata:** Frutos con protuberancias y con cubierta fuerte, al inicio se encuentran marcadas pero luego se atenúan al madurar.
- **Mammillata:** Presentan una piel fuerte y muy marcadas protuberancias carpelares, que durante el crecimiento del fruto se muestran más notorias que en la madurez.

Flores (2003), menciona a las variedades de la chirimoya más comerciales:

- **Cumbe:** Es procedente de Huarochiri, en el distrito de San Mateo de Otao. Es una fruta redondeada de color verde claro y de forma acorazonada, que presenta hoyos que son asimilares a las escamas de un reptil o huellas digitales.



Figura 7: Chirimoya Cumbe.

FUENTE: Flores, 2013.

- **Yampa:** Se origina en el departamento de Cajamarca que se encuentra en la localidad de San Pablo, elevada productividad con frutos uniformes y grandes de color verde oscuros, y es muy precoz. Al transporte es resistente, adecuada para su consumo en fresco y de forma lisa.
- **Criolla:** Originan frutos medianos uniforme y con protuberancias abundantes, de color verde oscuro con forma ovalada presentando en ciertas partes con un ligero tono negruzco, es precoz y es muy dispuesto al ataque de la mosca de fruta.



Figura 8: Chirimoya Criolla.

FUENTE: Flores, 2013.

A nivel comercial las dos variedades principales son la Cumbe y la Criolla. Uno de los lugares que ha sobresalido en calidad referente al cultivo de estas variedades, principalmente la Cumbe, que se encuentra ubicado en la provincia de Huarochirí, Lima. También se cultiva en otros lugares del Perú, como Ayacucho, Huánuco, Cajamarca, Amazonas y La Libertad; según Noratto citado por Farfán (2018) p. 6.

2.3.5. APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE LA CHIRIMOYA.

De acuerdo a Sylba citado por Sucapuca (2013) p. 13, la agroindustria en el actual mercado es una buena opción para la elaboración de productos en base a pulpa de chirimoya, manjar, helado, yogurt, licor, vino, mermelada, jugos y otros productos. Algunos de los países como Perú, Chile, Bolivia están entrando en este mercado.

El problema que se genera al realizar la transformación de la chirimoya es el alto porcentaje de desperdicios que se genera al realizar el proceso, es decir los subproductos como la cáscara y las semillas.

Por otro lado García *et al.* (2008), indican que la chirimoya ha sido utilizada con fines terapéuticos desde tiempos prehispánicos. Otros usos son como antiparasitario empleando las semillas molidas, para tratar el cáncer y enfermedades de la piel son las infusiones de corteza y hojas, también de su capacidad plaguicida.

2.4. SEMILLAS DE CHIRIMOYA

Según Ibar citado por Farfán (2018) p. 4; la chirimoya tiene semillas de forma aplastada y alargada, su color varía de negro a marrón. Su cantidad de semillas es variable, en las variedades de buena calidad es en una proporción de 1 por cada 10 carpelos y en las variedades de menor calidad es de 1 por cada 6 carpelos.

Por otro lado Napoleón (2004) p. 36, indica que la forma de las semillas son cilíndrica alargada, aproximadamente 1 cm de grosor, una longitud entre 1.5 y 2.5 cm.



Figura 9: Semillas de chirimoya.

FUENTE: López, 2015.

2.4.1. COMPOSICIÓN DE LAS SEMILLAS DE CHIRIMOYA.

Se puede observar un bajo contenido de agua en la tabla 5, que beneficia el proceso de extracción de aceite, por lo que a la mayoría de las semillas oleaginosas tiene que contener un valor aproximado de 8 % humedad para su extracción y conservación.

Se observa que el componente con mayor valor porcentual es la fibra con un valor de 34,262 %, este valor se fundamenta, ya que las semillas de chirimoya se encuentran envueltas por una capa celulósica que aumenta su

contenido de fibra, seguido de los carbohidratos con 25.372 % y 23.564 % de grasas en las semillas de chirimoya (Nonalaya y Marcañaupa, 2017).

Tabla 5: Composición proximal de las semillas chirimoya por 100g de pulpa.

Componente	Contenido en base seca
Humedad	-
Ceniza	2.024 g
Proteína	14.778 g
Grasas	23.564 g
Fibra	34.262 g
Carbohidratos	25.372 g

FUENTE: Nonalaya y Marcañaupa, 2017.

2.4.2. USO DE LAS SEMILLAS DE CHIRIMOYA.

Comúnmente las semillas de chirimoya son empleadas para nuevas plantaciones, pero también son empleadas en otras formas como el moler las semillas para ser utilizadas medicinalmente en zonas rurales (el molido de las semillas se mezcla con grasa como tratamiento para los trastornos parasitarios de la piel y el molido de 1 o 2 semillas al mezclarlas con leche o agua como un potente catártico y emético).

Se realizó un estudio con el cual se logró demostrar que el extracto de semillas de chirimoya tienen una actividad antitumoral efectiva contra las neoplasias, específicamente de mama, leucemia mieloide crónica y cuello uterino, comparado a medicamentos anticancerígenos con el 5-fluorouracilo y cisplatino, con la ventaja de que el daño es mucho menor a las células normales; dicho estudio lleva por título Efecto citotóxico del extracto

etanólico de las semillas de *Annona cherimola* en cultivos de cáncer de cuello uterino, mama y leucemia mieloide crónica.

2.5. GRASAS Y ACEITES

Los aceites y grasas son sustancias de origen vegetal o animal, que son esteres llamados triglicéridos, constituidos por una molécula de glicerol y tres moléculas de ácidos grasos. A temperatura ambiente, éstos pueden ser líquidos que se les conoce como aceites o sólidos que se les conoce como grasas, y por grano aportan de energía más del doble que los carbohidratos y las proteínas (Trevejo y Maury, 2002, p. 3).

Todos los frutos y semillas contienen aceite, pero sólo los oleaginosos se aprovechan para la elaboración industrial de aceite. Los aceites vegetales referente a su composición química en la mayoría de los casos corresponde a una mezcla de triglicéridos 95 %, ácidos grasos libres 5 %, ceras, de esteroides y otros componentes minoritarios (Rodríguez, 2010, p. 13).

2.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES.

Los aceites y grasas se clasifican en componentes mayoritarios, componentes minoritarios, componentes fenólicos y componentes volátiles. Dentro de los principales se hallan los acilglicerol, los sobrantes lograrían unirse en el segundo grupo (Graciani, 2006, p. 11).

a. Componentes mayoritarios.

Los acilglicéridos o acilglicerol son ésteres de ácidos grasos con glicerol, una molécula de glicerol (glicerina) logra reaccionar hasta con

tres moléculas de ácidos grasos. Referente al número de los ácidos grasos que se logren unir a la molécula de glicerina, existen tres tipos de acilgliceroles (Navas citado por Alberca y Huanca, 2015, p. 35):

- **Monoacilglicéridos:** Su composición lo conforma un glicérido unido covalentemente a una cadena de ácidos grasos por medio de un enlace éster.
- **Diacilglicéridos:** Está conformado por una molécula de glicerol (glicerina) esterificada con dos ácidos grasos.
- **Triacilglicéridos:** Se les conoce también como triglicéridos, pues la glicerina se encuentra junto a tres ácidos grasos. Grasas neutras es como se le denomina. La reserva energética es su primordial función. Existe una gran diversidad de ácidos grasos, por efecto, de triglicéridos.
- **Ácidos grasos:** Están conformados por los más importantes componentes de las grasas y los aceites; su clasificación es (Graciani, 2006, p. 32):

Ácidos grasos saturados: “Se encuentran en las grasas de los animales, aceites vegetales de coco, palma, cacao, entre otros. Éstos ácidos pueden agruparse de la manera siguiente” (Navas citado por Alberca y Huanca, 2015, p. 37):

Ácidos grasos de cadena corta:

- Ácido butírico (ácido butanoico)

- Ácido isobutírico (ácido 2-metilpropiónico)
- Ácido cidovalérico (ácido pentanoico)
- Ácido isovalérico (ácido 3-metilbutanoico)

Ácidos grasos de cadena larga:

- Ácido mirístico, 14:0 (ácido tetradecanoico)
- Ácido palmítico, 16:0 (ácido hexadecanoico)
- Ácido esteárico, 18:0 (ácido octadecanoico)

Ácidos grasos monoinsaturados: Un ejemplo claro es el ácidooleico, donde está presente en la mayoría de las grasas naturales, que usualmente son llamados omega 9; según Navas citado por Alberca y Huanca, 2015, p. 38.

Ácidos grasos poliinsaturados: Por considerarse insaturados, son aptos de asegurar aumento de hidrógeno. “Ejemplos de estos ácidos son los ácidos octadecanoicos como el ácido linolénico y ácido linoleico” (Navas citado por Alberca y Huanca, 2015, p. 38).

b. Componentes minoritarios.

Según Fernández *et al.* citado por Alberca y Huanca (2015) p. 39, una serie de componentes minoritarios son conservados en el aceite virgen, que es de gran beneficio para la salud.

- **Isoprenoides Mixtos:** Se encuentran formados por tocoferoles procedentes de vitamina E, se les considera como antioxidantes naturales que son solubles en lípidos que sean originados sólo por

plantas; según Sayago *et al.* citado por Alberca y Huanca (2015) p.40.

- **Esteroles:** De este grupo los más importantes miembros son los fitoestanoles y fitoesteroles, su estructura se asimila al colesterol del origen animal. Los fitoesteroles se encuentran presentes en las semillas, tallos, hojas y frutos de casi todos los conocidos vegetales, también se hallan en el aceite de germen de maíz, nueces, trigo, soja, girasol y otros; según Navas citado por Alberca y Huanca (2015) p. 42.
- **Terpenos:** “Son moléculas lineales constituidas de unidades poliméricas de isopreno que contiene propiedades antioxidantes que resguardan compuestos celulares y lípidos del ataque de agentes oxidantes como radicales libres de superóxido, grupos hidróxilo reactivos y oxígeno” (Drago *et al.*, 2006).

c. Compuestos fenólicos.

Según Mattila *et al.* citado por Alberca y Huanca (2015) p. 42; como antioxidantes naturales están los polifenoles que contienen flavonoides y fenoles ácidos. En términos generales los fenoles ácidos determinan poseer un central aromático anillo como otros derivados del ácido cinámico.

Son sustancias de origen vegetal los polifenoles, por lo que se encuentran en aceite virgen de oliva y otras semillas. Según la estructura

química concede características antioxidantes extraordinarias; según Valente *et al.* citado por Alberca y Huanca (2015) p. 43.

d. *Compuestos volátiles.*

Según Navas citado por Alberca y Huanca (2015) p. 43; en los aceites vegetales el aroma y flavor son formados por una cadena de compuestos volátiles que demuestran tener una masa molecular respectivamente baja.

En aceites vírgenes de semillas se encuentran compuestos hidrocarburos terpénicos, orgánicos insaturados, saturados y aromáticos, además aldehidos, éteres, esteres y alcoholes; según Cert *et al.* citado por Alberca y Huanca (2015) p. 43.

Según Navas citado por Alberca y Huanca (2015) p. 44; el desarrollo en componentes volátiles se encuentra beneficiado por calidad de la materia prima y la actividad enzimática, por ende es preciso proseguir con cuidado durante y posteriormente de la cosecha de semillas oleaginosas y frutos.

2.6. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

2.6.1. EXTRACCIÓN EN FRÍO.

El aceite extraído en frío es en realidad prensado por medio de un expulsor con una temperatura controlada por debajo de los 48 °C (Alzamora, 2012).

Según Garcés (2009); el aceite que es prensado en frío conserva sus propiedades biológicas, que poseía cuando se hallaba en su forma inicial que

puede ser el fruto o la semilla. Antiguamente sólo se obtenían los aceites por prensado en frío y por ello, fueron muy considerados en las aplicaciones medicinales y la alimentación. Desde de la revolución industrial empezaron a emplear métodos de extracción más sofisticados, consistía en calentar con solvente (derivados del petróleo) las semillas y lavarlas, logrando un rendimiento alto.

Por otro lado Huertas (2010) p. 248; indica que la extracción en frío es el método que brinda un aceite de mejor calidad y un color más claro, sobre todo el aceite obtenido en la primera extracción, primordialmente porque contiene menor cantidad de mucílagos, extrañas sustancias y otros sólidos elementos que ayudan la acidificación y al amarilleo del aceite.

La obtención de aceite por prensado en frío no determina ser refinado de la misma forma que el aceite obtenido por prensado en caliente; por lo cual sufre una pérdida menor de fitosteroles y vitaminas; por efecto en sustancias activas resulta rico. Por ello los aceites que son adquiridos en prensado en frío, desde el punto de vista dietoterápico son los más recomendables (Rojas, 2014).

a. *Expeller.*

El aceite que es obtenido por medio del expeller presenta una cantidad mayor de impurezas que el aceite obtenido por una prensa hidráulica. El expeller tiene ventajas sobre la prensa hidráulica, con la obtención de un mayor rendimiento por pasada, un proceso en continuidad y no es necesario estar cuidando su manejo (CIT, 1994, p. 94).

2.6.2. EXTRACCIÓN EN CALIENTE.

El aceite que es obtenido por cocción o en caliente es cuantioso pero de calidad inferior, ya que al forzar su obtención contiene mayor agua, mucílagos y se encuentra más coloreado al liberarse los tintes naturales de la parte leñosa de la piel que recubre las semillas. Este proceso acelera el oscurecimiento y acidificación de los aceites (Huertas, 2010, p. 219).

Según Rojas (2014); indica que visto desde el rendimiento y mercantil, los aceites vegetales pueden ser extraídos en caliente a temperaturas entre 80 °C y 120 °C. La muestra es calentada antes de hacer la extracción, lo cual permite obtener más aceite, pero se pierde una parte importante de los fitosteroles y las vitaminas que constituyen la parte del aceite.

Por otro lado Alzamora (2012); señala que los extractos obtenidos tienen una correcta composición y son estandarizados, pero perdieron sus propiedades cosméticas y sus cualidades nutricionales; por esta desnaturalización, hay quienes llaman a estos productos como aceite bruto, aceite natural, aceite crudo y aceite no refinado.

a. Soxhlet.

Según Núñez (2008), indica que el aceite que se obtiene por la extracción por soxhlet pertenece al contenido graso de la muestra. Al encontrarse libre de disolventes se establece su masa, en muchas ocasiones la extracción por soxhlet se utiliza como el primer paso de una separación o purificación. Las muestras sólidas extraídas con disolventes, comúnmente conocido como lixiviación o extracción sólido-líquido.

Por otro lado Matissek *et al.* (1998) p. 117; señala que las muestras sólidas por extracción en soxhlet continua considerándose como el primordial método de extracción más empleada desde su diseño en el siglo pasado, en la actualidad es el método de referencia con el que se pueden comparar con otros métodos de extracción. El punto importante es que la muestra se encuentre seca, ya que el solvente se disuelve parcialmente en agua, que a su vez también extraerá azúcares y otros compuestos, lo que puede considerarse como fuente de error. La extracción por soxhlet presenta como ventajas; la muestra se encuentra en repetidas veces en contacto con el solvente, esta extracción se ejecuta con el solvente calentado, permitiendo la solubilidad de los analitos, después de la extracción no es necesaria la filtración; la metodología utilizada se le considera simple, ya que, de este método se logra obtener buenas recuperaciones. La desventaja que presenta este método es el tiempo que tarda la extracción, que es de 6 a 24 horas.

2.7. ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA

Según Lawrence *et al.* citado por Vasco *et al.* (2005); las semillas de guayaba tienen nutrientes en variables cantidades que son utilizadas por las plantas para su establecimiento en el suelo y su germinación. Los nutrientes pueden ser utilizados por el hombre en vez de ser descartados sin darle algún provecho, para conocer las posibles utilidades es importante el estudiar la cantidad de nutrientes y la composición, para darles algunas posibilidades de uso. Se encuentran escasos reportes sobre diversos estudios de las semillas de guayaba.

Según Bourgeois *et al.* citado por Vasco *et al.* (2005); explica sus estudios del aceite de semillas de guayaba y plantean que pueden darle provecho en la producción de artículos de belleza, de baño y jabones.

Por otro lado Jiménez *et al.* citado por Vasco *et al.* (2005); señala que las semillas de guayaba son una fuente de fibra dietaria con actividad antioxidante.

También Bernardino *et al.* citado por Vasco *et al.* (2005); reporta las características funcionales y la caracterización bioquímica de la proteína de semillas de guayaba.

Por otro lado Vasco *et al.* (2005); indican el perfil de ácidos grasos de las semillas de guayaba y explican que presenta un gran porcentaje de ácido linoléico. Se puede apreciar en la tabla 6 el perfil de ácidos grasos del aceite semillas de guayaba, el cual contiene ácido linoleico (79.1 %), ácido palmítico (7.8 %) y ácido oleico (6.7 %), ácido esteárico (4.8 %). De esta manera se puede indicar que el aceite es en gran medida poliinsaturado con un gran porcentaje de ácido linoleico.

Tabla 6: Ácidos grasos del aceite de las semillas de guayaba.

Ácido graso	(%) (*)
Palmítico	7.8 ± 0.1
Esteárico	4.8 ± 0.02
Oleico	6.7 ± 0.06
<u>Linoléico</u>	79.1 ± 0.05
<u>Linolénico</u>	0.17 ± 0.04
Araquidónico	0.64 ± 0.07
No identificados	0.74 ± 0.19

(*) Media de tres repeticiones ± desviación estándar

FUENTE: Vasco *et al.*, 2005.

Según Vasco *et al.* (2005); presenta en la tabla 7 que el más abundante es el triglicérido trilinoleina (LiLiLi) con una proporción que va de 52 % hasta 60 %, luego se encuentra el triglicérido Linoleico-Linolénico-Oleico (LiLIO) con un porcentaje entre 10 % y 20 %, el triglicérido Linolénico-Linolénico-Palmitico (LILIP) con proporciones que van desde 12 % hasta 18.9 %, en tanto que el triglicérido LiLiS (Linoleico-Linoleico-Esteárico) presenta un porcentaje entre 5 % y 10 %, los otros triglicéridos se hallan cantidades bajas..

Tabla 7: Triglicéridos presentes en el aceite de semillas de guayaba a diferentes temperaturas.

TAG's	7	10	11	12	20	46	47	48	106	113	118	126	T
LiLiLi	57.7±1.04	60.8±2.95	57.4±1.44	57.6±1.20	58.6±0.09	56.2±1.04	55.6±0.74	59.7±0.57	54.3±3.46	52.7±6.35	56.3±3.57	59.9±1.04	55.3±2.11
LiLiO	20.6±0.25	9.6±0.62	10.5±0.02	11.2±0.25	10.7±0.04	11.5±0.05	12.1±0.18	10.1±0.22	13.1±0.57	17.9±0.62	11.5±0.64	10.3±0.33	13.3±0.43
LlLiP	12.1±0.01	17.9±0.59	18.9±0.52	18.7±0.52	17.9±0.26	18.2±0.49	18.3±0.41	18.8±0.34	18.2±0.08	16.9±1.57	18.1±0.68	17.4±0.41	16.6±1.13
LiLiS	5.3±0.35	8.8±0.95	8.7±0.20	9.3±0.23	9.7±0.29	10.3±0.61	10.3±0.09	7.8±0.18	8.9±1.09	5.2±1.32	10.5±1.25	8.3±0.285	9.3±0.55
OLiO	1.3±0.23	0.31±0.11	0.42±0.02	0.35±0.03	0.42±0.05	0.53±0.01	0.48±0.05	0.30±0.02	0.78±0.23	1.7±0.62	0.56±0.25	0.37±0.04	0.75±0.10
LiOP	1.2±0.18	ND	0.92±0.07	ND	ND	ND	ND	0.98±0.08	1.37±0.39	2.4±0.75	ND	0.93±0.13	1.28±0.07
PLiP	0.11±0.02	0.44±.10	0.57±0.04	0.47±0.07	0.48±0.04	0.54±0.00	0.54±0.04	0.42±0.02	0.51±0.15	0.57±0.25	0.48±0.11	0.46±0.02	0.48±0.05
OOO	0.24±0.16	0.60±0.16	0.74±0.16	0.69±0.06	0.65±0.04	0.74±0.01	0.74±0.05	0.41±0.06	0.69±0.24	0.72±0.42	0.64±0.16	0.65±0.06	0.65±0.11
OLiS	0.72±0.24	0.54±0.13	0.71±0.18	0.64±0.02	0.60±0.01	0.73±0.01	0.82±0.11	0.55±0.04	0.83±0.34	0.94±0.43	0.73±0.17	0.66±0.05	0.90±0.19
PLiS	0.23±0.11	0.58±0.15	0.75±0.25	0.59±0.07	0.51±0.04	0.72±0.00	0.73±0.08	0.58±0.06	0.77±0.21	0.55±0.25	0.71±0.14	0.67±0.01	0.83±0.18
SLiS	0.16±0.01	0.26±0.15	0.28±0.01	0.31±0.01	0.30±0.01	0.39±0.01	0.39±0.03	0.22±0.14	0.39±0.16	0.23±0.11	0.43±0.16	0.37±0.04	0.45±0.13

Media y desviación estándar de 2 repeticiones. Li = Linoleico, Ll = Linolénico, O = Oleico, P = Palmitico y S=Esteárico

FUENTE: Vasco *et al*, 2005.

De esta manera se puede indicar que es poliinsaturado, alto en ácidos linoleicos del aceite. El aceite de semillas de guayaba muestra coloraciones que empieza con un brillante color dorado hasta un brillante color rojo, por ende, se piensa pueden contener carotenos en diversas cantidades (Vasco *et al.*, 2005).

2.8. ACEITE DE SEMILLAS DE CHIRIMOYA

La chirimoya contiene triglicéridos en sus semillas, basados en ácidos grasos insaturados y saturados; los ácidos oleicos, los ácidos esteáricos, los ácidos linoleicos y entre otros son los más generales (Ocampo *et al.*, 2007).

En los Laboratorios de Investigación y Desarrollo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y en los Laboratorios del Departamento de Farmacología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; se realizó en el 2009 un estudio experimental, donde se obtuvo como conclusión que las semillas de chirimoya tienen un buen perfil de citotoxicidad para células tumorales y su baja toxicidad para las células normales, las semillas de chirimoya tienen un alto potencial como origen de nuevas sustancias anticancerígenos (Quispe *et al.*, 2009).

En la tabla 8 se observa los datos comparativos de aceite de semillas de chirimoya y de otras oleaginosas comunes (algodón, maíz, palma, soya) de análisis fisicoquímicos. En esta tabla 8 se logra presentar un elevado porcentaje de grasa de las semillas de chirimoya (Restrepo y Vinasco, 2010).

Tabla 8: Ácidos grasos saturados e insaturados de frutas y oleaginosas comunes.

Fruto o semilla	% AGI	% Oleico	% linoleico	% linolénico	% AGS	% palmítico	% esteárico
Guanábana	67.1	35.1 ± 0.3	30.5 ± 0.9	1.5 ± 0.4	33.7	29.5 ± 1.2	4.2 ± 0.1
Chirimoya	75.9	50.2 ± 0.8	24.2 ± 0.8	1.5 ± 0.3	22.9	14.8 ± 0.6	8.1 ± 0.2
Maíz	86.1	26.6 ± 1.3	58.7 ± 1.3	1.8 ± 0.9	13.9	11.5 ± 1.0	2.2 ± 0.4
Soya	84.6	26.7 ± 0.1	51.4 ± 0.3	6.5 ± 1.2	15.4	11.3 ± 0.8	4.1 ± 0.6
Inchi	89.4	14.2 ± 0.4	72.7 ± 1.6	2.5 ± 0.6	10.6	6.9 ± 0.7	3.7 ± 0.7
Oliva	88.0	67.0-81.0	3.5-14.5	0.3-1.2	12.0		
Girasol	90.0	30.0 ± 1.2	60.0 ± 0.9	4.0 ± 0.5	10.0		
Palma	49.8	39.0 ± 0.4	10.5 ± 0.7	0.1-0.3	50.2		
Chontaduro (pulpa)	58.3-63.9	38.0-51.9	2.4-8.6	0.2-1.5	36.1-41.7	34.0-39.9	1.0-1.6

% AGI = Ácidos grasos insaturado, % AGS = Ácidos grasos saturados

FUENTE: Restrepo y Vinasco, 2010.

2.9. ANÁLISIS DE LOS ACEITES

2.9.1. DENSIDAD.

Conforme a Fenema citado por Guillén (2016) p. 39; el análisis de la densidad de grasas líquidas o sólidas es continuo para las variedades de triglicéridos y a su vez existe una gran variación entre el estado sólido y líquido. La densidad se establece con el método del picnómetro, para hallar la capacidad de sólidos en las grasas parcialmente fusionadas, se emplea la variación de volumen.

2.9.2. ÍNDICE DE REFRACCIÓN.

Este análisis consiste en determinar la pureza del aceite. Los índices de refracción (IR) tienen un valor que vincula el índice de incidencia de un rayo

luminoso sobre una muestra con el ángulo de refracción. El IR establece la alteración de dirección el cual se crea en el momento que un rayo de luz se mueve mediante la sustancia problema (Paucar-Menacho, 2013, p. 5).

Conforme a Fenema citado por Guillén (2016) p. 40; una modificación en el índice de refracción por solvente lo determina la existencia de compuestos sólidos disueltos presentes en el agua. Por tanto es importante saber la porción de soluto disuelto determinando el IR de la solución acuosa en cual estudia. Este análisis se utiliza a fin de verificar la calidad que se encuentran en los aceites y las grasas.

2.9.3. ÍNDICE DE ACIDEZ.

Según Fenema citado por Guillén (2016) p. 39; es un valor muy considerable, ya que concede precisar la calidad del propio aceite. El análisis del índice de acidez, se basa en definir los ácidos grasos libres encontrados en las grasas y aceite, las cuales se crean debido a la hidrólisis de los triglicéridos.

El índice de acidez es uno de los factores que definen la calidad del aceite, pues está arraigado a la modificación sufrida por la semilla y a las hidrólisis de glicéridos que existen en el proceso conservación y de extracción. Los ácidos grasos se liberan por una ruptura de las moléculas de los triglicéridos mediante sus enlaces éster con la glicerina (Pastrana, 2016, p. 32).

De acuerdo Fenema citado por Guillén (2016) p. 40; el valor de este análisis es necesario a modo de demostración de pureza, debido a que posibilita tener deducciones referentes a las condiciones de la materia prima de la misma

manera que de las reacciones de degradación que se lograron crear en el transcurso del almacenamiento del aceite y tratamiento.

2.9.4. ÍNDICE DE YODO.

Los glicéridos de los ácidos grasos que no son saturados se juntan con un número determinado de halógeno, es por ello que este análisis se define como una medición del grado de insaturación. El valor que se obtenga en el análisis depende de la técnica que se use, ya que se puede determinar con el método Wijs o Hanus (Tapia *et al.*, 2013).

De acuerdo a Fenema citado por Guillén (2016) p. 40; este análisis es una medición del grado de insaturación que se localizan en los ácidos grasos que forman un triglicérido. Son líquidos los ácidos grasos que no son saturados a temperatura ambiente. Este índice se encuentra vinculado con la densidad de la materia grasa y la dureza o el punto de fusión.

2.9.5. ÍNDICE DE PERÓXIDO.

Según Fenema citado por Guillén (2016) p. 41; este análisis es la capacidad del oxígeno reactivo expuestas en forma de mEq. de oxígeno por kilogramo de grasa, que es evaluado a través de la titulación de iodo liberado con tiosulfato de sodio examinado posteriormente de que la muestra tenga que ser manejado sometido a capacidades determinadas por medio de una solución de yoduro de potasio en ácido acético glacial.

Mide el número de hidroperóxidos existentes en el aceite, los que se forman debido a mala conservación, inadecuado recipiente, contacto con la calor,

metales, luz, aireación, etc. Los hidroperóxidos evolucionan inmediatamente a compuestos carboxilados volátiles (aldehídos, cetonas, etc.) los que son encargados de la pérdida de calidad en el aceite (Pastrana, 2016, p. 32).

2.9.6. ÍNDICE DE COLOR.

El color se toma como representación subjetiva; es decir, si distintos individuos contemplan un objeto parecido, se conseguirán experiencias y referencias diferentes, pues dirán definitivamente el propio color con términos totalmente desiguales. Sin embargo, sería ideal si existiera un tipo de modelo que en conjunto se consiguiera manifestar los colores de manera exacta (Paucar-Menacho, 2013, p. 38).

El espacio de color $L^* a^* b^*$ es uno de los más conocidos que sirve para realizar la medida del color de los objetos. Es uno de las áreas de color homogéneos determinados por la CIE en 1976 con el fin de disminuir uno de los obstáculos esenciales del espacio Yxy original: que exactas distancias presentes en el diagrama de cromaticidad x, y no se retribuiría con similares desigualdades de color captadas. En el espacio, L^* se refiere a la luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad. El diagrama, a^* y b^* denotan direcciones de colores: $+ a^*$ es la dirección del rojo, $- a^*$ se refiere a la dirección del verde, $+ b^*$ representa a la dirección del amarillo y $- b^*$ se refiere a la dirección del azul. El medio no tiene cromaticidad; cuando que los valores de a^* y b^* crecen y el punto se desprende del medio provoca que se incrementa la saturación del color. (Paucar-Menacho, 2013, p. 39).

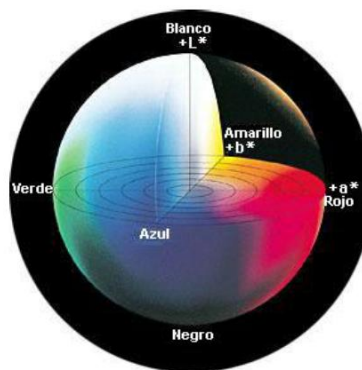


Figura 10: Sólido de colores para el espacio.

FUENTE: Paucar-Menacho, 2013, p. 39.

2.9.7. ESTABILIDAD OXIDATIVA.

De acuerdo a Frankel citado por Arias y Nelly (2015) p. 75; la estabilidad oxidativa se precisa a modo de la fuerza de una matriz lipídica a la oxidación por producto del oxígeno, luz, temperatura, existencia de metales, entre otros, lo cual causa la degradación del aceite durante un periodo corto.

En que cuanto más susceptible es un aceite a la oxidación, menor será su estabilidad oxidativa y menor la duración de su vida útil. Este es un principio de la calidad de cualquier aceite o grasa. (Mata, 2015, p. 4).

Conforme a Navas citado por Gutiérrez y Terrones (2016) p. 41; el análisis de la estabilidad oxidativa es importante, a causa de que la autooxidación es un importante motivo de su degradación por rancidez, con el surgimiento de sabores y olores que no son apetitosos. La estimación de la estabilidad en el almacenamiento a temperatura ambiente facilita alcanzar de forma precisa la estabilidad de un aceite; no obstante, es un método el cual necesita de una larga duración porque las reacciones de oxidación logran poseer tiempo de

inducción largo. Para este motivo, existen ensayos de oxidación acelerada, estando el método del Rancimat.

a. Relación entre el índice de estabilidad oxidativa (OSI) y la temperatura.

Existe una correlación matemática entre la estabilidad oxidativa (OSI), y las temperaturas usadas en el equipo Rancimat, la cual está descrita por (Villanueva *et al.*, 2013); según las investigaciones realizadas por el equipo, consiste en aplicar la siguiente ecuación para calcular los valores OSI a diversas temperaturas, para lo cual se aplica interpolación o extrapolación:

$$\text{Log(OSI)} = AT + B$$

$$\text{OSI} = 10^{AT+B}$$

En la ecuación, la “A” simboliza el coeficiente de temperatura, el cual muestra lo sensible que es el aceite virgen al incremento de la temperatura a lo largo del ensayo de oxidación rápida, este valor es medido desde la pendiente de las rectas el cual se alcanza al sustituir el logaritmo decimal de OSI que se da con respecto a la temperatura. El “B” representa un valor empírico sin importancia física.

También se aplica la siguiente fórmula para calcular el error asociado a la extrapolación, usando la siguiente ecuación diferencial, que consiste en la suma de las derivadas parciales:

$$\delta\text{OSI} = \left(\frac{\delta\text{OSI}}{\delta T}\right)_{A,B} \delta T + \left(\frac{\delta\text{OSI}}{\delta A}\right)_{T,B} \delta A + \left(\frac{\delta\text{OSI}}{\delta B}\right)_{T,A} \delta B$$

b. Relación entre el índice de Estabilidad Oxidativa (OSI) y la Energía de Activación de oxidación.

Según Villanueva *et al.* (2013); atribuye las siguientes ecuaciones que determinan una relación entre la estabilidad oxidativa (OSI) y la energía de activación, a raíz de la ecuación presentada posteriormente, que se establece en base al estudio de la suma de los radicales de oxígeno a los dobles enlaces de los ácidos grasos, estos tienen cinéticas de primer orden.

$$\alpha = \frac{x}{a_0 - x}$$

En donde el término " α " significa el grado de modificación de las moléculas, el término " a_0 " corresponden a las instauraciones iniciales y el vocablo " x " indica la creación de los efectos secundarios de la oxidación.

Integrando la ecuación resulta lo siguiente:

$$\int_{\alpha=\alpha_0}^{\alpha=\alpha^*} \frac{d\alpha}{1-\alpha} = \int_{t=t_0}^{t=t^*} dt$$

En esta ecuación resultante el " α^* " significa el grado de modificación con respecto al tiempo de inducción t^* .

Solucionando la integral se obtiene lo siguiente:

$$-\ln(1 - \alpha^*) = Kt$$

Precisando t^* al igual que OSI y determinando se consigue la siguiente ecuación:

$$OSI = \frac{-\text{Ln}(1 - \alpha^*)}{K}$$

Se determina una relación entre la constante “K” y la temperatura termodinámica usando la ecuación de Arrhenius:

$$K = Z e^{\frac{E_a}{RT}}$$

En donde la “Z” es el Factor pre – exponencial de la ecuación de Arrhenius. La “R” representa una constante universal de los gases. En cuanto a “Ea” indica la energía de activación.

Sustituyendo y empleando el logaritmo se logra la siguiente ecuación final:

$$\text{Ln}(OSI) = \text{Ln}\left(\frac{-\text{Ln}(1 - \alpha^*)}{Z}\right) + \frac{E_a}{R} \frac{1}{T}$$

c. Método Rancimat.

Este método de análisis de vida útil tanto en grasas como en aceites es muy usado, y se basa en calentar con altas temperaturas las muestras de aceite, aplicando la circulación de aire seco el cual produce burbujeo en la muestra (Alberca y Huanca, 2015, p. 66).

La evaluación de la estabilidad a la oxidación de grasas y aceites es muy usual del Rancimat. En este método, apresurando el procedimiento de oxidación templando el envase. Este análisis, provoca la oxidación de las moléculas de ácidos grasos en la muestra. En primer lugar existen productos de oxidación primarios, los cuales son creados por los peróxidos. Después se forman productos de oxidación secundarios, pues

los ácidos grasos se desordenan totalmente, tal es el caso de los ácidos orgánicos volátiles con poco peso molecular. Luego son llevados mediante un flujo de aire al siguiente envase que tiene agua destilada. En donde se toma la medida continuamente de la conductividad. El incremento de la conductividad manifiesta la existencia de ácidos volátiles. Se denomina «periodo de inducción», «tiempo de inducción», o «índice de estabilidad oxidativa» (OSI) a aquel tiempo que ha pasado hasta el desarrollo de aquellos productos generados en las reacciones secundarias. Para que la muestra sea estable se necesita que el tiempo de inducción sea más largo. (Paucar-Menacho, 2013, p. 26).

Este método es muy útil y provechoso para la comercialización de los aceites pues mediante él se define el periodo en el que se consiguió mantenerse acopiados sin que dejen sus propiedades o consiguen sabores y olores muy indeseables (Mata, 2015, p. 8).

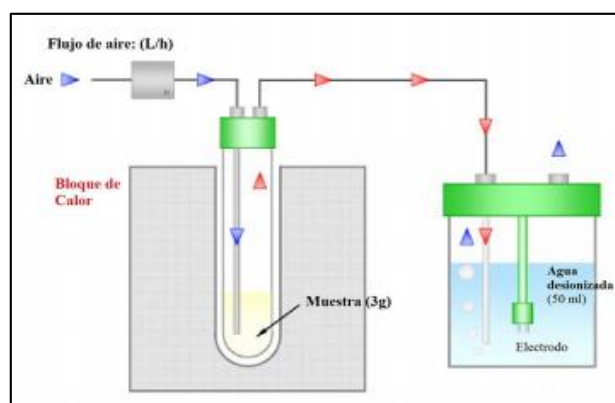


Figura 11: Método Rancimat.

FUENTE: Alberca y Huanca, 2015, p. 66.

Según Navas citado por Gutiérrez y Terrones (2016) p. 45; la reacción de oxidación se da en cadena, en otras palabras, cuando inicia sigue apresurándose hasta que las sustancias sensibles logren la oxidación total. Con la oxidación, se modifica la textura y el color, así mismo surgen sabores y olores a rancio, baja los nutrientes al disminuir los ácidos grasos poliinsaturados y cierta cantidad de vitaminas.

Según Alberca y Huanca (2015) p. 70; para parar la oxidación se utiliza antioxidantes, que logran proceder mediante distintos mecanismos.

2.9.8. CROMATOGRAFÍA DE GASES.

En la cromatografía de gases existe una metodología de desunión de elementos enlazados en mezclas que son complejas, otorgándole un valor pues existen otros métodos en donde no se desunen. Es un método físico para determinar el perfil lipídico en aceites y grasas; ayuda a conocer, determinar y cuantificar los ácidos grasos en la composición de una mezcla usando el equipo cromatógrafo de gases. Este es significativo comercialmente ya que vale como indicador de la calidad del aceite, hallando compuestos clandestinos en los aceites como los antioxidantes, también componentes usados como diluyentes (Medina, 2014, p. 42).

Según Medina (2014) p. 42; los elementos importantes del C.G. son los siguientes: horno y columna cromatográfica, fuente de gas y sistema (de inyección, registro y de detección).

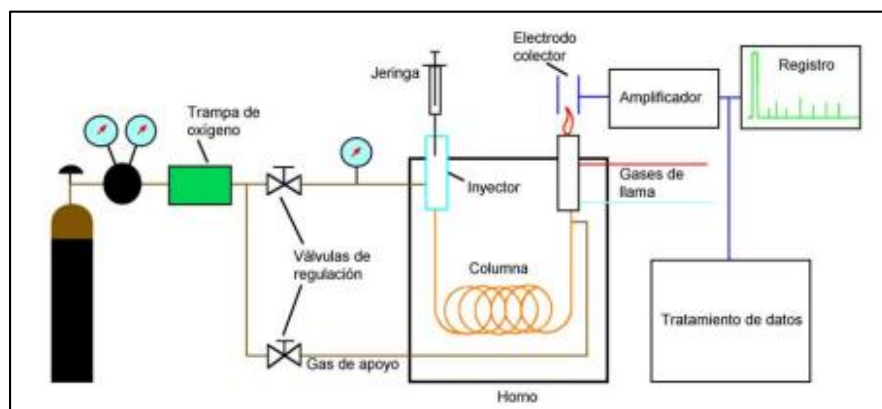


Figura 12: Esquema de un cromatógrafo de gases.

FUENTE: https://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_Eia/cromatografia_de_gases.pdf

Los elementos seleccionados del cromatógrafo están sujetos a la naturaleza de la muestra a analizar, ya sea la pureza, su peso molecular, etc; asimismo de los principales elementos en el equipo hay otros conceptos cromatográficos que son necesarios conocer, (Medina, 2014, p. 33) en su trabajo de investigación aporta las siguientes definiciones:

- **Tiempo cero:** Es el periodo de detención del elemento inerte o el gas portador.
- **Tiempo de retención:** Está definido como el periodo que pasa luego de que la muestra sea inyectada en la columna hasta que llegue el detector el pico de concentración del analito.
- **Área del pico:** Abarca entre la extensión de la línea de base y el pico. A fin de dar con el valor de este importante parámetro, se brindan los dispositivos integradores en los picos del cromatograma.
- **Línea de base:** Lugar del registro que retribuye a la fase móvil pura, es decir gas portador.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. MATERIA PRIMA.

Las semillas de guayaba y chirimoya, provienen del descarte de la fruta fresca de producción, las semillas de guayaba fueron adquiridas de los sembríos, ubicados en el distrito de Pariacoto, de la provincia de Huaraz, en el departamento de Ancash y las semillas de chirimoya fueron adquiridas de la Corporación SAN MATEO, la cual es una empresa agrícola, situada en el distrito de Huarochirí, de la provincia de Huarochirí, en el departamento de Lima.

3.1.2. EQUIPOS.

- Equipo: Expeller o Prensa de Aceite

Marca: MONFORTS

Modelo: KOMET CA 59G

Velocidad: 280 rpm – 1400 rpm.

- Equipo: Soxhlet

Marca: Fisatom

Modelo: 502-6

- Equipo: Rancimat

Marca: Metrohm

Modelo: 743 Ω

- Equipo: Estufa
Marca: POL - EKO APARATURE
Modelo: SW 17TC
Serie: SW-199
- Equipo: Refractómetro digital
Marca: RUDOLPH RESEARCH
Modelo: J-157
Serie: 14265
- Equipo: Colorímetro
Marca: Konica Minolta
Modelo: CR-400T
Serie: 25790/91
- Equipo: Centrífuga
Marca: SIGMA
Modelo: 2-16
Velocidad: 4 000 rpm.
Motor: 1 HP Eléctrico.
- Equipo: Balanza Digital
Marca: Precisa
Modelo: 4200 C
Serie: 321 LX
Rango: Max. 4200 gr. Min. 0,5 gr.
Error = 0,1 gr.

- Equipo: Balanza Analítica
Marca: Precisa
Modelo: 220 A
Serie: 321 LX
Rango: Max. 220 gr. Min. 0,01 gr.
Error = 0,001 gr.
- Equipo: Mufla
Marca: THERMOLYNE
Serie: 347034984
- Equipo: Secador de bandejas
Marca: Jarcom
Motor: 25 HP Eléctrico
- Equipo: Molino
Marca: IKA
Modelo: M20
- Equipo: Baño María
Marca: AQUA BATH
Modelo: 18007 A-ICEC
- Equipo: Cromatógrafo de Gases
Marca: Shimadzu
Modelo: GC-2010
- Equipo: Agitador
Marca: IKA

Modelo: RW20

3.1.3. REACTIVOS.

- Agua destilada
- Alcohol
- Bencina de petróleo
- Nitrógeno (gas)
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio (0.1 N – 0.5 N)
- Hanus
- Yoduro de potasio (15 % – saturado)
- Almidón
- Tiosulfato de sodio (0.1 N)
- Ácido acético glacial
- Cloroformo
- Trifluoruro de boro
- Isooctano
- Metanol
- Cloruro de sodio
- Soda caustica

3.1.4. MATERIALES DE VIDRIOS.

- Picnómetro (10 ml.)

- Campana desecadora
- Bureta (25 o 50 ml.)
- Matraz erlenmeyer (250 ml.)
- Vaso precipitado (500 y 1000 ml.)
- Probeta (50 y 100 ml.)
- Botella ámbar
- Pipetas (1, 2, 5, 10 ml)
- Viales ámbar (2 ml)
- Pipetas pasteur
- Tubos con tapa rosca
- Fiolas

3.1.5. OTROS MATERIALES.

- Crisoles
- Cocina eléctrica
- Papel toalla
- Jabón líquido
- Piseta
- Pinza de metal y madera
- Guantes
- Gradilla para tubos de ensayo
- Bolsas ziploc

3.2. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.2.1. METODOLOGÍA.

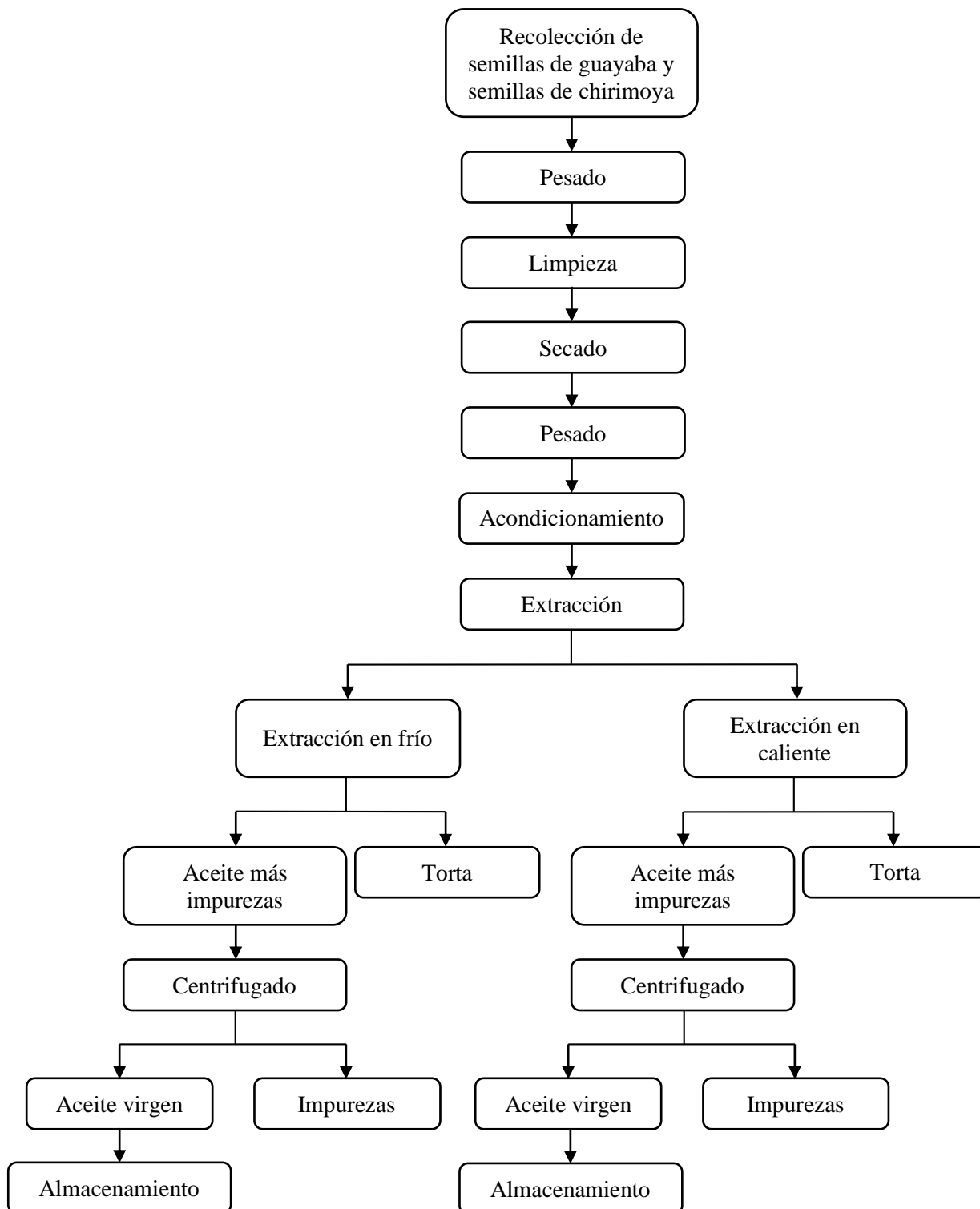


Figura 13: Diagrama de flujo para la obtención de aceite de semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y semillas de chirimoya (*Annona Cherimola*).

a. *Recepción de materia prima.*

Las semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y chirimoya (*Annona Cherimola*) fueron recepcionadas en un ambiente fresco y ventilado.

b. *Pesado.*

Se realizó el pesado de ambos tipos de semillas después de la recepción.

c. *Limpieza.*

Se limpian las semillas para eliminar rastros de pulpa.

d. *Secado.*

El secado de las semillas de guayaba se realizó en el secador de bandeja a una temperatura de 60 °C con un tiempo de 16 horas y se secaron las semillas de chirimoya a una temperatura de 60 °C con un tiempo de 24 horas.

e. *Pesado.*

Se realizó el pesado de ambos tipos de semillas después de culminar el secado.

f. *Molienda.*

Se molieron ambos tipos de semillas secas haciendo uso de un molino.

g. *Extracción.*

Se prosiguió con la extracción en frío por medio del equipo expeller y extracción en caliente por medio del equipo soxhlet que se realizó a ambos tipos de semillas.

h. Centrifugación.

Se colocó el aceite en la centrífuga a 3500 rpm por 15 minutos para poder eliminar material sólido e impurezas, con el fin de obtener un aceite virgen totalmente puro.

i. Almacenamiento.

Se almacenaron en frascos ámbar con nitrógeno y en refrigeración.

3.2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.

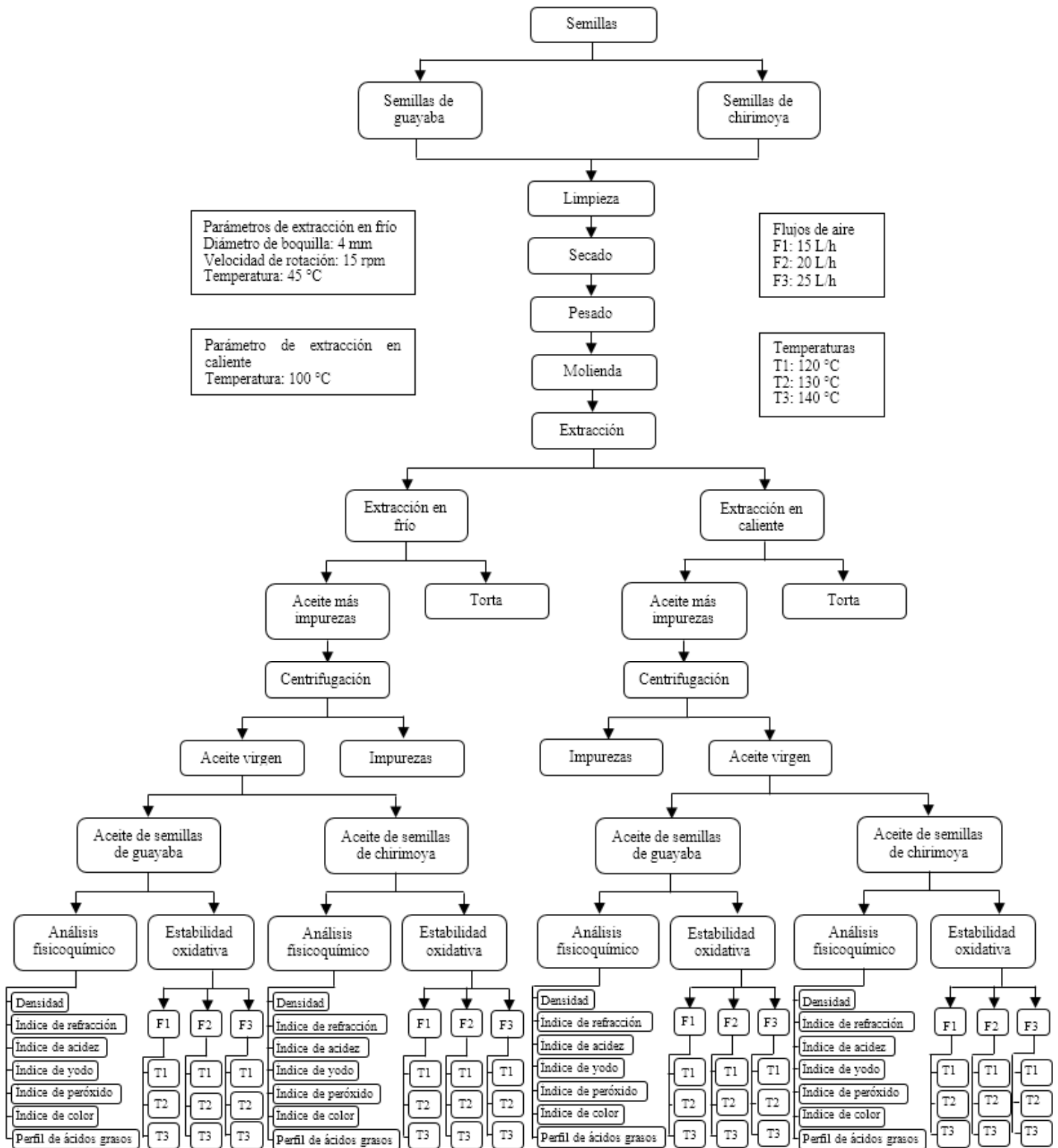


Figura 14: Diagrama de flujo del proceso experimental de la extracción y análisis de los aceites de semillas de guayaba (*Psidium Guajava*) y semillas de chirimoya (*Annona Cherimola*).

3.2.3. DISEÑO ESTADÍSTICO.

El diseño estadístico permite la evaluación de los datos obtenidos de los análisis ejecutados a las muestras de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya, para ello se separó en dos grupos conforme a las variables que intervienen en los análisis. Los programas empleados para la evaluación de los datos fueron Microsoft Office Excel 2013 y Statgraphics Centurion.

a. Evaluación de los análisis fisicoquímicos.

- Variables independientes

Tipos de semillas: Semillas de guayaba y semillas de chirimoya

Métodos de extracción: Frío (expeller) y caliente (soxhlet)

- Variables dependientes

Densidad

Índice de refracción

Índice de acidez

Índice de yodo

Índice de peróxido

Índice de color

– Modelo del diseño experimental

Tabla 9: Modelo estadístico de los análisis a los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Análisis	Semillas de guayaba		Semillas de chirimoya	
	Extracción en frío (expeller)	Extracción en caliente (soxhlet)	Extracción en frío (expeller)	Extracción en caliente (soxhlet)
Densidad				
Índice de refracción				
Índice de acidez				
Índice de yodo				
Índice de peróxido				
Índice de color				
Perfil de ácidos grasos				

b. Evaluación de la estabilidad oxidativa.

Para evaluar el índice de estabilidad oxidativa (OSI) del aceite se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial de $2 \times 2 \times 3 \times 3 = 36$, 2 tipos de semillas (semillas de guayaba y semillas de chirimoya), 2 métodos de extracción (extracción en frío y caliente), 3 temperaturas (120, 130 y 140 °C) y 3 flujos (15, 20 y 25 L/h), quiere decir 36 tratamientos con 3 repeticiones. Habiendo un total de 108 corridas, las cuales fueron evaluadas estadísticamente para determinar si existen diferencias significativas.

– Variables independientes

Tipos de semillas: Semillas de guayaba y semillas de chirimoya

Métodos de extracción: Frío (expeller) y caliente (soxhlet)

Temperaturas en Rancimat: 120, 130 y 140 °C

Flujos de aire en Rancimat: 15, 20 y 25 L/h

– Variables dependientes

Índice de estabilidad oxidativa

Vida útil

– Modelo del diseño experimental

Tabla 10: Modelo del diseño experimental del análisis de estabilidad oxidativa de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Tipo de semilla	Temperatura °C	Flujo L/h	Método de extracción			
			b ₀	b ₁		
a ₀	c ₀	d ₀	a ₀ b ₀ c ₀ d ₀	a ₀ b ₁ c ₀ d ₀		
		d ₁	a ₀ b ₀ c ₀ d ₁	a ₀ b ₁ c ₀ d ₁		
		d ₂	a ₀ b ₀ c ₀ d ₂	a ₀ b ₁ c ₀ d ₂		
		d ₀	a ₀ b ₀ c ₁ d ₀	a ₀ b ₁ c ₁ d ₀		
		d ₁	a ₀ b ₀ c ₁ d ₁	a ₀ b ₁ c ₁ d ₁		
		d ₂	a ₀ b ₀ c ₁ d ₂	a ₀ b ₁ c ₁ d ₂		
	c ₂	d ₀	a ₀ b ₀ c ₂ d ₀	a ₀ b ₁ c ₂ d ₀		
		d ₁	a ₀ b ₀ c ₂ d ₁	a ₀ b ₁ c ₂ d ₁		
		d ₂	a ₀ b ₀ c ₂ d ₂	a ₀ b ₁ c ₂ d ₂		
		a ₁	c ₀	d ₀	a ₁ b ₀ c ₀ d ₀	a ₁ b ₁ c ₀ d ₀
				d ₁	a ₁ b ₀ c ₀ d ₁	a ₁ b ₁ c ₀ d ₁
				d ₂	a ₁ b ₀ c ₀ d ₂	a ₁ b ₁ c ₀ d ₂
c ₁	d ₀		a ₁ b ₀ c ₁ d ₀	a ₁ b ₁ c ₁ d ₀		
	d ₁		a ₁ b ₀ c ₁ d ₁	a ₁ b ₁ c ₁ d ₁		
	d ₂		a ₁ b ₀ c ₁ d ₂	a ₁ b ₁ c ₁ d ₂		
c ₂	d ₀	a ₁ b ₀ c ₂ d ₀	a ₁ b ₁ c ₂ d ₀			
	d ₁	a ₁ b ₀ c ₂ d ₁	a ₁ b ₁ c ₂ d ₁			
	d ₂	a ₁ b ₀ c ₂ d ₂	a ₁ b ₁ c ₂ d ₂			

Donde:

a_0 = Semillas de guayaba

b_0 = Extracción en frío

a_1 = Semillas de chirimoya

b_1 = Extracción en caliente

c_0 = Temperatura

d_0 = Flujo

c_1 = Temperatura

d_1 = Flujo

c_2 = Temperatura

d_2 = Flujo

3.2.4. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.

a. Humedad.

Método 934.06 (37.1.10) del A.O.A.C. (1996).

b. Cenizas.

Método 942.05 del A.O.A.C. (1995).

c. Grasas.

Método AOAC 963.15 2005.

d. Proteínas.

Método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

3.2.5. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.

a. Densidad.

Método IUPAC 2.201.

b. Índice de refracción.

Método AOCS Cc 7-25:2009.

c. Índice de acidez.

Método AOCS Cd 3d-63.

d. Índice de yodo.

Método AOAC 920.158 2005.

e. Índice de peróxido.

Método AOCS Cd 8b- 90:2009.

f. Índice de color.

Método CIELAB.

g. Perfil de ácidos grasos.

Método AOAC 991.39-1991.

h. Índice de estabilidad oxidativa.

Método AOCS Cd 12b-92 en el Metrohm Rancimat 743.

i. Vida útil.

Método de extrapolación del Rancimat mediante la dependencia de los valores d OSI con respecto a la temperatura:

$$\text{Log (OSI)} = AT + B$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA

4.1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.

Tabla 11: Contenido de humedad de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

Tipos	Humedad %
Semillas de guayaba	5.8467 ± 0.0115*
Semillas de chirimoya	7.1967 ± 0.0153*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

El porcentaje de humedad que se obtuvo para las semillas de guayaba y semillas de chirimoya fue de 5.8467 % y 7.1967 % respectivamente, Cerón *et al.* (2016) y Gutiérrez (2018) para las semillas de guayaba reportaron un valor de 6.66 % y 5.86 % respectivamente, mientras que para las semillas de chirimoya Nonalaya y Marcañaupa (2017) indicaron un valor de humedad de 7.255 %; lo cual indica que los valores obtenidos en la investigación se asemejan a lo reportado por dichos autores en mención.

Según lo reportado por Cerón *et al.* (2016) la humedad de las semillas de guayaba presentan un mayor porcentaje en comparación a los datos adquiridos en la investigación, mientras que para Gutiérrez (2018) dicho valor es semejante a lo obtenido; esta variación en los datos reportados podría ser influenciado por el lugar de origen de la materia prima, variedad, manejo agronómico y post cosecha, ya que la procedencia de la materia

prima analizada por los autores Cerón *et al.* y Gutiérrez fue de Colombia y Costa Rica respectivamente, y la materia prima de esta investigación es de Perú.

Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron un porcentaje de humedad semejante al valor obtenido en la investigación para las semillas de chirimoya. Las semillas oleaginosas que cuentan con un bajo valor de humedad alrededor de 8 % es favorable para facilitar su mantenimiento y extracción; la humedad del sustrato debe reducirse al menos a un contenido entre 10 y 12 % en primer lugar para evitar problemas de deterioro microbiológico durante su almacenamiento y facilita la operación de reducción de tamaño, Chandrasekaran (2012).

4.1.2. CONTENIDO DE CENIZAS DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.

Tabla 12: Contenido de cenizas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

Tipos	Cenizas %
Semillas de guayaba	0.9400 ± 0.0500*
Semillas de chirimoya	1.6633 ± 0.0153*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

El porcentaje de cenizas que se obtuvo en la investigación para las semillas de guayaba fue de 0.9400 % y para las semillas de chirimoya fue de 1.6633 %, Cerón *et al.* (2016) y Bernardino *et al.* (2001) para las semillas de guayaba reportaron un valor de 1.06 % y 1 % respectivamente, mientras que

para las semillas de chirimoya Nonalaya y Marcañaupa (2017) indicaron un valor de cenizas de 2.024 %; lo cual indica que los valores obtenidos en la investigación presentan una mínima variación con respecto a dichos autores en mención.

Un factor a considerar en el porcentaje de cenizas de las semillas de guayaba son las condiciones de incineración y la composición de la semilla, ya que esta depende de las materias salinas y minerales contenidas en la muestra y la manipulación para evitar absorba humedad del ambiente. El porcentaje de cenizas que se observa en la tabla 12, se encuentra en relación con los datos reportados por Cerón *et al.* (2016) y Bernardino *et al.* (2001).

Nonalaya y Marcañaupa (2017) indican un valor superior en comparación al valor obtenido en la investigación para el porcentaje de cenizas de las semillas de chirimoya, pudiendo ser por el tiempo de cosecha y el desarrollo fisiológico de las semillas, ya que la cantidad de cenizas podría manifestar una variación conforme a la temporada de cosecha como las condiciones de cultivo, estadio de madurez y al fruto (Priego, 2007).

4.1.3. CONTENIDO DE GRASA DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.

Tabla 13: Contenido de grasa de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

Tipos	Grasas %
Semillas de guayaba	10.7957 ± 0.0358*
Semillas de chirimoya	17.2927 ± 0.2254*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

El porcentaje de grasa que se obtuvo en la investigación para las semillas de guayaba fue de 10.7957 % y para las semillas de chirimoya se obtuvo un 17.2927 %. Bernardino *et al.* (2001) y Arain *et al.* (2017) reportaron un valor de 12 % y 11.12 % respectivamente para las semillas de guayaba, mientras que para las semillas de chirimoya Nonalaya y Marcañaupa (2017) indicaron un valor de grasa de 23.564 %.

El valor obtenido de grasa para las semillas de guayaba en comparación con lo informado por Bernardino *et al.* (2001) y Silva *et al.* (2009) presentan una mínima variación, ya que en ambos autores y en esta investigación se trabajó con éter de petróleo. La obtención de grasa depende del disolvente a utilizar en el método, pudiendo ser hexano o éter de petróleo para lograr recuperar la máxima cantidad de aceite posible (Giuffre Zappia y Capocasale 2017).

Los datos presentados en la tabla 11 muestran un porcentaje de humedad baja lo que favorece a la extracción, ya que el agua puede afectar al disolvente en su capacidad de poder disolver los lípidos (Nagy y Simandi, 2008; Conejo, 2016).

En la presente investigación el grado de madurez de la chirimoya fue la madurez comercial, pudiendo ser este un factor a considerar en comparación con lo reportado por Nonalaya y Marcañaupa (2017) que indican un mayor valor al dato obtenido; ya que a medida que va madurando el fruto existe menos cantidad de agua y aumenta el porcentaje de grasa o aceite (Yildirim, 2009).

4.1.4. CONTENIDO DE PROTEÍNAS DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA.

Tabla 14: Contenido de proteínas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

Tipos	Proteínas %
Semillas de guayaba	6.7067 ± 0.0651*
Semillas de chirimoya	13.2667 ± 0.1350*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

El porcentaje de proteínas que se obtuvo para las semillas de guayaba y semillas de chirimoya fue de 6.7067 % y 13.2667 % respectivamente, Bernardino *et al.* (2001) y Vasco *et al.* (2005) para las semillas de guayaba reportaron un valor de 8 % y 7.59 % respectivamente, mientras que para las semillas de chirimoya Nonalaya y Marcañaupa (2017) indicaron un valor de proteínas de 14.778 %.

Los valores registrados por Bernardino *et al.* (2001) y Vasco *et al.* (2005) para las semillas de guayaba fueron mayores pudiendo influir la variedad del fruto y las condiciones propias de la semilla en comparación a lo obtenido en la tabla 14 para las proteínas de las semillas de guayaba.

Nonalaya y Marcañaupa (2017) indican un valor mayor para las semillas de chirimoya en comparación al valor obtenido en esta investigación, la variación podría darse por la calidad y lugar de procedencia de las semillas, ya que las semillas en estudio citado por el autor en mención fueron de Junín y las semillas analizadas en esta investigación fueron de Lima.

4.1.5. COMPARACIÓN PROXIMAL ENTRE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA

Tabla 15: Comparación proximal de las semillas de guayaba y semillas chirimoya.

	Semillas de guayaba	Semillas de chirimoya
Humedad	5.8467 ± 0.0115*	7.1967 ± 0.0153*
Cenizas	0.9400 ± 0.0500*	1.6633 ± 0.0153*
Grasas	10.7957 ± 0.0358*	17.2927 ± 0.2254*
Proteínas	6.7067 ± 0.0651*	13.2667 ± 0.1350*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

La comparación entre las semillas de guayaba y semillas de chirimoya, referente a su análisis proximal presenta una variación notoria, encontrando diferencia en cada uno de los análisis realizados, a su vez estos resultados obtenidos nos da la información requerida para el aprovechamiento de ambas semillas como residuos agroindustriales.

4.2. EXTRACCIONES DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA

Tabla 16: Rendimiento de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Tipos	Extracción	Rendimiento %
Semillas de guayaba	Aceite extraído en frío (expeller)	9.3504 ± 0.0008*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	11.3950 ± 0.0048*
Semillas de chirimoya	Aceite extraído en frío (expeller)	17.3683 ± 0.0026*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	21.0299 ± 0.0015*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

Los porcentajes sobre el rendimiento que se obtuvieron para las semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente fueron de 17.3683 % y 21.0299 % respectivamente, fueron quienes obtuvieron en la extracción de aceite un alto rendimiento en comparación con las semillas de guayaba quienes obtuvieron por extracción en frío 9.3504 % y caliente 11.3950 %.

Los rendimientos obtenidos en las semillas de guayaba por extracción en frío fue de 9.3504 % y en caliente fue de 11.3950 %, Cerón *et al.* (2016) reportaron un rendimiento de 14.29 % por extracción en caliente por medio del equipo soxhlet haciendo uso del reactivo hexano; para las semillas de chirimoya por extracción en frío fue de 17.3683 % y en caliente fue de 21.0299 %, mientras que para la extracción en frío Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron un valor de 13.6 % haciendo uso del equipo prensa hidráulica, para la extracción en caliente De Jesús *et al.* (2012), Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron un valor de 22.8889 % y 23.56 % respectivamente, haciendo uso de hexano como reactivo para el uso del

soxhlet y Restrepo y Vinasco (2010) reportó un valor de 22 % haciendo uso de éter de petróleo para la extracción en caliente.

Primo (2012), indica que en varios estudios se reportó un mayor porcentaje de aceite vegetal para las semillas de chirimoya, encontrándose en un parámetro entre 10 % y 30 % dependiendo de las zonas geográficas donde se cultiva esta fruta, las circunstancias de operación, del tipo de solvente y de las técnicas de extracción.

La información que indican estos estudios son comprobados, ya que los valores reportados en esta investigación, existen diferencias en los parámetros determinados con respecto a otras investigaciones.

Según Bernandini (1986), es necesario extraer el aceite por prensado en frío para poder obtener un aceite de calidad excelente, por lo que es un método ideal para la caracterización de aceites; también indica que si se trituran las semillas y son sometidas a calor incrementa el porcentaje del rendimiento.

Como se puede observar en la tabla 16 las extracciones de los aceites de semillas de guayaba y de las semillas de chirimoya presentan un mayor porcentaje de rendimiento en la extracción en caliente por medio del equipo soxhlet, empleando el reactivo bencina de petróleo; sin embargo es considerado un aceite de menor calidad en comparación con la extracción en frío por medio de equipo expeller ya que no tiene contacto con ningún reactivo.

Los valores obtenidos de los rendimientos de extracción de los aceites fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar si existe o no diferencia significativa entre los dos tipos de semillas y los dos métodos de extracción, como se muestra a continuación:

a. Análisis de significancia para el rendimiento de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.

Referente a los resultados obtenidos en la tabla 16 existe una amplia variación de los rendimientos de extracción de los aceites dependiendo de los tipos de semillas y del métodos de extracción. En la tabla 17 se observa el análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la variabilidad de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, sobre el rendimiento de extracción de los aceites. En la tabla de ANOVA, la prueba-F permite reconocer los factores significativos.

Tabla 17: Análisis de varianza para el rendimiento de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

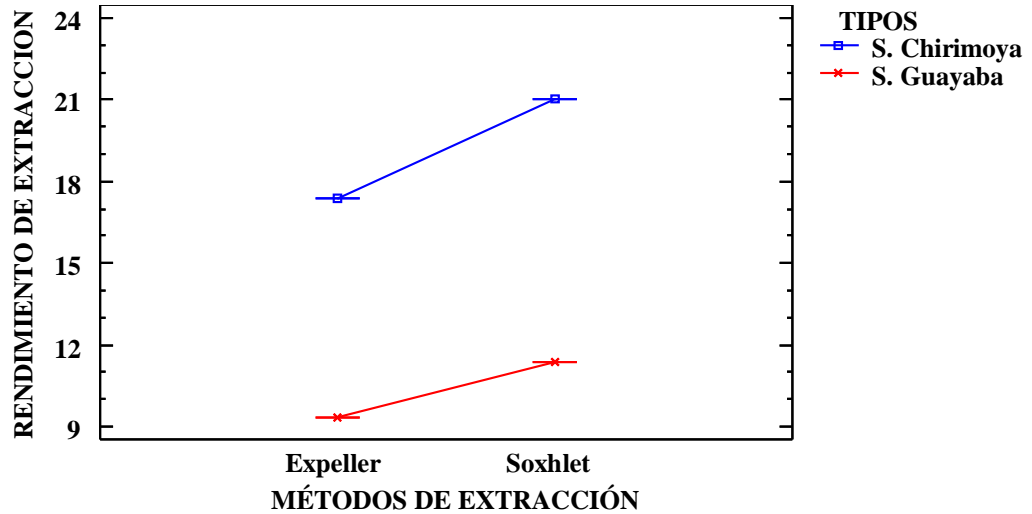
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de Semillas	233.715	1	233.715	28432497.41	0.0000
B:Métodos de Extracción	24.4214	1	24.4214	2970972.61	0.0000
INTERACCIONES					
AB	1.9611	1	1.9611	238576.35	0.0000
RESIDUOS	0.00006576	8	0.00000822		
TOTAL (CORREGIDO)	260.098	11			

Se muestra el análisis estadístico en la tabla 17, donde los valores-P demuestran la significancia estadística de ambos factores; el factor A representa a los tipos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya, el factor B representa a los métodos de extracción en frío y caliente, siendo los tres valores menores que 0.05 de lo cual se deduce que estos valores tienen un

resultado estadísticamente significativo sobre el rendimiento de extracción con un nivel de confianza de 95 %.

La prueba de Tukey observada en el gráfico 1, empleada para las medias de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, los cuales muestran diferencia significativa entre sí, con un nivel de 95 % ($\alpha = 0.05$) de confianza.

Gráfico 1: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a rendimiento.



4.3. ACEITE DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA

4.3.1. DENSIDAD DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 18: Densidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Tipos	Extracción	Densidad g/cm³
Semillas de guayaba	Aceite extraído en frío (expeller)	0.9234 ± 0.0002*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	0.8904 ± 0.0010*
Semillas de chirimoya	Aceite extraído en frío (expeller)	0.9207 ± 0.0018*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	0.8817 ± 0.0003*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

Los valores para la densidad de los aceites obtenidos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío fueron de 0.9234 g/cm³ y 0.9207 g/cm³ respectivamente, además, presentan un mayor valor en comparación con la densidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en caliente quienes obtuvieron 0.8904 g/cm³ y 0.8817 g/cm³ respectivamente.

Gutiérrez (2018) reportaron un valor de 0.93 g/cm³ por extracción en caliente y como se puede observar en la tabla 20 la densidad obtenida en los aceites de semillas de guayaba por extracción en frío fue de 0.9234 g/cm³ y en caliente fue de 0.8904 g/cm³, siguiendo con las densidades para los aceites de semillas de chirimoya se observa un valor por extracción en frío fue de 0.9207 g/cm³ y en caliente fue de 0.8817 g/cm³, mientras que

Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron un valor de 0.921 g/cm^3 para la extracción en frío y De Jesús *et al.* (2012) reportaron un valor de 0.9072 g/cm^3 para la extracción en caliente.

En el presente análisis se debe tener en cuenta que la densidad es una característica física de los aceites y grasas, además de que este aumenta a medida que disminuye su peso molecular, que en cuanto más alto se encuentre el grado de insaturación, la densidad es mayor; de acuerdo a Gónzales citado por Guillén (2016).

Según Bernal de Ramírez citado por Ayala (2011) indica que no varía significativamente la densidad para un determinado aceite cuando está fresco y puro, pero es afectada por la rancidez, edad y cualquier tratamiento adicional que se le realice al aceite. Los resultados reportados son consecuencia de los diferentes ácidos grasos que se encuentran presentes, incrementando cuando aumenta de los ácidos combinados el peso molecular.

En la tabla 18 se observa que los valores sobre la densidad del aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya presentan un mayor valor en extracción por frío; por tanto, los aceites de semilla de guayaba y semillas de chirimoya extraídos en caliente se vieron afectados por la temperatura de extracción, pues según López (2013) el proceso de extracción por caliente puede haberse quedado residuos de solvente afectando ligeramente en los análisis físicos del aceite. Como se mencionó anteriormente, durante el prensado en frío se pueden haber obtenido otros compuestos más densos, así como partículas pequeñas del residuo de las semillas, lo cual puede afectar el valor obtenido.

Referente al resultado del aceite de guayaba por extracción en frío se encuentra dentro de los parámetros (0.9234 g/cm^3) en comparación a los valores indicados para el aceite de pepitas de uva, cártamo y soya según el CODEX STAN 210-1999 otorga valores de 0.920 g/cm^3 a 0.926 g/cm^3 , 0.922 g/cm^3 a 0.927 g/cm^3 y 0.919 g/cm^3 a 0.925 g/cm^3 respectivamente, mientras que por extracción en caliente muestra un valor bajo que no se encuentra dentro de esos parámetros (0.8904 g/cm^3).

El CODEX STAN 210-1999 le otorga al aceite de salvado de arroz, sésamo, soya y girasol los valores de 0.910 g/cm^3 a 0.929 g/cm^3 , 0.915 g/cm^3 a 0.924 g/cm^3 , 0.919 g/cm^3 a 0.925 g/cm^3 y 0.918 g/cm^3 a 0.923 g/cm^3 respectivamente, comparándolo con el resultado obtenido del aceite de semillas de chirimoya por extracción en frío muestra un valor similar ya que se encuentra dentro esos parámetros (0.9207 g/cm^3), mientras que por extracción en caliente muestra un valor bajo (0.8817 g/cm^3).

Comparando los resultados con otro aceite vegetal, el CODEX STAN 33-1981 establece para la densidad del aceite de oliva un intervalo entre 0.910 g/cm^3 a 0.916 g/cm^3 , el valor obtenido de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya no se encuentran dentro de este parámetro, ya que los valores para el aceite de semillas de guayaba (0.9234 g/cm^3) y aceite de semillas chirimoya (0.9207 g/cm^3) por extracción el frío son superiores al parámetro indicado, mientras que el valor de la extracción en caliente para el aceite de semillas de guayaba (0.8904 g/cm^3) y semillas de chirimoya (0.8817 g/cm^3) son inferior a estos parámetros.

Referente a la densidad de los aceites, los resultados obtenidos fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar si existe o no existe diferencia significativa entre los dos tipos de semillas y los dos métodos de extracción, como se muestran a continuación:

a. Análisis de significancia para la densidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.

En la tabla 18 se observa que los resultados presentan una amplia variación de la densidad de los aceites dependiendo del tipo de semillas y de los métodos de extracción. En la tabla 19 se observa el análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la variabilidad de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, sobre la densidad de los aceites obtenidos. En la tabla 19 de ANOVA, la prueba-F permite determinar los factores significativos.

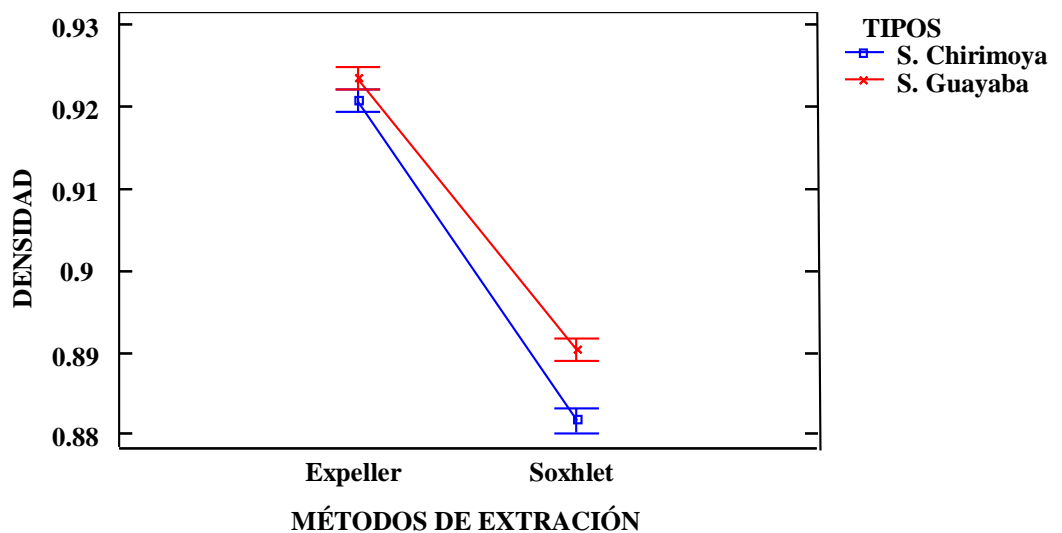
Tabla 19: Análisis de Varianza para la densidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de Semillas	0.0000969008	1	0.0000969008	84.63	0.0000
B:Métodos de Extracción	0.0038916	1	0.0038916	3398.78	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.0000261075	1	0.0000261075	22.80	0.0014
RESIDUOS	0.00000916	8	0.000001145		
TOTAL (CORREGIDO)	0.00402377	11			

Se observa el análisis estadístico en la tabla 19, donde se determina que el valor F para los factores son altos donde el factor A representa a los tipos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya, el factor B representa a los métodos de extracción en frío y caliente, lo cual indica que estadísticamente son significativos, a un nivel de 95 % de confianza, asimismo los valores de P menores a 0.05 reafirman que las variables A, B y AB (combinación de ambos factores) son significativas.

La prueba de Tukey observada en el gráfico 2, empleada para las medias de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, los cuales muestran diferencia significativa entre sí, con un nivel de 95 % ($\alpha = 0.05$) de confianza.

Gráfico 2: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a densidad.



4.3.2. ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 20: Índice de refracción de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Tipos	Extracción	Índice de refracción
Semillas de guayaba	Aceite extraído en frío (expeller)	1.4749 ± 0.0001*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	1.4645 ± 0.0009*
Semillas de chirimoya	Aceite extraído en frío (expeller)	1.4699 ± 0.0001*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	1.4571 ± 0.0059*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

Los valores para el índice de refracción de los aceites obtenidos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío fueron de 1.4749 y 1.4699 respectivamente, además, presentan un mayor valor en comparación con el índice de refracción de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en caliente quienes obtuvieron 1.4645 y 1.4571 respectivamente.

Gutiérrez (2018) reportó un valor de 1.4768 por extracción en caliente y como se puede observar en la tabla 20 el índice de refracción obtenida del aceites de semillas de guayaba por extracción en frío fue de 1.4749 y por extracción en caliente fue de 1.4645, siguiendo con los índices de refracción para los aceites de semillas de chirimoya se observa un valor de 1.4699 por extracción en frío y en caliente fue de 1.4571, mientras que Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron un valor de 1.460 para la extracción en frío y

De Jesús et al. (2012) reportaron un valor de 1.4599 para la extracción en caliente.

El presente análisis es un indicador que garantiza la calidad, el cual se encarga de la estabilidad del aceite durante el tratamiento térmico. De acuerdo a Cho, Kim y Gil (2013); este parámetro, conforme un aceite es más insaturado y posee ácidos grasos de cadenas largas, su índice de refracción es mayor. Este análisis es un indicador de pureza, por la oxidación de los ácidos grasos puede verse alterado su valor.

Bailey (1979); indica que es un dato importante el índice de refracción de los lípidos, por la estrecha relación que tiene el grado de insaturación de aquellas sustancias, con el peso molecular, la determinación rápida y por la sencillez. Es muy importante y útil esta característica para poder clasificar rápidamente grasas o aceites de desconocida identidad. En los ácidos grasos como en los lípidos, el índice de refracción aumenta con el número de enlaces dobles en ella y la longitud de la cadena hidrocarbonada.

Tabio *et al.* (2017) indica que al propagarse por un medio homogéneo el índice de refracción determina la reducción de la velocidad de la luz y es un parámetro que está relacionado con la estimación de pureza de sustancias.

En la tabla 20 se observan los valores del índice de refracción de aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya presentan un mayor valor por extracción por frío; por ende se infiere que mediante la extracción en caliente se vio afectado por el método empleado para la extracción y el aceite presentó oxidación de ácidos grasos durante la medición.

El CODEX STAN 33-1981 establece para el índice de refracción del aceite de oliva un intervalo entre 1.4677 a 1.4705, comparándolo con los valores obtenidos en esta investigación se encuentran dentro del intervalo, pero el aceite de semillas de guayaba se encuentra dentro del rango en extracción en caliente (1.4645) y el aceite de semillas de chirimoya se extracción en frío (1.4699).

Comparando con otros aceites vegetales como el aceite de linaza y pepitas de uva, el CODEX STAN 210-1999 otorga un parámetro entre 1.472 a 1.475 y 1.467 a 1.477 respectivamente; mientras que el valor obtenido del aceite de semillas guayaba por extracción en frío (1.4749) es el que se encuentra dentro del parámetro y por extracción el caliente (1.4645) el valor se encuentra entre los parámetros de los aceites de salvado de arroz 1.460 a 1.473 y girasol 1.461 a 1.468 tal como se indica en el CODEX STAN 210-1999.

Comparando los resultados obtenidos del aceite de semillas de chirimoya extraídos en frío (1.4699) se encuentran dentro de los intervalos de aceites vegetales como es el caso de los aceites de pepita de uva, salvado de arroz y soja, según el CODEX STAN 210-1999 le otorgan un valor de 1.467 a 1.477, 1.460 a 1.473 y 1.466 a 1470 respectivamente, y por extracción en caliente (1.4571) el valor se encuentra dentro del intervalo del aceite de avellana 1.456 a 1.463 según indica el CODEX STAN 210-1999.

Referente al índice de refracción de los aceites, los resultados obtenidos fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de

Tukey para determinar si existe o no existe diferencia significativa entre los dos tipos de semillas y los dos métodos de extracción, como se muestran a continuación:

a. Análisis de significancia para el índice de refracción de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.

En la tabla 20 se observa que los resultados presentan una amplia variación del índice de refracción de los aceites dependiendo del tipo de semillas y de los métodos de extracción. Se observa en la tabla 21 el análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la variabilidad de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, sobre el índice de refracción de los aceites obtenidos. En la tabla 21 de ANOVA, la prueba-F permite determinar los factores significativos.

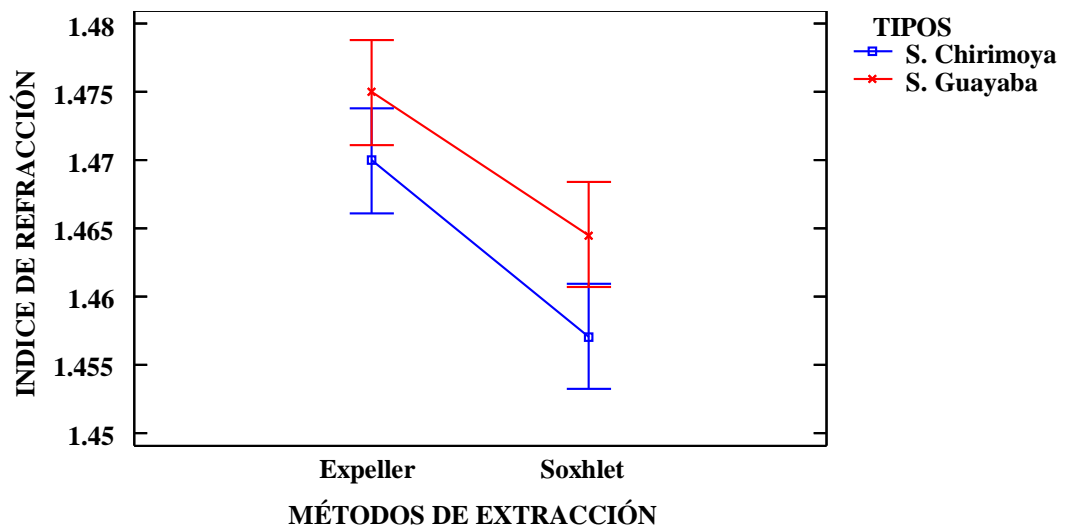
Tabla 21: Análisis de varianza para el índice de refracción de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de Semillas	0.000115941	1	0.000115941	13.19	0.0067
B:Métodos de Extracción	0.000407168	1	0.000407168	46.31	0.0001
INTERACCIONES					
AB	0.00000444083	1	0.00000444083	0.51	0.4975
RESIDUOS	0.00007034	8	0.0000087925		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000597889	11			

Se observa el análisis estadístico en la tabla 21, donde se determina que el valor F para los factores son altos donde el factor A representa a los tipos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya, el factor B representa a los métodos de extracción en frío y caliente, lo cual indica que estadísticamente son significativos, a un nivel de 95 % confianza, asimismo los valores de P menores a 0.05 reafirman que las variables A, B son significativas y AB (combinación de ambos) no es significativa.

La prueba de Tukey observada en el gráfico 3, empleada para las medias de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, los cuales muestran diferencia significativa entre sí, con un nivel de 95 % ($\alpha = 0.05$) de confianza..

Gráfico 3: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de refracción.



4.3.3. ÍNDICE DE ACIDEZ DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 22: Índice de acidez de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Tipos	Extracción	Índice de acidez mg de KOH/g TAG
Semillas de guayaba	Aceite extraído en frío (expeller)	0.6982 ± 0.0038*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	3.2707 ± 0.0009*
Semillas de chirimoya	Aceite extraído en frío (expeller)	0.5287 ± 0.0023*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	4.0952 ± 0.0141*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

Los valores para el índice de acidez de los aceites obtenidos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en caliente fueron de 3.2707 mg de KOH/g TAG y 4.0952 mg de KOH/g TAG respectivamente, además, presentan un mayor valor en comparación con el índice de acidez de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío quienes obtuvieron 0.6982 mg de KOH/g TAG y 0.5287 mg de KOH/g TAG respectivamente.

Gutiérrez (2018) reportó un índice de acidez en las semillas de guayaba por extracción en caliente de 3.29 mg de KOH/g TAG, como se puede observar en la tabla 22, los índices de acidez obtenidas en las semillas de guayaba por extracción en caliente fue de 3.2707 mg de KOH/g TAG y en frío fue de 0.6982 mg de KOH/g TAG. Para las semillas de chirimoya por extracción en

frío fue de 0.5287 mg de KOH/g TAG y en caliente fue de 4.0952 mg de KOH/g TAG; Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron un valor de 0.533 mg de KOH/g TAG para el método de extracción en frío, mientras la extracción en caliente Restrepo y Vinasco (2010) reportaron un valor de 4.0 mg de KOH/g TAG.

Según El-Adawy y Taha (2001), se ha establecido que un aceite crudo o no refinado puede contener una cantidad de ácidos grasos libres equivalentes a 4 mg KOH/g aceite.

Si bien es cierto se logra disminuir el índice de acidez durante el proceso de refinado de un aceite, debido a la neutralización de los ácidos grasos libres, es indeseable que desde un inicio se tenga un alto valor en el índice de acidez, ya que la concentración de ácidos grasos libres durante el almacenamiento aumentará, además que puede promover los procesos de oxidación del aceite de semillas de guayaba, Gutiérrez (2018).

Tabio *et al.* (2017) señalan que en el índice de acidez, un valor elevado indica que el aceite contiene ácidos libres en gran cantidad, por lo que experimento un alto grado de hidrólisis.

Según Paucar-Menacho *et al.* (2015) indican que un aceite que contiene alto índice de acidez, apunta al uso de materia prima de baja calidad y mal almacenamiento o manejo, por lo que no es recomendado su consumo.

En la tabla 22 se puede observar que los valores sobre el índice de acidez de aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya presentan un mayor valor en extracción por caliente; lo que puede ser a causa de un incremento

de la liberación de ácidos grasos por parte del método en caliente lo cual ocasiona una rancidez hidrolítica (Guillen, 2016).

El CODEX STAN 210-1999 indica que para el índice de acidez de los aceites extraídos en frío y vírgenes (excepto el aceite de palma virgen y el aceite crudo de almendra de palma) tienen un valor de 4.0 mg KOH/g aceite; el valor obtenido del aceite de semillas de guayaba por extracción en frío es bajo (0.6982 mg de KOH/g TAG), mientras que para el método de extracción en caliente muestra un valor ligeramente bajo (3.2707 mg de KOH/g TAG); en el caso del aceite de semillas de chirimoya por extracción en frío fue bajo (0.5287 mg de KOH/g TAG), mientras en el método de extracción en caliente muestra un valor similar (4.0952 mg de KOH/g TAG).

Los resultados obtenidos del índice de acidez de los aceites fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar si existe o no existe diferencia significativa entre los dos tipos de semillas y los dos métodos de extracción, como se muestran a continuación:

a. Análisis de significancia para el índice de acidez de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.

En la tabla 22 se observa en los resultados presentan una amplia variación del índice de acidez de los aceites dependiendo del tipo de semillas y de los métodos de extracción. En la tabla 23 se observa el

análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la variabilidad de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, sobre el índice de acidez de los aceites. En la tabla 23 de ANOVA, la prueba-F permite determinar los factores significativos.

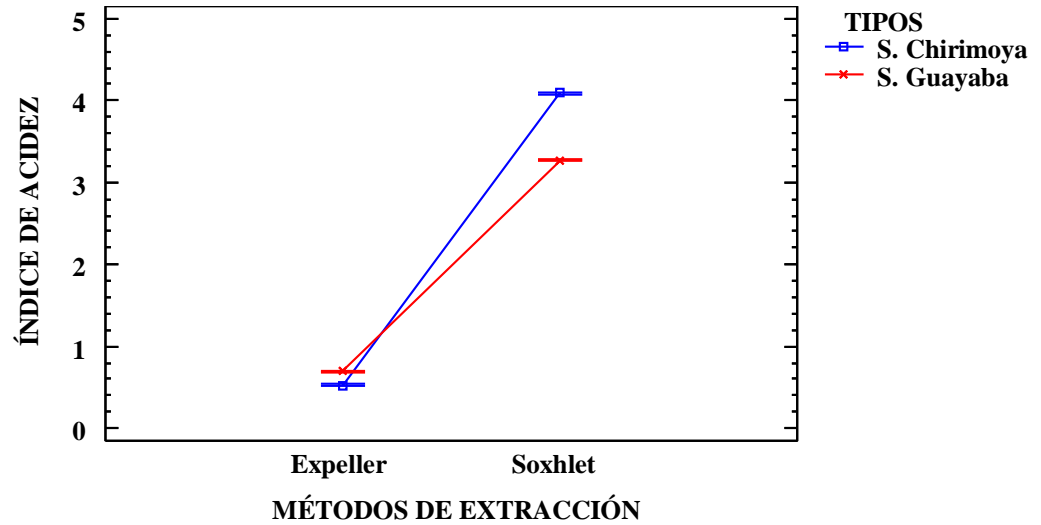
Tabla 23: *Análisis de varianza para el índice de acidez de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de Semillas	0.321736	1	0.321736	5912.09	0.0000
B:Métodos de Extracción	28.2646	1	28.2646	519378.35	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.741077	1	0.741077	13617.73	0.0000
RESIDUOS	0.00043536	8	0.00005442		
TOTAL (CORREGIDO)	29.3278	11			

Se observa el análisis estadístico en la tabla 23, donde se determina que el valor F para los factores son altos donde el factor A representa a los tipos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya, el factor B representa a los métodos de extracción en frío y caliente, lo que indica que estadísticamente son significativos, a un nivel de 95 % de confianza, asimismo los valores de P menores a 0.05 reafirman que las variables A, B y AB (combinación de ambos) son significativas.

La prueba de Tukey observada en el gráfico 4, empleada para las medias de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, los cuales muestran diferencia significativa entre sí, con un nivel de 95 % ($\alpha = 0.05$) de confianza.

Gráfico 4: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de acidez.



4.3.4. ÍNDICE DE YODO DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 24: Índice de yodo de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Tipos	Extracción	Índice de yodo g I ₂ /g
Semillas de guayaba	Aceite extraído en frío (expeller)	127.5672 ± 0.0292*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	120.0429 ± 0.1323*
Semillas de chirimoya	Aceite extraído en frío (expeller)	88.4254 ± 0.0323*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	85.0257 ± 0.0423*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

Los valores sobre el índice de yodo de los aceites obtenidos de semillas de guayaba por extracción en frío y caliente fueron de 127.5672 g I₂/g y

120.0429 g I₂/g respectivamente, además fueron quienes obtuvieron un mayor valor en comparación con el índice de yodo de los aceites de semillas de chirimoya, quienes obtuvieron por extracción en frío 88.4254 g I₂/g y caliente 85.0257 g I₂/g.

En la tabla 24 se puede observar los valores del índice de yodo obtenidos en las semillas de guayaba por extracción en frío fue de 127.5672 g I₂/g y en caliente fue de 120.0429 g I₂/g, Arain *et al.* (2017) reportaron un valor de 120.55 g I₂/g por extracción en caliente; mientras que para las semillas de chirimoya por extracción en frío fue de 88.4254 g I₂/g y en caliente fue de 85.0257 g I₂/g, para la extracción en frío Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron un valor de 88.46 g I₂/g, para la extracción en caliente Restrepo y Vinasco (2010) reportaron un valor de 84.7 g I₂/g.

El índice de yodo es una medida del grado de insaturación y refleja la susceptibilidad del aceite a oxidación. En esta investigación el aceite de semillas de guayaba por extracción en frío es el que contiene un alto índice de yodo (127.5672 g I₂/g), lo que indica que el aceite es compuesto principalmente de ácidos grasos insaturados.

El promedio de la cantidad de insaturaciones en un aceite está dado por el índice de yodo. Se espera que un aceite con alta cantidad de ácidos grasos insaturados presente un índice de yodo alto.

De acuerdo con la literatura, el índice de yodo del aceite de semillas de guayaba es similar al que se obtendría para un aceite con alto contenido de ácido oléico como el de oliva o aguacate (Dyminska *et al.* 2017).

Tabio (2017) indica que el valor del índice de yodo de un aceite, expresa el número de insaturaciones de los ácidos grasos. El aceite completamente saturado tendrá un valor igual a cero. En el índice de acidez, la importancia está en la relación con el punto de fusión, porque a mayor cantidad de insaturaciones será menor el punto de fusión. No obstante, los aceites naturales al poseer en su composición tantos ácidos grasos saturados e insaturados con diferentes puntos de fusión, se solidifican en un intervalo extenso de temperaturas.

En la tabla 24 se puede observar que los valores sobre el índice de yodo de aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya presentan un mayor valor en extracción por frío; referente al aceite extraído en caliente, se debe al alto contenido de ácido linoleico que presenta la semilla (Gutierrez, 2018); por otro lado los aceites obtenidos por extracción en frío son los que manifiestan un valor mayor, debido a que cuenta con un alto grado de insaturaciones y una mejor predisposición para mostrar reacciones oxidativas que dañan el aceite, como resultado habrá una pérdida de la estabilidad oxidativa en el aceite (Pascual *et al.*, 2008).

Según lo reportado por el CODEX STAN 33-1981, el aceite de oliva tiene un valor entre 75 g de yodo/100 g grasa o aceite hasta 94 g de yodo/100 g grasa o aceite; en comparación con los aceites de semillas de guayaba los valores obtenidos por extracción en frío (127.5672 g I₂/g) y por extracción en caliente (120.0429 g I₂/g) muestran valores mucho más altos a lo reportado para el aceite de oliva mientras que, en el caso del aceite de semillas de chirimoya los valores obtenidos por extracción en frío (88.4254

g I₂/g) como por extracción en caliente (85.0257 g I₂/g) se hallan dentro del rango establecido para el aceite de oliva.

El CODEX STAN 210-1999 indica un rango entre 103 g de yodo/100 g grasa o aceite a 135 g de yodo/100 g grasa o aceite para el aceite de maíz y 118 g de yodo/100 g grasa o aceite a 141 g de yodo/100 g grasa o aceite para el aceite de girasol, comparándolos con los aceites de semillas de guayaba por extracción en frío (127.5672 g I₂/g) y por extracción en caliente (120.0429 g I₂/g) indican que se encuentran dentro de los rangos.

Según el CODEX STAN 210-1999 le concede un valor entre 81 g de yodo/100 g grasa o aceite a 95 g de yodo/100 g grasa o aceite al aceite de avellana y 84 g de yodo/100 g grasa o aceite a 98 g de yodo/100 g grasa o aceite al aceite de pistacho, comparándolos con los valores obtenidos de los aceites de semillas de chirimoya por extracción en frío (88.4254 g I₂/g) y por extracción en caliente (85.0257 g I₂/g), ambos valores se encuentra en los parámetros del aceite de avellana y de pistacho.

Los resultados obtenidos del índice de yodo de los aceites fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar si existe o no existe diferencia significativa entre los dos tipos de semillas y los dos métodos de extracción, como se muestran a continuación:

a. Análisis de significancia para el índice de yodo de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.

En la tabla 24 se observa que los resultados presentan una amplia variación del índice de yodo de los aceites dependiendo del tipo de semillas y de los métodos de extracción. En la tabla 25 se observa el análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la variabilidad de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, sobre el índice de yodo de los aceites obtenidos. En la tabla 25 de ANOVA, la prueba-F permite determinar los factores significativos.

Tabla 25: Análisis de varianza para el índice de yodo de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

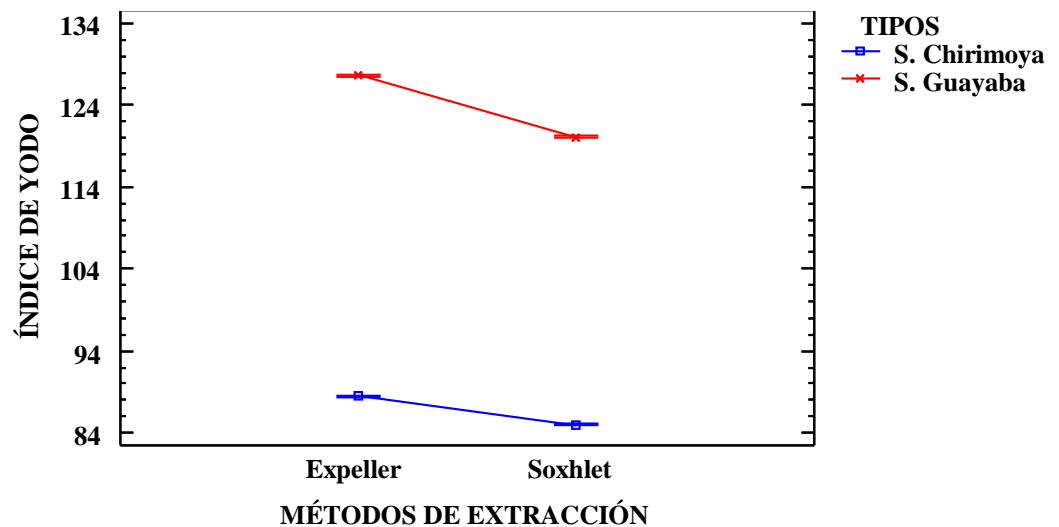
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de Semillas	4124.68	1	4124.68	778441.24	0.0000
B:Métodos de Extracción	89.4992	1	89.4992	16891.00	0.0000
INTERACCIONES					
AB	12.7592	1	12.7592	2408.03	0.0000
RESIDUOS	0.0423891	8	0.00529863		
TOTAL (CORREGIDO)	4226.98	11			

Se observa el análisis estadístico en la tabla 25, donde se determina que el valor F para los factores son altos donde el factor A representa a los tipos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya, el factor B representa a los métodos de extracción en frío y caliente, lo que indica que estadísticamente son significativos, a un nivel de 95 % de confianza,

asimismo los valores de P menores a 0.05 reafirman que las variables A, B y AB (combinación de ambos) son significativas.

La prueba de Tukey observada en el gráfico 5, empleada para las medias de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, los cuales muestran diferencia significativa entre sí, con un nivel de 95 % ($\alpha = 0.05$) de confianza.

Gráfico 5: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de yodo.



4.3.5. ÍNDICE DE PERÓXIDO DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 26: Índice de peróxido de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Tipos	Extracción	Índice de peróxido meqO₂/Kg
Semillas de guayaba	Aceite extraído en frío (expeller)	8.7410 ± 0.0606*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	11.8148 ± 0.0307*
Semillas de chirimoya	Aceite extraído en frío (expeller)	3.3101 ± 0.0023*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	4.9067 ± 0.0014*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

Los valores sobre el índice de peróxido de los aceites obtenidos de semillas de guayaba por extracción en frío y caliente fueron de 8.7410 meqO₂/Kg y 11.8148 meqO₂/Kg respectivamente, además fueron quienes obtuvieron un mayor valor en comparación con el índice de peróxido de los aceites de semillas de chirimoya, quienes obtuvieron por extracción en frío 3.3101 meqO₂/Kg y caliente 4.9067 meqO₂/Kg.

En la tabla 36 se puede observar los valores del índice de peróxido obtenidos en las semillas de guayaba por extracción en frío fue de 8.7410 meqO₂/Kg y en caliente fue de 11.8148 meqO₂/Kg, Gutiérrez (2018) reportó un valor de 13 meqO₂/Kg por extracción en caliente; mientras que para las semillas de chirimoya por extracción en frío fue de 3.3101 meqO₂/Kg y en caliente fue

de 4.9067 meqO₂/Kg, para la extracción en frío Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron un valor de 3.37 meqO₂/Kg.

Tabio (2017) señala que es una técnica el índice de peróxido empleada para determinar el estado de conservación del alimento, porque la oxidación del aceite paraliza la biosíntesis de la vitamina K, destruye parte de los ácidos grasos esenciales y las vitaminas liposolubles (A, D, E, caroteno), por ende la importancia de este indicador de calidad en valores bajos.

Según Badui citado por Guillen (2016); sólo es significativa el análisis del índice de peróxido en la etapa inicial de la oxidación de grasas, ya que se generan diversos peróxidos que alteran de las grasas sus propiedades sensoriales.

Al realizar la comparación de los métodos de extracción del índice de peróxido, el valor a través del método en caliente (soxhlet) es mayor que el extraído por prensado en frío (expeller). El método por prensado en frío impidió que el aceite sea sensible a sabores y olores indeseables generado por los peróxidos e hidroperóxidos (Restrepo *et al.*, 2012). Cuando un aceite muestra en los ácidos grasos insaturados un alto contenido, una de las desventajas es que lo hace muy susceptible a la oxidación.

En la tabla 26 se puede observar que los valores sobre el índice de peróxido de aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya presentan un mayor valor en extracción por caliente; los valores del índice de peróxido presentado por ambos tipos de extracción, puede estar ligado a un grado de insaturación alto que tiene el aceite de semillas de guayaba que repercuten en la velocidad de la oxidación pues los ácidos grasos insaturados en el

momento que están libres se oxidan usualmente más rápido que los ácidos grasos saturados. A temperaturas superiores a 60 °C se oxidan los ácidos grasos saturados, mientras los poliinsaturados hasta en el almacenamiento de los alimentos en estado congelado se oxidan (Martínez, 2010).

Según lo reportado por el CODEX STAN 33-1981 establece para el índice de peróxido del aceite de oliva un valor hasta 15 meqO₂/Kg, nuestros valores obtenidos de los aceites de semillas de guayaba por extracción en frío (8.7410 meqO₂/Kg) y caliente (11.8148 meqO₂/Kg) y de los aceites de semillas chirimoya por extracción en frío (3.3101 meqO₂/Kg) y caliente (4.9067 meqO₂/Kg) no superan el límite máximo establecido para el aceite de oliva. Relacionándolo con otros aceites vegetales por extracción el frío, el CODEX STAN 210-1999 otorga un valor máximo de 15 meqO₂/Kg para los aceites prensados en frío y vírgenes, comparándolo con los valores obtenidos de ambos tipos de semillas y por ambos métodos de extracción no llegan a superar el valor establecido.

Los resultados obtenidos del índice de peróxido de los aceites fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar si existe o no existe diferencia significativa entre los dos tipos de semillas y los dos métodos de extracción, como se muestran a continuación:

a. Análisis de significancia para el índice de peróxido de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.

En la tabla 26 se observa que los resultados presentan una amplia variación del índice de peróxido de los aceites dependiendo del tipo de semillas y de los métodos de extracción. En la tabla 27 se observa el análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la variabilidad de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, sobre el índice de peróxido de los aceites. En la tabla 27 de ANOVA, la prueba-F permite determinar los factores significativos.

Tabla 27: Análisis de varianza para el índice de peróxido de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

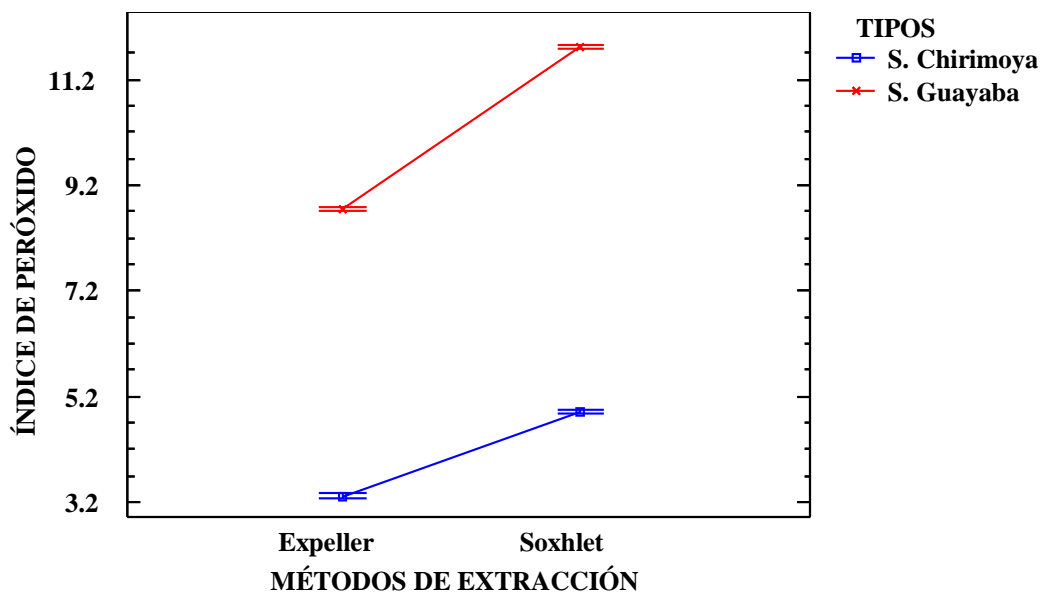
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de Semillas	114.188	1	114.188	98693.83	0.0000
B:Métodos de Extracción	16.359	1	16.359	14139.23	0.0000
INTERACCIONES					
AB	1.63674	1	1.63674	1414.65	0.0000
RESIDUOS	0.00925595	8	0.00115699		
TOTAL (CORREGIDO)	132.193	11			

Se observa el análisis estadístico en la tabla 27, donde se determina que el valor F para los factores son altos donde el factor A representa a los tipos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya, el factor B representa a los métodos de extracción en frío y caliente, lo que indica que estadísticamente son significativos, a un nivel de 95 % de confianza,

asimismo los valores de P menores a 0.05 reafirman que los factores A, B y AB (combinación de ambos) son significativos.

La prueba de Tukey observada en el gráfico 6, empleada para las medias de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, los cuales muestran diferencia significativa entre sí, con un nivel de 95 % ($\alpha = 0.05$) de confianza.

Gráfico 6: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de peróxido.



4.3.6. ÍNDICE DE COLOR DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 28: Índice de color de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Tipos	Extracción	Índice de color		
		L*	a*	b*
Semillas de guayaba	Aceite extraído en frío (expeller)	64.8933 ± 0.7961*	- 3.0367 ± 0.4729*	62.8767 ± 1.9701*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	69.1867 ± 0.9753*	- 0.1700 ± 0.0656*	65.5867 ± 1.1549*
Semillas de chirimoya	Aceite extraído en frío (expeller)	66.6100 ± 1.7627*	- 8.1633 ± 0.7391*	10.8967 ± 1.3687*
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	67.3033 ± 2.2584*	- 4.0300 ± 0.6804*	17.8733 ± 1.9296*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

Los valores para el índice de color de los aceites obtenidos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en caliente referente a la luminosidad (L*) fueron de 69.1867 y 67.3033 respectivamente, además, presentan un mayor valor en comparación con la luminosidad (L*) de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío quienes obtuvieron 64.8933 y 66.6100 en cada extracción.

Referente a la coordenada (a*) los valores de los aceites obtenidos de semillas de guayaba por extracción en frío y caliente fueron de - 3.0367 y - 0.1700 respectivamente, fueron quienes obtuvieron un mayor valor en la coordenada (a*) en comparación con los aceites de semillas de chirimoya, quienes obtuvieron por extracción en frío - 8.1633 y caliente - 4.0300.

Los valores de la coordenada (b^*) de los aceites obtenidos de semillas de guayaba por extracción en frío y caliente fueron de 62.8767 y 65.5867 respectivamente, quienes obtuvieron un mayor valor en la coordenada (b^*) en comparación con los aceites de semillas de chirimoya quienes obtuvieron por extracción en frío y caliente fueron 10.8967 y 17.8733 en cada extracción.

En la tabla 28 se puede observar que los valores de los aceites de semillas de guayaba por extracción por frío y caliente describen una tonalidad de amarillo oscuro para ambos aceites, mientras los valores de los aceites de semillas de chirimoya extraídos por el método en frío y caliente describen una tonalidad de dorado pálido para ambos aceites.

Los valores de la coordenada (a^*) de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente, se encuentran por debajo del valor 0, esto indica que, muestran una tendencia a los tonos verdes, mientras que los valores de la coordenada (b^*) son positivos, esto indica que existe tendencia a la tonalidades amarillas.

Según Villalobos citado por Guillén (2016); indica que cuando son sometidos los alimentos a tratamientos térmicos generan tonalidades que parten de un ligero amarillo hasta un café intenso, mediante las reacciones de caramelización y de Maillard, en otras ocasiones los pigmentos que contienen se alteran y cambian de color; lo que explica la leve variación de color en el aceite obtenido por solventes y el aceite obtenido por prensado.

Los resultados obtenidos del índice de color de los aceites fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar si existe o no existe diferencia significativa entre los dos tipos de semillas y los dos métodos de extracción, como se muestran a continuación:

a. Análisis de significancia para el índice de luminosidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.

En la tabla 28 se observa en los resultados una amplia variación del índice de luminosidad de los aceites dependiendo del tipo de semillas y de los métodos de extracción. En la tabla 29 se observa el análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la variabilidad de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, sobre el índice de luminosidad de los aceites. En la tabla 29 de ANOVA, la prueba-F permite determinar los factores significativos.

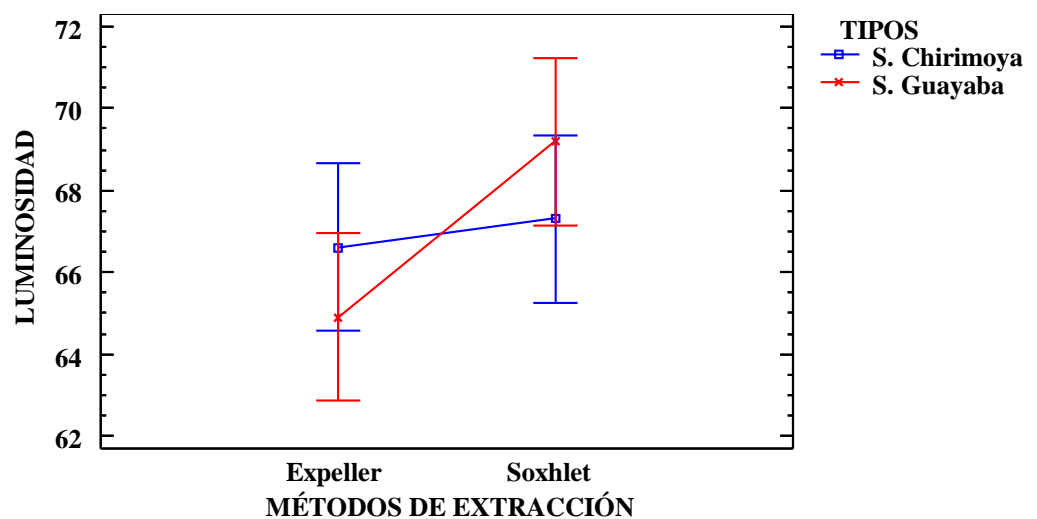
Tabla 29: Análisis de varianza para el índice de luminosidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de Semillas	0.0208333	1	0.0208333	0.01	0.9288
B:Métodos de Extracción	18.6501	1	18.6501	7.62	0.0247
INTERACCIONES					
AB	9.72	1	9.72	3.97	0.0814
RESIDUOS	19.585	8	2.44812		
TOTAL (CORREGIDO)	47.976	11			

Se observa el análisis estadístico en la tabla 29, donde se determina que el valor F para los factores son bajos donde el factor A representa a los tipos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya, el factor B representa a los métodos de extracción en frío y caliente, lo que indica que el factor A no es estadísticamente significativo y el factor B si es estadísticamente significativo, a un nivel de 95 % de confianza, asimismo los valores de P menores a 0.05 reafirman que solo el factor B es significativo, el factor A y AB (combinación de ambos) no son significativos.

La prueba de Tukey observada en el gráfico 7, empleada para las medias de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, los cuales muestran diferencia significativa entre sí, con un nivel de 95 % ($\alpha = 0.05$) de confianza.

Gráfico 7: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a índice de luminosidad.



4.3.7. COMPARACIÓN FISICOQUÍMICA ENTRE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 30: Comparación fisicoquímica de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

	Aceite de semillas de guayaba		Aceite de semillas de chirimoya		
	Aceite extraído en frío (expeller)	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	Aceite extraído en frío (expeller)	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	
Densidad	0.9234 ± 0.0002*	0.8904 ± 0.0010*	0.9207 ± 0.0018*	0.8817 ± 0.0003*	
Índice de refracción	1.4749 ± 0.0001*	1.4645 ± 0.0009*	1.4699 ± 0.0001*	1.4571 ± 0.0059*	
Índice de acidez	0.6982 ± 0.0038*	3.2707 ± 0.0009*	0.5287 ± 0.0023*	4.0952 ± 0.0141*	
Índice de yodo	127.5672 ± 0.0292*	120.0429 ± 0.1323*	88.4254 ± 0.0323*	85.0257 ± 0.0423*	
Índice de peróxido	8.7410 ± 0.0606*	11.8148 ± 0.0307*	3.3101 ± 0.0023*	4.9067 ± 0.0014*	
Índice de color	L*	64.8933 ± 0.7961*	69.1867 ± 0.9753*	66.6100 ± 1.7627*	67.3033 ± 2.2584*
	a*	- 3.0367 ± 0.4729*	- 0.1700 ± 0.0656*	- 8.1633 ± 0.7391*	- 4.0300 ± 0.6804*
	b*	62.8767 ± 1.9701*	65.5867 ± 1.1549*	10.8967 ± 1.3687*	17.8733 ± 1.9296*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

La comparación entre los aceites obtenidos de ambos tipos de semillas y por ambos métodos de extracción referente a sus análisis fisicoquímicos se puede observar una variación en cada uno de los análisis realizados, presentando diferencias significativas en la mayoría de los valores obtenidos de cada aceite analizado.

4.4. COMPARACIÓN DE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS ENTRE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 31: Comparación de ácidos grasos de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

	Semillas de guayaba		Semillas de chirimoya	
	Aceite extraído en frío (expeller) %	Aceite extraído en caliente (soxhlet) %	Aceite extraído en frío (expeller) %	Aceite extraído en caliente (soxhlet) %
Palmítico	7.5457 ± 0.8273*	7.8693 ± 0.5747*	13.2833 ± 0.5901*	12.8630 ± 0.2411*
Estearico	5.1177 ± 0.2442*	5.1080 ± 0.3349*	5.6050 ± 0.0754*	6.2860 ± 0.5743*
Oléico	5.5850 ± 0.0582*	5.3190 ± 0.3174*	43.9920 ± 1.3925*	42.1470 ± 0.3049*
Linoleico	79.4887 ± 1.3434*	77.4990 ± 0.5096*	38.1907 ± 0.9445*	37.0547 ± 0.3268*
Linolénico	-----	-----	1.1323 ± 0.0060*	1.2043 ± 0.0858*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

Los valores para el perfil de ácidos grasos de los aceites obtenidos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en caliente presentaron un mayor valor en ácidos grasos saturados, y por los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío presentaron un mayor valor en ácidos grasos insaturados.

Referente al ácido graso con mayor proporción de los aceites de semillas de guayaba por ambas extracciones fue el ácido linoleico que presentaron un valor de 79.4887 % por extracción en frío y 77.4990 % por extracción en caliente, con menor proporción fue el ácido esteárico que presentaron un valor de 5.1177 % por extracción en frío y 5.1080 % por extracción en caliente; mientras que el ácido graso con mayor proporción de los aceites de semillas de chirimoya por ambas

extracciones fue el ácido oléico que presentaron un valor de 43.9920 % por extracción en frío y 42.1470 % por extracción en caliente, con menor proporción fue el ácido linolénico que presentaron un valor de 1.1323 % por extracción en frío y 1.2043 % por extracción en caliente.

En la tabla 31 se puede observar los ácidos grasos obtenidos en las semillas de guayaba por extracción en frío fueron ácido palmítico 7.5457 %, ácido esteárico 5.1177 %, ácidos oléico 5.5850 %, ácido linoleico 79.4887 % y en caliente fueron ácido palmítico 7.8693 %, ácido esteárico 5.1080 %, ácidos oléico 5.3190 %, ácido linoleico 77.4990 %; Gutiérrez (2018) y Vasco *et al.* (2005) reportaron valores de 7.56 % en ácido palmítico, 3.79 % en ácido esteárico, 6.61 % en ácidos oléico, 80.69 % en ácido linoleico y 7.8 % ácido palmítico, 4.8 % ácido esteárico, 6.7 % ácido oléico, 79.1 % ácido linoleico respectivamente por extracción en caliente; mientras que para las semillas de chirimoya por extracción en frío fueron ácido palmítico 13.2833 %, ácido esteárico 5.6050 %, ácidos oléico 43.9920 %, ácido linoleico 38.1907 %, ácido linolénico 1.1323 % y en caliente fueron ácido palmítico 12.8630 %, ácido esteárico 6.2860 %, ácidos oléico 42.1470 %, ácido linoleico 37.0547 %, ácido linolénico 1.20434 %; así mismo para la extracción en caliente Restrepo y Vinasco (2010) reportaron ácido palmítico 14.9 %, ácido esteárico 8.1 %, ácido oléico 50.2 %, ácido linoleico 24.2 %, ácido linolénico 1.6 % y para la extracción en frío Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron ácido palmítico 14.81 %, ácido esteárico 6.33 %, ácido oléico 43.59 %, ácido linoleico 32.63 %, ácido linolénico 1.25 %.

En la tabla 31 se puede observar que los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya poseen cantidades bajas del ácido palmítico, lo cual es favorable, ya

que aumenta el colesterol el alto contenido de ácidos grasos palmítico, laúrico y mirístico, Gutiérrez (2018).

El aceite de semillas de guayaba puede ser considerado como fuente de ácidos grasos, especialmente por el ácido linoleico. Este ácido tiene aplicaciones en la industria de alimentos como en suplementos alimenticios y en el tratamiento de la diabetes y de enfermedades cardiovasculares; también es empleada como agente secante en la industria de pinturas, Nivia *et al.* (2007).

Según Arain *et al.* (2017) indica que el ácido graso reconocido e importante de las semillas de guayaba es el ácido linoleico debido a sus numerosas propiedades y usos. La presencia de este ácido graso en alta la cantidad indica que el aceite de semillas de guayaba sea favorable para la salud humana, principalmente para pacientes cardíacos; por ello, el aceite de semillas de guayaba puede considerarse como buena fuente de ácidos linoleicos y presenta una amplia gama de aplicaciones en nutrición, cosmética y medicina. Por otro lado, los resultados de esta investigación son útiles para las industrias fitofarmacéuticas, para establecer su control de calidad perfil. Este estudio ayuda a comprender que después de extraer el jugo, las semillas podrían utilizarse en aplicaciones mencionadas anteriormente.

Nonalaya y Marcañaupa (2017) indicaron que el aceite de semillas de chirimoya muestra un valor alto en ácido oleico seguido del linoleico, esto significa que es buena fuente de ácido graso esencial.

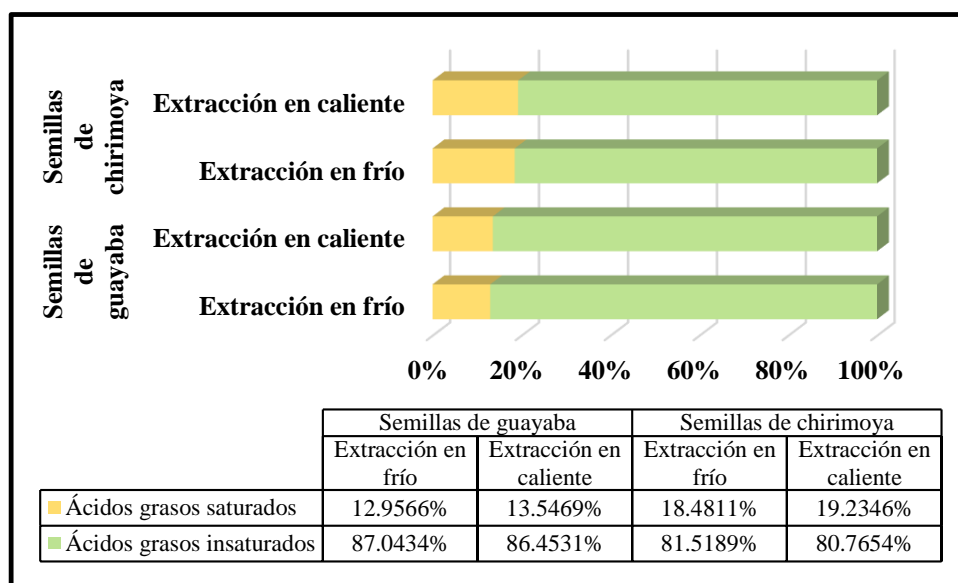
En la tabla 32 y en el gráfico 8 se pueden observar las proporciones de los ácidos grasos saturados e insaturados presentes en el aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya ambos extraídos en frío y caliente.

Tabla 32: Comparación de ácidos grasos de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Tipos	Extracción	Ácidos grasos	
		Ácidos grasos saturados (%)	Ácidos grasos insaturados (%)
Semillas de guayaba	Aceite extraído en frío (expeller)	12.9566	87.0434
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	13.5469	86.4531
Semillas de chirimoya	Aceite extraído en frío (expeller)	18.4811	81.5189
	Aceite extraído en caliente (soxhlet)	19.2346	80.7654

* media de tres repeticiones, \pm desviación estándar.

Gráfico 8: Ácidos grasos saturados e insaturados de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.



La composición de ácidos grasos de los aceites obtenidos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en caliente presentaron un mayor porcentaje en ácidos grasos saturados en comparación con los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío; referente a los ácidos grasos

insaturados, los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío presentaron un mayor porcentaje en comparación con los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en caliente.

En la tabla 32 y en el gráfico 8 se observa que los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya extraídos en frío referente a los ácidos grasos saturados presentan valores de 12.9566 % y 18.4811 % respectivamente, en extracción en caliente los aceites de semillas de guayaba presenta 13.5469 % y las semillas de chirimoya presenta 19.2346 %; además en los ácidos grasos insaturados referente a los aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya extraídos en frío presentaron valores de 87.0434 % y 81.5189 % respectivamente, en extracción en caliente los aceites de semillas de guayaba presenta 86.4531 % y las semillas de chirimoya presenta 80.7654 %.

Según Castro *et al.* (2005), al contener ácidos grasos insaturados en mayor porcentaje y por ende un bajo contenido de ácidos grasos saturados, el aceite se convierte en un potencial para poder desempeñarse como un aceite con acción protectora cardiovascular. La relación de ácidos grasos saturados con respecto a los ácidos grasos insaturados obtenidos son muy similar a los que tienen los aceites comerciales (procedentes de la soya y maíz), los cuales son conocidos por su contribución en la disminución del riesgo de desarrollar enfermedades coronarias.

4.5. COMPARACIÓN DE ESTABILIDAD OXIDATIVA ENTRE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 33: Comparación de estabilidad oxidativa de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

	Aceite de semillas de guayaba						Aceite de semillas de chirimoya					
	Aceite extraído en frío (expeller)			Aceite extraído en caliente (soxhlet)			Aceite extraído en frío (expeller)			Aceite extraído en caliente (soxhlet)		
	120 °C OSI ± SD	130 °C OSI ± SD	140 °C OSI ± SD	120 °C OSI ± SD	130 °C OSI ± SD	140 °C OSI ± SD	120 °C OSI ± SD	130 °C OSI ± SD	140 °C OSI ± SD	120 °C OSI ± SD	130 °C OSI ± SD	140 °C OSI ± SD
15 L/h	2.3333 ± 0.0153*	1.4400 ± 0.0200*	1.0033 ± 0.0208*	2.5333 ± 0.0231*	1.6100 ± 0.0100*	1.1233 ± 0.0306*	2.2500 ± 0.0200*	1.2433 ± 0.0153*	0.9400 ± 0.0265*	2.4933 ± 0.0231*	1.4367 ± 0.0231*	1.1033 ± 0.0115*
20 L/h	2.2733 ± 0.0115*	1.1767 ± 0.0058*	0.4433 ± 0.0153*	2.4767 ± 0.0289*	1.3033 ± 0.0306*	0.6467 ± 0.0306*	2.3033 ± 0.0115*	1.5567 ± 0.0231*	0.9467 ± 0.0306*	2.4733 ± 0.0231*	1.7433 ± 0.0289*	1.3000 ± 0.0346*
25 L/h	2.5400 ± 0.0265*	1.6467 ± 0.0153*	0.7633 ± 0.0115*	2.7233 ± 0.0153*	1.8433 ± 0.0115*	0.9367 ± 0.0153*	2.7667 ± 0.0153*	1.4400 ± 0.0173*	0.5300 ± 0.0300*	2.9567 ± 0.0208*	1.6567 ± 0.0153*	0.7367 ± 0.0252*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

Los valores para los índices de estabilidad oxidativa de los aceites obtenidos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en caliente presentaron un mayor valor en comparación con los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío.

Con respecto al índice de estabilidad oxidativa con mayor valor de los aceites de semillas de guayaba por extracción en frío y caliente fueron 2.5400 h y 2.7233 h a una temperatura de 120 °C con un flujo de 25 L/h respectivamente, con menor valor

en extracción en frío y caliente fueron 0.4433 h y 0.6467 h a una temperatura de 140 °C con un flujo de 20 L/h respectivamente; mientras que para los aceites obtenidos de semillas de chirimoya con mayor valor en extracción en frío y caliente fueron 2.7667 h y 2.9567 h a una temperatura de 120 °C con un flujo de 25 L/h respectivamente, con menor valor en extracción en frío y caliente fueron 0.5300 h y 0.7367 h a una temperatura de 140 °C con un flujo de 25 L/h respectivamente. Se observa que el índice de estabilidad oxidativa disminuye a mayor temperatura, debido que la temperatura es un factor importante para la degradación oxidativa del aceite.

En la tabla 33 se puede observar que la temperatura desempeña el efecto más determinante con respecto a los valores de OSI tanto para el aceite de semillas de guayaba como para el aceite de semillas de chirimoya, debido a que según Navas P., (2010) al aumentar la temperatura cada 10 °C, causa que la velocidad de las reacciones químicas se dupliquen. Por ello, los valores más bajos de OSI se obtuvieron a 140°C, para el aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya (J. Gutierrez & L. Terrones, 2016).

Asimismo, Wagner y Elmadfa citados por Varas (2019) mencionan que el valor de OSI depende de la proporción de ácidos grasos poliinsaturados sobre los saturados, al tener una proporción mayor de ácidos grasos poliinsaturados, como el aceite de linaza, los valores de OSI disminuirán, mientras que una proporción mayor de ácidos grasos saturados dará valores de OSI más altos a una misma temperatura.

Esto indica que los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya presentan una baja estabilidad oxidativa frente a otros aceites, principalmente por su contenido alto de ácidos grasos poliinsaturados, por lo que para mejorar su

estabilidad oxidativa existe la necesidad de adicionar antioxidantes (Kostadinović Veličkowska *et al.* citado por Varas 2019).

Galván (2015), indica que la oxidación de un aceite vegetal se origina por influencia de factores como el oxígeno, la luz, la temperatura, los metales y las enzimas, ocasionando que presente cambios por la rancidez como el cambio de color, mal olor y sabor; también las alteraciones en sus propiedades fisicoquímicas y descenso de valor nutricional del aceite. Por ello, es importante determinar la estabilidad oxidativa de un aceite o grasa con métodos confiables y rápidos para precisar la vida útil y evaluar el efecto de los antioxidantes protectores del aceite (Zambrano *et al.*, 2017).

El nivel de ácidos grasos insaturados presentes cumple un papel determinante en su estabilidad oxidativa de los aceites, un menor índice de estabilidad oxidativa (OSI) están asociados con un alto grado de insaturaciones (Lutterodt citado por Rodríguez *et al.* 2015).

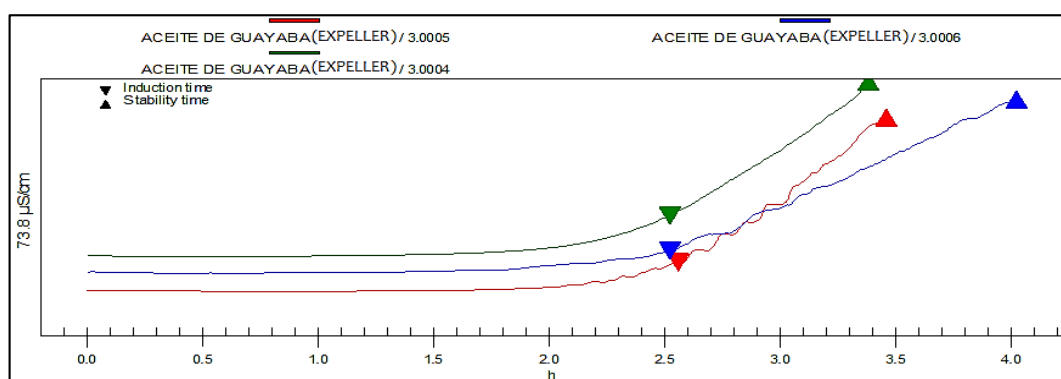


Figura 15: Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de guayaba por extracción en frío a temperatura de 120 °C y flujo de aire de 25 L/h.

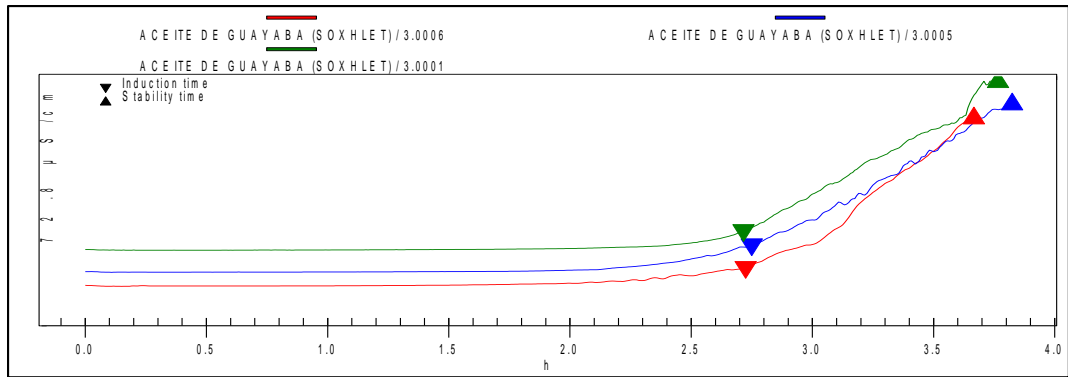


Figura 16: Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de guayaba por extracción en caliente a temperatura de 120 °C y flujo de aire de 25 L/h.

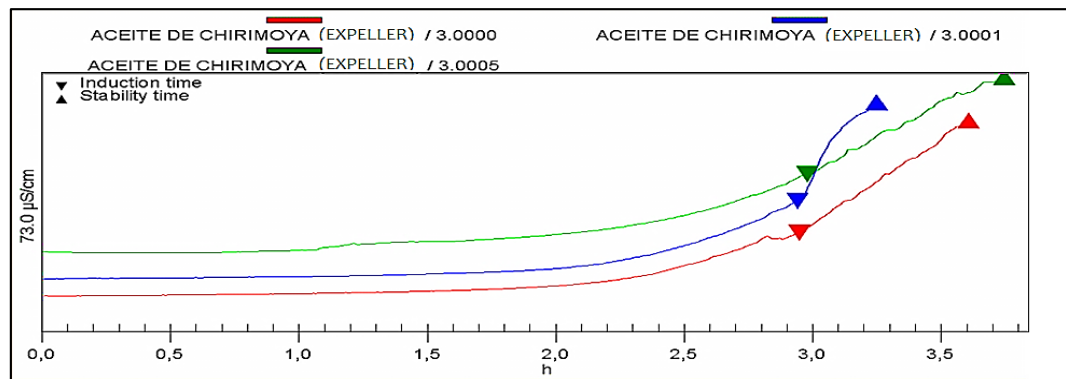


Figura 17: Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de chirimoya por extracción en frío a temperatura de 120 °C y flujo de aire de 25 L/h.

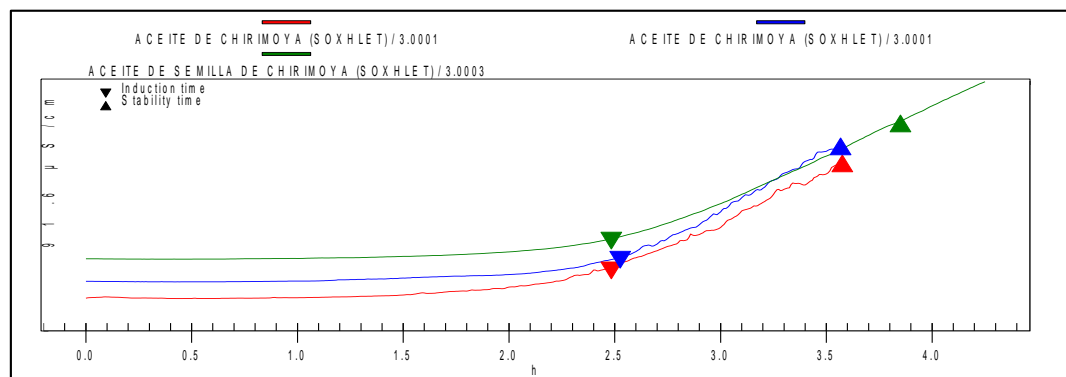


Figura 18: Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de chirimoya por extracción en caliente a temperatura de 120 °C y flujo de aire de 25 L/h.

Los resultados obtenidos del índice de estabilidad oxidativa de los aceites fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar si existe o no existe diferencia significativa entre los dos tipos de semillas y los dos métodos de extracción, como se muestran a continuación:

a. Análisis de significancia para índice de estabilidad oxidativa de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente.

En la tabla 33 se observa que los resultados presentan una amplia variación de la estabilidad oxidativa de los aceites dependiendo del tipo de semillas y de los métodos de extracción. En la tabla 34 se observa el análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la variabilidad de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, sobre la estabilidad oxidativa de los aceites. En la tabla 34 de ANOVA, la prueba-F permite determinar los factores significativos.

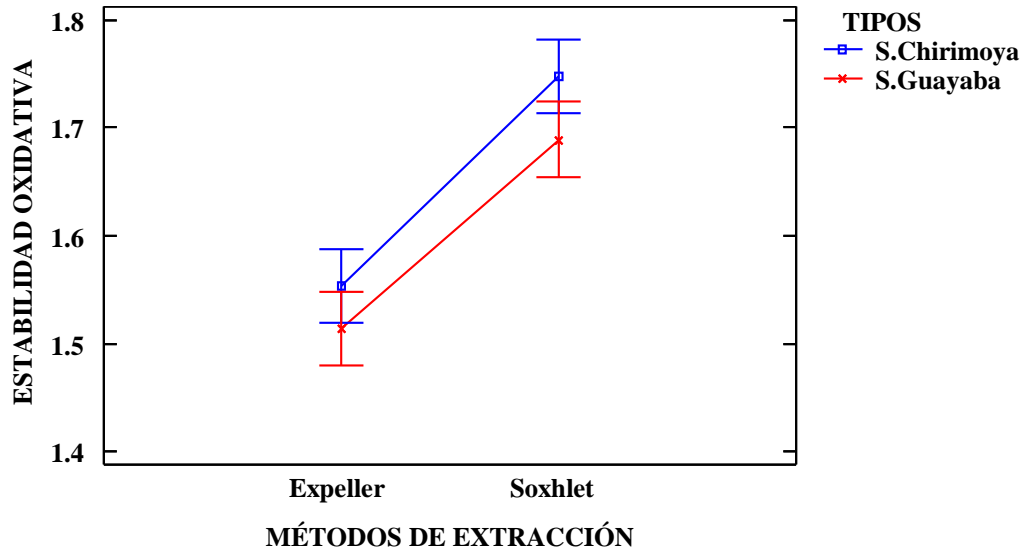
Tabla 34: Análisis de varianza para la estabilidad oxidativa de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de Semillas	0.0660083	1	0.0660083	36.92	0.0000
B:Métodos de Extracción	0.924075	1	0.924075	96.92	0.0000
C:Temperaturas	49.8508	2	24.9254	2614.20	0.0000
D:Flujos	0.533891	2	0.266945	28.00	0.0000
INTERACCIONES					
AD	0.891017	2	0.445508	46.73	0.0000
CD	1.44499	4	0.361248	37.89	0.0000
RESIDUOS	0.839046	88	0.00953462		
TOTAL (CORREGIDO)	54.5793	107			

Se observa el análisis estadístico en la tabla 34, donde se determina que el valor F para los factores son altos donde el factor A representa a los tipos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya, el factor B representa a los métodos de extracción en frío y caliente, el factor C representa a las temperaturas y el factor D representa los flujos, lo que indica que estadísticamente son significativos, a un nivel de 95 % de confianza, asimismo los valores de P menores a 0.05 reafirman que los factores A, B, C, D, AD y CD (combinación de ambos) son significativos.

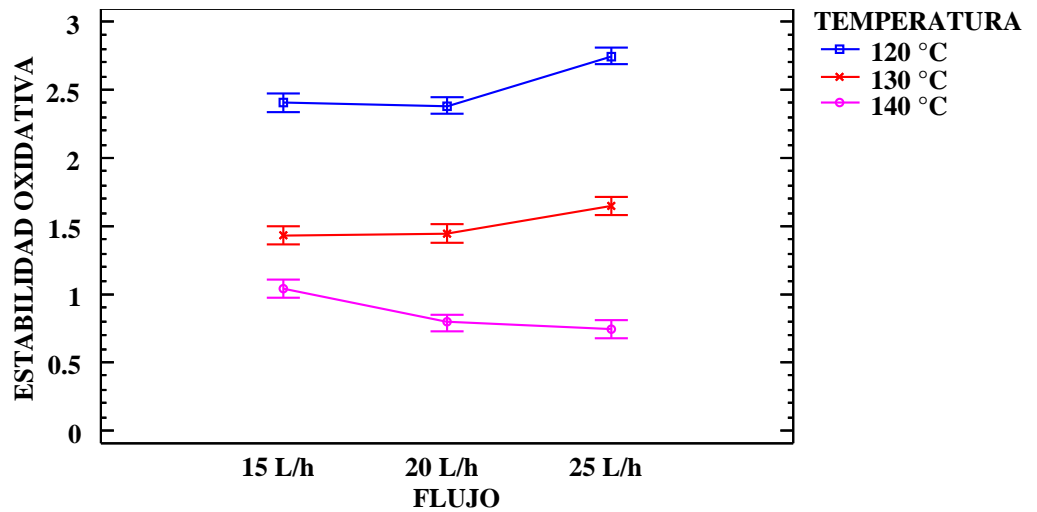
La prueba de Tukey observada en el gráfico 9, empleada para las medias de los factores en estudio que son los tipos de semillas y los métodos de extracción, los cuales muestran diferencia significativa entre sí, con un nivel de 95 % ($\alpha = 0.05$) de confianza.

Gráfico 9: Interacción entre los factores (tipo de semillas y método de extracción) frente a estabilidad oxidativa.



La prueba de Tukey observada en el gráfico 10, empleada para las medias de los factores en estudio que son las temperaturas y los flujos, los cuales muestran diferencia significativa entre sí, con un nivel de 95 % ($\alpha = 0.05$) de confianza.

Gráfico 10: Interacción entre los factores (temperatura y flujo) frente a estabilidad oxidativa.



4.6. COMPARACIÓN DE VIDA ÚTIL ENTRE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE.

Tabla 35: Regresión lineal A y B de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

	Aceite de semillas de guayaba						Aceite de semillas de chirimoya					
	Aceite extraído en frío (expeller)			Aceite extraído en caliente (soxhlet)			Aceite extraído en frío (expeller)			Aceite extraído en caliente (soxhlet)		
	A	B	R ²	A	B	R ²	A	B	R ²	A	B	R ²
15 L/h	284.4817	-0.0379	0.9941	335.7742	-0.0409	0.9946	245.8262	-0.0315	0.9615	294.4752	-0.0402	0.9622
20 L/h	7452.1349	-0.0633	0.9966	7926.2044	-0.0672	0.9972	217.6285	-0.0348	0.9928	276.2516	-0.0392	0.9934
25 L/h	1583.8459	-0.0478	0.9754	1726.4507	-0.0534	0.9761	11923.4392	-0.0658	0.9901	13891.6683	-0.0701	0.9909

* media de tres repeticiones, \pm desviación estándar.

El valor de A representa un coeficiente de temperatura, el valor de B es empírico y el valor R representa un coeficiente de linealidad de los valores de índice de estabilidad oxidativa (OSI). Los cuales sirven para poder hallar el tiempo de vida útil del aceite. Para poder determinar la vida útil de ambos tipos de semillas por diferentes tipos de extracción se usó el método del Rancimat, el cual de acuerdo a García-Moreno *et al.* citado por Rodríguez *et al.* (2015); se ejecuta por medio de un almacenamiento que sean acondicionadas de manera acelerada a través de altas temperaturas, se utiliza por no necesitar reactivos, por ser el más usado y las medidas se pueden monitorear de manera automática en el tiempo.

Los resultados del tiempo de inducción en horas de la prueba Rancimat de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya en ambos tipos de extracción se visualizan en la tabla 36. Este tiempo fue dado por las gráficas de extrapolación de los resultados del índice de estabilidad oxidativa de los tres flujos (15 L/h, 20 L/h y 25 L/h) y las tres temperaturas (120 °C, 130 °C y 140 °C) a las que fueron sometidos los aceites.

Tabla 36: Comparación de tiempo de vida útil de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

		Aceite de semillas de guayaba		Aceite de semillas de chirimoya	
		Extracción en frío (expeller)	Extracción en caliente (soxhlet)	Extracción en frío (expeller)	Extracción en caliente (soxhlet)
Tiempo de vida útil (horas)	15 L/h	141	148	128	132
	20 L/h	1032	1056	120	126
	25 L/h	337	348	2261	3417

* media de tres repeticiones, \pm desviación estándar.

Los valores para los tiempos de vida útil de los aceites obtenidos de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en caliente presentaron un mayor valor en comparación con los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por extracción en frío.

Referente a los tiempos de vida útil con mayor valor de los aceites obtenidos en ambas extracciones de las semillas de guayaba fue 1056 h con un flujo de 20 L/h en extracción en caliente, seguido de 1032 h con un flujo de 20 L/h en extracción en frío y para los aceites obtenidos en ambas extracciones de las semillas de

chirimoya fue 3417 h con un flujo de 25 L/h en extracción en caliente, seguido de 2261 h con un flujo de 25 L/h en extracción en frío.

En la tabla 36 se observa que debido a su contenido de ácidos grasos insaturados alto, los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por sus ambos métodos de extracción al igual que el aceite crudo de pescado son susceptibles al deterioro y por ende tienen una vida útil relativamente bajas comparándolas con aceites comerciales refinados. Pero su consumo es inevitable, debido a que el cuerpo humano tiene la capacidad de elaborar todos los ácidos grasos que necesita, excepto el ácido linoléico y el ácido alfa-linolénico; ambos ácidos son necesarios para la reparación de las células, el crecimiento y pueden emplearse para producir otros ácidos grasos como el ácido araquidónico (Davidson *et al.* citado por Ardiles y Mozo 2017).

Según la investigación realiza por Ardiles y Mozo (2017) permitió alargar la vida útil del aceite de pescado haciendo uso de antioxidantes sintéticos (TBHQ, BHT y BHA), lo cual podría realizarse con los aceites analizados en esta investigación.

V. CONCLUSIONES

- Las semillas de guayaba presentan un contenido de humedad 5.8467 %, cenizas 0.9400 %, grasa 10.7957 % y proteínas 6.7067 %; así mismo las semillas de chirimoya presentaron de humedad 7.1967 %, cenizas 1.6633 %, grasa 17.2927 % y proteínas 13.2667 %.
- Los métodos de extracción mostraron diferencias significativas en las variables de tipos de semillas y métodos de extracción en los rendimientos. El mayor rendimiento es por extracción en caliente para ambas semillas; semillas de guayaba 11.3950 % y semillas de chirimoya 21.0299 %.
- Existe diferencia significativa en cada una de las características fisicoquímicas de los aceites de semillas de guayaba por extracción en frío y caliente son 0.6982 mg de KOH/g TAG y 3.2707 mg de KOH/g TAG en índice de acidez, 127.5672 g I₂/g y 120.0429 g I₂/g en índice de yodo, 8.7410 meqO₂/Kg y 11.8148 meqO₂/Kg en índice de peróxido; respectivamente, así mismo las características fisicoquímicas de los aceites de semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente son 0.5287 mg de KOH/g TAG y 4.0952 mg de KOH/g TAG en índice de acidez, 88.4254 g I₂/g y 85.0257 g I₂/g en índice de yodo, 3.3101 meqO₂/Kg y 4.9067 meqO₂/Kg en índice de peróxido; respectivamente.
- De esta manera en la investigación realizada, el perfil de ácidos grasos presentes fue un factor importante en la vida útil, tanto en los aceites de semillas de guayaba por extracción en frío y caliente, debido al que contener 79.4887 % mediante extracción en frío y 77.4990 % por extracción en caliente en ácidos linoleico, al ser ácidos grasos

poliinsaturados se reduce la vida útil del mismo; así mismo el perfil de ácidos grasos presentes en los aceites de semillas de chirimoya por extracción en frío y caliente fueron 43.9920 % y 42.1470 % en ácidos oleico, respectivamente, siendo este un ácido graso insaturado.

- Hay diferencia significativa en los índices de estabilidad oxidativa de los aceites; el aceite de semillas de guayaba por extracción en caliente es de 2.7233 h y para el aceite de semillas de chirimoya por extracción en caliente es de 2.9567 h; ambos fueron trabajados a una temperatura de 120 °C con un flujo de 25 L/h.
- El mayor tiempo de vida útil del aceite de semillas de guayaba es de 1056 horas (44 días) y del aceite de semillas de chirimoya es de 3417 horas (142 días); ambas por extracción en caliente y extrapolados a 20 °C.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar otros métodos de extracción de aceites y determinar cómo altera su rendimiento y la composición de ácidos grasos.
- En el almacenamiento tener cuidado con los aceites, pues un incorrecto almacenamiento puede generar datos erróneos al ejecutar los diversos análisis mencionados, por ello se sugiere almacenarlos en frascos ámbar y no dejar el aceite en el medio ambiente si no el refrigeración.
- Determinar la capacidad antioxidante y polifenoles totales de los aceites de ambos tipos de semillas extraídos por ambos métodos de extracción.
- Elaborar una investigación de viabilidad a fin de definir si la extracción de aceite de semillas de guayaba y semillas de chirimoya a gran escala es rentable para el mercado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberca, S., y Huanca, M. (2015). *Evaluación del índice de estabilidad oxidativa del aceite de moringa (Moringa oleífera) por el método Rancimat*. [tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional Digital USS. <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/837/ALBERCA%20TOCTO%20SOLANSH%20KIARA%20y%20HUANCA%20V%C3%81SQUEZ%20MIGUEL%20ANGEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alzamora, C. (2019, 15 de octubre). *Aceites: extracción por prensado en frío*. Prensado en frío. http://www.prensandoenfrio.com/71041_es/prensado-en-frio-la-elaboracion-mas-natural-del-aceite-de-semillas/.
- Antonio, J. (2019, 07 de agosto). Festival de la Chirimoya 2018: vive la fiesta en Callahuanca, Lima. *RedBus*. <http://blog.redbus.pe/turismo-aventura/callahuanca-festival-chirimoya-lima/>.
- Arain, A., Sherazi, T., Mahesar, S. y Sirajuddin. (2017). Evaluación espectroscópica y cromatográfica de aceite de semilla de guayaba extraído con solvente. *Revista Internacional de Propiedades de Alimentos*, 20(1), 556-563. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1301953>
- Ardiles, N. y Mozo, V. (2017). *Determinación del tiempo de vida útil del aceite crudo de pescado usando antioxidantes sintéticos y naturales mediante uso del rancimat* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional Digital UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2795>
- Arias, J., y Nelly, L. (2015). *Estabilidad Oxidativa y perfil de ácidos grasos del aceite de Semilla de Lino (Linum Usitatissimum) procedentes de Corongo y Otuzco, extraído*

- por prensado en frío* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa].
Repositorio Institucional Digital UNS.
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/1987>
- Ayala, M. (2011). *Evaluación de la calidad del aceite de mezclas vegetales utilizado en doce frituras sucesivas empleado para freír plátano hartón verde* [tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional Digital.
<http://hdl.handle.net/10554/8796>
- Bailey, A. (1979). *Aceites y grasas industriales: obra indispensable a químicos e ingenieros interesados en la producción y fabricación de aceites y grasas*. (2^{da} ed.).
Barcelona, España: Reverté S.A.
- Bernardini, E. (1986). *Tecnología de aceites y grasas*. Madrid, España: Editorial: Alhambra, S.A.
- Bernardino, A., Dávila, G. y Ortíz, A. (2001). Obtención de un aislado proteínico a partir de la semilla de guayaba. *Revista de Bioquímica de Alimentos*, 25 (1).
https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XIII/CXIII-74.pdf
- Bernardino, N., Ortiz, M., Martínez, A., y Dávila, O. (2001). Guava seed protein isolate: Functional and nutritional characterization. *Journal of Food Biochemistry*, 77-90.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2001.tb00725.x>
- Bioversity International y CHERLA. (2008). *Descriptorios para chirimoyo (Annona cherimola Mill)*. Roma, Italia.
https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Chirimoyo_1295.pdf

- Brack, A. (2019, 31 de octubre). *Tratado de libre comercio y biodiversidad del Perú*.
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/6DF15FC2DBF166FD052575C3005D9AC4/\\$FILE/01biodiverTLC1.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/6DF15FC2DBF166FD052575C3005D9AC4/$FILE/01biodiverTLC1.pdf).
- Calderon, A., y Moreno, E. (2009). *Producción de frutos de guayaba (Psidium guajava L.) variedad Taiwan I, utilizando diferentes programas de fertilización de N-P-K* [tesis de pregrado, Universidad de el Salvador]. Repositorio Institucional digital UES.
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/961/1/13100813.pdf>
- Castro Bolaños, M., Herrera Ramirez, C. y Lutz Cruz, G. (2005). Composición, caracterización y potencial aterogénico de aceites, grasas y otros derivados producidos o comercializados en Costa Rica. *Acta Médica. Costarricense*, 47(1).
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022005000100006
- Castro, J. (2007). *Cultivo de la anona (Annona cherimola, Mill)*. Costa Rica: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9412.pdf>
- Cerón, L., Hurtado, A. y Ayala, A. (2016). Efecto de la presión y la temperatura de extracción con CO₂ supercrítico sobre el rendimiento y composición de aceite de semillas de guayaba (*Psidium guajava*). *Revista Información tecnológica*. 27(6), 249 - 258. doi: 10.4067/S0718-07642016000600025.
- Chandrasekaran, M. (2012). *Valorization od Food Porcessing by-Products*. (1^{era} ed.). Editorial CRC Press.
- Chen H, S. M., y Lin L, W. C. (2006). Volatile Constituents of six cultivars of. Seoul, Korea. Doi: 10.1080/0972060X.2012.10644061

- Cho, Y., Kim, T. y Gil, B. (2013). Correlation between refractive index of vegetable oils measured with surface plasmon resonance and acid values determined with the AOCS official method. *LWT- Food Science and Technology*, 53(2), 517-521. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.03.016>
- CIT. (1994). Información tecnológica. *Revista Información Tecnológica*, 5 (3). <https://www.citrevistas.cl/a1c.htm>.
- CODEX STAN 210-1999. (2013). Norma del CODEX para aceites vegetales especificados. Codex Alimentarius.
- CODEX STAN 33 – 1981. (2013). Norma para los aceite de oliva y aceites de orujo de oliva. Revisada en el 2017. Codex Alimentarius.
- Conejo, V. (2016). *Extracción de aceite de semilla de mora (Rubus adenotrichos), utilizando isopropanol como disolvente y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas, de calidad y estabilidad oxidativa* [tesis de pregrado, Universidad de Costa Rica]. Repositorio institucional digital UCR. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/3439>
- Cruz, F. (2015). *Temperaturas de almacenamiento en la vida poscosecha de chirimoya (Annona cherimola) ecotipo cumbe* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional digital UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1855>
- De Jesús, Y., Reyes, B., Reyes, L., Reyes, A., Guerra, D. y Espindola, M. (2012). *Obtención y caracterización del aceite de semillas de frutos de chirimoya (Annona cherimolla) y su transformación a biodiesel* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional digital UNAM. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/244508>

- Djipa, C., Delmee, M., y Quentin, L. J. (2000). Antimicrobial activity of bark extracts of *Syzygium jambos* L. (Myrtaceae). *J Ethnopharmacol.* 71(1-2), 307-313. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(99\)00186-5](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(99)00186-5).
- Dorado, D., Hurtado, A. y Martínez, H. (2015). Extracción con CO₂ supercrítico de aceite de semillas de Guanábana (*Annona muricata*): Cinética, perfil de ácidos grasos y esteroides. *Revista Información tecnológica*, 27 (5), 37 - 48. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000500005>.
- Drago, M., López, M. y Sainz, T. (2006). Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 37(4), 58-68. <https://www.redalyc.org/pdf/579/57937408.pdf>.
- Dynińska, L., Calik, M., Albegar, A., Zajac, A., Kostyń, K., Lorenc, J. y Hanuza, J. (2017). Determinación cuantitativa de los valores de yodo de aceites vegetales insaturados utilizando métodos de espectroscopía infrarroja y Raman. *Revista Internacional de Propiedades de Alimentos*, 20 (9), 2003 – 2015. doi: <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1230744>.
- El-Adawy, T. y Taha, K. (2001). Características y composición de diferentes aceites y harinas de semillas. *Revista Food Chemistry*, 74 (1), 47-54. doi: [https://doi.org/10.1016 / S0308-8146 \(00\) 00337-X](https://doi.org/10.1016 / S0308-8146 (00) 00337-X).
- Farfán, L. (2018). *Efecto del pelado semiautomatizado sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de pulpa de chirimoya (Annona cherimola M.)* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional digital UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3338>
- Fenema, O. (1981). *Introducción a la Ciencia de los alimentos I*. Editorial Reverte.

- Flores, D. (2013). *Cultivo de chirimoyo. Manual práctico para productores*. (1^{era} ed.). Editorial Swisscontact.
- Galván, A. (2015). *Influencia del índice de madurez y el tipo de envase en la estabilidad de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del aceite de oliva virgen de la variedad sevillana (Olea europaea L.)* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional digital UNJBG. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1795>
- Garcés, K. (28 de mayo de 2019). Los beneficios de los aceites extraídos en frío. *Biomanantial*. <https://www.biomanantial.com/los-beneficios-de-los-aceites-extraidos-en-frio-a-1484-es.html>.
- García, K., Ramón, E., Madrigal, E. y Zepeda, G. (2008) *Evaluación citotóxica in vitro de acetogeninas aisladas de Annona cherimolia Mill.* Llevado a cabo en el 2º Congreso Nacional de Química Médica, facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla España. 2(3), 129-140.
- García, M. (2002). Producción de Guayabas Taiwanesas. *Sv, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA)*. <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guayaba.pdf>
- García, M., Pérez, G., Antonio, G., Emilia, M.(2013). Influencia de los parámetros de la prueba Rancimat en la determinación del índice de estabilidad oxidativa del aceite de hígado de bacalao. *LWT - Food Science and Technology*, 51(1), 303-308. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.002>.
- García, W., Guzmán, B., Lino, V., Rojas, J., Hermoso, J., Guirado, E., Gonzáles, J., Scheldeman, X. y Hormaza, I. (2010). *Manual de manejo integrado del cultivo de chirimoyo*. Editorial PROINCA.

- Gómez, S., Villamizar, Q., Prada, F., Bayona, A., y Bautista, D. K. (1999). *Desarrollo técnico y agroindustrial de la guayaba (Psidium guajava L.) en Colombia. Informe Corpoica*. Santander, Estación Experimental Cimpa.
- Graciani, E. (2006), *Los aceites y grasas: composición y propiedades*. Asociación Matemática Venezolana (AMV) / Mundi Prensa Libros S.A.
- Guillén, J. (2016). *Obtención y Caracterización Fisicoquímica Del Aceite de Palta Hass (Persea Americana) extraído por método en frío (prensado) y caliente (Soxhlet)* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional digital UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2762>
- Gutiérrez, J., y Terrones, L. (2016). *Caracterización fisicoquímica y Estabilidad Oxidativa del aceite de semilla de Granada (Púnica Granatum)* [tesis de pregrado Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional digital UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2993>
- Gutiérrez, P. (2018). *Extracción y recuperación de aceite de semilla de guayaba (Psidium guajava L.) a nivel de laboratorio y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas* [tesis de pregrado, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Institucional digital UCR. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/6277/1/43761.pdf>
- Heredia, J., Siller, J., Baez, M., Araiza, E., y Portillo, T. (1997). Cambios en la calidad y el contenido de carbohidratos en frutas tropicales y subtropicales a nivel de supermercado. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 41, 104-109. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262009000200012

Huertas, M. (2010). *Materiales, procedimiento y técnicas pictóricas I*. Madrid. Editorial Akal.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección, INDECOPI (2019). *Comision Nacional contra la Biopiratería. BIOPAT – Guayaba*.
<https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/3180041/guayaba+1.pdf/aeb2ab8d-f9a8-ff04-8464-bcc135c9ce56>

Integrated Taxonomic Information System, P. g. (2019, 2 de Noviembre). *Psidium guajava L. ITIS Report*.
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=27240#null.

López, D. (2015). *Guía de árboles y arbustos: Chirimoyo (Annona cherimola)*. Editorial Nikada.

López, M. (2013). *Evaluación del rendimiento de extracción y caracterización de la grasa de semilla de 20 accesiones de mango del banco de germoplasma y materiales nativos* [tesis de pregrado, Universidad de Tolima]. Repositorio Institucional digital UT. [Repository.ut.edu.co/bitstream/001/1252/1/RIUT-FBA-spa-2013-Evaluación%20del%20rendimiento%20de%20extracción%20y%20caracterización%20de%20la%20grasa%20de%20semilla%20de%2020%20accesiones%20de%20mango%20del%20banco%20de%20germoplasma%20y%20materiales%20nativos.pdf](https://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1252/1/RIUT-FBA-spa-2013-Evaluación%20del%20rendimiento%20de%20extracción%20y%20caracterización%20de%20la%20grasa%20de%20semilla%20de%2020%20accesiones%20de%20mango%20del%20banco%20de%20germoplasma%20y%20materiales%20nativos.pdf)

Marquina, V., Araujo, L., Ruíz, J., Rodríguez, M. A., y Vit, P. (2008). Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava L.*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(1), 98-102.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-062220080001000

14&lng=es&tlng=es.

- Martínez, M. (2010). *Extracción y caracterización de aceite de nuez (Juglans regia L.): influencia del cultivar y de factores tecnológicos sobre su composición y estabilidad oxidativa* [tesis de doctorado, Universidad Nacional de Córdoba]. Repositorio Institucional digital UNC. <http://hdl.handle.net/11086/2561>
- Mata Beltrán, I., y Rodríguez Mendoza, A. (1990). *Cultivo y producción del guayabo*. (2 da ed). Editorial Trillas.
- Mata, E. (2015). *Estudio de la estabilidad oxidativa y microencapsulación de aceites de Moringa oleifer y Linum usitatissimum* [tesis de pregrado, Universidad autónoma de Madrid]. Repositorio institucional digital UAM. <https://estefaniamata.com/wp-content/uploads/2017/03/tesina.pdf>
- Matissek, R., Schnepel, F. y Steiner, G. (1998). *Análisis de los alimentos. Fundamentos, métodos y aplicaciones*. Editorial Acribia.
- Machado, A. y Medina, J. (2014). Determinación de contenido de ácido oleico, linoleico, linolénico y trans-elaídico en margarinas, aceites y mayonesas por cromatografía de gases [tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional digital UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2602>
- Mohsenin, N. (1970). Physical properties of plant and animal materials. *Gordon and Breach Science Publisher*, 587-593.
- Nagy, B. y Simándi, B. (2008). Efectos de la distribución del tamaño de partícula, el contenido de humedad y el contenido inicial de aceite en la extracción con fluido supercrítico del pimentón. *Revista de fluidos supercrítico*, 46(3), 293-298. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2008.04.009>

- Napoleón, J. (2004). *Guía técnica del cultivo de la anona. (1^{era} ed.)*. Santa Tecla. Editorial IICA.
- Navas. P., (2010). Componentes minoritarios y propiedades antioxidantes de aceites vírgenes y tortas residuales obtenidos por presión en frío a partir de fuentes vegetales convencionales y no convencionales [tesis doctoral Universidad de Castilla]. Repositorio institucional digital UC]. <http://hdl.handle.net/10578/2824>
- Nivia, A., Castro, H., Parada, F., Rodríguez, I. y Restrepo P. (2007). Aprovechamiento integral de la guayaba (*Psidium guajava* L.): I. Obtención de extractos a partir de semillas utilizando como solvente CO₂ supercrítico. *Scientia et Technica*,1(33). <https://doi.org/10.22517/23447214.5819>.
- Nonalaya, K. y Marcañaupa, J. (2017). *Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite de semilla de chirimoya (*Annona cherimola*) y guanabana (*Annona muricata*)* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional digital UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4375/Nonalaya%20C-%20Marca%C3%B1aupa%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Núñez, C. (2019, 21 de Noviembre). *Extracciones con Soxhlet*. <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-extraccinconequiposoxhlet.pdf>.
- Ocampo, D., Betancur, L., Ortis, A. y Ocampo, R. (2007). Estudio cromatográfico comparativo de los ácidos grasos presentes en semilla de *Annona cherimolioides* y *Annona muricata* L. *Revista Vector*, 2, 103-112. http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector2_10.pdf.
- Ochse, J. (1976). *Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales, Vol I*. Editorial Limusa.

- Padilla, J., Gonzáles, E. y Perales, M. (2016). *Nuevas variedades de Guayaba (Psidium guajava L.)* [Folleto técnico núm. 42]. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232818/Nuevas_Variedades_de_Guayaba_Psidium_guajava_L._2016.pdf.
- Palomino, M. (2013). *Efecto de la polinización manual en el cuajado de frutos de cuatro ecotipos de chirimoyo (Annona cherimola mill.), en condiciones agroecológicas del distrito de Luricocha · Huanta · Ayacucho* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional digital UNH.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/153>
- Pamplona, J. (2004). *El poder medicinal de los alimentos*. (1^{era} ed.). Editorial Safeliz.
- Pascual, S., Vilchis, G., Alvarez, C., y Trejo, M. (2008). *Caracterización del aceite obtenido de almendras de diferentes variedades de mango y su aplicación como sustituto de manteca de cacao en rellenos y coberturas de chocolate* [tesis de pregrado Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional digital UNAM. http://132.248.9.195/ptd2009/julio/0646095/0646095_A1.pdf.
- Pastrana, L. (2016). *Análisis de la calidad del aceite de oliva virgen: relación entre la estabilidad oxidativa y la composición fenólica* [tesis de pregrado, Universidad de Sevilla]. Repositorio Institucional digital US.
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/56330/MEMORIA%20DE%20LUCIA%20PASTRANA%20MONCAYO.pdf?sequence=1>
- Paucar, L. (2013). *Guía de práctica de tecnología de aceites y grasas*. Universidad Nacional del Santa. <https://docplayer.es/15333897-Guia-de-practica-de-tecnologia-de-aceites-y-grasas.html>

- Paucar, L., Salvador, R., Guillén, J., Capa, J. y Moreno, C. (2015). Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*, 6(4), 279-290. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.05>
- Pineda, C. (2013). *Efecto antimicrobiano de Psidium Guajava L. Contra Salmonella typhimurium en Cavia porcellus L* [tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional digital UNMSM. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3942>
- Pilco, G. (2015). *Optimización del proceso de extracción de aceite de Ungurahua (Oenocarpus Bataua) en función del rendimiento*. [tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador]. Repositorio institucional digital UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/9366/1/AL%20558.pdf>
- Prasad, N.B.L. y Azeemoddin, G. (1994). Características y composición de semillas y aceite de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Journal of American Oil Chemists Society*, 71(4), 457-458. <https://doi.org/10.1007/BF02540531>.
- Priego, N. (2007) *Obtención de fibra dietética a partir de sáculos de naranja aplicando un tratamiento con vapor* [tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Mexico]. Repositorio institucional digital. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10354.pdf
- Primo, E. (2012). *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria*. (2^{da} ed.). Editorial Reberté.
- Quispe, A., Callacondo, D., Rojas, J., Zavala, D., Posso, M. y Vaisberg, A. (2009). Efecto citotóxico de las semillas de *Annona cherimola* en cultivos de cáncer de cérvix, mama y leucemia mieloide crónica. *Acta Médica Peruana*, 26(3), 156-161.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-591720090003000003&lng=es&tlng=es.

- Restrepo, J. y Vinasco, L. (2010). Evaluación fisicoquímica de la fracción lipídica de las semillas de guanábana (*Annona muricata*) y la chirimoya (*Annona cherimolia*). *Revistas de ciencias*, 14, 117-124. Doi: <https://doi.org/10.25100/rc.v14i0.658>
- Rodriguez, G., Villanueva, E., Glorio, P. y Baquerizo, M. (2015). Estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 155-163. doi: 10.17268/sci.agropecu.2015.03.02.
- Rodríguez, J. (2010). *Estudio de la viscosidad y densidad de diferentes aceites para su uso como biocombustible*. Recuperado el 06 de Septiembre de 2019, de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/9403>
- Rojas, M. (2019, 19 de setiembre). *Grasas y aceites vegetales*. <http://grasas-y-aceites-vegetales.webnode.com.co/>.
- Sheppard, K. y Cheatham, C. (2018). Ingesta de ácidos grasos omega-6 / omega-3 en niños y adultos mayores en los Estados Unidos: ingesta alimentaria en comparación con las recomendaciones dietéticas actuales y el índice de alimentación saludable. *Lipids in Health and Disease*, 17(1). http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000600058
- Silva, M., Bañuelos, R., Muro, A., Esparza, E., y Delgadillo, L. (2017). Evaluación de semilla de guayaba (*Psidium guajava* L.) como alternativa en la nutrición ruminal. *Abanico veterinario*, 7(1), 26-35. <https://doi.org/10.21929/abavet2017.71.2>
- Sucapuca, M. (2013). *Evaluación de la vida en anaquel de la chirimoya (Annona cherimola Mill) mínimamente procesada con el uso de antioxidantes envasada al vacío y almacenada a temperatura baja* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del

Altiplano]. Repositorio institucional digital UNAP.

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3383>

Tabio, D., Díaz, Y., Rondón, M., Fernández, E. y Piloto, R. (2017). *Extracción de aceites de origen vegetal*. Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echevarría.

Tapia, M., Pérez, B., y Cavazos, J. y. (2013). Obtención de aceite de semilla de mango manila (*Mangifera indica* L.) como una alternativa para aprovechar subproductos agroindustriales en regiones tropicales. *Revista mexicana de Agronegocios*, 32(), 258-266. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14125584009>.

Trejejo, E. y Maury, M. (2002). Extracción y caracterización del aceite de Poraqueiba sericea Tulasne (UMARÍ). *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 2 (2), 1-18. Recuperado el 07 de Noviembre de 2019, de <https://docplayer.es/11144789-Extraccion-y-caracterizacion-del-aceite-de-poraqueiba-sericea-tulasne-umari.html>.

Uchoa-Thomaz, A.M.A., Sousa, E.C., Carioca, J.O.B., Morais, S. DE , Lima,A. DE, Martins, C.G., Alexandrino, C.D., Ferreira, P.A.T., Rodriguez, A.L.M., Rodrigues, S.P., Thomaz, J.C., Silva, J. y Rodrigues, L.L. 2014. Chemical composition, fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guayaba* L.) *Food Sci. Technol. Campinas*, 34(3), 485-492. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.6339>.

Varas, M. (2019). *Efecto antioxidante del extracto de licopeno de tomate (solanum lycopersicum) sobre la vida útil del aceite de linaza (Linum usitatissimum L.)* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional digital UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4193>

Vasco, N., Toro, J. y Padilla, S. (2005). *Composición química de la semilla de guayaba*. Participación de la mujer en la ciencia. II Encuentro.

- Villanueva, E., Castillo, D., y Rodriguez, G. (2013). Influencia de los parámetros Rancimat sobre la determinación del índice de estabilidad oxidativa del aceite de *Sesamum indicum* L. *Scientia Agropecuaria*, 4(3), 173-180. doi: 10.17268/sci.agropecu.2013.03.03.
- Wagner, KH, Elmadfa, I. (2000). Effects of tocopherols and their mixtures on the oxidative stability of olive oil and linseed oil under heating. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102(10), 624-629. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200010\)102:10<624::AID-EJLT624>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200010)102:10<624::AID-EJLT624>3.0.CO;2-I).
- Yam Tzec, J. A., Villaseñor Perea, C. A., Romantchik Kriuchkova, E., Soto Escobar, M., y Peña Peralta, M. Á. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(4), 74-82. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000400012&lng=es&tlng=es
- Yildirim, G. (2009). *Effect of storage time on olive oil quality* [tesis de maestría, Institute of Technology]. <https://openaccess.iyte.edu.tr/handle/11147/4068>
- Zambrano, W., Martínez, J. y Fernández, J. (2017). Determinación de la vida útil de la grasa de semilla de mango a diferentes temperaturas de almacenamiento. *Agrollanía*, 14, 1-5. <http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2017/agro1.pdf>

VIII. ANEXOS

8.1. DATOS DEL PESO, DIÁMETRO Y LONGITUD DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA

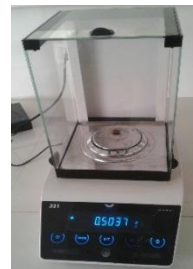
Tabla 37: Peso, diámetro y longitud de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

Semillas de guayaba				Semillas de chirimoya			
Repeticiones	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Repeticiones	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
1	0.0093	0.3	0.3	1	0.6131	1.1	2.0
2	0.0061	0.3	0.2	2	0.5205	1.0	1.9
3	0.0069	0.3	0.3	3	0.5415	1.2	1.8
4	0.0065	0.2	0.3	4	0.5329	1.1	2.0
5	0.0072	0.4	0.2	5	0.5035	1.1	1.8
6	0.0076	0.3	0.4	6	0.6545	1.1	1.9
7	0.0083	0.3	0.4	7	0.6482	1.2	2.1
8	0.0087	0.2	0.2	8	0.5308	1.0	2.0
9	0.0069	0.3	0.3	9	0.5788	1.0	1.9
10	0.0062	0.4	0.3	10	0.6882	0.9	2.1
Promedio y desviación estándar	0.0074 ± 0.0011*	0.3000 ± 0.0667*	0.2900 ± 0.0738*	Promedio y desviación estándar	0.5812 ± 0.0654*	1.0700 ± 0.0949*	1.9500 ± 0.1080*

* media de diez repeticiones, ± desviación estándar.



Semillas de guayaba



Semillas de chirimoya

8.2. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA

– DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Para determinar el porcentaje de humedad se pesó 5 gramos de cada tipo de semillas y se prosiguió a colocarlas en una estufa hasta que el peso de cada tipo de semillas sea constante.

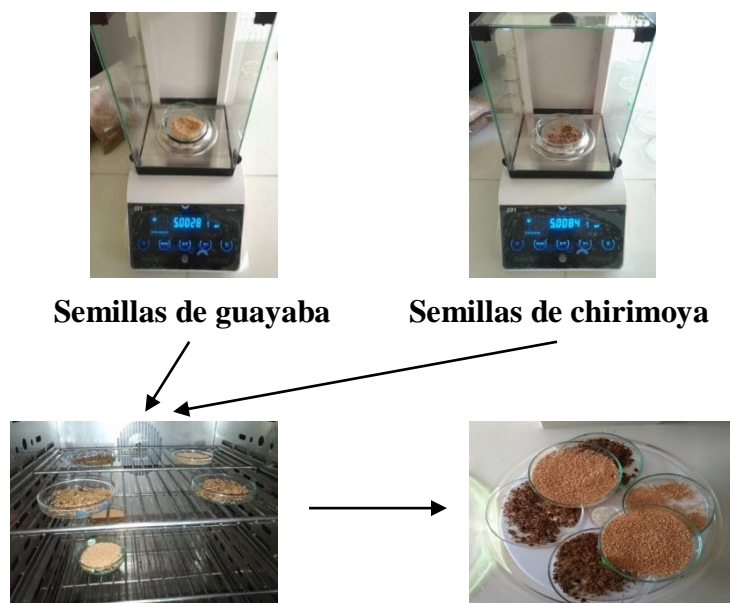


Tabla 38: Repeticiones de porcentaje de humedad de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

Repeticiones	Semillas de guayaba	Semillas de chirimoya
1	5.84	7.20
2	5.86	7.18
3	5.84	7.21
Promedio y desviación estándar	$5.8467 \pm 0.0115^*$	$7.1967 \pm 0.0153^*$

* media de tres repeticiones, \pm desviación estándar.

– **DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

Para determinar el porcentaje de cenizas se pesó 3 gramos de cada tipo de semillas y se colocó en crisoles para proceder a ser calcinado (cenizas), se prosiguió a colocar los crisoles en la mufla por un tiempo de 8 horas hasta obtener las cenizas blancas o grises y enfriar los crisoles dentro de la mufla, para posteriormente obtener sus pesos.

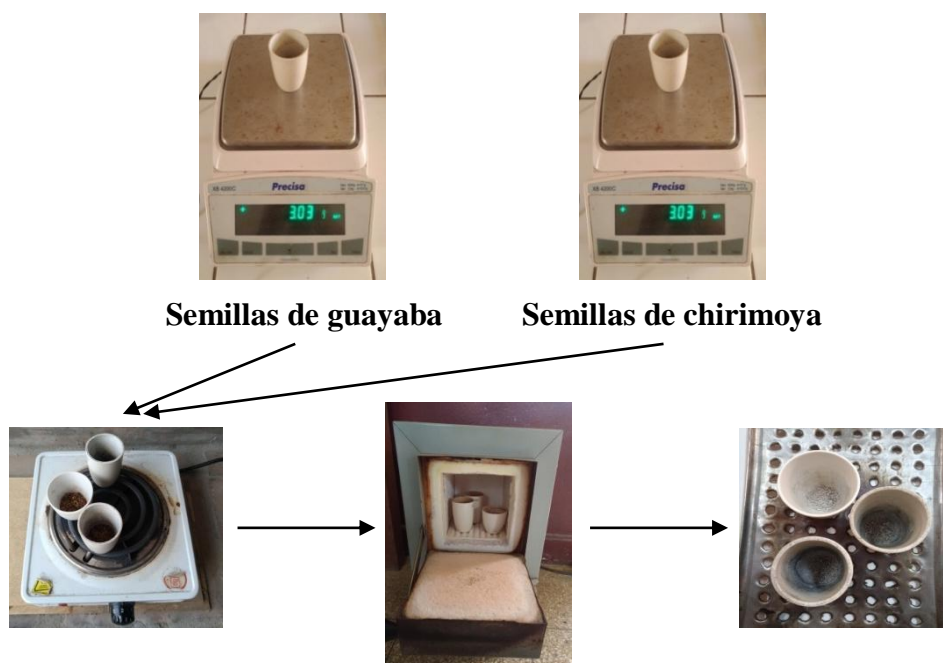


Tabla 39: Repeticiones de porcentaje de cenizas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

Repeticiones	Semillas de guayaba	Semillas de chirimoya
1	0.89	1.66
2	0.94	1.65
3	0.99	1.68
Promedio y desviación estándar	$0.9400 \pm 0.0500^*$	$1.6633 \pm 0.0153^*$

* media de tres repeticiones, \pm desviación estándar.

– **DETERMINACIÓN DE GRASAS**



COLPEX INTERNATIONAL S.A.C. – PLANTA DE CONCENTRADOS PROTEICOS DE PESCADO PARA C.H.D.



INFORME DE ENSAYO N° 00157-2017

DATOS DEL CLIENTE:

Solicitante : Jennifer Menacho Villalobos
 Dirección : Universidad Nacional del Santa

DATOS DEL PRODUCTO:

Producto : Harina de semilla de guayaba y harina de semilla de chirimoya
 Ensayos realizados en: Av. Los Pescadores Mz. D Lte. 4-5ª –Chimbote
 Fecha de recepción : 23.11.17 Fecha de inicio de análisis: 23.11.17
 Referencia : Mail:- Jennifer Menacho Villalobos
 Fecha de término : 24.11.17
 Procedencia : Muestra proporcionada por el cliente
 Custodia dirimencia : No aplica por ser muestra única

DATOS DE LA MUESTRA: M-193066

Identificación	Cantidad	Descripción / Presentación	Precinto	FV	FP
Harina de semilla de guayaba	250 g aprox.	Bolsa de polietileno con cierre hermético e identificada	--	--	--
Harina de semilla de chirimoya	250 g aprox.				

DATOS DEL SERVICIO

Identificación	Análisis	Unidad	Resultado
Harina de semilla de guayaba	Grasa	%	10.763
		%	10.834
		%	10.790
Harina de semilla de chirimoya	Grasa	%	17.438
		%	17.407
		%	17.033

MÉTODO:

Grasa: AOAC 920.39. C, Online, 20th. Edition 2016 Fat (Crude) or Ether Extract

COLPEX INTERNATIONAL S.A.C.

Gabriel Omar Sifuentes Penagos
 Jefe de Laboratorio Físico Químico

Chimbote, 24 de Noviembre del 2017

Tabla 40: Repeticiones de porcentaje de grasas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

Repeticiones	Semillas de guayaba	Semillas de chirimoya
1	10.763	17.438
2	10.834	17.407
3	10.790	17.033
Promedio y desviación estándar	10.7957 ± 0.0358*	17.2927 ± 0.2254*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

– DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS



COLPEX S.A.C.

Oficina Principal:

Francisco Masias 544 - Of. 1501
San Isidro, Lima 27 - Perú
Telf./Fax: (511) 221 - 7288; 442-0417; 442-1257
e-mail: postmast@colpex.com.pe

Sucursal:

Jr. Junin 155 Florida Baja
Mz D Lt. 1-2-3 - Gran Trapecio
Telf./Fax: (51 43) 352364; 353321
e-mail: colpexplant@speedy.com.pe

INFORME DE ENSAYO: 0019/2019

N° de Orden de Servicio : 0019
N° de Proceso Comercial : 0019/2019
Cliente : JENIFFER MENACHO VILLALOBOS
Dirección legal del cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
Muestra(s) declarada(s) : Harina GUAYABA
Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el Cliente
Cantidad de Muestra para ensayo : 01 muestra (250 g.)
Forma de Presentación : Bolsa laminada sellado
Identificación de la Muestra : GUA
Cod. Lab. MB : 0019/2019.02
Fecha de recepción de muestra : 05/03/2019
Fecha de Inicio del Ensayo : 06/03/2019
Fecha de Término del Ensayo : 07/03/2019
Fecha de Emisión de Informe : 13/03/2019

ENSAYO QUÍMICO

Parámetro	Unidad	Resultados
		0018/2019.02
Proteína*	%	6.77
		6.71
		6.64

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Método de Referencia
Proteína	NMX-F-068-S-1980. ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS. FOODS. DETERMINATION OF PROTEINS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.


Luis Enrique Zalta Haro
Biólogo
CBP. 12942


SIFUENTES PENAGOS GABRIEL OMAR
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
CIP N° 215170

----- FIN DE DOCUMENTO -----

Pág. 1 de 1

Av. Los Pescadores Mz. D Lte. 4-5ª Zona Industrial Gran Trapecio, Chimbote - Santa - Ancash, Perú. COLPEX INTERNATIONAL S.A.C. – Planta de Concentrados Proteicos. El presente documento es redactado íntegramente en COLPEX INTERNATIONAL S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de COLPEX INTERNATIONAL S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO: 0018/2019

N° de Orden de Servicio : 0018
 N° de Proceso Comercial : 0018/2019
 Cliente : JENIFFER MENACHO VILLALOBOS
 Dirección legal del cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
 Muestra(s) declarada(s) : Harina CHIRIMOYA
 Procedencia de la Muestra : Proportionado por el Cliente
 Cantidad de Muestrapara ensayo : 01 muestra (250 g.)
 Forma de Presentación : Bolsa laminada sellado
 Identificación de la Muestra : CHI
 Cod. Lab. MB : 0018/2019.02
 Fecha de recepción de muestra : 05/03/2019
 Fecha de Inicio del Ensayo : 06/03/2019
 Fecha de Término del Ensayo : 07/03/2019
 Fecha de Emisión de Informe : 13/03/2019

ENSAYO QUÍMICO


Parámetro	Unidad	Resultados
		0018/2019.02
Proteína*	%	13.40
		13.27
		13.13

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Método de Referencia
Proteína	NMX-F-068-S-1980. ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS. FOODS. DETERMINATION OF PROTEINS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.


 Luis Enrique Zafra Haro
 Biólogo
 CBP. 12942


 SIFUENTES PENAGOS GABRIEL OMAR
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 CIP N° 215170

----- FIN DE DOCUMENTO -----

Pág. 1 de 1

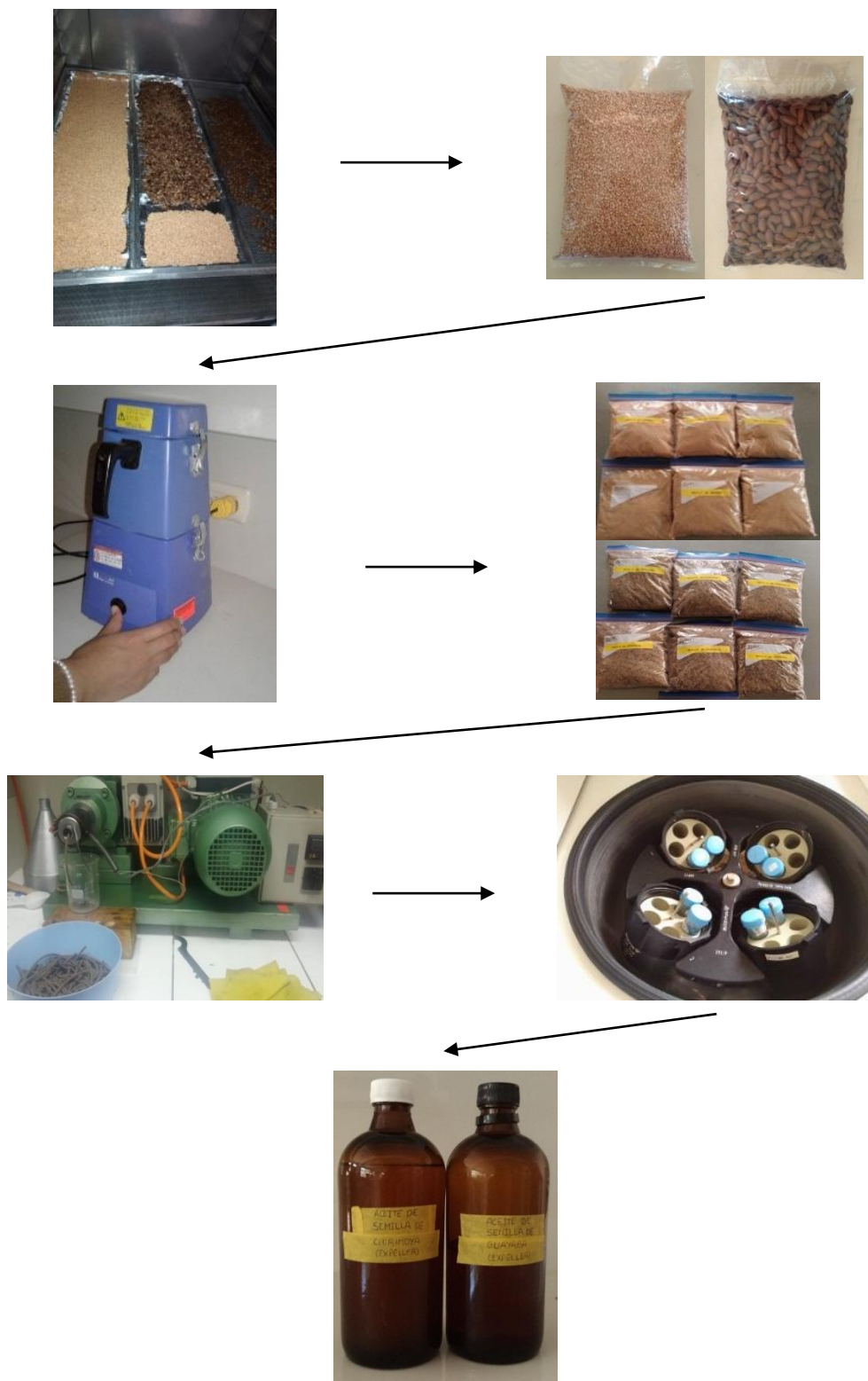
Av. Los Pescadores Mz. D Lte. 4-5ª Zona Industrial Gran Trapecio, Chimbote -, Santa - Ancash. Perú. COLPEX INTERNATIONAL S.A.C. - Planta de Concentrados Proteicos. El presente documento es redactado íntegramente en COLPEX INTERNATIONAL S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de COLPEX INTERNATIONAL S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Tabla 41: Repeticiones de porcentaje de proteínas de las semillas de guayaba y semillas de chirimoya.

Repeticiones	Semillas de guayaba	Semillas de chirimoya
1	6.77	13.40
2	6.71	13.27
3	6.64	13.13
Promedio y desviación estándar	6.7067 ± 0.0651*	13.2667 ± 0.1350*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

8.3. OBTENCIÓN DE LOS ACEITES DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN FRÍO



8.4. OBTENCIÓN DE LOS ACEITES DE LAS SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR EXTRACCIÓN EN CALIENTE

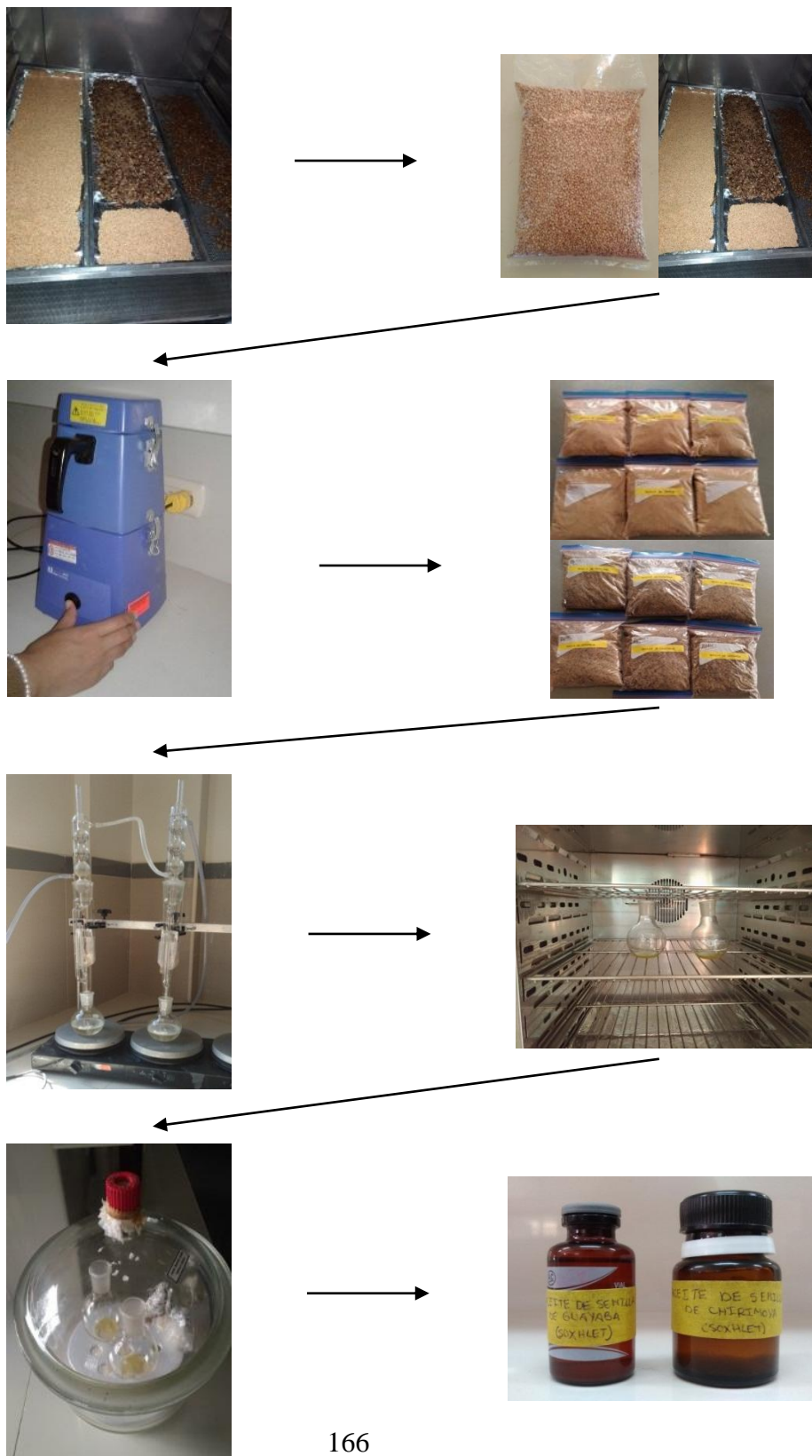


Tabla 42: Repeticiones de rendimiento de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Repeticiones	Aceite de semillas de guayaba		Aceite de semillas de chirimoya	
	Expeller	Soxhlet	Expeller	Soxhlet
1	9.3511	11.3984	17.3707	21.0305
2	9.3495	11.3972	17.3656	21.0282
3	9.3506	11.3895	17.3685	21.0311
Promedio y desviación estándar	9.3504 ± 0.0008*	11.3950 ± 0.0048*	17.3683 ± 0.0026*	21.0299 ± 0.0015*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

– **ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR AMBOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.**

Tabla 43: Prueba de Tukey para el rendimiento de extracción de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Factores		Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Tipos de semillas	S. guayaba	6	10.3727	0.00117047	X
	S. chirimoya	6	19.1991	0.00117047	X
Métodos de extracción	E. frío	6	13.3593	0.00117047	X
	E. caliente	6	16.2125	0.00117047	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
S. guayaba - S. chirimoya	*	-8.82638	0.00381713
E. frío - E. caliente	*	-2.85315	0.00381713

8.5. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR AMBOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

– DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

Para determinar la densidad de ambos tipos de semillas se prosiguió a pesar el picnómetro seco, limpio y se continuó a llenar el picnómetro con el aceite de cada muestra hasta el ras del picnómetro, se puso la tapa y se prosiguió a pesar.

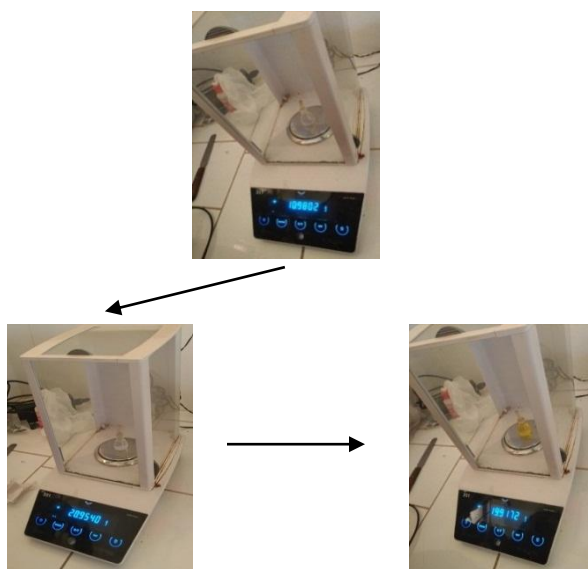


Tabla 44: Repeticiones de densidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Repeticiones	Aceite de semillas de guayaba		Aceite de semillas de chirimoya	
	Expeller	Soxhlet	Expeller	Soxhlet
1	0.9235	0.8892	0.9191	0.8820
2	0.9232	0.8912	0.9227	0.8818
3	0.9236	0.8907	0.9203	0.8814
Promedio y desviación estándar	0.9234 ± 0.0002*	0.8904 ± 0.0010*	0.9207 ± 0.0018*	0.8817 ± 0.0003*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

- **Análisis de significancia para densidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.**

Tabla 45: Prueba de Tukey para la densidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Factores		Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Tipos de semillas	S. guayaba	6	0.9069	0.000436845	X
	S. chirimoya	6	0.901217	0.000436845	X
Métodos de extracción	E. frío	6	0.922067	0.000436845	X
	E. caliente	6	0.88605	0.000436845	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
S. guayaba - S. chirimoya	*	0.00568333	0.00142463
E. frío - E. caliente	*	0.0360167	0.00142463

– DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN

Para determinar el índice de refracción de ambos tipos de semillas se procedió a colocar una gota de aceite en el equipo refractómetro.



Tabla 46: Repeticiones de índice de refracción de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Repeticiones	Aceite de semillas de guayaba		Aceite de semillas de chirimoya	
	Expeller	Soxhlet	Expeller	Soxhlet
1	1.4749	1.4636	1.4700	1.4605
2	1.4750	1.4654	1.4698	1.4604
3	1.4749	1.4645	1.4700	1.4503
Promedio y desviación estándar	1.4749 ± 0.0001*	1.4645 ± 0.0009*	1.4699 ± 0.0001*	1.4571 ± 0.0059*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

- **Análisis de significancia para índice de refracción de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.**

Tabla 47: Prueba de Tukey para la densidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Factores		Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Tipos de semillas	S. guayaba	6	0.9069	0.000436845	X
	S. chirimoya	6	0.901217	0.000436845	X
Métodos de extracción	E. frío	6	0.922067	0.000436845	X
	E. caliente	6	0.88605	0.000436845	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
S. guayaba - S. chirimoya	*	0.00568333	0.00142463
E. frío - E. caliente	*	0.0360167	0.00142463

– **DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE ACIDEZ**

Para determinar el índice de acidez de ambos tipos de semillas se procedió a pesar 5 gramos de cada muestra y 50 mililitros de alcohol, se adicionó gotas de fenolftaleína y luego se procedió a titular con NaOH 0.1 N hasta obtener un color rosa.

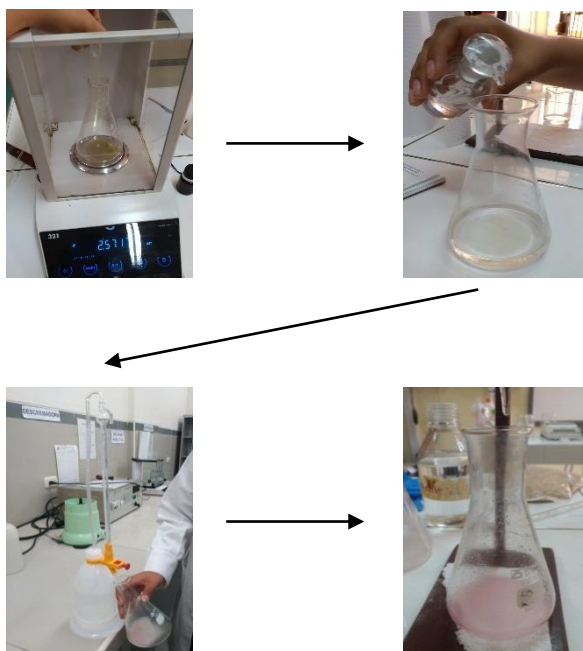


Tabla 48: Repeticiones de índice de acidez de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Repeticiones	Aceite de semillas de guayaba		Aceite de semillas de chirimoya	
	Expeller	Soxhlet	Expeller	Soxhlet
1	0.7026	3.2699	0.5264	4.0956
2	0.6962	3.2705	0.5288	4.1090
3	0.6959	3.2716	0.5309	4.0809
Promedio y desviación estándar	0.6982 ± 0.0038*	3.2707 ± 0.0009*	0.5287 ± 0.0023*	4.0952 ± 0.0141*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

- **Análisis de significancia para índice de acidez de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.**

Tabla 49: Prueba de Tukey para el índice de acidez de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Factores		Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Tipos de semillas	S. guayaba	6	1.98445	0.00301164	X
	S. chirimoya	6	2.31193	0.00301164	X
Métodos de extracción	E. frío	6	0.613467	0.00301164	X
	E. caliente	6	3.68292	0.00301164	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
S. guayaba - S. chirimoya	*	-0.327483	0.00982154
E. frío - E. caliente	*	-3.06945	0.00982154

– **DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE YODO**

Para determinar el índice de yodo de ambos tipos de semillas se procedió a pesar 0.05 gramos de cada muestra y se añadió 10 mililitros de cloroformo y 12.5 mililitros del Hanus. Se colocó en un lugar oscuro por 30 minutos, pasado los 30 minutos se le agregó 10 mililitros de la solución de yoduro de potasio al 15%, 50 mililitros de agua destilada y se agitó. Se procedió a titular con tiosulfato de sodio en 0.1 N, utilizando como indicador el almidón hasta obtener la desaparición del color azul.

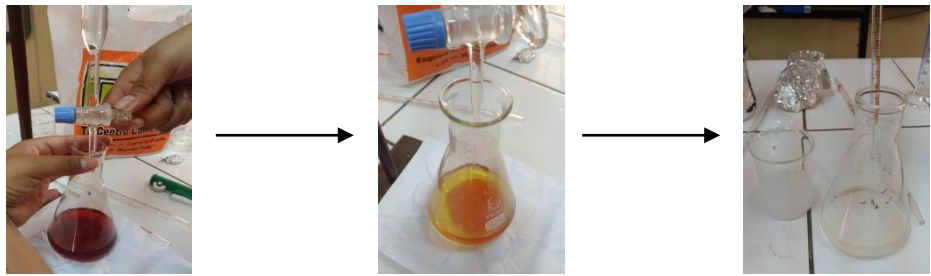
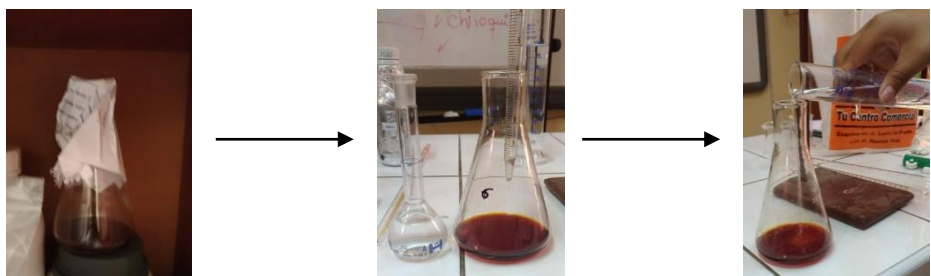
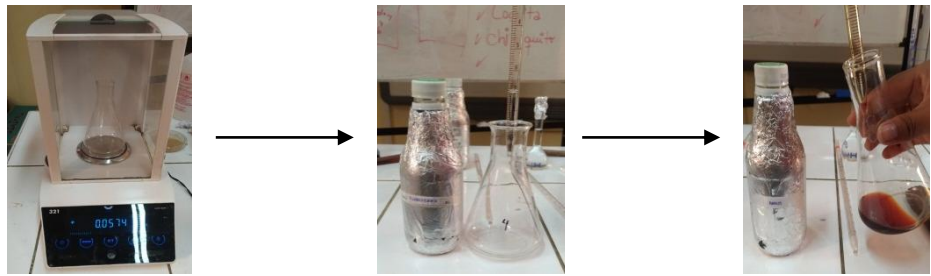


Tabla 50: Repeticiones de índice de yodo de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Repeticiones	Aceite de semillas de guayaba		Aceite de semillas de chirimoya	
	Expeller	Soxhlet	Expeller	Soxhlet
1	127.5654	120.1654	88.4600	84.9834
2	127.5389	120.0608	88.3960	85.0680
3	127.5973	119.9026	88.4201	85.0257
Promedio y desviación estándar	127.5672 ± 0.0292*	120.0429 ± 0.1323*	88.4254 ± 0.0323*	85.0257 ± 0.0423*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

- **Análisis de significancia para índice de yodo de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.**

Tabla 51: Prueba de Tukey para el índice de yodo de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Factores		Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Tipos de semillas	S. guayaba	6	123.805	0.0297171	X
	S. chirimoya	6	86.7255	0.0297171	X
Métodos de extracción	E. frío	6	107.996	0.0297171	X
	E. caliente	6	102.534	0.0297171	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
S. guayaba - S. chirimoya	*	37.0795	0.0969131
E. frío - E. caliente	*	5.46197	0.0969131

– **DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PERÓXIDO**

Para determinar el índice de peróxido de ambos tipos de semillas se procedió a pesar 0.5 gramos de cada muestra y se añadió 5 mililitros de cloroformo, 7.5 mililitros del ácido acético glacial y 0.5 mililitro de ioduro de potasio saturado. Se colocó en un lugar oscuro por 5 minutos en un lugar oscuro, pasado los 5 minutos se le agregó 75 mililitros de agua destilada y se agitó. Se procedió a titular con tiosulfato de sodio en 0.1 N hasta que se obtenga un color amarillo pajizo, utilizando como indicador el almidón y seguir titulando hasta que el color cambie a transparente.

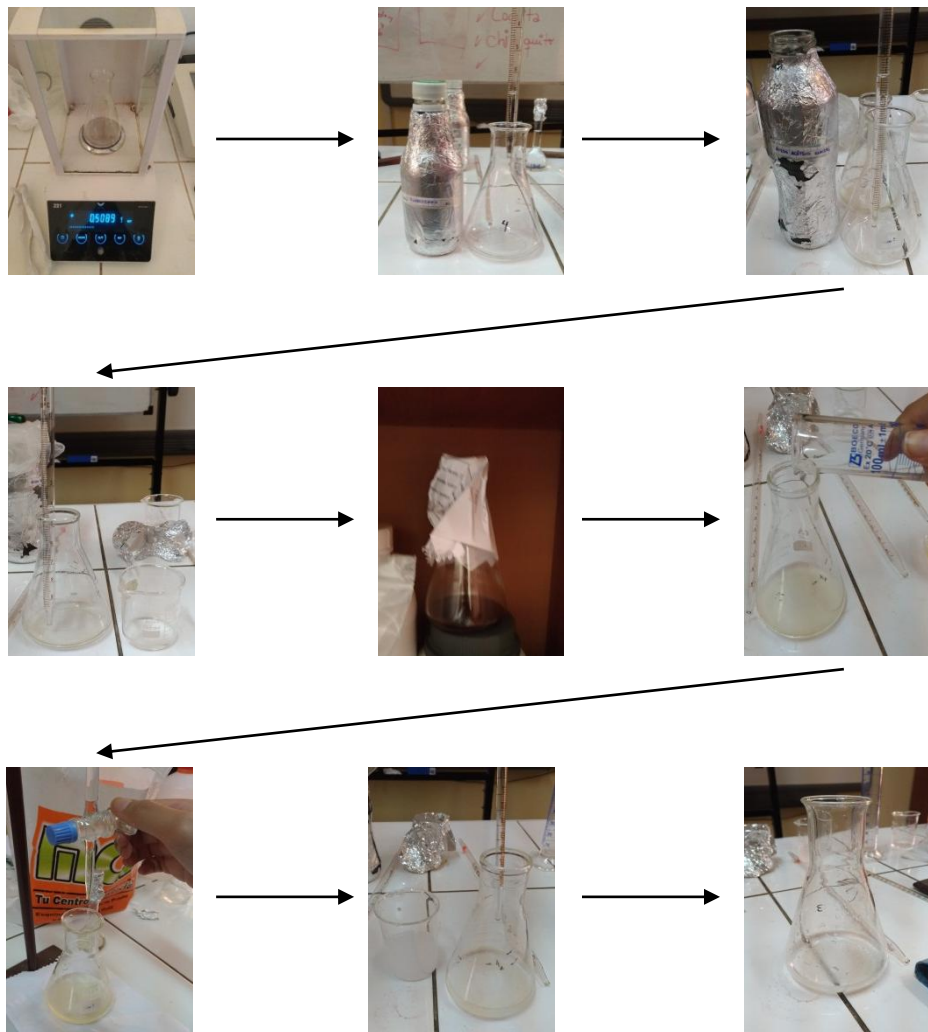


Tabla 52: Repeticiones de índice de peróxido de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Repeticiones	Aceite de semillas de guayaba		Aceite de semillas de chirimoya	
	Expeller	Soxhlet	Expeller	Soxhlet
1	8.6832	11.8252	3.3125	4.9063
2	8.7357	11.7802	3.3100	4.9055
3	8.8041	11.8390	3.3079	4.9082
Promedio y desviación estándar	8.7410 ± 0.0606*	11.8148 ± 0.0307*	3.3101 ± 0.0023*	4.9067 ± 0.0014*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

- **Análisis de significancia para índice de peróxido de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.**

Tabla 53: Prueba de Tukey para el índice de peróxido de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Factores		Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Tipos de semillas	S. guayaba	6	10.2779	0.0138864	X
	S. chirimoya	6	4.1084	0.0138864	X
Métodos de extracción	E. frío	6	6.02557	0.0138864	X
	E. caliente	6	8.36073	0.0138864	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
S. guayaba - S. chirimoya	*	6.1695	0.0452862
E. frío - E. caliente	*	-2.33517	0.0452862

– **DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE COLOR**

Para determinar el índice de color de ambos tipos de semillas se empleó un colorímetro, se procedió a borrar todos los datos de medida anterior, se calibró el colorímetro, se presionó en botón measure, luego se analizó las medidas de las muestras y se anotaron los valores de L*, a* y b*.



Tabla 54: Repeticiones de índice de color de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

Repeticiones	Aceite de semillas de guayaba						Aceite de semillas de chirimoya					
	Extracción frío			Extracción en caliente			Extracción en frío			Extracción en caliente		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	63.98	-3.56	60.83	68.14	-0.24	64.34	64.76	-7.31	9.38	65.12	-3.51	15.69
2	65.44	-2.91	63.04	69.35	-0.11	65.8	68.27	-8.58	12.04	69.63	-3.78	19.35
3	65.26	-2.64	64.76	70.07	-0.16	66.62	66.8	-8.6	11.27	67.16	-4.8	18.58
Promedio y desviación estándar	64.8933 ± 0.7961*	-3.0367 ± 0.4729*	62.8767 ± 1.9701*	69.1867 ± 0.9753*	-0.1700 ± 0.0656*	65.5867 ± 1.1549*	66.6100 ± 1.7627*	-8.1633 ± 0.7391*	10.8967 ± 1.3687*	67.3033 ± 2.2584*	-4.0300 ± 0.6804*	17.8733 ± 0.6801*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

- **Análisis de significancia para índice de luminosidad de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.**

Tabla 55: Prueba de Tukey para el índice de luminosidad de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

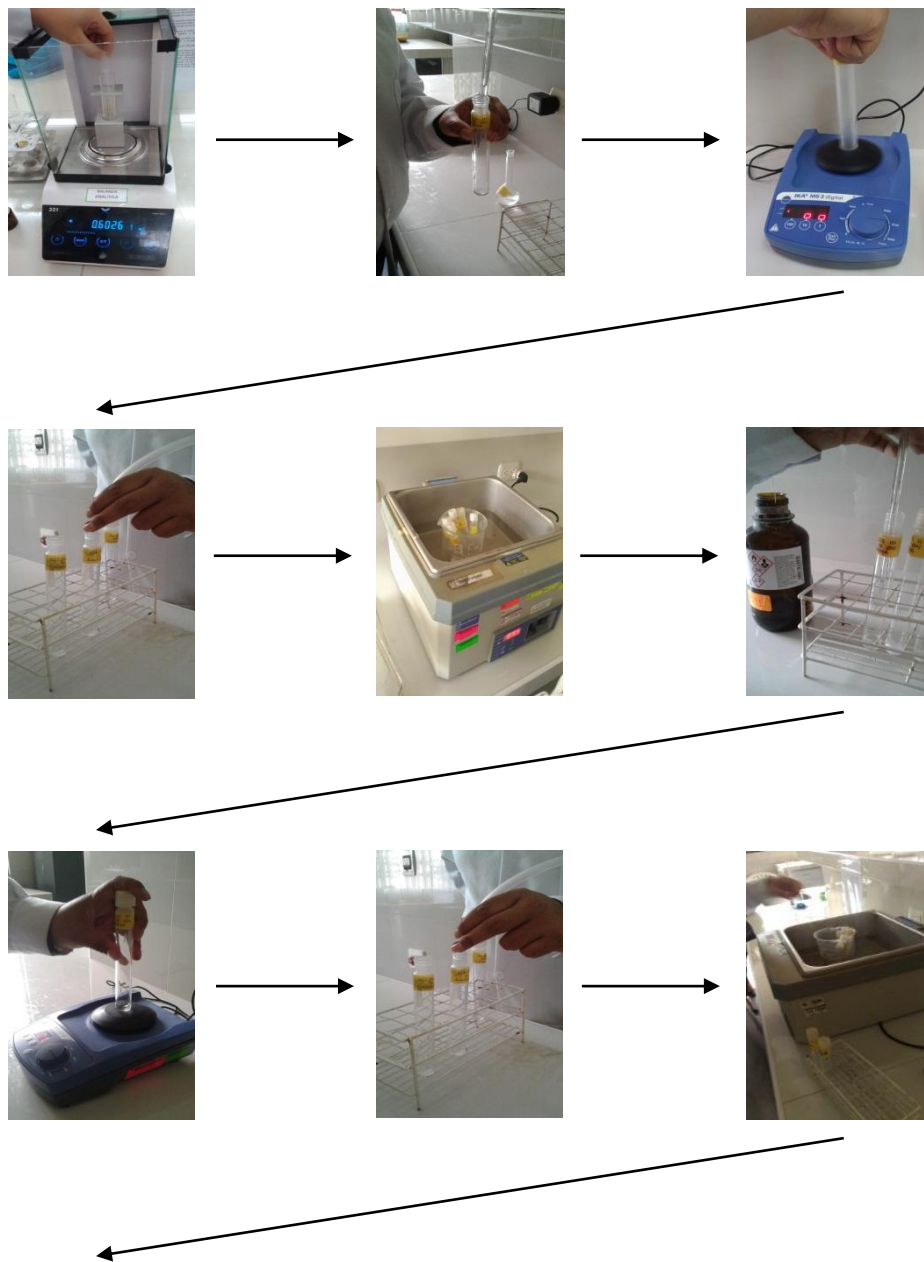
Factores		Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Tipos de semillas	S. guayaba	6	67.04	0.638765	X
	S. chirimoya	6	66.9567	0.638765	X
Métodos de extracción	E. frío	6	65.7517	0.638765	X
	E. caliente	6	68.245	0.638765	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
S. guayaba - S. chirimoya		0.0833333	2.08313
E. frío - E. caliente	*	-2.49333	2.08313

8.6. ANÁLISIS DE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR AMBOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

Para determinar el perfil de ácidos grasos de ambos tipos de semillas se procedió a pesar aproximadamente 0.025 gramos de cada muestra, se añadió 1.5 mililitros de hidróxido de sodio 0.5 N, se agitó, se agregó nitrógeno, se prosiguió a colocarlo en baño maría por 5 minutos, se añadió 2 mililitros de trifluoruro de boro, se agitó, se agregó nitrógeno, se colocó en baño maría por 30 minutos, luego se añadió 1 mililitro de isooctano, se agitó, se agregó nitrógeno, se procedió a agregar 5 mililitros de cloruro de sodio, se agitó, se agregó nitrógeno, se produjo una

separación de fases y se extrajo la fase orgánica que se colocaron en viales para luego ser analizados en el cromatógrafo de gases.



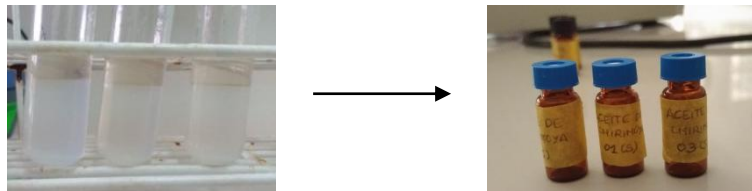
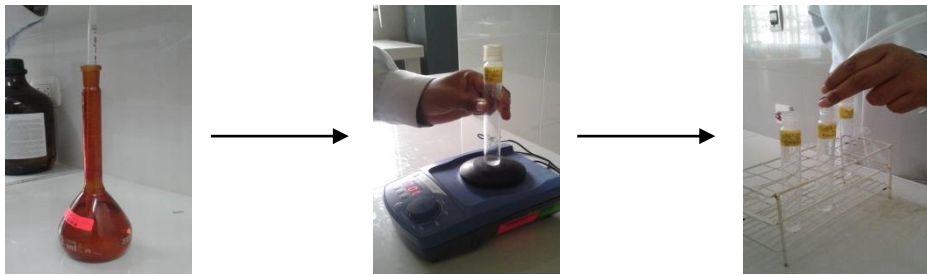
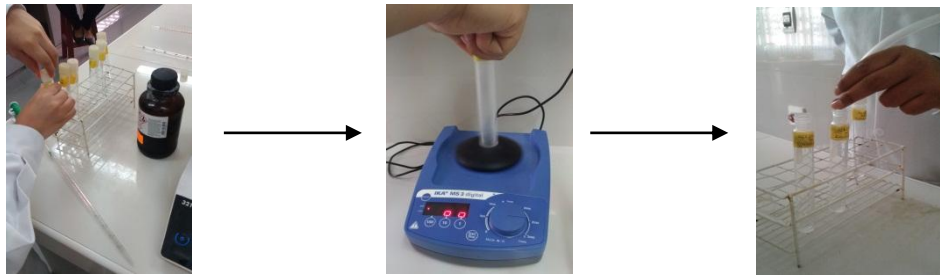
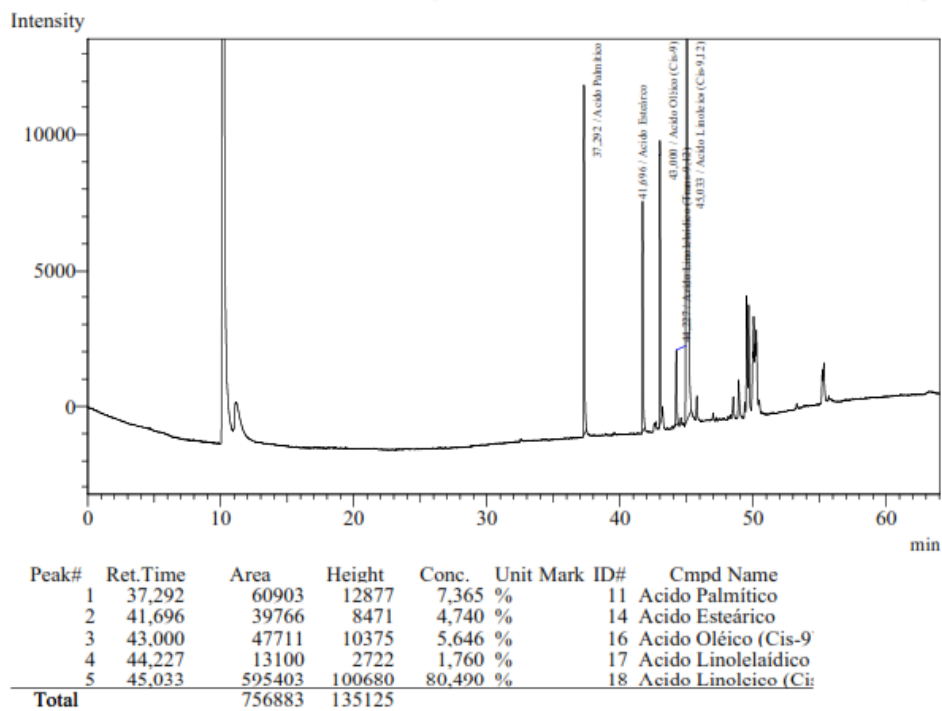


Tabla 56: Repeticiones de perfil de ácidos grasos de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

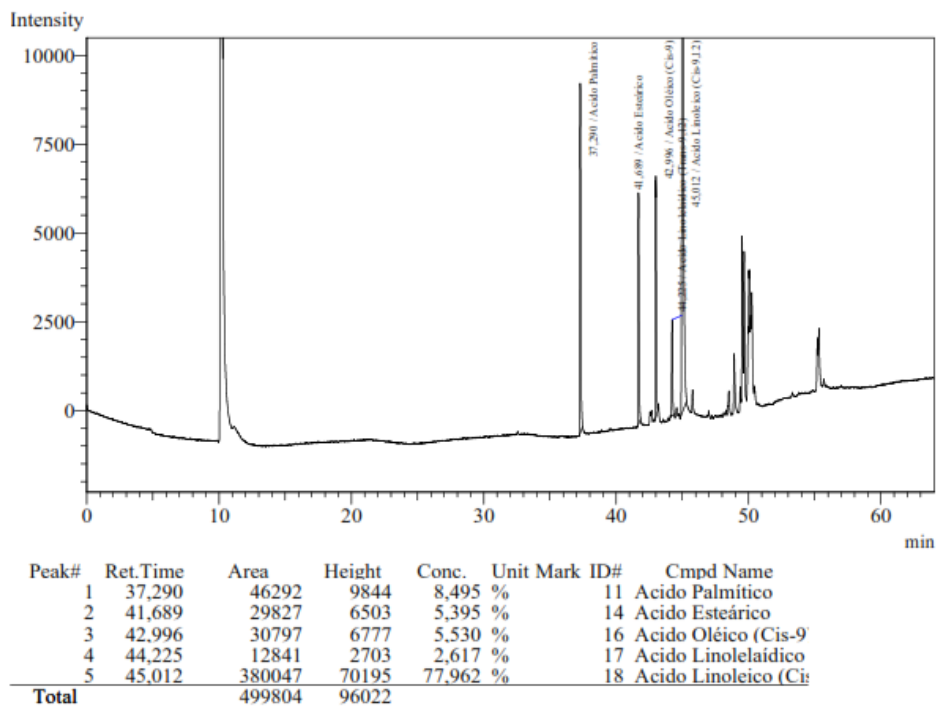
		Repeticiones			Promedio y desviación estándar	
		1	2	3		
Aceite de semillas de guayaba	Extracción en frío	Palmítico	7.163	6.979	8.495	7.5457 ± 0.8273*
		Esteárico	5.023	4.935	5.395	5.1177 ± 0.2442*
		Oléico	5.699	5.526	5.530	5.5850 ± 0.0582*
		Linoleico	80.130	80.374	77.962	79.4887 ± 1.3434*
		Linolénico	-----	-----	-----	-----
	Extracción en caliente	Palmítico	7.365	8.495	7.748	7.8693 ± 0.5747*
		Esteárico	4.740	5.395	5.189	5.1080 ± 0.3349*
		Oléico	5.646	5.102	5.211	5.3190 ± 0.3174*
		Linoleico	80.490	75.593	76.409	77.4990 ± 0.5096*
		Linolénico	-----	-----	-----	-----
Aceite de semillas de chirimoya	Extracción en frío	Palmítico	13.359	13.832	12.659	13.2833 ± 0.5901*
		Esteárico	5.518	5.650	5.647	5.6050 ± 0.0754*
		Oléico	43.291	41.922	44.689	43.9920 ± 1.3925*
		Linoleico	37.094	36.710	37.360	38.1907 ± 0.9445*
		Linolénico	1.106	1.191	1.101	1.1323 ± 0.0060*
	Extracción en caliente	Palmítico	13.129	12.659	12.801	12.8630 ± 0.2411*
		Esteárico	6.759	5.647	6.452	6.2860 ± 0.5743*
		Oléico	42.000	42.494	42.006	42.1470 ± 0.3049*
		Linoleico	36.798	37.360	37.004	37.0547 ± 0.3268*
		Linolénico	1.279	1.126	1.207	1.2043 ± 0.0858*

* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

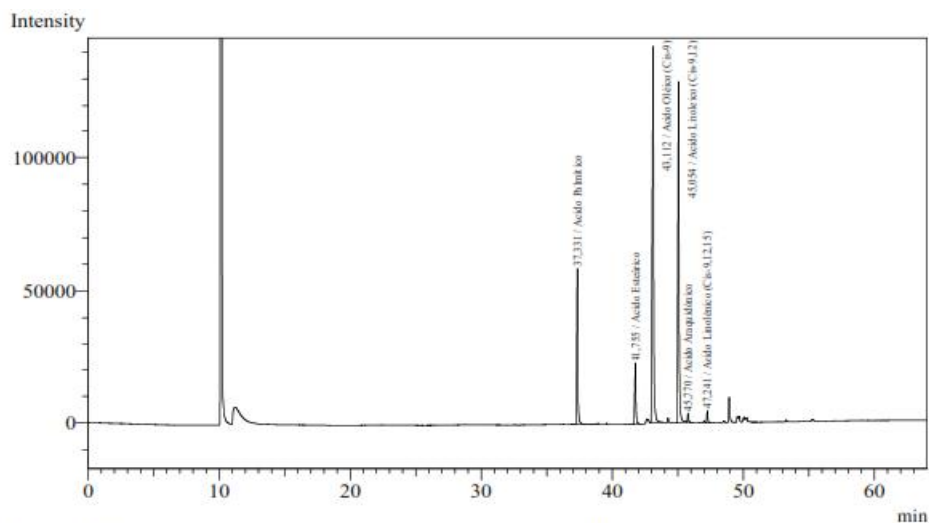
- Reportes de ácidos grasos del aceite de semillas de guayaba por extracción en frío.



- Reportes de ácidos grasos del aceite de semillas de guayaba por extracción en caliente.

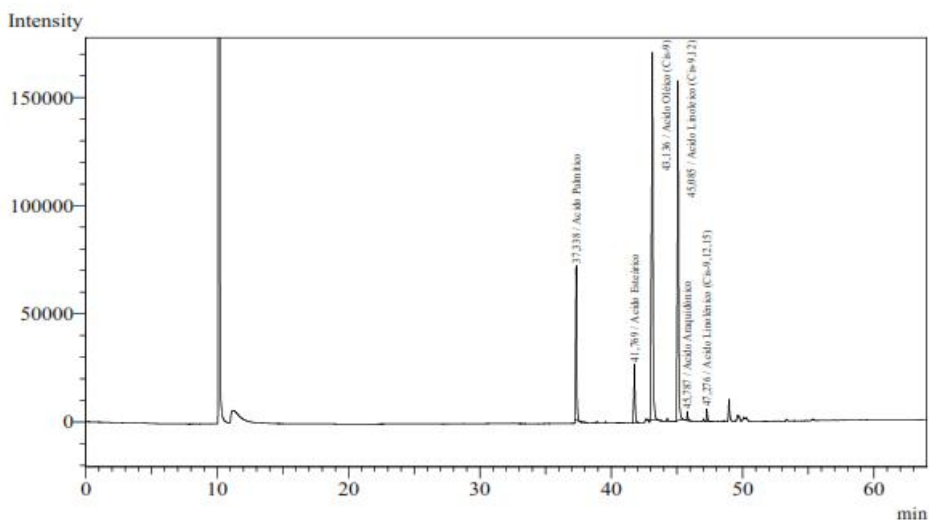


- Reportes de ácidos grasos del aceite de semillas de chirimoya por extracción en frío.



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit Mark	ID#	Cmpd Name
1	37,331	331370	58790	13,832 %		11	Acido Palmítico
2	41,755	137351	22915	5,650 %		14	Acido Estearico
3	43,112	1026462	141792	41,922 %		16	Acido Oléico (Cis-9)
4	45,054	786772	128782	36,710 %		18	Acido Linoleico (Cis-9)
5	45,770	16019	3171	0,694 %		19	Acido Araquidónico
6	47,241	22428	4455	1,191 %		21	Acido Linolénico (Cis-9,12,15)
Total		2320402	359905				

- Reportes de ácidos grasos del aceite de semillas de chirimoya por extracción en caliente.



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit Mark	ID#	Cmpd Name
1	37,338	378924	71125	12,659 %		11	Acido Palmítico
2	41,769	171508	27230	5,647 %		14	Acido Estearico
3	43,136	1299941	169676	42,494 %		16	Acido Oléico (Cis-9)
4	45,085	1000382	156285	37,360 %		18	Acido Linoleico (Cis-9)
5	45,787	20557	4142	0,713 %		19	Acido Araquidónico
6	47,276	26492	5614	1,126 %		21	Acido Linolénico (Cis-9,12,15)
Total		2897804	434072				

8.7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD OXIDATIVA Y VIDA ÚTIL DE LOS ACEITES DE SEMILLAS DE GUAYABA Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA POR AMBOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

– *DETERMINACIÓN DE ESTABILIDAD OXIDATIVA*

Para establecer la estabilidad oxidativa de los aceites se procedió a pesar aproximadamente 3.000 gramos de cada muestra, se llenó los vasos con 60 mililitros de agua destilada y fueron tapados, se armó las tapas de los tubos de ensayo que contienen el aceite ya pesado, se prosiguió a colocar las muestras en los orificios del equipo, terminado de colocar los tubos con las muestras y los vasos se empezó analizar.

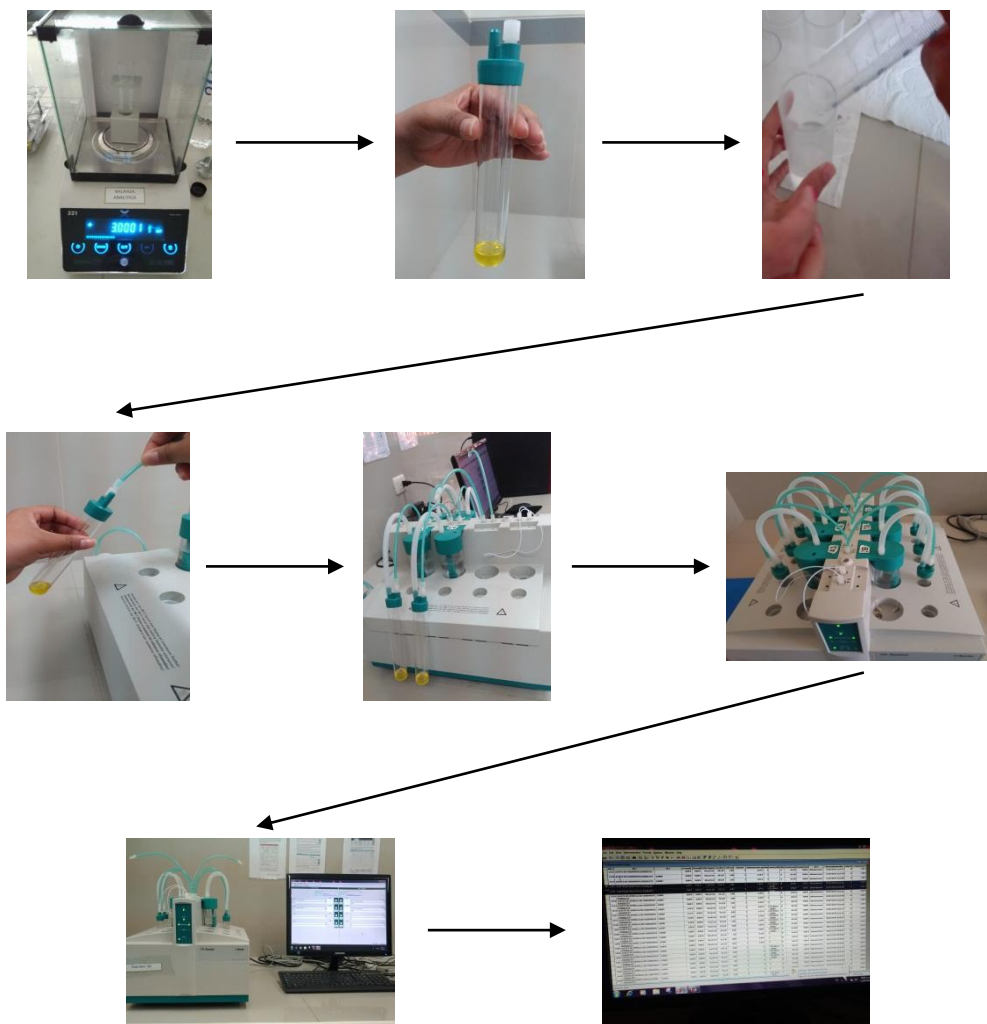
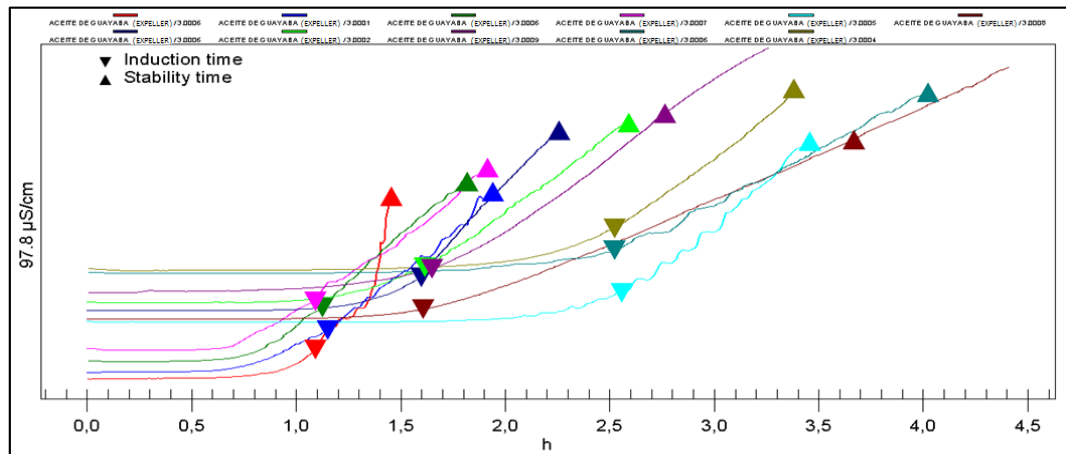


Tabla 57: Repeticiones de índice de estabilidad oxidativa de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.

			Repeticiones			Promedio y desviación estándar	
			1	2	3		
Aceite de semillas de guayaba	Expeller	120 °C	15 L/h	2.35	2.33	2.32	2.3333 ± 0.0153*
			20 L/h	2.28	2.26	2.28	2.2733 ± 0.0115*
			25 L/h	2.51	2.56	2.55	2.5400 ± 0.0265*
		130 °C	15 L/h	1.46	1.44	1.42	1.4400 ± 0.0200*
			20 L/h	1.17	1.18	1.18	1.1767 ± 0.0058*
			25 L/h	1.66	1.63	1.65	1.6467 ± 0.0153*
	140 °C	15 L/h	1.02	0.98	1.01	1.0033 ± 0.0208*	
		20 L/h	0.43	0.46	0.44	0.4433 ± 0.0153*	
		25 L/h	0.77	0.75	0.77	0.7633 ± 0.0115*	
	Soxhlet	120 °C	15 L/h	2.52	2.52	2.56	2.5333 ± 0.0231*
			20 L/h	2.46	2.46	2.51	2.4767 ± 0.0289*
			25 L/h	2.71	2.74	2.72	2.7233 ± 0.0153*
		130 °C	15 L/h	1.62	1.60	1.61	1.6100 ± 0.0100*
			20 L/h	1.31	1.33	1.27	1.3033 ± 0.0306*
			25 L/h	1.85	1.85	1.83	1.8433 ± 0.0115*
140 °C		15 L/h	1.13	1.15	1.09	1.1233 ± 0.0306*	
		20 L/h	0.62	0.68	0.64	0.6467 ± 0.0306*	
		25 L/h	0.94	0.95	0.92	0.9367 ± 0.0153*	
Aceite de semillas de chirimoya	Expeller	120 °C	15 L/h	2.27	2.25	2.23	2.2500 ± 0.0200*
			20 L/h	2.31	2.31	2.29	2.3033 ± 0.0115*
			25 L/h	2.77	2.78	2.75	2.7667 ± 0.0153*
		130 °C	15 L/h	1.26	1.23	1.24	1.2433 ± 0.0153*
			20 L/h	1.57	1.57	1.53	1.5567 ± 0.0231*
			25 L/h	1.45	1.42	1.45	1.4400 ± 0.0173*
	140 °C	15 L/h	0.96	0.91	0.95	0.9400 ± 0.0265*	
		20 L/h	0.98	0.94	0.92	0.9467 ± 0.0306*	
		25 L/h	0.53	0.56	0.50	0.5300 ± 0.0300*	
	Soxhlet	120 °C	15 L/h	2.48	2.52	2.48	2.4933 ± 0.0231*
			20 L/h	2.50	2.46	2.46	2.4733 ± 0.0231*
			25 L/h	2.98	2.94	2.95	2.9567 ± 0.0208*
		130 °C	15 L/h	1.45	1.45	1.41	1.4367 ± 0.0231*
			20 L/h	1.76	1.71	1.76	1.7433 ± 0.0289*
			25 L/h	1.66	1.67	1.64	1.6567 ± 0.0153*
140 °C		15 L/h	1.09	1.11	1.11	1.1033 ± 0.0115*	
		20 L/h	1.17	1.11	1.11	1.3000 ± 0.0346*	
		25 L/h	0.74	0.76	0.71	0.7367 ± 0.0252*	

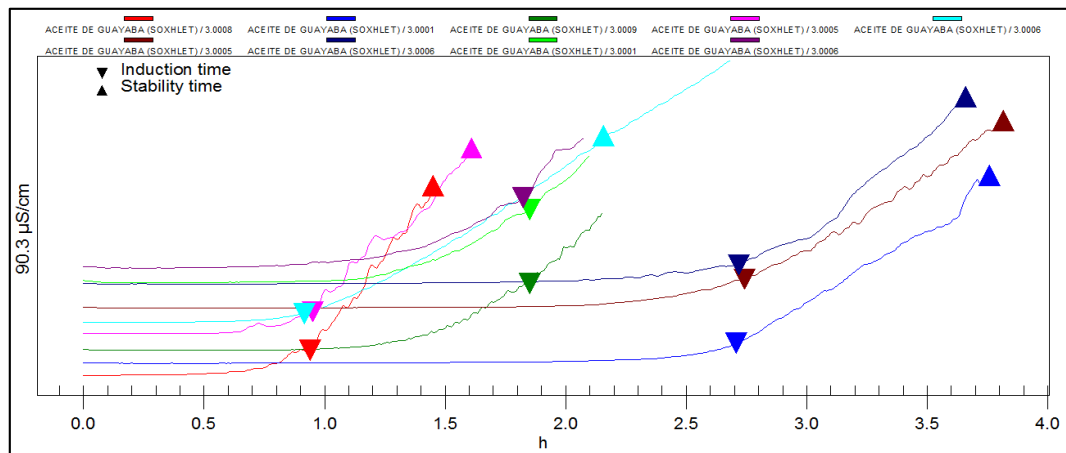
* media de tres repeticiones, ± desviación estándar.

- Reporte del mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de guayaba por extracción en frío.



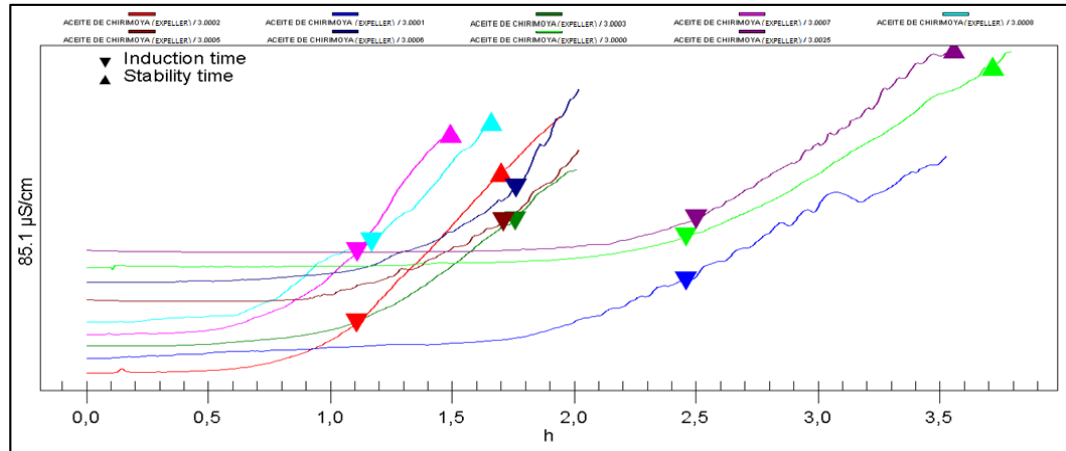
Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de guayaba por extracción en frío se da con el flujo de aire a 25 L/h.

- Reporte del mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de guayaba por extracción en caliente.



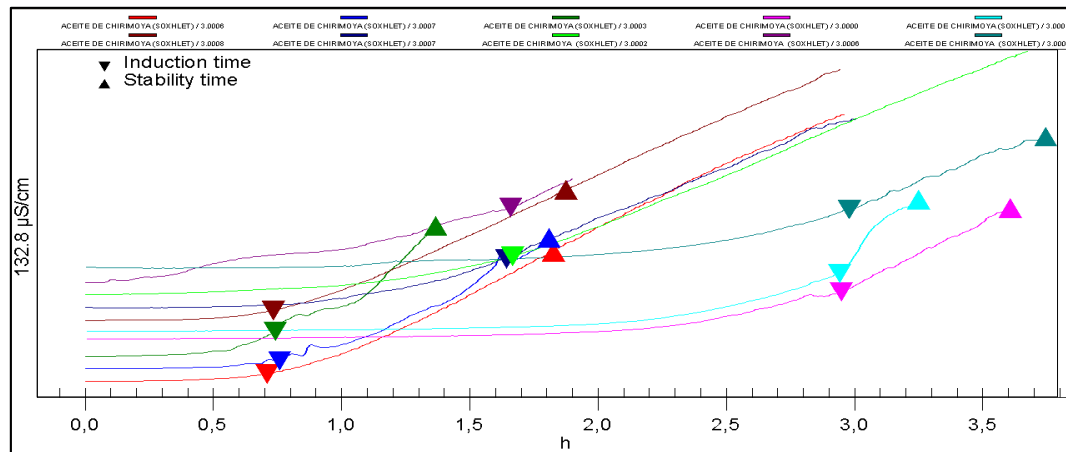
Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de guayaba por extracción en caliente se da con el flujo de aire a 25 L/h.

- **Reporte del mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de chirimoya por extracción en frío.**



Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de chirimoya por extracción en frío se da con el flujo de aire a 25 L/h.

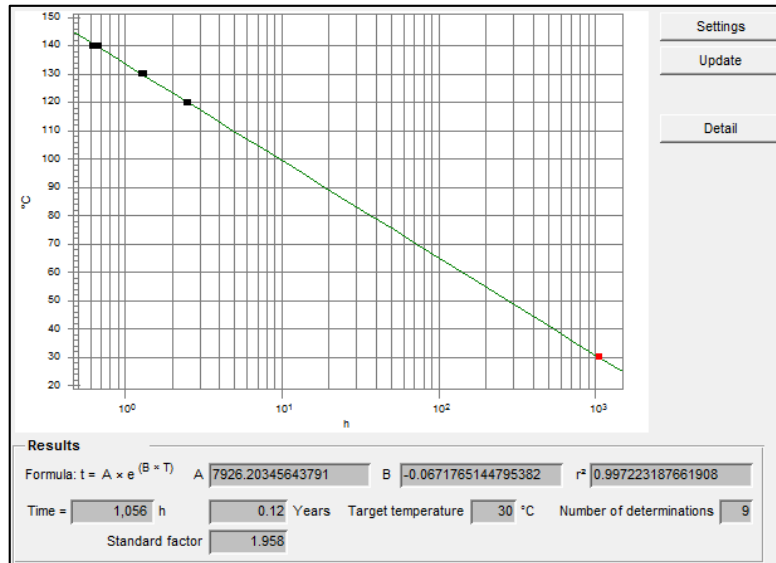
- **Reporte del mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de chirimoya por extracción en caliente.**



Mayor índice de estabilidad oxidativa del aceite de semillas de chirimoya por extracción en caliente se da con el flujo de aire a 25 L/h.

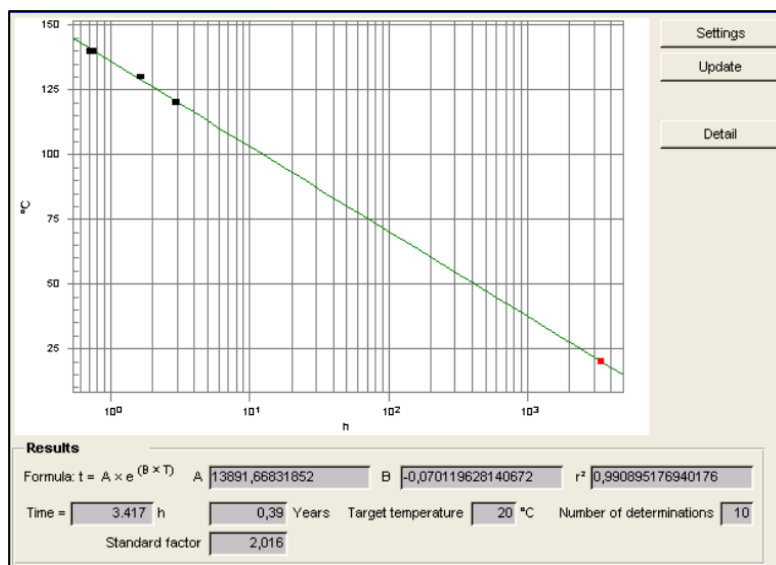
– **DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL**

- **Reporte de la mayor vida útil del aceite de semillas de guayaba en ambos métodos de extracción.**



Mayor vida útil del aceite de semillas de guayaba por extracción en caliente se da con el flujo de aire a 20 L/h.

- **Reporte de la mayor vida útil del aceite de semillas de chirimoya por extracción en caliente.**



Mayor vida útil del aceite de semillas de chirimoya por extracción en caliente se da con el flujo de aire a 25 L/h.

- **Análisis de significancia para índice de estabilidad oxidativa de los aceites de semillas de guayaba y semillas de chirimoya por ambos métodos de extracción.**

Tabla 58: Prueba de Tukey para la estabilidad oxidativa de los aceites en los factores tipos de semillas y métodos de extracción.

Factores		Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Tipos de semillas	S. guayaba	54	1.60093	0.0132879	X
	S. chirimoya	54	1.65037	0.0132879	X
Métodos de extracción	E. frío	54	1.53315	0.0132879	X
	E. caliente	54	1.71815	0.0132879	X
Temperaturas	140 °C	36	0.858611	0.0162742	X
	130 °C	36	1.50806	0.0162742	X
	120 °C	36	2.51028	0.0162742	X
	20 L/h	36	1.53944	0.0162742	X
Flujos	15 L/h	36	1.62583	0.0162742	X
	25 L/h	36	1.71167	0.0162742	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
S. guayaba - S. chirimoya	*	-0.0494444	0.0373449
E. frío - E. caliente	*	-0.185	0.0373449
120 °C - 130 °C	*	1.00222	0.0548701
120 °C - 140 °C	*	1.65167	0.0548701
130 °C - 140 °C	*	0.649444	0.0548701
15 L/h - 20 L/h	*	0.0863889	0.0548701
15 L/h - 25 L/h	*	-0.0858333	0.0548701
20 L/h - 25 L/h	*	-0.172222	0.0548701

“COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE EXTRAÍDO A PARTIR DE SEMILLAS DE GUAYABA (*Psidium Guajava*) Y SEMILLAS DE CHIRIMOYA (*Annona Cherimola*) POR EXTRACCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	3%
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	1%

8	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repository.ut.edu.co Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	<1%
11	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
12	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1%
13	A. M.R. Afify, M. M. Rashed, A. M. Ebtesam, H. S. El-Beltagi. "Effect of gamma radiation on the lipid profiles of soybean, peanut and sesame seed oils", <i>Grasas y Aceites</i> , 2013 Publicación	<1%
14	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
15	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1%
16	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
17	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1%
	abanicoacademico.mx	

18	Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1 %
20	bibliotecadigital.univalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Senor de Sipan Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to Curtin University of Technology Trabajo del estudiante	<1 %
26	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
27	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
28	doi.org Fuente de Internet	<1 %

29	Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas Trabajo del estudiante	<1 %
30	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
31	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
33	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.scielo.br Fuente de Internet	<1 %
35	www.bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	<1 %
38	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
39	idus.us.es Fuente de Internet	<1 %

40	congresos.cio.mx Fuente de Internet	<1%
41	repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080 Fuente de Internet	<1%
42	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	<1%
43	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1%
44	Submitted to Universidad Del Magdalena Trabajo del estudiante	<1%
45	Submitted to CONACYT Trabajo del estudiante	<1%
46	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1%
47	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%
48	pdfs.semanticscholar.org Fuente de Internet	<1%
49	dalspace.library.dal.ca:8080 Fuente de Internet	<1%
50	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
51	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1%

52	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
53	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
54	Submitted to Universidad de Salamanca Trabajo del estudiante	<1%
55	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
56	I. Zaanoun, S. Gharby, I. Bakass, E. Ait addi, I. Ait ichou. "Kinetic parameter determination of roasted and unroasted argan oil oxidation under Rancimat test conditions", Grasas y Aceites, 2014 Publicación	<1%
57	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia Trabajo del estudiante	<1%
58	repository.unilibre.edu.co Fuente de Internet	<1%
59	scielo.conicyt.cl Fuente de Internet	<1%
60	www.ica.gov.co Fuente de Internet	<1%
61	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del	<1%

Peru

Trabajo del estudiante

62	repository.unimilitar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
63	revista.corpoica.org.co Fuente de Internet	<1 %
64	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
65	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
66	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
67	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Trabajo del estudiante	<1 %
68	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
69	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
70	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
71	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
72	Submitted to Facultad Latinoamericana de	

	Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador Trabajo del estudiante	<1%
73	www.tandfonline.com Fuente de Internet	<1%
74	MARTHA DEL PILAR LÓPEZ HERNÁNDEZ, ANGÉLICA PIEDAD SANDOVAL ALDANA, JORGE ALBERTO VALENCIA MONTOYA. "CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA GRASA DE SEMILLA DE VEINTE CULTIVARES DE MANGO (Mangifera indica L.) EN COLOMBIA", Revista Brasileira de Fruticultura, 2016 Publicación	<1%
75	Submitted to Colegio Champagnat Trabajo del estudiante	<1%
76	Submitted to Universidad de Jaén Trabajo del estudiante	<1%
77	bibliometria.ucm.es Fuente de Internet	<1%
78	bdigital.uncu.edu.ar Fuente de Internet	<1%
79	mejorconsalud.com Fuente de Internet	<1%
80	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1%

81	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	<1%
82	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1%
83	rd.springer.com Fuente de Internet	<1%
84	Submitted to The New Art College Trabajo del estudiante	<1%
85	Submitted to Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Trabajo del estudiante	<1%
86	Submitted to Universidad de Caldas Trabajo del estudiante	<1%
87	repositorio.utp.edu.co Fuente de Internet	<1%
88	Submitted to Fundación Universitaria del Area Andina Trabajo del estudiante	<1%
89	Submitted to Universidad Internacional Isabel I de Castilla Trabajo del estudiante	<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 15 words