



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

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

Título del Proyecto de Investigación:

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICAS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE
SANDÍA (*Citrullus lanatus*) Y MELÓN (*Cucumis melo*) USANDO TRES MÉTODOS
DE EXTRACCIÓN (PRENSADO EN FRÍO, SOLVENTE QUÍMICO Y
COMBINADO)”.**

Autores:

Kary Victoria Castro Holguín

Martha Daniela Jacome Calie

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz, MSc.

Quevedo- Los Ríos - Ecuador

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Kary Victoria Castro Holguín

C.C. # 1205525114



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Martha Daniela Jacome Calie

C.C. # 0929036036



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, **Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz, MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que las estudiantes **Kary Victoria Castro Holguín y Martha Daniela Jacome Calie**, realizaron el Proyecto de Investigación de grado titulado “**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICAS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*) Y MELÓN (*Cucumis melo*) USANDO TRES MÉTODOS DE EXTRACCIÓN (PRENSADO EN FRÍO, SOLVENTE QUÍMICO Y COMBINADO)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:
**DENISSE MARGOTH
ZAMBRANO MUNOZ**

Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz, MSc.

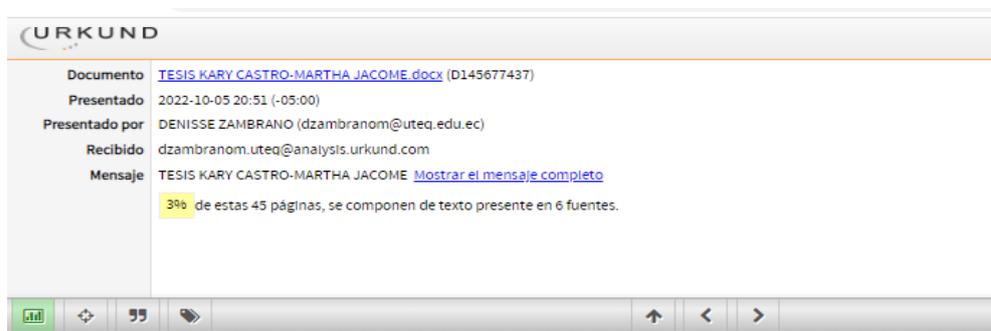
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

La suscrita, **Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz, MSc.**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de investigación cuyo tema es titulado “**Caracterización físico-químicas del aceite de la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) usando tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y combinado)**”, presentado por las estudiantes **Kary Victoria Castro Holguín y Martha Daniela Jacome Calie**, egresados de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Académico de Facultad de Ciencias de la Industria y Producción que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 97 % y similitud 3%, del trabajo investigativo.

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



Por su atención deseo significar mis agradecimientos.

Cordialmente,



Firmado electrónicamente por:
**DENISSE MARGOTH
ZAMBRANO MUNOZ**

Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz, MSc.

DIRECTORA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“Caracterización físico-químicas del aceite de la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*)
y melón (*Cucumis melo*) usando tres métodos de extracción (Prensado en frío,
Solvente químico y combinado)”.**

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

Aprobado por:

**José Vicente
Villarroel
Bastidas** Firmado digitalmente
por José Vicente
Villarroel Bastidas
Fecha: 2022.11.24
07:52:37 -05'00'

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. José Villarroel Bastidas, MSc.

FERNANDA GERMANIA
Número de reconocimiento
SERIALNUMBER=000624008
C.N. FERNANDA GERMANIA TIRIRA
CHULDE, L-QUITO, QI-ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION
E/CBCE, O-BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, C-EC
Razón:
Localización:
Fecha: 2022-11-24T08:23:23.789-05:00



Firmado electrónicamente por:
**ROBERT WILLIAM
MOREIRA MACIAS**

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Fernanda Tirira Chulde, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Robert Moreira Macias, MSc.

QUEVEDO-LOS RÍOS-ECUADOR

2022

AGRADECIMIENTO

Mi infinito agradecimiento a Dios, por guiar mi camino; a mis padres, Víctor Castro y Karina Holguín, por su amor, paciencia, consejos y apoyo incondicional.

A mis hermanas Isabella y Estefany por ser el motor e inspiración de mi existencia; a mi abuela Doris Buste por su ejemplo de superación y perseverancia.

A mi compañera de tesis Daniela Jácome por su comprensión y aprecio en todo momento; a Jhoan Plua por ser muy importante en mi vida y a su gran enseñanza; a mis amigos y a las personas especiales que me motivaron a continuar y creyeron en mí.

A la Ing. Lourdes Ramos por su ayuda y eterna paciencia; al Ing. Erick García por su cooperación para el desarrollo de esta investigación; a nuestra tutora de tesis, la Ing. Denisse Zambrano por su aporte y confianza; y a todos los docentes dedicados a la carrera Agroindustrial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por compartir todos sus conocimientos y contribuir en mi desarrollo profesional.

Kary Victoria Castro Holguín

En primer lugar, a Dios, por la culminación de la tesis, a mi papá Héctor Jácome y a mi tía Roció Jácome, por haber estado siempre presente, con sus valores y consejos.

A mi mamá Cristina Calie por estar presente en mi vida universitaria; A mi abuelo Héctor Jácome que está en el cielo, hoy este logro es por usted, se cumplió la promesa que habíamos hecho, siempre me motivó a que terminara mi carrera, desde el cielo siempre me cuida y me guía.

A mi compañera de tesis Kary Castro por su paciencia y aprecio; a mis amigos y aquellas personas especiales en mi vida.

A la Ing. Lourdes Ramos por su gran ayuda incondicional y su paciencia en el desarrollo de esta investigación y; al Ing. Erick García por su colaboración en el proyecto de investigación; a nuestra tutora de tesis, la Ing. Denisse Zambrano por brindarnos su apoyo.

Martha Daniela Jácome Calie

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a Dios, por la bendición y fortaleza, ya que me permitió culminar satisfactoriamente mi proyecto de investigación.

A mis padres, hermanas, y abuela por ser mi soporte y calma. Como también a cada una de las personas que han estado presente, con su cariño, felicidad y confianza en mí.

Kary Victoria Castro Holguín

Dedicó mi trabajo y esfuerzo a Dios, sin él no había sido posible cumplir esta meta, a mis padres y a mi tita, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, mucho de mis logros se los debo a ustedes. A cada una de las personas que estuvieron presentes, con su aprecio y cariño.

Martha Daniela Jácome Calie

RESUMEN

Los aceites extraídos de fuentes vegetales tienen una historia de uso por parte de la población local como fuente de alimento, energía, medicina y para aplicaciones cosméticas. El aumento continuo de la población humana ha resultado en el aumento de la demanda, así como el precio de los aceites comestibles, lo que lleva a la búsqueda de fuentes alternativas no convencionales de aceites, particularmente en los países en desarrollo. Hay cientos de semillas de plantas ricas en aceite poco exploradas apto para fines comestibles o industriales. Uno de esos productos infrautilizados es el aceite de semilla de sandía y melón rico en ácido linoleico (~64,5%). Se utiliza para freír y cocinar en algunos países africanos y de Oriente Medio. También para prevenir los peligros para el medio ambiente relacionados con los desechos sólidos, el esfuerzo debe hacerse para aumentar la utilización de estos desechos de alimentos no convencionales. El conocimiento de las propiedades del aceite de semillas puede ofrecer información sobre la naturaleza y los beneficios potenciales del aceite.

En la comparación de los parámetros físico-químicos de los aceites obtenidos de semillas de sandía y melón estudiados en esta investigación, presentaron valores muy cercanos y dentro de los parámetros establecidos por la NTE INEN 29; 2012 del aceite de Oliva, lo cual da a entender que los aceites mencionados, presentan un excelente grado alimentario y puede ser utilizados para la alimentación humana.

Se recomienda el prensado en frío como una alternativa para garantizar un aceite natural con buena calidad, ya que, al tener ausencia de calor y solventes orgánicos durante el proceso de extracción, permite que el aceite conserve propiedades deseables.

PALABRAS CLAVES

Ácidos grasos, Características Físico-químicas, Aceite de semilla de sandía y melón

ABSTRACT

Oils extracted from plant sources have a history of use by local people as a source of food, energy, medicine, and for cosmetic applications. The continuous increase in the human population has resulted in the increase in demand as well as the price of edible oils, leading to the search for alternative non-conventional sources of oils, particularly in developing countries. There are hundreds of little-explored oil-rich plant seeds suitable for edible or industrial purposes. One such underutilized product is watermelon and melon seed oil rich in linoleic acid (~64.5%). It is used for frying and cooking in some African and Middle Eastern countries. Also to prevent environmental hazards related to solid waste, effort should be made to increase the utilization of these non-conventional food wastes. Knowledge of the properties of the seed oil can offer insight into the nature and potential benefits of the oil.

In the comparison of the physical-chemical parameters of the oils obtained from watermelon and melon seeds studied in this investigation, they presented very close values and within the parameters established by the NTE INEN 29; 2012 of olive oil, which implies that the mentioned oils have an excellent food grade and can be used for human consumption.

Cold pressing is recommended as an alternative to guarantee a natural oil with good quality, since, by having the absence of heat and organic solvents during the extraction process, it allows the oil to retain desirable properties.

Keywords:

fatty acids, physicochemical characteristics, watermelon and melon seed oil

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iv
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	v
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
TABLA DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLA	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
CODIGO DUBLIN.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. PROBLEMATIZACIÓN	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Diagnóstico.....	3
1.1.3. Pronóstico.....	3
1.1.4. Formulación del problema.....	3
1.1.5. Sistematización del Problema	4
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4. HIPÓTESIS	7
1.4.1. Hipótesis Nula.....	7
1.4.2. Hipótesis alternativa	7
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7

2.1. MARCO TEÓRICO	8
2.1.1. Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)	8
2.1.1.1. Semilla	8
2.1.1.2. Composición química de las semillas	9
2.1.1.3. Aceite	11
2.1.2. Melón (<i>Cucumis melo</i>)	12
2.1.2.1. Semilla	12
2.1.2.2. Composición química de las semillas	12
2.1.2.3. Aceite	13
2.1.3. Métodos de extracción de aceites vegetales	13
2.1.3.1. Extracción por Prensado en frío	13
2.1.3.2. Extracción por solvente químico	14
2.1.3.3. Método combinado (prensado- solvente)	14
2.1.4. Composición de los aceites vegetales	14
2.1.5. Características químicas de los aceites vegetales	14
2.1.5.1. Índice de acidez	14
2.1.5.2. Índice de saponificación	14
2.1.5.3. Índice de yodo	15
2.1.5.4. Índice de peróxido	15
2.1.6. Características físicas de los aceites vegetales	15
2.1.6.1. pH	15
2.1.6.2. Densidad	15
2.1.6.3. Cenizas	15
2.1.6.4. Índice de refracción	15
2.1.7. Perfil de ácidos grasos	15
2.1.7.1. Ácidos grasos saturados	15
2.1.7.2. Ácidos grasos poliinsaturados	16
2.1.7.3. Ácidos grasos monoinsaturados	16
2.1.8. Consumo	16
2.1.9. Beneficios	17
2.2. MARCO REFERENCIAL	18
2.2.1. Caracterización analítica del aceite de sandía pura y mezclada (<i>Citrullus lanatus</i>): impacto de la mezcla en la estabilidad oxidativa.	18
2.2.2. La composición, propiedades físicas y características de secado del aceite de semilla de (<i>Citrullus lanatus</i>).	18

2.2.3.	Compuestos bioactivos del aceite de oliva virgen.....	19
2.2.5.	Actividad antioxidante y composición de ácidos grasos de aceites de semilla de melón de dos variedades extraídos mediante extracción con fluido supercrítico.	21
CAPITULO III		23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		23
3.1.	Localización	24
3.1.1.	Ubicación del área de investigación, para la extracción.....	24
3.1.2.	Ubicación del área de investigación, laboratorio	24
3.2.	Tipo de Investigación	24
3.2.1.	Investigación Experimental	24
3.2.2.	Investigación Analítica	24
3.2.3.	Investigación Bibliográfica	25
3.3.	Métodos de la investigación	25
3.3.1.	Método deductivo-Inductivo	25
3.3.2.	Método Analítico.....	25
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	25
3.5.	Diseño de la investigación	25
3.5.1.	Factores de estudio	26
3.5.2.	Tratamientos de los datos	27
3.5.3.	Variables del estudio	27
3.6.	Instrumentos de la investigación	27
3.6.1.	Manejo del experimento	27
3.6.1.1.	Descripción del proceso de extracción de aceite.....	27
3.6.2.	Análisis físico-químicos del aceite de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) y melón (<i>Cucumis Melo</i>)	28
3.7.	Recursos humanos y materiales.....	31
CAPITULO IV.....		32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		32
4.1.	Resultados de la extracción de aceite a partir de semillas de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) y melón (<i>Cucumis melo</i>) mediante tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado).....	33
4.1.1.	Extracción del aceite de las semillas de sandía (prensado)	33
4.1.2.	Extracción del aceite de las semillas de sandía (solvente químico).....	34
4.1.3.	Extracción del aceite de las semillas de sandía (combinado)	35
4.1.4.	Extracción del aceite de las semillas de melón (prensado)	36
4.1.5.	Extracción del aceite de las semillas de melón (solvente químico)	37

4.1.6.	Extracción del aceite de las semillas de melón (combinado).....	38
4.2.	Resultados de la composición físico-química del aceite obtenido de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) y melón (<i>Cucumis melo</i>).....	39
4.2.1.	Análisis de varianza de resultados de análisis físico-químicos de los aceites de sandía y melón.....	39
4.2.2.	Prueba de significación (Tukey $p<0,05$) para resultados de análisis físico-químicos de los tipos de semillas (Factor A)	42
4.2.3.	Prueba de significación (Tukey $p<0,05$) para resultados de análisis físico-químicos de los métodos de extracción (Factor B).....	45
4.2.4.	Prueba de significación (Tukey $p<0,05$) para resultados de análisis físico-químicos de los tipos de semillas y los diferentes métodos de extracción (Factor AxB) 47	
4.3.	Resultados de la determinación del perfil lipídico al tratamiento con mayor rendimiento obtenido a partir de un balance de masa.	52
4.3.1.	Resultado de la determinación del perfil lipídico de los mejores tratamientos con mayor rendimiento obtenido a partir de un balance de masa.....	58
4.4.	Resultados de la comparación a los parámetros físicos-químicos de los aceites obtenidos usando como referencia el aceite de oliva.....	61
4.5.	Discusión.....	64
4.5.1.	Tipos de semillas (Factor A).....	64
4.5.2.	Método de extracción (Factor B).....	65
4.5.3.	Tipos de semillas y los diferentes métodos de extracción (Factor AxB).....	66
	CAPÍTULO V	68
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1.	Conclusiones	69
5.2.	Recomendaciones.....	71
	CAPÍTULO VI	72
	BIBLIOGRAFÍA	72
	CAPÍTULO VII	77
	ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Factores de estudio que intervienen en la extracción de aceite a partir de semillas de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) y melón (<i>Cucumis melo</i>) mediante tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado).....	26
Tabla 2: Combinación de los Tratamientos propuestos para extracción de aceite a partir de semillas de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) y melón (<i>Cucumis melo</i>) mediante tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado).....	26
Tabla 3: Equipos, utensilios y materia prima e insumos utilizados en la investigación	31
Tabla 4: Análisis de la varianza para la variable acidez (%).....	39
Tabla 5: Análisis de la varianza para la variable ceniza(%).....	39
Tabla 6: Análisis de la varianza para la variable densidad relativa (g/ml).....	40
Tabla 7: Análisis de la varianza para la variable Índice de saponificación (mg KOH/g) .	40
Tabla 8: Análisis de Varianza para la variable humedad y materia volátil (%).....	41
Tabla 9: Análisis de Varianza para la variable Índice de refracción (η).....	41
Tabla 10: Análisis de Varianza para la variable Índice de yodo (%).....	42
Tabla 11: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos (Factor A)	42
Tabla 12: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los métodos de extracción (Factor B)	45
Tabla 13: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los tipos de semillas y los métodos de extracción (Factor AxB).....	47
Tabla 14: Parámetros físicos-químicos del aceite de sandía vs aceite de oliva.....	61
Tabla 15: Parámetros físicos-químicos del aceite de melón vs aceite de oliva.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Consumo doméstico mundial de aceites vegetales 2021/2022.....	17
Figura 2: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de sandía por el método prensado al frío	33
Figura 3: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de sandía por el método solvente químico.....	34
Figura 4: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de sandía por el método combinado	35
Figura 5: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de melón por el método prensado al frío	36
Figura 6: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de melón por el método solvente químico.....	37
Figura 7: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de melón por el método combinado	38
Figura 8: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los aceites de sandía y melón (Factor A: Tipos de Semillas)	43
Figura 9: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los tres métodos de extracción (Factor B: Métodos de extracción).....	45
Figura 10: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los tipos de semillas y los diferentes métodos de extracción (Factor AxB)	48
Figura 11: Balance de masa del aceite de semillas de sandía por el método Prensado en frío	52
Figura 12: Balance de masa del aceite de semillas de sandía por el método extracción por Solvente químico	53
Figura 13: Balance de masa del aceite de semillas de sandía por el método Combinado .	54
Figura 14: Balance de masa del aceite de semillas de melón por el método Prensado en frío	55
Figura 15: Balance de masa del aceite de semillas de melón por el método extracción por Solvente químico	56
Figura 16: Balance de masa del aceite de semillas de melón por el método Combinado ..	57
Figura 17: Perfil de ácidos grasos saturados de los mejores tratamientos (Aceite De Melón + Solvente Químico y Aceite de Sandía + Prensado en Frío) según el rendimiento obtenido mediante balance de masa.	58

Figura 18: Perfil de ácidos grasos monoinsaturados de los mejores tratamientos (Aceite De Melón + Solvente Químico y Aceite de Sandía + Prensado en Frío) según el rendimiento obtenido mediante balance de masa.	59
Figura 19: Perfil de ácidos grasos poliinsaturados de los mejores tratamientos (Aceite De Melón + Solvente Químico y Aceite de Sandía + Prensado en Frío) según el rendimiento obtenido mediante balance de masa.	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Tipos de semillas: sandía y melón.....	78
Anexo 2: Método de extracción prensado en frio	80
Anexo 3: Método de extracción por solvente químico	81
Anexo 4: Método de extracción combinado	83
Anexo 5: Cuadro general de resultados de Análisis bromatológicos de los aceites extraídos por tres métodos de extracción.	85
Anexo 6: Resultados del laboratorio del análisis físico-químicos de los aceites	86

CODIGO DUBLIN

TITULO:	Caracterización físico-químicas del aceite de la semilla de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) y melón (<i>Cucumis melo</i>) usando tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y combinado).
Autores:	Kary Victoria Castro Holguín Y Martha Daniela Jacome Calie
Palabras Clave:	Ácidos Grasos, Características Físico-químicas, Aceite De Semilla De Sandía Y Melón
Fecha De Publicación:	2022
Editorial:	Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2022
Resumen:	<p>RESUMEN: Los aceites extraídos de fuentes vegetales tienen una rica historia de uso por parte de la población local como fuente de alimento, energía, medicina y para aplicaciones cosméticas. El aumento continuo de la población humana ha resultado en el aumento de la demanda, así como el precio de los aceites comestibles, lo que lleva a la búsqueda de fuentes alternativas no convencionales de aceites, particularmente en los países en desarrollo. Hay cientos de semillas de plantas ricas en aceite poco exploradas apto para fines comestibles o industriales. Uno de esos productos infrautilizados es el aceite de semilla de sandía y melón rico en ácido linoleico (~64,5%). Se utiliza para freír y cocinar en algunos países africanos y de Oriente Medio. También para prevenir los peligros para el medio ambiente relacionados con los desechos sólidos, el esfuerzo debe hacerse para aumentar la utilización de estos desechos de alimentos no convencionales. El conocimiento de las propiedades del aceite de semillas puede ofrecer información sobre la naturaleza y los beneficios potenciales del aceite.</p> <p>ABSTRACT: Oils extracted from plant sources have a history of use by local people as a source of food, energy, medicine, and for cosmetic applications. The continuous increase in the human population has resulted in the increase in demand as well as the price of edible oils, leading to the search for alternative non-conventional sources of oils, particularly in developing countries. There are hundreds of little-explored oil-rich plant seeds suitable for edible or industrial purposes. One such underutilized product is watermelon and melon seed oil rich in linoleic acid (~64.5%). It is used for frying and cooking in some African and Middle Eastern countries. Also to prevent environmental hazards related to solid waste, effort should be made to increase the utilization of these non-conventional food wastes. Knowledge of the properties of the seed oil can offer insight into the nature and potential benefits of the oil.</p> <p>In the comparison of the physical-chemical parameters of the oils obtained from watermelon and melon seeds studied in this investigation, they presented very close values and within the parameters established by the NTE INEN 29; 2012 of olive oil, which implies that the mentioned oils have an excellent food grade and can be used for human consumption.</p> <p>Cold pressing is recommended as an alternative to guarantee a natural oil with good quality, since, by having the absence of heat and organic solvents during the extraction process, it allows the oil to retain desirable properties.</p>
Descripción:	109 hojas; dimensiones, 29 x 21 cm + CR-ROM 6162
Url:	

INTRODUCCIÓN

Los aceites han sido utilizados por el ser humano desde épocas ancestrales en la alimentación y otros usos, estos pueden ser de origen animal o vegetal, este último ha incrementado su consumo en las últimas décadas gracias a su composición nutricional basada en una mayor cantidad de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados [1].

Por lo cual la industria agroalimentaria y la investigación científica de los alimentos, ha centrado su interés en diseñar y desarrollar nuevos alimentos funcionales, empleando los ácidos grasos presentes en los aceites vegetales como compuestos bioactivos para la mejora del perfil de ácidos grasos y por ende proporcionar mayores beneficios en la salud del ser humano, reduciendo así en gran parte la incidencia de algunas enfermedades en especial las cardiovasculares [2].

En Ecuador la sandía y el melón son dos frutas de las cuales no se ha tenido una explotación industrial en su totalidad, estas son consumidas tradicionalmente por las personas e incluso son exportadas, pero el incremento de las necesidades de buscar otras alternativas alimentarias ha llevado a realizar un estudio más exhaustivo para poder poner en marcha planes de aprovechamiento de estas dos frutas de las cuales, mediante una profunda búsqueda bibliográfica se ha logrado establecer que se pueden obtener aceite con un buen perfil de ácidos grasos a partir de las semillas de las mismas, considerando diferentes métodos de extracción [3], en varios estudios se ha podido determinar que las semillas de sandía presentan un alto valor nutricional, debido a que es una fuente activa de proteínas. Según [1], el melón constituye uno de los alimentos más consumidos a nivel mundial, ocupando el cuarto lugar entre las frutas más consumidas, esta es una fruta con un alto contenido de potasio, su contenido de agua es del 90%, mientras que en proporciones presenta caloría, minerales, carbohidratos, vitaminas y lípidos.

El proyecto de investigación tiene como objetivo estudiar las características físico-químicas del aceite de la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) usando tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado), para obtener así aceites con parámetros similares a los establecidos por las normativas vigentes y otros aceites vegetales de mayor consumo como el aceite de oliva, para el consumo humano y su aprovechamiento en la industria alimentaria [46].

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.PROBLEMATIZACIÓN

1.1.1. Planteamiento del problema

El desconocimiento de las características físico-químicas y el perfil de ácidos grasos de los aceites de origen vegetal que no sea el aceite de palma, ha sido uno de los principales factores por el cual muchas personas aún no se animan a consumirlo, ya que también estos presentan costos más elevados debido a su proceso de obtención, en el cual uno de los procesos más convencionales es el prensado en frío ya que mediante este se logra aprovechar de mejor manera sin afectar las propiedades, por lo cual muchas investigaciones como la que se pretende realizar en este trabajo, tratan de dar un enfoque nutricional basado en el estudio del perfil de ácidos grasos, para así demostrar los beneficios que estos aceites pueden presentar para el mantenimiento y mejoramiento de la salud del ser humano [4].

1.1.2. Diagnóstico

El desconocimiento de las propiedades físico-químicas y el perfil de ácidos grasos por parte de la sociedad, se debe al poco aprovechamiento del aceite que obtiene las semillas de la sandía y el melón. El desarrollo de esta investigación permite el estudio del aceite extraído y la comparación de la normativa del aceite de oliva, por motivo de ser el aceite con mayor consumo en su estado de mayor pureza sin aditivo ni conservantes.

1.1.3. Pronóstico

La falta de conocimiento en las propiedades lipídicas de los aceites de Sandía y Melón, trae como el resultado el desconocimiento y la falta de interés por parte de los consumidores de estas frutas, de saber que dentro del contenido de las semillas se puede obtener un aceite de buena calidad.

Este trabajo busca aportar el conocimiento de las propiedades físico-químicas y el perfil lipídico de los aceites de sandía y melón por diferentes métodos de extracción, para determinar cuál es el que aporta mayor cantidad de beneficios.

1.1.4. Formulación del problema

¿El desconocimiento de las características físico-químicas de los aceites obtenidos a partir de la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) influye en el consumo e industrialización de los mismos?

1.1.5. Sistematización del Problema

¿El perfil de ácidos grasos de los aceites de semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) se verán afectados al utilizar tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado)?

¿De qué manera se verá influenciado el rendimiento de los aceites de semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) al usar tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado)?

¿La calidad de los aceites obtenidos logrará estar dentro de las normativas nacionales e internacionales, en comparación a otros aceites de buena calidad como el de oliva?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Estudiar las características físico-químicas del aceite de la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) usando tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado)

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar la extracción de aceite a partir de semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) mediante tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado).
- Evaluar la composición físico-químicas del aceite obtenido de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*).
- Determinar el perfil lipídico del tratamiento con mayor rendimiento obtenido a partir de un balance de masa.
- Comparar los parámetros físico-químicos de los aceites obtenidos con normativas nacionales e internacionales usando como referencia el aceite de oliva.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La mayor proporción de aceites y grasas que consumimos están compuestas por una combinación de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. Las grasas de origen animal, tales como: manteca, carnes grasas, etc., contienen principalmente ácidos grasos saturados y su consumo excesivo se asocia con obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares (ECV) [5].

Por otro lado, los aceites vegetales contienen ácidos grasos predominantemente insaturados (monoinsaturados y poliinsaturados), los cuales poseen efectos favorables en la salud y ayudan a prevenir las enfermedades cardiovasculares. Por ello la obtención de aceite vegetal está destinada a reemplazar los aceites y grasas que contienen ácidos grasos trans [5].

Por ello el presente trabajo de investigación pretenderá realizar un estudio con la finalidad de obtener conocimiento de las características físico-químicas del aceite de las semillas de sandía y melón, para así poder realizar una comparación con normativas internacionales, usando como referencia las propiedades del aceite de oliva, ya que es considerado a nivel mundial, como uno de los mejores aceites con grandes propiedades físico-químicas y bondades para la alimentación humana.

La obtención de estos aceites se realizará por medio de tres métodos de extracción, los cuales son: prensado en frío, extracción por solvente químico y un método combinando, del cual se pretende determinar cuál de los métodos de extracción es el más conveniente en cuanto a calidad sin perder las propiedades físico-químicas y el rendimiento del producto procesado, para así poder establecer tecnologías de producción y distribución del mismo.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis Nula

Ho. – El tipo de semillas a utilizar no influyen en los resultados finales del aceite a obtener.

Ho. – Los métodos de extracción como son presado en frio, solvente químico y combinado no influyen en los resultados finales del aceite a obtener.

Ho. – Las características del aceite de sandía y melón, no influyen en los resultados finales del aceite.

Ho. - El balance de materia interpreta el rendimiento del aceite vegetal de semillas de Sandía y melón.

1.4.2. Hipótesis alternativa

Ha.- El tipo de semillas a utilizar si influye en los resultados finales del aceite a obtener.

Ha.- Los métodos de extracción como son presado en frio, solvente químico y combinado si influyen en los resultados finales del aceite a obtener.

Ha. – Las características del aceite de sandía y melón, si influyen en los resultados finales del aceite.

Ha.- El balance de materia interpreta el rendimiento del aceite vegetal de semillas de Sandía y melón.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Sandía (*Citrullus lanatus*)

La sandía es una fruta milenaria cuyo origen se sitúa en África tropical, es muy apreciada por ser refrescante y presentar un contenido elevado de agua siendo este del 95% y sales, por lo que esta aporta poca energía y en general pocos nutrientes, aunque presenta cantidades apreciables de vitaminas y minerales, gracias a su alto contenido de agua estimula a los riñones para que estos puedan funcionar de manera más eficiente, facilitando la eliminación de sustancias de desechos y toxinas, mejorando así la función renal [2].

Contiene una serie de semillas del cual se obtiene el aceite, entre ellos los ácidos grasos poliinsaturados, siendo principal representante el ácido graso linoleico [3]. Estas semillas son una fuente de energía y además aportan calcio, fósforo, zinc, omega 3 y 6, vitaminas A, D, E y K [4].

Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Cucurbitales
- Familia: Cucurbitaceae
- Género: *Citrullus*
- Especie: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai [5]

2.1.1.1. Semilla

En la sandía las semillas pueden estar ausentes o mostrar tamaños y colores variables, es usada de distintas formas entre las cuales destaca el consumo de la semilla tostada con o sin sal, gracias a su alto contenido de proteína y grasa; también se utilizan en la mejora de productos para alimentación infantil local, según estudios se han demostrado que éstas poseen actividades antiinflamatorias, actividad anti ulcerosa, actividad antimicrobiana y anti fúngica, potencial de actividad antioxidante y actividad hepatoprotectora [6].

2.1.1.2. Composición química de las semillas

- **Antioxidantes**

Un antioxidante es una sustancia que además de estar presente en muchos alimentos de consumo cotidiano, también previene efectos que son originarios por las sustancias reactivas y que afectan de alguna manera el funcionamiento fisiológico del ser humano. Es importante estudiar las propiedades antioxidantes ya sea por su interacción químico-biológica o por sus funciones en el deterioro oxidativo de los alimentos [7]. Se distinguen dos clases de antioxidantes: enzimáticos y de bajo peso molecular (LMWA), siendo estos últimos, que neutralizan a las sustancias reactivas del oxígeno directamente mediante la donación de electrones [8].

Los antioxidantes son de gran utilidad a nivel industrial principalmente en las industrias de alimentos, las cuales los utilizan para el complemento de grasas u otros productos que son aptos para el consumo humano y cumplen la función de retardar el proceso de oxidación y previenen totalmente la rancidez oxidativa en los alimentos [7].

El oxígeno juega un papel importante en los seres humanos, ya que es vital para la producción de energía, cabe resaltar que, en el proceso de oxidación, se producen especies reactivas si hay exceso de oxígeno [1]. La célula cuenta con un mecanismo de acción que detiene los efectos nocivos del oxígeno y sus productos tóxicos, este proceso de defensa se le llama sistema antioxidante y tiene como función equilibrar todas las reacciones redox y supervivencia celular, aunque no está confirmado, hay indicios de que los antioxidantes reducen o previenen el riesgo a contraer enfermedades cardiovasculares y cáncer, sin embargo, hay muchas investigaciones que no lo aprueban [1].

Actualmente se han dado a conocer variedades de productos por sus propiedades antioxidantes; como frutas, que contienen ácido ascórbico, el vino que es por naturaleza, debido a la presencia de compuestos fenólicos y aminoácidos y el té que contiene poli fenoles como catequinas [8]. Varias industrias, destacan sus productos con naturaleza, sin embargo, esto se ha investigado por medio de diferentes técnicas. Entre ellas la voltametría cíclica, la voltamperometría de escalera mostrando estas ser confiables al momento de realizar estudios químicos de cuantificación [8]. Se dice que el segundo método mencionado es una técnica más adecuada para indicar las propiedades antioxidantes ya que minimiza la contribución de la corriente capacitiva que surge del efecto de doble capa en la interfaz / solución. Por lo

tanto, la voltamperometría debe medir la naturaleza antioxidante farádica de una solución con mayor precisión [8].

- **Compuestos fenólicos**

Se definen químicamente como compuestos que contienen uno o más anillos aromáticos hidroxilados y se derivan de las rutas biosintéticas de Shikimato y Malonato, regularmente los vegetales, como resultado de su metabolito secundario tienen la capacidad de biosintetizar una cantidad elevada de compuestos fenólicos, que son fundamentales para realizar sus funciones, en la naturaleza existen aproximadamente 4000 compuestos fenólicos, siendo los flavonoides el grupo más importante [9].

El término "compuestos fenólicos" se usa generalmente como clasificación Química, mientras que "fenilpropanos" se refiere a la vía biosintética derivada de los aminoácidos fenilalanina y tirosina, que van desde compuestos simples de un solo anillo aromático, como los ácidos benzoico y cinámico y las harinas, hasta metabolitos más complejos como los estilbenos (dos anillos aromáticos), flavonoides (tres anillos) y polímeros de tanino [10].

Las plantas producen más de 10,000 compuestos fenólicos y la mayoría de ellos son productos del metabolismo fenilpropanoide, derivados del aminoácido fenilalanina o, en menor medida, de tirosina. La biosíntesis de estos compuestos se basa principalmente en Compuestos $C_6 - C_1$ (shikimato) y/o los compuestos derivados $C_6 - C_3$ (fenilpropanoide) [11]. Ciertos extractos de algunas plantas tienen propiedades antioxidantes muy eficaces ya que contienen ácidos fenólicos (rosmarínico, gálico, cafeíco y protocatéuico), di terpenos fenólicos (ácido carnósico, rosmadial y rosmanol), flavonoides (quercetina, catequina, naringenina y kaempferol) y aceites volátiles (eugenol, carvacrol, timol y mentol)[12].

En la actualidad, se ha visto un aumento en el interés por los compuestos fenólicos ya que se ha reflejado el papel de estos antioxidantes en la salud humana, como en la prevención de distintas enfermedades como el cáncer, enfermedades del corazón, inflamaciones, envejecimiento, etc. Para la extracción de compuestos fenólicos ha sido necesario el desarrollo de técnicas, como la electroforesis capilar que ha proporcionado tiempos de análisis más cortos y eficacias superiores comparadas con otras técnicas, requiriendo volúmenes de muestra y reactivos mínimos [13].

- **Minerales**

Los elementos minerales son indispensables para los seres humanos y para la vida, el consumo de estos se da por diferentes vías, pero una de las más importante son las dietas ya que hay una variedad de alimentos que contienen muchos minerales que pasan por nuestro organismo después de ingerirlos. Son nutrientes inorgánicos que actúan como procesos reguladores y estructurales del cuerpo. Son necesarios en la alimentación diaria y se distinguen en dos grupos importantes:

- **Macro minerales:** Son los elementos que el organismo requiere en mayor concentración como lo son el sodio, azufre, calcio, cloro, fósforo, potasio y magnesio. Estos elementos están presentes en la leche y sus derivados, en semillas, cereales, legumbres y aportan un beneficio importante para la salud.
- **Oligoelementos:** Son los elementos que el organismo necesita en cantidades bajas como el flúor, selenio, yodo, hierro, manganeso, cobalto, cobre, zinc. Cabe resaltar que la falta y exceso de estos elementos es perjudicial para la salud, Están presentes en las frutas deshidratadas, cereales, semillas, verduras de hojas verdes, sal, entre otros. Además, los minerales traza como el hierro, el zinc y el calcio son micronutrientes cruciales para toda la vida [14].

Las semillas de sandía estudiadas son ricas en minerales y podrían ayudar en digestión, formación de huesos y dientes fuertes, así como formación de hemoglobina. La variación en la composición mineral podría deberse al clima, especies, tipo de suelo, agua y prácticas culturales adoptadas durante la siembra [15].

2.1.1.3. Aceite

El aceite de sandía presenta un color claro, suave de textura ligera que penetra en profundidad, este aceite es rico en ácidos grasos esenciales monoinsaturados y poliinsaturados tales como los ácidos linoleico y oleico siendo estos los principales, también está compuesto por esteroides, diglicéridos, Mono glicéridos y fosfolípidos. El aceite de sandía es utilizado en la cocina, repostería y también para fines cosméticos, presenta una vida útil estable lo cual lo convierte en un emoliente adecuado [16]. Además el aceite de sandía es rico vitamina A, B3, B6, C y E, posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorios, emolientes, hidratantes y acondicionadoras [17].

2.1.2. Melón (*Cucumis melo*)

El melón es una fruta originaria de África tropical, la misma que su principal componente es el agua rodeando un 80%, esta fruta se consume mayormente madura y la pulpa se utiliza principalmente en estado fresco como postre, para ser enlatada, abrigantada, abrigantada, o para preparar almíbar o mermelada, entre otros usos. También hay quienes consumen la fruta inmadura, en ensaladas en su estado fresco, cocida (en sopa, guisado, “curry”, frita) o encurtida. En algunos lugares se consume la semilla, la cual produce un aceite comestible. Al fruto, la semilla y la raíz se le atribuyen ciertas propiedades medicinales [18].

Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Cucurbitales
- Familia: Cucurbitaceae
- Género: Cucumis
- Especie: Cucumis melo Linneo [19].

2.1.2.1.Semilla

La semilla del melón, tiene cualidades medicinales y al mismo tiempo es una fuente importante de proteínas con un 27% aproximadamente, aceite 35% [20]. Según Pimentel et al., (2016), en las semillas se han encontrado propiedades anti fúngica, además, es un recurso usado en la alimentación humana de manera tradicional pero que ha caído en desuso por lo que consideramos que su estudio permitirá reconsiderarla como un medio alimenticio y valioso por su composición [21].

2.1.2.2.Composición química de las semillas

Las semillas de melón (*Cucumis melo*), contiene 31% de proteínas, 36% de lípidos y 15% de hidratos de carbono; además posee cualidades medicinales, es una fuente de proteínas (27%) y aceite (35%), lo que permite mejorar la alimentación y contribuir a rescatar las raíces culinarias [22].

Además, en las proteínas de la semilla de melón se han encontrado propiedades anti fúngicas, Un mejor conocimiento de las proteínas de reserva permite su utilización para aplicaciones

novedosas, como la producción de vacunas o usos especiales, como dietas para prevenir o tratar enfermedades. Por ejemplo, en la ingesta de proteína, la relación lisina: arginina se recomienda sea menor a 2 ya que esto es importante para el control de la hiperlipidemia y arterioesclerosis [23]. La semilla de melón es un recurso usado en la alimentación humana de manera tradicional pero que ha caído en desuso por lo que consideramos que su estudio permitirá reconsiderarla como un recurso alimenticio y valioso por su composición [24].

2.1.2.3. Aceite

La composición del aceite de la semilla de melón es de un 53.9% de linoleico, 12.1% de oleico, 23.9% de palmítico y 5.7% de esteárico. Un 67.5% son ácidos grasos insaturados. Comparativamente, el aceite de oliva contiene 71.9% de oleico (18:1) y 7.5% de linoleico (18:2) [25].

Las sustancias a partir de las cuales se producen los aceites son: semillas o frutos. Entre las semillas de plantas cultivadas por sus aceites, las más conocidas son (colza, ricino, la soja y el girasol), la composición química de los aceites vegetales corresponde en la mayoría de los casos a una mezcla de 95 % de triglicéridos y 5 % de ácidos grasos libres, de ceras y otros componentes minoritarios [26].

2.1.3. Métodos de extracción de aceites vegetales

Existen varios métodos para la extracción de aceite entre ellos están; la extracción por solventes y fluidos súper críticos utilizados en la industria cosmética; extracción por centrifugación y prensado en frío, combinados con pretratamientos enzimáticos o secado de la pulpa como tal; los cuales son utilizados en la industria alimenticia ya que son procesos que no alteran la calidad del aceite [27].

2.1.3.1. Extracción por Prensado en frío

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

alto porcentaje de materias sólidas incompresibles (hueso), condiciones que facilitan el drenaje de las fases líquidas a través de la torta [28].

2.1.3.2.Extracción por solvente químico

El proceso de extracción por solventes requiere movimiento continuo del solvente, en el caso de la extracción empleando extractor tipo Soxhlet se requiere reflujos constantes, para lograr mejor eficiencia en la operación. Los solventes se recuperan por destilación y pueden ser reutilizados [29]. La eficiencia de la extracción depende del equilibrio entre el solvente y la micela (mezcla de aceite y solvente) fuera del material oleaginoso [30]. Entre los parámetros que afectan el desempeño de los extractores por solventes, se encuentran el tiempo de contacto, tamaño de partícula, temperatura del extractor y número de etapas [29].

2.1.3.3.Método combinado (prensado- solvente)

El proceso de extracción combinado unifica dos procesos (prensado y solvente), según la materia prima. El primer proceso sería prensar, hasta disminuir el contenido aproximado de aceite, posterior con el subproducto, se lo procesa en el extractor por solvente [36].

2.1.4. Composición de los aceites vegetales

Los aceites son productos de origen vegetal o animal, cuyos componentes principales son tri-ésteres de ácidos grasos y el glicerol y se les denomina como “tri-glicéridos”, un aceite puede estar constituido por un solo tipo, o por una mezcla de triglicéridos. Si esta mezcla es sólida, o de consistencia pastosa, a temperatura ambiente (20°C), se trata de una “grasa”. Por el contrario, si es líquida a temperatura ambiente, es un “aceite”. De esta forma, grasas y aceites son químicamente lo mismo, pero con apariencia física diferente [17].

2.1.5. Características químicas de los aceites vegetales

2.1.5.1.Índice de acidez

Se define como los miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos libres presentes en 1 gr de aceite [31].

2.1.5.2.Índice de saponificación

Indica el peso en miligramos de KOH necesarios para saponificar completamente un gramo de aceite [37].

2.1.5.3. Índice de yodo

Es la medida de la instauración de los aceites, se define como la cantidad de gramos de yodo que son absorbidos por 100 gr de grasa [31].

2.1.5.4. Índice de peróxido

Indica el grado de oxidación que tienen los aceites, sirve para el reconocimiento del comienzo y progreso de la descomposición auto oxidativa [31].

2.1.6. Características físicas de los aceites vegetales

2.1.6.1. pH

Es el valor dado por el potenciómetro, mismo que es capaz de producir valores de pH de 0,02 unidades utilizando dos electrodos indicadores los cuales son sensibles a la actividad del ion hidrógeno como el electrodo de vidrio y un electrodo de referencia [32].

2.1.6.2. Densidad

Es la masa de una sustancia por su unidad de volumen [32].

2.1.6.3. Cenizas

Se realiza con el fin de determinar el porcentaje del material en prueba que es volatilizado y sometido bajo las condiciones especificadas [32].

2.1.6.4. Índice de refracción

Determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio homogéneo, este parámetro está relacionado con la estimación de la pureza de sustancias [32].

2.1.7. Perfil de ácidos grasos

2.1.7.1. Ácidos grasos saturados

Los ácidos grasos saturados son una síntesis endógena, necesaria para ciertas funciones fisiológicas y estructurales, predominan en las grasas con esqueleto lineal e incluso en el número de carbonos y forman parte de los tri-glicéridos, el bajo peso molecular (<14 carbonos) sólo está presente en la leche de coco y palma, mientras que la leche de mayor peso molecular (<18 carbonos) se detecta en las legumbres [33].

Una propiedad importante de los ácidos grasos saturados es que son más resistentes a la oxidación, el calor y la luz, los ácidos grasos saturados no sólo son una fuente de energía, sino que también forman parte de la estructura de la membrana plasmática y pueden sintetizarse o recibirse de la dieta [33].

2.1.7.2. Ácidos grasos poliinsaturados

Los ácidos grasos cis-monoin saturados contienen un solo enlace doble, su nombre cis significa que tienen ambos hidrógenos en el mismo lado de los carbonos de doble unión. Monoin saturados también tienen unión flexible en su único doble enlace [33].

Reemplazar una dieta saturada con grasas monoin saturados o poliinsaturadas da lugar a una disminución del colesterol plasmático, así como de los niveles de colesterol LDL, por otro lado, una dieta rica en ácidos grasos monoin saturados evita la modificación oxidativa de las lipoproteínas, en lugar de una rica en ácidos grasos poliinsaturados, y el consumo de aceite de oliva reduce la oxidación de LDL mediada por n-3 ácidos grasos en pacientes con patología vascular periférica [34].

2.1.7.3. Ácidos grasos monoin saturados

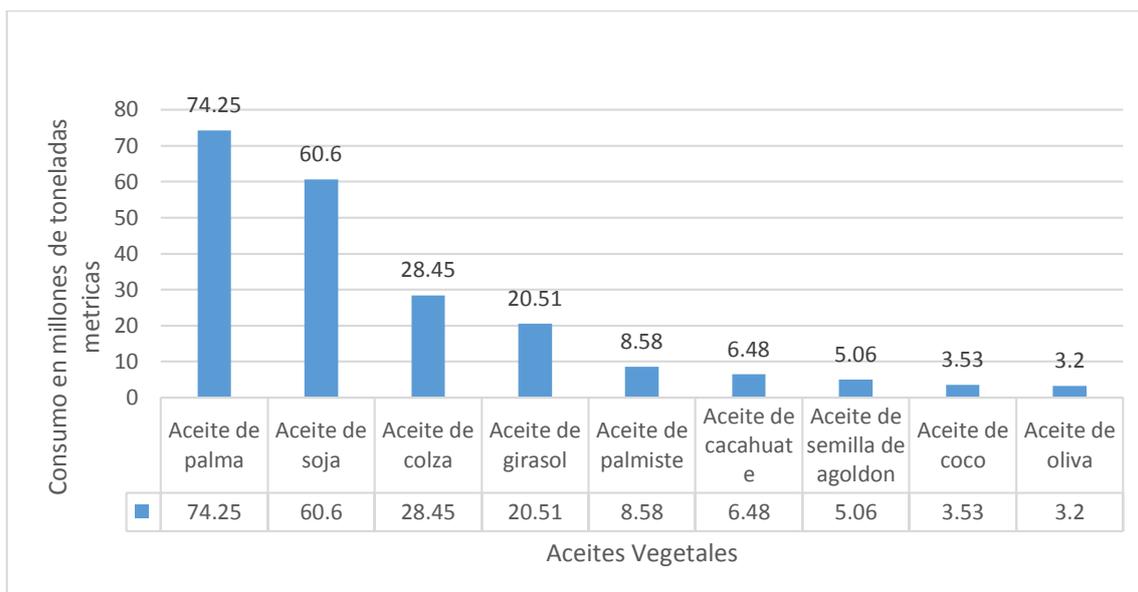
Los ácidos grasos poli-insaturados esenciales, el ácido linoleico n-6 y el ácido linolénico n-3 se obtienen a través de la dieta y son precursores de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga araquidónico y docosahexaenoico respectivamente [35].

Estudios científicos establecieron que algunos ácidos grasos Omega - 3 (principalmente EPA y DHA) son necesarios para el mantenimiento del metabolismo del ser humano, ya que son componentes estructurales básicos de los fosfolípidos de las membranas de los tejidos del organismo humano, siendo especialmente abundantes en la retina y cerebro, en donde el DHA constituye más del 26 % del total de ácidos grasos [34].

2.1.8. Consumo

Según Orús, (2022) las estimaciones de consumo de aceite, en la actual campaña realizada en Enero de 2021/2022 la producción mundial de aceites vegetales sería levemente superior al consumo, incrementándose entonces el nivel de stock al final de la campaña.

Figura 1: Consumo doméstico mundial de aceites vegetales 2021/2022.



Fuente: [36]

2.1.9. Beneficios

Los aceites que generalmente se utilizan para uso doméstico, son un gran aporte de fitoquímicos, reconocidos como compuestos bioactivos, los cuales son beneficiosos para la salud al prevenir enfermedades además de su ingesta nutricional, además, se ha encontrado evidencia de que el consumo de fitoquímicos presentes en el aceite de oliva, promueve la prevención de enfermedades crónicas, incluidas las enfermedades cardiovasculares [37]. Los ácidos grasos omega-3 de cadena larga EPA y DHA son muy valorados por sus efectos beneficiosos comprobados sobre la salud y la nutrición humana y animal [38].

2.2. MARCO REFERENCIAL

2.2.1. Caracterización analítica del aceite de sandía pura y mezclada (*Citrullus lanatus*): impacto de la mezcla en la estabilidad oxidativa.

En la investigación efectuada por Waqar, Nadeem & Sajid., (2015), se determinó la composición proximal de las semillas, contenido de fibra, proteína, humedad, cenizas y el contenido de aceites, se evaluó el porcentaje de ácidos grasos libre (1.38%-0.34%), materia insaponificable (0.71%-1.68%), índice de saponificación (198-193), índice de refracción (1.468-1.457), índice de yodo (107.51- 54.62) del aceite de semilla de sandía y aceite de semilla de mango respectivamente. Se mezclaron los aceites, se almacenaron botellas PET durante 3 meses. Se identificó el α y δ tocoferol de los aceites, el ácido linoleico se encontró en mayor porcentaje, pero en la muestra mezclada disminuyó y aumentó el porcentaje de ácido oleico; hubo presencia de esteroides, triterpenos y carotenoides. La contribución de los ácidos grasos en el proceso de autooxidación fue 24%, mientras que la contribución de los tocoferoles en la inhibición del fenómeno de la peroxidación lipídica fue menor que la aportada por el perfil de ácidos grasos [39].

Los aceites se extrajeron por el método Soxhlet, se almacenaron en botellas de color ámbar y se guardaron en un congelador con una temperatura de -60°C , se añadió aceite de semilla de mango al aceite de semilla de sandía y se guardaron las muestras. El α y δ tocoferol de los aceites se determinó por el método prescrito [40]. La gran contribución del perfil de ácidos grasos en el proceso de autooxidación está bien establecida, sin embargo, el papel de los tocoferoles como antioxidantes es menos importante que la composición de ácidos grasos de grasas y aceites [39].

2.2.2. La composición, propiedades físicas y características de secado del aceite de semilla de (*Citrullus lanatus*).

*En el trabajo desarrollado por Idris, S. A., Rashidi, A. R., Muhammad, (2017), con el fin de realizar un estudio para conocer el efecto de diferentes métodos de secado para el proceso de pretratamiento sobre la calidad y cantidad de aceite extraído de semillas de *Citrullus lanatus*. Lo que se realizó en este experimento fue secar las semillas, una parte al sol por 10 horas, hasta conseguir un valor constante de humedad y la otra en un horno de laboratorio a una temperatura de 70°C por 24 horas. Posteriormente se realizó la extracción de aceite con un extractor SFT-100 y después por el método de cromatografía de gases se determinó*

el contenido del aceite extraído. Se identificó el contenido de humedad para el secado en horno (4.6%) y para el secado al sol (2.2%), lo cual reflejó que el valor más alto de humedad fue el que se obtuvo a partir del secado en horno en comparación con el secado al sol, ya que con este método no se conoce la temperatura lo que indica que solo depende del estado del clima del día en el que se realiza el secado. Otro parámetro que se analizó fue el rendimiento del aceite con los diferentes métodos de secado donde se obtuvo que la técnica que mayor porcentaje mostró fue el secado al horno (1,80%) y la con la otra técnica se obtuvo un menor valor (0.53%), lo que quiere decir que hay un efecto significativo de la diferencia en el método de secado con el rendimiento de aceite. El color del aceite fue similar para ambos métodos. Además, en la composición del aceite obtenido se observó que el ácido linoleico es el que se presentó con mayor porcentaje y es un importante ácido graso poliinsaturado omega-6, que ayuda al crecimiento de la piel, los huesos y el cabello, controla el metabolismo y mantiene el sistema reproductivo. Seguido del ácido oleico que también un importante ácido graso omega-9 monoinsaturado debido a su estabilidad y propiedades beneficiosas para la salud, como el tratamiento y la prevención de enfermedades cardíacas, disminuye las posibilidades de enfermedad cardiovascular [41].

2.2.3. Compuestos bioactivos del aceite de oliva virgen.

Los estudios epidemiológicos sugieren que la ingesta de aceite de oliva virgen (AOV) está asociada a un menor riesgo de padecer enfermedades crónicas de base oxidativa e inflamatoria, precisamente las más prevalentes en las sociedades actuales. Los efectos beneficiosos del AOV han sido atribuidos a la presencia de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y a una serie de compuestos que, aunque minoritarios en cuanto a su concentración, han mostrado potentes propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antiproliferativas. La evidencia científica está convirtiendo a este aceite alimentario en uno de los elementos de primera elección en la dieta y en uno de los principales alimentos de la dieta mediterránea. Entre los efectos cardioprotectores, el AOV tiene la capacidad de aumentar el colesterol HDL, reducir la lipemia postprandial, proteger la función endotelial, actividad antioxidante, antiinflamatoria, antihipertensiva, antiproliferativa y antitrombótica. Por otro lado, estas actividades antioxidantes y antiinflamatorias, junto con la actividad antiproliferativa y antineoplásica, son la base de los estudios que muestran el efecto del AOV en la prevención y tratamiento del cáncer [42].

Las enfermedades neurodegenerativas también tienen fuertes componentes oxidativos e inflamatorios que pueden resultar beneficiados por las propiedades del AOV, además de por su capacidad para estimular la eliminación de agregados proteicos que al acumularse en el tejido neuronal producen daño, disfunción y muerte neuronal. La presente revisión trata de resumir la evidencia científica relacionada con los efectos beneficiosos del AOV y sus componentes, incluyendo estudios experimentales in vitro e in vivo en modelos animales, así como la evidencia basada en estudios clínicos en humanos. Por último, se mencionan datos que indican sus posibles aplicaciones en otras enfermedades menos prevalentes y estudiadas hasta la fecha [42].

2.2.4. Uso y aplicaciones del aceite y la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*).

*Se realizó un estudio monográfico sobre los usos y aplicaciones de las semillas y el aceite de sandía (*Citrullus lanatus*), del mismo modo se analizó la fruta, el origen, su taxonomía, las formas de obtenerla, la composición química de las semillas, análisis proximal, valor nutricional y se definieron detalladamente. En cuanto a la obtención del aceite, se analizaron los métodos más comunes de extracción, entre lo más aplicados son: prensado, extracción por solvente y la extracción por fluidos supercríticos. Además, se definieron las posibles utilidades y su composición fue comparada con otros aceites similares [12].*

*El valor aproximado de los parámetros del análisis proximal de la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) fueron: humedad 6.33 ± 0.04 ; proteínas 26.16 ± 0.42 ; fibra 21.94 ± 0.26 ; grasa 28.49 ± 1.1 ; carbohidratos 3.04 ± 1.3 y cenizas 3.04 ± 0.3 . Las propiedades físico-químicas del aceite también fueron analizadas en las que el valor promediado de cada una fue: saponificación 182.84; índice de refracción 1.459; índice de yodo 119.65; índice de peróxido 5.375 y el índice de acidez 3.72 respectivamente [12].*

La composición de ácidos grasos del aceite reportada por (Olubi et al., 2019) fue: en mayor porcentaje el ácido linoleico 53.30 ± 0.32 ; seguido del ácido oleico 17.31 ± 0.54 ; ácido esteárico 12.62 ± 1.09 ; ácido palmítico 12.15 ± 0.75 y finalmente ácido mirístico 0.06 ± 0.00 ; lo que indica que el aceite está constituido por mayoritariamente por ácidos grasos insaturados y se puede afirmar que es apto para el consumo humano. Se evidenció que el aceite puede ser aplicado en las industrias cosméticas, alimentarias, farmacéuticas y es esencial para la obtención de biocombustibles, aportando una serie de componentes, que lo hacen nutritivo y de buena calidad. Finalmente se identificaron los aceites con una

composición similar a la del aceite estudiado en este trabajo, como lo fue el de algodón, girasol, maíz y soya [12].

2.2.5. Actividad antioxidante y composición de ácidos grasos de aceites de semilla de melón de dos variedades extraídos mediante extracción con fluido supercrítico.

Según Ismail et al., (2010), El efecto del fraccionamiento mediante extracción con fluido supercrítico de tres fracciones (fracción 1^a, 2^a y 3^a) sobre la composición de ácidos grasos y actividad antioxidante de aceites de dos variedades de melón fue investigado. Aceites de melón de los cultivares Rock (RMO) y Golden Langkawi GLO) fueron extraídos usando SFE y los principales ácidos grasos en cada cultivar fueron ácido linoleico, oleico, palmítico y esteárico. Los ácidos grasos saturados (SFA) disminuyeron desde 15.78 a 14.14% en la 1^a fracción de RMO y los ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) disminuyeron desde 18.30 a 16.56% en la 2^a fracción de RMO, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) aumentaron de 65.9 a 69.30% en la 3^a fracción de RMO. Por otra parte, SFA disminuyó de 16.35 a 13.91% en la primera fracción de GLO y MUFA disminuyó de 17.50 a 15.57% en la 2^a fracción de GLO, mientras que PUFA aumentó de 66.15 a 70.52% en la 3^a fracción de GLO. Las diferentes fracciones de los dos aceites mostraron una alta actividad antioxidante al reducir la oxidación del β -caroteno en el ensayo de decoloración de beta-caroteno (BCB) y en la eliminación del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH) [43].

2.2.6. Extracción y caracterización de aceite de semillas de calabaza (*Cucúrbita ficifolia*), mediante el uso de distintos solventes.

En la provincia del Carchi, la calabaza, es un alimento que por lo general es considerado como un desecho, en el campo es utilizado como alimento animal, por tal razón la presente investigación tiene como objetivo aprovechar las semillas de este fruto para la obtención de aceite vegetal. Con esta consideración, la investigación se enfoca en la extracción y caracterización de este, por medio del uso solventes orgánicos. De tal manera se planteó como objetivo, determinar el solvente y las condiciones más adecuadas para la extracción de aceite de semillas de calabaza y su efecto en la calidad de este. Dentro del experimento se determinaron 8 tratamientos cada uno con dos réplicas respectivamente, para el procedimiento se utilizó un equipo Soxhlet de vidrio, en donde para los primeros 4 tratamientos se utilizó como solvente etanol y para los 4 siguientes se utilizó como solvente

hexano, la selección de los solventes antes mencionados se basa en las capacidades extractoras que cada uno posee [44].

Siendo fundamental el análisis del rendimiento de la extracción, se observó que el tratamiento que consta de una combinación de variables de 0,5 mm de tamaño de partícula, 5 ciclos de extracción y como solvente el hexano, al obtenerse un 10,25 % de rendimiento del aceite, por tal motivo se le denominó mejor tratamiento al cual se le realizaron los análisis físico-químicos y perfil lipídico. Estos análisis se llevaron a cabo en base a la normativa ecuatoriana INEN 26 para grasas vegetales, lo que define que el aceite cumple con los parámetros establecidos en las normas vigentes del país. El aceite de semillas de calabaza tiene características óptimas para el consumo y puede ser considerado con un aceite de calidad ya que en su composición contiene gran variedad de ácidos grasos, entre ellos el Omega 3 y 6 también conocidos como ácidos grasos esenciales, debido a su vital importancia pueden ser incluidos en la dieta de las personas en cualquier etapa de su vida [44].

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación del área de investigación, para la extracción

Ubicación política

La investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus “La María”

- País: Ecuador
- Provincia: Los Ríos
- Sector: km 7 vía Quevedo-El Empalme

Ubicación geográfica

Su ubicación Geográfica es de 73 msnm.

En las coordenadas (Latitud: Sur 1°02'24", 26'26.70" de longitud Oeste)

3.1.2. Ubicación del área de investigación, laboratorio

Ubicación política

Los análisis se realizaron en el laboratorio de MULTIANALITYCA S.A

- País: Ecuador
- Provincia: Pichincha-Quito
- Sector: Edmundo Chiriboga N47-154 Y Jorge Anibal Páez

Ubicación geográfica

Su ubicación geográfica es de 2.850 msnm.

En las coordenadas (Latitud Sur 0° 9' 12.1", 78° 29' 23.4" longitud Oeste)

3.2. Tipo de Investigación

3.2.1. Investigación Experimental

Permitió la obtención de aceite de distintas semillas como fueron las de Sandía y Melón (Variables Dependientes) y cada uno de los métodos de extracción: prensado en frío, solvente químico y combinado. Para poder determinar la características físico-químicas de los aceites.

3.2.2. Investigación Analítica

Este tipo de investigación permitió analizar e interpretar diversos datos obtenidos de los resultados de la investigación, como: características físico-químicas y el perfil lipídico de los aceites extraídos.

3.2.3. Investigación Bibliográfica

Mediante la investigación bibliográfica se logró obtener información de: artículos científicos, informes, libros que tienen referencia a los aceites obtenidos, para así realizar una comparación válida con los resultados obtenidos.

3.3. Métodos de la investigación

3.3.1. Método deductivo-Inductivo

Mediante este método se compararon los resultados obtenidos sobre las variables físico-químicas, caracterización lipídica de los distintos aceites obtenidos, se aplicó un diseño factorial AxB para evaluar factores y tratamientos expuestos en este estudio. Mediante el uso de métodos deductivos e inductivos se determinaron: resultados, evaluaciones de hipótesis y determinación de conclusiones y recomendaciones de los objetivos planteados.

3.3.2. Método Analítico

Mediante el método analítico, se logró determinar cuál es el mejor rendimiento del aceite. Evaluando las características de las variables físico-químicas, caracterización y de rendimiento del aceite, por medio de los métodos tres métodos de extracción (prensado en frío, solvente químico y combinado).

3.4. Fuentes de recopilación de información

Los datos recopilados, fueron obtenidos de diferentes artículos científicos, libros, normativas, demostrando que esta investigación ha sido desarrollada mediante una sustentación científica y reglamentaria.

3.5. Diseño de la investigación

Se planteó un diseño factorial AxB, con los niveles A=2; B=3; donde factor A= Tipos de semillas (a_0 = Sandía (*Citrullus lanatus*) y a_1 = Melón (*Cucumis melo*)), factor B= Método de extracción b_0 = Prensado en frío, b_1 = Solvente y b_2 = Combinado, dando como resultado un total de 6 tratamientos que serán sometidos en el estudio planteado, con 2 repeticiones, obteniendo un total de 12 unidades experimentales.

3.5.1. Factores de estudio

En la siguiente tabla se muestra los factores de estudio utilizados en esta investigación.

Tabla 1: Factores de estudio que intervienen en la extracción de aceite a partir de semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) mediante tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado)

FACTORES DE ESTUDIO	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Factor A: Tipos de semillas	a ₀	Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)
	a ₁	Melón (<i>Cucumis melo</i>)
Factor B: Métodos de extracción	b ₀	Prensado en frío
	b ₁	Solvente químico
	b ₂	Combinado

Elaborado por: Autoras.

Tabla 2: Combinación de los Tratamientos propuestos para extracción de aceite a partir de semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) mediante tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado)

Nº.	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
1	a ₀ b ₀	Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) + Prensado en frío
2	a ₀ b ₁	Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) + Solvente químico
3	a ₀ b ₂	Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) + Combinado
4	a ₁ b ₀	Melón (<i>Cucumis melo</i>) + Prensado en frío
5	a ₁ b ₁	Melón (<i>Cucumis melo</i>) + Solvente químico
6	a ₁ b ₂	Melón (<i>Cucumis melo</i>) + Combinado

Elaborado por: Autoras.

3.5.2. Tratamientos de los datos

Mediante este método se determinó el nivel de calidad de los aceites de los tipos de semillas a estudiar, de existir diferencia significativa entre las interacciones utilizadas, se aplicará un método estadístico, ANOVA (Análisis de varianza) y la prueba de significancia de TUKEY para identificar el mejor tratamiento en un 5% de probabilidad.

3.5.3. Variables del estudio

- Humedad y materia volátil
- Ceniza
- Densidad relativa
- Acidez grasas y aceites
- Índice de refracción
- Índice de saponificación
- Índice de yodo
- Índice de peróxidos
- Ácidos grasos saturados
- Ácidos grasos insaturados
- Ácidos grasos poliinsaturados

3.6. Instrumentos de la investigación

3.6.1. Manejo del experimento

3.6.1.1. Descripción del proceso de extracción de aceite

- Recepción. - En el presente trabajo de investigación se utilizó dos variedades de semillas como son de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*).
- Lavado. - Se realizó su respectivo lavado a las semillas, para eliminar materia orgánica o impurezas que puedan existir.
- Pesado I. - Las semillas que se encontraban en estado húmedo procedieron a ser pesadas en una balanza analítica.
- Secado. - Se sometió un secado a una temperatura adecuada de 60°C para no perder sus propiedades.
- Pesado II. – En esta etapa, después que transcurrió el tiempo en la estufa, se pesaron las semillas secas en un recipiente.

- Extracción del aceite de Sandía y Melón
 - Extracción de aceite por prensado en frío

Durante la recepción de las semillas de Sandía (*Citrullus lanatus*) y Melón (*Cucumis Melo*), se revisó que no existan semillas en mal estado. Para extraer el aceite, las semillas fueron sometidas a un proceso de prensado mediante una prensa hidráulica que ejerce una presión de trabajo, entre 246-250 Bar que funciona con un mecanismo de cilindro émbolo siendo manipulado mediante un tablero eléctrico; aplicando una temperatura de 45°C durante 45 minutos. Además, posee una canasta con agujeros donde las semillas son introducidas para ser prensadas, y el aceite expulsado cae sobre una bandeja de acero inoxidable donde será recogido. A continuación, éste es filtrado mediante un lienzo para colocar en los envases.

- Extracción de aceite por método solvente químico

Para el ingreso de las semillas Sandía (*Citrullus lanatus*) y Melón (*Cucumis Melo*), se hizo su debida inspección, para que no existan semillas en mal estado y se las trituró en partículas pequeñas que permiten una mejor destilación de aceite; para extraer el aceite, las semillas fueron sometida a un proceso de extracción mediante el extractor Soxhlet, siendo un sistema que permite recircular el líquido disolvente y permite la separación sólido-líquido, el cual permitió la extracción del aceite mediante la utilización de éter de petróleo a una temperatura de 50°C.

- Extracción de aceite Método Combinado

Para el método combinado se usó la torta residual de las semillas Sandía (*Citrullus lanatus*) y Melón (*Cucumis Melo*), obtenida del prensado en frío, posteriormente fueron sometidas a un proceso de extracción mediante el extractor Soxhlet, el cual es un sistema que permite recircular el líquido disolvente y permite la separación sólido-líquido, en el cual permitió la extracción del aceite mediante la utilización de 250 ml de éter de petróleo, a una temperatura de 50°C.

3.6.2. Análisis físico-químicos del aceite de Sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis Melo*)

a) Determinación de Acidez grasas y aceites

El procedimiento utilizado en esta metodología se basó en la norma NTE INEN 0038 (1978). El análisis se realizó mediante el método de titulación, en un matraz se procedió a introducir 50 mL de cada uno de los aceites y 100 mL de alcohol neutralizado, luego se introdujo

Fenolftaleína (C₂H₁₄O₄) como indicador y se procedió a titular con Hidróxido de Sodio (NaOH) a 0,01 de normalidad.

$$\% \text{Ácido oleico} = \frac{V(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * \text{Meq}(\text{ácido oleico}) * \text{Factor de dilución}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

Meq = 0,282

Factor de dilución = 0,09

b) Determinación de densidad

La densidad se realizó basándose en la norma NTE INEN 0391 (2012) mediante la utilización de un picnómetro de 10 mL, el resultado se da a través de una diferencia de pesos.

c) Determinación de Humedad y Materia Volátil

La humedad se realizó en base a la norma NTE INEN-ISO 662 (2013) el procedimiento se efectuó pesando los crisoles para cada una de las muestras previamente secados en la estufa a 100 °C por 15 minutos, luego en cada crisol se introdujeron 2 gramos de muestra y se introdujo en la estufa a temperatura de 130 °C por 2 horas, se introdujeron los crisoles en un desecador por un tiempo de 30 minutos y luego fueron pesados respectivamente.

d) Determinación de Ceniza

La medición de cenizas se basó en la norma AOAC 923.03/ Gravimetría, directo, en el cual se obtuvo un resultado de 0,01%.

e) Determinación de Índice de refracción

La medición del índice de refracción se basó en la norma AOAC 921.08/ Refractometría, Se determinó utilizando un refractómetro de Abbe a 20°C, aplicando el método oficial AOAC 921.08. Para cargar el instrumento, abrir el doble prisma y colocar unas cuantas gotas del aceite sobre el prisma. Cerrar y asegurar firmemente el doble prisma para obtener una delgada capa continua de aceite.

Dejar reposar la muestra en el aparato unos pocos minutos hasta que la temperatura de la muestra iguale la temperatura del doble prisma y realizar la lectura. Limpiar el doble prisma después de cada medición utilizando un paño suave humedecido con solventes como: tricloroetileno, tolueno o éter de petróleo.

f) Determinación de Índice de saponificación

La medición del índice de saponificación se basó en la norma NTE INEN ISO 3657:2013/ Para determinar la saponificación, es medido el KOH etanólico y luego se valora el excedente de KOH frente a HCl normalizado con fenolftaleína como indicador. El procedimiento incluye la saponificación bajo reflujo de 4-5 g de aceite filtrado con 50 mL de KOH aproximadamente 0,5 M en etanol al 96 % durante 30-60 min.

$$IS = (V1 \text{ HCl} - V2 \text{ HCl}) M_{\text{HCl}} \times 56,108 / m$$

g) Determinación de Índice de yodo

La medición del índice de yodo se basó en la norma NTE INEN ISO 3961:2013], el cual consistió en pesar 0,15 gramos de aceite que se disolvieron en cloroformo posteriormente se añade el reactivo Hanus y se mantuvo en oscuridad durante 1 hora; transcurrido este tiempo, se añadió yoduro de potasio, agua desionizada y por último almidón, se valoró el yodo desprendido con tiosulfato de sodio al 0.1 M. Haciendo un blanco en las mismas condiciones que las muestras de análisis.

h) Determinación de índice de peróxidos

El índice de peróxido se realizó basándose en la norma NTE INEN 0277 (1978).

La determinación del índice de peróxido consistió en pesar aproximadamente 5 g de muestra, la muestra fue transferida al matraz Erlenmeyer de tapa esmerilada de 250 cm^3 y en el cual se agregó 30 cm^3 de la solución saturada de ácido acético y cloroformo, se agitó el matraz Erlenmeyer hasta obtener una correcta disolución del contenido y luego se añadió 0,5 cm^3 de la solución saturada de yoduro de potasio, usando de preferencia la pipeta de Mohr, agitar el matraz Erlenmeyer con su contenido durante un minuto y añadir 30 cm^3 de agua destilada. Usando solución 0,1N de tiosulfato de sodio titular gradualmente con agitación constante el contenido en el matraz Erlenmeyer, hasta que el color amarillo haya casi desaparecido, añadir 0,5 cm^3 de la solución indicadora de almidón y continuar la titulación cerca del punto final, agitando constantemente para liberar todo el yodo de las capas de cloroformo. Añadir la solución de tiosulfato de sodio gota a gota, hasta que el color azul desaparezca completamente

Si en la titulación se ha obtenido un valor menor de 0,5 cm^3 , repetir el ensayo usando solución 0,01 N de tiosulfato de sodio.

$$I = \frac{vN}{m} 1000$$

I= Índice del peróxido en meq. De O_2 por kilogramo del producto

v= Volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra, en cm^3 corregido del blanco

N= Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio

m= Masa de la muestra analizada en g

i) Determinación de perfil de ácidos grasos

La determinación del análisis de perfil de ácidos grasos se realizó mediante el procedimiento del método de referencia MMQ.HPLC-09. El método se implementó para realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de los aceites por Cromatografía de Gases utilizando detector de ionización de llama (GC-FID), por los tres métodos de extracción (prensado en frío, solvente químico y combinado) donde se determinó el contenido de ácidos grasos.

3.7. Recursos humanos y materiales

Tabla 3: Equipos, utensilios y materia prima e insumos utilizados en la investigación

MATERIA PRIMA	MATERIALES		MATERIAL DE LABORATORIO
	Y EQUIPOS	OTROS	
<ul style="list-style-type: none"> • Sandía • Melón 	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica • Soxhlet • Tanque de gas • Cocina • Envases de vidrio • Selladora de botellas • Lienzo 	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara fotográfica • Impresora • Mandil • Hojas A4 	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza eléctrica. • Centrifuga • Refractómetro • Vasos de precipitación • Papel filtro • Solventes químicos • Probetas • Pipetas • Agitadores

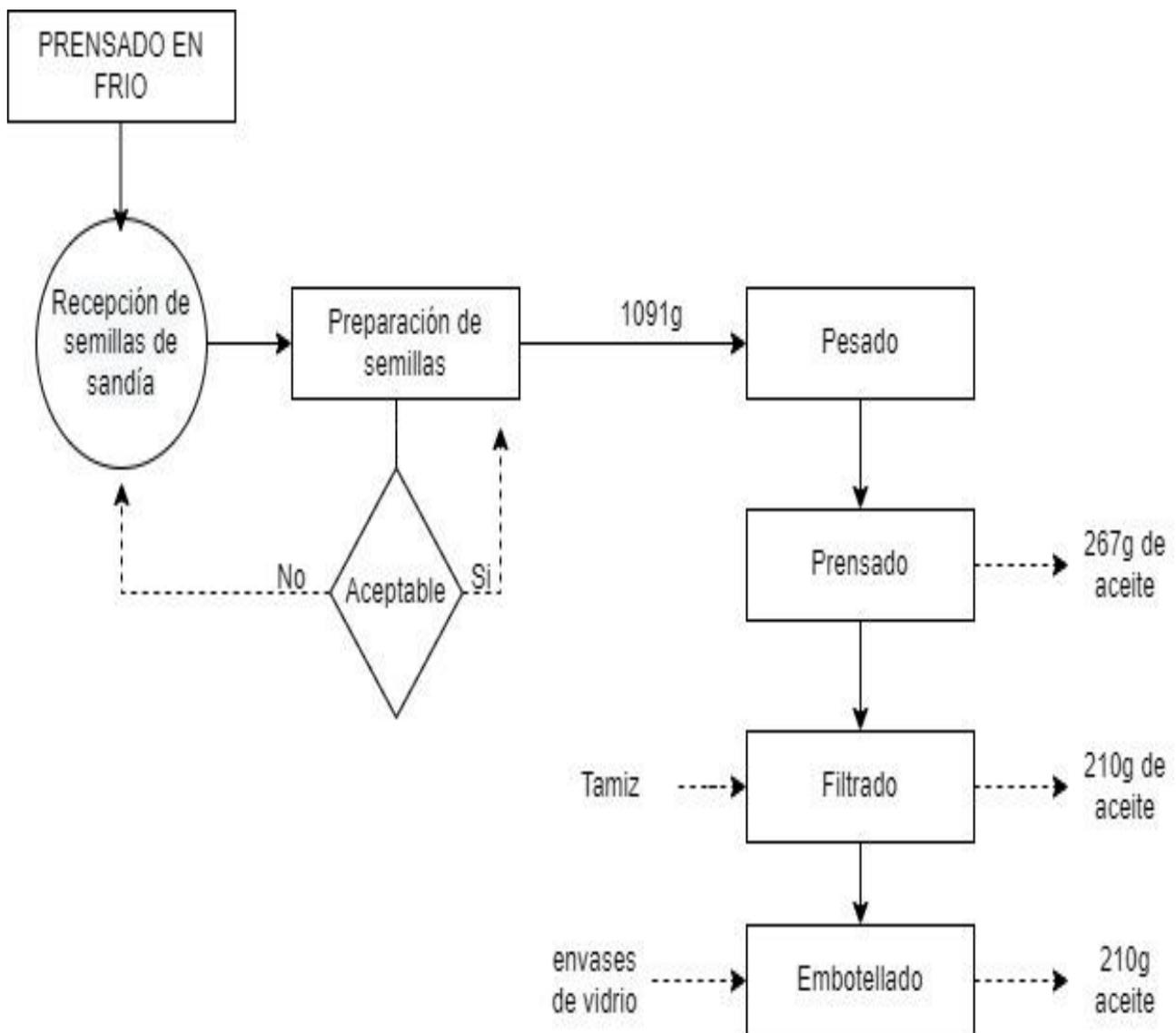
Elaborado por: Autoras.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la extracción de aceite a partir de semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) mediante tres métodos de extracción (Prensado en frío, Solvente químico y Combinado).

4.1.1. Extracción del aceite de las semillas de sandía (prensado)

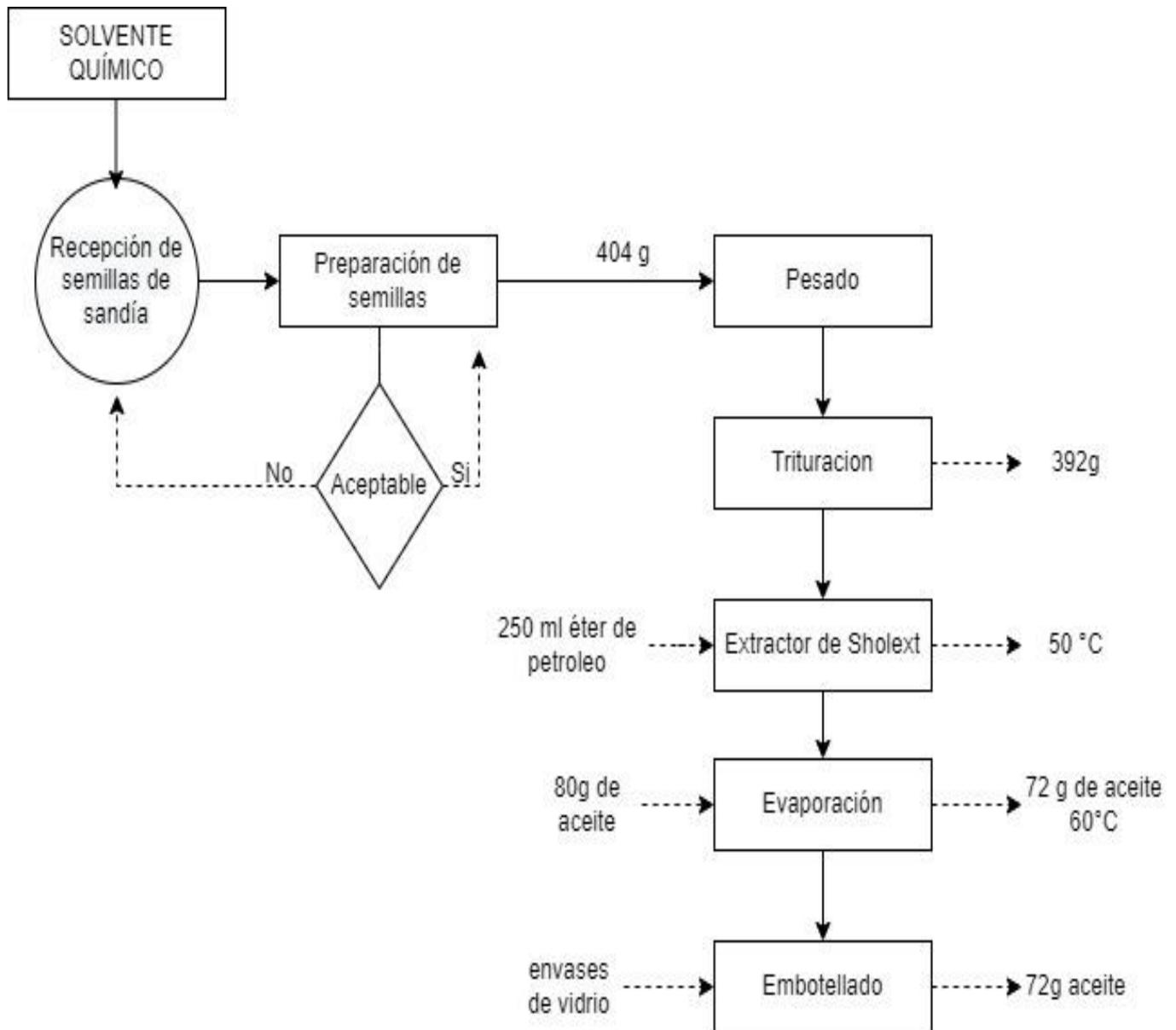
Figura 2: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de sandía por el método prensado al frío



Elaborado por: Autoras.

4.1.2. Extracción del aceite de las semillas de sandía (solvente químico)

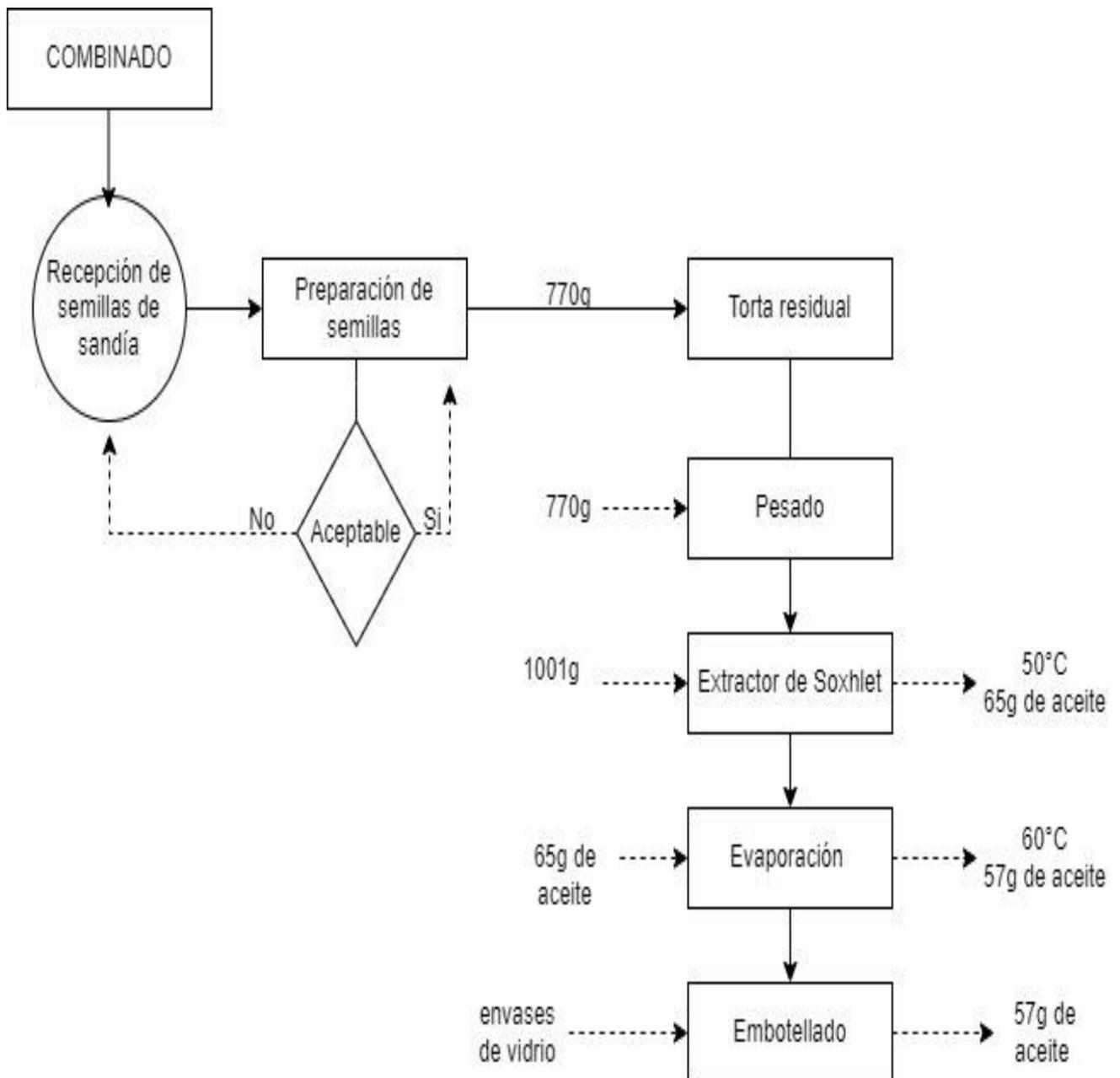
Figura 3: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de sandía por el método solvente químico



Elaborado por: Autoras.

4.1.3. Extracción del aceite de las semillas de sandía (combinado)

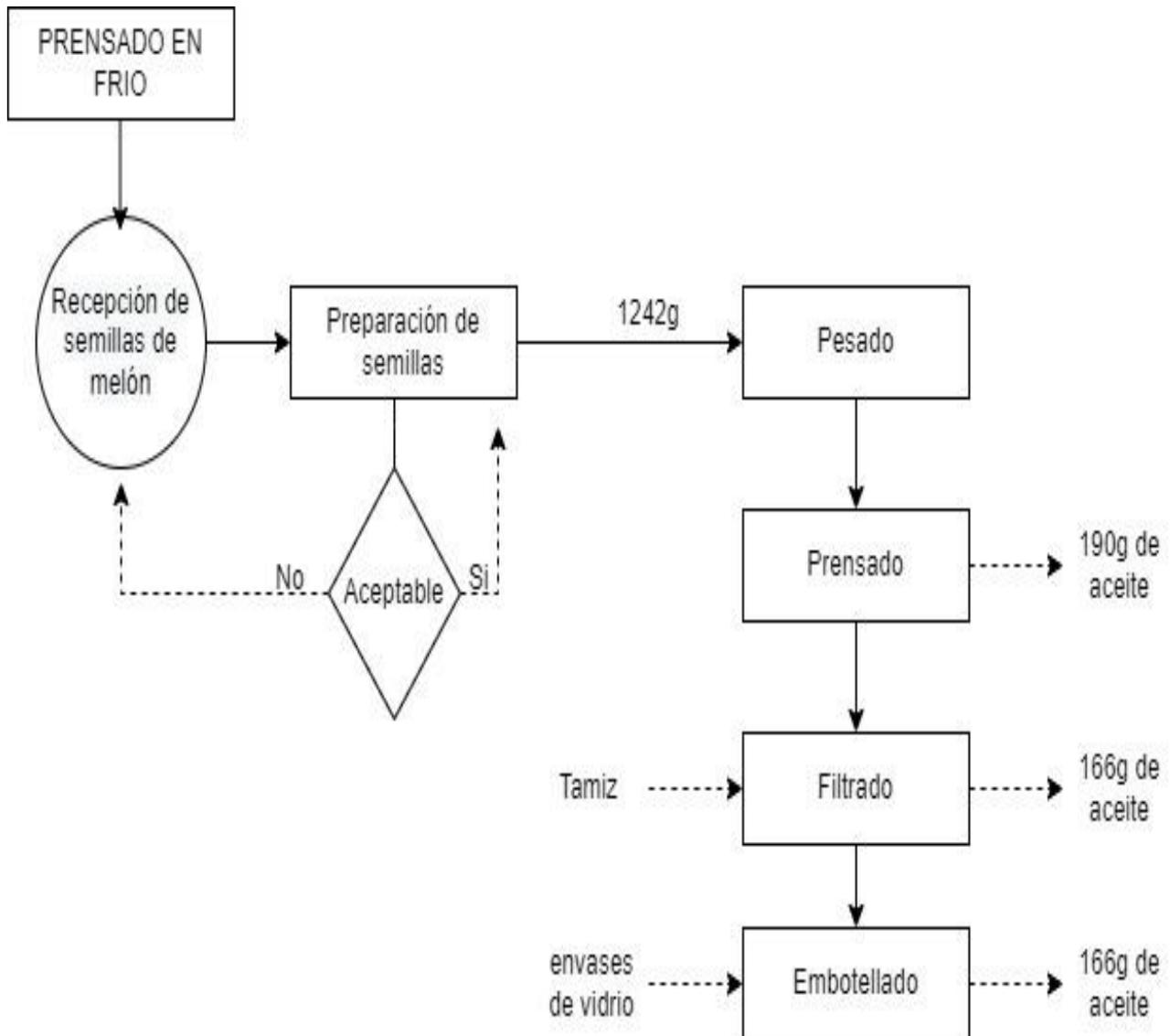
Figura 4: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de sandía por el método combinado



Elaborado por: Autoras.

4.1.4. Extracción del aceite de las semillas de melón (prensado)

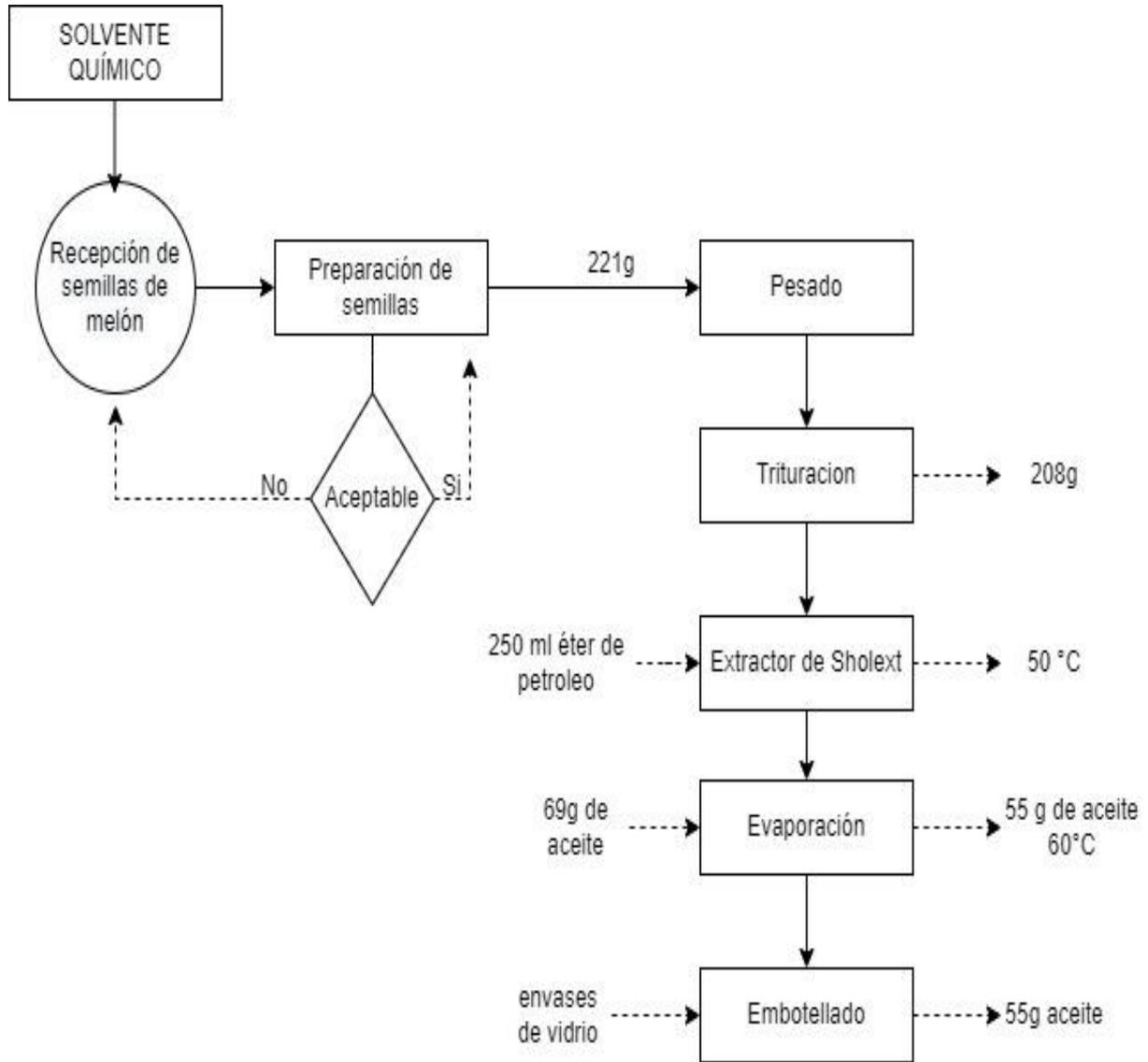
Figura 5: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de melón por el método prensado al frío



Elaborado por: Autoras.

4.1.5. Extracción del aceite de las semillas de melón (solvente químico)

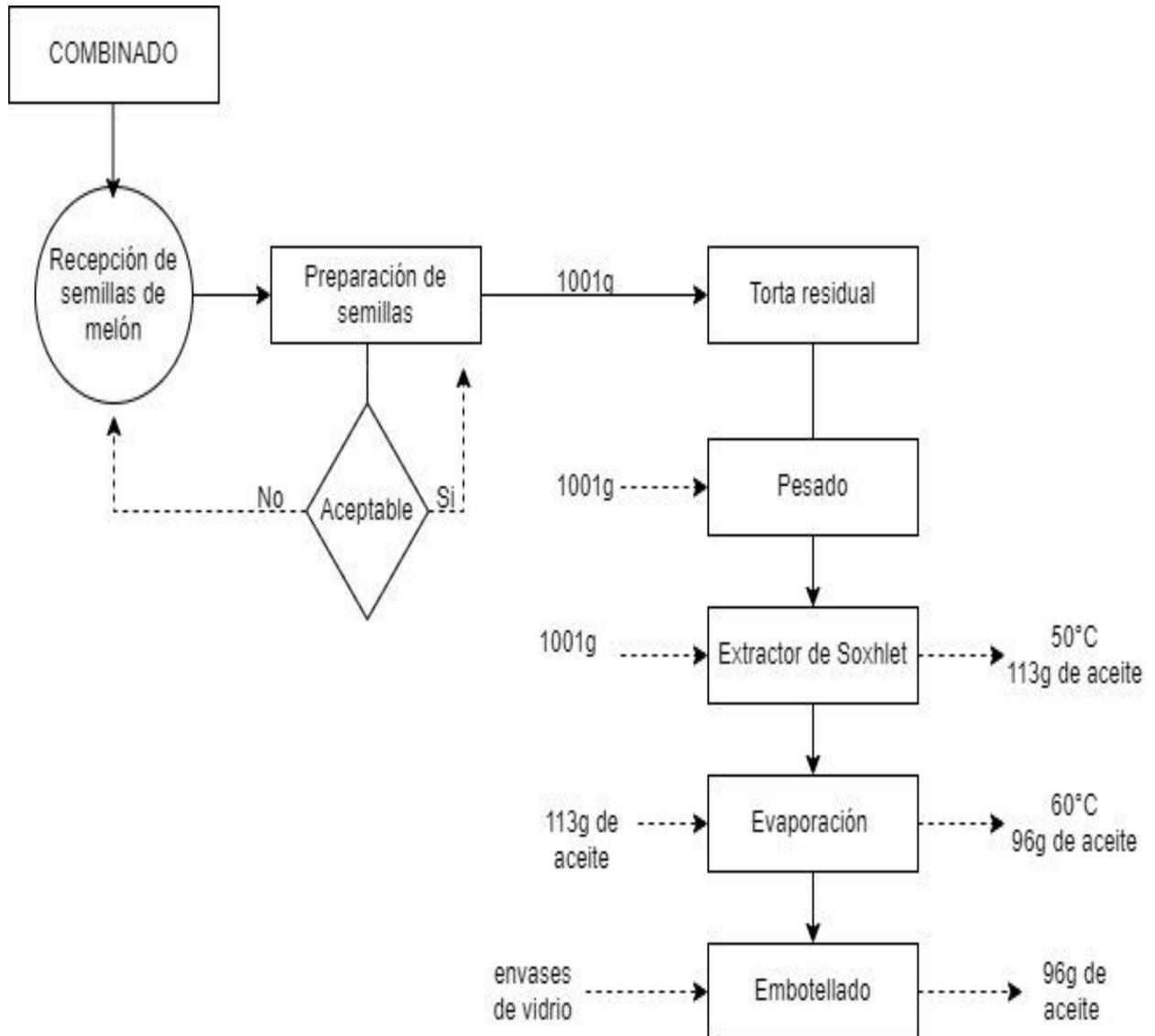
Figura 6: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de melón por el método solvente químico



Elaborado por: Autoras.

4.1.6. Extracción del aceite de las semillas de melón (combinado)

Figura 7: Diagrama de proceso para la extracción de aceite de semillas de melón por el método combinado



Elaborado por: Autoras.

4.2. Resultados de la composición físico-química del aceite obtenido de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*).

4.2.1. Análisis de varianza de resultados de análisis físico-químicos de los aceites de sandía y melón.

Tabla 4: Análisis de la varianza para la variable acidez (%)

<i>FV</i>	<i>GI</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de semillas	0,0968	1	0,0968	1643,77	0,0000
B:Método de extracción	0,00654444	2	0,00327222	55,57	0,0000
C: Repetición	0,0000777778	2	0,0000388889	0,66	0,5378
INTERACCIONES					
AB	0,00723333	2	0,00361667	61,42	0,0000
RESIDUOS	0,000588889	10	0,0000588889		
TOTAL (CORREGIDO)	0,111244	17			

Elaborado por: Autoras.

En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de varianza de la variable acidez mostrados en la (Tabla 4), se observó que en los tipos de semillas (Factor A), Método de extracción (Factor B), Interacción (A*B) se pudo determinar diferencia significativa entre los niveles de dichos factores e interacciones, mientras que en las repeticiones no se observó diferencia significativa.

Tabla 5: Análisis de la varianza para la variable ceniza(%)

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GI</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de semillas	0,0036125	1	0,0036125	206,43	0,0000
B:Método de extracción	0,009675	2	0,0048375	276,43	0,0000
C:Repetición	0,000075	2	0,0000375	2,14	0,1681
INTERACCIONES					
AB	0,011575	2	0,0057875	330,71	0,0000
RESIDUOS	0,000175	10	0,0000175		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0251125	17			

Elaborado por: Autoras.

En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de varianza de la variable ceniza mostrados en la (Tabla 5), se observó que en los tipos de semillas (Factor A), Método de extracción (Factor B), Interacción (A*B) se pudo determinar diferencia significativa entre los niveles de dichos factores e interacciones, mientras que en las repeticiones no se observó diferencia significativa.

Tabla 6: Análisis de la varianza para la variable densidad relativa (g/ml)

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de semillas	0,0000121689	1	0,0000121689	2433,78	0,0000
B:Método de extracción	0,00012324	2	0,00006162	12324,00	0,0000
C:Repetición	1,E-8	2	5,E-9	1,00	0,4019
INTERACCIONES					
AB	0,0000299911	2	0,0000149956	2999,11	0,0000
RESIDUOS	5,E-8	10	5,E-9		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00016546	17			

Elaborado por: Autoras.

En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de varianza de la variable densidad relativa mostrados en la (Tabla 6), se observó que en los tipos de semillas (Factor A), Método de extracción (Factor B), Interacción (A*B) se pudo determinar diferencia significativa entre los niveles de dichos factores e interacciones, mientras que en las repeticiones no se observó diferencia significativa.

Tabla 7: Análisis de la varianza para la variable Índice de saponificación (mg KOH/g)

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de semillas	340,17	1	340,17	20410208,33	0,0000
B:Método de extracción	58,4233	2	29,2116	1752699,00	0,0000
C:Repetición	0,000233333	2	0,000116667	7,00	0,4126
INTERACCIONES					
AB	138,294	2	69,1468	4148808,33	0,0000
RESIDUOS	0,000166667	10	0,0000166667		
TOTAL (CORREGIDO)	536,887	17			

Elaborado por: Autoras.

En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de varianza de la variable acidez mostrados en la (Tabla 7), se observó que en los tipos de semillas (Factor A), Método de extracción (Factor B), Interacción (A*B) se pudo determinar diferencia significativa entre los niveles de dichos factores, mientras que en las repeticiones no se pudo determinar diferencia significativa.

Tabla 8: Análisis de Varianza para la variable humedad y materia volátil (%)

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de semillas	2,16667	1	2,16667	18352,95	0,0000
B:Método de extracción	5,89921	2	2,94961	24984,89	0,0000
C:Repetición	0,0000361111	2	0,0000180556	0,15	0,8601
INTERACCIONES					
AB	3,92941	2	1,96471	16642,21	0,0000
RESIDUOS	0,00118056	10	0,000118056		
TOTAL (CORREGIDO)	11,9965	17			

Elaborado por: Autoras.

En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de varianza de la variable acidez mostrados en la (Tabla 8), se observó que en los tipos de semillas (Factor A), Método de extracción (Factor B), Interacción (A*B) se pudo determinar diferencia significativa entre los niveles de dichos factores e interacciones, mientras que en las repeticiones no se observó diferencia significativa.

Tabla 9: Análisis de Varianza para la variable Índice de refracción (η)

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de semillas	4,5E-8	1	4,5E-8	9,20	0,0126
B:Método de extracción	0,00000675111	2	0,00000337556	690,45	0,0000
C:Repetición	1,77778E-8	2	8,88889E-9	1,82	0,2121
INTERACCIONES					
AB	8,4E-7	2	4,2E-7	85,91	0,0000
RESIDUOS	4,88889E-8	10	4,88889E-9		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00000770278	17			

Elaborado por: Autoras.

En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de varianza de la variable acidez mostrados en la (Tabla 9), se observó que en los tipos de semillas (Factor A), Método de extracción (Factor B), Interacción (A*B) se pudo determinar diferencia significativa entre los niveles de dichos factores e interacciones, mientras que en las repeticiones no se observó diferencia significativa.

Tabla 10: Análisis de Varianza para la variable Índice de yodo (%)

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipos de semillas	21,9343	1	21,9343	481484,02	0,0000
B:Método de extracción	37,2713	2	18,6357	409075,73	0,0000
C:Repetición	0,0000777778	2	0,0000388889	0,85	0,4547
INTERACCIONES					
AB	37,7775	2	18,8888	414631,59	0,0000
RESIDUOS	0,000455556	10	0,0000455556		
TOTAL (CORREGIDO)	96,9837	17			

Elaborado por: Autoras.

En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de varianza de la variable acidez mostrados en la (Tabla 10), se observó que en los tipos de semillas (Factor A), Método de extracción (Factor B), Interacción (A*B) se pudo determinar diferencia significativa entre los niveles de dichos factores e interacciones, mientras que en las repeticiones no se observó diferencia significativa.

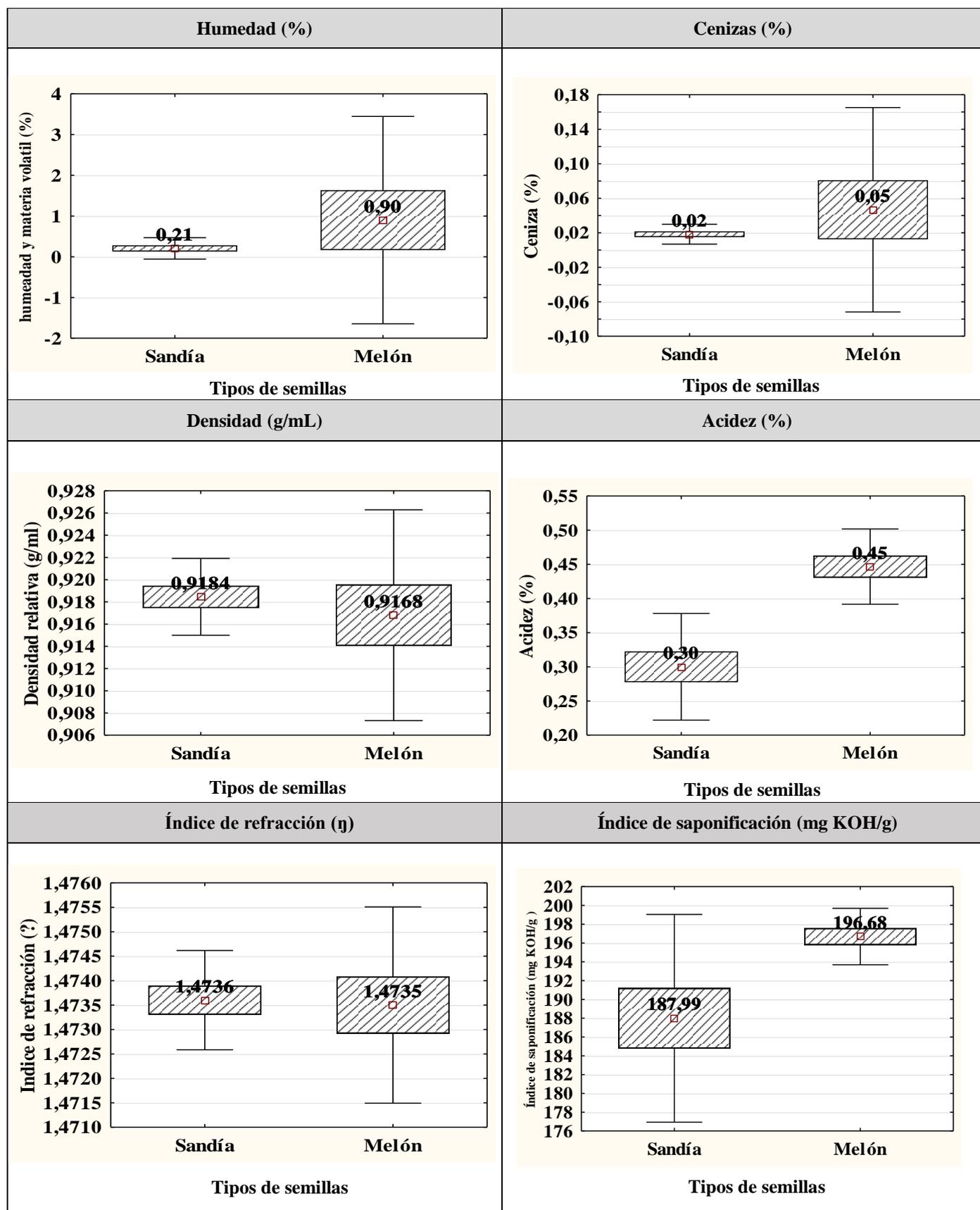
4.2.2. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) para resultados de análisis físico-químicos de los tipos de semillas (Factor A)

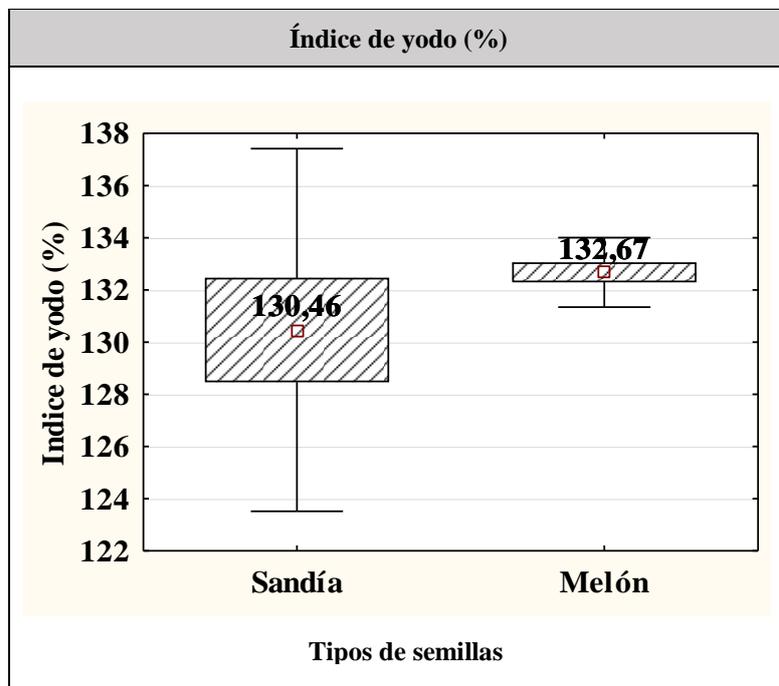
Tabla 11: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos (Factor A)

Tipos de Semillas	Humedad (%)	Cenizas (%)	Densidad (g/mL)	Acidez (%)	Índice de refracción (η)	Índice de saponificación (mg KOH/g)	Índice de yodo (%)	Índice de peróxido (meqO ₂ /kg)
A0: Sandía	0,21 ^A	0,02 ^A	0,92 ^B	0,30 ^A	1,47 ^B	187,99 ^A	130,47 ^A	0,00
A1: Melón	0,90 ^B	0,05 ^B	0,92 ^A	0,45 ^B	1,47 ^A	196,68 ^B	132,67 ^B	0,00

Elaborado por: Autoras.

Figura 8: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los aceites de sandía y melón (Factor A: Tipos de Semillas)





La **figura 8** muestra los valores de Tukey ($p < 0,05$) resumidos de las variables evaluadas correspondientes a los análisis físico-químicos de las semillas de sandía (*Citrullus Lanatus*) y melón (*Cucumis Melo*) para el factor A (Tipos de semillas).

Para lo cual se determinó diferencia significativa en la humedad dando mayor resultado en el grupo B (**a1**: Melón 0,90 %), siendo el grupo A (**a0**: Sandía 0,21 %) el de menor valor.

En lo que respecta a las cenizas, el contenido más elevado se observó en el grupo B (**a1**: Melón 0,05 %), caso contrario ocurrió en el grupo A (**a0**: Sandía 0,02 %) que presentó el menor contenido.

Para los resultados de la acidez se presentó un mayor valor en el grupo B (**a1**: Melón 0,45 %) y los valores inferiores se dieron para el grupo A (**a0**: Sandía 0,30 %).

En cuanto a los resultados del índice de saponificación se presentó un mayor contenido en el grupo B (**a1**: Melón 196,68 mg KOH/g) el menor contenido se presentó en el grupo A (**a0**: Sandía 187,99 mg KOH/g).

Considerando los resultados para el índice de yodo el contenido más elevado se dio en el grupo B (**a1**: Melón 132,67 %), mientras que el menor contenido se dio en el grupo A (**a0**: Sandía 130,47 %).

Con respecto a los resultados para el índice de peróxido, no reflejan valores que indiquen diferencia.

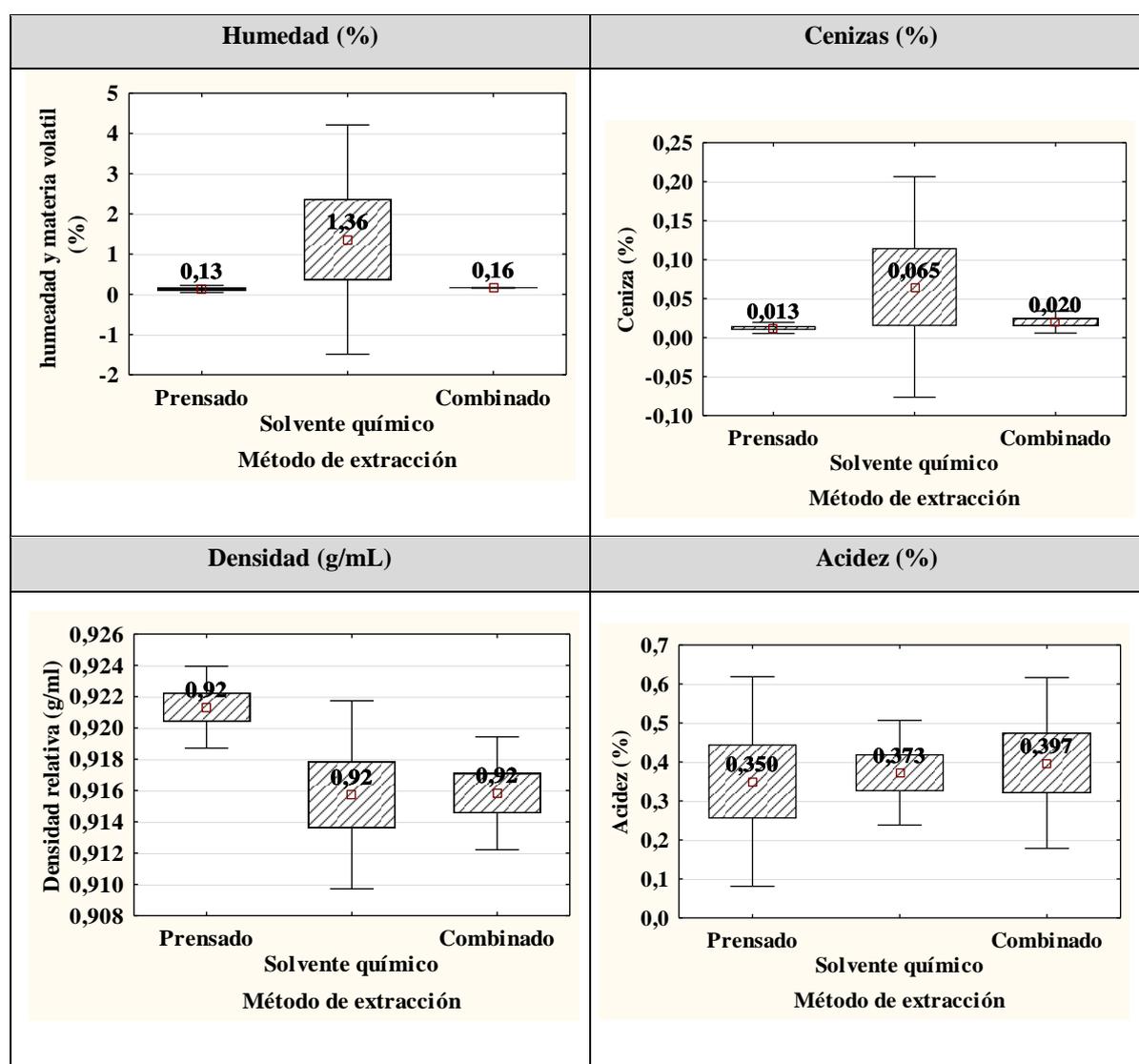
4.2.3. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) para resultados de análisis físico-químicos de los métodos de extracción (Factor B)

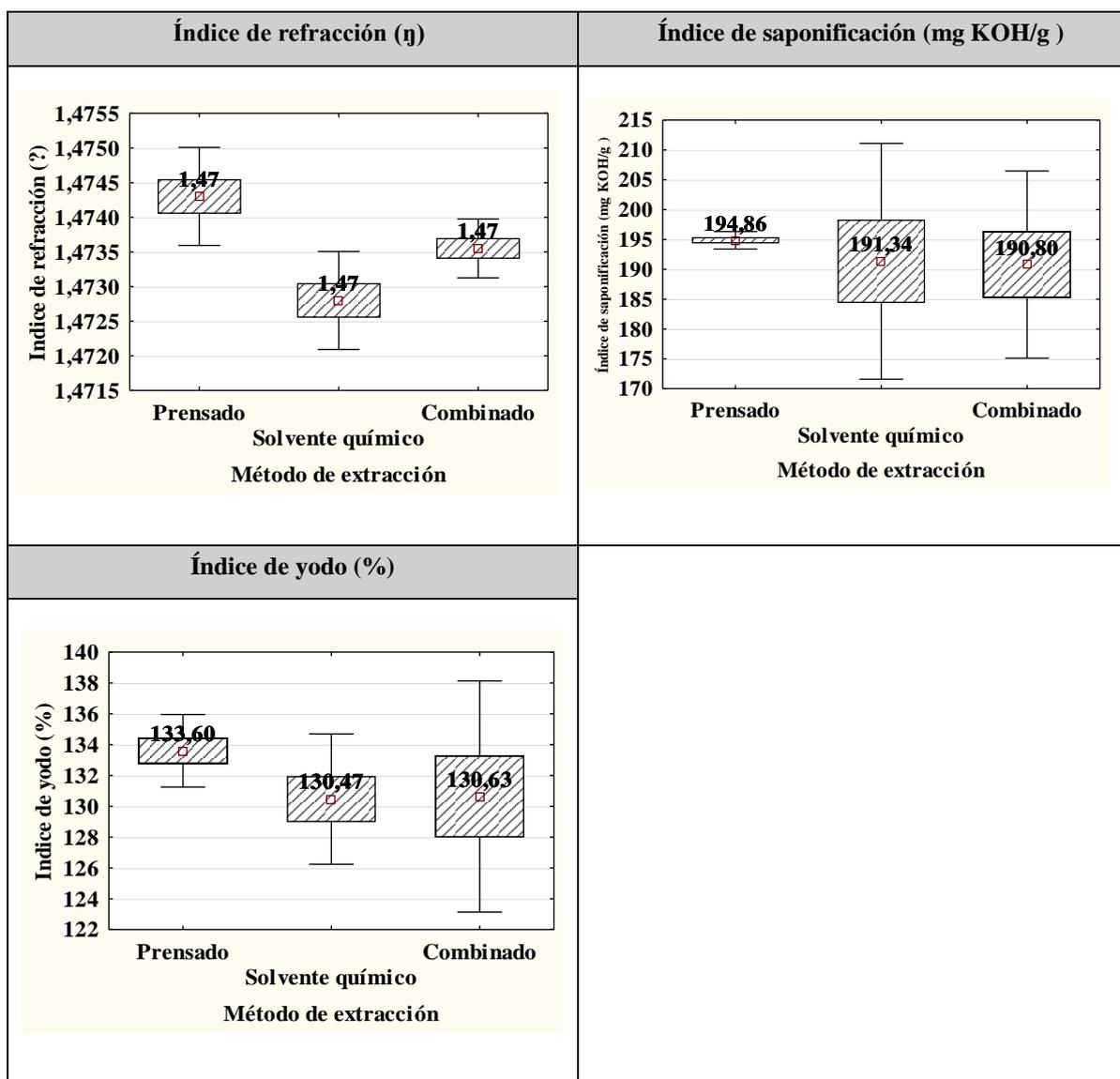
Tabla 12: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los métodos de extracción (Factor B)

Métodos de extracción	Humedad (%)	Cenizas (%)	Densidad (g/mL)	Acidez (%)	Índice de refracción (η)	Índice de saponificación (mg KOH/g)	Índice de yodo (%)	Índice de peróxido (meqO ₂ /kg)
B0: Prensado	0,13 ^A	0,01 ^A	0,92 ^B	0,35 ^A	1,47 ^C	194,86 ^C	133,60 ^C	0,00
B1: Solvente	1,36 ^C	0,07 ^C	0,92 ^A	0,37 ^B	1,47 ^A	191,34 ^B	130,47 ^A	0,00
B2: Combinado	0,16 ^B	0,02 ^B	0,92 ^A	0,40 ^C	1,47 ^B	190,80 ^A	130,64 ^B	0,00

Elaborado por: Autoras.

Figura 9: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los tres métodos de extracción (Factor B: Métodos de extracción)





La **figura 9** muestra los valores de Tukey ($p < 0,05$) resumidos de las variables evaluadas correspondientes a los análisis físico-químicos de los métodos de extracción: Prensado en frío, Solvente químico y combinado, para el Factor B (métodos de extracción).

Para lo cual se determinó diferencia significativa en la humedad dando mayor resultado en el grupo C (**b1**: Solvente 1,36 %), siendo el grupo A (**b0**: Prensado 0,13 %) el de menor valor.

En lo que respecta a las cenizas, el contenido más elevado se observó en el grupo C (**b1**: Solvente 0,07 %), caso contrario ocurrió en el grupo A (**b0**: Prensado 0,01 %) que presentó el menor contenido.

Para los resultados de la acidez se presentó un mayor valor en el grupo C (**b2**: Combinado 0,40 %) y los valores inferiores se dieron para el grupo A (**b0**: Prensado 0,35 %).

En cuanto a los resultados del índice de saponificación se presentó un mayor contenido en el grupo C (**b0**: Prensado 194,86 mg KOH/g) el menor contenido se presentó en el grupo A (**b2**: Combinado 190,80 mg KOH/g).

Considerando los resultados para el índice de yodo el contenido más elevado se dio en el grupo C (**b0**: Prensado 133,60 %), mientras que el menor contenido se dio en el grupo A (**a0**: Solvente 130,47 %).

Con respecto a los resultados para el índice de peróxido, no reflejan valores que indiquen diferencia.

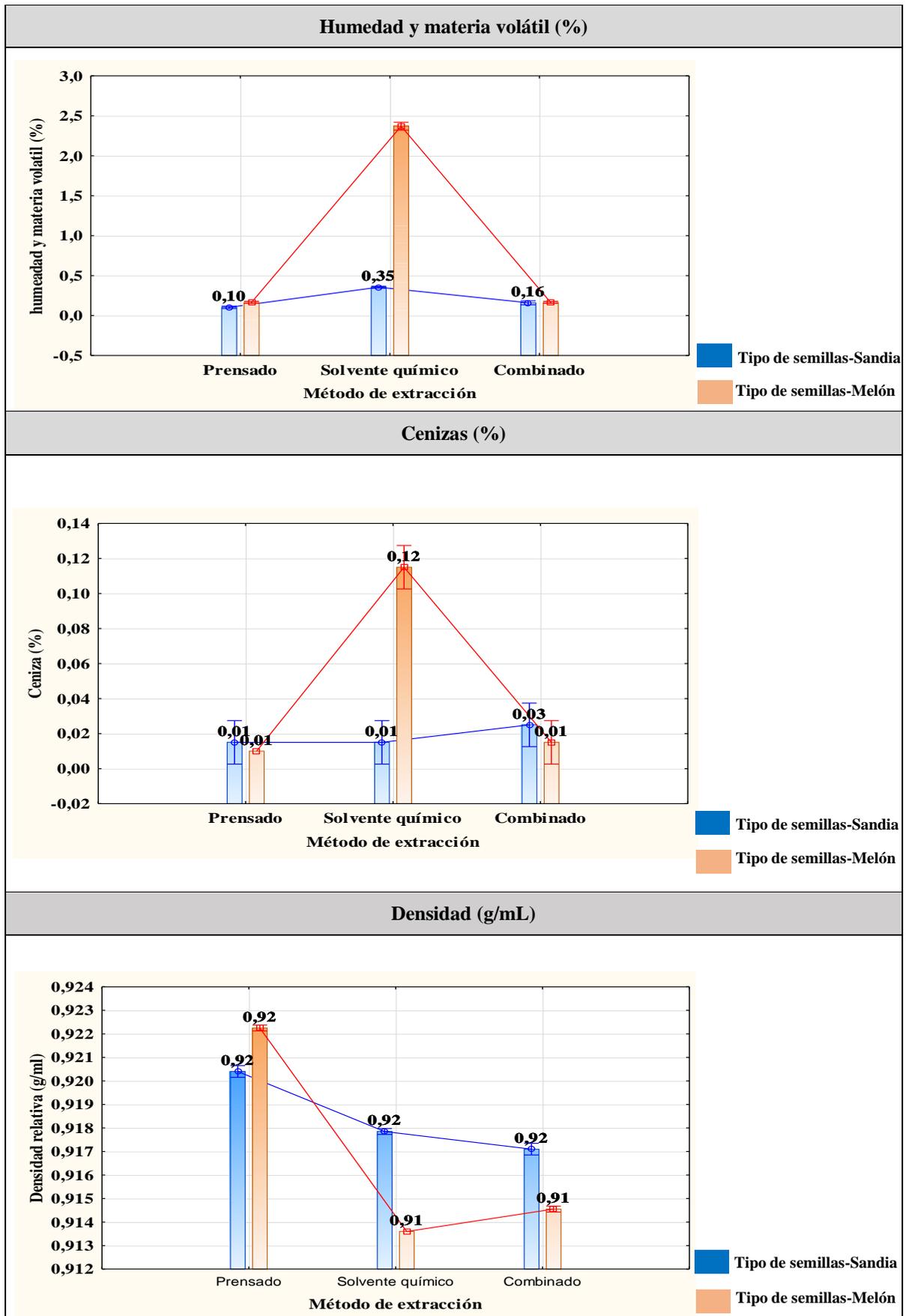
4.2.4. Prueba de significación (Tukey $p < 0,05$) para resultados de análisis físico-químicos de los tipos de semillas y los diferentes métodos de extracción (Factor AxB)

Tabla 13: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los tipos de semillas y los métodos de extracción (Factor AxB)

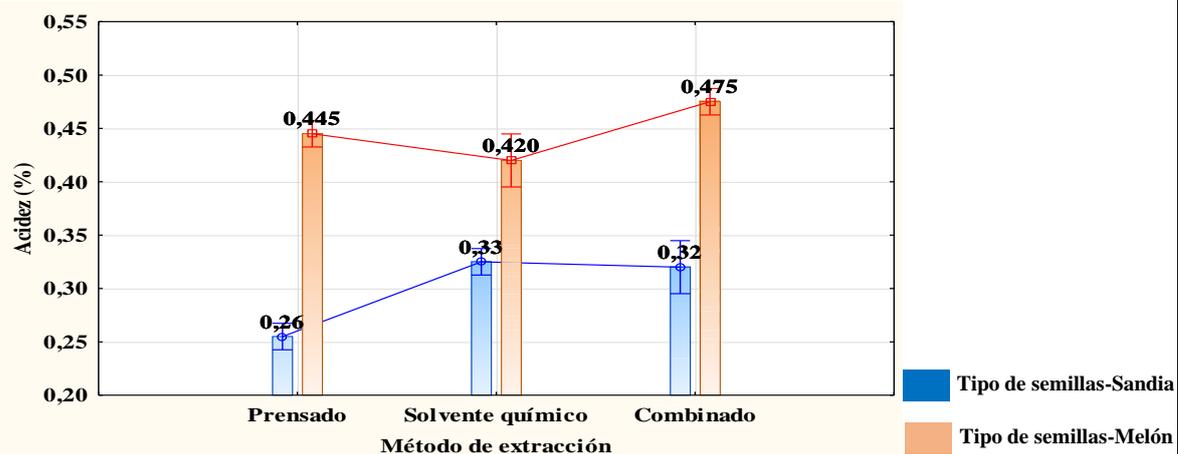
METODO DE EXTRACCIÓN	Humedad (%)	Cenizas (%)	Densidad (g/mL)	Acidez (%)	Índice de refracción (η)	Índice de saponificación (mg KOH/g)	Índice de yodo (%)	Índice de peróxido (meqO ₂ /kg)
A0B0: Sandía+ Prensado	0,10 ^A	0,02 ^{AB}	0,92 ^E	0,26 ^A	1,47 ^E	194,35 ^C	134,44 ^F	0,00
A0B1: Sandía+ Solvente	0,36 ^C	0,02 ^{AB}	0,92 ^D	0,33 ^B	1,47 ^B	184,36 ^A	128,98 ^B	0,00
A0B2: Sandía+ Combinado	0,16 ^B	0,03 ^B	0,92 ^C	0,32 ^B	1,47 ^D	185,26 ^B	127,99 ^A	0,00
A1B0: Melón+ Prensado	0,17 ^B	0,01 ^A	0,92 ^F	0,45 ^D	1,47 ^F	195,38 ^D	132,77 ^D	0,00
A1B1: Melón+ Solvente	2,37 ^D	0,12 ^C	0,91 ^A	0,42 ^C	1,47 ^A	198,33 ^F	131,97 ^C	0,00
A1B2: Melón+ Combinado	0,17 ^B	0,02 ^{AB}	0,91 ^B	0,48 ^E	1,47 ^C	196,34 ^E	133,29 ^E	0,00

Elaborado por: Autoras.

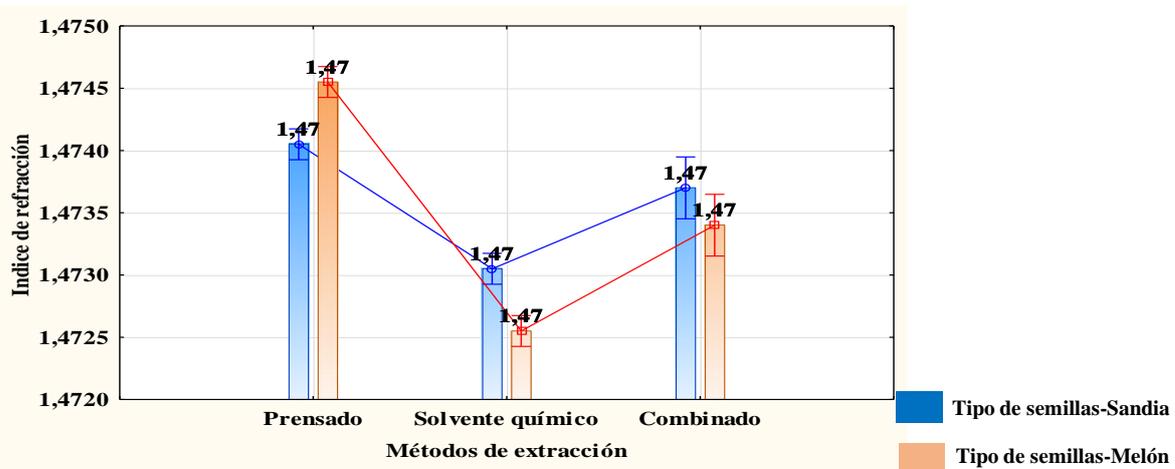
Figura 10: Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis físico-químicos de los tipos de semillas y los diferentes métodos de extracción (Factor AxB)



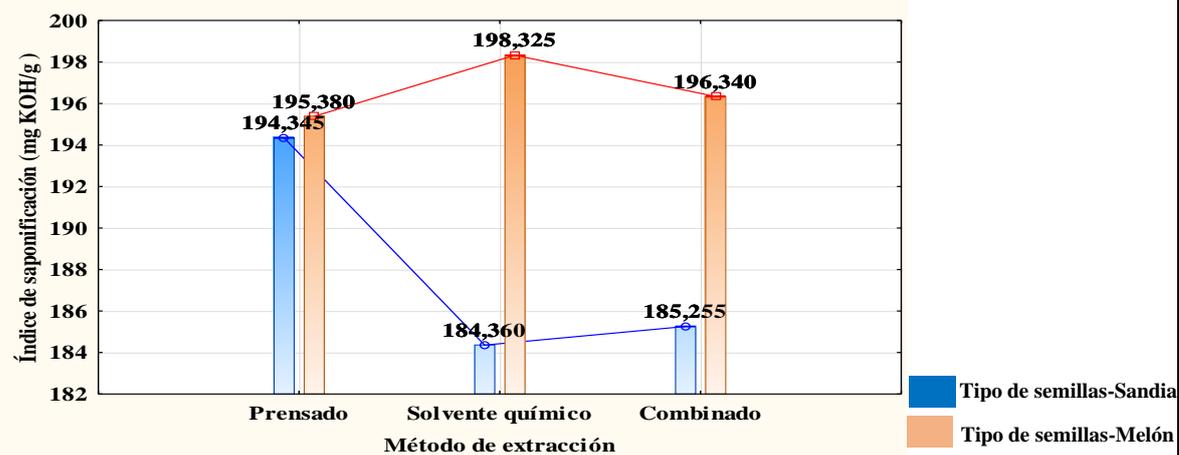
Acidez (%)

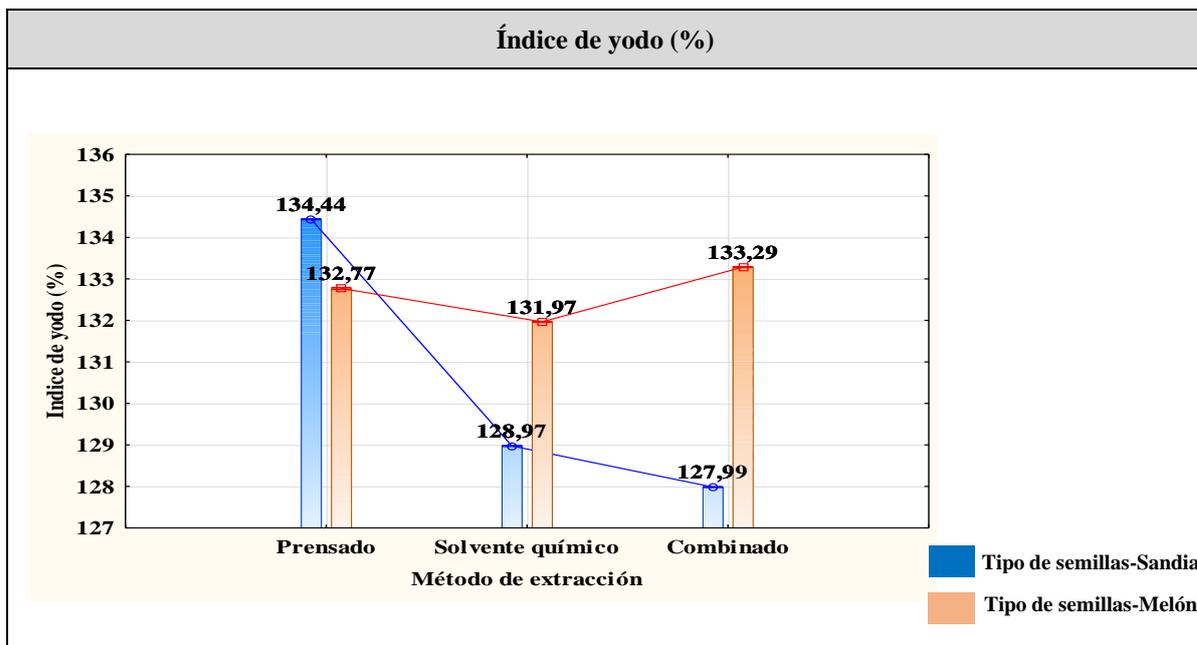


Índice de refracción (η)



Índice de saponificación (mg KOH/g)





La **figura 10** muestra los valores de Tukey ($p < 0,05$) resumidos de las variables evaluadas correspondientes a los análisis físico-químicos de las semillas de sandía (*Citrullus Lanatus*) y Melón (*Cucumis Melo*) para el factor A (tipo de aceite) y el factor B (métodos de extracción prensado en frío, solvente químico y combinado).

Para lo cual se determinó diferencia significativa en la humedad dando mayor resultado en el grupo D (**a1b1**: melón + solvente 2,37 %), siendo el grupo A (**a0b0**: Sandía + Prensado 0,13 %) el de menor valor.

En lo que respecta a las cenizas, el contenido más elevado se observó en el grupo C (**a1b1**: Melón + Solvente 0,12 %), caso contrario ocurrió en el grupo A (**a1b0**: Melón + Prensado 0,01 %) que presentó el menor contenido.

Para los resultados de la acidez se presentó un mayor valor en el grupo E (**a1b2**: Melón + Combinado 0,48 %) y los valores inferiores se dieron para el grupo A (**a0b0**: Sandía + Prensado 0,35 %).

Considerando los resultados para la densidad relativa, el mayor contenido se obtuvo en el grupo F (**a1b0**: Melón + Prensado 0,92 g/mL), mientras que para el grupo A (**a1b1**: Melón + Solvente 0,91 g/mL) se presentó el menor contenido.

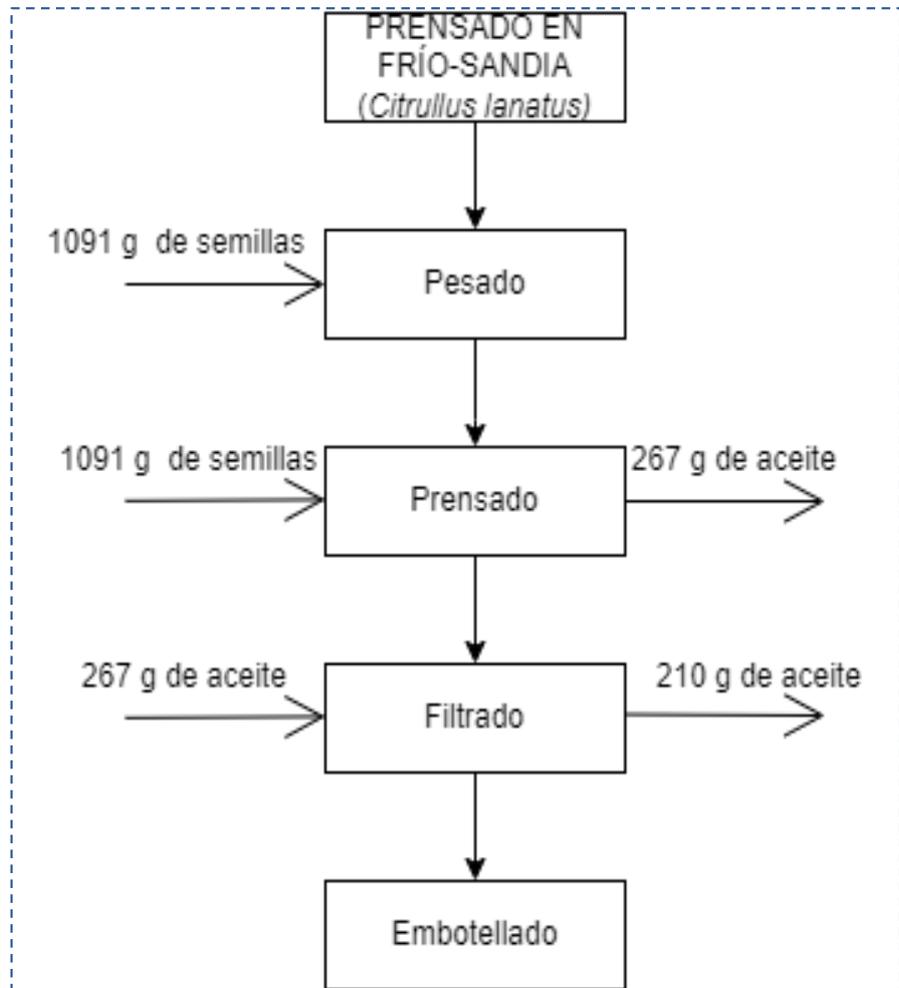
En cuanto a los resultados del índice de saponificación se presentó un mayor contenido en el grupo F (**a1b1**: melón + Solvente 198,33 mg KOH/g) el menor contenido se presentó en el grupo A (**a0b1**: Sandía + Solvente 184,36 mg KOH/g).

Considerando los resultados para el índice de yodo el contenido más elevado se dio en el grupo F (**a0b0**: Sandía + Prensado 134,44 %), mientras que el menor contenido se dio en el grupo A (**a0b2**: Sandía + Combinado 127,99 %).

Con respecto a los resultados para el índice de peróxido, no reflejan valores que indiquen diferencia.

4.3. Resultados de la determinación del perfil lipídico al tratamiento con mayor rendimiento obtenido a partir de un balance de masa.

Figura 11: Balance de masa del aceite de semillas de sandía por el método Prensado en frío



Elaborado por: Autoras.

$$\%R = \frac{m_{\text{Aceite}}}{m_{\text{Semilla}}} \times 100$$

$$\%R = \frac{210 \text{ g}}{1091 \text{ g}} \times 100$$

$$\%R = 0,1925 \times 100$$

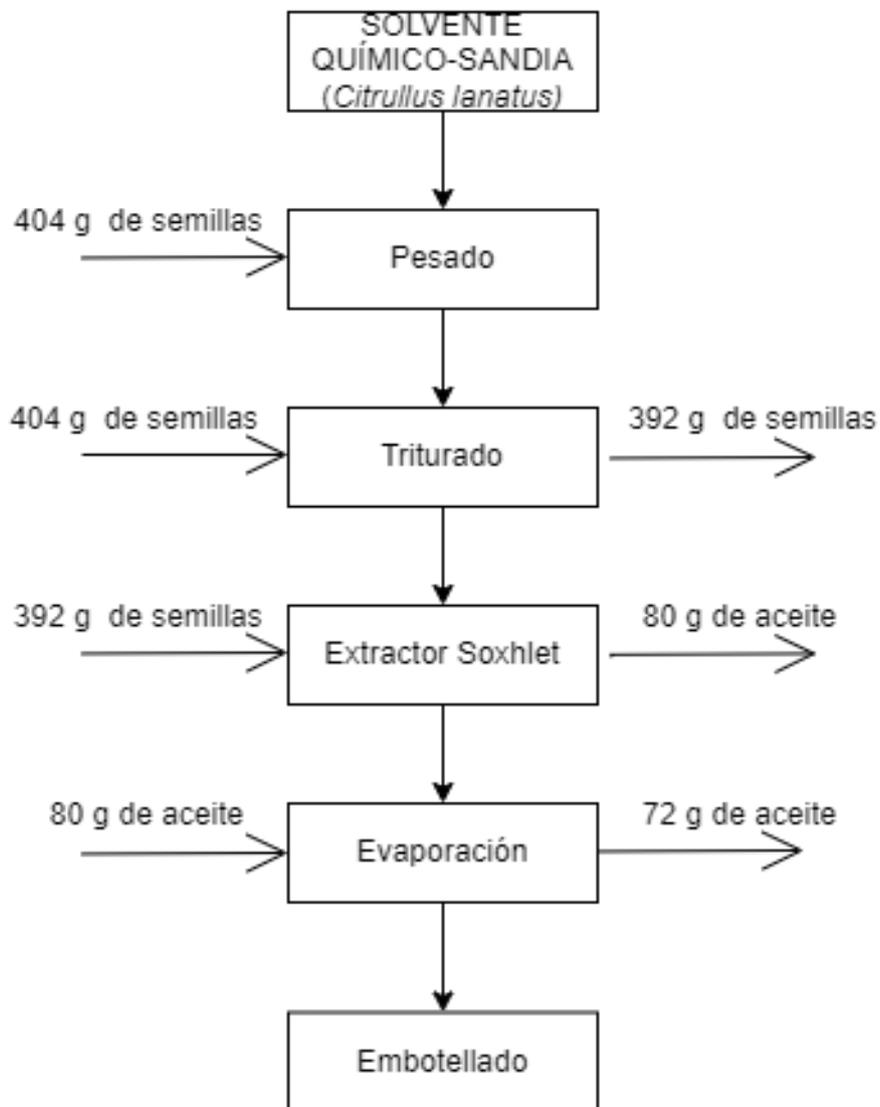
$$\%R = 19,25\%$$

%R= Rendimiento

m Aceite= Cantidad de aceite obtenido (g)

m Semilla= Cantidad de semilla alimentada (g)

Figura 12: Balance de masa del aceite de semillas de sandía por el método extracción por Solvente químico



Elaborado por: Autoras.

$$\%R = \frac{m_{\text{Aceite}}}{m_{\text{Semilla}}} \times 100$$

$$\%R = \frac{72 \text{ g}}{392 \text{ g}} \times 100$$

$$\%R = 0,1837 \times 100$$

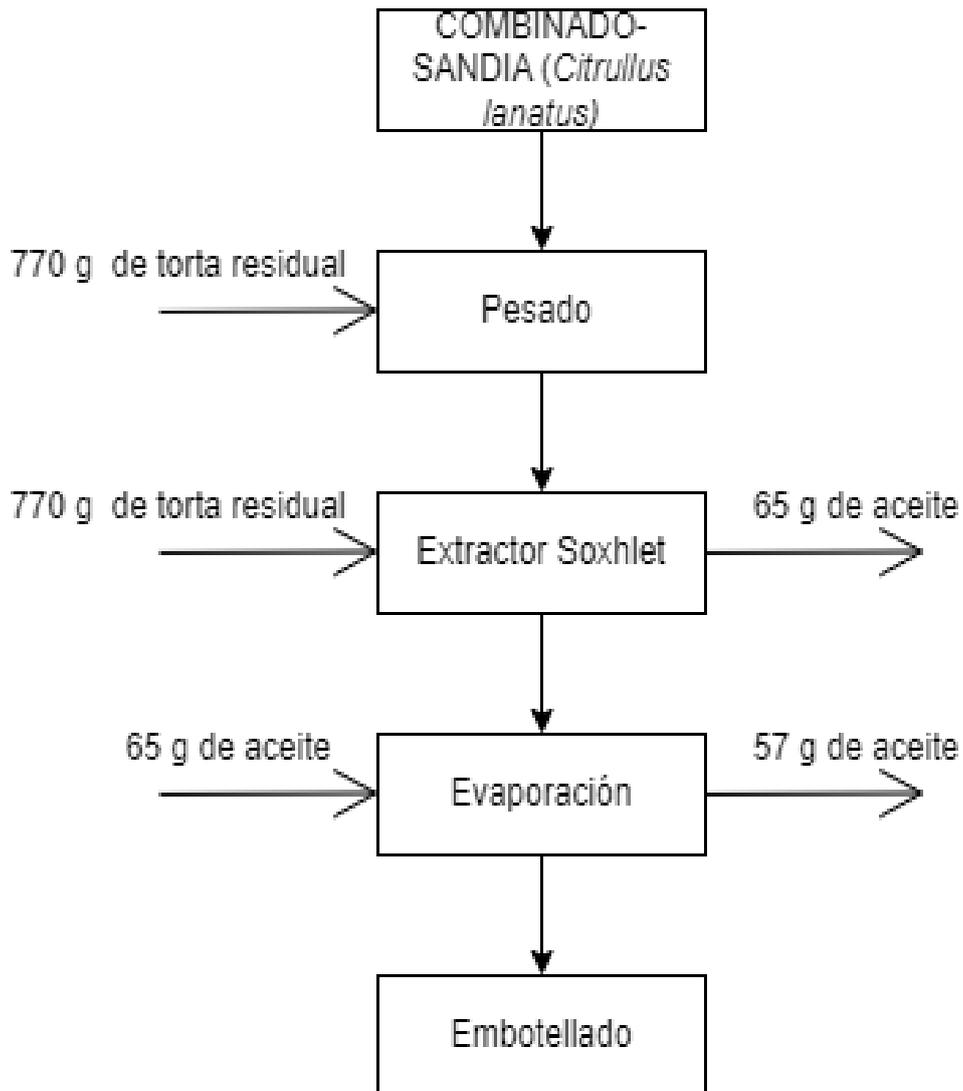
$$\%R = 18,37 \%$$

%R= Rendimiento

m Aceite= Cantidad de aceite obtenido (g)

m Semilla= Cantidad de semilla alimentada (g)

Figura 13: Balance de masa del aceite de semillas de sandía por el método Combinado



Elaborado por: Autoras.

$$\%R = \frac{m_{\text{Aceite}}}{m_{\text{Semilla}}} \times 100$$

$$\%R = \frac{57 \text{ g}}{770 \text{ g}} \times 100$$

$$\%R = 0,0740 \times 100$$

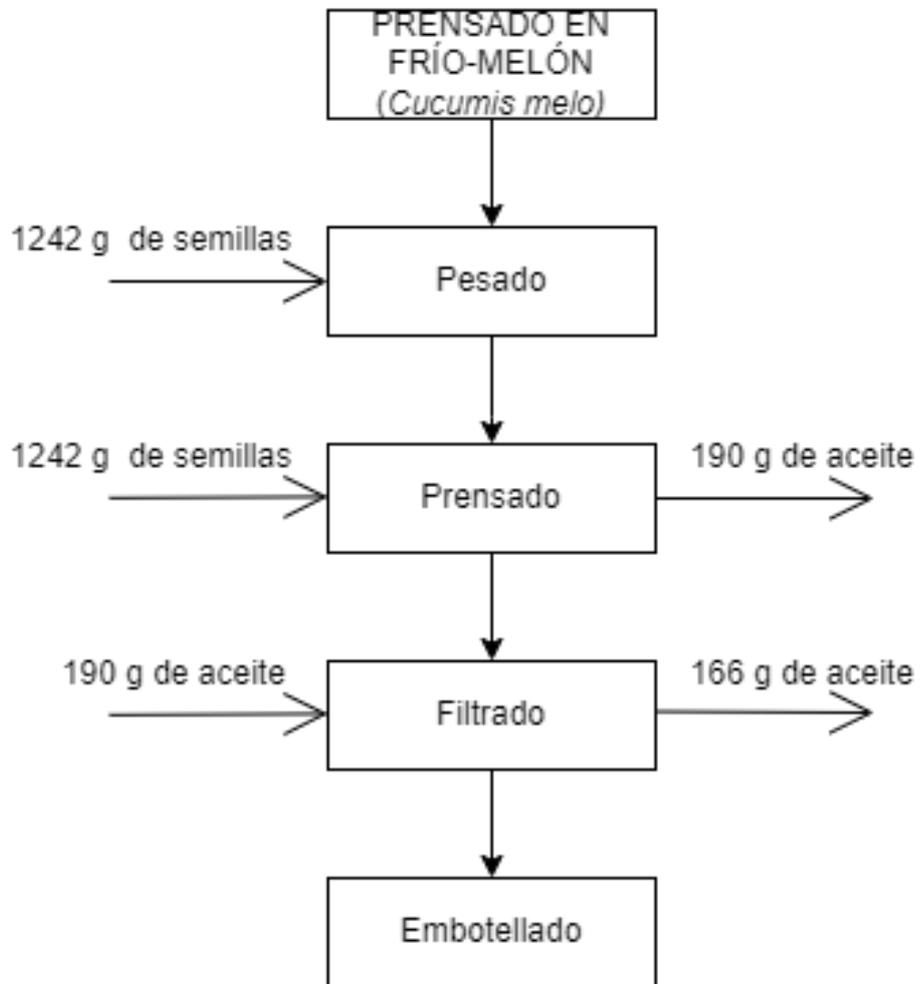
$$\%R = 7,40 \%$$

%R= Rendimiento

m Aceite= Cantidad de aceite obtenido (g)

m Semilla= Cantidad de semilla alimentada (g)

Figura 14: Balance de masa del aceite de semillas de melón por el método Prensado en frío



Elaborado por: Autoras.

$$\%R = \frac{m_{\text{Aceite}}}{m_{\text{Semilla}}} \times 100$$

$$\%R = \frac{166 \text{ g}}{1242 \text{ g}} \times 100$$

$$\%R = 0,1337 \times 100$$

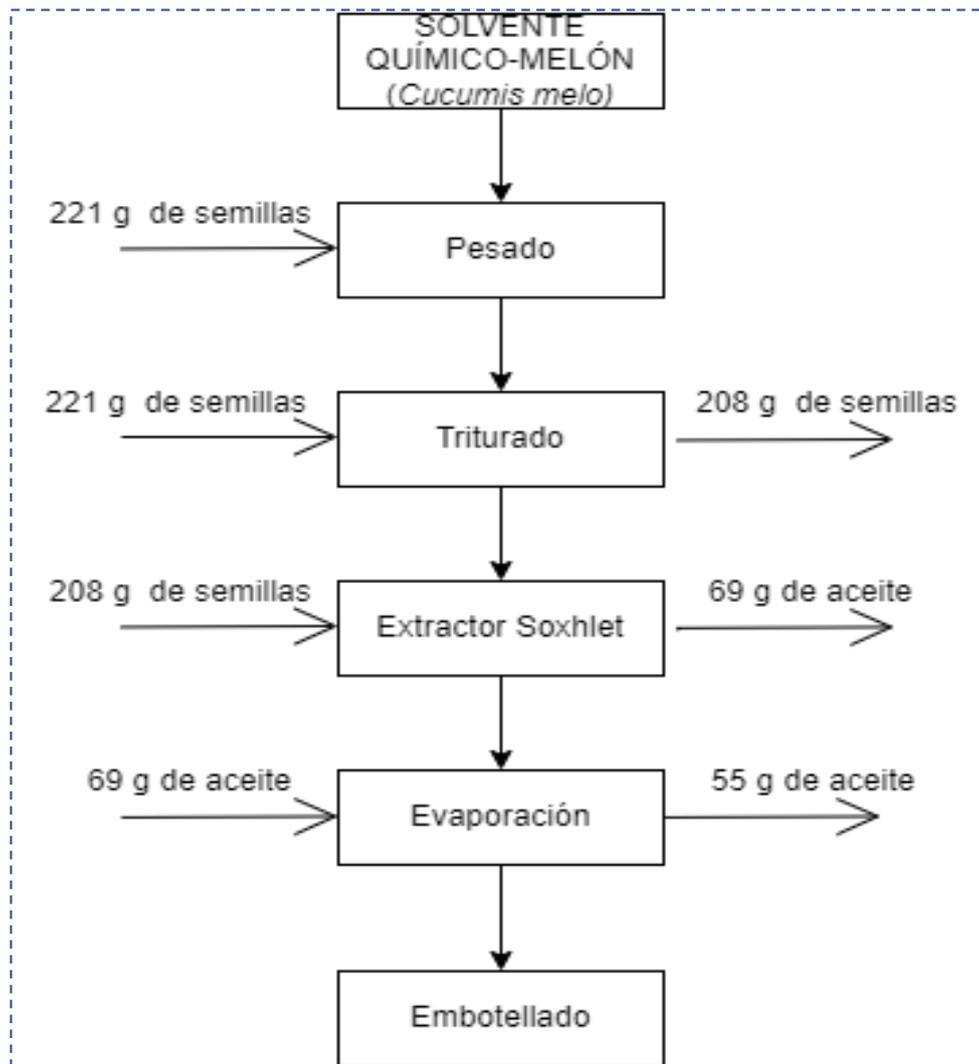
$$\%R = 13,37 \%$$

%R= Rendimiento

m Aceite= Cantidad de aceite obtenido (g)

m Semilla= Cantidad de semilla alimentada (g)

Figura 15: Balance de masa del aceite de semillas de melón por el método extracción por Solvente químico



Elaborado por: Autoras.

$$\%R = \frac{m_{\text{Aceite}}}{m_{\text{Semilla}}} \times 100$$

$$\%R = \frac{55 \text{ g}}{208 \text{ g}} \times 100$$

$$\%R = 0,2644 \times 100$$

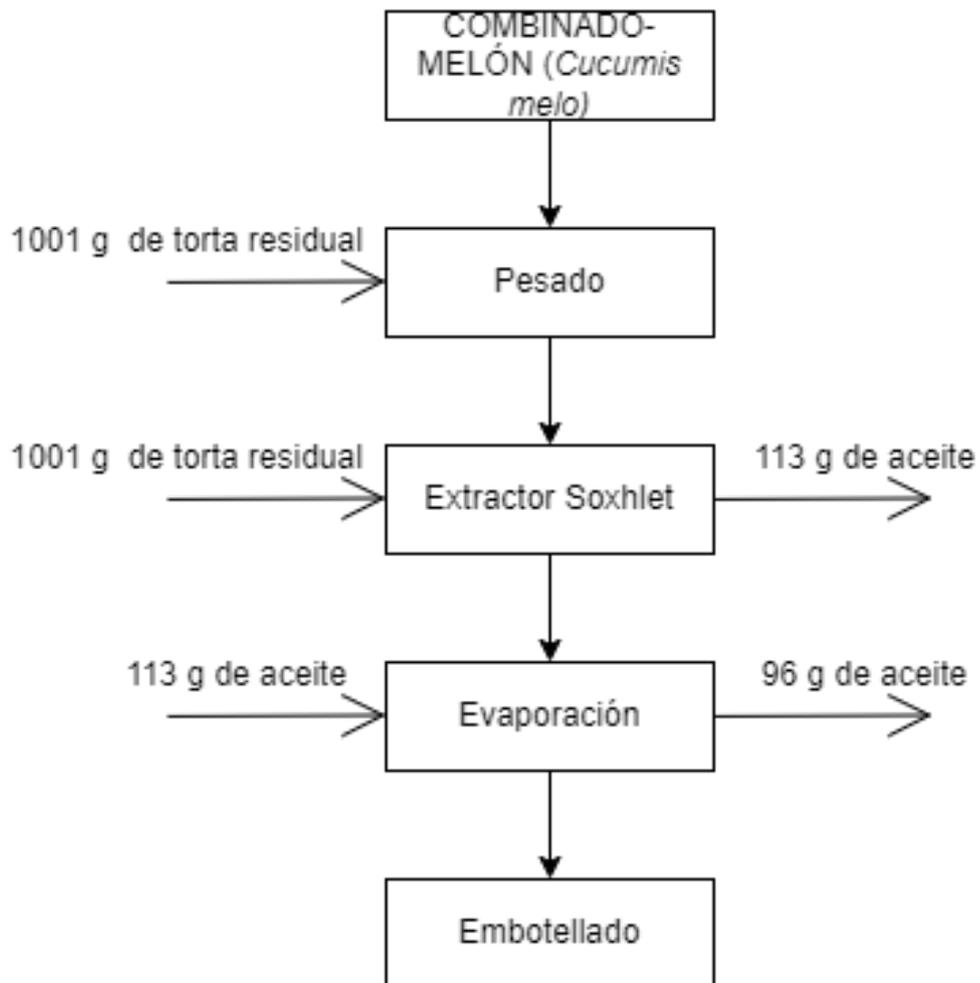
$$\%R = 26,44$$

%R= Rendimiento

m Aceite= Cantidad de aceite obtenido (g)

m Semilla= Cantidad de semilla alimentada (g)

Figura 16: Balance de masa del aceite de semillas de melón por el método Combinado



Elaborado por: Autoras.

$$\%R = \frac{m_{\text{Aceite}}}{m_{\text{Semilla}}} \times 100$$

$$\%R = \frac{96 \text{ g}}{1001 \text{ g}} \times 100$$

$$\%R = 0,0959 \times 100$$

$$\%R = 9,59 \%$$

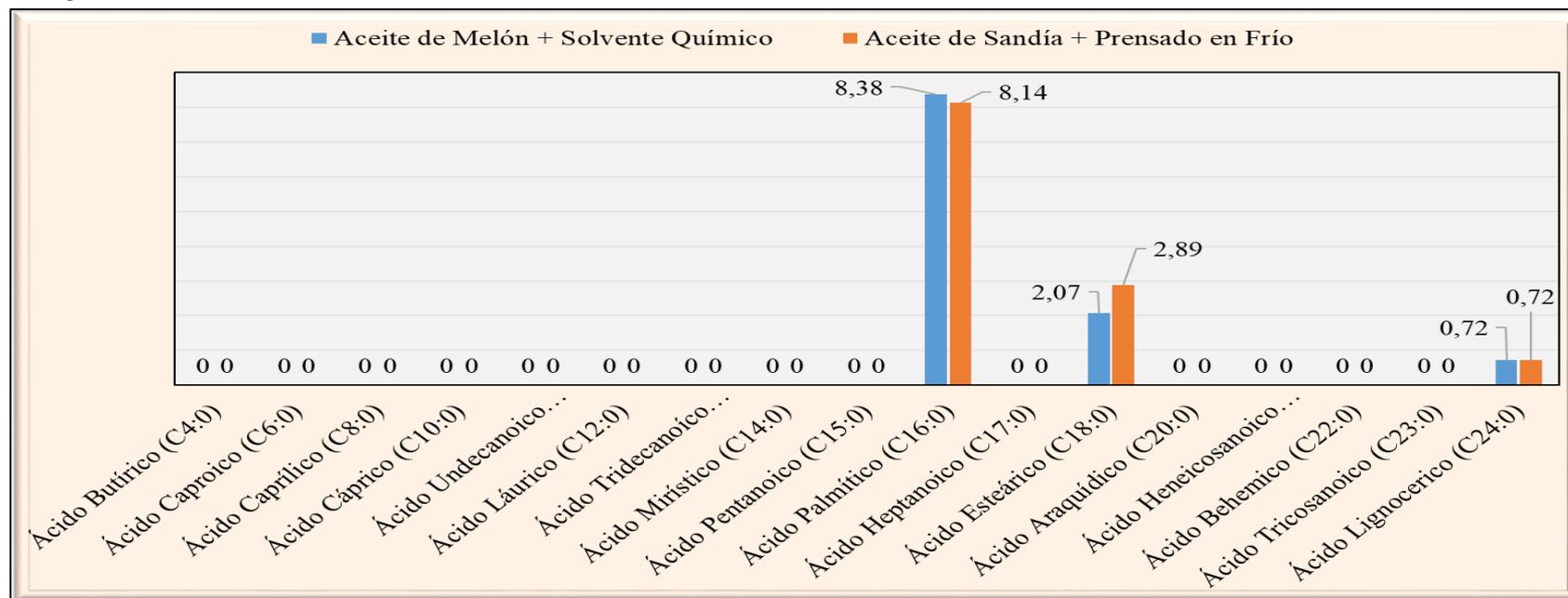
%R= Rendimiento

m Aceite= Cantidad de aceite obtenido (g)

m Semilla= Cantidad de semilla alimentada (g)

4.3.1. Resultado de la determinación del perfil lipídico de los mejores tratamientos con mayor rendimiento obtenido a partir de un balance de masa.

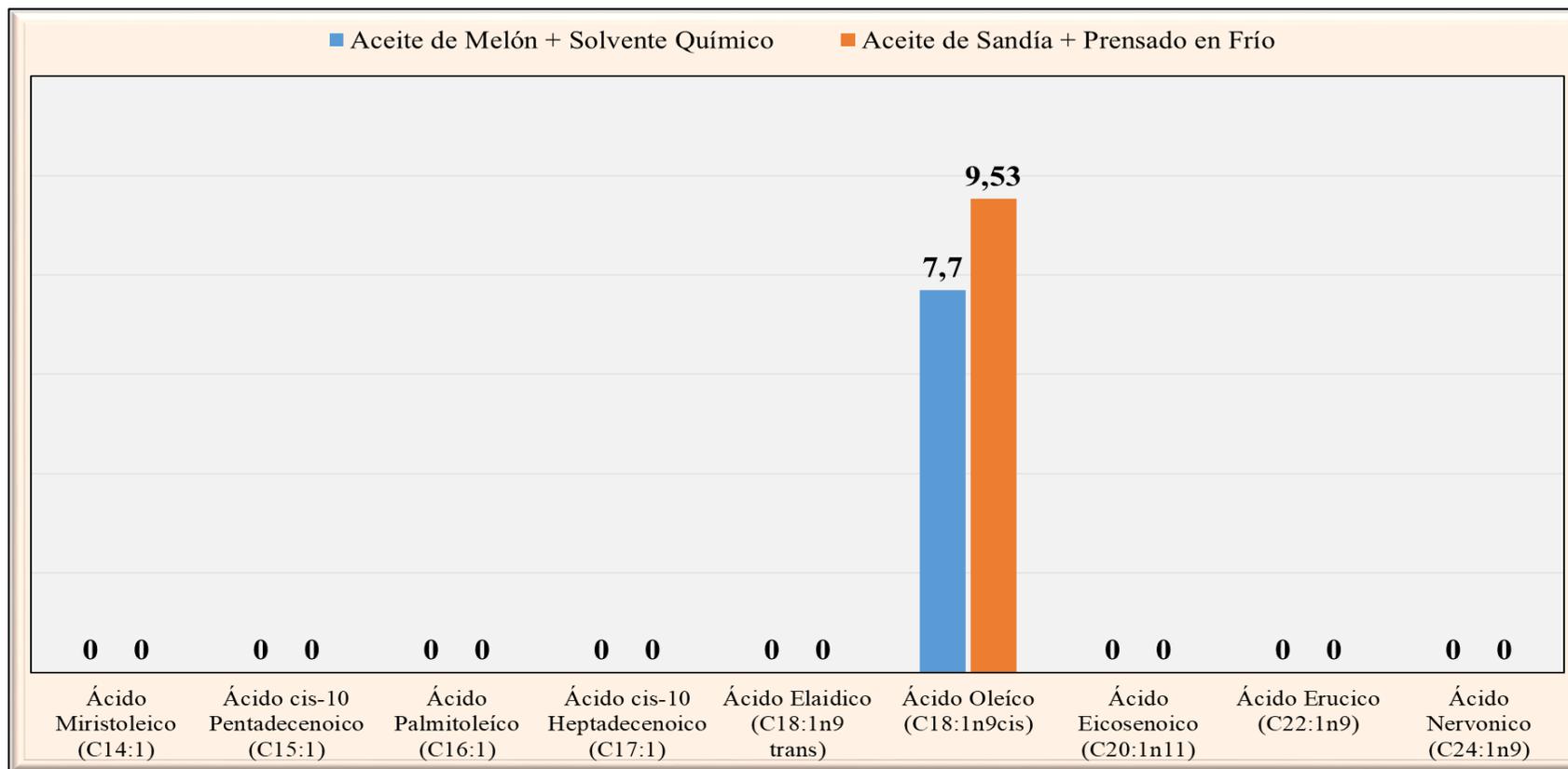
Figura 17: Perfil de ácidos grasos saturados de los mejores tratamientos (Aceite De Melón + Solvente Químico y Aceite de Sandía + Prensado en Frío) según el rendimiento obtenido mediante balance de masa.



Elaborado por: Autoras.

La **figura 17** muestra los valores para el perfil de ácidos grasos saturados correspondientes a los mejores tratamientos con mayor rendimiento; donde presentó un mayor contenido para el Ácido Palmítico (C16:0) en el Aceite De Melón + Solvente Químico (8,38 %), mientras que para el Ácido esteárico(C18:0) el de mayor valor se observó en el Aceite de Sandía + Prensado en Frío (2,89%). Y en cuanto al Ácido lignocérico (C24:0), los dos tratamientos muestran igual contenido (0,72%).

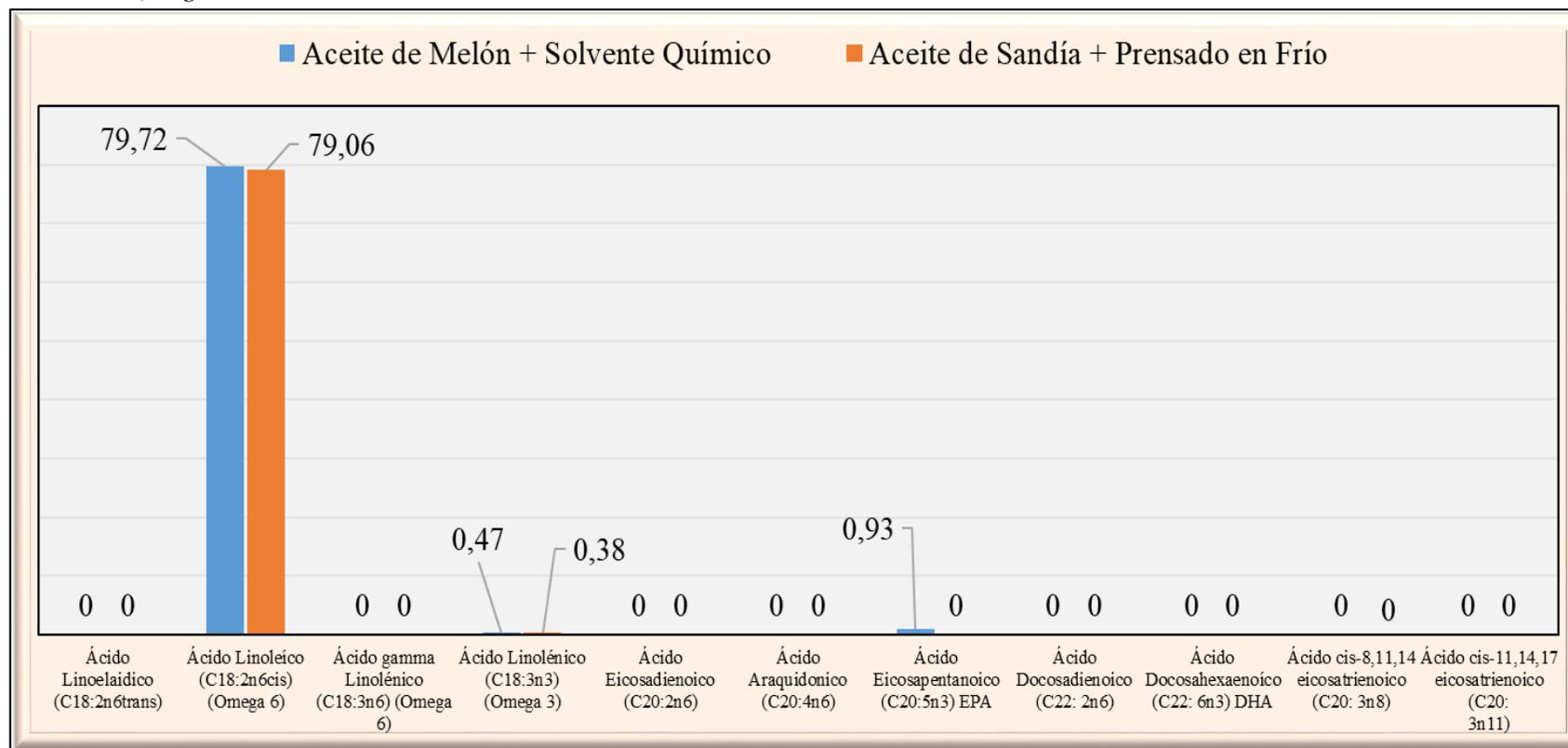
Figura 18: Perfil de ácidos grasos monoinsaturados de los mejores tratamientos (Aceite De Melón + Solvente Químico y Aceite de Sandía + Prensado en Frío) según el rendimiento obtenido mediante balance de masa.



Elaborado por: Autoras.

La **figura 18** muestra los valores para el perfil de ácidos grasos mono insaturado correspondientes a los mejores tratamientos con mayor rendimiento; donde presentó un mayor contenido para el Ácido Oleico (C18:1n9cis) en el Aceite de Sandía + Prensado en Frío (9,53%), mientras que el de menor valor se presentó en el Aceite De Melón + Solvente Químico (7,7%).

Figura 19: Perfil de ácidos grasos poliinsaturados de los mejores tratamientos (Aceite De Melón + Solvente Químico y Aceite de Sandía + Prensado en Frío) según el rendimiento obtenido mediante balance de masa.



Elaborado por: Autoras.

La **figura 19** muestra los valores para el perfil de ácidos grasos poliinsaturados correspondientes a los mejores tratamientos con mayor rendimiento; donde presentó un mayor contenido para el Ácido Linoleico (Omega 6) en el Aceite De Melón + Solvente Químico (79,72 %), mientras que para el Ácido Linoleico (Omega 3) el de mayor valor se observó en el Aceite De Melón + Solvente Químico (0,47%). Y en cuanto al Ácido Eicosapentanoico (EPA), muestra un mayor contenido en el Aceite De Melón + Solvente Químico (0,93%).

4.4. Resultados de la comparación a los parámetros físicos-químicos de los aceites obtenidos usando como referencia el aceite de oliva.

Tabla 14: Parámetros físicos-químicos del aceite de sandía vs aceite de oliva

	Aceite de sandía			Aceite de oliva según NTE INEN29:2012
	Método prensado en frío	Método por Solvente químico	Método combinado	
Humedad y materia volátil (%)	0.10	0.35	1.17	0-0.2
Ceniza (%)	0.02	0.01	0.01	0-5.0
Densidad relativa (g/mL)	0.9203	0.9176	0.9123	0.909-0.915
Acidez grasas y aceite (%)	0.25	0.32	0.27	0-0.5
Índice de refracción (η)	1.4740	1.4730	1.4730	1.466-1.4685
Índice de saponificación (mg KOH/g)	194.34	184.36	192.52	184-196
Índice de yodo (%)	134.43	128.98	125.79	79-89
Índice de peróxidos (meqO₂/Kg)	0.00	0.00	0.00	0-10.0
Ácidos grasos saturados(%)	11.03	N/A	N/A	14±0,4
Ácidos grasos monoinsaturados(%)	9.53	N/A	N/A	78±0,4
Ácidos grasos poliinsaturados(%)	79.44	N/A	N/A	6±0,4

Elaborado por: Autoras.

En la **tabla 16** se observa una comparación de los parámetros más significativos del aceite de sandía en los tres métodos de extracción y se ha determinado que con el método prensado en frío el aceite presenta valores similares en cada una de las variables, manteniendo porcentajes bajos en humedad, ceniza, acidez, saponificación y peróxido siendo un indicativo de mayor calidad del aceite y al sobrepasar los niveles de densidad relativa, índice refracción y yodo, se estima una gran cantidad de ácidos grasos de cadenas cortas.

En los resultados obtenidos de los ácidos grasos saturados, se pudo comparar que el mayor contenido se presentó en la normativa NTE INEN 29:2012 del aceite de Oliva (14±0,4 %) en relación al método Prensado en frío + Sandía (11.03%) que fue donde se mostró el valor más bajo.

Considerando los resultados obtenidos de los ácidos grasos monoinsaturados, se pudo comparar que el mayor contenido se presentó en la normativa (78±0,4%), en relación con el método Prensado en frío + Sandía (9.53%) que fue donde se mostró el valor más bajo.

En cuanto los resultados obtenidos de los ácidos grasos poliinsaturados, se pudo comparar que el menor contenido se presentó en la normativa NTE INEN 29:2012 del aceite de Oliva ($6\pm 0,4\%$) en relación al método Prensado en frío + Sandía (79.44%) que fue donde se mostró el valor más alto.

Tabla 15: *Parámetros físicos-químicos del aceite de melón vs aceite de oliva*

	Aceite de melón			Aceite de oliva según NTE INEN29:2012
	Método prensado en frío	Método por Solvente químico	Método combinado	
Humedad y materia volátil (%)	0.16	2.39	1.16	0-0.2
Ceniza (%)	0.01	0.11	0.01	0-5.0
Densidad relativa (g/mL)	0.9223	0.9136	0.9132	0.909-0.915
Acidez grasas y aceite (%)	0.44	0.43	0.36	0-0.5
Índice de refracción (fJ)	1.4745	1.4725	1.4740	1.466-1.4685
Índice de saponificación (mg KOH/g)	195.38	198.32	193.83	184-196
Índice de yodo (%)	132.76	131.97	132.18	79-89
Índice de peróxidos (meqO₂/Kg)	0.00	0.00	0.00	0-10.0
Ácidos grasos saturados(%)	N/A	11.38	N/A	14 \pm 0,4
Ácidos grasos monoinsaturados(%)	N/A	7.70	N/A	78 \pm 0,4
Ácidos grasos poliinsaturados(%)	N/A	81.12	N/A	6 \pm 0,4

Elaborado por: *Autoras.*

En la **tabla 17** se observa una comparación de los parámetros más significativos del aceite de melón en los tres métodos de extracción frente a los valores establecidos por la normativa NTE INEN 29:2012 del aceite de Oliva, determinando que con el método prensado en Frío el aceite presenta valores semejantes en cada una de las variables, manteniendo porcentajes bajos en humedad, ceniza, acidez, saponificación y peróxido siendo un indicativo de mayor calidad del aceite y al sobrepasar los niveles de densidad relativa, índice refracción y yodo, se estima una gran cantidad de ácidos grasos de cadenas cortas.

En los resultados obtenidos de los ácidos grasos saturados, se pudo comparar que el mayor contenido se presentó en la normativa NTE INEN 29:2012 del aceite de Oliva (14 \pm 0,4%) con relación al método Solvente químico + Melón (11.38%) que fue donde se mostró el valor más bajo.

Considerando los resultados obtenidos de los ácidos grasos monoinsaturados, se pudo comparar que el mayor contenido se presentó en la normativa ($78\pm 0,4\%$) en relación al método Solvente químico + Melón (7.70%) que fue donde se mostró el valor más bajo.

En cuanto los resultados obtenidos de los ácidos grasos poliinsaturados, se pudo comparar que el menor contenido se presentó en la normativa ($6\pm 0,4\%$) en relación al método Solvente químico + Melón (81.12%) que fue donde se mostró el valor más alto.

4.5. Discusión

4.5.1. Tipos de semillas (Factor A)

Considerando los resultados de la variable de humedad para el aceite de sandía (0,21%) y aceite de melón (0,90%), NTE INEN-ISO 662:2013, se encuentra fuera del rango establecido por (Firestone, 2009) con una humedad permitida de (0,10%), según la norma NMX-F-211-SCFI-2006. En cuanto a los resultados para la ceniza del aceite de sandía (0,02%) y el aceite de melón (0,05%), AOAC 923.03, el porcentaje de ceniza en los aceites varía de 0 – 4,09%, se encuentra dentro de lo establecido por (Márquez, 2014), con ellos se considera un porcentaje mínimo.

El resultado para la densidad relativa de sandía es de (0,92 g/mL) y para el aceite de melón (0,92 g/mL), en la norma NTE INEN 0035:2012, se encuentra dentro de lo establecido por (Badui, 2006), con una densidad de máximo (0,924g/mL) y un mínimo de (0,917g/mL) según la norma NTC 254. En cuanto a los resultados para la acidez del aceite de sandía (0,30%) y el aceite de melón (0,45%), NTE INEN ISO 660:2013, se encuentra dentro del rango establecido por (Badui, 2006), con una acidez máximo (0,60 %) y un mínimo de (0,10%), según la norma NTC 254.

Para el índice de refracción del aceite de sandía (1,47 η) y el aceite de melón (1,47 η), La norma AOAC 921.08, se encuentra fuera de lo establecido por (Soto, 2012) con una índice refracción de máximo (1.45 η) y un mínimo de (1.44 η). En cuanto a los resultados para el índice de saponificación del aceite de sandía (187,99 mg KOH/g) y el aceite de melón (196,68 mg KOH/g), NTE INEN ISO 3657:2013, el aceite de melón se encuentra fuera del rango establecido por (Calitri, 2009) con una índice saponificación de con un índice de saponificación máximo (195 mg KOH/g) y un mínimo de (188 mg KOH/g), según la norma NTC 254.

Para el índice de yodo del aceite de sandía (130,47%) y el aceite de melón (132,67%), NTE INEN ISO 3961:2013, se encuentra dentro de lo establecido por (Valenzuela, 2003) con un índice de yodo de máximo (141%) y un mínimo de (120%), según la norma NTC 254. En cuanto a los resultados para el índice de peróxidos del aceite de sandía (0,00 meqO₂/kg) y el aceite de melón (0,00 meqO₂/kg), NTE INEN ISO 3960:2013, se encuentra dentro de lo establecido por (Elham, 2009) con un índice de peróxidos máximo (10 meqO₂/kg) y un mínimo de (0 meqO₂/kg), según la norma NTC 254.

4.5.2. Método de extracción (Factor B)

Los resultados de la variable de humedad y materia volátil por los diferentes métodos de extracción, para el prensado (0,13%), por solvente químico (1,36%) y método combinado (0,16 %), se encuentran fuera del rango establecido por (Firestone, 2009) con una humedad permitida de (0,10%), según la norma NMX-F-211-SCFI-2006. Considerando los resultados de la variable de ceniza por los diferentes métodos de extracción, para el prensado (0,01%), por solvente químico (0,07%) y método combinado (0,02 %), el porcentaje de ceniza en los aceites varía de 0 – 4,09%, se encuentra dentro de lo establecido por (Márquez, 2014), con ellos se considera un porcentaje mínimo.

La variable densidad relativa de acuerdo a los diferentes métodos de extracción, para el prensado (0,92 g/mL), por solvente químico (0,92 g/mL), y método combinado (0,92 g/mL), se encuentra dentro de lo establecido por (Badui, 2006), con una densidad de máximo (0,924g/mL) y un mínimo de (0,917g/mL) según la norma NTC 254. Considerando los resultados de la variable de acidez grasas y aceites por los diferentes métodos de extracción, para el prensado (0,35 %), por solvente químico (0,37 %), y método combinado (0,40 %), se encuentra dentro del rango establecido por (Badui, 2006), con una acidez máximo de (0,60%) y un mínimo de (0,10 %), según la norma NTC 254.

Para los resultados de índice de refracción por los diferentes métodos de extracción, para el prensado (1,47 η), por solvente químico (1,47 η), y método combinado (1,47 η), se encuentra fuera de lo establecido por (Soto, 2012) con una índice refracción de máximo (1.45 η) y un mínimo de (1.44 η). Considerando los resultados de la variable índice de saponificación por los diferentes métodos de extracción, para el prensado (194,86 mg KOH/g), por solvente químico (191,34 mg KOH/g), y método combinado (190,80 mg KOH/g), NTE INEN ISO 3657:2013, se encuentran dentro del rango establecido por (Calitri, 2009) con un índice de saponificación máximo (195 mg KOH/g) y un mínimo de (188 mg KOH/g), según la norma NTC 254.

Para el índice de yodo, existieron diferentes resultados, para el prensado (133,60 %), por solvente químico (130,47 %), y método combinado (133,64 %), el cual se encuentra dentro de lo establecido por (Valenzuela, 2003) con un índice de yodo de máximo (141%) y un mínimo de (120 %), según la norma NTC 254. Considerando los resultados de la variable de índice de peróxidos de acuerdo a los diferentes métodos de extracción, por prensado al frío (0,00 meqO₂/kg), por solvente químico (0,00 meqO₂/kg), y método combinado con un valor

de (0,00 meqO₂/kg), se encuentra dentro del rango establecido por (Elham, 2009) con un índice de peróxidos máximo (10 meqO₂/kg) y un mínimo de (0 meqO₂/kg), según la norma NTC 254.

4.5.3. Tipos de semillas y los diferentes métodos de extracción (Factor AxB)

Para el contenido de humedad se encontró un mayor valor en la interacción a0b1: Sandia + solvente (0,36%) y el menor contenido se dio en la interacción a0b0: Sandia + Prensado (0,10%). En cuanto a los resultados para el contenido de humedad se encontró un mayor valor en la interacción a1b1: Melón + solvente (2,37%) y el menor contenido se dio en la interacción a1b0: Melón+ Prensado (0,17%) y a1b2: Sandia + Prensado (0,17%). En cuanto a los resultados para el contenido de ceniza se encontró un mayor valor en la interacción a0b2: Sandia + combinado (0,03%) y el menor contenido se dio en la interacción a0b0: Sandia + Prensado (0,02%) y a0b1: Sandia + solvente (0,02%). En cuanto a los resultados para el contenido de ceniza se encontró un mayor valor en la interacción a1b1: Melón + solvente (0,12%) y el menor contenido se dio en la interacción a1b0: Melón+ Prensado (0,01%).

En la densidad relativa se encontró que existe los mismos niveles de interacción de (0,92 g/mL) por los tres métodos. En cuanto a los resultados para el contenido de la densidad relativa se encontró un mayor valor en la interacción a1b0: Melón+ Prensado (0,92 g/mL) y el menor contenido dio como resultado en dos interacciones A1B1: Melón+ Solvente (0,91 g/mL) y a1b2: Melón + combinado (0,91 g/mL). En cuanto a los resultados para el contenido de acidez se encontró un mayor valor en la interacción a0b1: Sandia + solvente (0,33%) y el menor contenido se dio en la interacción a0b0: Sandia + Prensado (0,26%). En cuanto a los resultados para el contenido de acidez se encontró un mayor valor en la interacción a1b2: Melón + combinado (0,48%) y el menor contenido se dio en la interacción a1b1: Melón+ solvente (0,42%).

El de índice de refracción se encontró que existe los mismos niveles de valor en las tres interacciones (1,47 η). En cuanto a los resultados para el contenido de índice de refracción se encontró que existe los mismos niveles de valor en las tres interacciones (1,47 η). En cuanto a los resultados para el contenido de índice de saponificación se encontró un mayor valor en la interacción a0b0: Sandia + prensado (194,35 mg KOH/g) y el menor contenido se dio en

la interacción a0b1: Sandia + solvente (184,36 mg KOH/g). En cuanto a los resultados para el contenido de índice de saponificación se encontró un mayor valor en la interacción a1b1: Melón + solvente (198,33 mg KOH/g) y el menor contenido se dio en la interacción a1b0: Melón+ Prensado (195,38 mg KOH/g).

El de índice de yodo se encontró un mayor valor en la interacción a0b0: Sandia + prensado (134,44%) y el menor contenido se dio en la interacción a0b2: Sandia + combinado (127,99%). En cuanto a los resultados para el contenido de índice de yodo se encontró un mayor valor en la interacción a1b2: Melón + combinado (133,29%) y el menor contenido se dio en la interacción a1b1: Melón+ solvente (131,97%). En cuanto a los resultados para el contenido de índice de peróxidos se encontró que los niveles por los tres métodos están en un promedio de cero, lo cual favorece al aceite debido a que menos índice de peróxidos el aceite no tiende a oxidarse. En cuanto a los resultados para el contenido de índice de peróxidos se encontró que los niveles por los tres métodos están en un promedio de cero, lo cual favorece al aceite debido a que menos índice de peróxidos el aceite no tiende a oxidarse.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se realizó la extracción del aceite a partir de semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) mediante tres métodos de extracción: Prensado en frío, el cual las semillas se someten a un proceso mediante una prensa hidráulica que ejerce una presión de trabajo para la extracción del aceite en una bandeja de acero inoxidable; mientras que por el método Solvente químico, las semillas fueron trituradas y posterior a esto sometidas a un proceso de extracción mediante el extractor Soxhlet siendo un sistema que permite recircular el líquido disolvente y permite la separación sólido-líquido, con la utilización de éter de petróleo a una temperatura de 50°C; en cuanto al método Combinado, se usó la torta residual obtenida del prensado al frío por cada tipo de semillas, el cual fueron sometidas a un proceso de extracción mediante el extractor Soxhlet.
- Se evaluó la composición físico-química del aceite de semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*), en cuanto a la humedad se presentó un mejor resultado en la interacción a1b1: melón + solvente (2,37 %); en lo que respecta a las cenizas, se reportaron los mejores resultados en la interacción a1b1: Melón + Solvente (0,12 %); variable acidez presente en el aceite se pudo determinar que en la interacción a1b2: Melón + Combinado (0,48 %) fueron obtenidos los mejores resultados, ocurriendo lo mismo en el porcentaje de densidad relativa donde los resultados se demostraron en la interacción a1b0: Melón + Prensado (0,92 g/mL). Considerando el índice de saponificación se presentó mayor contenido en la interacción a1b1: melón + Solvente (198,33 mg KOH/g); y en lo que respecta al índice de yodo, se reportaron los mejores resultados en la interacción a0b0: Sandía + Prensado (134,44 %).
- Se determinó el rendimiento por medio de un balance de masa, logrando obtener los mejores resultados en el tratamiento Aceite De Melón + Solvente Químico, en cuanto a los Ácidos grasos saturados (11,38%), Ácidos grasos monoinsaturados (7,70%), Ácidos grasos poliinsaturados (81,12%); mientras que el Aceite de Sandía + Prensado en Frío presentó un mayor rendimiento, demostrando los siguientes resultados de Ácidos grasos saturados con un valor de (11,03%), Ácidos grasos monoinsaturados con (9,53%), y Ácidos grasos poliinsaturados (79,44%).

- En la comparación de los parámetros físicos-químicos de los aceites obtenidos de semillas de sandía y melón estudiados en esta investigación, presentaron valores muy cercanos y dentro de los parámetros establecidos por la NTE INEN 29: 2012 del aceite de oliva, lo cual da a entender que los aceites mencionados, presentan un excelente grado alimentario y puede ser utilizados para la alimentación humana, aportando así de manera positiva varios beneficios para la salud de los consumidores, situándose estos dentro de los aceites vegetales obtenidos de semillas procedentes de la de la localidad para ser aprovechados en la industria Agroalimentaria.

5.2. Recomendaciones

- Con respecto a la influencia de los métodos de extracción, es recomendable el prensado en frío como una alternativa para garantizar un aceite natural con buena calidad, ya que, al tener ausencia de calor y solventes orgánicos durante el proceso de extracción, permite que el aceite conserve propiedades deseables para fines comestibles, además de los beneficios que aporta al contener un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados.
- En cuanto, a los diferentes análisis, se propone realizar un análisis toxicológico al proponer los aceites en estudio para la industria alimentaria, el resultado obtenido muestras buenos índices de calidad, y con un perfil de ácidos grasos favorables comparados con el aceite de oliva, cabe la posibilidad que estén presentes sustancias tóxicas debido al reactivo utilizado, el cual a mediano o largo plazo puede causar daños a la salud.
- Se considera la utilización de envases de vidrio porque es un material inerte, esterilizado, no poroso y no mantiene ninguna interacción química con su contenido, para el almacenamiento de aceites.
- Considerando los resultados físico-químicos obtenidos, el índice de peróxidos es cero, lo que indica que el grado de oxidación es favorable y por tanto la probabilidad de no volverse rancio.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- [1] V. Sánchez-Valle y N. Méndez-Sánchez, «Estrés Oxidativo Antioxidantes Enfermedad,» *Rev Invest Med Sur Mex*, vol. 20, nº 3, pp. 161-168, 2013.
- [2] K. Mavi, «La alimentación española: Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta.,» *Hortic. Sci.*, vol. 37, nº 2, pp. 62-69, 2010.
- [3] J. B. Franco, Extracción de aceite de semillas oleaginosas., España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1988.
- [4] P. J. P. Toral, Proyecto de producción y comercialización de semillas de girasol, Azuay: BS thesis. Universidad del Azuay, 2018.
- [5] M. I. E. Rivas, "Introdução à taxonomia de poaceae: treinamento em identificação e montagem de exsicatas.", Brasil: Universidad Federal de Río Grande del Sur, 2012.
- [6] D. D. Espinoza, «Estudio de las características fisicoquímicas y compuestos contaminantes del aceite de sandía (*Citrullus lanatus*) considerando distintas variedades y métodos de extracción,» 09 2021.
- [7] M. Coronado, S. Vega, R. León, M. Vázquez y C. Radilla, «Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana,» *Rev. Chil. Nutr.*, vol. 42, nº 2, pp. 206-212, 2015.
- [8] M. S. Z. Schindler, C. Frozza, G. Anzollin, J. F. F. Calisto, A. L. Radünz, M. P. Mariot, J. D. Magro y L. Zanatta, «Phytochemical characterization and in vitro effects of extracts produced from different *Maytenus ilicifolia* matrices on the activity of intestinal disaccharidases,» *European Journal of Medicinal Plants*, vol. 31, nº 14, pp. 32-44, 2020.
- [9] S. Harumi, K. Stelly, N. Turin-Oliveira, A. E. Rezende, M. Stipp, C. Martins, C. Corso y L. Milani, «Efeitos de polissacarídeos do jambo no modelo tumoral sólido de Ehrlich em camundongos,» *Infarma-Ciênc. Farm.*, vol. 32, nº 14, pp. 86-100, 2020.
- [10] M. F. Meza-Corso y C. González-Ardila, «Actualización en el tratamiento de las reacciones adversas cutáneas graves a los medicamentos,» *Rev. Asoc. Colomb. Dermatol. Cir. Dermatológica*, vol. 28, nº 4, pp. 340-351, 2021.
- [11] M. F. Meza-Corso y C. González-Ardila, «Actualización en el tratamiento de las reacciones adversas cutáneas graves a los medicamentos,» *Rev. Asoc. Colomb. Dermatol. Cir. Dermatológica*, vol. 28, nº 4, 2020.
- [12] V. L. Begambre, Estudio monográfico sobre el uso y aplicaciones del aceite y la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*), Montería: Universidad de Córdoba, 2020.
- [13] D. J. M. González, Q. L. C. Celis y B. W. R. Castañeda, «Influencia de la variación temporal de fenoles y materia orgánica sobre la capacidad de degradación de la biota bacteriana en un reactor anaerobio de flujo a pistón (RAP),» *Épsilon*, vol. 1, nº 15, pp. 221-235, 2010.
- [14] P. Chawla y A. Bains, «Functional properties, and in vitro mineral bioavailability of defatted cucumis melo and *Citrullus vulgaris* seed flours,» *Plant Arch.*, vol. 20, nº 2, pp. 3203-3207, 2020.

- [15] B. Tabiri, J. K. Agbenorhevi, F. D. Wireko-Manu y E. I. Ompouma, «Watermelon seeds as food: Nutrient composition, phytochemicals and antioxidant activity,» *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, vol. 5, n° 2, pp. 139-144, 2016.
- [16] N. M. Benalcázar y C. J. Beatriz, «Extracción de aceite de semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) y la medición de sus propiedades antimicrobianas,» 2022.
- [17] S. Raziq, A. Farooq, M. Zahed, S. Shaukat y N. Raziya, «Characterization of seed oils from different varieties of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.)] from Pakistan,» 30 12 2012.
- [18] G. J. Fornaris y L. W. I., «Conjunto tecnológico para la producción de melón "Cantaloupe" y "Honeydew",» 2009.
- [19] D. Fuller, L. Lloyd y R. Schlosser, «Further development of an Augmentative and Alternative Communication symbol taxonomy,» *Further development of an Augmentative and Alternative Communication symbol taxonomy, Augmentative and Alternative Communication*, vol. 8, n° 1, pp. 67-74, 1992.
- [20] J. G. R. Pimentel, A. H. Herrera, C. Mancilla y J. C. Prieto, «Caracterización de las proteínas de reserva y contenido mineral de semilla de melón (*Cucumis melo* L.)* Characterization of storage proteins and mineral content melon seed (*Cucumis melo* L.),» 2016.
- [21] R. Berbel, «Estudio de la viscosidad y densidad de diferentes aceites para su uso como biocombustible,» 2011.
- [22] T. D. A. y P. V. A. Leyva, Perdida de las raíces culinarias por la transformación en la cultura alimentaria., *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 6:867-889., 2015.
- [23] A. O. y S. d. M. F. Martínez, Arginina, óxido nítrico y función endotelial., *Ars Pharm* 45:303-317., 2004.
- [24] J. G. R. Pimentel, A. H. Herrera, C. L. A. Mancilla, J. C. Prieto, G. I. d. I. Fuente y J. C. R. Pérez., Caracterización de las proteínas de reserva y contenido mineral de semilla de melón (*Cucumis melo* L.)*, Celaya, Guanajuato, México: *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.7 Núm.7, 2016.
- [25] M. H. Hu y Y. Ao, Characteristics of some nutritional composition of melon (*Cucumis melo* hybrid 'Chunli') seeds., *Inter. J. Food Sci. Technol.* 42:1397-1401, 2007.
- [26] A. Orús, «Statista,» 07 02 2022. [En línea].
- [27] A. Sandoval, F. Forero y J. Garcia, «Postcosecha y transformación de aguacate: agroindustria rural innovadora,» 2010.
- [28] A. V. Yate, «Evaluación del proceso de extracción del aceite de *Jatropha curcas* L. para la producción de biodiesel,» 2013.
- [29] C. Ofori-Boateng, K. T. Lee y J. Lim, «Comparative exergy analyses of *Jatropha curcas* oil extraction methods: Solvent and mechanical extraction processes,» *Energy Conversion and Management*, vol. 55, 2012.

- [30] Farmet, «The effective technology and complex services,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.farmet.cz/es/procesamiento-complejo-de-las-semillas-oleaginosas>.
- [31] R. Cruz y C. Zepeda, «Obtención, refinación y caracterización del aceite de la semilla de *passiflora edulis flavicarpa*, (maracuyá),» 2004.
- [32] C. C. Cabezas-Zábala, B. C. Hernández-Torres y M. Vargas-Zarate, «Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial,» vol. 761, n° 4, 2016.
- [33] A. Massa, Y. M y E. Manca, «Acidos grasos poliinsaturados de la serie Omega - 3 en ejemplares bonaerenses y patagónicos de anchoíta argentina,» 2007.
- [34] A. Massa, M. Yeannes y E. Manca, «Acidos grasos poliinsaturados de la serie Omega - 3 en ejemplares bonaerenses y patagónicos de anchoíta argentina,» 2007.
- [35] M. Rodríguez-Cruz, A. R. Tovar, M. del Prado y N. Torres, «Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud,» 2005.
- [36] S. Durán Agüero, J. Torres García y S. C. Julio, «Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades,» *SciELO*, vol. 32, n° 1, pp. 11-19, 2015.
- [37] A. Valenzuela y S. Julio, «Aceites de origen marino; su importancia en la nutrición y en la ciencia de los alimentos.,» *SciELO*, vol. 36, n° 3, pp. 246-257, 2009.
- [38] A. M. Serpa, A. Echeverri, M. P. Lezcano, V. L. M, R. A. F y G. A. Hincapié, «Extracción de aceite de aguacate variedad “Hass” (persea americana mill) liofilizado por prensado en frio,» vol. 8, n° 2, pp. 113-123, 2014.
- [39] A. M. Waqar, M. Nadeem y R. Sajid, «Analytical Characterization of Pure and Blended Watermelon (*Citrullus lanatus*) oil: Impact of Blending on Oxidative Stability,» *Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry*, vol. 16, n° 1, pp. 2221-5255, 2015.
- [40] A. Mariod, B. Matthäus, K. Eichner y I. H. Hussein, «Improving the oxidative stability of sunflower oil by blending with *Sclerocarya birrea* and *Aspongopus viduatus* oils,» *Journal of Food Lipids*, vol. 12, n° 2, pp. 150-158, 2005.
- [41] S. A. R. A. R. M. A. A. M. E. O. S. J. & M. M. S. (. S. (. 1. N. 1. p. Idris, «Composition, physical properties and drying characteristics of seed oil of *Citrullus lanatus*. In AIP Conference Proceedings,» *In AIP Conference Proceedings*, vol. 1885, n° 1, 2017.
- [42] E. Sánchez-Rodríguez y M. D. Mesa, «Compuestos bioactivos del aceite de oliva virgen,» *Nutrición Clínica en Medicina*, vol. 12, n° 2, pp. 80-94, 2018.
- [43] M. Ismail, A. Mariod, G. Bagalkotkar y H. S. Ling, «Actividad antioxidante y composición de ácidos grasos de aceites de semilla de melón de dos variedades extraídos mediante extracción con fluido supercrítico.,» *Grasas y aceites*, vol. 61, n° 1, pp. 37-44, 2010.
- [44] N. E. C. Johanna, «Extracción y caracterización de aceite de semillas de calabaza (*Cucúrbita ficifolia*), mediante el uso de distintos solventes,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI, Tulcán, Ecuador, 2021.

- [45] L. B. VERGARA, «ESTUDIO MONOGRÁFICO SOBRE EL USO Y APLICACIONES DEL ACEITE Y LA SEMILLA DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*)», UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS, CÓRDOBA, 2020.
- [46] D. Firestone, Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 6th Edition, 2nd Printing, Mexico, 2009.
- [47] B. Márquez, Determinación de cenizas en aceites, Arequipa: Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, 2014.
- [48] D. Badui, Química de los alimentos. 3era ed., México: Editorial Prentice Hall. Págs. 213-273, 327-345, 2006. .
- [49] B. L. Soto, requisitos que deben cumplir los aceites y grasas de origen vegetal, Bogotá, D. C, 2012.
- [50] D. Calitri, Conservación de las propiedades fisicoquímicas del aceite de maiz sometido a entre uno y siete banos de frituras. .pag 8-8, Universidad ISALUD, 2009.
- [51] A. .. y. S. J. Valenzuela, Estudio comparativo, en fritura, de la estabilidad e diferentes aceites vegetales., Investigaciones, transferencia de tecnología, Tomo N° 4. Pags 568-57, 2003.
- [52] T. y. M. J. Elham, Frying Quality Characteristics of French Fries Prepared in Refined Olive Oil and Palm Olein, International Publisher Science echnology, Medicine. Págs. 885- 893., 2009.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1: Tipos de semillas: sandía y melón

RECEPCION DE MATERIA PRIMA	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>
RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>
PESADO 1 (CON HUMEDAD)	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>

SECADO DE SEMILLAS EN LA ESTUFA

SANDIA Y MELÓN



Fuente: Autoras



Fuente: Autoras

PESADO 2 (SIN HUMEDAD)

SANDIA



Fuente: Autoras

MELÓN

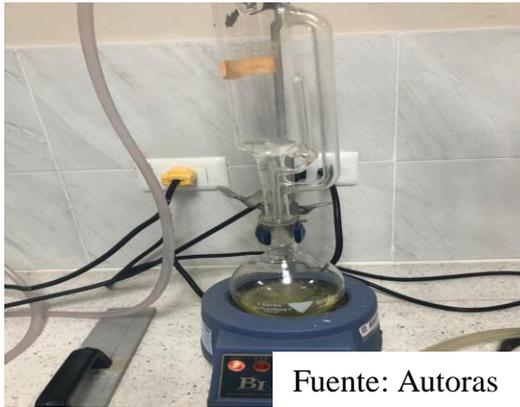
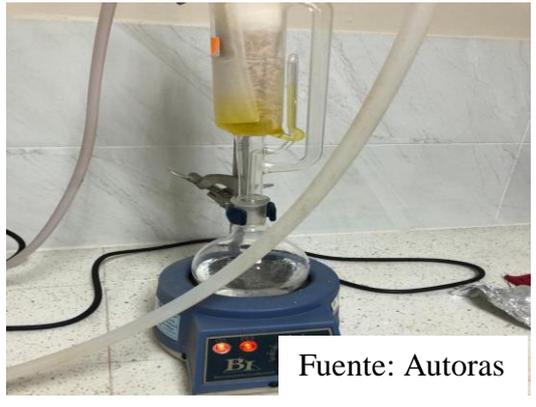


Fuente: Autoras

Anexo 2: Método de extracción prensado en frío

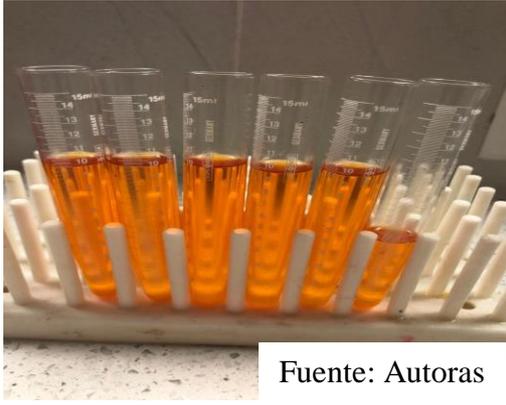
RECEPCIÓN DE SEMILLAS	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>
PRENSADO	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>
EXTRACCION DE ACEITE	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>

Anexo 3: Método de extracción por solvente químico

RECEPCIÓN DE SEMILLAS	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>
TRITURADO	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>
EXTRACCION EN EL EQUIPO SOXHLET	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>

EXTRACCION DE ACEITE

SANDIA



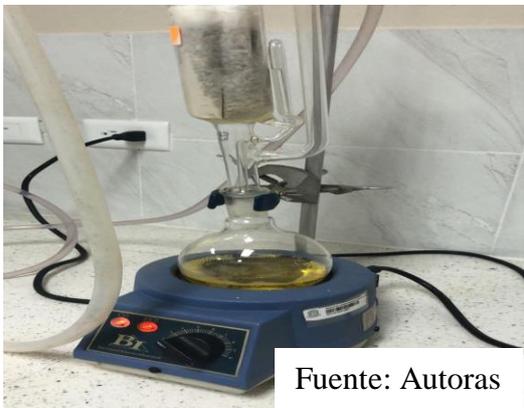
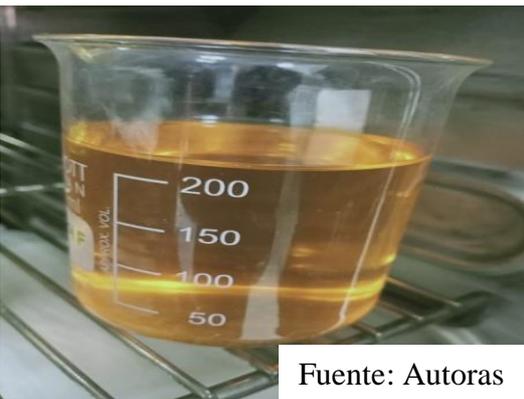
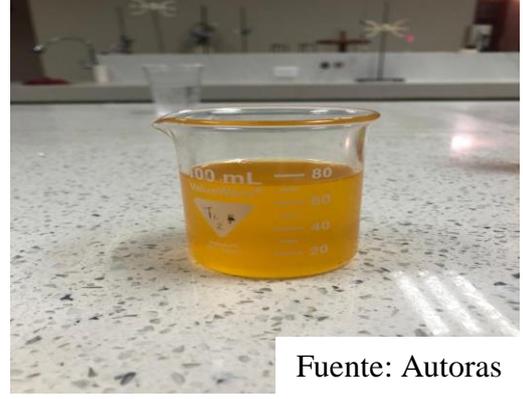
Fuente: Autoras

MELÓN



Fuente: Autoras

Anexo 4: Método de extracción combinado

RECEPCIÓN DE TORTA RESIDUAL	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>
EXTRACCION EN EL EQUIPO SOXHLET	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>
EXTRACCIÓN DE ACEITE	
SANDIA	MELÓN
 <p>Fuente: Autoras</p>	 <p>Fuente: Autoras</p>

ENVASADO DE ACEITE POR CADA MÉTODO

SANDIA

MELÓN



Fuente: Autoras



Fuente: Autoras



Fuente: Autoras

Anexo 5: Cuadro general de resultados de Análisis bromatológicos de los aceites extraídos por tres métodos de extracción.

Tipos de semillas	Método de extracción	Repetición	humedad y materia volátil (%)	Ceniza (%)	Densidad relativa (g/ml)	Acidez (%)	Índice de refracción	Saponificación(mg/g)	Índice de yodo (%)	Índice de Peróxido (meq O2/kg)
Sandía	Prensado	1	0,10	0,020	0,9203	0,25	1,4740	194,34	134,43	0,00
Sandía	Solvente químico	1	0,35	0,010	0,9179	0,32	1,4730	184,36	128,98	0,00
Sandía	Combinado	1	0,17	0,020	0,9170	0,31	1,4738	185,25	127,99	0,00
Melón	Prensado	1	0,16	0,010	0,9223	0,44	1,4745	195,38	132,76	0,00
Melón	Solvente químico	1	2,39	0,110	0,9136	0,43	1,4725	198,32	131,97	0,00
Melón	Combinado	1	0,16	0,010	0,9145	0,48	1,4733	196,33	133,28	0,00
Sandía	Prensado	2	0,11	0,010	0,9205	0,26	1,4741	194,35	134,44	0,00
Sandía	Solvente químico	2	0,36	0,020	0,9178	0,33	1,4731	184,36	128,97	0,00
Sandía	Combinado	2	0,15	0,030	0,9172	0,33	1,4736	185,26	127,98	0,00
Melón	Prensado	2	0,17	0,010	0,9222	0,45	1,4746	195,38	132,78	0,00
Melón	Solvente químico	2	2,35	0,120	0,9136	0,41	1,4726	198,33	131,96	0,00
Melón	Combinado	2	0,17	0,020	0,9146	0,47	1,4735	196,35	133,29	0,00
Sandía	Prensado	3	0,1	0,015	0,9204	0,26	1,4741	194,35	134,44	0,00
Sandía	Solvente químico	3	0,355	0,015	0,9179	0,33	1,4731	184,36	128,98	0,00
Sandía	Combinado	3	0,16	0,025	0,9171	0,32	1,4737	185,26	127,99	0,00
Melón	Prensado	3	0,165	0,010	0,9223	0,45	1,4746	195,38	132,77	0,00
Melón	Solvente químico	3	2,37	0,115	0,9136	0,42	1,4726	198,33	131,97	0,00
Melón	Combinado	3	0,165	0,015	0,9146	0,48	1,4734	196,34	133,29	0,00

Elaborado por: Autoras.

Anexo 6: Resultados del laboratorio del análisis físico-químicos de los aceites



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.62466a

DATOS DEL CLIENTE

Cliete:	MARTHA DANIELA JACOME CALIE
Dirección:	QUEVEDO, SAN CAMILO, AVENIDA GUAYAQUIL, CALLEJÓN A
Teléfono:	0988049195

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Aceite de melón prensado		
Lote	1	Contenido Declarado:	50mL
Fecha de Elaboración:	2022-08-01	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-09-07	Hora de Recepción	14:46:27
Fecha de Análisis:	2022-09-08	Fecha de Emisión:	2022-09-13
Material de Envase:	VIDRIO		
Toma de Muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD Y MATERIA VOLÁTIL	0.16	%	MFQ-191	NTE INEN-ISO 662:2013/ Gravimetría
CENIZA	0.01	%	MFQ-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo
DENSIDAD RELATIVA	0.9223	g/mL	MIN-23	NTE INEN 0035:2012/ Pícnómetro
ACIDEZ GRASAS Y ACEITES	0.44	% (Ac. Oleico)	MFQ-81	NTE INEN ISO 660:2013/ Volumetría
INDICE DE REFRACCION	1.4745	η	MFQ-29	AOAC 921.08/ Refractometría
INDICE DE SAPONIFICACION	195.38	mg/g	MFQ-46	NTE INEN ISO 3657:2013/ Volumetría
INDICE DE YODO	132.76	%	MFQ-45	NTE INEN ISO 3961:2013/ Volumetría
INDICE DE PERÓXIDOS	0.00	meqO2/kg	MFQ-09	NTE INEN ISO 3960:2013/ Volumetría



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Tef. (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Desarrollado por RocioSoft.com pág. 1/2

RFQ-7.8-01 / Edición RG: 10

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.62466b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	MARTHA DANIELA JACOME CALIE
Dirección:	QUEVEDO, SAN CAMILO, AVENIDA GUAYAQUIL, CALLEJÓN A
Teléfono:	0988049195

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Aceite de sandía prensado		
Lote	1	Contenido Declarado:	50mL
Fecha de Elaboración:	2022-08-01	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-09-07	Hora de Recepción	14:46:27
Fecha de Análisis:	2022-09-08	Fecha de Emisión:	2022-09-13
Material de Envase:	VIDRIO		
Toma de Muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD Y MATERIA VOLÁTIL	0.10	%	MFQ-191	NTE INEN-ISO 662:2013/ Gravimetría
CENIZA	0.02	%	MFQ-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo
DENSIDAD RELATIVA	0.9203	g/mL	MIN-23	NTE INEN 0035:2012/ Pícnómetro
ACIDEZ GRASAS Y ACEITES	0.25	% (Ac. Oleico)	MFQ-81	NTE INEN ISO 660:2013/ Volumetría
INDICE DE REFRACCION	1.4740	η	MFQ-29	AOAC 921.08/ Refractometría
INDICE DE SAPONIFICACION	194.34	mg/g	MFQ-46	NTE INEN ISO 3657:2013/ Volumetría
INDICE DE YODO	134.43	%	MFQ-45	NTE INEN ISO 3961:2013/ Volumetría
INDICE DE PERÓXIDOS	0.00	meqO2/kg	MFQ-09	NTE INEN ISO 3960:2013/ Volumetría



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Tef: (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.62466c

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	MARTHA DANIELA JACOME CALIE
Dirección:	QUEVEDO, SAN CAMILO, AVENIDA GUAYAQUIL, CALLEJÓN A
Teléfono:	0988049195

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Aceite de melón soxhlet		
Lote	1	Contenido Declarado:	50mL
Fecha de Elaboración:	2022-08-01	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-09-07	Hora de Recepción	14:46:27
Fecha de Análisis:	2022-09-08	Fecha de Emisión:	2022-09-13
Material de Envase:	VIDRIO		
Toma de Muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD Y MATERIA VOLÁTIL	2.39	%	MFQ-191	NTE INEN-ISO 662:2013/ Gravimetría
CENIZA	0.11	%	MFQ-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo
DENSIDAD RELATIVA	0.9136	g/mL	MIN-23	NTE INEN 0035:2012/ Picnómetro
ACIDEZ GRASAS Y ACEITES	0.43	% (Ac. Oleico)	MFQ-81	NTE INEN ISO 660:2013/ Volumetría
INDICE DE REFRACCION	1.4725	η	MFQ-29	AOAC 921.08/ Refractometría
INDICE DE SAPONIFICACION	198.32	mg/g	MFQ-46	NTE INEN ISO 3657:2013/ Volumetría
INDICE DE YODO	131.97	%	MFQ-45	NTE INEN ISO 3961:2013/ Volumetría
INDICE DE PERÓXIDOS	0.00	meqO ₂ /kg	MFQ-09	NTE INEN ISO 3960:2013/ Volumetría



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.62466d

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	MARTHA DANIELA JACOME CALIE
Dirección:	QUEVEDO, SAN CAMILO, AVENIDA GUAYAQUIL, CALLEJÓN A
Teléfono:	0988049195

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Aceite de sandía soxhlet		
Lote	1	Contenido Declarado:	50mL
Fecha de Elaboración:	2022-08-01	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-09-07	Hora de Recepción	14:46:27
Fecha de Análisis:	2022-09-08	Fecha de Emisión:	2022-09-13
Material de Envase:	VIDRIO		
Toma de Muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD Y MATERIA VOLÁTIL	0.35	%	MFQ-191	NTE INEN-ISO 662:2013/ Gravimetría
CENIZA	0.01	%	MFQ-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo
DENSIDAD RELATIVA	0.9176	g/mL	MIN-23	NTE INEN 0035:2012/ Pícnómetro
ACIDEZ GRASAS Y ACEITES	0.32	% (Ac. Oleico)	MFQ-81	NTE INEN ISO 660:2013/ Volumetría
INDICE DE REFRACCION	1.4730	n	MFQ-29	AOAC 921.08/ Refractometría
INDICE DE SAPONIFICACION	184.36	mg/g	MFQ-46	NTE INEN ISO 3657:2013/ Volumetría
INDICE DE YODO	128.98	%	MFQ-45	NTE INEN ISO 3961:2013/ Volumetría
INDICE DE PERÓXIDOS	0.00	meqO2/kg	MFQ-09	NTE INEN ISO 3960:2013/ Volumetría



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com