



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE ZAPALLO  
(*Cucurbita máxima*) PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN  
ALIMENTICIA SURCOS DEL SOL EN EL CANTÓN SIGCHOS,  
PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de  
Ingenieras Agroindustriales

**Autoras:**

Galarza Balseca Kamilly Natalia  
Maldonado Granja Lisbeth Andrea

**Tutora:**

Trávez Castellano Ana Maricela

**LATACUNGA – ECUADOR**  
**Marzo 2026**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Galarza Balseca Kamilly Natalia, con cédula de ciudadanía No. 0503742280 y Maldonado Granja Lisbeth Andrea con cédula de ciudadanía No. 0504280322, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN ALIMENTICIA SURCOS DEL SOL EN EL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, siendo la Ingeniera Mg. Ana Maricela Trávez Castellano, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 11 de febrero del 2026

Kamilly Natalia Galarza Balseca  
C.C: 0503742280  
**ESTUDIANTE**

Lisbeth Andrea Maldonado Granja  
C.C: 0504280322  
**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **GALARZA BALSECA KAMILLY NATALIA**, identificada con cédula de ciudadanía **0503742280** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**CHARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN ALIMENTICIA SURCOS DEL SOL EN EL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2022 - Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutora: Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

Tema: “**CHARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN ALIMENTICIA SURCOS DEL SOL EN EL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI**”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 11 días del mes de febrero del 2026.

Kamilly Natalia Galarza Balseca  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **MALDONADO GRANJA LISBTEH ANDREA**, identificada con cédula de ciudadanía **0504280322** de estado civil casada, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN ALIMENTICIA SURCOS DEL SOL EN EL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2022 - Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutora: Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

Tema: **“CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN ALIMENTICIA SURCOS DEL SOL EN EL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 11 días del mes de febrero del 2026.

Lisbeth Andrea Maldonado Granja  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

**“CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN ALIMENTICIA SURCOS DEL SOL EN EL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, de Galarza Balseca Kamilly Natalia y Lisbeth Andrea Maldonado Granja, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 11 de febrero del 2026

Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.  
C.C: 0502270937  
**DOCENTE TUTORA**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Galarza Balseca Kamilly Natalia y Maldonado Granja Lisbeth Andrea, con el título del Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) PARA LA ASOCIACIÓN ALIMENTICIA SURCOS DEL SOL EN EL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 11 de febrero del 2026

Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.  
C.C: 0501821433  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.  
C.C: 0501773931  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.  
C.C: 0501511604  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por guiar mi camino, brindarme salud, paciencia y perseverancia para culminar esta etapa tan significativa en mi vida.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por haberme brindado la oportunidad de pertenecer a la hermosa carrera de Agroindustria.*

*Un agradecimiento sincero a mi Tutora de tesis la Ing. Mg. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano por su valiosa guía y compromiso por sus enseñanzas que han contribuido significativamente a mi formación personal.*

*Finalmente, a mi tribunal de lectores por habernos brindado sus conocimientos impartidos dentro de la carrera y nuestro proyecto de investigación.*

***Kamilly Natalia Galarza Balseca***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por las bendiciones recibidas a lo largo de este camino.*

*También quisiera extender mis sinceros agradecimientos a mi querida Alma mater, la Universidad Técnica de Cotopaxi, junto a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales quienes permitieron ampliar mis conocimientos en la agroindustria, siempre los llevaré en mi corazón.*

*En otra instancia, quiero hacer un agradecimiento formal a mis queridos maestros, de la carrera de agroindustria, quienes han compartido sus experiencias y guiado en la senda del conocimiento para de esta forma cumplir nuestra meta, y en especial a mi tutora de tesis la Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano que ha puesto todo su empeño en proveer el conocimiento necesario para culminar de esta investigación.*

*Para finalizar, a nuestros distinguidos miembros del tribunal de lectores por darnos la guía necesaria y el apoyo técnico que como futuros profesionales necesitamos, hoy culminamos con mucho orgullo este proyecto de titulación.*

***Lisbeth Andrea Maldonado Granja***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a la memoria de mi abuelito, quien, aunque ya no se encuentre físicamente conmigo, sigue siendo una fuente de inspiración, fortaleza y ejemplo de vida. Su amor, consejos y enseñanzas permanecen presentes en cada paso que doy.*

*A Jhonatan Caspi por su apoyo incondicional, amor, paciencia y motivación constante, por acompañarme en los momentos difíciles y creer en mi incluso cuando yo dude.*

*A mis padres, por su amor infinito, sacrificio y esfuerzo, por enseñarme el valor de la perseverancia y trabajo honesto. A mis suegros y a mi cuñada, por su apoyo, palabras de aliento y confianza han sido un impulso importante para culminar esta etapa de mi vida académica. A mi compañera de tesis y amiga Lisbeth Maldonado y a mis amigos más cercanos de mi hogar esta dedicatoria es para ustedes.*

***Kamilly Natalia Galarza Balseca***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto de investigación a mis padres Manuel Maldonado y Nancy Granja, quienes me dieron la vida y así poder disfrutar las maravillas de este mundo, con su esfuerzo y sacrificio, sin importar el sol, lluvia o frío sacaron adelante nuestra familia y pusieron en mí ese ejemplo de superación personal, a mis suegros Julio y Martha por sus consejos y apoyo diario.*

*A mi esposo Daniel Catota, quien es un pilar fundamental en mi vida, gracias a su esfuerzo, paciencia y dedicación, me enseñó a no rendirme jamás y a creer en mí incluso cuando dudaba, a mis dos hijos Daniela y Liam gracias por ser ese motor diario y mi inspiración, por dar sentido a mi vida.*

*A mis abuelitos maternos Beatriz y Miguel, que con sus oraciones han estado pendientes de mis logros, abuelitos paternos Eloy y Clotilde a través de una llamada o mensaje siempre me han motivado a seguir adelante.*

*Finalmente dedico este trabajo a mis cuñados y hermanos, de manera especial Adrián, por escucharme y darme ese apoyo emocional como ser humano, también a mi amiga y compañera de tesis Kamilly G. por la dedicación, unión que ha demostrado para alcanzar este objetivo.*

**Lisbeth Andrea Maldonado Granja**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN ALIMENTICIA SURCOS DEL SOL EN EL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

**Autoras:**

Galarza Balseca Kamilly Natalia  
Maldonado Granja Lisbeth Andrea

**RESUMEN**

Las semillas de zapallo son un residuo agroindustrial poco aprovechadas pese a su alto valor de compuestos lipídicos y bioactivos. En el presente proyecto de investigación se planteó como objetivo general caracterizar el aceite de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) para la Asociación de Producción Alimenticia Surcos del Sol en el Cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi, mediante la evaluación de sus propiedades, físico-químicas y rendimiento con el fin de determinar el mejor tratamiento, se evaluó la capacidad antioxidante y cromatografía de gases (GC-FID), El estudio se desarrolla aplicando un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial  $(2 \times 3) = 6$ , teniendo en cuenta 2 factores de estudio (A\*B). El factor A (Método de extracción del aceite) en el que,  $a_1$  = máquina extractora de aceites oleaginosas;  $a_2$  = prensado en frío (Prensa). El factor B (Tipo de secado de las semillas),  $b_1$  = secado por microondas,  $b_2$  = secado tradicional y  $b_3$  = secado por aire caliente (deshidratador), dando como resultado seis tratamientos ( $t_1$ - $t_6$ ) con dos repeticiones. Luego de realizar el análisis estadístico se determina el mejor tratamiento que corresponde al  $t_3$  ( $a_1b_3$ ) máquina extractora por secado de aire caliente, con los siguientes resultados de las características fisicoquímicas: densidad relativa de 0,921; viscosidad 73,50 cP; índice de refracción 1,4725 y un índice de acidez de 2,24 mg KOH/g. Los análisis de capacidad antioxidante mediante el ensayo ABTS ( $0,12 \pm 0,04$  mg/mL), mientras que para el ensayo FRAP ( $153,6 \pm 4,6$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  a una concentración de 4 mg/mL), ( $120,3 \pm 5,2$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  a una concentración de 2 mg/mL) y ( $101,1 \pm 4,4$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  a una concentración de 1 mg/mL). En el análisis de cromatografía de gases GC-FID presenta un total de ácidos grasos saturados (23,59 %), Monoinsaturados (18,45 %) y Poliinsaturados (57,96 %).

**Palabras claves:** Caracterización, Aceite, Semillas, Zapallo, Extracción, ABTS, FRAP.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “CHARACTERIZATION OF PUMPKIN SEED OIL (*Cucurbita maxima*)  
FOR THE SURCOS DEL SOL FOOD PRODUCTION ASSOCIATION IN THE  
SIGCHOS DISTRICT, COTOPAXI PROVINCE”**

**Authors:**

Galarza Balseca Kamilly Natalia  
Maldonado Granja Lisbeth Andrea

**ABSTRACT**

Pumpkin seeds are an agro-industrial waste product that is underutilized despite its high lipid and bioactive compound content. The overall objective of this research project was to characterize pumpkin seed oil (*Cucurbita maxima*) for the “Surcos del Sol” Food Production Association at Sigchos Canton, Cotopaxi Province, by evaluating its physical and chemical properties and yield in order to determine the best treatment. Antioxidant capacity and gas chromatography (GC-FID) were evaluated. The study was conducted using a completely randomized block design (CRBD) in a factorial arrangement  $(2 \times 3) = 6$ , taking into account two study factors (A\*B). Factor A (oil extraction method) in which a1 = oilseed extraction machine; a2 = cold pressing (press). Factor B (seed drying method), b1 = microwave drying, b2 = traditional drying and b3 = hot air drying (dehydrator), resulting in six treatments (t1-t6) with two replicates. After performing the statistical analysis, the best treatment was determined to be t3 (a1b3) hot air drying extraction machine, with the following physicochemical characteristics: relative density of 0.921; viscosity 73.50 cP; refractive index 1.4725 and an acidity index of 2.24 mg KOH/g. Antioxidant capacity analyses using the ABTS assay ( $0.12 \pm 0.04$  mg/mL), while for the FRAP assay ( $153.6 \pm 4.6$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  at a concentration of 4 mg/mL), ( $120.3 \pm 5.2$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  at a concentration of 2 mg/mL) and ( $101.1 \pm 4.4$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  at a concentration of 1 mg/mL). In the GC-FID gas chromatography analysis, it has a total of saturated fatty acids (23.59%), monounsaturated fatty acids (18.45%) and polyunsaturated fatty acids (57.96%).

**Keywords:** Characterization, Oil, Seeds, Pumpkin, Extraction, ABTS, FRAP.

## INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
DEDICATORIA.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INDICE DE CONTENIDO .....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xx
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xxii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xxii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xxiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xxiii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	2
2. DISEÑO DEL PROYECTO.....	3
2.1. Planteamiento del problema .....	3
2.2. Marco contextual .....	5
2.3. Formulación del problema.....	5
2.4. Objetivos.....	5
2.4.1. General.....	5
2.4.2. Específicos.....	6
2.5. Cuadro de actividades.....	6

2.6.	Fundamentación teórica o marco referencial.....	8
2.6.1.	Antecedentes.....	8
2.6.2.	Definición del zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> ) .....	9
2.6.2.1.	Taxonomía del zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> ).....	9
2.6.2.2.	Origen .....	10
2.6.2.3.	Descripción botánica .....	10
2.6.2.4.	Principios activos del zapallo .....	11
2.6.2.5.	Propiedades físicas de la semilla .....	11
2.6.2.6.	Propiedades químicas de la semilla de zapallo.....	12
2.6.3.	Aceite de semilla de zapallo .....	13
2.6.3.1.	Tipos de aceite de semilla.....	13
2.6.3.2.	Propiedades medicinales del aceite .....	14
2.6.3.3.	Beneficios del aceite de semilla de zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> ).....	15
2.6.3.4.	Usos del aceite de semilla de zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> ).....	15
2.6.4.	Caracterización fisicoquímica del aceite .....	15
2.6.5.	Capacidad antioxidante.....	16
2.6.6.	Compuestos químicos del aceite de semilla de zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> )...	16
2.6.7.	Métodos de extracción de aceites de semilla de zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> ) .	17
2.6.7.1.	Extracción por prensado en frío.....	17
2.6.7.2.	Máquina extractora de aceite oleaginosa (frutos secos) .....	17
2.6.8.	Tipos de secado .....	19
2.6.8.1.	Secado tradicional.....	19
2.6.8.2.	Secado en microondas .....	19
2.6.8.3.	Secado por aire caliente .....	19
2.7.	Marco conceptual .....	20
2.8.	Metodología del proyecto de investigación.....	21
2.9.	Tipo y diseño investigativo .....	22

2.9.1.	Tipos de investigación .....	22
2.9.1.1.	Investigación experimental.....	22
2.9.1.2.	Investigación descriptiva .....	22
2.9.1.3.	Investigación cuantitativa .....	22
2.9.1.4.	Investigación bibliográfica .....	23
2.9.2.	Métodos de investigación .....	23
2.9.2.1.	Método estadístico.....	23
2.9.2.2.	Método científico.....	24
2.9.2.3.	Método hipotético-deductivo.....	24
2.9.3.	Técnicas de investigación.....	24
2.9.3.1.	La observación.....	25
2.9.3.2.	Experimentación.....	25
2.9.4.	Instrumentos de investigación .....	25
2.9.4.1.	Fichas de observación.....	26
2.9.4.2.	Recolección de datos .....	26
2.9.4.3.	Obtención de datos .....	26
2.10.	Materiales, reactivos y equipos .....	26
2.10.1.	Materia prima .....	26
2.10.2.	Materiales .....	27
2.10.3.	Reactivos .....	27
2.10.4.	Equipos de laboratorio.....	27
2.11.	Metodología para la obtención de la semilla de zapallo.....	28
2.11.1.	Recepción .....	28
2.11.2.	Selección.....	29
2.11.3.	Lavado .....	29
2.11.4.	Despulpado .....	30
2.11.5.	Desinfección .....	30

2.11.6.	Metodología para los tres tipos de secados de la semilla .....	31
2.11.6.1.	Microondas .....	31
2.11.6.2.	Secado tradicional.....	32
2.11.6.3.	Aire caliente (Deshidratador) .....	32
2.11.6.4.	Descascarillado .....	33
2.11.6.5.	Pesado.....	33
2.11.7.	Metodología para la extracción del aceite por prensado en frío.....	35
2.11.7.1.	Recepción .....	35
2.11.7.2.	Extracción.....	35
2.11.7.3.	Filtrado .....	36
2.11.7.4.	Pesado.....	36
2.11.7.5.	Envasado y almacenado.....	37
2.11.8.	Metodología para la extracción del aceite por la máquina extractora de aceite oleaginosas .....	38
2.11.8.1.	Recepción .....	38
2.11.8.2.	Triturado .....	39
2.11.8.3.	Extracción.....	39
2.11.8.4.	Filtrado .....	40
2.11.8.5.	Pesado.....	40
2.11.8.6.	Envasado y almacenado.....	41
2.12.	Metodología para determinar el rendimiento de extracción de aceite de semilla de zapallo <sup>43</sup>	
2.13.	Metodología para determinar las propiedades fisicoquímicas .....	43
2.13.1.	Densidad relativa (NTE INEN 35:2012) y (AOAC 920.12).....	43
2.13.2.	Viscosidad (ISO 2555) .....	44
2.13.3.	Índice de refracción (INEN 166).....	44
2.13.4.	Índice de acidez (AOAC 940.28) .....	44
2.14.	Metodología para determinar la capacidad antioxidante del aceite de zapallo .....	45

2.14.1.	Ensayo FRAP (Poder Antioxidante Reductor Férrico) .....	45
2.14.2.	Ensayo ABTS (Captación de radicales libres ABTS <sup>+</sup> ).....	45
2.15.	Metodología para la determinación de los ácidos grasos del aceite .....	46
2.16.	Hipótesis o preguntas científicas .....	46
2.16.1.	Hipótesis nula .....	46
2.16.2.	Hipótesis alterna .....	46
2.16.3.	Validación de la hipótesis.....	46
2.17.	Diseño experimental.....	46
2.17.1.	Esquema del análisis de varianza .....	47
2.17.2.	Tratamientos .....	47
2.17.3.	Operacionalización de variables.....	49
2.18.	Análisis y discusión de resultados .....	49
2.18.1.	Rendimiento del aceite extraído .....	49
2.18.1.1.	Pruebas de Tukey al rendimiento .....	50
2.18.2.	Análisis fisicoquímicos .....	53
2.18.2.1.	Densidad relativa .....	53
2.18.2.2.	Viscosidad .....	57
2.18.2.3.	Índice de refracción .....	60
2.18.2.4.	Índice de acidez .....	62
2.18.3.	Determinación del mejor tratamiento.....	65
2.18.4.	Capacidad antioxidante mediante el procedimiento FRAP y ABTS.....	67
2.18.5.	Ácidos grasos del aceite de semilla de zapallo (Curcubita máxima). .....	69
3.	Impactos .....	71
3.1.	Impactos técnicos .....	71
3.2.	Impactos sociales.....	71
3.3.	Impactos económicos .....	72
3.4.	Impactos ambientales .....	72

4. Presupuesto del proyecto .....	73
5. Conclusiones.....	74
6. Recomendaciones .....	75
7. Bibliografías .....	76
8. Anexos.....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Cuadro de actividades programadas .....	6
<b>Tabla 2.</b> Taxonomía general del zapallo.....	9
<b>Tabla 3</b> Propiedad física de la semilla .....	12
<b>Tabla 4</b> Estructura química de la semilla de zapallo .....	13
<b>Tabla 5.</b> Especificaciones del equipo.....	18
<b>Tabla 6</b> Peso inicial de la semilla para la extracción por prensa .....	35
<b>Tabla 7.</b> Obtención de aceite por la prensa.....	36
<b>Tabla 8</b> Peso inicial de la semilla para la extracción por máquina extractora de semillas oleaginosas .....	38
<b>Tabla 9</b> Obtención de aceite por la máquina extractora de semilla oleaginosas .....	41
<b>Tabla 10.</b> Significado de la simbología .....	42
<b>Tabla 11.</b> Factores de estudio .....	46
<b>Tabla 12.</b> Esquema ADEVA planteado .....	47
<b>Tabla 13.</b> Tratamientos en estudio.....	47
<b>Tabla 14.</b> Tipos de variables.....	49
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza para el rendimiento.....	49
<b>Tabla 16.</b> Prueba Tukey para determinar el efecto del rendimiento en el factor método de extracción.....	50

<b>Tabla 17.</b> Prueba Tukey para determinar el efecto del rendimiento en el factor tipo de secado de la semilla.....	51
<b>Tabla 18.</b> Prueba Tukey para determinar el efecto del rendimiento en la interacción de los factores.....	52
<b>Tabla 19.</b> Análisis de varianza para la densidad relativa.....	53
<b>Tabla 20.</b> Prueba de Tukey para el factor métodos de extracción en el parámetro densidad relativa .....	54
<b>Tabla 21</b> Prueba de Tukey para el factor tipo de secado de las semillas en el parámetro densidad relativa .....	55
<b>Tabla 22.</b> Prueba Tukey para determinar el efecto de la densidad relativa en la interacción de los factores.....	56
<b>Tabla 23.</b> Análisis de varianza para la viscosidad .....	57
<b>Tabla 24.</b> Prueba de Tukey para el factor método de extracción en el parámetro viscosidad.	58
<b>Tabla 25.</b> Prueba de Tukey para el factor tipo de secado de la semilla en el parámetro viscosidad .....	58
<b>Tabla 26.</b> Prueba de Tukey para la interacción en el parámetro de viscosidad .....	59
<b>Tabla 27.</b> Análisis de varianza para el índice de refracción .....	60
<b>Tabla 28.</b> Prueba de Tukey para el factor B tipo de secado de la semilla en el parámetro índice de refracción .....	61
<b>Tabla 29.</b> Análisis de varianza para el índice de acidez .....	62
<b>Tabla 30.</b> Prueba de Tukey para la repetición .....	63
<b>Tabla 31.</b> Prueba de Tukey para el factor A método de extracción en el parámetro índice de acidez.....	63
<b>Tabla 32.</b> Prueba de Tukey para el factor B tipo de secado de la semilla en el factor de índice de acidez .....	63
<b>Tabla 33.</b> Prueba de Tukey para la intersección en el parámetro de índice de acidez.....	64
<b>Tabla 34.</b> Resultados de los tratamientos planteados .....	66
<b>Tabla 35.</b> Capacidad antioxidante mediante FRAP y ABTS.....	67
<b>Tabla 36.</b> Ácidos grasos presentes en el aceite de semilla de zapallo .....	69

<b>Tabla 37.</b> Presupuesto del proyecto de investigación.....	73
---	----

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1</b> Zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> ).....	10
<b>Ilustración 2.</b> Máquina Extractora de aceite oleaginosas.....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Recepción del zapallo</i> .....	28
<b>Figura 2.</b> <i>Selección del zapallo</i> .....	29
<b>Figura 3.</b> <i>Lavado del zapallo</i> .....	29
<b>Figura 4.</b> <i>Despulpado del zapallo</i> .....	30
<b>Figura 5.</b> <i>Desinfección de la semilla</i> .....	30
<b>Figura 6.</b> <i>Diagrama de flujo de la obtención de la semilla</i> .....	31
<b>Figura 7.</b> <i>Secado de la semilla por microondas</i> .....	31
<b>Figura 8.</b> <i>Secado tradicional de la semilla</i> .....	32
<b>Figura 9.</b> <i>Secado de la semilla por aire caliente (deshidratador)</i> .....	32
<b>Figura 10.</b> <i>Descascarillado de a semilla</i> .....	33
<b>Figura 11.</b> <i>Pesado de la semilla</i> .....	34
<b>Figura 13.</b> <i>Extracción por prensa</i> .....	35
<b>Figura 14.</b> <i>Filtrado</i> .....	36
<b>Figura15.</b> <i>Pesado del aceite</i> .....	37
<b>Figura 16.</b> <i>Envasado y almacenamiento</i> .....	37
<b>Figura 17.</b> <i>Diagrama de flujo para la extracción de aceite por prensado en frio</i> .....	38
<b>Figura 18.</b> <i>Recepción de la semilla</i> .....	39
<b>Figura 19.</b> <i>Triturado de la semilla</i> .....	39
<b>Figura 20.</b> <i>Extracción del aceite por la máquina extractora de aceite oleaginosas</i> .....	40
<b>Figura 21.</b> <i>Filtrado del aceite</i> .....	40

<b>Figura 22.</b> <i>Pesado del aceite</i> .....	41
<b>Figura 23.</b> <i>Envasado y almacenado</i> .....	41
<b>Figura 24.</b> <i>Diagrama de flujo de la extracción del aceite por la máquina extractora de aceite oleaginosas</i> .....	42

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> <i>Rendimiento</i> .....	53
<b>Gráfico 2.</b> <i>Densidad relativa</i> .....	56
<b>Gráfico 3.</b> <i>Viscosidad</i> .....	59
<b>Gráfico 4.</b> <i>Índice de refracción</i> .....	61
<b>Gráfico 5.</b> <i>Índice de acidez</i> .....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Hoja de vida de la tutora .....	85
<b>Anexo 2</b> Hoja de vida de estudiante .....	86
<b>Anexo 3</b> Hoja de vida de estudiante .....	86
<b>Anexo 4</b> Control de humedad de la semilla .....	88
<b>Anexo 5</b> Diagrama de flujo .....	89
<b>Anexo 6</b> Control de humedad de la semilla .....	90
<b>Anexo 7</b> Datos obtenidos del rendimiento de la extracción del aceite.....	90
<b>Anexo 8</b> Datos obtenidos de la densidad relativa .....	91
<b>Anexo 9</b> Datos obtenidos del índice de acidez.....	91
<b>Anexo 10</b> Resultados obtenidos de los Análisis fisicoquímicas .....	92
<b>Anexo 11</b> Uso de laboratorio .....	93
<b>Anexo 12</b> Aval de traducción.....	93

<b>Anexo 13</b> Norma INEN 35:2012 .....	93
<b>Anexo 14</b> Norma INEN 166.....	93
<b>Anexo 15</b> Norma AOAC 940.28.....	93
<b>Anexo 16</b> Norma INEN 26:2012 .....	93
<b>Anexo 17</b> Norma CODEX para aceites vegetales especificados .....	93
<b>Anexo 18</b> Análisis fisicoquímicas del tratamiento t <sub>1</sub> .....	93
<b>Anexo 19</b> Análisis fisicoquímicas de la repetición t <sub>1</sub> .....	93
<b>Anexo 20</b> Análisis fisicoquímicas del tratamiento t <sub>2</sub> .....	93
<b>Anexo 21</b> Análisis fisicoquímicas de la repetición t <sub>2</sub> .....	93
<b>Anexo 22</b> Análisis fisicoquímicas del tratamiento t <sub>3</sub> .....	93
<b>Anexo 23</b> Análisis fisicoquímicas de la repetición t <sub>3</sub> .....	93
<b>Anexo 24</b> Análisis fisicoquímicas del tratamiento t <sub>4</sub> .....	93
<b>Anexo 25</b> Análisis fisicoquímicas de la repetición t <sub>4</sub> .....	93
<b>Anexo 26</b> Análisis fisicoquímicas del tratamiento t <sub>5</sub> .....	93
<b>Anexo 27</b> Análisis fisicoquímicas de la repetición t <sub>5</sub> .....	93
<b>Anexo 28</b> Análisis fisicoquímicas del tratamiento t <sub>6</sub> .....	93
<b>Anexo 29</b> Análisis fisicoquímicas de la repetición del t <sub>6</sub> .....	93
<b>Anexo 30</b> Análisis cromatografía de gases del mejor tratamiento.....	93

## INTRODUCCIÓN

La agricultura en Ecuador genera una cantidad significativa de subproductos que frecuentemente no se utilizan en su máximo potencial. Las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) son uno de estos subproductos; a pesar de su alto valor nutricional y funcional, frecuentemente se desechan o se utilizan para otros fines (Gavril, 2024). Estas semillas son una fuente importante de aceite vegetal, que tiene usos en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica y es rico en ácidos grasos insaturados, antioxidantes y fitoesteroles, según varios estudios (Pantoja, 2024).

La calabaza en la industria agrícola es importante para los pequeños agricultores en Cotopaxi, particularmente en el cantón de Sigchos. Los agricultores de diversas partes del cantón que participan en el proceso de producción son miembros de la Asociación de Producción Alimentaria Surcos del Sol, que participan en celebraciones locales como el Festival del Zapallo, así como el cultivo y su venta. Las semillas generadas durante el procesamiento se consideran desechos y no se integran en las cadenas de valor agroindustriales, a pesar de que la producción varía entre 3.000 frutos por hectárea (López, 2024).

Las semillas de zapallo tienen un contenido lipídico que pueden superar el 45%, además de una composición química excepcional que incluye ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico ( $\omega$ -6) y el ácido oleico ( $\omega$ -9), así como tocoferoles y compuestos fenólicos con conocidas cualidades antioxidantes (Ostaiza, 2023; Shelenga, 2020). Debido a estas cualidades, el aceite de semilla de zapallo es un recurso valioso que puede impulsar la economía rural a través de la innovación y el uso eficiente de los recursos locales. (Monge, 2023).

Sin embargo, la calidad y las características del aceite extraído dependen de factores tecnológicos, como la técnica de secado de la semilla y el método de extracción utilizado. En la investigación de (Alvarado, 2023) demuestra que las combinaciones en estos procesos afectan significativamente el rendimiento de extracción, así como los parámetros fisicoquímicos, la estabilidad oxidativa y la preservación de los compuestos bioactivos en el aceite.

En este contexto, es crucial evaluar y comparar distintos métodos de procesamiento que posibiliten optimizar la producción de un aceite de alta calidad, cumpliendo con estándares técnicos y requisitos industriales.

A pesar del potencial identificado, en el cantón de Sigchos hay escasa información científica local acerca de la caracterización del aceite de semilla de zapallo y cómo los métodos de secado y extracción afectan sus propiedades. Esta falta de estudios limita la capacidad de toma de decisiones técnicas y la implementación de iniciativas agroindustriales que podrían diversificar la producción y disminuir el desperdicio agrícola en la región (Villanueva, 2024).

En este marco, el propósito de la investigación es caracterizar el aceite proveniente de las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) para la Asociación de Producción Alimenticia Surcos del Sol en el cantón de Sigchos, ubicado en la Provincia de Cotopaxi, mediante el análisis del rendimiento de extracción, las características fisicoquímicas, la actividad antioxidante y la composición química del aceite extraído. Los hallazgos de este análisis tienen como fin proporcionar datos científicos que respalden el uso completo de las semillas de zapallo, favoreciendo el crecimiento agroindustrial sostenible y la creación de valor agregado en el ámbito rural.

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### **Título del proyecto**

Caracterización del aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) para la Asociación de Producción Alimenticia Surcos del Sol en el Cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi

**Fecha de inicio:** abril 2025

**Fecha de finalización:** marzo 2026

**Lugar de ejecución:**

**Barrio:** Salache

**Parroquia:** Eloy Alfaro

**Cantón:** Latacunga

**Provincia:** Cotopaxi

**Zona:**3

**Institución:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Agroindustria

**Equipo de trabajo:**

**Tutor:** Ing. Trávez Castellano Ana Maricela Mg.

**Investigador 1:** Galarza Balseca Kamilly Natalia

**Investigador 2:** Maldonado Granja Lisbeth Andrea

**Línea de investigación:**

**Línea:** Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria

**Sub línea:** Generación de tecnologías para el desarrollo de productos agroindustriales

## **2. DISEÑO DEL PROYECTO**

### **2.1. Planteamiento del problema**

En Ecuador, el aprovechamiento de productos agrícolas es limitado, especialmente en uso de subproductos como las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*), que usualmente son descartadas o predestinadas a menores. Las semillas de zapallo son mostradas como un principio alternativo de aceite vegetal con compuestos bioactivos favorables para la salud, como ácidos grasos insaturados, vitamina E y fitoesteroles (Pantoja. P, 2024).

En la provincia de Cotopaxi, los agricultores suelen separar las semillas de zapallo, sin pensar que estas podrían ser manejadas para la obtención de aceite con propiedades funcionales, lo cual permite transformar su producción y forjar un valor agregado. Según (Monge G, 2023), la incorporación de tecnologías

apropiadas para la transformación de subproductos es clave para dinamizar las economías rurales locales. Además, los mismos ensayistas destacan que la falta de articulación entre productores, academia y sector industrial, sumada a una gestión tecnológica débil y al desconocimiento de metodologías de administración, limita la innovación en el uso de recursos agrícolas no convencionales en la región.

En el cantón Sigchos, las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) en su mayoría suelen ser excluidas, ya que no conocen de su alto aporte en compuestos bioactivos como antioxidantes y ácidos grasos. Esta situación manifiesta una falta de conocimiento técnico y científico sobre su potencial para crear productos de valor agregado, especialmente aceites con propiedades funcionales. La ausencia de indagaciones locales paraliza el desarrollo de iniciativas agroindustriales que podrían intensificar la economía rural del cantón y disminuir el desperdicio agrícola. Según (Monge G, 2023), la incorporación de tecnologías para el aprovechamiento de subproductos puede transformar economías rurales mediante innovación. De igual manera, (Villanueva D, 2024), destacan que la valorización de residuos agroindustriales contribuye a la sostenibilidad productiva y al fortalecimiento del desarrollo territorial.

La Asociación de Producción Alimenticia Surcos del Sol está compuesta por 23 productores de diferentes sectores tale como: Tiliguila, Sibicusig, Tagna, Yalo, Collanes, Antimpe y Quinticusig, quienes son parte fundamental de la organización para el Festival Nacional del Zapallo cada año. Se produce en promedio de 3 000 unidades de zapallo por hectárea, lo que equivale aproximadamente a 1 500 kg de materia prima inicial. Durante el procesamiento del zapallo se genera un 25 % de desechos, correspondientes principalmente a cáscara, semillas (pepa) y material fibroso no aprovechable, lo que representa 375 kg de residuos a partir del peso inicial. Del total de desechos generados, aproximadamente el 40 % corresponde a semillas, las cuales pueden ser aprovechadas como subproducto, permitiendo su valorización mediante la obtención de aceite u otros productos de interés agroindustrial. (López G, 2024).

## **2.2. Marco contextual**

Este trabajo se llevó a cabo en Ecuador, en la provincia de Cotopaxi, alrededor del Cantón Sigchos, una zona en la que la agricultura tiene un gran valor. En esta zona, la principal actividad es el cultivo de zapallo (*Cucurbita máxima*). La agricultura está compuesta a pequeña y mediana escala, y cuenta con un gran apoyo de las organizaciones comunitarias que buscan mejorar las condiciones sociales y económicas mediante la comercialización de los valores locales.

Esta actividad forma parte de la Asociación de Producción Alimentaria Surcos del Sol, que congrega a 23 agricultores de siete localidades: Tiligila, Sibicusig, Tagna, Yalo, Collanes, Antimpe y Quinticusig. La Asociación desempeña un papel primordial en la organización del Festival Nacional del zapallo, la cual se viene ejecutando durante 10 años, que suscita la agricultura, el comercio y el consumo de alimentos tradicionales en la región de Sigchos. En la zona del Cantón Sigchos, el rendimiento del zapallo se encuentra entre 3 000 frutos por hectárea, y la alta parte de la producción se vende al por mayor, mientras que las pequeñas cantidades se distribuye para el consumo y la reproducción de la semilla.

En este marco, la investigación, tuvo como objetivo caracterizar el aceite de la semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) para la Asociación de Producción Alimentaria Surcos del Sol, con la finalidad de contribuir al aprovechamiento integral del cultivo, promover la reducción de desechos y generar valor agregado a partir de este recurso subutilizado.

## **2.3. Formulación del problema**

¿Cuál es la influencia del tipo de secado y el método extracción en la caracterización del aceite extraído de las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) en función al rendimiento y análisis fisicoquímicas?

## **2.4. Objetivos**

### **2.4.1. General**

Caracterizar el aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) para la Asociación de Producción Alimentaria Surcos del Sol en el Cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi.

### 2.4.2. Específicos

- Determinar el rendimiento del aceite extraído aplicando dos métodos de extracción y tres tipos de secado de las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*).
- Caracterizar el aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) mediante análisis fisicoquímicas.
- Evaluar la capacidad antioxidante del aceite de las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) del mejor tratamiento mediante el ensayo FRAP y ABTS.
- Determinar los ácidos grasos del aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) del mejor tratamiento por el método de cromatografía de gases.

## 2.5. Cuadro de actividades

**Tabla 1**

*Cuadro de actividades programadas*

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultado
- Determinar el rendimiento del aceite extraído aplicando métodos de extracción y tipos de secado de las semillas de zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> ).	Recepción, selección y clasificación de la materia vegetal. Extracción del aceite mediante dos métodos de extracción y tres tipos de secado. Cálculo de rendimiento del aceite	• Cálculo del rendimiento de extracción mediante la fórmula gravimétrica de porcentaje de aceite extraído	Resultados obtenidos ver en: <b>Anexo 7</b> Registro de análisis y discusión de resultados del rendimiento del aceite de la semilla de zapallo ver en: <b>tabla 15; tabla 16; tabla 17; tabla 18 y gráfico 1</b>

<p>- Caracterizar el aceite de semilla de zapallo (<i>Cucurbita máxima</i>) mediante análisis fisicoquímicas.</p>	<p>Toma de muestra del aceite de semilla de zapallo para los análisis fisicoquímicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad relativa</li> <li>• Viscosidad</li> <li>• Índice de refracción</li> <li>• Índice de acidez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad relativa por el método (NTE INEN 35:2012) y (AOAC 920.212)</li> <li>• Viscosidad por el método (ISO 2555) con el equipo Brookfield</li> <li>• Índice de refracción por el método (INEN 166)</li> <li>• Índice de acidez por el método (AOAC 940.28)</li> </ul>	<p>Análisis de densidad relativa ver en: <b>tabla 19; tabla 20; tabla 21; tabla 22 y gráfico 2.</b></p> <p>Análisis de viscosidad ver en: <b>tabla 23; tabla 24; tabla 25; tabla 26 y gráfico 3.</b></p> <p>Análisis de índice de refracción ver en: <b>tabla 27; tabla 28 y gráfico 4.</b></p> <p>Análisis del índice de acidez ver en: <b>tabla 29; tabla 30; tabla 31; tabla 32, tabla 33 y gráfico 5.</b></p>
<p>- Evaluar la capacidad antioxidante del aceite de las semillas de zapallo (<i>Cucurbita máxima</i>) del mejor tratamiento mediante el procedimiento FRAP y ABTS.</p>	<p>Toma de muestras del aceite de semilla correspondiente al mejor tratamiento para determinar la capacidad antioxidante mediante la metodología:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FRAP</li> <li>• ABTS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FRAP (Ferric ion reducing antioxidant Power)</li> <li>• ABTS (Ácido 2,2 –azinobis (3-etilbenzotiazolin) 6-sulfónico)</li> </ul>	<p>Registro de análisis de los resultados obtenidos en la capacidad antioxidante ver en: <b>tabla 35</b></p>
<p>- Determinar los ácidos grasos del aceite de semilla de zapallo (<i>Curcubita máxima</i>) del mejor tratamiento por el método de cromatografía de gases.</p>	<p>Toma de muestra del aceite correspondiente al mejor tratamiento para el análisis de los ácidos grasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromatografía de gases acoplada a masas (GC-FID) en un laboratorio certificado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromatografía de gases (GC-FID) (AOAC 996.06).</li> </ul>	<p>Resultados de ácidos grasos presentes en el aceite de semilla de zapallo (<i>Curcubita máxima</i>) ver en: <b>tabla 36</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácidos grasos saturados</li> <li>• Ácidos grasos monoinsaturados</li> <li>• Ácidos grasos poliinsaturados</li> </ul>

## 2.6. Fundamentación teórica o marco referencial

### 2.6.1. Antecedentes

Según (Gavril, 2024) en su investigación realizó la composición, propiedades funcionales y el aprovechamiento de las semillas con énfasis en el aceite. Destaco que el aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) contiene ácidos grasos insaturados elevados especialmente linoleico, oleico y propiedades antioxidantes el estudio evidencio que el aceite varía según el método de extracción, ya que influye en la calidad y funcionalidad. Concluyo que el aceite representa una fuente vegetal de alto valor nutraceútico.

El estudio realizado por (Alvarado. L, 2023) tuvo como objetivo aprovechar las semillas de zapallo de la parroquia Chuquiribamba mediante el método de extracción mecánica, incluyendo el análisis fisicoquímicas tales como índice de acidez, peróxidos, saponificación y yodo. Los resultados presentaron que con semilla mediana a 25 min de calentamiento tuvo mejor características de calidad, concluyo que la extracción del aceite de semilla de zapallo es una alternativa sostenible para reducir desperdicios agrícolas.

En la calidad fisicoquímicas, el Codex Stan 210-19999 establece que el nivel de acidez de los aceites vegetales comestibles debe ser de 4 ml de KOH/g y que su índice de refracción debe estar entre 1,460 y 1,473, que son los parámetros de calidad comúnmente utilizados. Esta norma se utiliza para describir el aceite de semillas de girasol, también como referencia para el aceite de semilla de zapallo obtenido mediante diversos métodos de extracción.

Según (Ostaiza P, 2023) realizó la caracterización del aceite vegetal obtenido de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) de la región ecuatorial, evaluado por su contenido lipídico, propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante. El estudio informó que el rendimiento promedio 28,8 %, con predominio de ácidos grasos insaturados, como los ácidos linoleico y oleico, y una capacidad antioxidante significativa, determinada mediante ensayos FRAP y ABTS, concluyo que su potencial sirve para aplicaciones tanto alimentarias como sanitarias.

Por otro lado (Pantoja. P, 2023) identifico los ácidos grasos presentes en las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) y su aplicación en la industria alimentaria, la

extracción del aceite realizo por métodos controlados y su análisis mediante cromatografía de gases (GC-FID) con determinaciones de rendimiento y análisis fisicoquímico. Los resultados mostraron que el aceite posee alto contenido de ácidos grasos insaturados principalmente linoleico y oleico, concluyo que este aceite tiene características de otros aceites vegetales de consumo habitual.

### 2.6.2. Definición del zapallo (*Cucurbita máxima*)

Es una planta herbácea oriunda de América del Sur, distribuida en Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina (Hagos, 2023). Se desarrolla en suelos bien drenados, tanto secos como húmedos, y presenta una alta adaptabilidad a distintas condiciones climáticas. La planta se caracteriza por tallos rastreros, hojas grandes y frutos que varían en forma, tamaño y color (Zhang, 2024). Las semillas, extraídas una vez que el fruto alcanza su madurez fisiológica, son la principal fuente del aceite, caracterizado por su alto contenido en ácidos grasos esenciales y compuestos antioxidantes como tocoferoles y fitoesteroles. La cosecha de las semillas se realiza cuidadosamente para preservar su integridad y garantizar la calidad del aceite extraído (Hagos, 2023).

#### 2.6.2.1. Taxonomía del zapallo (*Cucurbita máxima*)

En la tabla 2 se presenta la taxonomía general del zapallo (*Cucurbita máxima*) según (Caiza P & Carrillo A, 2025):

**Tabla 2.**

*Taxonomía general del zapallo*

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitáceas
Género	Cucurbita
Especie	Máxima
Nombre científico	<i>Cucurbita máxima</i>
Nombre común	Zapallo, calabaza, Calabacera

**Fuente:**(Caiza P & Carrillo A, 2025)

### 2.6.2.2. Origen

El zapallo tiene su origen en la región de los Andes ecuatoriales, comprendida entre el sur de Colombia y el norte del Perú, donde se cultivaba desde hace aproximadamente 3 200 años. Se caracteriza por producir frutos de gran tamaño dentro de la familia Cucurbitaceae, presentar tallos largos y rastreros que pueden cubrir amplias extensiones de terreno, y poseer hojas redondeadas sin divisiones profundas. El lugar donde se encuentra el tallo y el fruto se llama pedúnculo, mismo que es redondo y hasta dos o tres veces más ancho que el tallo, en el caso del zapallo, la coloración de las semillas es blanquecinas y de forma ovalada; además, se debe considerar que poseen un gran valor nutricional (Alvarado K, 2023).

#### *Ilustración 1*

*Zapallo (Cucurbita máxima)*



**Fuente:** (Ostaiza K, 2024)

A: Flor; B: Fruto; C: Parte interna y semilla; D: Semilla seca. (Ostaiza K, 2024)

### 2.6.2.3. Descripción botánica

- **Tallo:** Sus tallos son robustos, carnosos y cubiertos de tricomas, que son pelos. Las hojas, de forma triangular, son simples y presentan cinco lóbulos irregulares (Hussain, 2022).
- **Flores:** Las flores de zapallo (*Cucurbita máxima*) son unisexuales, lo que significa que la planta tiene tanto flores masculinas como femeninas. Las flores masculinas tienen un cáliz en forma de espiga y tres estambres, mientras que las femeninas tienen un cáliz reducido y un ovario ovalado de una sola cámara. Son grandes, de color amarillo brillante, con corola

campanulada y pétalos fusionados. Las flores masculinas poseen tres estambres, mientras que las femeninas tienen un ovario ínfero y un estilo con varios lóbulos estigmáticos (Ostaiza Peñarrieta, 2023).

- **Frutos:** que son bayas, varían en forma y color según la variedad, ya que el fruto es una pepónide de gran tamaño, con formas que varían desde esféricas hasta alargadas, y colores que van del verde al anaranjado. La pulpa es de color amarillo a naranja, ligeramente fibrosa y de sabor suave (Hussain, 2022).
- **Hojas:** Las hojas son grandes, de lámina simple, frecuentemente lobuladas, con márgenes que oscilan desde enteros hasta denticulados. Presentan una superficie pubescente y un pecíolo largo (Ostaiza Peñarrieta, 2023).
- **Semillas:** Las semillas son planas, aladas, con cubierta algo coriácea, de tamaño moderado a grande dependiendo de la variedad, con contenido de aceite elevado; su tamaño, peso y humedad pueden variar según las condiciones de cultivo (Ostaiza Peñarrieta, 2023).

#### 2.6.2.4. Principios activos del zapallo

Las semillas de (*Cucurbita máxima*) contienen aceite rico en compuestos bioactivos, destacando ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico (omega-6) y ácido oleico (omega-9), que representan más del 80% del contenido lipídico. Además, el aceite posee fitosteroles como el  $\beta$ -sitosterol, tocoferoles (principalmente  $\gamma$ -tocoferol) con actividad antioxidante, y pequeñas cantidades de carotenoides como el  $\beta$ -caroteno, que actúan como precursores de la vitamina A (Shelenga, 2020).

#### 2.6.2.5. Propiedades físicas de la semilla

Las propiedades físicas de las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) constituyen un aspecto fundamental para su caracterización y evaluación tecnológica. Estas propiedades, como la longitud, el ancho, el espesor, el peso, la densidad relativa y real, la esfericidad y el contenido de humedad, influyen directamente en los procesos de postcosecha, almacenamiento, transporte y extracción de compuestos bioactivos como los aceites. La comprensión de estas variables permite optimizar

el diseño de equipos de procesamiento, así como mejorar la eficiencia en la transformación industrial del producto. Además, el conocimiento detallado de las características físicas es esencial para la estandarización de la materia prima en aplicaciones alimentarias y farmacéuticas. (Flores, 2022).

**Tabla 3**

*Propiedad física de la semilla*

<b>Propiedad</b>	<b>Valor promedio</b>	<b>Unidad / Observación</b>
Longitud	19,43 ± 1,55	Mm
Ancho	10,58 ± 0,80	Mm
Espesor	3,85 ± 0,41	Mm
Peso unitario	0,320 ± 0,03	G
Humedad	5,0% (semilla entera) / 4,5% (sin cáscara)	%
Contenido de cenizas	3,62% (semilla entera) / 4,17% (sin cáscara)	%
Densidad real	414,6 ± 27,70	kg/m <sup>3</sup>
Densidad aparente	273,7 ± 4,80	kg/m <sup>3</sup>
Porosidad	33,80	%
Diámetro medio geométrico	0,937 ± 0,11	Cm
Esfericidad	0,393 ± 0,06	Adimensional

**Fuente:** (Flores, 2022).

#### **2.6.2.6. Propiedades químicas de la semilla de zapallo**

Las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) destacan por su composición química rica en nutrientes esenciales y compuestos bioactivos, lo que las convierte en un recurso valioso tanto en la industria alimentaria como en la farmacéutica. Estudios han demostrado que estas semillas poseen un alto contenido de lípidos, principalmente ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico (51,9%) y el ácido oleico (29%), los cuales son reconocidos por sus beneficios para la salud cardiovascular. (Sajama. J, Villalva. F, 2023).

Además, presentan un contenido significativo de proteínas, con valores que pueden alcanzar hasta el 37,10%, y una proporción considerable de carbohidratos y minerales esenciales como calcio, hierro y potasio. La presencia de compuestos fenólicos y flavonoides les confiere propiedades antioxidantes, mientras que la cucurbita, un aminoácido presente en estas semillas, ha sido asociada con efectos antihelmínticos. (Goncalvez E, & Ramón. A, 2023).

Esta composición química no solo resalta el valor nutricional de las semillas de zapallo, sino que también subraya su potencial como ingrediente funcional en la formulación de alimentos y suplementos destinados a promover la salud y prevenir enfermedades.

**Tabla 4**

*Estructura química de la semilla de zapallo*

<b>Componente</b>	<b>Contenido aproximado</b>	<b>Unidad</b>
<b>Humedad</b>	5,0	%
<b>Proteínas</b>	32,4 – 37,1	%
<b>Lípidos (grasas totales)</b>	45 – 50	%
<b>Ácido linoleico (omega 6)</b>	51,9	% del total de ácidos grasos
<b>Ácido oleico (omega 9)</b>	29	% del total de ácidos grasos
<b>Carbohidratos</b>	10 – 13	%
<b>Fibra dietética</b>	4 – 6	%
<b>Cenizas (minerales)</b>	3,5 – 4,2	%
<b>Calcio</b>	45 – 55	mg/100 g
<b>Hierro</b>	5,2 – 6,5	mg/100 g
<b>Zinc</b>	6 – 8	mg/100 g
<b>Compuestos fenólicos</b>	2,1 – 3,5	mg ácido gálico eq./g

**Fuente:** Dravie, E (2020)

### 2.6.3. Aceite de semilla de zapallo

El aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) es un aceite vegetal natural derivado a partir de las semillas del fruto del zapallo. Este aceite se recalca por su valioso contenido de ácidos grasos insaturados, principalmente ácido linoleico (omega-6y omega-3) y ácido oleico (omega-9), asimismo de contener vitamina E. Generalmente, el aceite se extrae mediante prensado en frío o extracción en calor dependiendo del uso que se le quiera dar. En el caso del prensado en calor, se conserva mejor su perfil nutricional y su color verde oscuro característico, que proviene de la clorofila y los pigmentos naturales presentes en la semilla (Ostaiza P, 2023).

#### 2.6.3.1. Tipos de aceite de semilla

Existen dos tipos de aceites de semilla de zapallo:

- **Aceite refinado**

Los procesos de refinación industrial de aceites de semilla incluyen operaciones como neutralización, blanqueo y desodorización para eliminar impurezas y mejorar la calidad sensorial y la estabilidad del aceite, aunque estas etapas pueden reducir compuestos saludables en el aceite final. Utilizan disolventes químicos y altas temperaturas para eliminar impurezas y neutralizar sabor/olor (Alao A,2025)

- **Aceite virgen**

El aceite de semilla de zapallo obtenido mediante prensado en frío y prensado mecánico se caracteriza por presentar un color verde oscuro, una consistencia densa y un aroma característico a frutos secos, atributos que están asociados a su calidad y pureza. Este tipo de aceite es recomendado principalmente para uso en frío, ya que la aplicación de altas temperaturas puede afectar negativamente sus propiedades sensoriales y nutricionales. Asimismo, para conservar su estabilidad y frescura, se aconseja almacenarlo en condiciones adecuadas, protegido de la luz, el calor y la humedad (Alvarado Z, 2023).

### **2.6.3.2. Propiedades medicinales del aceite**

Las semillas de zapallo se destacan por su composición rica en ácidos grasos esenciales, minerales y otros compuestos beneficiosos. Además, el aceite de zapallo ha demostrado propiedades medicinales, como efectos antioxidantes, antiinflamatorios, y antiinfecciosos, lo que lo convierte en un componente valioso tanto en la alimentación como en la medicina tradicional. El uso de semillas de zapallo va más allá de la alimentación, con proyectos innovadores como la elaboración de salchichas fortificadas y la extracción de aceite. Estos proyectos buscan aprovechar las propiedades nutritivas y funcionales de las semillas para crear productos más saludables. (Solarte M, Pineda C & Pineda J, 2023).

Presentan propiedades medicinales importantes gracias a su contenido de compuestos bioactivos como fitoesteroles, tocoferoles y ácidos grasos insaturados. Estos componentes le otorgan efectos antioxidantes, antimicrobianos y antiinflamatorios, que respaldan su uso tradicional para tratar afecciones gastrointestinales y reducir procesos inflamatorios en el organismo (Amin, 2020).

### 2.6.3.3. Beneficios del aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*)

El aceite de la semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) tiene propiedades antioxidantes y es reconocida por sus variados beneficios para la salud como, la prevención del crecimiento de la próstata, retardación en la progresión de la hipertensión, mitigación de la hipercolesterolemia y artritis, baja los niveles gástricos y previene el cáncer (Hu et al, 2023)

### 2.6.3.4. Usos del aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*)

El aceite de semilla de zapallo se utiliza en la industria alimentaria, especialmente en ensaladas, suplementos dietéticos y productos gourmet, así como en cosmética natural por su capacidad para hidratar y proteger la piel. Además, diversos estudios lo reconocen como un aceite con potencial para reducir el colesterol LDL, prevenir trastornos prostáticos y mejorar la salud cardiovascular (Hussain, 2022).

### 2.6.4. Caracterización fisicoquímica del aceite

- **Densidad relativa:** La densidad relativa corresponde a la relación entre la masa de un volumen determinado de una sustancia y la masa de igual volumen de agua a 25 °C. Para asegurar precisión, la calibración del picnómetro debe realizarse a una temperatura ambiente inferior a 25 °C y evitando el contacto directo con las manos del operador, a fin de prevenir alteraciones en la medición (Pantoja, 2023).
- **Viscosidad:** La viscosidad es una propiedad física que indica la resistencia de un aceite a fluir, la cual depende de la interacción entre sus moléculas. En este estudio, la viscosidad se determinó siguiendo el método descrito por Alvarado (1996), utilizando un viscosímetro Brookfield LVTD.
- **Índice de refracción (IR):** Mide la velocidad de la luz al atravesar un medio, como aceites o grasas, y se relaciona con su grado de saturación. En grasas y aceites insaturados, el IR suele oscilar entre 1,448 y 1,477; valores fuera de este rango pueden indicar impurezas o posibles adulteraciones, por lo que también se emplea como parámetro de control de calidad y pureza. (Pantoja D,2023).
- **Índice de acidez:** Es un indicador del contenido de ácidos grasos libres en grasas y aceites, expresado como los miligramos de hidróxido de sodio o potasio necesarios para neutralizarlos en un gramo de muestra. Este parámetro refleja el

estado de conservación y el grado de degradación del aceite. Valores elevados indican deterioro, asociado a almacenamiento inadecuado, exposición a calor o luz, o contaminación, lo que puede generar sabor rancio y afectar la calidad. En cambio, un índice de acidez bajo es indicativo de frescura y buena estabilidad. (Millones, 2020).

#### **2.6.5. Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante del aceite de zapallo se atribuye principalmente a la presencia de tocoferoles, compuestos fenólicos y escualeno, los cuales actúan como donadores de hidrógeno neutralizando radicales libres (Notulae B, 2023). En investigaciones recientes se ha observado que este aceite inhibe la oxidación lipídica, aumentando la estabilidad de otros aceites vegetales cuando se mezcla en proporciones del 10 al 15 %, gracias a su acción sinérgica (Zhang, 2024).

De igual manera, los estudios de estabilidad oxidativa muestran que los aceites extraídos mediante métodos enzimáticos presentan mayor resistencia al enranciamiento que los obtenidos por prensado mecánico y en frío, lo cual se relaciona con una mejor conservación de tocoferoles y compuestos fenólicos (Hagos, 2023). Estos resultados demuestran que el aceite de semillas de zapallo no solo posee un valor nutricional relevante, sino también una funcionalidad biológica importante como fuente natural de antioxidantes (Zhang, 2024).

#### **2.6.6. Compuestos químicos del aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*)**

El aceite de semillas de zapallo se caracteriza por su alto contenido de ácidos grasos insaturados, entre los que predominan el ácido linoleico ( $\omega$ -6) y el ácido oleico ( $\omega$ -9), los cuales representan más del 80 % del perfil lipídico total. Estos compuestos son importantes para la salud humana, ya que mejoran la función cardiovascular y ayudan a reducir el estrés (Hagos, 2023).

El estudio de (Notulae B, 2023) ha demostrado que este mecanismo está estrechamente relacionado con la composición química del aceite. Por ejemplo, la extracción enzimática conserva la mayoría de los compuestos bioactivos, mientras que la extracción Soxhlet aumenta el contenido lipídico. Además, los parámetros fisicoquímicos del aceite, como el índice de acidez (1,32 mg KOH/g), el valor de

yodo (114 g I<sub>2</sub>/100 g) y la densidad relativa (~0,91), son consistentes con aceites de alta calidad alimentaria (Hagos, 2023).

#### ***2.6.7. Métodos de extracción de aceites de semilla de zapallo (Cucurbita máxima)***

La elección del método de extracción del aceite de semillas de zapallo influye significativamente en el rendimiento, la calidad del aceite y la preservación de ácidos grasos. A continuación, se presentan los métodos que se emplean con mayor frecuencia:

##### **2.6.7.1.Extracción por prensado en frío**

Este método mecánico consiste en aplicar presión a las semillas sin la aplicación de calor, lo que permite obtener un aceite de alta calidad, conservando sus propiedades nutricionales y sensoriales. Según León Velandia (2020), la extracción de aceite de semillas de calabaza mediante prensado en frío resultó en un producto con excelentes propiedades fisicoquímicas, incluyendo una densidad relativa 0,9175 y un alto contenido de ácidos grasos insaturado.

El aceite se puede extraer directamente de las semillas, sin tostarlas previamente. Esto permite conservar las características organolépticas como el sabor y los nutrientes, para que puedas disfrutar de un aceite saludable. Se trata de un proceso natural, no se adicionan ingredientes, disolventes, ninguna otra sustancia durante la extracción.

##### **2.6.7.2.Máquina extractora de aceite oleaginosa (frutos secos)**

El maquina extractora de aceite es diseñada para obtención de diferentes aceites vegetales a partir de frutos secos y semillas, las cuales incluyen: oliva, chia, almendra, semillas de girasol, semillas de linaza, nueces, soya, cacahuete, etc. Esta máquina de acero inoxidable aplica la temperatura correspondiente para extraer el 95% de aceite de modo eficiente y este trabajo dura aproximadamente de 2-4 horas. (Quishpe, L., & Sivinta, J, 2023).

**Tabla 5.***Especificaciones del equipo*

	<b>Especificaciones</b>
Material principal	Acero inoxidable
Poder	500-2000W
Voltaje de alimentación	220/110 V
Modo de control	Personalizado con control inteligente y botón
Consumo de energía	0,7 °/h
Tasa de producción	30-60%
Frecuencia nominal	50Hz
Ruido	≤ 70Db(A)

**Fuente:** (Quishpe, L., & Sivinta, J, 2023).

- Temperaturas y dimensiones del equipo

La temperatura es una magnitud física que indica la cantidad de calor de un cuerpo o sistema. La temperatura se mide en una variedad de unidades, como grados Celsius, grados Fahrenheit y grados Kelvin. (Quishpe, L., & Sivinta, J, 2023).

Siendo sus temperaturas:

- ✓ Fire 1= 176,67 °C
- ✓ Fire 2= 190,55 °C
- ✓ Fire 3=204,44 °C
- ✓ Fire 4= 262,62 °C
- ✓ Fire 5= 334,80 °C
- ✓ Fire 6= 400 °C

Siendo sus dimensiones: largo 48 cm, ancho 17 cm y alto 34 cm.

En este equipo, consta una distribución de temperatura, barra de presión, manilla abrazadora, tina de submontar, pocillo y colador, ventilador, cable interruptor.

## ***Ilustración 2.***

### ***Máquina Extractora de aceite oleaginosas***



**Fuente:** (Quishpe, L., & Sivinta, J, 2023).

### **2.6.8. Tipos de secado**

El secado de la semilla es crucial ya que consiste en la reducción de humedad de la semilla.

#### **2.6.8.1. Secado tradicional**

El secado tradicional consiste en exponer las semillas directamente a la luz solar, colocándolas en bandejas, mallas o esteras durante varios días. Es un método económico y efectivo; sin embargo, requiere supervisión continua para evitar el sobrecalentamiento y posibles daños. Asimismo, es necesario proteger las semillas de la lluvia y de la humedad nocturna, cubriéndolas o resguardándolas al finalizar la jornada (Larrosa, 2024).

#### **2.6.8.2. Secado en microondas**

Es un método controlado que utiliza microondas o hornos para reducir el contenido de humedad de las semillas. Este método permite un control preciso de la temperatura y la humedad, lo cual es perfecto para semillas sensibles. La temperatura debe mantenerse entre 60 y 80 °C para evitar daños a las semillas (Cherne G, 2025).

#### **2.6.8.3. Secado por aire caliente**

El tipo de secado de la semilla por aire caliente consiste en la eliminación de la humedad, este procedimiento se emplea a nivel industrial especialmente en el

procesamiento de alimentos como frutas y vegetales. Se caracteriza por ser un proceso lento que requiere el uso de temperaturas elevadas con el fin de lograr una reducción de su contenido de agua (Larrosa A,2024).

## **2.7. Marco conceptual**

- **Ácidos grasos**

Estos ácidos son componentes claves de los aceites vegetales y su perfil proporciona información valiosa sobre la calidad y estabilidad del aceite (Ostaiza,2024)

- **Aceite vegetal**

Los aceites vegetales son lípidos derivados de plantas, y se utilizan ampliamente en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética debido a sus propiedades beneficiosas para la salud (Ostaiza,K 2024).

- **ABTS**

ABTS (Azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico), se fundamenta en la capacidad de un antioxidante para estabilizar el radical catión coloreado ABTS•+, el cual es formado previamente por la oxidación del ABTS (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico) (Yar, D 2021).

- **Calidad del aceite**

Conjunto de propiedades físicas y químicas que determinan la aptitud del aceite para diversos usos (Ramón, A. 2023).

- **Composición lipídica**

Perfil de ácidos grasos y otros lípidos presentes en el aceite extraído (Ramón, A. 2023).

- **Compuestos bioactivos**

Contribuye a la estabilidad frente a las reacciones de oxidación y lo hace adecuado para su uso como aceite comestible de alto valor nutricional (Mallqui et al., 2023).

- **FRAP**

FRAP (Ferric Reducing Activity Power), se basa en la capacidad de los polifenoles para reducir el hierro férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) a hierro ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) (Yar, D 2021).

- **Optimización del proceso**

Ajuste de parámetros de extracción para maximizar rendimiento y preservar la calidad del aceite (Hagos, 2023).

- **Prensado en frío**

Método mecánico que extrae aceite aplicando presión sin usar calor, conservando propiedades nutricionales. (León V, 2020).

- **Rendimiento de extracción**

Proporción del aceite recuperado respecto al total contenido en la semilla que aseguren el mayor rendimiento posible, menor costo, sostenibilidad y reducción de desperdicios (Valerie et al., 2021).

- **Semilla oleaginosa**

Semillas que contienen un alto porcentaje de lípidos, susceptibles de extracción para obtener aceites vegetales (Ramón, A. 2023).

- **Zapallo**

El zapallo es una hortaliza originaria de Centroamérica perteneciente al género cucurbitácea. Los distintos nombres asignados a este producto aluden a variaciones en las especies, tamaño y colores. (Castel, F.2025)

## **2.8. Metodología del proyecto de investigación**

La presente investigación se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y experimental. En la etapa inicial, se llevara a cabo una investigación bibliográfica sistemática para fundamentar científicamente el planteamiento del problema, seleccionar los métodos más adecuados de extracción, definir las variables de estudio y establecer los parámetros de análisis, posteriormente se diseñará un experimento que permita evaluar el efecto de diferentes métodos de

extracción y tratamientos térmicos sobre las propiedades químicas, antioxidantes y ácidos grasos del aceite extraído de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*).

## **2.9. Tipo y diseño investigativo**

### **2.9.1. Tipos de investigación**

#### **2.9.1.1. Investigación experimental**

En esta investigación cambia la realidad o naturaleza fundamental de las cosas. La tarea de los investigadores consiste en realizar cambios sistemáticos e inteligentes y, a continuación, observar los resultados en las circunstancias modificadas. (Flores & Pérez, 2022). Se realizó experimentos en los que se manipularon variables independientes (como métodos de extracción y tipos de secado en la proporción semilla/máquina) para observar su efecto en variables dependientes (rendimiento del aceite, presencia de compuestos antioxidantes y ácidos grasos). Esta metodología permitió comprobar si los factores evaluados influyen significativamente sobre la calidad del aceite.

#### **2.9.1.2. Investigación descriptiva**

Esta investigación contiene la descripción, el registro, el análisis y la interpretación a través del análisis. En este estudio, se exploran y analizan las características y propiedades para poder clasificarlas, agruparlas o resumirlas mediante la aplicación de una evaluación específica, con el objetivo de profundizar en el tema. El estudio descriptivo se centra en la realidad de los hechos y en la interpretación correcta. (Moreira P, 2023). Se enfocó en describir, registrar, analizar e interpretar las características y propiedades de un fenómeno para luego poder clasificar, agrupar o sintetizar la información, con el objetivo de comprender mejor la realidad de los hechos.

#### **2.9.1.3. Investigación cuantitativa**

La investigación cuantitativa, se caracteriza por obtener información presentada estadísticamente a diferencia de la cualitativa, que suelen ser más largas y con muestras pequeñas y representadas de manera descriptiva, o en su defecto sería un estudio complementario (Jiménez, L 2020). El estudio abarcó la recolección y el análisis de datos cuantitativos, tales como rendimiento, densidad relativa,

viscosidad, índice de refracción e índice de acidez, la cuantificación de estos datos busca generar evidencias empíricas sustentadas en las mediciones realizadas. A partir de una idea inicial, se formula el planteamiento del problema, el investigador debe abordar el tema de estudio apoyándose en antecedentes y habilidades que respalden su desarrollo.

#### **2.9.1.4. Investigación bibliográfica**

Constituye una de las etapas fundamentales para realizar trabajos de investigación, ya que una búsqueda adecuada de fuentes garantiza el sustento y no pierde validez el proyecto. Consiste en recopilar y buscar todo tipo de información relacionada con el tema de investigación, es la etapa en la que el investigador busca la producción existente sobre el área que trabaja (Lozada E,2025). Se realizó una investigación bibliográfica orientada a recopilar información científica y técnica que sustente el diseño y ejecución del estudio. Esta búsqueda tendrá como objetivo reunir antecedentes relacionados con: Aprovechamiento de las semillas de (*Cucurbita máxima*) para la obtención de aceite vegetal, métodos de extracción (mecánico y por prensado) aplicados a matrices, técnicas de secado (microondas, convencional y aire caliente), análisis fisicoquímicos, actividad antioxidante y ácidos grasos de aceites y protocolos normalizados (AOAC, AOCS) aplicables al estudio de aceites naturales. La revisión bibliográfica se llevó a cabo en bases de datos académicas reconocidas como Google Academic, SciELO y Google Scholar, así como en repositorios de universidades, priorizando información de los últimos 5 años.

#### **2.9.2. Métodos de investigación**

##### **2.9.2.1. Método estadístico**

En el método estadístico se realiza una serie de pasos con el fin de obtener resultados fiables del tema que se investiga. Esto es importante realizar para evitar obtener conclusiones erróneas (Burgos et al.,2021). Fue utilizado para la interpretación de datos y obtener resultados significativos acerca de las variables de estudio como: extracción de aceite con los factores de tipo de secado y extracción, el programa estadístico que se utilizara es InfoStat.

### **2.9.2.2.Método científico**

Método que aportará al proyecto información útil, válida y crucial, debido a que en el método científico encontramos importante contenido como son las técnicas que se utilizan para el estudio del método para el desarrollo de la investigación (Chinche, 2020). Aporto al proyecto una información fiable y eficaz acerca de la extracción de aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) al cual se evaluó las características fisicoquímicas, capacidad antioxidante y ácidos grasos, mediante discusión con tesis y artículos científicos.

### **2.9.2.3.Método hipotético-deductivo**

El método hipotético-deductivo es un enfoque de investigación que parte de una teoría sobre el funcionamiento de las cosas y, a partir de ella, deriva hipótesis comprobables. Es una forma de razonamiento deductivo que parte de principios, suposiciones e ideas generales, y a partir de ellos desarrolla afirmaciones más específicas sobre cómo es realmente el mundo y cómo funciona. (Crossman A, 2024). Se trata de un método que permite la formulación de las hipótesis, siendo el caso para nuestro estudio la hipótesis alterna: El método de extracción del aceite y el tipo de secado de las semillas si influyen significativamente en el rendimiento y el análisis fisicoquímicas, del aceite obtenido de las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) y la hipótesis nula: Se plantea como hipótesis que el método de extracción del aceite y el tipo de secado de las semillas no influyen significativamente en el rendimiento ni en las propiedades fisicoquímicas del aceite obtenido a partir de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*). Posteriormente, se llevan a cabo ensayos experimentales con el propósito de comprobar o refutar las hipótesis formuladas.

### **2.9.3. Técnicas de investigación**

Son técnicas de investigación para recopilar y analizar datos. Los procedimientos de investigación pueden incluir cuestionarios, entrevistas, encuestas, experimentos y otros. (Ángel, 2023). Para su desarrollo se implementó un enfoque cuantitativo. En este contexto, se realizó análisis fisicoquímicos, capacidad antioxidante y ácidos grasos presentes en la semilla de zapallo.

### **2.9.3.1. La observación**

La observación puede llevarse a cabo mediante la observación directa de eventos o actividades, o alternativamente, recopilando datos a través de registros escritos y fotográficos. En otras palabras, se puede obtener información observando directamente lo que ocurre, o utilizando documentación para documentar observaciones previas. Este tipo de técnica es un instrumento importante en diversas investigaciones porque permite al investigador recopilar información de primera mano, de tal manera se obtiene una comprensión amplia sobre los comportamientos, actitudes y patrones que se desean analizar (Medina., 2023). Esta técnica es implementada con la finalidad de registrar aspectos importantes, permitiendo elegir el mejor tratamiento en cuanto a las diferentes condiciones de dos métodos de extracción (máquina y prensado) con tres tipos de secado de las semillas (microondas, convencional y por aire caliente).

### **2.9.3.2. Experimentación**

Un experimento es un proceso planificado de investigar en el que al menos una variable (llamada experimental o independiente: VI) es manipulada u operada intencionalmente por el investigador para conocer qué efectos produce ésta en al menos otra variable llamada dependiente (VD). Para la mencionada autora, la variable independiente se conoce también como variable experimental o de tratamiento; la variable dependiente, conocida también como resultados o efecto, se refiere a los efectos observados en el estudio (Araujo et al., 2023). En el presente proyecto de investigación la variable dependiente es el aceite de las semillas del zapallo (*Cucurbita máxima*), mientras que las variables independientes son los dos factores A y B (Método de extracción y tipo de secado de la semilla).

### **2.9.4. Instrumentos de investigación**

Es una herramienta específica empleada para la recolección y análisis de información del proceso de investigación. Estos instrumentos incluyen fichas de cotejo, cuestionarios, escalas de medición, fichas de entrevistas estructuradas y pruebas estandarizadas. Estos instrumentos permiten al investigador obtener información precisa y confiable sobre el estudio, contribuyendo a la formulación de

conclusiones. Es importante elegir el instrumento adecuado para asegurarse de obtener los mejores resultados de la investigación (Medina et al., 2023).

#### **2.9.4.1. Fichas de observación**

Permitieron analizar y recopilar datos durante el proceso de investigación para conseguir información confiable y precisa de acuerdo con el estudio realizado para de igual manera obtener resultados válidos.

#### **2.9.4.2. Recolección de datos**

La recolección de datos en una investigación consiste en obtener y medir informaciones provenientes de diversas fuentes, con el propósito de lograr un panorama general del objeto de estudio. El objetivo de la investigación determinara cuál de ellos se debe emplear, aunque pueden implementarse más de uno de ellos al mismo tiempo dentro de un estudio (Martínez D, 2022). La recolección de datos se realizó en el laboratorio a través de fichas técnicas de análisis fisicoquímicas y rendimiento. Los datos obtenidos fueron registrados en programas de software como Excel y Infostat.

#### **2.9.4.3. Obtención de datos**

La obtención de estos datos puede realizarse a través de diferentes técnicas e instrumentos como la observación, cuestionarios, entrevistas y escalas (Martínez D, 2022). Los resultados obtenidos mediante las pruebas experimentales en el laboratorio incluyeron análisis de densidad relativa, índice de acidez y rendimiento, así como evaluaciones de viscosidad, índice de refracción, capacidad antioxidante y ácidos grasos.

### **2.10. Materiales, reactivos y equipos**

Los materiales, reactivos y equipos utilizados durante el proceso de caracterización del aceite de semilla de zapallo fueron:

#### **2.10.1. Materia prima**

**Semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*):** serán recolectadas de los residuos generados en la Asociación “Surcos del Sol” ubicada en el Cantón Sigchos Provincia Cotopaxi.

### **2.10.2. Materiales**

- Balanza analítica.
- Mesa de trabajo.
- Frascos de vidrio.
- Recipiente para microondas.
- Tubo de decantación.
- Soporte universal.
- Pinzas doble nuez.
- Bandejas.
- Cuchillos.
- Vaso de precipitación.
- Limpión industrial.
- Papel de celulosa.

### **2.10.3. Reactivos**

- Agua destilada.
- Alcohol.
- Hipoclorito de sodio al 1%.
- Reactivo TPTZ.
- Cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ ).
- Sal de Mohr.
- Metanol.
- Solución ABTS.
- Persulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ).
- Buffer ácido acético-acetato de sodio.
- Etanol.
- Trolox.

### **2.10.4. Equipos de laboratorio**

- Prensa: manual de acero inoxidable.
- Deshidratador: estufa con circulación de aire caliente.
- Maquina extractora de aceite oleaginosas.

- Desecador: no tiene unidades específicas (almacenamiento en ambiente seco).
- Mufla: °C o °K (altas temperaturas).
- Picnómetro: g/mL o g/cm<sup>3</sup>

## 2.11. Metodología para la obtención de la semilla de zapallo

### 2.11.1. Recepción

Los zapallos se recolectaron en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Sigchos, Asociación “Surcos del Sol”, se eligieron frutos en un estado maduro, con cáscara firme, sin presencia de pudriciones o plagas y de buen tamaño para verificar y garantizar la calidad del producto final. En la figura 1 se observa la recepción del zapallo.

**Figura 1.** *Recepción del zapallo*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### **2.11.2. Selección**

Los zapallos deben estar en óptimo estado, se descartaron los zapallos que presentan signos de pudrición, ataque de insectos, manchas anormales, deformaciones o deterioro. Ver figura 2

**Figura 2.***Selección del zapallo*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### **2.11.3. Lavado**

Los zapallos previamente seleccionados fueron sometidos a un lavado exhaustivo con agua potable. Este paso permitió eliminar la suciedad superficial del zapallo para garantizar las condiciones adecuadas y continuar con el proceso de despulpado. En la figura 3 se evidencia el lavado del zapallo.

**Figura 3.***Lavado del zapallo*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

#### ***2.11.4. Despulpado***

Después del proceso de lavado, se procede a rebanar el zapallo por la mitad para posteriormente separar manualmente la pulpa de las semillas. En la figura 4 se observa el despulpado del zapallo.

**Figura 4.** *Despulpado del zapallo*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

#### ***2.11.5. Desinfección***

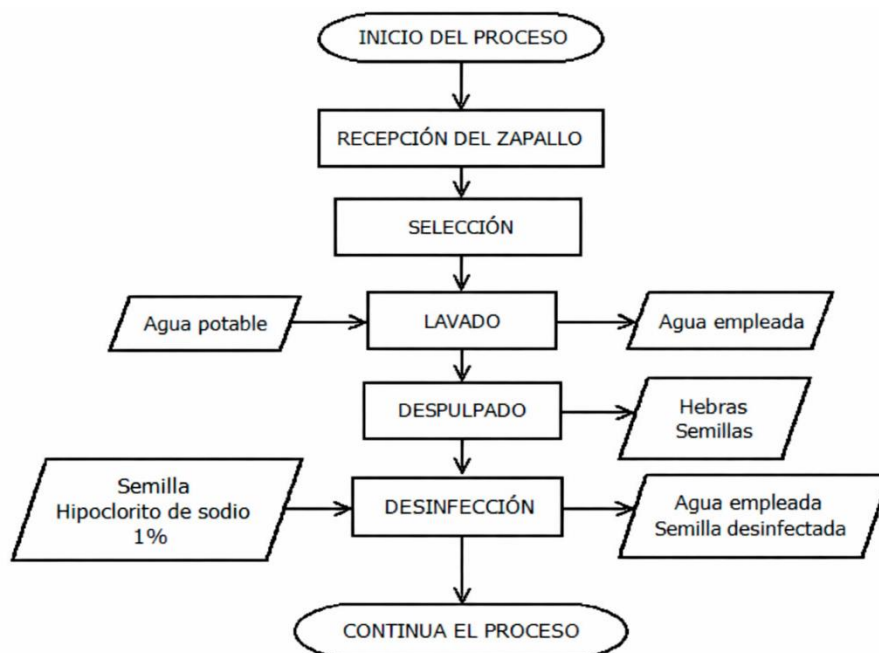
Finalmente, se sometió a las semillas a un proceso de desinfección con hipoclorito de sodio al 1%, para eliminar microorganismos que se encuentren en la superficie y luego se procede a enjuagar con agua destilada para retirar los residuos restantes de la pulpa y del agente desinfectante en la semilla. En la figura 5 se observa las semillas desinfectadas.

**Figura 5.** *Desinfección de la semilla*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Figura 6.** Diagrama de flujo de la obtención de la semilla



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### 2.11.6. Metodología para los tres tipos de secados de la semilla

#### 2.11.6.1. Microondas

Las semillas se colocaron en un recipiente apto para microondas y se seca a una temperatura de **60-70 °C** con una potencia de 700 W-1100 W durante 12 minutos distribuidos en 4 ciclos de **3 min**, con pausas de 1 minuto para evitar sobrecalentamiento, hasta alcanzar un peso constante. Se realiza un control de humedad para determinar el óptimo secado de la semilla. En la figura 7 se evidencia el secado de la semilla por el método de secado (microondas).

**Figura 7.** Secado de la semilla por microondas



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### 2.11.6.2. Secado tradicional

Las semillas se extienden sobre bandejas en un área ventilada y expuesta a la luz solar directa durante el día. El secado se lo realiza durante un periodo de 2 a 3 días, removiendo periódicamente las semillas para asegurar un secado uniforme. Se realiza un control de humedad para determinar el óptimo secado de la semilla. En la figura 8 se evidencia el secado de la semilla por el método de secado (tradicional).

**Figura 8.** *Secado tradicional de la semilla*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### 2.11.6.3. Aire caliente (Deshidratador)

Las semillas se extienden sobre bandejas perforadas en una sola capa. Se coloca en una estufa con circulación de aire caliente (deshidratador) a una temperatura constante de **60 °C**. El secado se lo realiza en un intervalo de **6 a 8 h**. Se realiza un control de humedad para determinar el óptimo secado de la semilla. en la figura 9 se evidencia el secado de la semilla por el método de secado (deshidratador).

**Figura 9.** *Secado de la semilla por aire caliente (deshidratador)*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### Control de humedad

Se peso 10g de las semillas sometiendo a una temperatura de 104°C durante 4h hasta alcanzar un peso constante seguido se calculó la pérdida de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

#### 2.11.6.4. Descascarillado

Una vez secas las semillas, se procede a retirar manualmente el borde de las semillas con ayuda de tijeras esto con el fin de separar la cascara externa y obtener la semilla. con este procedimiento se facilita los procesos posteriores. en la figura 10 se evidencia el descascarillado de la semilla.

**Figura 10.** *Descascarillado de a semilla*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

#### 2.11.6.5. Pesado

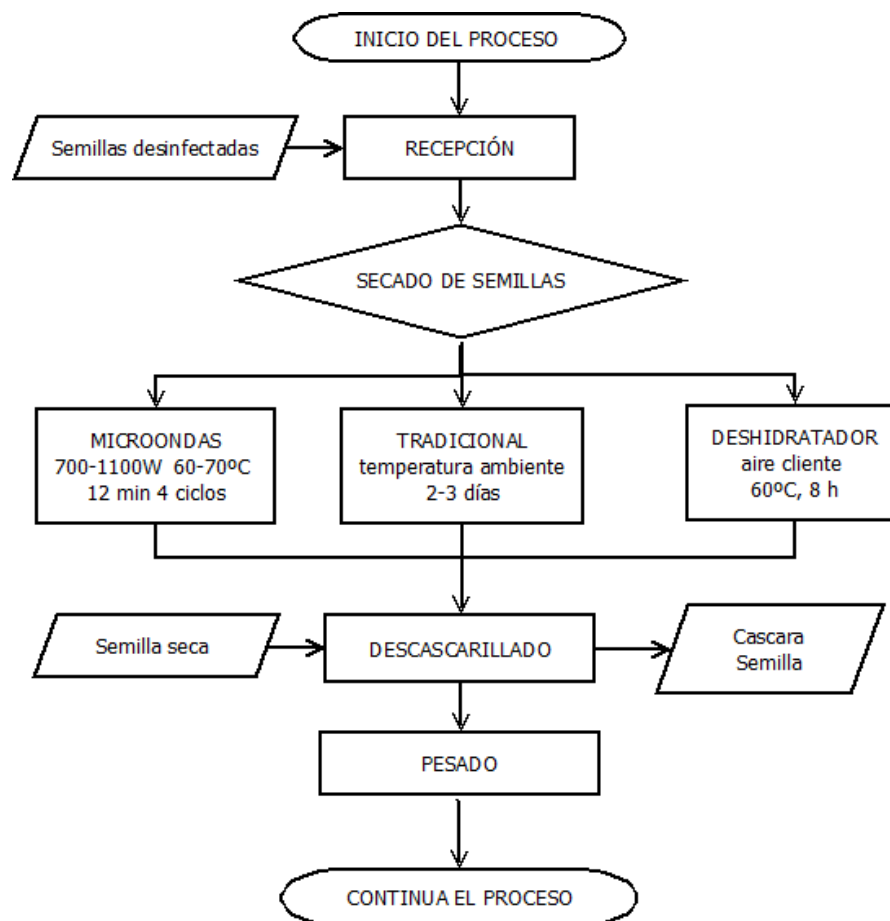
En esta fase del proceso las semillas previamente descascarilladas se pesan en una balanza analítica con el fin de conocer la cantidad de semilla obtenida y así asegurar un uso preciso de la materia prima utilizada. En la figura 11 se observa el pesado de la semilla previamente descascarillada.

**Figura 11.** *Pesado de la semilla*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Figura12.** *Diagrama de flujo de los tres tipos de secado de la semilla*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### 2.11.7. Metodología para la extracción del aceite por prensado en frío

#### 2.11.7.1. Recepción

En esta fase se reciben las semillas previamente secas para continuar con el proceso de extracción del aceite. A continuación, en la tabla 6 se detallan los pesos (en gramos) obtenidos de los tres tipos de secados de la semilla:

**Tabla 6** *Peso inicial de la semilla para la extracción por prensa*

Factor B	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>
Repetición I	810 g	840 g	790 g
Repetición II	800 g	830 g	795 g

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Factor B:** T. S. S: Tipo de secado de las semillas

**b<sub>1</sub>:** secado por microondas; **b<sub>2</sub>:** secado tradicional y **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

#### 2.11.7.2. Extracción

Las semillas se someten a un proceso de extracción por prensado en frío, aplicando fuerza y manteniendo una temperatura inferior a 40 °C, mediante el uso de una prensa manual de acero inoxidable apta para uso alimentario. En la figura 13 se evidencia la extracción de aceite de semilla de zapallo utilizando una prensa mecánica.

**Figura 13.** *Extracción por prensa*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### 2.11.7.3. Filtrado

El filtrado del aceite se realiza mediante papel de celulosa con el fin de eliminar los sólidos y obtener una fase más limpia y homogénea. En la figura 14 se observa el filtrado del aceite previamente extraído

**Figura 14.** *Filtrado*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### 2.11.7.4. Pesado

En esta etapa del proceso, se procedió a cuantificar la cantidad de aceite obtenido mediante el método de prensado en frío, utilizando una balanza analítica para garantizar precisión en la medición. Posteriormente se realizó la determinación del rendimiento. En la tabla 7 se observan los valores de aceite obtenido para cada tipo de secado que se sometió a la semilla.

**Tabla 7.** *Obtención de aceite por la prensa*

<b>Factor B</b>	<b>b<sub>1</sub></b>	<b>b<sub>2</sub></b>	<b>b<sub>3</sub></b>
<b>Repetición I</b>	307 mL	306 mL	309 mL
<b>Repetición II</b>	308 mL	308 mL	309 mL

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Factor B:** T. S. S: Tipo de secado de las semillas **b<sub>1</sub>**: secado por microondas; **b<sub>2</sub>**: secado tradicional y **b<sub>3</sub>**: secado por aire caliente

**Figura15.** *Pesado del aceite*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

#### **2.11.7.5. Envasado y almacenado**

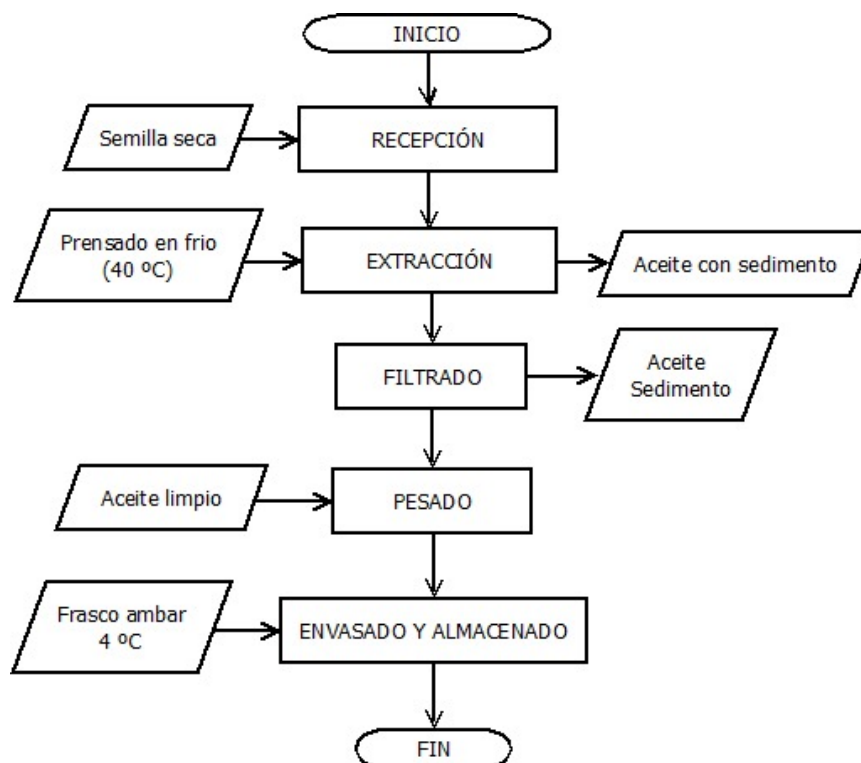
El aceite obtenido es almacenado en frascos ámbar a 4 °C con el propósito de minimizar procesos oxidativos y preservar su calidad fisicoquímica. En la figura 16 se observa el aceite ya envasado y almacenado

**Figura 16.** *Envasado y almacenamiento*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Figura 17.** Diagrama de flujo para la extracción de aceite por prensado en frío



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### 2.11.8. Metodología para la extracción del aceite por la máquina extractora de aceite oleaginosas

#### 2.11.8.1. Recepción

En esta fase se reciben las semillas previamente secas para continuar con el proceso de extracción del aceite. A continuación, en la tabla 8 se detallan los pesos (en gramos) obtenidos de los tres tipos de secados de la semilla.

**Tabla 8** Peso inicial de la semilla para la extracción por máquina extractora de semillas oleaginosas

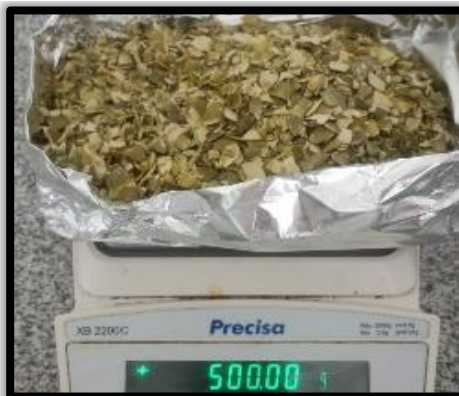
Factor B	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>
Repetición I	580 g	610 g	550 g
Repetición II	590 g	620 g	560 g

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Factor B:** T. S. S: Tipo de secado de las semillas

**b<sub>1</sub>:** secado por microondas; **b<sub>2</sub>:** secado tradicional y **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

**Figura 18.** *Recepción de la semilla*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

#### **2.11.8.2. Triturado**

Se procede al troceado manual de las semillas secas con el fin de reducir su tamaño y facilitar la extracción del aceite. En la figura 19 se observa la semilla triturada

**Figura 19.** *Triturado de la semilla*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

#### **2.11.8.3. Extracción**

Las semillas trituradas se introducen en la máquina extractora de aceite oleaginosas, el equipo se precalienta a una temperatura 204.44 °C (Fire 3), mientras que el aceite se obtiene a una temperatura de 90 °C. En la figura 20 se observa la máquina extractora de aceite de semillas oleaginosas

**Figura 20.** *Extracción del aceite por la máquina extractora de aceite oleaginosas*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

#### **2.11.8.4. Filtrado**

Para el filtrado se utiliza el tubo de decantación, con la finalidad que los sólidos presentes en el aceite se separen, después se realiza un filtrado extra por papel de celulosa con el fin de separar los sólidos restantes de lo líquido del aceite obtenido. En la figura 21 se observa el filtrado de aceite por el tubo de decantación

**Figura 21.** *Filtrado del aceite*



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

#### **2.11.8.5. Pesado**

En esta fase del proceso con ayuda de una balanza analítica se pesa la cantidad de aceite obtenido mediante la extracción por máquina extractora de aceite oleaginosas. En la tabla 9 se observan los valores de aceite obtenido para cada tipo de secado al que se sometió la semilla.

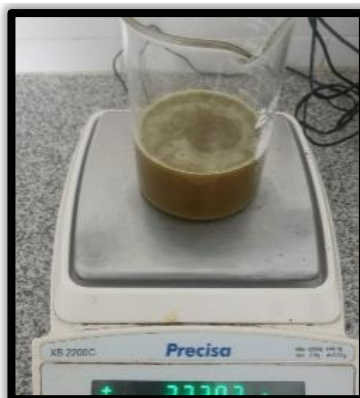
**Tabla 9** Obtención de aceite por la máquina extractora de semilla oleaginosas

Factor B	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>
Repetición I	330 mL	329 mL	331,2 mL
Repetición II	329 mL	328 mL	330 mL

Fuente: (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

Factor B: T. S. S: Tipo de secado de las semillas

b<sub>1</sub>: secado por microondas; b<sub>2</sub>: secado tradicional y b<sub>3</sub>: secado por aire caliente

**Figura 22.** Pesado del aceite

Fuente:(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

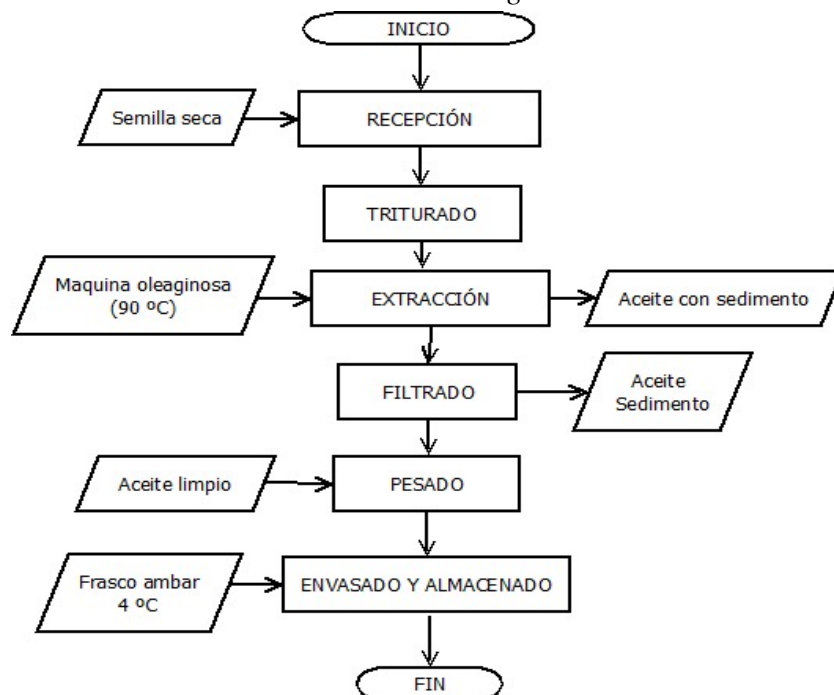
#### 2.11.8.6. Envasado y almacenado

El aceite obtenido es almacenado a 4 °C en frascos ámbar con el propósito de minimizar procesos oxidativos y preservar su calidad fisicoquímica. En la figura 23 se evidencia el aceite envasado y almacenado.

**Figura 23.** Envasado y almacenado

Fuente:(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Figura 24.** Diagrama de flujo de la extracción del aceite por la máquina extractora de aceite oleaginosas



**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

- **Simbología de los diagramas de flujo**

Las diversas organizaciones usan distintos símbolos la cual cumplen con un propósito fundamental en la estandarización de los procesos, esto permite comprender rápidamente el comportamiento de la operación (Ghritlahare, 2025).

**Tabla 10.** Significado de la simbología

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Entrada / Salida	Es la lectura de los datos de entrada y de salida
	Decisión	Representa un punto de decisión, y determina la continuación del proceso
	Línea de flujo	Indica la dirección del proceso

**Fuente:**(Galarza, K & Maldonado, A,2026)

## 2.12. Metodología para determinar el rendimiento de extracción de aceite de semilla de zapallo

Para evaluar la eficiencia del proceso de extracción del aceite a partir de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*), se calcula el porcentaje de rendimiento, establecido como la relación entre la masa de aceite obtenida y la masa del material vegetal procesado.

$$\%R = \frac{mae}{mMV} \times 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde

- %R: Rendimiento del aceite (%)
- mae: Masa del aceite extraído (en gramos)
- mMV: Masa del material vegetal seco utilizado (en gramos)

## 2.13. Metodología para determinar las propiedades fisicoquímicas

### 2.13.1. Densidad relativa (NTE INEN 35:2012) y (AOAC 920.12)

La densidad relativa se realiza mediante el método de densitometría utilizando un picnómetro. Por las normas NTE INEN 35:2012 y AOAC 920.212. Se calculará por la siguiente formula:

$$P_{25} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

- P<sub>25</sub>: densidad relativa a 25/25°C
- m<sub>0</sub>: masa en gramos del picnómetro vacío
- m<sub>1</sub>: masa del picnómetro con agua, en gramos
- m<sub>2</sub>: masa en gramos del picnómetro lleno de la muestra

### 2.13.2. Viscosidad (ISO 2555)

La viscosidad se determina mediante el método de ISO 2555 modificado con un viscosímetro, se colocan 600 ml de muestra en un vaso de precipitación, posteriormente se introduce al equipo a 25 °C con una rotación de 60 rpm, para su lectura.

### 2.13.3. Índice de refracción (INEN 166)

El índice de refracción se realizó mediante refractometría por la metodología INEN 166 a 25°C. Se utilizó un refractómetro de ABBE, en el cual se colocó la muestra de aceite dentro del prisma del equipo y posteriormente se procede a su lectura.

### 2.13.4. Índice de acidez (AOAC 940.28)

El índice de acidez se determina mediante el método AOAC 940.28. Procedimiento:

- Se pesan 5 gr de la muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se agregan 50 ml de alcohol neutralizado a la muestra para luego calentarlo
- Añadir 3 gotas de fenolftaleína, agitar y titular con hidróxido de potasio 0.1 N
- Anotar el gasto consumido y calcular el índice de acidez con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de acidez} = \frac{G * N * 56.1}{W} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

- G: Gasto de hidróxido de potasio
- N: Normalidad (0.1)
- 56.1: Miliequivalente de hidróxido de potasio \*100
- W: peso de la muestra en gramos

## 2.14. Metodología para determinar la capacidad antioxidante del aceite de zapallo

### 2.14.1. Ensayo FRAP (*Poder Antioxidante Reductor Férrico*)

El método FRAP se basa en el Poder Antioxidante Reductor Férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) a ion ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) en presencia de antioxidantes, lo cual forma un complejo de color azul con el reactivo TPTZ, medido espectrofotométricamente a 593 nm.

Procedimiento:

- Se pesa 1 g del aceite de semilla y se diluye en metanol hasta alcanzar el rango adecuado según la curva de calibración.
- Se mezcla 0,3 mL de muestra o estándar con el reactivo FRAP.
- La mezcla se incuba a 37 °C durante 15 min.
- Se mide la absorbancia a 593 nm usando un espectrofotómetro.
- Los resultados se expresarán en  $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  de muestra, utilizando la curva de calibración con sal de Mohr.

### 2.14.2. Ensayo ABTS (*Captación de radicales libres ABTS<sup>+</sup>*)

Este método se basa en la capacidad del antioxidante para reducir el radical catiónico  $\text{ABTS}^{+\bullet}$ , generado previamente, lo que produce una decoloración proporcional a la actividad antioxidante, medida a 734 nm. Procedimiento:

- Se mezcla 5 mL de solución de ABTS con 88  $\mu\text{L}$  de solución de persulfato de potasio.
- La mezcla se incuba en oscuridad durante 12-16 h hasta desarrollar el radical.
- La solución de ABTS se diluye en etanol hasta obtener una absorbancia de  $0,70 \pm 0,05$  a 734 nm.
- Se mezcla 30  $\mu\text{L}$  de la muestra o estándar con 3 mL de la solución radical.
- Se deja reaccionar durante 6 minutos a temperatura ambiente.
- Se mide la absorbancia a 734 nm.
- Los resultados se expresarán como  $\text{CI}_{50}$  (mg/mL), que representa la concentración necesaria para reducir el 50 % del radical ABTS.

## 2.15. Metodología para la determinación de los ácidos grasos del aceite

Los ácidos grasos se convertirán en ésteres metílicos (FAMEs) para su análisis mediante cromatografía de gases (GC-FID). La identificación se realiza por comparación de los tiempos de retención con estándares certificados. Los ácidos grasos se determinan mediante el método (AOAC 996.06)

## 2.16. Hipótesis o preguntas científicas

### 2.16.1. Hipótesis nula

El método de extracción del aceite y el tipo de secado de las semillas no influyen significativamente en el rendimiento y el análisis fisicoquímicas, del aceite obtenido de las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*).

### 2.16.2. Hipótesis alterna

El método de extracción del aceite y el tipo de secado de las semillas si influyen significativamente en el rendimiento y el análisis fisicoquímicas, del aceite obtenido de las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*).

### 2.16.3. Validación de la hipótesis

Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. En consecuencia, se rechazó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se aceptó la hipótesis alterna ( $H_1$ ), concluyéndose que tanto el método de extracción como el tipo de secado influyen de manera significativa en el rendimiento y en las propiedades fisicoquímicas del aceite extraído.

## 2.17. Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial AxB (2x3) con dos repeticiones. Este diseño incluye dos factores experimentales:

**Tabla 11.** Factores de estudio

Factor	Descripción	Nivel
--------	-------------	-------

Factor A	Método de extracción del aceite	<b>a1:</b> Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos) <b>a2:</b> Prensado en frío (prensa)
Factor B	Tipo de secado de las semillas	<b>b1:</b> Secado por microondas (700-1100W, 12 min) <b>b2:</b> Secado tradicional (Ta, 2-3 días) <b>b3:</b> Secado por aire caliente (60 °C, 6-8 horas)

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A, 2026)

### 2.17.1. Esquema del análisis de varianza

El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante un análisis de varianza (ADEVA) correspondiente a un arreglo factorial A×B, con el fin de determinar la significancia de los efectos principales y de la interacción entre los factores estudiados. A continuación, se presenta la estructura del análisis realizado.

**Tabla 12.** Esquema ADEVA planteado

Fuente de variación	Grados de libertad	Fórmula
Total	11	$a \times b \times r - 1$
Repeticiones	1	$r - 1$
Factor A	1	$(a - 1)$
Factor B	2	$(b - 1)$
A*B	2	$(a - 1)(b - 1)$
Error experimental	5	$GL_t - (GL_r + GL_a + GL_b + GL_{a*b})$

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A, 2026)

### 2.17.2. Tratamientos

La combinación de estos factores generará un total de seis tratamientos (2×3), con 2 repeticiones, dando lugar a 12 unidades experimentales. Este diseño permite observar los efectos individuales y combinados de los factores sobre las variables de respuesta.

**Tabla 13.** Tratamientos en estudio

Nº	Tratamientos	Descripción	Repeticiones

t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Máquina extractora de aceite oleaginosas, secado por microondas (700-1100W,12 min)	I
t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Máquina extractora de aceite oleaginosas, secado tradicional (Ta, 2-3 días)	
t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Máquina extractora de aceite oleaginosas, secado por aire caliente (60 °C, 6-8 horas)	
t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Prensado en frio (prensa), secado por microondas (700-1100W,12 min)	
t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Prensado en frio (prensa), secado tradicional (Ta, 2-3 días)	
t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Prensado en frio (prensa), secado por aire caliente (60 °C, 6-8 horas)	
t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Máquina extractora de aceite oleaginosas, secado por microondas (700-1100W,12 min)	II
t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Máquina extractora de aceite oleaginosas, secado tradicional (Ta, 2-3 días)	
t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Máquina extractora de aceite oleaginosas, secado por aire caliente (60 °C, 6-8 horas)	
t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Prensado en frio (prensa), secado por microondas (700-1100W,12 min)	
t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Prensado en frio (prensa), secado tradicional (Ta, 2-3 días)	
t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Prensado en frio (prensa), secado por aire caliente (60 °C, 6-8 horas)	

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

### 2.17.3. Operacionalización de variables

**Tabla 14.** Tipos de variables

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Mediciones
Aceite de las semillas del zapallo ( <i>Cucurbita máxima</i> ).	<b>Factor A:</b> Método de extracción del aceite	Rendimiento	%
		Densidad relativa	-
	<b>Factor B:</b> Tipo de secado de las semillas	Viscosidad	cP
		Índice de refracción	-
		Índice de acidez	mgKOH/g
<b>Análisis del mejor tratamiento</b>			
		FRAP ABTS	μmol Fe <sup>2+</sup> /g mg/mL
		Cromatografía de gases (GC-FID).	%

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

## 2.18. Análisis y discusión de resultados

### 2.18.1. Rendimiento del aceite extraído

**Tabla 15.** Análisis de varianza para el rendimiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F. calculado	p-valor	
Repetición	0,7500	1	0,7500	2,1429	0,2031	ns
M. E. A	850,0833	1	850,0833	2428,8095	<0,0001	**
T. S. S	32,1667	2	16,0833	45,9524	0,0006	**
M.E.A*T.S.S	8,1667	2	4,0833	11,6667	0,0131	*
Error	1,7500	5	0,3500			
Total	892,9167	11				
C.V	1,4058					

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Factor A:** M. E. A: Método de extracción del aceite

**Factor B:** T. S. S: Tipo de secado de las semillas

M.E.A\*T.S. S: método de extracción del aceite por el tipo de secado de las semillas

ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo

\* : Significativo

La Tabla 15, presenta los resultados estadísticos correspondientes a la variable rendimiento. El modelo mostró un nivel de significancia altamente significativo ( $p < 0,005$ ), lo que indica que los factores evaluados explican de manera importante la variabilidad observada en el rendimiento del aceite. En consecuencia, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, evidenciándose que tanto el método de extracción como el tipo de secado de la semilla ejercen una influencia significativa, así como su interacción, sobre el rendimiento del aceite obtenido.

El factor A, correspondiente al método de extracción del aceite (M.E.A.), y el factor B, relacionado con el tipo de secado de la semilla, presentaron un efecto altamente significativo ( $p < 0,0001$ ). Este resultado evidencia que el método de extracción ejerce una influencia directa y determinante sobre el rendimiento del aceite obtenido. Este resultado guarda concordancia con lo reportado por (Brito López, P. G., & Cajamarca Rivadeneira, X. J. 2023) quienes señalan que la etapa de extracción constituye a un proceso crítico en la obtención de aceite a partir de semillas, debido a que influye de manera directa tanto en el rendimiento como en la calidad del producto final.

En la interacción se observó un efecto significativo ( $p < 0,05$ ), lo que indica que el efecto del método de extracción varía en función del método de secado utilizado y, en consecuencia, influye en la respuesta evaluada.

El coeficiente de variación ( $C.V.=1,41$ ) refleja la homogeneidad de los datos y la confiabilidad de los resultados obtenidos, lo que refleja una excelente precisión experimental en los datos obtenidos.

### 2.18.1.1. Pruebas de Tukey al rendimiento

**Tabla 16.** Prueba Tukey para determinar el efecto del rendimiento en el factor método de extracción

Error:0,3500		gl: 5	DMS: 0,87802	
M.E. A	Medias	n	E.E.	
a <sub>1</sub>	50,5000	6	0,2415	A
a <sub>2</sub>	33,6667	6	0,2415	B

**Factor A:** M.E.A: método de extracción. **n:** Tamaño de la muestra. **E.E:** Error Experimental.  
**a<sub>1</sub>:** Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). **a<sub>2</sub>:** Prensado en frío (prensa)

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

Se evidencia en la tabla 16, que el método de extracción (M.E.A) obtuvo un efecto significativo, que el tratamiento  $a_1$  (máquina extractora de aceite oleaginosas) presento el valor más alto de la media (50,5000), mientras que  $a_2$  (prensado en frio) obtuvo el mayor más bajo (33,6667). Estos resultados indican que el método de extracción utilizado para  $a_1$  permite un mayor rendimiento del aceite. Esto coincide con (Sinkovic, L 2021) quien dentro de su estudio reporto un contenido de aceite de semillas de 45,3 – 54,9 indicando que el contenido de aceite puede variar ampliamente en función del método de extracción.

**Tabla 17.** Prueba Tukey para determinar el efecto del rendimiento en el factor tipo de secado de la semilla

Error:0,3500		gl: 5	DMS: 1,36121	
T.S.S	Medias	n	E.E.	
b <sub>3</sub>	44,0000	4	0,2958	A
b <sub>1</sub>	42,2500	4	0,2958	B
b <sub>2</sub>	40,0000	4	0,2958	C

**Factor B:** T.S.S: tipo de secado de la semilla. n: Tamaño de la muestra. E.E: Error Experimental.

b<sub>1</sub>: secado por microondas. b<sub>2</sub>: secado tradicional. b<sub>3</sub>: secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 17, el b<sub>3</sub> (media:44,0000) genera un a media alta, seguido de b<sub>1</sub> (42,2500), mientras que b<sub>2</sub> (40,0000) registro el valor más bajo conformando tres grupos homogéneos distintos. Estos valores indican que el tratamiento de secado aplicado a b<sub>3</sub>: secado por aire caliente(deshidratador) favorece al aprovechamiento del aceite contenido en la semilla. Este efecto concuerda con (Divine & Foncha, 2020) quienes reportaron que al precalentar las semillas aumenta la cantidad de la extracción de aceite de soja, girasol, etc., lo que podría tener implicaciones positivas en la industria de procesamiento de aceites vegetales.

**Tabla 18.** Prueba Tukey para determinar el efecto del rendimiento en la interacción de los factores

Error:	0,3500	gl: 5	DMS:	2,52374	
M.E.A	T.S.S	Medias	N	E.E.	
a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	53,5000	2	0,4183	A
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	50,5000	2	0,4183	B
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	47,5000	2	0,4183	C
a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	34,5000	2	0,4183	D
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	34,0000	2	0,4183	D
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	32,5000	2	0,4183	D

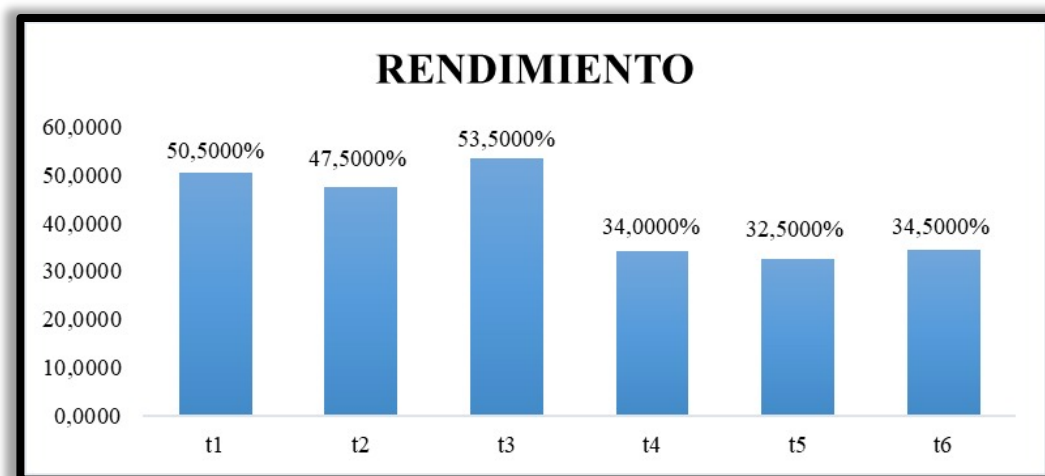
**Factor A:** M.E.A: método de extracción. **Factor B:** T.S.S: tipo de secado de la semilla. **n:** Tamaño de la muestra. **E.E:** Error Experimental. **a<sub>1</sub>:** Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). **a<sub>2</sub>:** Prensado en frío (prensa). **b<sub>1</sub>:** secado por microondas. **b<sub>2</sub>:** secado tradicional. **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 18, muestra que el tratamiento (a<sub>1</sub>b<sub>3</sub>) presenta el mayor rendimiento (53,5000) situado en el rango D, mientras que el menor rendimiento lo obtuvo el tratamiento (a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>) = 32,5000 situado en el rango A. existen diferencias significativas como se evidencia en 6 grupos homogéneos distintos (A-D), en la que todas las combinaciones difieren estadísticamente (p-0,05).

De acuerdo con el tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> confirma con el estudio de: métodos de extracción de aceite (Sinkovic, L 2021) y tipos de secado de semillas (Divine & Foncha, 2020) quienes identificaron valores máximos de rendimiento bajo distintos factores. La identificación de diferentes grupos homogéneos pone de manifiesto que las variaciones en la formulación generan cambios significativos en el rendimiento, lo que evidencia la complejidad del comportamiento del sistema e invalida la aplicación de modelos de diseño simplificados que no consideran estos efectos. Es decir que las variaciones entre el método de extracción y tipo de secado generan cambios significativos en este parámetro, dejando claro que estos factores afectan de manera determinante la eficiencia del proceso. Se evidencia que el t<sub>3</sub> favorece a una mayor liberación del aceite, mientras que el t<sub>5</sub> limita el rendimiento obtenido.

Gráfico 1. Rendimiento



Fuente: (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En el gráfico 1 se observa, los valores del parámetro rendimiento. Se evidencia que la combinación con alto rendimiento (53,5000%) es el tratamiento t<sub>3</sub> de la máquina extractora de aceite oleaginosas con el secado por aire caliente (deshidratador), mientras que la combinación con menor rendimiento (32,5000%) es el tratamiento t<sub>5</sub> por prensado en frío y secado tradicional de la semilla.

## 2.18.2. Análisis físicoquímicos

### 2.18.2.1. Densidad relativa

Tabla 19. Análisis de varianza para la densidad relativa

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F. calculado	p-valor	
Repetición	3,3E-07	1	3,3E-0,7	0,6250	0,4650	Ns
M.E.A	4,8E-05	1	4,8E-05	90,0000	0,0002	**
T.S.S	1,4E-05	2	7,0E-06	13,1250	0,0102	*
M.E.A*T.S. S	6,0E-06	2	3,0E-06	5,6250	0,0525	ns
Error	2,7E-06	5	5,3E-07			
Total	0,0001	11				
C.V	0,0797					

Fuente: (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

Factor A: M. E. A: Método de extracción del aceite

Factor B: T. S. S: Tipo de secado de las semillas

M.E.A\*T.S. S: método de extracción del aceite por el tipo de secado de las semillas

ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo

\* : Significativo

La Tabla 19 presenta los resultados estadísticos correspondientes a la variable densidad relativa. El modelo resultó altamente significativo ( $p < 0,0001$ ), lo que indica que tanto el factor A (método de extracción del aceite) como el factor B (tipo de secado de las semillas) explican de manera significativa la variabilidad observada en la densidad relativa del aceite. En consecuencia, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, concluyéndose que el método de extracción y el tipo de secado de la semilla influyen significativamente en la densidad relativa del aceite obtenido. En contraste la interacción no resultó estadísticamente significativa, aunque mostro una tendencia cercana al nivel crítico.

En el factor A, correspondiente al método de extracción del aceite (M.E.A.), se observaron efectos altamente significativos ( $p < 0,0002$ ), lo que demuestra que la técnica de extracción ejerce una influencia directa y determinante sobre esta propiedad fisicoquímicas.

En el factor B, tipo de secado de la semilla (T.S.S) mostro un efecto estadísticamente significativo ( $p=0,0102$ ), lo que indica que las condiciones de secado de la semilla influyen en la densidad relativa del aceite.

En la interacción de los factores A x B (M.E.A) x (T.S.S) no fueron estadísticamente significativos ( $p>0,05$ ), lo cual podría ser relevante en investigaciones con mayor número de repeticiones.

Finalmente, el valor del coeficiente de variación ( $CV=0,0797$ ) nos indica una variabilidad extremadamente baja lo que evidencia la alta precisión y excelente control experimental durante la evaluación de la densidad relativa del aceite de semilla de zapallo.

- Prueba Tukey para densidad relativa

**Tabla 20.** Prueba de Tukey para el factor métodos de extracción en el parámetro densidad relativa

Error:0,0000		gl: 5	DMS: 0,00108		
M.E. A	Medias	n	E.E.		
a <sub>1</sub>	0,9245	6	0,0003	A	
a <sub>2</sub>	0,9185	6	0,0003	B	

**Factor A:** M.E.A: método de extracción. **n:** Tamaño de la muestra. **E.E:** Error Experimental.  
**a<sub>1</sub>:** Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). **a<sub>2</sub>:** Prensado en frío (prensa)

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 20, se evidencia los resultados de la prueba Tukey en el factor A (método de extracción) se muestra que, el  $a_1$  (media= 0,9245) perteneciente al grupo A genera mayor densidad relativa que el  $a_2$  (media=0,9185), como lo reporta (Ospina, L & Osorio, L,2025) que los métodos de extracción aplicados influyen en las características fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos.

**Tabla 21** Prueba de Tukey para el factor tipo de secado de las semillas en el parámetro densidad relativa

Error:0,0000		gl: 5	DMS: 0,00168	
T.S.S	Medias	n	E.E.	
b <sub>3</sub>	0,9175	4	0,0004	A
b <sub>1</sub>	0,9170	4	0,0004	A
b <sub>2</sub>	0,9150	4	0,0004	B

**Factor B:** T.S.S: tipo de secado de la semilla. n: Tamaño de la muestra. E.E: Error Experimental.  
b<sub>1</sub>: secado por microondas. b<sub>2</sub>: secado tradicional. b<sub>3</sub>: secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 21, se observa que el tipo de secado de la semilla (T.S.S) influyo de manera significativa en la densidad relativa del aceite. El tratamiento b<sub>2</sub> formo parte del grupo B, esto indica que debido a pequeñas variaciones en el tipo de secado generan cambios sutiles, pero estadísticamente detectables en la densidad relativa del aceite. mientras que el tratamiento b<sub>1</sub> y b<sub>3</sub> formo parte del grupo A,

Los resultados de la densidad relativa a 25 °C de los factores a<sub>1</sub> y b<sub>3</sub> demostraron tener mayor densidad relativa. Todos los tratamientos se encuentran dentro del rango de la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 26:2012 en aceite de girasol cuyos valores oscilan entre el mínimo y máximo 0,910 – 0,921.

A medida que un aceite presenta mayor densidad relativa corresponde a una mejor propiedad, pues es más digerible y posee un punto de fusión muy bajo, al presentar mayor densidad relativa se le asocia con un secado más uniforme y eficiente lo cual favorece la disminución de humedad e impurezas en el aceite.

**Tabla 22.** Prueba Tukey para determinar el efecto de la densidad relativa en la interacción de los factores

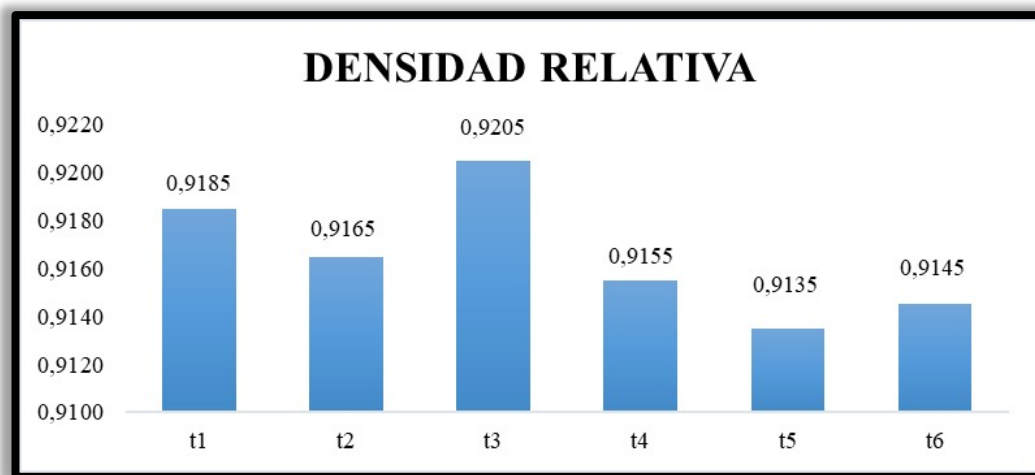
Error:	0,0000	gl: 5	DMS:	0.00312		
M.E.A	T.S.S	Medias	N	E.E.		
a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	0,9205	2	0,0006	A	
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	0,9185	2	0,0006	A	
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	0,9165	2	0,0006	B	C
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	0,9155	2	0,0006	B	C
a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	0,9145	2	0,0006	B	C
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	0,9135	2	0,0006		C

**Factor A:** M.E.A: método de extracción. **Factor B:** T.S.S: tipo de secado de la semilla. **n:** Tamaño de la muestra. **E.E:** Error Experimental. **a<sub>1</sub>:** Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). **a<sub>2</sub>:** Prensado en frío (prensa). **b<sub>1</sub>:** secado por microondas. **b<sub>2</sub>:** secado tradicional. **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 22, nos muestra que el tratamiento (a<sub>1</sub>b<sub>3</sub>) presenta la mayor densidad relativa (0,9205) situado en el rango A, mientras que la menor densidad relativa lo obtuvo el tratamiento (a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>) =0,9135 situado en el rango C, existen diferencias significativas como se evidencia en 3 grupos homogéneos distintos (A-C), en la que todas las combinaciones difieren estadísticamente (p=0,05).

**Gráfico 2.** Densidad relativa



**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En el gráfico 2, se observa la gráfica de la densidad relativa, donde se observa de manera clara las diferentes combinaciones del método de extracción y tipo de secado de la semilla. se observa que el tratamiento t<sub>3</sub> (máquina extractora de aceite oleaginosas y el secado por aire caliente) presento una densidad relativa más alta (0,9205), lo cual favorece la disminución de humedad e impurezas en el aceite. Por

el contrario, la combinación con menor densidad relativa (0,9135) es el tratamiento  $t_5$  (prensado en frío y secado tradicional). Estos resultados permiten concluir que la combinación del tratamiento  $t_3$ , además de obtener el mejor valor de densidad relativa, presenta propiedades más digeribles y además posee un punto de fusión muy bajo, lo que lo convierte en el mejor tratamiento.

### 2.18.2.2. Viscosidad

**Tabla 23.** *Análisis de varianza para la viscosidad*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F. calculado	p-valor	
Repetición	0,1261	1	0,1261	0,4286	0,5416	ns
M. E. A	6,4387	1	6,4387	21,8902	0,0054	**
T. S. S	3,6605	2	1,8302	6,2224	0,0440	*
M.E.A*T.S. S	15,3992	2	7,6996	26,1771	0,0022	**
Error	1,4707	5	0,2941			
Total	27,0951	11				
C.V	0,7683					

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Factor A:** M. E. A: Método de extracción del aceite

**Factor B:** T. S. S: Tipo de secado de las semillas

M.E.A\*T.S. S: método de extracción del aceite por el tipo de secado de las semillas

ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo

\*: Significativo

La Tabla 23 presenta los resultados estadísticos correspondientes a la variable viscosidad. El modelo resultó altamente significativo ( $p < 0,0001$ ), lo que indica que el factor A, método de extracción del aceite (M.E.A.), el factor B, tipo de secado de la semilla (T.S.S.), así como la interacción  $A \times B$ , explican de manera significativa la variabilidad observada en la viscosidad del aceite. En consecuencia, se aceptó la hipótesis alterna y se rechazó la hipótesis nula, evidenciándose que tanto el método de extracción como el tipo de secado de la semilla influyen significativamente en esta propiedad fisicoquímicas.

En el factor A método de extracción de aceite (M.E.A), y la interacción  $A \times B$ , presentaron efectos altamente significativos ( $p < 0,0001$ ), evidenciando que influye de manera directa. En el factor B, tipo de secado de la semilla (T.S.S), presentaron efectos significativos

El modelo fue altamente significativo ( $p=0,0050$ ) con un coeficiente de determinación ( $R^2:0,9457$ ) lo que demuestra que el 95% de la variabilidad observada es explicada por los factores evaluados.

- Prueba Tukey para viscosidad

**Tabla 24.** Prueba de Tukey para el factor método de extracción en el parámetro viscosidad

Error:0,2941		gl: 5	DMS: 0,80490	
<b>M.E. A</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
a <sub>1</sub>	71,3183	6	0,2214	A
a <sub>2</sub>	69,8533	6	0,2214	B

**Factor A:** M.E.A: método de extracción. **n:** Tamaño de la muestra. **E.E:** Error Experimental.  
a<sub>1</sub>: Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). a<sub>2</sub>: Prensado en frío (prensa)

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 24 se evidencia que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. El tratamiento a<sub>1</sub> máquina extractora de aceite oleaginosas, con una cantidad mayor (71,3183 cP), eleva significativamente la viscosidad, mientras que el tratamiento a<sub>2</sub> prensado en frío presentó menor valor (69,8533 cP). El factor métodos de extracción favorecen la concentración de compuestos lipídicos y reducción de humedad residual, contribuyendo al aumento de este parámetro.

**Tabla 25.** Prueba de Tukey para el factor tipo de secado de la semilla en el parámetro viscosidad

Error:0,2941		gl: 5	DMS: 1,24785	
<b>T.S.S</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
b <sub>3</sub>	71,0675	4	0,2712	A
b <sub>1</sub>	70,8775	4	0,2712	A B
b <sub>2</sub>	69,8125	4	0,2712	B

**Factor B:** T.S.S: tipo de secado de la semilla. **n:** Tamaño de la muestra. **E.E:** Error Experimental.

b<sub>1</sub>: secado por microondas. b<sub>2</sub>: secado tradicional. b<sub>3</sub>: secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 25, se observa que el tipo de secado con mayor valor de viscosidad es el tratamiento b<sub>3</sub> secado por aire caliente (deshidratador), mientras que el b<sub>2</sub> presentó valores menores de viscosidad. Una viscosidad alta se asocia con la presencia de ácidos grasos, a menor grado de instauración y mayor interacción intermolecular entre las moléculas lipídicas, estos factores aumentan la resistencia al fluido.

**Tabla 26.** Prueba de Tukey para la interacción en el parámetro de viscosidad

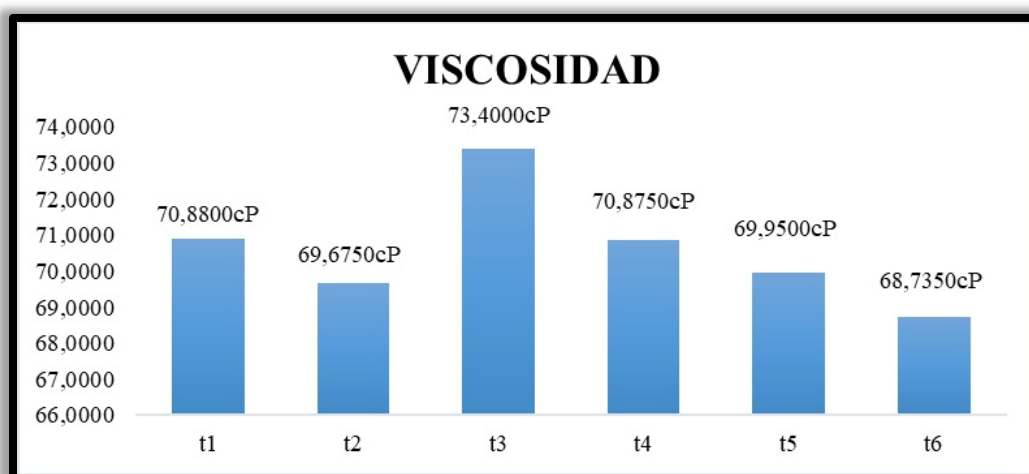
Error:	0,2941	gl: 5	DMS:	2,31358	
M.E.A	T.S.S	Medias	N	E.E.	
a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	73,4000	2	0,3835	A
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	70,8800	2	0,3835	B
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	70,8750	2	0,3835	B
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	69,9500	2	0,3835	B
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	69,6750	2	0,3835	B
a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	68,7350	2	0,3835	B

**Factor A:** M.E.A: método de extracción. **Factor B:** T.S.S: tipo de secado de la semilla. **n:** Tamaño de la muestra. **E.E:** Error Experimental. **a<sub>1</sub>:** Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). **a<sub>2</sub>:** Prensado en frío (prensa). **b<sub>1</sub>:** secado por microondas. **b<sub>2</sub>:** secado tradicional. **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 26, se muestra los resultados de la prueba de Tukey aplicada al parámetro de viscosidad en la combinación a<sub>1</sub> (máquina extractora de aceite oleaginosos) y b<sub>3</sub> (secado por aire caliente) presenta mayor viscosidad (73,4000 cP), mientras que la combinación a<sub>2</sub> (prensado en frío) y b<sub>3</sub> (secado por aire caliente) presentaron el menor valor de viscosidad (68,7350 cP). Cabe recalcar que no existen normas INEN, codex Alimentarius, etc que establezcan límites de rangos específicos para la viscosidad de aceites vegetales, por lo que este parámetro es utilizado principalmente como criterio de calidad comparativa es decir no se emplea como criterio de aceptación o rechazo del producto.

Sin embargo, la viscosidad constituye a un parámetro fisicoquímicas de gran relevancia muy utilizado para la caracterización física del aceite y comparación de los tratamientos.

**Gráfico 3.** Viscosidad

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En el gráfico 3, se puede observar que la combinación del tratamiento  $t_3$  (máquina extractora de aceite oleaginosas con un secado por aire caliente) presenta una viscosidad más alta (73,4000 cP) a comparación de las otras combinaciones. La combinación que presento menor viscosidad (68,7350) fue el tratamiento  $t_6$  (prensado en frio con un secado por aire caliente).

### 2.18.2.3. Índice de refracción

**Tabla 27.** *Análisis de varianza para el índice de refracción*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F. calculado	p-valor	
Repetición	1,0E-06	1	1,0E-06	0,77	0,4196	ns
M. E. A	1,0E-06	1	1,0E-06	0,7729	0,4196	ns
T. S. S	0,0001	2	2,8E-05	21,3091	0,0036	**
M.E.A*T.S. S	1,3E-06	2	6,5E-07	0,4890	0,6398	ns
Error	6,6E-06	5	1,3E-06			
Total	0,0001	11				
C.V	0,0782					

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Factor A:** M. E. A: Método de extracción del aceite

**Factor B:** T. S. S: Tipo de secado de las semillas

M.E.A\*T.S. S: método de extracción del aceite por el tipo de secado de las semillas

ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo

\* : Significativo

En la tabla 27, se observa que el modelo experimental fue significativo, lo que confirma que los factores cumplen con una variabilidad de acuerdo con el parámetro. El factor A que corresponde al método de extracción del aceite (M.E.A) no presento significancia, mientras que en el factor B que corresponde al tipo de secado de la semilla (T.S.S) si presento significancia, esto significa que el tipo de secado influyen de manera directa sobre el índice de refracción, mientras que el factor B no varía de manera individual al parámetro.

La interacción de los factores Ax B (método de extracción del aceite) x (Tipo de secado de la semilla) tampoco demostró estadísticamente significancia, lo cual indica que el efecto del tipo de secado de la semilla sobre el índice de refracción es independiente del método de extracción aplicado.

El coeficiente de variación (0.0782) indica una variabilidad nula entre las unidades experimentales, lo que refleja una precisión alta en la determinación del índice de refracción indicando que los resultados son confiables.

- Prueba de Tukey para el índice de refracción

**Tabla 28.** Prueba de Tukey para el factor B tipo de secado de la semilla en el parámetro índice de refracción

Error:0,0000		gl: 5	DMS: 0,00264	
T.S. S	Medias	n	E.E.	
b <sub>3</sub>	1,4721	4	0,0006	A
b <sub>2</sub>	1,4715	4	0,0006	A
b <sub>1</sub>	1,4673	4	0,0006	B

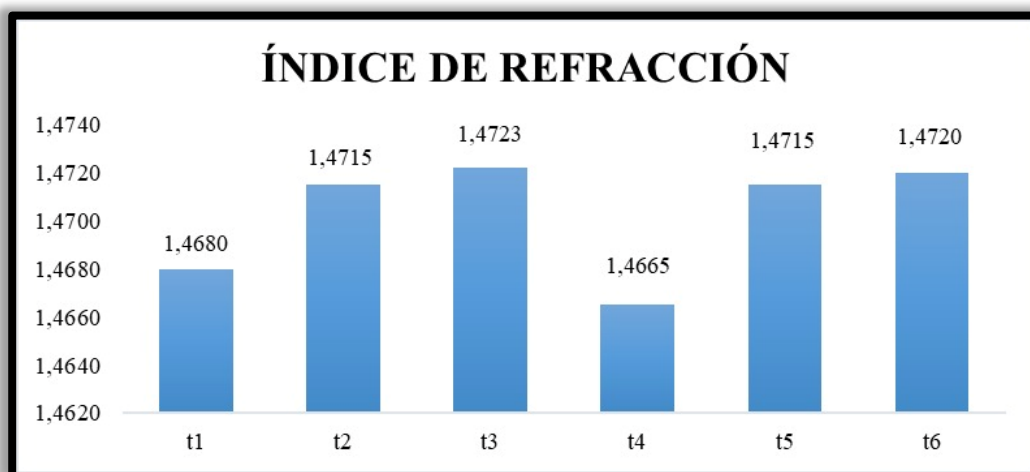
**Factor B:** T.S.S: tipo de secado de la semilla. n: Tamaño de la muestra. E.E: Error Experimental.  
b<sub>1</sub>: secado por microondas. b<sub>2</sub>: secado tradicional. b<sub>3</sub>: secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 28, se observa mismo valor de las medias para los tres tratamientos, el tratamiento b<sub>1</sub> forma parte del grupo B, mientras que los tratamientos b<sub>2</sub> y b<sub>3</sub> forman parte del grupo A, lo cual indica que estadísticamente las variaciones en el tipo de secado generan cambios mínimos detectables en la variable analizada.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango 1.460-1,473 del CODEX STAN 210-1999, lo que reafirma que el aceite de semilla de zapallo conserva las características fisicoquímicas propias de un aceite vegetal de buena calidad.

**Gráfico 4.** Índice de refracción



**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En el gráfico 4, Se evidencia que el tratamiento t<sub>3</sub> (extracción por máquina extractora de aceite oleaginosas con un secado por aire caliente) presento un mayor

índice de refracción (1,47225) diferenciándolo estadísticamente de los demás tratamientos, mientras que el tratamiento  $t_4$  (prensado en frío con un secado por microondas) presentó un índice de refracción más bajo (1,4665).

#### 2.18.2.4. Índice de acidez

**Tabla 29.** *Análisis de varianza para el índice de acidez*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F. calculado	p-valor	
Repetición	0,0004	1	0,0004	49,0000	0,0009	**
M. E. A	1.1470	1	1,1470	137641,0000	<0,0001	**
T. S. S	2,9380	2	1,4690	176277,0000	<0,0001	**
M.E.A*T.S. S	0.6406	2	0,3203	38437,0000	<0,0001	**
Error	4,2E-05	5	8,3E-06			
Total	4,7260	11				
C.V	0,0996					

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Factor A:** M. E. A: Método de extracción del aceite

**Factor B:** T. S. S: Tipo de secado de las semillas

M.E.A\*T.S. S: método de extracción del aceite por el tipo de secado de las semillas

ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo

\*: Significativo

En la tabla 29, se muestra que el modelo experimental, factor A método de extracción del aceite (M.E.A), el factor B tipo de secado de la semilla (T.S.S) y la interacción presentaron un efecto altamente significativo ( $p < 0,0001$ ), evidenciando que todos los factores influyen de forma directa y contundente sobre el índice de acidez. Tal como lo reporta (Martínez, J,2023) en su estudio donde menciona que el emplear métodos y secados distintos, atribuye a cambios en la eficiencia de la liberación de los compuestos lipídicos lo que se atribuye a la estabilidad del producto y la reducción de reacciones que favorecen la formación de compuestos ácidos.

Siendo el coeficiente de variación (C. V=0.0996) lo cual indica una adecuada precisión experimental. Los resultados indican que el tipo de extracción, el método de secado e interacción entre ambos factores sí influyen de manera significativa.

- Pruebas de Tukey para el índice de acidez

**Tabla 30.** Prueba de Tukey para la repetición

REP.	Medias	n	E.E.	
I	2,8917	6	0,0000	A
II	2,9033	6	0,0000	B

REP: repetición. n: Tamaño de la muestra. E.E: Error Experimental.

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 30 se observa la prueba de Tukey para las dos repeticiones en la cual se observa el valor de la media más alto (2,9033) de la repetición II, mientras que el menor valor de la media (2,8917) fue de la repetición I.

**Tabla 31.** Prueba de Tukey para el factor A método de extracción en el parámetro índice de acidez

M.E. A	Medias	n	E.E.	
a <sub>1</sub>	2,5883	6	0,0012	A
a <sub>2</sub>	3,2067	6	0,0012	B

**Factor A:** M.E.A: método de extracción. n: Tamaño de la muestra. E.E: Error Experimental.

a<sub>1</sub>: Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). a<sub>2</sub>: Prensado en frío (prensa)

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 31, se observa que en el factor A método de extracción la media del valor más alto de índice de acidez es a<sub>2</sub> (3,2067 mgKOH/g), mientras que para a<sub>1</sub> (2,5883 mgKOH/g). En un estudio realizado por (Narvaez, E,2021) indica que la técnica utilizada para obtener aceite afecta directamente la liberación de ácidos grasos libres relacionado con el daño celular y esfuerzo mecánico aplicado durante el proceso de extracción.

**Tabla 32.** Prueba de Tukey para el factor B tipo de secado de la semilla en el factor de índice de acidez

T.S. S	Medias	n	E.E.	
b <sub>3</sub>	2,2525	4	0,0014	A
b <sub>1</sub>	2,9850	4	0,0014	B
b <sub>2</sub>	3,4550	4	0,0014	C

**Factor B:** T.S.S: tipo de secado de la semilla. n: Tamaño de la muestra. E.E: Error Experimental.

b<sub>1</sub>: secado por microondas. b<sub>2</sub>: secado tradicional. b<sub>3</sub>: secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 32, se observa que en el factor B tipo de secado de la semilla (T.S.S) el tratamiento que presento un alto índice de acidez fueron  $b_2$  (secado tradicional) con una media de (3,4550 mgKOH/g), mientras que el tratamiento que presento menor índice de acidez es  $b_3$  (secado por aire caliente) con una media de (2.2525 mgKOH/g), lo que demuestra que las condiciones de secado antes de la extracción afectan la estabilidad del aceite. Esto corrobora lo que menciona (Ostaiza,2023) en su estudio de procesos de secado más severos pueden favorecer la hidrólisis de los triglicéridos y la activación de enzimas lipolíticas, lo que incrementa la cantidad de ácidos grasos libres por lo tanto la acidez del aceite.

**Tabla 33.** Prueba de Tukey para la intersección en el parámetro de índice de acidez

Error:	0,000	gl: 5	DMS:	0,01231	
M.E.A	T.S.S	Medias	N	E.E.	
$a_1$	$b_3$	2,2500	2	0,0020	A
$a_2$	$b_3$	2,2550	2	0,0020	A
$a_2$	$b_1$	2,6050	2	0,0020	B
$a_2$	$b_2$	2,9050	2	0,0020	C
$a_1$	$b_1$	3,3650	2	0,0020	D
$a_1$	$b_2$	4,0050	2	0,0020	E

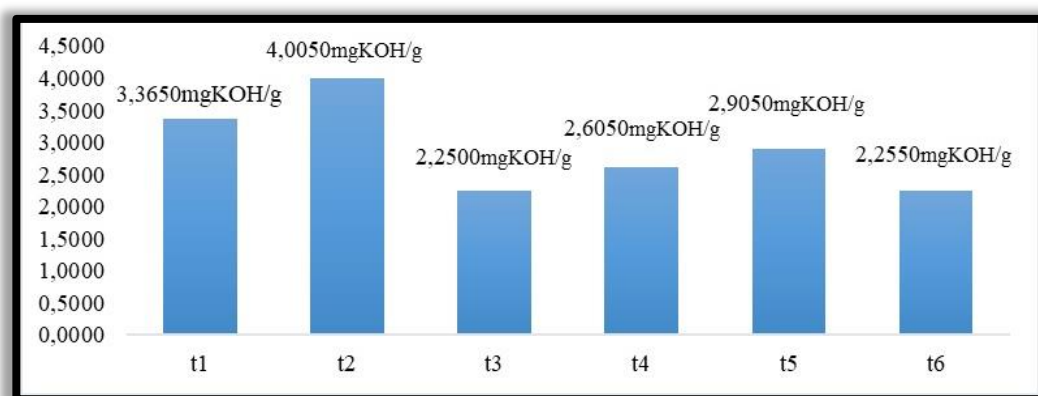
**Factor A:** M.E.A: método de extracción. **Factor B:** T.S.S: tipo de secado de la semilla. **n:** Tamaño de la muestra. **E.E:** Error Experimental.  $a_1$ : Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos).  $a_2$ : Prensado en frío (prensa).  $b_1$ : secado por microondas.  $b_2$ : secado tradicional.  $b_3$ : secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 33, se observa la interacción entre el método de extracción y tipo de secado de la semilla (AxB). La combinación que presento el mayor índice de acidez es  $a_1, b_2$  con una media de (4,0050 mgKOH/g), mientras que la combinación que presento el menor índice de acidez fue  $a_1, b_3$  con una media de (2,2500 mgKOH/g). Este fenómeno ha sido documentado en investigaciones recientes sobre aceites vegetales sin refinar, donde se ha indicado que ciertas combinaciones de secado y extracción intensifican los procesos de degradación en lípidos (Díaz, 2024).

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites establecidos por el Codex Alimentarius Commission en la norma CODEX STAN 210-1999, la cual señala que el índice de acidez para aceites vegetales no debe superar los 4,0 mg de KOH/g. Estos valores respaldan la confiabilidad de los resultados alcanzados en la presente investigación. Asimismo, es importante destacar que un menor índice de acidez se asocia con una mejor calidad y mayor estabilidad del aceite, ya que refleja un menor grado de hidrólisis de los triglicéridos y, por tanto, una menor presencia de ácidos grasos libres.

**Gráfico 5.** *Índice de acidez*



**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En el gráfico 5, se evidencia una reducción de la acidez en los tratamientos con secado por aire caliente (deshidratador), mientras que por un secado tradicional se evidencia un alto valor de acidez. El t<sub>3</sub> (secado por aire caliente y máquina extractora de aceite oleaginosas) presentó una acidez menor (2,2500 mgKOH/g), lo que se atribuye a la estabilidad del producto y la reducción de reacciones que favorecen la formación de compuestos ácidos. Al contrario, el t<sub>2</sub> (secado tradicional combinado por máquina extractora de aceite oleaginosas), presentaron los valores más altos de acidez.

### **2.18.3. Determinación del mejor tratamiento**

Para la determinación del mejor tratamiento se aplicó un diseño DBCA en arreglo factorial (AxB) con una repetición en el cual se miden tanto los valores de rendimiento, densidad relativa, viscosidad, índice de refracción e índice de acidez. El rendimiento, densidad relativa, viscosidad y índice de refracción mostraron datos

mayores y menores en el cual, el índice con mayor consistencia determinara bibliográficamente el mejor tratamiento, por otra parte, respecto al índice de acidez se tomará el que presente menor cantidad. Se determino el mejor tratamiento mediante el rendimiento y análisis fisicoquímicas siendo así el mejor tratamiento la combinación a<sub>1</sub>, b<sub>3</sub>; máquina extractora de aceite oleaginosos y secado por aire caliente (deshidratador). A continuación, se muestran todos los resultados en base a toda la información concreta y resumida del mejor tratamiento:

**Tabla 34.** Resultados de los tratamientos planteados

Relación de resultados del mejor tratamiento						
Parámetros	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>
Rendimiento (%)	51	48	54	34	32	35
Densidad relativa	0,918	0,917	0,921	0,915	0,913	0,914
Viscosidad (cP)	70,90	68,80	73,50	71,00	69,90	68,80
Índice de refracción	1,4690	1,4710	1,4725	1,4680	1,4710	1,4720
Índice de acidez (mgKOH/g)	3,36	4,00	2,24	2,60	2,90	2,25

t<sub>1</sub>: Máquina extractora de aceite oleaginosos (frutos secos); secado por microondas. t<sub>2</sub>: Máquina extractora de aceite oleaginosos (frutos secos); secado tradicional. t<sub>3</sub>: Máquina extractora de aceite oleaginosos (frutos secos); secado por aire caliente. t<sub>4</sub>: Prensado en frío (prensa); secado por microondas. t<sub>5</sub>: Prensado en frío (prensa); secado por microondas. t<sub>6</sub>: Prensado en frío (prensa); secado por aire caliente.

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

El rendimiento registrado en el mejor tratamiento fue de 54% El rendimiento obtenido se encuentra dentro del rango superior reportado por (Sinkovic, L, 2021) dentro de su estudio alcanzo un contenido de aceite de semillas de 45,3 – 54,9 indicando que el contenido de aceite puede variar ampliamente en función del método de extracción y de las condiciones de secado de la semilla.

La densidad relativa del mejor tratamiento alcanzó los 0,921 dicho valor se encuentra dentro del rango de la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 26:2012 en aceites comestibles y vegetales cuyos valores oscilan entre el mínimo y máximo 0,90 – 0,93 dependiendo del material vegetal (algodón soya, girasol, oliva, sachá inchi, entre otros).

El valor 73,50 cP representa una viscosidad alta que se asocia con la presencia de ácidos grasos, a menor grado de instauración y mayor interacción intermolecular entre las moléculas lipídicas, estos factores aumentan la resistencia al fluido.

El valor 1,4725 en el mejor tratamiento presentó el mayor valor de índice de refracción. Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango 1.460-1,473 del CODEX STAN 210-1999, lo que reafirma que el aceite de semilla de zapallo

conserva las características fisicoquímicas propias de un aceite vegetal de buena calidad.

El índice de acidez del mejor tratamiento fue de 2,24 mg de KOH/g. Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango, según el CODEX STAN 210-1999 indican que el índice de acidez debe contener una dosis máxima de 4,0 mg de KOH/g, lo que afirma la veracidad de nuestros resultados, considerando que a menor índice de acidez mejor calidad y estabilidad del aceite ya que menora la hidrólisis de los triglicéridos.

#### 2.18.4. Capacidad antioxidante mediante el procedimiento FRAP y ABTS.

**Tabla 35.** Capacidad antioxidante mediante FRAP y ABTS

Muestra	ABTS	FRAP	
	CI <sub>50</sub> (mg/mL)	Concentración (mg/mL)	μmol Fe <sup>2+</sup> /g
Aceite de semilla	0,12 ±0,04	4	153,6 ±4,6
		2	120,3 ±5,2
		1	101,1 ±4,4
Trolox	0,03 ±0,01	0,5	789,0 ±8,8

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 35 se observa los resultados del análisis de ABTS (Azinobis 3-etilbenzotiazolona-6-ácido sulfónico) y FRAP (Poder de reducción del hierro férrico) utilizando Trolox como estándar de referencia.

En el ensayo ABTS refleja que el aceite de semilla de zapallo muestra una buena capacidad de radicales libres con un valor de CI<sub>50</sub> 0,12 ± 0,04 mg/mL y su actividad es menor que el trolox CI<sub>50</sub> 0,03 ± 0,01 mg/mL. Ya que este parámetro indica una actividad antioxidante moderada y significativa ya que tiene una concentración necesaria para inhibir el 50% del radical, ya que los valores bajos muestra mayor actividad antioxidante. Con estos resultados se evidencia que tiene presencia de bioactivos como tocopheroles, compuestos fenólicos y esteroides presentes en el aceite de semillas de zapallo. Según Ramírez, M (2023) las fracciones ricas en compuestos antioxidantes presentan mayor capacidad de neutralizar radicales libres menores CI<sub>50</sub>.

Por otro lado, en el ensayo FRAP, se observó que el aceite de semilla de zapallo tiene una capacidad reductora que depende de la concentración. A concentraciones de 4,2 y 1 mg/mL, sus valores son de  $153,6 \pm 4,6$ ;  $120,3 \pm 5,2$  y  $101,1 \pm 4,4$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  respectivamente. Estos resultados señalan que la capacidad reductora del aceite es moderada y significativa lo cual disminuye en función de que se reduce su concentración, lo cual indica una relación entre dosis y respuesta. El Trolox en una concentración de 0,5 mg/mL mostro un valor más alto ( $789,0 \pm 8,8$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ ), lo que confirma su alta capacidad antioxidante. Los resultados muestran que en su totalidad el aceite de semillas de zapallo tiene una actividad antioxidante significativa, gracias a los compuestos bioactivos presentes. Según (Carrillo, A,2024) menciona que los valores FRAP en aceites vegetales suelen variar en función del tipo de semilla y método de extracción corroborando nuestros valores obtenidos del aceite de semilla de zapallo que se encuentran dentro de los rangos establecidos.

2.18.5. *Ácidos grasos del aceite de semilla de zapallo (Curcubita máxima).*

**Tabla 36.** *Ácidos grasos presentes en el aceite de semilla de zapallo*

<b>Grupo</b>	<b>Parámetro</b>	<b>U</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método</b>
Ácidos grasos saturados	Ácido Caprílico	%	0,00	
	Ácido Cáprico	%	0,00	
	Ácido Láurico	%	0,00	
	Ácido Tridecanoico	%	0,00	
	Ácido Mirístico	%	0,07	
	Ácido Pentadecanoico	%	0,13	
	Ácido Palmítico	%	12,39	
	Ácido Heptadecanoico	%	0,00	
	Ácido Esteárico	%	10,40	
	Ácido Araquídico	%	0,59	
	Ácido Behémico	%	0,00	
Ácidos grasos monoinsaturados	Ácido Miristoleíco	%	0,00	AOAC 996.06
	Ácido Palmitoleíco	%	0,07	
	Ácido Elaídico	%	0,00	
	Ácido Oleíco (Cis-9)	%	18,38	
	Ácido Eicosenoico	%	0,00	
	Ácido Erúcico	%	0,00	
Ácidos grasos poliinsaturados	Ácido Linoleíco	%	57,70	
	Ácido Linolénico	%	0,26	
<b>Total de Ácidos grasos saturados</b>		%	23,59	
<b>Total de Ácidos grasos monoinsaturados</b>		%	18,45	
<b>Total de Ácidos grasos polinsaturados</b>		%	57,96	

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

En la tabla 36, se observa la composición de los ácidos grasos del aceite de semilla de zapallo del mejor tratamiento, determinando mediante el método (AOAC 996.06), lo cual se evidencio que en los ácidos grasos poliinsaturados predominan con un porcentaje del 57,96%, principalmente ácido linoleico con (57,70%), lo que resalta su valor nutricional al tratarse de un ácido esencial.

El 18,45% de los ácidos grasos fueron monoinsaturados, entre los cuales sobre sale el ácido oleico con (18,38%). Los ácidos grasos saturados a su vez representaron el 23,59%, con el ácido palmítico con (12,39%) y el ácido esteárico con (10,40%) como los componentes más importantes de esta categoría.

El aceite de semilla de zapallo contiene un total de ácidos grasos saturados del 23,59%, destacando principalmente el ácido palmítico, que alcanzó el 12,39%, y el ácido esteárico, con un 10,40%. Según Salem (2024), el ácido palmítico es uno de los ácidos grasos saturados más frecuentes en aceites de origen vegetal, en el aceite de (*Curcubita máxima*), sus niveles suelen oscilar entre el 10% y el 14%.

En lo que respecta al ácido esteárico, su porcentaje es de 10,40%, fue mayor que el reportado en algunas investigaciones donde las concentraciones cercanas al 5% y 7% en aceites de zapallo Universidad Nacional del Santa (2025). Sin embargo, de acuerdo con Kumar. (2025), el nivel de este ácido graso puede variar según la variedad de zapallo, sus condiciones climáticas y el método de extracción. A diferencia del ácido esteárico es metabólicamente neutro, ya que no incrementa significativamente los niveles de colesterol LDL, lo que disminuye su efecto negativo en la salud del corazón (Kumar et al., 2025).

En cuanto a los ácidos grasos monoinsaturados, el aceite mostro un total del 18,45% siendo este el ácido oleico con un (18,38%) el componente más abundante de este grupo. Según Zhang et al. (2024), el ácido oleico es uno de los ácidos grasos predominante en el aceite de semilla de zapallo ya que generalmente se encuentra en un rango amplio que va del 17% al 44% dependiendo de su procedencia y del proceso de extracción, ya que este valor está dentro de los márgenes reportados. Según Kumar et al. (2025) el ácido oleico ayuda a mejorar la estabilidad frente a la oxidación del aceite y se asocia con propiedades cardio protectoras al remplazar grasas saturadas en la dieta.

En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados, el aceite de semilla de zapallo mostro un fuerte predominio, alcanzando un total de 57,96%, siendo así el ácido linoleico el más destacado, representando con un total de 57,70% del total. Según Salem (2024), el ácido linoleico es el ácido graso más abundante en el aceite de zapallo (*Curcubita máxima*), con valores reportados que oscilan entre el 48% y el 63% lo

cual concuerda con los resultados obtenidos, este ácido graso es esencial para el ser humano ya que desempeña un papel clave en la salud de las membranas celulares y en la regulación del metabolismo. En cuanto a Zhang et al. (2024) un alto contenido de ácido linoleico en los aceites vegetales se asocia con beneficios cardiovasculares cuando se consume como parte de una dieta equilibrada.

Finalmente, el ácido linolénico mostro una cantidad baja de 0,26%, lo cual es típico del aceite de semilla de zapallo. Según Kumar. (2025), la cantidad de ácido linolénico en este aceite suele ser menor al 1%, aunque sea en pequeñas cantidades, alade un valor nutricional al aceite al aportar ácidos grasos omega-3. Asimismo, Salem (2024) menciona que la mezcla de altos niveles de ácido linoleico junto con cantidades moderadas de ácido oleico confiere al aceite de zapallo un perfil lipídico ventajoso tanto nutricional como funcional.

### **3. Impactos**

La elaboración del presente proyecto de investigación no solo aporta conocimientos científicos sobre un recurso vegetal poco aprovechado, sino que también genera efectos positivos en lo técnico, social, económico y ambiental los cuales son:

#### **3.1. Impactos técnicos**

El aprovechamiento de las semillas de zapallo para la extracción de aceite es una alternativa innovadora. Permite establecer condiciones óptimas de extracción y secado para obtener un aceite con mejores propiedades fisicoquímicas y de rendimiento.

Facilita la identificación precisa de los componentes del aceite, aportando información técnica para definir su rendimiento, capacidad antioxidante y ácidos grasos.

#### **3.2. Impactos sociales**

El aprovechamiento de semillas locales como las de zapallo tiene un gran impacto, ya que impulsa la producción de estos cultivos. La extracción de aceite de esta semilla para la Asociación “Surcos del Sol” ubicada en el cantón Sigchos es una iniciativa que pretende obtener un impacto positivo, ya que la innovación de la

extracción de aceites de semilla lograría abrir nuevos mercados y diversificar la oferta de sus productos locales.

### **3.3. Impactos económicos**

Aprovechar las semillas de la producción de zapallo para la extracción de aceite puede generar un impacto económico positivo en la asociación, ya que se estaría dando un valor agregado al margen de desecho que tienen, siendo así la idea aprovechar al máximo todos los subproductos que puedan ser derivados de esta hortaliza, con ello se genera una fuente adicional para la asociación “Surcos del sol” debido a que se puede atraer a nuevos consumidores interesados del producto.

### **3.4. Impactos ambientales**

Reduce la generación de residuos agrícolas al aprovechar las semillas del zapallo, contribuyendo a una producción más limpia y sostenible.

Ayuda a fomentar el aprovechamiento integral del cultivo al reducir la generación de residuos orgánicos como el uso de las semillas de zapallo que normalmente son desechadas.

#### 4. Presupuesto del proyecto

Tabla 37. Presupuesto del proyecto de investigación

Cantidad	Descripción	Unidad	V.Unitario (\$)	Valor total (\$)
<b>Presupuesto para la elaboración del proyecto</b>				
<b>Equipos</b>				
1	Prensa hidráulica	H. uso (6 días)	4,30	25,80
1	Desecador	H. uso (3 días)	0,55	1,65
1	Estufa	H. uso (3 días)	4,40	13,20
1	Picnómetro	H. uso (3 días)	0,15	0,45
1	Microondas	H. uso (6 días)	3,45	20,70
1	Estufa con circulación de aire caliente(deshidratador)	H. uso (6 días)	3,50	21,00
1	Balanza XB-320	H. uso (15 días)	0,70	10,50
1	Máquina extractora de aceite oleaginosos	H. uso (6 días)	5,30	31,80
<b>Subtotal equipos</b>				<b>125,10</b>
<b>Materiales</b>				
4	Recipientes para microondas	U	3,25	13,00
1	Tubo de decantación	H. uso (3 días)	1,39	4,17
1	Soporte universal	H. uso (3 días)	1,00	3,00
1	Pinza doble nuez	H. uso (3días)	1,40	4,20
1	Bandeja de acero inoxidable	H. uso (6 días)	0,97	5,82
3	Cuchillos estándar acero inoxidable	H. uso (3días)	1,70	5,10
13	Frascos ámbar (50ml)	U	1,25	16,25
1	Vaso de precipitación	H. uso (6 días)	0,40	2,40
1	Limpión industrial	m	2,15	2,15
1	Papel de celulosa	m	1,25	1,25
<b>Subtotal materiales</b>				<b>57,34</b>
<b>Reactivos</b>				
1	Hipoclorito de sodio al 1%	L	3,00	3,00
3	Agua destilada	L	0,90	2,70
1	Reactivo TPTZ	g	20,00	20,00
2	Cloruro férrico	g	1,00	2,00
2	Sal de Mohr	g	11,00	22,00
1	Ácido acético	U	50,00	50,00
3	Acetato de sodio	g	1,00	3,00

1	Trolox de grado analítico	g	151,00	151,00
<b>Subtotal reactivos</b>				<b>253,70</b>
<b>Material bibliográfico y fotocopias</b>				
1	Esfero	U	0,30	0,30
540	Impresiones	U	0,05	27,00
6	Anillados	U	1,25	7,50
1	Computadora (uso proporcional)	U	118,72	118,72
<b>Subtotal material bibliográfico</b>				<b>153,52</b>
<b>Gastos varios</b>				
700	Internet	Horas	0,11	77,00
36	Transporte	Días	3,57	128,57
36	Alimentación	Días	3,00	108,00
<b>Subtotal gastos varios</b>				<b>313,57</b>
<b>Materia prima</b>				
30	Semillas de zapallo	Kg	14,00	420,00
<b>Subtotal materia prima</b>				<b>420,00</b>
<b>Análisis de laboratorio</b>				
Análisis fisicoquímicas	Índice de refracción	de -	10,00	120,00
	Viscosidad	cP	40,00	480,00
	Cromatografía de gases a masas (GC-FID)	acoplada mL	100,00	100,00
<b>Subtotal análisis de laboratorio</b>				<b>700,00</b>
<b>Total, general</b>				<b>2,023,23</b>

Fuente: (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

## 5. Conclusiones

- Se observó que la extracción de aceite de las semillas depende directamente de los métodos de extracción y tipo de secado de la semilla. El tratamiento t<sub>3</sub> (secado con aire caliente combinado con máquina extractora de aceite oleaginosas) produjo la producción media más alta, aproximadamente un 54 %, superior al secado tradicional, el secado por microondas y la extracción de prensado en frío. Según estos resultados, el secado con aire caliente (deshidratador) reduce simultáneamente el contenido de humedad de las semillas y mejora el proceso de extracción del aceite.
- Las propiedades fisicoquímicas del aceite obtenido con el mejor tratamiento t<sub>3</sub> mostraron valores satisfactorios, similares a los de los aceites vegetales de alta calidad. La densidad relativa del aceite es de 0,921, su viscosidad es de 73,50 cP, su índice de refracción es de 1,4725 y su índice de acidez es de

2,24 mg KOH/g, Esto indica que se trata de un aceite estable con una baja tasa de descomposición, apto para el consumo. Estos parámetros se encuentran dentro de los rangos descritos en las normas: CODEX STAN 210-1999 y INEN 26:2012 para el aceite obtenido a partir de semillas oleaginosas, lo que confirma la calidad del proceso utilizado.

- Los ensayos FRAP y ABTS confirmaron la capacidad del aceite para combatir la oxidación. El ensayo ABTS mostró un valor de  $0,12 \pm 0,04$  mg/mL, mientras que el ensayo FRAP mostró  $153,6 \pm 4,6$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  a 4 mg/mL y  $120,3 \pm 5,2$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$  a 2 mg/mL. Estos resultados indican que la actividad antioxidante depende de la concentración, debido a la presencia de vitamina E y otros compuestos bioactivos en el aceite.
- El análisis por cromatografía de gases (GC-FID) permitió identificar el perfil de ácidos grasos presentes en el aceite de semilla de zapallo del mejor tratamiento ( $t_3$ ), revelando un valor total de 23,59 % de ácidos grasos saturados, 18,45 % de ácidos grasos monoinsaturados y 57,96 % de ácidos grasos polinsaturados. La alta proporción de estos ácidos grasos saturados, monoinsaturados y polinsaturados demuestran el valor nutricional del aceite de semilla de zapallo y su potencial como ingrediente funcional.

## 6. Recomendaciones

- Se recomienda mantener un control adecuado de la humedad de la semilla, ya que al estar demasiado seca pierde contenido de aceite lo cual afecta su rendimiento durante el proceso de extracción. Los valores de humedad que obtuvimos fueron de 5,9 %, 5,7 % y 5,4 %, siendo 5,4% el valor de humedad óptima para garantizar una buena extracción sin comprometer la calidad del aceite.
- Es recomendable trocear las semillas manualmente antes de introducirlas en la máquina extractora de aceite oleaginosas para evitar atascos en el equipo y garantizar su funcionamiento.
- Se sugiere realizar una filtración doble en la extracción por máquina extractora de aceite oleaginosas primero en el tubo de decantación, seguido de un filtrado por papel de celulosa, con el fin de eliminar las impurezas sólidas y restos de

la semilla lo cual puede alterar la claridad, calidad y estabilidad del aceite obtenido.

## 7. Bibliografías

- Alao, A. I. (2025). A critical review on vegetable oils refining: A case for local reagents application. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 12(10), 2865–2879.
- Alvarado Zhanay, L. T. (2023). Extracción de aceite a partir de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) proveniente de la parroquia Chuquiribamba del cantón Loja [Trabajo de Integración Curricular, Universidad Nacional de Loja].
- Alvarez, M., & Khalid, R. (2023). *Evaluation of microbial contamination in stored pumpkin seeds (Cucurbita máxima)*. *Middle East Research Journal of Biological Sciences*, 9(2), 15–22. <https://doi.org/10.1234/merjbs.2023.092>
- Amin, M. Z., Rity, T. I., Uddin, M. R., Rahman, M. M., & Uddin, M. J. (2020). A comparative assessment of anti-inflammatory, antioxidant and antibacterial activities of hybrid and indigenous varieties of pumpkin (*Cucurbita máxima* Linn.) seed oil. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 28, 101767. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101767>
- Araujo de Rodríguez, I. del C., Cevallos Imbaquingo, S. P., Navarrete Pilacuán, M. P., & Cadena Palacios, C. N. (2023). Metodología de investigación. Centro de Investigación y Desarrollo (CID). [https://doi.org/10.37811/cli\\_w834](https://doi.org/10.37811/cli_w834)
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2020). *Biological effects of essential oils – A review*. *Food and Chemical Toxicology*, 65, 174–187. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.01.015>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446–475.
- Biesiada, A., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A., & Fecka, I. (2020). *Antioxidant and antimicrobial properties of seed oil from Cucurbita pepo L*. *Molecules*, 25(6), 1341. <https://doi.org/10.3390/molecules25061341>
- Borges, L. C., Silva, F. A., & Souza, R. A. (2019). *Contaminación micótica en semillas de cucurbitáceas: impacto en la calidad y seguridad alimentaria*.

*Revista de Ciencia Agrícola*, 36(1), 45–52.  
<https://doi.org/10.18306/rca.v36i1.945>

- Brito López, P. G., & Cajamarca Rivadeneira, X. J. (2023). Evaluación del rendimiento en la extracción de aceite de semillas de soja (*Glycine max* L.) y girasol (*Helianthus annuus* L.) utilizando como pretratamiento la técnica de explosión por vapor (Bachelor's thesis).
- Buldain, D. (2019). *Aceites esenciales: Producción, extracción y aplicación*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Burgos Martínez, R., Argüelles Pascual, V., & H. Palacios, R. (2021). *Etapas del método estadístico*. repositorio Ciencia Huasteca.
- Castel, F. (2025). Los 11 beneficios del zapallo para tu salud. *Psicología y Mente*.  
<https://psicologiaymente.com/nutricion/beneficios-del-zapallo>
- Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2021). *Biological activities of lavender essential oil*. *Phytotherapy Research*, 35(8), 4085–4095.  
<https://doi.org/10.1002/ptr.6973>
- Cedeño Cevallos, J. L., Navarrete Alcívar, M. A., Sánchez Mendoza, V., & Moreira Mendoza, C. A. (2023). Eficacia en la extracción de aceite a partir de especies vegetales. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 10(2), 1–16
- Cherne Vaca, G. N. (2025). Aprovechamiento de residuos (cáscara y semilla) de la fruta de pan (*artocarpus altilis*) para la obtención de harina.
- Choquenaira Florez, R., & Rivas Zegarra, S. M. (2005). *Extracción del aceite de semillas de Cucurbita máxima Dutch Var. Macre y Var. Zambo, determinación de los ácidos grasos insaturados libres (...) y de su efecto antibacteriano contra Escherichia coli y Shigella flexneri*, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio UCSM.  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/3792>
- Coronel, M. (2017). *Estudio de composición química y aplicaciones de aceites esenciales*. Repositorio institucional.
- Crossman, A. (2024). Hypothetico-Deductive Method. ThoughtCo.  
<https://www.thoughtco.com/hypothetico-deductive-reasoning-3026351>

- Daen, S. T. (2011). *Tipos de investigación científica*. Revista de Actualización Clínica Investiga Boliviana, 12(1), 621–624.
- Díaz, J. (2024). *Efecto del tratamiento térmico sobre la estabilidad fisicoquímica de aceites vegetales*.
- Dravie, E. E., Kortei, N. K., Essuman, E. K., Tettey, C. O., Boakye, A. A., & Hunkpe, G. (2020). Antioxidant, phytochemical and physicochemical properties of sesame seed (*Sesamum indicum* L). *Scientific African*, 8, e00349. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00349>
- Flores Torres, X. F., Oñate Guadalupe, J. A., & Villamar Piguave, W. G. (2021). *Identificación de las variables que inciden en la producción sostenible de la agroindustria alimentaria*. *RECIAMUC*, 5(2), 23–35. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.\(2\).abril.2021.23-35](https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.(2).abril.2021.23-35)
- Flores, A. M., & Pérez, L. R. (2022). *Diseños experimentales en ciencias aplicadas: fundamentos y aplicaciones*. Revista Iberoamericana de Metodología, 20(1), 45-59. <https://doi.org/10.1234/rim.v20i1.2022>
- Salazar-Pereda, V., & González-Olivares, L. G. F. Piña-Aguilar, E. Contreras-López, JG Pérez-Flores, L. García-Curiel b.
- García, M. J., López, P. J., & Pérez, R. A. (2018). *Microbiota asociado a semillas oleaginosas: características y efectos en la calidad del producto*. Revista Latinoamericana de Microbiología, 60(3), 130–138. <https://doi.org/10.4067/S0717-34582018000300130>
- Gavril, R. N., et al. (2024). Pumpkin and pumpkin by-products: A comprehensive review. *Foods*, 13(17), 2694. <https://doi.org/10.3390/foods13172694>
- Ghritlahare, A. (2025). The role of flowcharts in problem solving and process visualization. Shri Davara University. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15358152>
- González, A., & Pérez, M. (2018). *Características físicas y químicas de la semilla de calabaza para mecanización y procesamiento*. Revista Mexicana de Ingeniería Agrícola, 10(2), 61–77. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/2033/203359541004/html/>
- Grandiflora y Chuquiraga Spinosa. Scielo, 87(2), 107-119. doi:<http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v87i2.343> Urrunaga, M. (2021). Efecto

de la aromaterapia en base a los aceites esenciales de lavandula dentata y citrus sinensis en el control de los síntomas del estrés laboral de los trabajadores administrativos de la

- Hagos, M., Yaya, E. E., Chandravanshi, B. S., & Redi-Abshiro, M. (2023). Determination of fatty acids composition by GC-MS and physicochemical parameters of pumpkin (*Cucurbita máxima*) seed oil cultivated in Ethiopia. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 37(3), 565–577. <https://doi.org/10.4314/bcse.v37i3.3>
- Hu, Z., Hu, C., Li, Y., Jiang, Q., Li, Q., & Fang, C. (2023). Pumpkin seed oil: A comprehensive review of extraction methods, nutritional components and health benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(2), 572–582. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12952>
- Hussain, A., Kausar, T., Murtaza, M. A., Jamil, M. A., Iqbal, M. A., Majeed, M. A., Rafique, A., Iftikhar, K., Noreen, S., Quddoos, M. Y., & Mehmood, A. (2022). Production, characterization, food application and biological study of powder of pumpkin (*Cucurbita máxima*) parts (peel, flesh and seeds). *Pure and Applied Biology*, 12(1), 48–60. <https://doi.org/10.19045/bspab.2023.120006>
- Hussain, M., Ahmad, M., Rehman, S., & Akhtar, N. (2022). Pumpkin seed oil: Composition, health benefits and applications. *Food Science & Nutrition*, 10(4), 1178–1190. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2738>
- Jiménez, L. (2020). Impacto de la investigación cuantitativa en la actualidad. *Convergence Tech*, 4(IV), 59-68.
- Kumar, A., Sharma, P., Singh, R., & Mehta, N. (2025). Nutraceutical prospects of pumpkin seed oil: Fatty acid composition and oxidative stability. *Foods*, 14(3), 354. <https://doi.org/10.3390/foods14030354>
- Kumar, R., Sharma, R., & Singh, A. (2023). Antimicrobial and antioxidant properties of cold-pressed edible oils: A review. *Journal of Food Biochemistry*, 47(5), e14357. <https://doi.org/10.1111/jfbc.14357>
- Labrada, J., Pérez, A., & Martínez, R. (2018). Composición química de aceites esenciales: monoterpenos y sesquiterpenos. *Revista Científica de Química Aplicada*, 12(2), 45–60.

- Larrosa Arnal. (2024, 21 mayo). *Qué es el secado de semillas y por qué es importante*. Larrosa-Arnal. <https://www.larrosa-arnal.com/blog/que-es-el-secado-de-semillas-y-por-que-es-importante/>
- Lemus-Mondaca, R., Marín, J., Rivas, J., Sanhueza, L., Soto, Y., Vera, N., & Puente-Díaz, L. (2019). Semillas de calabaza (*Cucurbita máxima*): Una revisión de atributos funcionales y subproductos. *Revista Chilena de Nutrición: Órgano Oficial de la Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología*, 46(6), 783–791. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182019000600783>
- León Velandia, J. F. (2020). Caracterización y extracción de aceite de semillas de calabaza para la producción de un batido funcional [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes]. Repositorio Uniandes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstreams/938c3b2b-43ee-4bec-b8aa-2c2ea051b15c/download>
- López Guerrero, V. A., Guanoluisa Chuqui, J. I., & Medina Garzón, J. I. (2024, marzo). El zapallo: Ícono del jardín colgante de los Andes - Sigchos/file:///C:/Users/pc/Downloads/LIBRO%20ZAPALLO%20(2).pdf
- Martínez, D. V. S. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *TEPEXI boletín científico de la escuela superior tepeji del río*, 9(17), 38-39.
- Medina Romero, M. Á., Rojas León, C. R., Bustamante Hoces, W., Loaiza Carrasco, R. M., Martel Carranza, C. P., & Castillo Acobo, R. Y. (2023). *Metodología de la investigación*. Peru: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.
- Medina, C. A. (2022). Extracción y caracterización físico-química del aceite esencial de tzintzo (*Tagetes minuta*) mediante el método de arrastre de vapor [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional.
- Millones, I. (2020). Efecto de la temperatura del tostado sobre el rendimiento del aceite obtenido a partir de las semillas de zapallo sin cáscara (*Cucurbita máxima*). Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo".

- [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8743/Millonnes\\_Isique\\_La\\_dy\\_Del\\_Milagro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8743/Millonnes_Isique_La_dy_Del_Milagro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Monge García, M. A., Guamán, A. P., & Cuvi, A. C. (2023). Gestión de la tecnología e innovación en las Unidades Productoras Agrícolas de la provincia de Cotopaxi. *Revista Bionatura*, 8(4), 100–111. <https://revistabionatura.com/2023.08.04.100.html>
- Montesano, D., Blasi, F., Simonetti, M. S., Santini, A., & Cossignani, L. (2018). Chemical and nutritional characterization of seed oil from *Cucurbita máxima* L. (var. Berrettina) pumpkin. *Foods*, 7(3), 30. <https://doi.org/10.3390/foods7030030>
- Moreira Pérez, D. J., Rodríguez Espinoza, N. S., Solórzano Jaramillo, M. F., & Zambrano Tuarez, J. J. (2023). Caracterización descriptiva de fenómenos sociales en comunidades rurales de Manabí [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Universidad Estatal del Sur de Manabí. <https://repositorio.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/download/280/319/>
- Murkovic, M., & Pfannhauser, W. (2000). Stability of pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(9), 607–611. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200009\)102:9<607::AID-EJLT607>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200009)102:9<607::AID-EJLT607>3.0.CO;2-9)
- Narváez Enríquez, C. J. (2021). *Extracción y caracterización de aceite de semillas de calabaza (Cucurbita ficifolia), mediante el uso de distintos solventes*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador.
- Nawirska-Olszańska, A., Kita, A., Biesiada, A., Sokół-Łętowska, A., & Kucharska, A. Z. (2013). Characteristics of antioxidant activity and composition of pumpkin seed oils in 12 cultivars. *Food Chemistry*, 139(1–4), 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.019>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Informe 2023. <https://sdgs.un.org/es/goals>

- Ortiz Andrade, Á. A. (2024). Evaluación del rendimiento extractivo de aceite de semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) por prensado y extrusión en frío.
- Ospina Castaño, L. F., & Osorio Quintero, L. F. (2025). Propiedades físico-químicas y funcionales del almidón de zapallo *Cucurbita* sp., y sus aplicaciones en la industria alimentaria.
- Ostaiza Peñarrieta, K. Y. (2023). Caracterización del aceite vegetal obtenido de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) de la zona costera ecuatoriana y su evaluación como antioxidante [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec>
- Ostaiza, P. (2023). *Caracterización del aceite vegetal obtenido de semillas de zapallo (Cucurbita máxima) de la zona costera ecuatoriana*
- Pantoja Portilla, D. M. (2023). Identificación de ácidos grasos en semillas de zapallo *Cucurbita* sp. y su uso agroalimentario (Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD). Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/60727/dmpantojap.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quishpe Rosado, L. E., & Sivinta Lasluisa, J. A. (2023). Aplicaciones tecnológicas del extractor de aceite de frutos secos en procesos de transformación agroindustrial.
- Radu, R., Andronie, L., Ciobanu, D., & Negrea, M. (2024). Antibacterial and antifungal activity of pumpkin (*Cucurbita máxima*) seed oil. *Plants*, 13(17), 2395. <https://doi.org/10.3390/plants13172395>
- Ramírez Silva, M. P. (2023). Determinación de la capacidad antioxidante presente en las semillas de *Cordia dentata* por el método ABTS y DPPH (Trabajo de investigación, Universidad El Bosque). Repositorio Institucional Universidad El Bosque.
- Rezig, L., Chouaibi, M., Ojeda-Amador, R. M., Gómez-Alonso, S., Salvador, M. D., Fregapane, G., & Hamdi, S. (2021). *Cucurbita máxima* pumpkin seed oil: From the chemical properties to the different extracting techniques.

- Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 49(1), 11129.  
<https://doi.org/10.15835/nbha46211129>
- Rodríguez R, R., Valdés R, M., & Ortiz G, S. (2018). Características agronómicas y calidad nutricional de los frutos y semillas de zapallo *Cucurbita* sp. Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA, 10(1), 86–97.  
<https://doi.org/10.24188/recia.v10.n1.2018.636>
- Rodríguez, M. A., et al. (2013). Efecto del método de extracción sobre la calidad del aceite de semilla de calabaza (*Cucurbita pepo*). Revista Mexicana de Ingeniería Química, 12(2), 307–318.  
[https://www.researchgate.net/publication/303786312\\_Efecto\\_del\\_metodo\\_de\\_extraccion\\_sobre\\_la\\_calidad\\_del\\_aceite\\_de\\_semilla\\_de\\_calabaza\\_Cucurbita\\_pepo](https://www.researchgate.net/publication/303786312_Efecto_del_metodo_de_extraccion_sobre_la_calidad_del_aceite_de_semilla_de_calabaza_Cucurbita_pepo)
- Royal Botanic Gardens, Kew. (2024). *Cucurbita máxima* Duchesne. Plants of the World Online. Recuperado de <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:292099-1>
- Sajama, J., Villalva, F., Goncalvez de Oliveira, E., & Ramón, A. (2021). Caracterización física-química de las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima* Duchesne ex Lam.). Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud, 1(15), 12–16. Recuperado de <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/RCSA/article/view/4079>
- Salem, H. A. M. D. (2024). *Cucurbita máxima* pumpkin seed oil: From chemical properties to extraction techniques. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 52(1), 1–15.
- Shelenga, T. V., Piskunova, T. M., Malyshev, L. L., Taipakova, A. A., & Solovyeva, A. E. (2020). Seed oil biochemical composition of cultivated *Cucurbita* L. species ... Astrakhan Province... Agronomy, 10(10), 1491.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy10101491>
- Sivropoulou, A., Papanikolaou, E., Nikolaou, C., & Kokkini, S. (2022). Antimicrobial activity of essential oils: Mechanisms and applications. Journal of Applied Microbiology, 132(4), 1887–1902.  
<https://doi.org/10.1111/jam.15432>

- Townsend, J. (2021). De lo abstracto a lo concreto en la construcción de una matriz de operacionalización. *Scielo*, 13(5), 586-595. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202021000500586](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000500586)
- Tufinio, K., Ames, H., Vergara, A., Fukusaki, A., & Paucar, K. (2021). Determinación de la actividad antioxidante de extractos de hojas de Buddleja Inkana, *Oreocallis* Universidad de Guayaquil. (2023). Caracterización del aceite vegetal obtenido de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) cultivadas en la zona costera del Ecuador [Tesis de licenciatura]. Repositorio UG. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/ff3c64f6-fb87-4629-b062-7481e51bc4ef>
- Universidad Nacional del Santa. (2025). Caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de zapallo (*Cucurbita máxima*) Universidad Tecnológica de los Andes–Filial Cusco 2018.[Doctorado]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4365>
- VALERIE M. LAVENBURG, KURT A. Rosentrater and Stephanie Jung. Extraction Methods of Oils and Phytochemicals from Seeds and Their Environmental and Economic Impacts. *Processes*. 2021, 9, 1839.
- Villanueva-Delgado, C., Carpio-Llacho, M., Quispe-Hernández, E., Aguilar-Franco, J., & Sotomayor-Figueroa, A. (2024). Propuesta técnica–económica para la producción de harina a partir de la valorización de semillas de zapallo (*Cucurbita ssp*). *Revista Científica de la UPSE*, 5(1), 39–44. <https://incyt.upse.edu.ec/pedagogia/revistas/index.php/rcpi/article/view/787/689>
- Yar Narváez, D. M. (2021). Evaluación físico-química y determinación de la capacidad antioxidante en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill) por efecto del tipo de riego (Trabajo de titulación, Universidad Central del Ecuador). Repositorio Institucional UCE.
- Zhang, G., Li, Z., & Fu, M. (2024). Comparison of quality and oxidative stability of pumpkin seed (*Cucurbita máxima*) oil between conventional and enzymatic extraction methods. *Sustainable Food Technology*, 2(4), 1033–1040. <https://doi.org/10.1039/D4FB00080C>

## 8. Anexos

### Anexo 1 Hoja de vida de la tutora



#### DATOS PERSONALES

**APELLIDOS:** Trávez Castellano

**NOMBRES:** Ana Maricela

**ESTADO CIVIL:** Casada

**CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 0502270937

**NUMERO DE CARGAS FAMILIARES:** 2

**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Latacunga, 06 Abril 1983

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Pujili - S/N y Rafael Villacis y Urb. Marco Antonio Guzmán.

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 02255192

**TELÉFONO CELULAR:** 0987204886

**CORREO ELECTRÓNICO:** [ana.travez@utc.edu.ec](mailto:ana.travez@utc.edu.ec) / animariuxy83@hotmail.com

**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** Alonso Trávez (0987265684) ó Hernán Castro (0991550992).



#### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	Ingeniera en Alimentos	2005-04-03	1010-07-743350
CUARTO	Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial	2014-07-31	1010-14-86050240

#### HISTORIAL PROFESIONAL

**FACULTAD EN LA QUE LABORA:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** Ingeniería Agroindustrial.

**ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

Administración; Educación Comercial y Administración

Ingeniería, Industria y Construcción; Industria y Producción

**PERÍODO ACADÉMICO DE INGRESO A LA UTC:** 09 de Mayo del 2009.

Ing. Ana Maricela Trávez Castellano Mg.

[www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)

Salache / Eloy Alfaro - Latacunga / Teléfono:593 (03) 266 164 / [caren@utc.edu.ec](mailto:caren@utc.edu.ec)

**Anexo 2 Hoja de vida de estudiante Anexo 3 Hoja de vida de estudiante**

**DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** Galarza Balseca **NOMBRES:** Kamilly Natalia **ESTADO**

**CIVIL:** Soltera

**CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 0503742280

**NUMERO DE CARGAS FAMILIARES:** 0

**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** La Maná, 12 mayo 2003

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Latacunga – Ciudadela Patria.

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** SN

**TELÉFONO CELULAR:** 0987580698

**CORREO ELECTRÓNICO:** [kamilly.galarza2280@utc.edu.ec](mailto:kamilly.galarza2280@utc.edu.ec) / kamillygalarza208@gmaik.com

**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** Jhonatan Caspi (0983119030) ó Mayra Balseca (0961281905).



**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

<b>NIVEL</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>TÍTULO</b>
Primaria	Escuela Juan Tulcanaz Arroyo	Hasta 4 año de Educación Básica
Secundaria	Unidad Educativa "Victoria Vásconez Cuvi"- "Simón Bolívar"- "Elvira Ortega"	Bachiller BGU Ciencias Generales
Superior	Universidad Técnica de Cotopaxi	En curso

**HISTORIAL PROFESIONAL**

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI**

Pasante en el área de Gestión de Fomento Productivo y Desarrollo Humano.

Desde: 14/03/2024 Hasta:12/07/2024

**SKINNY CORP SAS**

Pasante en varias áreas de la empresa.

Desde: 02/09/2024 Hasta:18/10/2024

**IDIOMAS:**

Español: Nativo

Inglés: Nivel Intermedio (B1)

**Anexo 4 Hoja de vida de estudiante**

**DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** Maldonado Granja **NOMBRES:** Lisbeth Andrea **ESTADO**

**CIVIL:** Casada

**CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 0504280322

**NUMERO DE CARGAS FAMILIARES:** 2

**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Latacunga, 27 agosto 1999

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Latacunga – Av. Cotopaxi. Calle: Pangua Sur

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** SN

**TELÉFONO CELULAR:** 0988305420

**CORREO ELECTRÓNICO:** [lisbeth.maldonado0322@utc.edu.ec](mailto:lisbeth.maldonado0322@utc.edu.ec) /

[andrea2021maldonado1999@gmail.com](mailto:andrea2021maldonado1999@gmail.com)

**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** Daniel Catota (0998887827) ó Manuel Maldonado (0980030546).



**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	INSTITUCIÓN	TÍTULO
Primaria	Escuela Luis Pérez de Anda	Educación Básica
Secundaria	Unidad Educativa del Milenio Sigchos	Bachiller Técnico
Superior	Universidad Técnica de Cotopaxi	En curso

**HISTORIAL PROFESIONAL**

**FRUTA-TA**

Pasante en varias áreas de la empresa.

Desde: 05/03/2024 Hasta:18/10/2024

**AGROCALIDAD**

Pasante en el área de Inocuidad de alimentos.





Desde: 06/09/2024 Hasta:11/11/2024

**IDIOMAS:**

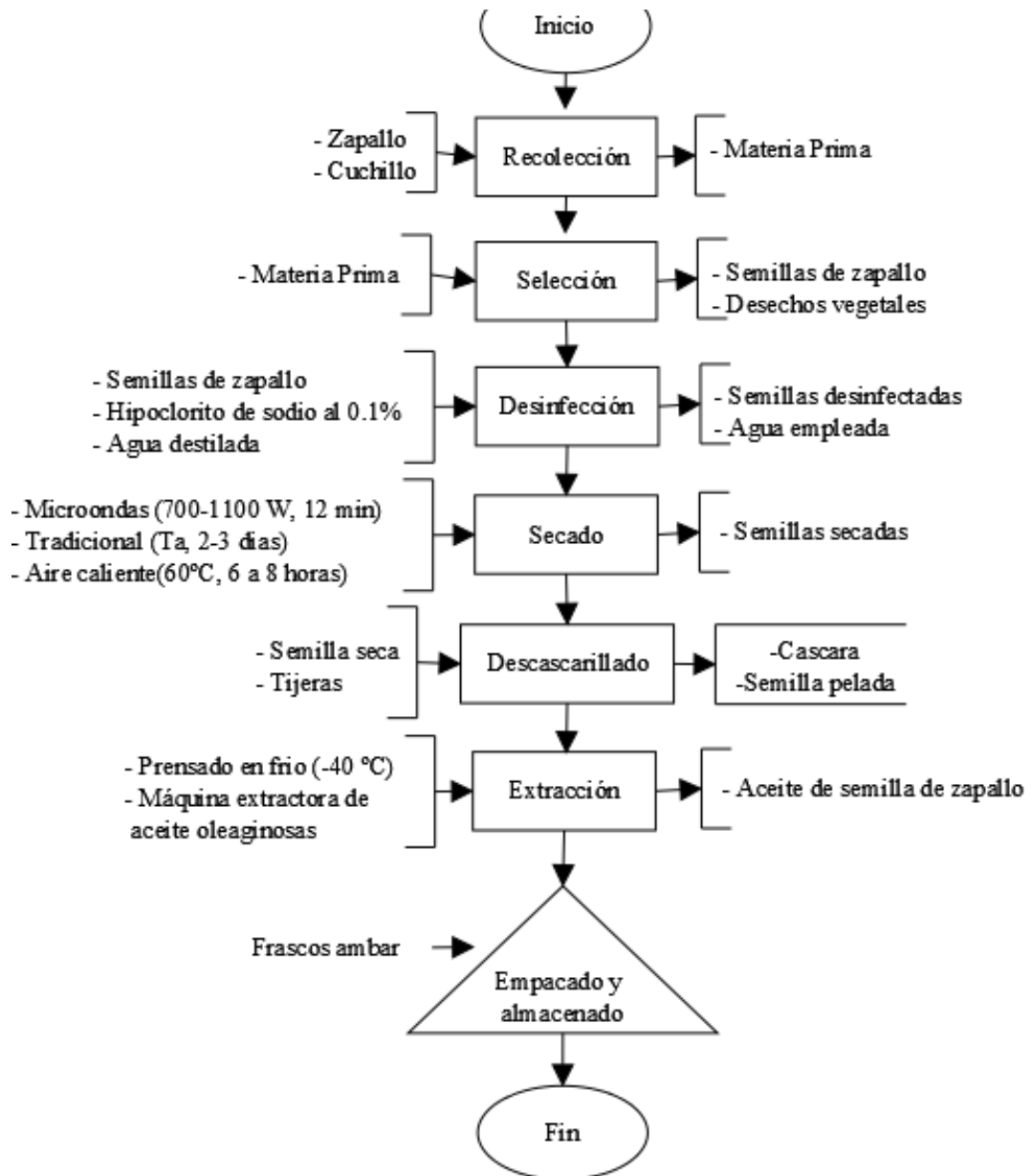
Español: Nativo

Inglés: Nivel Intermedio (B1)

**Anexo 5** Control de humedad de la semilla

<b>Toma de muestra</b>	<b>Colocación en la mufla</b>
 A digital scale with a white top and a grey base. The brand name 'Precisa' is visible. The display shows '1008'. On the scale's platform, there is a small rectangular container lined with aluminum foil, containing a yellowish-brown sample. The scale is placed on a speckled countertop.	 The interior of a muffle furnace. Several rectangular containers lined with aluminum foil are placed on a metal tray. The furnace has a perforated metal front door and a dark interior.
<b>Colocacion en el desecador</b>	<b>Peso final</b>
 A large, clear plastic desiccator. The lid is inverted and has a blue cap and a red stopper. Inside the desiccator, there is a sample in a foil container. The desiccator is sitting on a dark base.	 A digital scale similar to the one in the first image. The display shows '981'. The sample in the foil container is still on the scale. The scale is on a speckled countertop.

Anexo 6 Diagrama de flujo



Fuente: (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Anexo 7 Control de humedad de la semilla**

<b>Factor B</b>	<b>P.inicial</b>	<b>4h-105°C</b>	<b>1h-105°C</b>	<b>1h-105°C</b>	<b>1h-105°C</b>	<b>1h-105°C</b>	<b>%Humedad</b>
b <sub>1</sub>	10	9,67	9,59	9,50	9,41	9,41	5,9%
b <sub>2</sub>	10	9,81	9,65	9,56	9,43	9,43	5,7%
b <sub>3</sub>	10	9,75	9,61	9,53	9,46	9,46	5,4%

**Factor B:** tipo de secado de la semilla. **b<sub>1</sub>:** secado por microondas. **b<sub>2</sub>:** secado tradicional. **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Anexo 8 Datos obtenidos del rendimiento de la extracción del aceite**

<b>Nº</b>	<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>	<b>mae</b>	<b>mMV</b>	<b>ml</b>	<b>%Rendimiento</b>	
<b>I</b>	t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	297	580	330	51%
	t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	296	610	329	48%
	t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	298	550	331,2	54%
	t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	276	810	307	34%
	t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	275	840	306	32%
	t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	278	790	309	35%
<b>II</b>	t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	296	590	329	50%
	t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	295	620	328	47%
	t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	297	560	330	53%
	t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	277	800	308	34%
	t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	277	830	308	33%
	t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	278	795	309	34%

**Factor A:** método de extracción. **Factor B:** tipo de secado de la semilla. **mae:** masa del aceite extraído (en gramos). **Mmv:** masa del material vegetal seco utilizado (en gramos). **ml:** mililitros **a<sub>1</sub>:** Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). **a<sub>2</sub>:** Prensado en frío (prensa). **b<sub>1</sub>:** secado por microondas. **b<sub>2</sub>:** secado tradicional. **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Anexo 9** Datos obtenidos de la densidad relativa

Nº	Factor A	Factor B	m <sub>0</sub> (g)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Densidad relativa (25 °C)	
<b>I</b>	t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	11,79	20,98	20,23	0,918
	t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	11,79	20,98	20,22	0,917
	t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	11,79	20,98	20,26	0,921
	t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	11,79	20,98	20,20	0,915
	t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	11,79	20,98	20,18	0,913
	t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	11,79	20,98	20,19	0,914
<b>II</b>	t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	11,79	20,98	20,24	0,919
	t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	11,79	20,98	20,21	0,916
	t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	11,79	20,98	20,25	0,920
	t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	11,79	20,98	20,21	0,916
	t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	11,79	20,98	20,19	0,914
	t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	11,79	20,98	20,20	0,915

**Factor A:** método de extracción. **Factor B:** tipo de secado de la semilla. **m<sub>0</sub>:** picnómetro vacío (en gramos). **m<sub>1</sub>:** picnómetro lleno de agua masa (en gramos). **m<sub>2</sub>:** picnómetro lleno de aceite **a<sub>1</sub>:** Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). **a<sub>2</sub>:** Prensado en frío (prensa). **b<sub>1</sub>:** secado por microondas. **b<sub>2</sub>:** secado tradicional. **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Anexo 10** Datos obtenidos del índice de acidez

Nº	Factor A	Factor B	G	N	56,1	W	Indice de acidez (mgKOH/g)	
<b>I</b>	t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	3,00	0,1	56,1	5,00	3,36
	t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	3,56	0,1	56,1	5,00	4,00
	t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	2,00	0,1	56,1	5,00	2,24
	t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	2,32	0,1	56,1	5,00	2,60
	t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	2,58	0,1	56,1	5,00	2,90
	t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	2,01	0,1	56,1	5,00	2,25
<b>II</b>	t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	3,00	0,1	56,1	5,00	3,37
	t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	3,57	0,1	56,1	5,00	4,01
	t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	2,01	0,1	56,1	5,00	2,26
	t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	1,97	0,1	56,1	5,00	2,21
	t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	2,59	0,1	56,1	5,00	2,91
	t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	2,01	0,1	56,1	5,00	2,26

**Factor A:** método de extracción. **Factor B:** tipo de secado de la semilla. **G:** gasto de hidróxido de sodio. **N:** normalidad (0,1 N). **56,1:** miliequivalente del hidróxido de sodio\*100. **W:** peso de la muestra en gramos **a<sub>1</sub>:** Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). **a<sub>2</sub>:** Prensado en frío (prensa). **b<sub>1</sub>:** secado por microondas. **b<sub>2</sub>:** secado tradicional. **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

**Anexo 11** Resultados obtenidos de los Análisis fisicoquímicas

Nº	Descripción	Densidad relativa (25°C)	Viscosidad	Índice de refracción	Índice de acidez	
<b>I</b>	t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> , b <sub>1</sub>	0,918	70,90 cP	1,4690	3,36mgKOH/g
	t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> , b <sub>2</sub>	0,917	68,80 cP	1,4710	4,0mgKOH/g
	t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> , b <sub>3</sub>	0,921	73,50 cP	1,4725	2,24mgKOH/g
	t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> , b <sub>1</sub>	0,915	71,00 cP	1,4680	2,60mgKOH/g
	t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> , b <sub>2</sub>	0,913	69,90 cP	1,4710	2,90mgKOH/g
	t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> , b <sub>3</sub>	0,914	68,80 cP	1,4720	2,25mgKOH/g
<b>II</b>	t <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> , b <sub>1</sub>	0,919	70,86 cP	1,4670	3,37mgKOH/g
	t <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> , b <sub>2</sub>	0,916	70,55 cP	1,4720	4,01mgKOH/g
	t <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> , b <sub>3</sub>	0,920	73,30 cP	1,4720	2,26mgKOH/g
	t <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> , b <sub>1</sub>	0,916	70,75 cP	1,4650	2,61mgKOH/g
	t <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> , b <sub>2</sub>	0,914	70,00 cP	1,4720	2,91mgKOH/g
	t <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> , b <sub>3</sub>	0,915	68,67 cP	1,4720	2,26mgKOH/g

**Factor A:** método de extracción. **Factor B:** tipo de secado de la semilla. **a<sub>1</sub>:** Máquina extractora de aceite oleaginosas (frutos secos). **a<sub>2</sub>:** Prensado en frío (prensa). **b<sub>1</sub>:** secado por microondas. **b<sub>2</sub>:** secado tradicional. **b<sub>3</sub>:** secado por aire caliente

**Fuente:** (Galarza, K & Maldonado, A,2026)

## Anexo 12 Uso de laboratorio



Latacunga, 16 de enero del 2026

**Asunto:** Uso de laboratorio

Ing. Natalia Chasi V.

**ENCARGADA DE LABORATORIO**

Presente. -

De nuestra consideración:

Nosotras Kamilly Galarza y Lisbeth Maldonado estudiantes de la carrera de Agroindustria, nos permitimos informar el uso del laboratorio de Bromatología para el desarrollo del proyecto de investigación: "Caracterización del aceite de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) para la Asociación Alimenticia Surcos del Sol en el Cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi".

Durante el uso de laboratorio se realizaron análisis físico-químicos y capacidad antioxidante:

Fecha	Análisis
10/12/2025	Densidad relativa
11/12/2025	Índice de acidez
12/12/2025	Ensayo FRAP y ABTS

  
Ing. Natalia Chasi V.  
**Encargada de laboratorio**  
CC: 05022050370

Anexo 13 Aval de traducción



CENTRO  
DE IDIOMAS

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al Idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“Caracterización del aceite de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) para la Asociación Alimenticia Surcos del Sol en el Cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi”** presentado por **Kamilly Natalia Galarza Balseca** y **Lisbeth Andrea Maldonado Granja**, egresadas de la carrera de **Agroindustria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad por lo que autorizo a las peticionarias hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 23 de febrero del 2025

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lidia Rebeca Yugla Lema'.

Mg. Lidia Rebeca Yugla Lema.

**DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

0502652340



CENTRO  
DE IDIOMAS

Anexo 14 Norma INEN 35:2012



Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 0035:2012**  
**Primera revisión**

---

**ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL  
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA.**

**Primera edición**

Animal and vegetable fats and oils — determination of relative density

First edition

---

DESCRIPTORES:  
AL: 02.07-301  
CDU: 665.3  
CIU:  
ICS:

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA	NTE INEN 0035:2012 Primera revisión
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>Esta norma describe el método del picnómetro para determinar la densidad relativa a 25/25 °C de aceites y grasas de origen animal y vegetal.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. DEFINICIONES</b></p> <p><b>2.1 Densidad relativa a 25/25 °C.</b> Es la relación entre la masa de un volumen dado de sustancia a 25 °C y la masa de un volumen idéntico de agua a 25 °C.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p><b>2.1</b> La temperatura ambiente del lugar donde se calibre el picnómetro y se realice la determinación deberá ser menor a 25 °C.</p> <p><b>2.2</b> Durante la calibración del picnómetro y durante la determinación de la densidad relativa, el picnómetro deberá estar completamente limpio y no deberá entrar en contacto directo con las manos del operador.</p> <p><b>2.3</b> Inmediatamente después de cada determinación, el picnómetro deberá vaciarse y sumergirse durante varias horas en una solución sulfo-crómica preparada de la siguiente manera:</p> <p style="padding-left: 40px;">Disolver 45 g de dicromato de potasio en 100 mL de agua destilada y agregar, con mucho cuidado, 1 000 mL de ácido sulfúrico concentrado.</p> <p style="padding-left: 40px;">La solución sulfo-crómica no debe contener dicromato de potasio suspendido o sin disolver.</p> <p><b>2.4</b> Luego de la inmersión en la solución sulfo-crómica, el picnómetro deberá enjuagarse cinco veces en corriente de agua y dos veces en agua destilada, para asegurar una total eliminación del dicromato. A continuación, deberá lavarse varias veces con alcohol etílico, luego con éter etílico, y secarse al aire completamente para eliminar los vapores de éter.</p> <p><b>2.5</b> El picnómetro deberá calibrarse, dependiendo del uso, con intervalos de tiempo suficientes para asegurar exactitud en la determinación. En casos de litigio o discrepancia, el picnómetro deberá calibrarse inmediatamente antes de la determinación.</p> <p><b>2.6</b> Cada determinación deberá efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p><b>2.7</b> Todos los reactivos químicos a utilizar deberán ser de grado analítico.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. EQUIPOS</b></p> <p><b>4.1 Picnómetro.-</b> De vidrio, con capacidad de 5, 10, 25 o 50 ml, de preferencia equipado con termómetro incorporado, calibrado y graduado con divisiones de 0.2 °C o menores. Si no se dispone de picnómetro con termómetro incorporado, el picnómetro debe tener su respectivo tapón.</p> <p><b>4.2. Termómetro.-</b> Calibrado, con divisiones de 0.2 °C o menores (para cuando no se dispone de picnómetro con termómetro incorporado).</p> <p><b>4.3. Baño de agua.-</b> Con regulador de temperatura, ajustado a 25 °C ± 0.2 °C.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES:</p>		

**4.4. Balanza analítica.**- Calibrada, con sensibilidad mínima de 0.000 1 g.

**4.5. Estufa.**- Con regulador de temperatura, capaz de operar a  $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

## 5. PREPARACION DE LA MUESTRA

**5.1** Si la muestra es líquida y presenta aspecto claro y sin sedimento, homogeneizarla invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

**5.2** Si la muestra es líquida y presenta aspecto turbio o con sedimento, colocar el recipiente que la contiene en una estufa a  $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; manteniéndolo allí hasta que la muestra alcance tal temperatura y proceder de acuerdo con lo indicado en 5.1. Si después de calentar y agitar la muestra no presenta un aspecto claro y sin sedimento, filtrarla con papel de filtro dentro de la estufa a  $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El filtrado no debe presentar ningún sedimento.

**5.3** Si la muestra es sólida o semisólida, proceder de acuerdo con lo indicado en 5.2, pero calentándola (y filtrándola si es necesario) a una temperatura comprendida entre  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  (la suficiente para fundir la muestra completamente).

## 6. PROCEDIMIENTO

### 6.1 Pesada del picnómetro.

Pesar en la balanza analítica, con precisión de 0.000 1 g, el picnómetro vacío, limpio y seco, conjuntamente con sus partes (termómetro incorporado o tapón, según sea el caso). Registrar el resultado como  $m_0$ .

### 6.2. Pesada del agua destilada.

Llenar completamente el picnómetro limpio y seco con agua destilada recién hervida y enfriada a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y sumergirlo en un baño de agua a  $25^{\circ} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  durante 30 min. Colocar el termómetro incorporado o el tapón, según sea el caso, evitando la inclusión de burbujas de aire, y secar el exterior del picnómetro con papel absorbente adecuado. Pesarlo en la balanza analítica, con precisión de 0.000 1 g y registrar el resultado como  $m_1$ .

### 6.3. Pesada de la muestra.

Se procede como se indica en el apartado 6.2, reemplazando el agua por la muestra de ensayo preparada según se indica en el apartado 5. Registrar el resultado como  $m_2$ .

## 7. CALCULOS Y EXPRESION DE LOS RESULTADOS

La densidad relativa a  $25/25\text{ }^{\circ}\text{C}$  se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$\rho_{25} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

en donde:

$\rho_{25}$  es la densidad relativa a  $25/25\text{ }^{\circ}\text{C}$

$m_0$  es la masa, en gramos, del picnómetro vacío

$m_1$  es la masa, en gramos, del picnómetro lleno de agua

$m_2$  es la masa, en gramos, del picnómetro lleno de muestra

La densidad relativa es adimensional y se debe expresar con tres cifras decimales. Si se requiere expresar el resultado como densidad absoluta, se deberá multiplicar el valor de la densidad relativa a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  por el valor de la densidad absoluta del agua a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , que es  $0.997\ 048\text{ g/cm}^3$  o  $0.997\ 075\text{ g/mL}$ .

(Continúa)

## **8. ERRORES DE METODO**

**8.1** La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder en dos unidades del cuarto dígito decimal.

## **9. INFORME DE RESULTADOS**

**9.1** Como resultado final debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

**9.2** En el informe de resultados debe indicarse el método utilizado y el resultado obtenido. Debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

**9.3** Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

## **APÉNDICE Z**

### **Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

### **Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Método AOAC 985.19. (Apparent) weight per unit volume and specific gravity of fats and oils. Association of Official Analytical Chemists, Washington, 2010.

Método AOAC 920.21. Specific gravity (Apparent) of oils. Association of Official Analytical Chemists, Washington, 2010.

Handbook of Chemistry and Physics, 84<sup>th</sup> edition. CRC Press, 2004.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** NTE INEN 0035      **TÍTULO:** ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL. DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA      **Código:** AL 02.07-301

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Resolución No. publicado en el Registro Oficial No.  Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico de:  
Fecha de iniciación:  
Integrantes del Subcomité:

Fecha de aprobación:

### **NOMBRES:**

### **INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Mediante compromiso presidencial N° 16364, el Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN, en vista de la necesidad urgente, resuelve actualizar el acervo normativo en base al estado del arte y con el objetivo de atender a los sectores priorizados así como a todos los sectores productivos del país.

Para la revisión de esta Norma Técnica se ha considerado el nivel jerárquico de la normalización, habiendo el INEN realizado un análisis que ha determinado su conveniente aplicación en el país.

La Norma en referencia ha sido sometida a consulta pública por un período de 30 días y por ser considerada EMERGENTE no ha ingresado a Subcomité Técnico.

Otros trámites: Esta NTE INEN 0035:2012 Aceites y grasas de origen animal y vegetal. Determinación de la densidad relativa, reemplaza a la NTE INEN 0035:73.- Grasas y aceites comestibles. Determinación de la densidad relativa

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

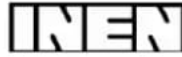
Oficializada como:

Por Resolución No.

Registro Oficial No.

---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gob.ec](mailto:direccion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gob.ec](mailto:normalizacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gob.ec](mailto:certificacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gob.ec](mailto:verificacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inenlaboratorios@inen.gob.ec](mailto:inenlaboratorios@inen.gob.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gob.ec](mailto:inenguayas@inen.gob.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gob.ec](mailto:inencuenca@inen.gob.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gob.ec](mailto:inenriobamba@inen.gob.ec)  
URL: [www.inen.gob.ec](http://www.inen.gob.ec)



<p><b>Norma Técnica Ecuatoriana</b></p>	<p align="center"><b>MANTEQUILLA. DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REFRACCIÓN</b></p>	<p align="center"><b>INEN 166</b>  1975-02</p>
<p align="center"><b>1. OBJETO</b></p> <p><b>1.1</b> Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el índice de refracción de la mantequilla.</p> <p align="center"><b>2. TERMINOLOGÍA</b></p> <p><b>2.1</b> <i>Índice de refracción.</i> Es la relación entre la velocidad de una luz monocromática en el aire y su velocidad en la sustancia considerada y es la relación entre los senos de los ángulos de incidencia y de refracción, cuando la luz pasa del aire a la sustancia.</p> <p align="center"><b>3. RESUMEN</b></p> <p><b>3.1</b> Usando un refractómetro, se mide el índice de refracción de la materia grasa obtenida por fusión de la mantequilla.</p> <p align="center"><b>4. INSTRUMENTAL</b></p> <p><b>4.1</b> <i>Refractómetro de Abbe o butiro refractómetro de Zeiss.</i> Provisto de un sistema regulador de temperatura (baño de agua) y debidamente calibrado.</p> <p><b>4.2</b> <i>Fuente luminosa,</i> con refractómetro usual, para el dispositivo de acromatismo, a la raya D de sodio.</p> <p align="center"><b>5. PREPARACION DE LA MUESTRA</b></p> <p><b>5.1</b> Si la muestra es semisólida o sólida, se coloca el recipiente que la contiene en una estufa entre 23° -28°C y se mantiene allí hasta que la muestra alcance tal temperatura (lo suficiente para ablandar la muestra completamente).</p> <p><b>5.2</b> Si la muestra presenta un aspecto claro y sin sedimento, se la homogeniza, invirtiendo varias veces el recipiente que lo contiene.</p> <p><b>5.3</b> Si la muestra presenta un aspecto turbio o con sedimento, se la filtra dentro de la misma estufa entre 40° - 50°C. El filtrado no debe presentar ningún sedimento.</p> <p align="center"><b>6. PROCEDIMIENTO</b></p> <p><b>6.1</b> La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p><b>6.2</b> Ajustar la temperatura del refractómetro a 40°C y verificar la completa limpieza y sequedad de los prismas (<i>ver 7.1</i>).</p> <p align="right"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

**6.3** Colocar unas 2 ó 3 gotas de la muestra preparada (llevada aproximadamente a 40° C) sobre el prisma inferior. Cerrar los prismas y ajustarlos firmemente al tornillo correspondiente. Dejar el sistema en reposo durante unos pocos minutos para que la muestra adquiera la temperatura del instrumento, ajustar el instrumento y la luz para obtener la lectura más clara posible y determinar el índice de refracción.

## 7. CALCULOS

**7.1** Si la determinación ha sido realizada a una temperatura diferente a 40°C, el resultado debe corregirse mediante la ecuación siguiente:

$$R = R' + K (T' - T)$$

Siendo:

$R$  = índice de refracción a T°C  
 $R'$  = índice de refracción a T' °C  
 $T$  = temperatura de referencia (40°C).  
 $T'$  = temperatura a la cual se realizó la determinación °C.  
 $K$  = 0,000365 para grasa.

**7.2** La equivalencia entre el índice de refracción (escala Abbé) y la medida indicada por la escala butiro-refractométrico de Zeiss (escala Zeiss) se indica en la tabla 1.

## 8. ERRORES DE METODO

**8.1** La diferencia entre los resultados extremos de la determinación efectuada por duplicado, no debe exceder de 0,0001, en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## 9. INFORME DE RESULTADOS

**9.1** Como resultado final debe reportarse la media aritmética, aproximada a 0,0001, de los dos resultados de la determinación.

**9.2** En el informe de los resultados debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

**9.3** Debe incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

TABLA 1. Índice de Refracción. Equivalencia de Escalas

INDICE DE REFRACCIÓN	cuarta cifra decimal									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Escala Abbe	Escala Zeiss (Butiro-refractómetro)									
1,422	0,0	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1
1,423	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4
1,424	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6
1,425	3,7	3,8	4,0	4,1	4,2	4,3	4,5	4,6	4,7	4,8
1,426	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7	5,9	6,0	6,1
1,427	6,2	6,4	6,5	6,6	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,4
1,428	7,5	7,6	7,7	7,9	8,0	8,1	8,2	8,4	8,5	8,6
1,429	8,7	8,9	9,0	9,1	9,2	9,4	9,5	9,6	9,8	9,9
1,430	10,0	10,1	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,9	11,0	11,1
1,431	11,3	11,4	11,5	11,6	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4
1,432	12,5	12,7	12,8	12,9	13,0	13,2	13,3	13,5	13,6	13,7
1,433	13,8	14,0	14,1	14,2	14,4	14,5	14,6	14,7	14,9	15,0
1,434	15,1	15,3	15,4	15,5	15,6	15,8	15,9	16,0	16,2	16,3
1,435	16,4	16,6	16,7	16,8	17,0	17,1	17,2	17,4	17,5	17,6
1,436	17,8	17,9	18,0	18,2	18,3	18,4	18,5	18,7	18,8	18,9
1,437	19,1	19,2	19,3	19,5	19,6	19,7	19,8	20,0	20,1	20,2
1,438	20,4	20,5	20,6	20,8	20,9	21,1	21,2	21,3	21,4	21,6
1,439	21,7	21,8	22,0	22,1	22,2	22,4	22,5	22,6	22,7	22,9
1,440	23,0	23,2	23,3	23,4	23,5	23,7	23,8	23,9	24,1	24,2
1,441	24,3	24,5	24,6	24,7	24,8	25,0	25,1	25,2	25,4	25,5
1,442	25,6	25,8	25,9	26,1	26,2	26,3	26,5	26,6	26,7	26,9
1,443	27,0	27,1	27,3	27,4	27,5	27,7	27,8	27,9	28,1	28,2
1,444	28,3	28,5	28,6	28,7	28,9	29,0	29,2	29,3	29,4	29,6
1,445	29,7	29,9	30,0	30,1	30,3	30,4	30,6	30,7	30,8	30,9
1,446	31,1	31,2	31,4	31,5	31,6	31,8	31,9	32,1	32,2	32,3
1,447	32,5	32,6	32,8	32,9	33,0	33,2	33,3	33,5	33,6	33,7
1,448	33,9	34,0	34,2	34,3	34,4	34,6	34,7	34,9	35,0	35,1
1,449	35,3	35,4	35,6	35,7	35,8	36,0	36,1	36,3	36,4	36,5
1,450	36,7	36,8	37,0	37,1	37,2	37,4	37,5	37,7	37,8	37,9
1,451	38,1	38,2	38,3	38,5	38,6	38,7	38,9	39,0	39,2	39,3
1,425	39,5	39,6	39,7	39,9	40,0	40,1	40,3	40,4	40,6	40,7
1,453	40,9	41,0	41,1	41,3	41,4	4,15	41,7	41,8	42,0	42,1
1,454	42,3	42,4	42,5	42,7	42,8	13,0	43,1	43,3	43,4	43,6
1,455	43,7	43,9	44,0	44,2	44,3	44,4	44,6	44,7	44,9	45,0
1,456	45,2	45,3	45,5	45,6	45,7	45,9	46,0	46,2	46,3	46,4
1,457	46,6	46,7	46,9	47,0	47,2	47,3	47,5	47,6	47,7	47,9
1,458	48,0	48,2	48,3	48,5	48,6	48,8	48,9	49,1	49,2	49,4
1,459	49,5	49,7	49,8	50,0	50,1	50,2	50,4	50,5	50,7	50,8

(Continua)

Tabla 1. (Continuación)

INDICE DE REFRACCIÓN	cuarta cifra decimal									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Escala Abbe	Escala Zeiss (Butiro-refractómetro)									
1,460	51,0	51,1	51,3	51,4	51,6	51,7	51,9	52,0	52,2	52,3
1,461	52,5	52,7	52,8	53,0	53,1	53,3	53,4	53,6	53,7	53,9
1,462	54,0	54,2	54,3	54,5	54,6	54,8	55,0	55,1	55,3	55,4
1,463	55,6	55,7	55,9	56,0	56,2	56,3	56,5	56,6	56,8	56,9
1,464	57,1	57,3	57,4	57,6	57,7	57,9	58,0	58,2	58,3	58,5
1,465	58,6	58,8	58,9	59,1	59,2	59,4	59,5	59,7	59,8	60,0
1,466	60,2	60,3	60,5	60,6	60,8	60,9	61,1	61,2	61,4	61,5
1,467	61,7	61,8	62,0	62,2	62,3	62,5	62,6	62,8	62,9	63,1
1,468	63,2	63,4	63,5	63,7	63,8	64,0	64,2	64,3	64,5	64,7
1,469	64,8	65,0	65,1	65,3	65,4	65,6	65,7	65,9	66,1	66,2
1,470	66,4	66,5	66,7	66,8	67,0	67,2	67,3	67,5	67,7	67,8
1,471	68,0	68,1	68,3	68,4	68,6	68,7	68,9	69,1	69,2	69,4
1,472	69,5	69,7	69,9	70,0	70,2	70,3	70,5	70,7	70,8	71,0
1,473	71,1	71,3	71,4	71,6	71,8	71,9	72,1	72,2	72,4	72,5
1,474	72,7	72,9	73,0	73,2	73,3	73,5	73,7	73,8	74,0	74,1
1,475	74,3	74,5	74,6	74,8	75,0	75,1	75,3	75,5	75,6	75,8
1,476	76,0	76,1	76,3	76,5	76,7	76,8	77,0	77,2	77,3	77,5
1,477	77,7	77,9	78,1	78,2	78,4	78,6	78,7	78,9	79,1	79,2
1,478	79,4	79,6	79,8	80,0	80,1	80,3	80,5	80,6	80,8	81,0
1,479	81,2	81,3	81,5	81,7	81,9	82,0	82,2	82,4	82,5	82,7
1,480	82,9	83,1	83,2	83,4	83,6	83,8	83,9	84,1	84,3	84,5
1,481	84,6	84,8	85,0	85,2	85,3	85,5	85,7	85,9	86,0	86,2
1,482	86,4	86,6	86,7	86,9	87,1	87,3	87,5	87,6	87,7	88,0
1,483	88,2	88,3	88,5	88,7	88,9	89,1	89,2	89,4	89,6	89,8
1,484	90,0	90,2	90,3	90,5	90,7	90,9	91,1	91,2	91,4	91,6
1,485	91,8	92,0	92,1	92,3	92,5	92,7	92,9	93,0	93,2	93,4
1,486	93,6	93,8	94,0	94,1	94,3	94,5	94,7	94,8	95,0	95,2
1,487	95,4	95,6	95,8	96,0	96,1	96,3	96,5	96,7	96,9	97,0
1,488	97,2	97,4	97,6	97,8	98,0	98,1	98,3	98,5	98,7	98,9
1,489	99,1	99,2	99,4	99,6	99,8	100,0				

(Continua)

## APENDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

### Z.2 NORMAS PUBLICADAS SOBRE EL TEMA

INEN 4	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo.</i>
INEN 45	<i>Grasas y aceites. Ensayo de rancidez.</i>
INEN 161	<i>Mantequillas. Requisitos.</i>
INEN 162	<i>Mantequilla. Determinación de la acidez titulable.</i>
INEN 163	<i>Mantequilla. Determinación del contenido de cloruro de sodio.</i>
INEN 164	<i>Mantequilla. Determinación de la pérdida por calentamiento.</i>
INEN 165	<i>Mantequilla. Determinación del contenido de grasa.</i>
INEN 167	<i>Mantequilla. Determinación del índice de yodo.</i>
INEN 168	<i>Mantequilla. Determinación del índice de Reichert-Meissl y del índice de Polenske.</i>
INEN 169	<i>Mantequilla. Determinación del índice de saponificación.</i>
INEN 170	<i>Mantequilla. Gérmenes comunes.</i>
INEN 171	<i>Mantequilla. Contaje de bacterias conformes.</i>
INEN 172	<i>Mantequilla. Levaduras y hongos.</i>

### Z.3 BASES DE ESTUDIO

Norma Francesa NF 04-313. *Beurre. Determination de l'indice de refraction de la matière grasse.* Association Française de Normalisation AFNOR. París, 1971.

Método AOAC de análisis, AOAC 40. *Butter. Refractive index of fat Official first action.* Association of Official Analytical Chemist. Washington, 1970.

Código de Principios referentes a la Leche y Productos Lácteos No. B-5. *Determinación del índice de refracción de la materia grasa en la mantequilla. Método de referencia.* FAO/OMS, Sexta edición. Roma, 1968.

Norma Hindú IS: 548. *Methods of sampling and test for oils and fats. Determination of refractive index.* Indian Standards Institution. New Delhi. 1964.

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

<b>Documento:</b> NTE INEN 166	<b>TITULO: MANTEQUILLA. DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REFRACCIÓN</b>	<b>Código:</b> <b>AL 03.01-317</b>
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de  Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: de 1974-06-01 a 1974-07-15		

Subcomité Técnico: **CT 7:2\* Leche y Productos Lácteos**

Fecha de iniciación: Integrantes del Subcomité Técnico: Fecha de aprobación: 1971-09-06

**NOMBRES:**

Dr. Alberto Proaño  
Eco. Pablo Lozada  
Sr. Edwin Christensen  
Dr. Jorge Donoso  
Dr. Gustavo Guerra  
Dra. Leonor Orozco

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN  
(Dpto. de ganadería)  
INSTITUTO DE COMERCIO EXTERIOR E  
INTEGRACIÓN  
FAO  
DIRECCIÓN DE HIGIENE MUNICIPAL  
INSTITUTO DE NUTRICION  
INEN

Otros trámites: ♦<sup>4</sup> Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04, publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1975-03-06  
Oficializada como: OBLIGATORIA Por Acuerdo Ministerial No. 773 de 1975-06-06  
Registro Oficial No. 859 del 1975-08-04

\*Actualmente (Al 03.01).

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre**  
**Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815**  
**Dirección General: E-Mail: [baguilera@inen.gov.ec](mailto:baguilera@inen.gov.ec)**  
**Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)**  
**Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)**  
**Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)**  
**Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inencati@inen.gov.ec](mailto:inencati@inen.gov.ec)**  
**Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)**  
**Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)**  
**Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)**  
**[URL:www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)**

## Anexo 16 Norma AOAC 940.28

### 41.1.28A

#### AOAC Official Method 996.06 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods

##### Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic Method First Action 1996 Revised 2001

(Applicable to determination of fat in foods.)

**Caution:** Boron trifluoride may be fatal if inhaled.

See Tables 996.06A–C for the results of the interlaboratory study supporting acceptance of the method.

#### A. Principle

Fat and fatty acids are extracted from food by hydrolytic methods (acidic hydrolysis for most products, alkaline hydrolysis for dairy products, and combination for cheese). Pyrogallol acid is added to minimize oxidative degradation of fatty acids during analysis. Triglyceride, triundecanoin ( $C_{11:0}$ ), is added as internal standard. Fat is extracted into ether, then methylated to fatty acid methyl esters (FAMES) using  $BF_3$  in methanol. FAMES are quantitatively measured by capillary gas chromatography (GC) against  $C_{11:0}$  internal standard. Total fat is calculated as sum of individual fatty acids expressed as triglyceride equivalents. Saturated and monounsaturated fats are calculated as sum of respective fatty acids. Monounsaturated fat includes only *cis* form.

#### B. Apparatus

(a) *Gas chromatograph*.—With hydrogen flame ionization detector, capillary column, split mode injector, oven temperature programming sufficient to implement a hold-ramp-hold sequence. Operating conditions: temperature ( $^{\circ}C$ ): injector, 225; detector, 285; initial temp, 100 (hold 4 min); ramp,  $3^{\circ}C/min$ ; final temp 240; hold 15 min; carrier gas, helium; flow rate, 0.75 mL/min; linear velocity, 18 cm/s; split ratio, 200:1.

(b) *Capillary column*.—Separating the FAME pair of adjacent peaks of  $C_{18:3}$  and  $C_{20:1}$  and the FAME trio of adjacent peaks of  $C_{22:1}$ ,  $C_{20:3}$ , and  $C_{20:4}$  with a resolution of 1.0 or greater. SP2560 100 m  $\times$  0.25 mm with 0.20  $\mu m$  film is suitable.

(c) *Mojonnier flasks*.

(d) *Stoppers*.—Synthetic rubber or cork.

(e) *Mojonnier centrifuge basket*.

(f) *Hengar micro boiling granules*.

(g) *Baskets*.—Aluminum and plastic.

(h) *Shaker water bath*.—Maintaining  $70^{\circ}$ – $80^{\circ}C$ .

(i) *Steam bath*.—Supporting common glassware.

(j) *Water bath*.—With nitrogen stream supply, maintaining  $40^{\circ} \pm 5^{\circ}C$ .

(k) *Wrist action shaker*.—Designed for Mojonnier centrifuge baskets.

(l) *Mojonnier motor driven centrifuge*.—Optional; maintaining 600 rpm.

(m) *Gravity convection oven*.—Maintaining  $100^{\circ} \pm 2^{\circ}C$ .

(n) *Vortex mixer*.

(o) *Gas dispersion tubes*.—25 mm, porosity “A,” extra coarse, 175  $\mu m$ .

(p) *Three-dram vials*.—About 11 mL.

(q) *Phenolic closed top caps*.—With polyvinyl liner, to fit vials.

(r) *Teflon/silicone septa*.—To fit vials.

#### C. Reagents

(a) *Pyrogallol acid*.

(b) *Hydrochloric acid*.—12 and 8.3M. To make 8.3M HCl, add 250 mL 12M HCl to 110 mL  $H_2O$ . Mix well. Store at room temperature ( $20^{\circ}$ – $25^{\circ}C$ ).

(c) *Ammonium hydroxide*.—58% (w/w).

(d) *Diethyl ether*.—Purity appropriate for fat extraction.

(e) *Petroleum ether*.—Anhydrous.

(f) *Ethanol*.—95% (v/v).

(g) *Toluene*.—Nanograde.

(h) *Chloroform*.

(i) *Sodium sulfate*.—Anhydrous.

(j) *Boron trifluoride reagent*.—7%  $BF_3$  (w/w) in methanol, made from commercially available 14%  $BF_3$  solution. Prepare in the hood.

(k) *Diethyl ether–petroleum ether mixture*.—1 + 1 (v/v).

(l) *Triglyceride internal standard solution*.— $C_{11:0}$ -triundecanoin; 5.00 mg/mL in  $CHCl_3$ . Accurately weigh 2.50 g  $C_{11:0}$ -triundecanoin into 500 mL volumetric flask. Add ca 400 mL  $CHCl_3$  and mix until dissolved. Dilute to volume with  $CHCl_3$ . Invert flask at least 10 additional times. Triglyceride internal standard solution is stable up to 1 month when stored in refrigerator ( $2^{\circ}$ – $8^{\circ}C$ ).

(m) *Fatty acid methyl esters (FAMES) standard solutions*.—(1) *Mixed FAMES standard solution*.—Reference mixture containing series of FAMES, including  $C_{18:1}$  *cis* and *trans* (available as GLC-85 from Nu Chek Prep, Elysian, MN 56028, USA, or equivalent). To prepare mixed FAMES standard solution, break top of glass vial, open, and carefully transfer contents to 3-dram glass vial. Wash original vial with hexane to ensure complete transfer and add washings to 3-dram glass vial. Dilute to ca 3 mL with hexane.

(2)  $C_{11:0}$  FAME standard solution.— $C_{11:0}$ -Undecanoic methyl ester in hexane. Use only in preparation of individual FAME standard solutions, (3). To prepare  $C_{11:0}$  FAME standard solution, break top of glass vial open and carefully transfer contents to 50 mL volumetric flask. Wash original vial with hexane to ensure complete transfer and add washings to 50 mL volumetric flask. Dilute to volume with hexane.  $C_{11:0}$  FAME standard solution is stable up to 1 week when stored at  $0^{\circ}C$ .

(3) *Individual FAME standard solutions*.—Standard solutions of each of following FAMES:  $C_{4:0}$ -tetraenoic methyl ester,  $C_{6:0}$ -hexanoic methyl ester,  $C_{8:0}$ -octanoic methyl ester,  $C_{10:0}$ -decanoic methyl ester,  $C_{12:0}$ -dodecanoic methyl ester,  $C_{13:0}$ -tridecanoic methyl ester,  $C_{14:0}$ -tetradecanoic methyl ester,  $C_{14:1}$ -9-tetradecenoic methyl ester,  $C_{15:0}$ -pentadecanoic methyl ester,  $C_{15:1}$ -10-pentadecenoic methyl ester,  $C_{16:0}$ -hexadecanoic methyl ester,  $C_{16:1}$ -9-hexadecenoic methyl ester,  $C_{17:0}$ -heptadecanoic methyl ester,  $C_{17:1}$ -10-heptadecenoic methyl ester,  $C_{18:0}$ -octadecanoic methyl ester,  $C_{18:1}$ -9-octadecenoic methyl ester,  $C_{18:2}$ -9,12-octadecadienoic methyl ester,  $C_{18:3}$ -9,12,15-octadecatrienoic methyl ester,  $C_{20:0}$ -eicosanoic methyl ester,  $C_{20:1}$ -8-eicosenoic methyl ester,  $C_{20:2}$ -11,14-eicosadienoic methyl ester,  $C_{20:3}$ -11,14,17-eicosatrienoic methyl ester, and  $C_{22:0}$ -docosanoic methyl ester. Prepare individual FAME standard solutions as follows: Break top of glass vial open and carefully transfer contents to 3-dram glass vial. Wash original vial with hexane to ensure complete transfer and add washings to 3-dram glass vial. Add 1.0 mL  $C_{11:0}$  FAME standard solution, (2), dilute to total volume of ca 3.0 mL with hexane. Individual FAME standard solutions are stable up to 1 week when stored in refrigerator ( $2^{\circ}$ – $8^{\circ}C$ ).

**Table 996.06A. Interlaboratory study results for determination of total fat in food by hydrolytic extraction—gas chromatography**

Product <sup>a</sup>	$\bar{x}$ , %	No. of labs/ outliers	$s_r$	$s_R$	$r^b$	$R^c$	RSD <sub>r</sub> , %	RSD <sub>R</sub> , %	HorRat
Wheat-based cereal	1.96	—	0.208	0.260	0.582	0.728	10.6	13.3	3.69
Peanut butter	46.3	10/2	0.86	2.37	2.41	6.64	1.85	5.12	2.28
Fish sticks	11.2	10/2	0.354	0.541	0.991	1.51	3.14	4.80	1.73
Parmesan cheese	26.5	—	0.540	4.17	1.51	11.7	2.04	15.8	6.47
Chocolate cake (baked)	13.3	—	0.929	1.95	2.60	5.46	7.00	14.7	5.43
Fruit snack	3.92	10/1	0.087	0.146	0.244	0.409	2.22	3.74	1.15
Ground beef	21.9	10/1	1.11	1.82	3.11	5.10	5.06	8.32	3.31
Yogurt	1.46	—	0.131	0.222	0.367	0.622	8.98	15.2	4.03

<sup>a</sup> Blind duplicates.<sup>b</sup>  $r = 2.8 \times s_r$ .<sup>c</sup>  $R = 2.8 \times s_R$ .**D. Extraction of Fat**

Finely grind and homogenize test samples prior to extraction of fat.

[*Note:* With matrixes of unknown composition, it may be necessary to analyze test portion without addition of internal standard to ensure against interferences. Should interfering peak be found, the area of C<sub>11</sub> internal standard peak must be corrected before performing calculations. Use 2.0 mL chloroform instead of internal standard solution.]

(a) *Foods excluding dairy products and cheese.*—Accurately weigh ground and homogenized test portion (containing ca 100–200 mg fat) into labeled Mojonnier flask. Force material into flask as far as possible. Add ca 100 mg pyrogalllic acid, C(a), and 2.00 mL triglyceride internal standard solution, C(I). Add a few boiling granules to flask. Add 2.0 mL ethanol and mix well until entire test portion is in solution. Add 10.0 mL 8.3M HCl and mix well. Place flask into basket in shaking water bath at 70°–80°C set at moderate agitation speed. Maintain 40 min. Mix contents of flask on Vortex mixer every 10 min to incorporate particulates adhering to sides of flask into solution. After digestion, remove flask from bath and allow to cool to room temperature (20°–25°C). Add enough ethanol to fill bottom reservoir of flask and mix gently.

(b) *Dairy products.*—Accurately weigh ground and homogenized test portion (containing ca 100–200 mg fat) into labeled Mojonnier flask. Force material into flask as far as possible. Add ca 100 mg pyrogalllic acid, C(a), and 2.00 mL triglyceride internal standard solution, C(I). Add a few boiling granules to flask. Add 2.0 mL ethanol and mix well until entire test portion is in solution. Add 4.0 mL H<sub>2</sub>O and mix well. Add 2.0 mL NH<sub>4</sub>OH, C(c), and mix well. Place flask into basket in shaking water bath at 70°–80°C set at moderate agitation speed. Maintain 10 min. Mix contents of flask on Vortex mixer every 5 min to incorporate particulates adhering to sides of flask into solution. After digestion, remove flask from water bath and add a few drops of phenolphthalein. Keep solution basic (pink) with addition of ammonium hydroxide. Add enough ethanol to fill bottom reservoir of flask and mix gently.

(c) *Cheese.*—Accurately weigh ground and homogenized test portion (containing ca 100–200 mg fat) into labeled Mojonnier flask. Force material into flask as far as possible. Add ca 100 mg pyrogalllic acid, C(a), and 2.00 mL triglyceride internal standard solution, C(I). Add a few boiling granules to flask. Add 2.0 mL ethanol and mix well until entire test portion is in solution. Add 4.0 mL H<sub>2</sub>O and mix well. Add 2.0 mL NH<sub>4</sub>OH, C(c), and mix well.

**Table 996.06B. Interlaboratory study results for determination of saturated fat in food stuffs by hydrolytic extraction—gas chromatography**

Product <sup>a</sup>	$\bar{x}$ , %	No. of labs/ outliers	$s_r$	$s_R$	$r^b$	$R^c$	RSD <sub>r</sub> , %	RSD <sub>R</sub> , %	HorRat
Wheat-based cereal	0.493	10/0	0.0391	0.0522	0.109	0.146	7.92	10.6	2.39
Peanut butter	8.72	10/1	0.257	1.81	0.720	5.07	2.95	20.7	7.18
Fish sticks	3.00	10/1	0.223	0.572	0.624	1.60	7.44	19.1	5.64
Parmesan cheese	17.4	—	0.311	2.46	0.871	6.89	1.79	14.1	5.42
Chocolate cake (baked)	3.56	—	0.171	0.304	0.479	0.851	4.81	8.55	2.59
Fruit snack	1.27	10/2	0.0242	0.0362	0.0678	0.101	1.90	2.83	0.74
Ground beef	9.98	10/1	0.636	1.39	1.78	3.89	6.38	13.9	4.92
Yogurt	0.986	—	0.119	0.170	0.333	0.476	12.1	17.2	4.30

<sup>a</sup> Blind duplicates.<sup>b</sup>  $r = 2.8 \times s_r$ .<sup>c</sup>  $R = 2.8 \times s_R$ .

**Table 996.06C. Interlaboratory study results for determination of monounsaturated fat in food stuffs by hydrolytic extraction—gas chromatography**

Product <sup>a</sup>	$\bar{x}$ , %	No. of labs/ outliers	$s_r$	$s_R$	$r^b$	$R^c$	RSD <sub>r</sub> , %	RSD <sub>R</sub> , %	HorRat
Wheat-based cereal	0.280	—	0.0320	0.0560	0.0896	0.157	11.4	20.0	4.14
Peanut butter	22.3	10/2	0.411	1.11	1.15	3.11	1.84	4.96	1.98
Fish sticks	1.83	—	0.165	0.313	0.462	0.876	9.02	17.1	4.69
Parmesan cheese	6.43	10/1	0.271	1.09	0.759	3.05	4.20	17.0	5.63
Chocolate cake (baked)	3.79	—	0.413	1.27	1.16	3.56	10.9	33.5	10.25
Fruit snack	1.08	10/2	0.0453	0.734	0.127	2.06	4.17	67.7	17.16
Ground beef	8.88	—	0.930	1.96	2.60	5.49	10.5	22.0	7.65
Yogurt	0.345	10/1	0.0222	0.0542	0.0621	0.152	6.42	15.1	3.23

<sup>a</sup> Blind duplicates.

<sup>b</sup>  $r = 2.8 \times s_r$ .

<sup>c</sup>  $R = 2.8 \times s_R$ .

Place flask into basket in shaking water bath at 70°–80°C set at moderate agitation speed. Maintain 20 min. Mix contents of flask on Vortex mixer every 10 min to incorporate particulates adhering to sides of flask into solution. Add 10.0 mL 12M HCl and place flask into boiling steam bath and maintain 20 min. Mix flask contents every 10 min using Vortex mixer. Remove flask from steam bath and allow to cool to room temperature (20°–25°C). Add enough ethanol to flask to fill bottom reservoir and mix gently.

(d) *Extraction*.—Add 25 mL diethyl ether to Mojonnier flask from (a), (b), or (c). Stopper flask and place in centrifuge basket. Place basket in wrist action shaker, securing flask in shaker with rubber tubing. Shake flask 5 min. Rinse stopper into flask with diethyl ether–petroleum ether mixture, C(k). Add 25 mL petroleum ether, stopper flask, and shake 5 min. Centrifuge flask (in basket) 5 min at 600 rpm. (Note: If centrifuge is not available, allow contents to set at least 1 h until upper layer is clear.) Rinse stopper into flask with diethyl ether–petroleum ether mixture. Decant ether (top) layer into 150 mL beaker and carefully rinse lip of flask into beaker with diethyl ether–petroleum ether mixture. Slowly evaporate ether on steam bath, using nitrogen stream to aid in evaporation. Residue remaining in beaker contains extracted fat.

#### E. Methylation

Dissolve extracted fat residue in 2–3 mL chloroform and 2–3 mL diethyl ether. Transfer mixture to 3 dram glass vial and then evaporate to dryness in 40°C water bath under nitrogen stream. Add 2.0 mL 7% BF<sub>3</sub> reagent, C(j), and 1.0 mL toluene, C(g). Seal vial with screwcap top containing Teflon/silicone septum. Heat vial in oven 45 min at 100°C. Gently shake vial ca every 10 min. (Note: Evaporation of liquid from vials indicates inadequate seals; if this occurs, discard solution and repeat the entire procedure.) Allow vial to cool to room temperature (20°–25°C). Add 5.0 mL H<sub>2</sub>O, 1.0 mL hexane, and ca 1.0 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, C(i). Cap vial and shake 1 min. Allow layers to separate and then carefully transfer top layer to another vial containing ca 1.0 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. (Note: Top layer contains FAMES including FAME of triglyceride internal standard solution.)

Inject FAMES onto GC column or transfer to autosampler vial for GC analysis.

#### F. GC Determination

Relative retention times (vs FAME of triglyceride internal standard solution) and response factors of individual FAMES can be obtained by GC analysis of individual FAME standard solutions and mixed FAME standard solution. Inject ca 2 µL each of individual FAME standard solutions and 2 µL of mixed FAMES standard solution. Use mixed FAMES standard solution to optimize chromatographic response before injecting any test solutions. After all chromatographic conditions have been optimized, inject test solutions from E.

#### G. Calculations

Total fat is the sum of fatty acids from all sources, expressed as triglycerides. Expressing measured fatty acids as triglycerides requires mathematical equivalent of condensing each fatty acid with glycerol. For every 3 fatty acid molecules, 1 glycerol (HOCH<sub>2</sub>CHOHCH<sub>2</sub>OH) is required. Essentially, 2 methylene groups and 1 methine group are added to every 3 fatty acids.

Calculate retention times for each FAME in individual FAMES standard solutions, C(m)(3), by subtracting retention time of C<sub>11:0</sub> peak from retention time of fatty acid peak. Use these retention times to identify FAMES in mixed FAMES standard solution. Use additional FAME solutions (from the same supplier) when necessary for complete FAME identity verification.

(a) Calculate response factor ( $R_i$ ) for each fatty acid  $i$  as follows:

$$R_i = \frac{Ps_i}{Ps_{C_{11:0}}} \times \frac{W_{C_{11:0}}}{W_i}$$

where  $Ps_i$  = peak area of individual fatty acid in mixed FAMES standard solution;  $Ps_{C_{11:0}}$  = peak area of C<sub>11:0</sub> fatty acid in mixed FAMES standard solution;  $W_{C_{11:0}}$  = weight of internal standard in mixed FAMES standard solution; and  $W_i$  = weight of individual FAME in mixed FAMES standard solution.

(Note: Peaks of known identity with known relative retention times are listed in Table 996.06D. When peaks of unknown identity are observed during the chromatographic run, attempt to identify such peaks using MS, FTIR, etc. Peaks of unknown identity should not be included in the summation when quantifying fat in the test portion.)

**Table 996.06D. Retention time of fatty acids and methyl ester (FAME)**

Fatty acid	Retention time, min	Relative retention times (to 11:0 int. std.)
4:0 Butyric	10.49	0.46
6:0 Caproic	12.36	0.54
8:0 Caprylic	15.69	0.68
10:0 Capric	20.39	0.89
11:0 Undecanoic	22.99	1.00
12:0 Lauric	25.58	1.11
13:0 Tridecanoic	28.15	1.22
14:0 Myristic	30.65	1.33
14:1 Myristoleic	32.63	1.42
14:1 <i>trans</i> -Myristelaidic	32.01	1.39
15:0 Pentadecanoic	33.04	1.44
15:1 Pentadecenoic	34.98	1.52
16:0 Palmitic	35.41	1.54
16:1 <i>trans</i> -Palmitelaidic	36.39	1.58
16:1 Palmitoleic	36.88	1.60
17:0 Margaric	37.54	1.63
17:1 Margaroleic	38.92	1.69
18:0 Stearic	39.78	1.73
18:1 <i>trans</i> 6-Petroselenic	40.50	1.76
18:1 <i>trans</i> -Elaidic	40.61	1.77
18:1 <i>trans</i> 11-Vaccenic	40.72	1.77
18:1 Petroselenic	40.90	1.78
18:1 Oleic	40.99	1.78
18:1 Vaccenic	41.18	1.79
18:1 Octadecenoic	41.54	1.81
18:2 <i>trans</i> -Linolelaidic	41.69	1.81
18:2 <i>trans</i> 9-Linolelaidic	42.11	1.83
18:2 <i>trans</i> 12-Linolelaidic	42.53	1.85
18:2 Linoleic	42.87	1.86
20:0 Arachidic	43.75	1.90
18:3 <i>g</i> -Linolenic	44.25	1.92
20:1 Eicosenic <i>cis</i> 5	44.42	1.93
20:1 Eicosenic <i>trans</i> 11	44.45	1.93
20:1 Eicosenic <i>cis</i> 8	44.67	1.94
20:1 Eicosenic <i>cis</i> 11	44.82	1.95
20:1 Eicosenic <i>cis</i> 13	44.99	1.96
18:3 Linolenic	45.02	1.96
18:2 Linoleic—conjugated	45.35	1.97
18:2 Linoleic—conjugated	45.40	1.97
21:0 Heneicosanoic	45.69	1.99
18:2 Linoleic—conjugated	46.18	2.01
18:4 Octadectetraenoic	46.39	2.02
20:2 Eicosadienoic	46.65	2.03
22:0 Behenic	47.46	2.06
20:3 <i>g</i> -Eicosatrienoic	47.94	2.09
22:1 Cetoleic	48.27	2.10
22:1 Erucic	48.50	2.11
20:3 Eicosatrienoic	48.68	2.12
20:4 Arachidonic	48.94	2.13
23:0 Tricosanoic	49.22	2.14
22:2 Docosadienoic	50.17	2.18
24:0 Lignoceric	50.79	2.21
20:5 Eicosapentaenoic	50.96	2.22
24:1 Nervonic	51.92	2.26
22:3 Docosatrienoic	51.98	2.26
22:4 Docosatetraenoic	52.28	2.27
22:5 Docosapentaenoic	54.75	2.38
22:6 Docosahexaenoic	55.82	2.43

**Table 996.06E. Factors ( $f_{TG}$ ) for conversion of FAMES to triglyceride equivalents**

Fatty acid	$F_{Ai}$ <sup>a</sup>	Tri/FAME ( $F_{TGi}$ ) <sup>b</sup>
4:0 Butyric	0.8627	0.9868
6:0 Caproic	0.8923	0.9897
8:0 Caprylic	0.9114	0.9915
10:0 Capric	0.9247	0.9928
11:0 Undecanoic	0.9300	0.9933
12:0 Lauric	0.9346	0.9937
13:0 Tridecanoic	0.9386	0.9941
14:0 Myristic	0.9421	0.9945
14:1 Tetradecenoic	0.9417	0.9944
15:0 Pentadecanoic	0.9453	0.9948
15:1 Pentadecenoic	0.9449	0.9947
16:0 Palmitic	0.9481	0.9950
16:1 Hexadecenoic	0.9477	0.9950
17:0 Margaric	0.9507	0.9953
17:1 Margaroleic	0.9503	0.9952
18:0 Stearic	0.9530	0.9955
18:1 Octadecenoic	0.9527	0.9955
18:2 Octadecdiolic	0.9524	0.9954
18:3 Linolenic	0.9520	0.9954
18:4 Octadectetraenoic	0.9517	0.9954
20:0 Arachidic	0.9570	0.9959
20:1 Eicosenic	0.9568	0.9959
20:2 Eicosadienoic	0.9565	0.9958
20:3 Eicosatrienoic	0.9562	0.9958
20:4 Arachidonic	0.9560	0.9958
20:5 Eicosapentaenoic	0.9557	0.9958
21:0 Heneicosanoic	0.9588	0.9961
22:0 Behenic	0.9604	0.9962
22:1 Docosaenoic	0.9602	0.9962
22:2 Docosadienoic	0.9600	0.9962
22:3 Docosatrienoic	0.9598	0.9961
22:4 Docosatetraenoic	0.9595	0.9961
22:5 Docosapentaenoic	0.9593	0.9961
22:6 Docosahexaenoic	0.9590	0.9961
23:0 Tricosanoic	0.9620	0.9964
24:0 Lignoceric	0.9963	0.9965
24:1 Nervonic	0.9632	0.9965

<sup>a</sup>  $F_{Ai}$  is the conversion factor for conversion of FAMES to corresponding fatty acids.

<sup>b</sup>  $F_{TGi}$  is the conversion factor for conversion of FAMES to tri glycerides for individual fatty acids.

(b) Calculate amount of individual (triglycerides) ( $W_{TG}$ ) in test portion as follows:

$$W_{FAMEi} = \frac{Pt_i \times W_{C11:0} \times 10067}{Pt_{C11:0} \times R_i}$$

$$W_{TGi} = W_{FAMEi} \times f_{TGi}$$

where  $P_i$  = peak area of fatty acid  $i$  in test portion;  $W_{C_{11:0}}$  = weight of  $C_{11:0}$  internal standard added to test portion, g; 1.0067 = conversion of internal standard from triglyceride to FAME;  $P_{iC_{11:0}}$  = peak area of  $C_{11:0}$  internal standard in test portion; and  $f_{TG_i}$  = conversion factor for FAMES to triglycerides for individual fatty acids (see Table 996.06E).

(Note: If procedure is followed exactly,  $W_{C_{11:0}}$  should be 0.010 g.)

(c) Calculate amount of total fat in test portion [sum of all fatty acids, expressed as triglyceride equivalents (including *cis* and *trans* forms of monounsaturated acids)] as follows:

$$\text{Total fat, \%} = (\sum W_{TG_i} \times 100) / W_{\text{test portion}}$$

where  $W_{\text{test portion}}$  = weight of test portion, g.

(d) Calculate weight of each fatty acid ( $W_i$ ) as follows:

$$W_i = W_{\text{FAME}_i} \times f_{\text{FA}_i}$$

where  $f_{\text{FA}_i}$  = conversion factors for conversion of FAMES to their corresponding fatty acids (see Table 996.06E).

(e) Calculate percent of saturated fat in test portion (w/w; expressed as saturated fatty acids; sum of  $C_{4:0}$ ,  $C_{6:0}$ ,  $C_{8:0}$ , etc.) as follows:

$$\text{Saturated fat, \%} = (\sum \text{saturated } W_i / W_{\text{test portion}}) \times 100\%$$

(f) Calculate amount of monounsaturated fat in test sample (w/w; expressed as sum of only *cis* form of monounsaturated fatty acids [ $C_{16:1}$ ,  $C_{17:1}$ ,  $C_{18:1}$  *cis*,  $C_{20:1}$ , etc.]) as follows:

$$\text{Monounsaturated fat, \%} =$$

$$(\sum \text{monounsaturated } W_i / W_{\text{test portion}}) \times 100\%$$

$$\text{Polyunsaturated fat, \%} =$$

$$(\sum \text{polyunsaturated } W_i / W_{\text{test portion}}) \times 100\%$$

(Note: Test samples containing hydrogenated fat will yield complicated chromatograms due to large number of isomers formed during hydrogenation process. One general indication of hydrogenation is presence of  $C_{18:1}$  *trans* peak(s). For hydrogenated fat chromatograms, use the following guide lines to calculate FAME peak areas: *trans* peaks elute prior to *cis*, therefore, include all peaks between  $C_{18:1}$  *cis* and  $C_{18:2}$  *cis, cis* in calculation of  $C_{18:2}$  peak area. Often  $C_{18:1}$  *trans* "peak" consists of broad series of peaks [due to positional isomers from hydrogenation]; include all of these in  $C_{18:1}$  *trans* peak area.)

References: [1. AOAC Int. 80.555\(1997\); 82.1146\(1999\).](#)



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 26:2012**  
**Primera revisión**

---

## **ACEITE DE GIRASOL. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

SUNFLOWENOIL REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, aceites y grasas comestibles, grasas y aceites animales y vegetales, aceite de girasol requisitos.  
AL 02.07-408  
CDU: 665.3  
CIIU: 3115  
ICS: 67.200.10

**Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria**

**ACEITE DE GIRASOL.  
REQUISITOS.**

**NTE INEN  
26:2012  
Primera revisión  
2012-05**

**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el aceite de girasol.

**2. ALCANCE**

2.1 Esta norma se aplica al aceite de girasol crudo y al aceite de girasol comestible.

**3. DEFINICIONES**

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 7 y la que a continuación se detalla:

3.1.1 *Aceite de girasol.* Es el aceite extraído de las semillas del girasol o mirasol (*Helianthus annuus L.*).

**4. CLASIFICACIÓN**

4.1 De acuerdo con su estado de procesamiento, el aceite de girasol se clasifica de la manera siguiente:

4.1.1 *Aceite crudo de girasol.* Es aquel que no ha sido sometido a un proceso de refinación.

4.1.2 *Aceite comestible de girasol.* Es aquel que, luego de ser sometido a un adecuado proceso de refinación, es apto para consumo humano.

**5. DISPOSICIONES GENERALES**

5.1 El aceite crudo de girasol no podrá destinarse a consumo humano directo.

5.2. El producto regulado por las disposiciones de la presente norma se debe preparar y manipular de acuerdo a las Buenas Prácticas de Manufactura.

**6. REQUISITOS**

**6.1 Requisitos específicos**

6.1.1 El aceite de girasol debe ser extraído de semillas sanas, limpias y en buen estado de conservación, y debe tener el olor y sabor característicos de este aceite

6.1.2 El *aceite crudo de girasol* ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, debe cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1, con excepción de: pérdida por calentamiento, que podrá alcanzar un máximo de 1 %, y acidez (como ácido oleico) que podrá alcanzar un máximo de 2,5 % (ver 8.2).

6.1.3 El *aceite comestible de girasol* debe ser refinado, presentar aspecto límpido, color amarillento, y no debe contener materias extrañas, sustancias que modifiquen su aroma o color, o residuos de las sustancias empleadas para su refinación. Ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, debe cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

*(Continúa)*

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, aceites y grasas comestibles, grasas y aceites animales y vegetales, aceite de girasol requisitos.

**TABLA 1. Especificaciones del aceite de girasol**

REQUISITO	UNIDAD	Mín.	Máx.	METODO DE ENSAYO
Densidad relativa, 25/25°C	-	0,910	0,921	NTE INEN 35
Índice de yodo	cg/g	123	137	NTE INEN 37
Acidez libre (como ácido oleico)	%	-	0,2	NTE INEN 38
Perdida por calentamiento	%	-	0,05	NTE INEN 39
Índice de refracción a 25°C	-	1,471	1,475	NTE INEN 42
Índice de peróxido	meqO <sub>2</sub> /kg	-	10,0	NTE INEN 277

**6.1.4** Las reacciones de Villavecchia y de Halphen-Gastaldi, efectuadas de acuerdo con la NTE INEN 44 sobre el aceite crudo o comestible de girasol, deben dar resultados negativos.

**6.1.5** Las determinaciones de aceite de pescado, aceites minerales y de sustancias colorantes, efectuadas de acuerdo con la NTE INEN 44, sobre el aceite crudo o comestible de girasol, deben dar resultados negativos.

**6.1.6** El ensayo de rancidez (Reacción de Kreis), efectuado de acuerdo con la NTE INEN 45 sobre el aceite comestible de girasol, debe dar resultado negativo.

**6.1.7** El límite máximo de contaminantes permitidos en el aceite de girasol, son los establecidos en la tabla 2

**TABLA 2. Límites máximo para contaminantes**

PARÁMETRO	LÍMITE MÁXIMO (mg/kg)	METODO DE ENSAYO
Hierro	1,5	NTE INEN 2182
Cobre	0,1	NTE INEN 2182
Plomo	0,1	NTE INEN 2183
Arsénico	0,1	AOAC 986.15 15a. Edición

**6.1.8** Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no podrán superar los límites establecidos por el Codex Alimentario en su última edición CAC/MLR 1.

**6.1.9** *Aditivos (antioxidantes y sinérgicos)*. Se permite la utilización de los aditivos indicados en la NTE INEN 2074

## 7. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

**7.1** El transporte, distribución, comercialización y el almacenamiento del producto debe realizarse en condiciones que no modifiquen sus características físico-químicas y organolépticas

## 8. INSPECCIÓN

### 8.1 Muestreo

**8.1.1** El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 5.

### 8.2 Aceptación y rechazo.

**8.2.1** Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

**8.2.2** Si el aceite crudo de girasol no cumple con uno o más de los siguientes requisitos: pérdida por calentamiento y acidez, se considerará que no cumple con la norma pero que no está afectada su genuinidad, quedando su aceptación sujeta a convenio previo entre las partes interesadas.

### **9. ENVASADO Y EMBALADO**

**9.1** El producto debe expendirse en envases de material grado alimentario, herméticamente cerrado, que asegure la adecuada conservación y calidad del producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas sensoriales del mismo

### **10. ROTULADO.**

**10.1** El producto debe envasarse y rotularse de acuerdo con el RTE INEN 022.

**10.2** La etiqueta no debe contener ninguna leyenda de significado ambiguo, ilustraciones o adornos que induzcan a confusión o engaño al consumidor, ni descripciones de características del producto que no se pueda comprobar.

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 5	<i>Grasas y aceites comestibles. Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 7	<i>Productos grasos comestibles. Definiciones y clasificación</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 35	<i>Grasas y aceites comestibles. Determinación de la densidad relativa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 37	<i>Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de yodo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 38	<i>Grasas y aceites comestibles. Determinación de la acidez.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 39	<i>Grasas y aceites comestibles. Determinación de pérdida por calentamiento.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 42	<i>Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de refracción.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 44	<i>Grasas y aceites comestibles. Determinación de adulteraciones.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 45	<i>Grasas y aceites comestibles. Ensayo de rancidez.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 277	<i>Grasas y aceites. Determinación del índice de peróxido</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisito.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2182	<i>Aceites y grasas vegetales y animales. Determinación del contenido de cobre, hierro y níquel. Método de absorción atómica en horno de grafito</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2183	<i>Aceites y grasas vegetales y animales. Determinación del contenido de plomo. Método de absorción atómica en horno de grafito</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriana RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
AOAC 986.15, 15ava. Edición.	<i>Determinación del contenido de arsénico</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Reglamento Sanitario de los Alimentos Dto. N° 977/96 (D.OF. 13.05.97), República de Chile, Ministerio de Salud, abril 2009.
- Código Alimentario Argentino - Capítulo VII, Alimentos grasos aceites alimenticios, Ley 18.284, Decreto 2126/71, Modificación: 16/10/2008.
- Norma del Codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales Codex Stan 19-1981 (Rev. 2-1999).

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 26 <b>Primera revisión</b>	<b>TÍTULO: ACEITE DE GIRASOL. REQUISITOS.</b>	<b>Código:</b> AL 02.07-408
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 1973-11-20 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIA por Acuerdo Ministerial No. 1038 de 1973-12-10 publicado en el Registro Oficial No. 461 de 1973-12-27  Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: de		a

Subcomité Técnico: **Grasas comestibles**  
Fecha de iniciación: 2011-03-24  
Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación: 2011-03-24

### NOMBRES:

Dra. Iralda Tituaña (Presidenta)  
Dra. Ana Lucía Vinuesa  
Dra. Mirella Urdiales  
Ing. Reyna Alarcón  
Ing. Cristóbal Arias  
Dra. Ana María Hidalgo  
Dr. David Villegas  
Ing. Lorena Tapia  
Srta. Talía Palacios  
Ing. Jorge Dávila  
Dra. Maritza Fierro  
Dra. Miriam Paredes  
Ing. Fausto Lara (Secretario Técnico)

### INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

INDUSTRIAL DANEC S.A  
UNILEVER ANDINA-ECUADOR  
LA FABRIL  
LA FABRIL  
INDUSTRIAS ALES C.A.  
LABORATORIO OSP-UCE  
MIPRO  
MIPRO  
MIPRO  
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
INSTUTUTO NAC. DE HIGIENE-GUAYAS  
BUSTAMANTE Y BUSTAMANTE  
INEN

Otros trámites: Esta NTE INEN 26:2012 (Primera Revisión), reemplaza a la NTE INEN 26:1973

♦<sup>10</sup> Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución Ministerial y oficializada mediante Resolución No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06.

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Obligatoria Por Resolución No. 11 402 de 2011-12-30  
Registro Oficial Suplemento No. 699 de 2012-05-09

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gov.ec](mailto:direccion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inenlaboratorios@inen.gov.ec](mailto:inenlaboratorios@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)**

**Anexo 18 Norma CODEX para aceites vegetales especificados**

# CODEX ALIMENTARIUS

NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



Organización  
Mundial de la Salud

E-mail: [codex@fao.org](mailto:codex@fao.org) - [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org)

---

## NORMA PARA ACEITES VEGETALES ESPECIFICADOS

CXS 210-1999

Adoptada en 1999. Revisada en 2001, 2003, 2009, 2017 y 2019.  
Enmendada en 2005, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2022, 2023 y 2024.

---

**Correcciones realizadas en 2025**

El 15 de abril de 2025, se corrigieron los valores del ácido graso desde C16:1 hasta C24:1 para el aceite de aguacate (Cuadro1, columna 3, filas 7 a 21) a fin de alinearlos con la decisión adoptada en el 47.º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius celebrado en diciembre de 2024 ya que no se habían introducido correctamente.

De conformidad con las decisiones adoptadas por el Comité del Codex sobre Métodos de Análisis y Toma de Muestras (CCMAS) en su 44.ª reunión celebrada en mayo de 2025, se corrigió la Sección 8 (Métodos de análisis y muestreo) reintroduciendo el método para la determinación de gamas de composición de ácidos grasos, que había sido eliminado de la norma por error. Este método había sido adoptado por la Comisión del Codex Alimentarius en su 23.º período de sesiones (1999).

**Enmiendas aprobadas en 2024**

De conformidad con las decisiones adoptadas en el 47.º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius, celebrado en noviembre de 2024, se añadieron el aceite de aguacate, el aceite de semilla de camelia, el aceite de *sacha inchi* y el aceite de soja con alto contenido en ácido oleico a la Sección 2 (Descripción), a la Sección 3 (Factores esenciales relativos a la composición y la calidad) y a los cuadros 1 a 4, asimismo se introdujeron enmiendas en la Sección 7.2 (Etiquetado de los envases no destinados a la venta al por menor).

**Corrección realizada en 2023**

El 1 de febrero de 2023, el valor del ácido graso C16:1 para el aceite de pistacho (Cuadro 1, columna 4, fila 7) se corrigió para que se leyera ND-2,0 (en lugar de ND-0,2) a fin de alinearlo con la decisión adoptada en el 42.º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius celebrado en julio de 2019.

**Enmiendas aprobadas en 2023**

De conformidad con las decisiones adoptadas en el 46.º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius, celebrado en diciembre de 2023, se introdujeron enmiendas en la Sección 4 (Aditivos alimentarios), en la Sección 8 (Métodos de análisis y muestreo) y en la Sección 5 del Apéndice (Métodos de análisis y muestreo).

**Enmiendas aprobadas en 2022**

De conformidad con las decisiones adoptadas en el 45.º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius, celebrado en diciembre de 2022, se introdujeron enmiendas en los cuadros 1 y 2 con respecto a los valores de las disposiciones relativas a los ácidos grasos C18:1 y C18:2, la densidad relativa y los índices de refracción y saponificación en el aceite de semillas de girasol.

## 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente norma se aplica a los aceites vegetales comestibles que se indican en la Sección 2.1, presentados en forma idónea para el consumo humano.

## 2. DESCRIPCIÓN

### 2.1 Definición del producto

(Nota: los sinónimos se indican entre paréntesis, inmediatamente después del nombre del aceite).

El **aceite de almendra** es obtenido de la almendra frutal del almendro (*Amygdalus communis* L.).

El **aceite de aguacate** puede derivarse del mesocarpio del fruto del aguacate (*Persea americana*) u obtenerse procesando el fruto entero.

El **aceite de maní** (aceite de cacahuete) se obtiene del maní (semillas de *Arachis hypogaea* L.).

El **aceite de babasú** se obtiene de la nuez del fruto de diversas variedades de la palma (*Orbignya* spp.).

El **aceite de semilla de camelia** (aceite de youcha) se obtiene de las semillas de especies de *Camellia* cultivadas (*C. oleifera*, *C. oleifera* var. *meiocarpa*, *C. chekiangoleosa* y *C. vietnamensis*).

El **aceite de coco** se obtiene de la nuez del coco (*Cocos nucifera* L.).

El **aceite de semilla de algodón** se obtiene de las semillas de diversas especies cultivadas de *Gossypium* spp.

El **aceite de linaza (semilla de lino)** es obtenido de las semillas de varias especies cultivadas de *Linum usitatissimum*.

El **aceite de pepitas de uva** se obtiene de las pepitas de uva (*Vitis vinifera* L.).

El **aceite de avellana** es obtenido de la almendra frutal del avellano (*Corylus avellana* L.).

El **aceite de maíz** se obtiene del germen de maíz (embriones de *Zea mays* L.).

El **aceite de semilla de mostaza** se obtiene de las semillas de mostaza blanca (*Sinapis alba* L. o *Brassica hirta* Moench), de mostaza parda y amarilla (*Brassica juncea* (L.) Czernajew y Cossen) y de mostaza negra (*Brassica nigra* (L.) Koch).

El **aceite de almendra de palma** se obtiene de la almendra del fruto de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*).

La **oleína de almendra de palma** es la fracción líquida derivada de la fraccionación del aceite de almendra de palma (descrita anteriormente).

La **estearina de almendra de palma** es la fracción sólida derivada de la fraccionación del aceite de almendra de palma (descrita anteriormente).

El **aceite de palma** se obtiene del mesocarpio carnoso del fruto de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*).

El **aceite de palma con un contenido más alto de ácido oleico** es obtenido del mesocarpio carnoso de la fruta de la palma híbrida OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*).

La **oleína de palma** es la fracción líquida obtenida del fraccionamiento del aceite de palma (descrito anteriormente).

La **estearina de palma** es la fracción con punto de fusión elevado obtenida del fraccionamiento del aceite de palma (descrito anteriormente).

La **superoleína de palma** es la fracción líquida obtenida del fraccionamiento del aceite de palma (descrito anteriormente) producido por un proceso de cristalización controlado específicamente para obtener un índice de yodo de 60 o más.

El **aceite de pistacho** es obtenido de la almendra frutal del pistacho (*Pistacia vera* L.).

El **aceite de colza** (aceite de semilla de colza, aceite de semilla de nabina o navilla) se obtiene de las semillas de las especies *Brassica napus* L., *Brassica campestris* L., *Brassica juncea* L. y *Brassica tournefortii* Gouan.

El **aceite de colza de bajo contenido de ácido erúcico** (aceite de nabina o de navilla y aceite de semillas de colza de bajo contenido de ácido erúcico; aceite canola se obtiene de variedades de semillas oleaginosas de bajo contenido de ácido erúcico de las especies *Brassica napus* L., *Brassica campestris* L., y *Brassica juncea* L.).

El **aceite de salvado de arroz** (aceite de arroz) es derivado del salvado de arroz (*Oryza sativa* L.).

El **aceite de sacha inchi** se obtiene por prensado en frío de las semillas del fruto de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

El **aceite de cártamo** (aceite de alazor, aceite de semillas de cártamo,) se obtiene de las semillas de cártamo (semillas de *Carthamus tinctorius* L.)

El **aceite de cártamo de alto contenido de ácido oleico** (aceite de alazor, aceite de semillas de cártamo) se obtiene de las semillas de variedades de cártamo con un alto contenido de ácido oleico (semillas de *Carthamus tinctorius* L.).

El **aceite de sésamo** (aceite de semillas de sésamo, aceite de *ajonjolí*) se obtiene de las semillas de sésamo (semillas de *Sesamum indicum* L.).

El **aceite de soja** (aceite de semilla de soja) se obtiene de las semillas de soja (semillas de *Glycine max* (L.) Merr.)

El **aceite de soja de alto contenido de ácido oleico** (aceite de soja alto en ácido oleico; aceite de soja de alto oleico) se obtiene a partir de semillas oleaginosas con un alto contenido de ácido oleico, pertenecientes a variedades derivadas de las semillas de soja (semillas de *Glycine max* (L.) Merr.).

El **aceite de girasol** (aceite de semillas de girasol) se obtiene de las semillas de girasol (semillas de *Helianthus annuus* L.).

El **aceite de girasol de alto contenido de ácido oleico** (aceite de semillas de girasol) se obtiene de las semillas de variedades de girasol con un alto contenido de ácido oleico (semillas de *Helianthus annuus* L.).

El **aceite de girasol de contenido medio de ácido oleico** (aceite de semillas de girasol) se obtiene de las semillas de girasol con un contenido medio de ácido oleico (semillas de *Helianthus annuus* L.).

El **aceite de nuez** es obtenido de la almendra frutal del nogal (*Juglans regia* L.).

## 2.2 Otras definiciones

Los **aceites vegetales comestibles** son productos alimenticios constituidos principalmente por glicéridos de ácidos grasos obtenidos únicamente de fuentes vegetales. Podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos, como fosfátidos, de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en la grasa o el aceite.

Los **aceites vírgenes** se obtienen, sin modificar el aceite, por procedimientos mecánicos y por aplicación únicamente de calor. Podrán haber sido purificados únicamente por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación.

Los **aceites prensados en frío** se obtienen únicamente por procedimientos mecánicos, sin la aplicación de calor. Podrán haber sido purificados únicamente por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación.

## 3. FACTORES ESENCIALES RELATIVOS A LA COMPOSICIÓN Y LA CALIDAD

### 3.1 Gamas de composición de ácidos grasos determinadas mediante cromatografía de gas líquido (CGL) (expresados como porcentajes)

Las muestras que quedan fuera de las gamas especificadas en el Cuadro 1 no se ajustan a esta norma. Podrán utilizarse criterios complementarios, por ejemplo, variaciones geográficas nacionales y/o variaciones climáticas, si se consideran necesarios para confirmar que una muestra se ajusta a la norma.

El **aceite de colza de bajo contenido de ácido erúxico** no deberá contener más del 2 % de ácido erúxico (como porcentaje del contenido total de ácidos grasos).

El **aceite de cártamo de alto contenido de ácido oleico** deberá contener no menos de 70 % de ácido oleico (como porcentaje del contenido total de ácidos grasos).

El **aceite de soja de alto contenido de ácido oleico** debe contener no menos del 65 % de ácido oleico (como porcentaje del total de ácidos grasos).

El **aceite de girasol de alto contenido de ácido oleico** deberá contener no menos de 75 % de ácido oleico (como porcentaje del contenido total de ácidos grasos).

El **aceite de palma con un contenido más alto de ácido oleico** tiene que contener no menos de 48 % de ácido oleico (como porcentaje de ácidos grasos totales).

**3.2 Punto de deslizamiento**

Oleína de almendra de palma	de 21 a 26 °C
Estearina de almendra de palma	de 31 a 34 °C
Oleína de palma	no más de 24 °C
Estearina de palma	no menos de 44 °C
Superoleína de palma	no más de 19,5 °C

**4. ADITIVOS ALIMENTARIOS**

Se acepta el uso de los antiespumantes, antioxidantes y emulsionantes utilizados de conformidad con los cuadros I y II de la *Norma general para los aditivos alimentarios* (CXS 192-1995)<sup>1</sup> en la categoría de alimentos 02.1.2 (Grasas y aceites vegetales) en los alimentos regulados por esta norma.

Los aditivos alimentarios no están permitidos en los aceites vírgenes o en los aceites prensados en frío.

Los aromatizantes utilizados en los productos regulados por esta norma deberán cumplir las disposiciones de las *Directrices para el uso de aromatizantes* (CXG 66-2008).<sup>2</sup>

**5. CONTAMINANTES**

Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente norma deberán respetar los niveles máximos de la *Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos* (CXS 193-1995).<sup>3</sup>

Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente norma deberán respetar los niveles máximos de residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para dichos productos.

**6. HIGIENE**

Se recomienda que los productos regulados por las disposiciones de la presente norma se preparen y manipulen de conformidad con las secciones pertinentes de los *Principios generales de higiene de los alimentos* (CXC 1-1969)<sup>4</sup> y otros textos del Codex Alimentarius, como códigos de prácticas y códigos de prácticas de higiene.

Los productos deberán cumplir los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los *Principios y directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos* (CXG 21-1997).<sup>5</sup>

**7. ETIQUETADO****7.1 Nombre del alimento**

El producto se etiquetará con arreglo a la *Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados* (CXS 1-1985).<sup>6</sup> El nombre del aceite deberá ajustarse a las descripciones que figuran en la Sección 2 de la presente norma.

Cuando en la Sección 2.1 se dé más de un nombre al producto, la etiqueta de ese producto debe incluir uno de esos nombres que sea aceptable en el país de uso.

**7.2 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor**

Los envases no destinados a la venta al por menor deberán etiquetarse de conformidad con lo dispuesto en la *Norma general para el etiquetado de envases de alimentos no destinados a la venta al por menor* (CXS 346-2021).<sup>7</sup>

**8. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO**

Para comprobar el cumplimiento de esta norma, deberán utilizarse los métodos de análisis y muestreo que figuran en los *Métodos de análisis y de muestreo recomendados* (CXS 234-1999)<sup>8</sup> pertinentes para las disposiciones de la presente norma.

**8.1 Determinación de gamas de composición de ácidos grasos mediante CGL**

De conformidad con la norma ISO 5509:2000.

**Cuadro 1: Gamas de composición de ácidos grasos de aceites vegetales determinados mediante CGL de muestras auténticas<sup>a,b</sup> (expresadas en porcentaje del contenido total de ácidos grasos) (véase la Sección 3.1 de la norma)**

Ácidos grasos	Aceto de mani	Aceto de almendra	Aceto de aguacate	Aceto de babasú	Aceto de semilla de cárnella	Aceto de coco	Aceto de semilla de algodón	Aceto de linaza/semilla de lino	Aceto de papayas de uva	Aceto de avellana	Aceto de maíz	Aceto de semilla de mostaza
C60	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C80	ND	ND	ND	2.6-7.3	ND	4.6-10.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C100	ND	ND	ND	1.2-7.6	ND	5.0-8.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C120	ND-0.1	ND	ND	40.0-55.0	ND	45.1-53.2	ND-0.2	ND-0.3	ND	ND	ND-0.3	ND
C140	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.3	11.0-27.0	ND-0.8	16.8-21.0	0.6-1.0	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.3	ND-1.0
C160	5.0-14.0	4.0-9.0	11.0-25.0	5.2-11.0	3.9-14.5	7.5-10.2	21.4-26.4	4.0-11.3	5.5-11.0	4.2-8.9	8.6-16.5	0.5-4.5
C161	ND-0.2	0.2-0.8	4.0-17.1	ND	ND-0.2	ND	ND-1.2	ND-0.5	ND-1.2	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.5
C170	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.3	ND	ND-0.1	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.1	ND
C171	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND	ND-0.1	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND
C180	1.0-4.5	ND-3.0	0.1-1.3	1.8-7.4	0.3-4.8	2.0-4.0	2.1-3.3	2.0-8.0	3.0-6.5	0.8-3.2	ND-3.3	0.5-2.0
C181	35.0-80	62.0-76.0	42.0-75.0	9.0-20.0	68.0-87.0	5.0-10.0	14.7-21.7	9.8-36.0	12.0-28.0	74.2-86.7	20.0-42.2	8.0-23.0
C182	4.0-43.0	20.0-30.0	7.8-19.0	1.4-6.6	3.8-14.0	1.0-2.5	4.6-7.8	8.3-30.0	58.0-78.0	5.2-18.7	34.0-65.6	10.0-24.0
C183	ND-0.5	ND-0.5	0.5-2.1	ND	ND-1.4	ND-0.2	ND-0.4	43.8-70.0	ND-1.0	ND-0.6	ND-2.0	6.0-18.0
C200	0.7-2.0	ND-0.5	ND-0.7	ND	ND-0.5	ND-0.2	0.2-0.5	ND-1.0	ND-1.0	ND-0.3	0.3-1.0	ND-1.5
C201	0.7-3.2	ND-0.3	ND-0.3	ND	ND-0.7	ND-0.2	ND-0.1	ND-1.2	ND-0.3	ND-0.3	0.2-0.6	5.0-13.0
C202	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND	ND-0.1	ND-1.0
C220	1.5-4.5	ND-0.2	ND-0.5	ND	ND-0.1	ND	ND-0.6	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.2	ND-0.5	0.2-2.5
C221	ND-0.6	ND-0.1	ND	ND	ND-0.5	ND	ND-0.3	ND-1.2	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.3	22.0-50.0
C222	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND	ND	ND-1.0
C240	0.5-2.5	ND-0.2	ND-0.2	ND	ND	ND	ND-0.1	ND-0.3	ND-0.4	ND	ND-0.5	ND-0.5

<sup>a</sup> Datos de las especies incluidas en la Sección 2.

<sup>b</sup> Los valores de ácidos grasos en este cuadro son aplicables a los aceites vegetales descritos en la Sección 2.1 presentados en un estado listo para el consumo humano. Sin embargo, a efectos de proporcionar claridad en el comercio de aceites crudos, los valores en el cuadro pueden ser también aplicados a las correspondientes formas crudas de los aceites vegetales descritos en la Sección 2.1.

ND - no detectable, definido como ≤ 0.05 %

C241	ND-03	ND	ND-02	ND	ND-05	ND	ND	ND	ND	ND-03	ND	05-25
Ácidos grasos	Acetate de palma	Acetate de palma con contenido más alto de ácido oleico	Acetate de palma	Acetate de almendra de palma	Acetate de palma*	Acetate de palma*	Acetate de palma*	Acetate de palma*	Acetate de palma*	Superoleína de palma*	Acetate de pistacho	Acetate de colza
C60	ND	ND	ND-08	ND-07	ND	ND-02	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C80	ND	ND	2,46,2	2,96,3	ND	1,3-3,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C100	ND	ND	2,6-5,0	2,7-4,5	ND	2,4-3,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C120	ND-05	ND-06	4,5,0-5,5,0	3,8,7-4,7,0	0,1-0,5	5,2,0-6,6,7	0,1-0,5	0,1-0,5	0,1-0,5	0,1-0,5	ND	ND
C140	0,5-2,0	ND-08	14,0-18,0	11,5-15,5	0,5-1,5	2,0,0-2,5,0	1,0-2,0	1,0-2,0	0,5-1,5	0,5-1,5	ND-0,6	ND-0,2
C160	3,9-3-4,7,5	23,0-3,8,0	6,5-10,0	6,2-10,6	3,8,0-4,3,5	6,7-10,0	4,8,0-7,4,0	4,8,0-7,4,0	3,0,0-3,9,0	3,0,0-3,9,0	8,0-13,0	1,5-6,0
C161	ND-06	ND-08	ND-02	ND-0,1	ND-0,6	ND	ND-0,2	ND-0,2	ND-0,5	ND-0,5	ND-2,0	ND-3,0
C170	ND-02	ND-02	ND	ND	ND-0,2	ND	ND-0,2	ND-0,2	ND-0,1	ND-0,1	ND-0,1	ND-0,1
C171	ND	ND	ND	ND	ND-0,1	ND	ND-0,1	ND-0,1	ND	ND	ND-0,1	ND-0,1
C180	3,5-6,0	1,5-4,5	1,0-3,0	1,7-3,0	3,5-5,0	1,0-3,0	3,9-6,0	3,9-6,0	2,8-4,5	2,8-4,5	0,5-3,5	0,5-3,1
C181	3,6,0-4,4,0	4,8,0-6,0,0	1,2,0-1,9,0	14,4-24,6	3,9,8-4,6,0	4,1-8,0	15,5-36,0	15,5-36,0	43,0-49,5	43,0-49,5	50,0-70,0	8,0-60,0
C182	9,0-12,0	9,0-17,0	1,0-3,5	2,4-4,3	10,0-13,5	0,5-1,5	3,0-10,0	3,0-10,0	10,5-15,0	10,5-15,0	8,0-34,0	11,0-23,0
C183	ND-05	ND-06	ND-02	ND-0,3	ND-0,6	ND-0,1	ND-0,5	ND-0,5	0,2-1,0	0,2-1,0	0,1-1,0	5,0-13,0
C200	ND-1,0	ND-04	ND-02	ND-0,5	ND-0,6	ND-0,5	ND-0,5	ND-1,0	ND-0,4	ND-0,4	ND-0,3	ND-3,0
C201	ND-0,4	ND-02	ND-02	ND-0,2	ND-0,4	ND-0,1	ND-0,4	ND-0,4	ND-0,2	ND-0,2	ND-0,6	3,0-15,0
C202	ND	ND-05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-1,0
C220	ND-02	ND-03	ND-02	ND	ND-0,2	ND	ND-0,2	ND-0,2	ND-0,2	ND-0,2	ND	ND-2,0
C221	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	> 2,0-60,0
C222	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-2,0
C240	ND	ND-02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-2,0
C241	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-3,0

\* Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.  
 ND - no detectable, definido como  $\leq 0,05\%$

Ácidos grasos	Aceite de coiza (bajo contenido de ácido erúxico)	Aceite de salvado de arroz (aceite de arroz)	Aceite de sachá inchi	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo (ácido oleico alto)	Aceite de sésamo	Aceite de soja	Aceite de soja (ácido oleico alto)	Aceite de girasol	Aceite de girasol (ácido oleico alto)	Aceite de girasol contenido medio de ácido oleico	Aceite de nuez
C6:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C8:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0,1	ND	ND	ND	ND
C10:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0,1	ND	ND	ND	ND
C12:0	ND	ND-0,2	ND	ND	ND-0,2	ND	ND-0,1	ND-0,1	ND-0,1	ND	ND	ND
C14:0	ND-0,2	ND-1,0	ND	ND-0,2	ND-0,2	ND-0,1	ND-0,2	ND-0,5	ND-0,2	ND-0,1	ND-1	ND
C16:0	2,5-7,0	14-23	3,6-4,8	5,3-8,0	3,6-6,0	7,9-12,0	8,0-13,5	2,5-8,0	5,0-7,6	2,6-5,0	4,0-5,5	6,0-8,0
C16:1	ND-0,6	ND-0,5	ND-0,1	ND-0,2	ND-0,2	ND-0,2	ND-0,2	ND-0,1	ND-0,3	ND-0,1	ND-0,05	ND-0,4
C17:0	ND-0,3	ND	ND-0,1	ND-0,1	ND-0,1	ND-0,2	ND-0,1	ND-0,8	ND-0,2	ND-0,1	ND-0,05	ND-0,1
C17:1	ND-0,3	ND	ND	ND-0,1	ND-0,1	ND-0,1	ND-0,1	ND-1,5	ND-0,1	ND-0,1	ND-0,06	ND-0,1
C18:0	0,8-3,0	0,9-4,0	2,6-4,0	1,9-2,9	1,5-2,4	4,5-6,7	2,0-5,4	3,2-5,0	2,7-6,5	2,9-6,2	2,1-5,0	1,0-3,0
C18:1	51,0-70,0	38-48	6,0-11,7	8,4-21,3	70,0-83,7	34,4-45,5	17-30	65,0-87,0	14,0-43,0	75-90,7	43,1-71,8	14,0-23,0
C18:2	15,0-30,0	21-42	32,0-43,4	67,8-83,2	9,0-19,9	36,9-47,9	48,0-59,0	1,0-16,0	45,4-74,0	2,1-17	18,7-45,3	54,0-65,0
C18:3	5,0-14,0	0,1-2,9	36,2-50,0	ND-0,1	ND-1,2	0,2-1,0	4,5-11,0	1,0-6,0	ND-0,3	ND-0,3	ND-0,5	9,0-15,4
C20:0	0,2-1,2	ND-0,9	ND-0,1	0,2-0,4	0,3-0,6	0,3-0,7	0,1-0,6	ND-1,0	0,1-0,5	0,2-0,5	0,2-0,4	ND-0,3
C20:1	0,1-4,3	ND-0,8	ND-0,4	0,1-0,3	0,1-0,5	ND-0,3	ND-0,5	ND-1,0	ND-0,3	0,1-0,5	0,2-0,3	ND-0,3
C20:2	ND-0,1	ND	ND-0,1	ND	ND	ND	ND-0,1	ND-0,1	ND	ND	ND	ND
C22:0	ND-0,6	ND-1,0	ND-0,1	ND-1,0	ND-0,4	NN-1,1	ND-0,7	ND-0,7	0,3-1,5	0,5-1,6	0,6-1,1	ND-0,2
C22:1	ND-2,0	ND	ND-0,1	ND-1,8	ND-0,3	ND	ND-0,3	ND-0,4	ND-0,3	ND-0,3	ND	ND
C22:2	ND-0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0,3	ND	ND-0,09	ND
C24:0	ND-0,3	ND-0,6	ND	ND-0,2	ND-0,3	ND-0,3	ND-0,5	ND-0,5	ND-0,5	ND-0,5	0,3-0,4	ND
C24:1	ND-0,4	ND	ND	ND-0,2	ND-0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND - no detectable, definido como  $\leq 0,05$  %

## APÉNDICE

## OTROS FACTORES DE CALIDAD Y COMPOSICIÓN

Estos factores de calidad y composición constituyen información suplementaria a los factores esenciales de composición y calidad de la norma. Los productos que cumplan los factores esenciales de composición y calidad pero no cumplan estos factores complementarios se considerarán conformes a la norma.

## CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

El **color, olor y sabor** de cada producto deberán ser característicos del producto designado, que deberá estar exento de olores y sabores extraños o rancios.

	Dosis máxima
<b>Materia volátil a 105 °C</b>	0,2 % m/m
<b>Impurezas insolubles</b>	0,05 % m/m
<b>Contenido de jabón</b>	0,005 % m/m
<b>Hierro (Fe)</b>	
Aceites refinados	1,5 mg/kg
Aceites vírgenes	5,0 mg/kg
Oleína cruda de almendra de palma	5,0 mg/kg
Estearina cruda de almendra de palma	7,0 mg/kg
<b>Cobre (Cu)</b>	
Aceites refinados	0,1 mg/kg
Aceites vírgenes	0,4 mg/kg
<b>Índice de ácido</b>	
Aceites refinados	0,6 mg de KOH/g de aceite
Aceites prensados en frío y vírgenes (excepto aceite crudo de almendra de palma y aceite de palma virgen)	4,0 mg de KOH/g de aceite
<b>Aceites grasos libres</b>	
Aceite de palma virgen	5,0 % (como ácido palmítico)
Aceite crudo de almendra de palma	4,0 % (como ácido láurico)
Aceite refinado de salvado de arroz	0,3 % (como ácido oleico)
<b>Índice de peróxido</b>	
Aceites refinados	hasta 10 miliequivalente de oxígeno activo/kg de aceite
Aceites prensados en frío y vírgenes	hasta 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite

## CARACTERÍSTICAS DE COMPOSICIÓN

El contenido de **ácido araquídico y ácidos grasos de cadena más larga** del aceite de maní no deberá ser superior a 48 g/kg.

Los **índices de Reichert** para los aceites de coco, almendra de palma y babasú deberán mantenerse en las gamas de 6-8,5; 4-7 y 4,5-6,5, respectivamente.

Los **índices de Polenske** para los aceites de coco, almendra de palma y babasú deberán mantenerse en las gamas de 13-18, 8-12 y 8-10, respectivamente.

La **reacción de Halphen** para el aceite de semilla de algodón deberá ser positiva.

El **contenido de eritrodio**l del aceite de pepitas de uva deberá ser superior al 2 % del total de esteroides.

El contenido **total de carotenoides** (como beta-caroteno) para el aceite de palma no blanqueado, la oleína de palma no blanqueada y la estearina de palma no blanqueada deberá mantenerse en las gamas de 500-2000, 550-2500 y 300-1500 mg/kg, respectivamente.

El **índice de Crismer** para el aceite de colza de bajo contenido de ácido erúico deberá mantenerse en la gama de 67-70.

La **concentración de brassicaesterol** en el aceite de colza de bajo contenido de ácido erúico deberá superar en un 5 % el contenido total de esteroides.

La **prueba de Baudouin** para el aceite de sésamo deberá ser positiva.

Los **gamma orizanoles** del aceite crudo de salvado de arroz serán del orden del 0,9-2,1 %.

### 3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS

Las características químicas y físicas figuran en el Cuadro 2.

### 4. CARACTERÍSTICAS DE IDENTIDAD

Los **niveles de desmetilesteroides** en los aceites vegetales como porcentaje del contenido total de esteroides figuran en el Cuadro 3.

Los **niveles de tocoferoles y tocotrienoles** en los aceites vegetales figuran en el Cuadro 4.

### 5. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

Para comprobar el cumplimiento de esta norma, deberán utilizarse los métodos de análisis y muestreo que figuran en los *Métodos de análisis y de muestreo recomendados* (CXS 234-1999) pertinentes para las disposiciones de la presente norma.

#### **Determinación del contenido de gamma orizanoles**

##### Definición

Este método se utiliza para determinar el contenido de gamma orizanoles (porcentaje) en aceites por medición de la absorción por espectrofotometría con una máxima absorción de 315 nm longitud de onda

##### Ámbito de aplicación

Aplicable al aceite de salvado de arroz.

##### Aparato

- Espectrofotómetro - a fines de determinar la extinción en el ultravioleta entre 310 y 320 nm.
- Cubetas de quartz rectangulares - con un camino óptico de luz de de 1 cm.
- Matraz cónico - 25 ml.
- Filtro de carta - Whatman n.º 2, o equivalente.

##### Reactivos

- n-Heptano – puro determinado por espectrofotometría

##### Procedimiento

- i) Antes de su utilización, se debe ajustar el espectrofotómetro a una lectura de 0 llenando la cubeta del muestreo y la cubeta de referencia con n-heptano
- ii) Filtrar el aceite en el filtro de carta a temperatura ambiente.
- iii) Pesar precisamente aproximadamente 0,02 g de la muestra así preparada en un matraz volumétrico de 25 ml, llenar hasta la marca con n-heptano.
- iv) Llenar una cubeta con la solución obtenida y medir la extinción a la longitud de onda de absorción máxima cerca de 315 nm, utilizando el mismo solvente como referencia.
- v) Los valores de extinción registradas deben situarse dentro de la gama 0,3-0,6. En caso contrario, se deben repetir las mediciones utilizando soluciones más concentradas o más diluidas según proceda.

Cálculo

Calcular el contenido de gamma orizanol como se describe a continuación:

$$\text{Contenido de gamma orizanol, \%} = 25 \times (1 / W) \times A \times (1 / E)$$

donde  $W$  = peso de la muestra, g

$A$  = extinción (absorbancia) de la solución

$E$  = extinción específica  $E^{1\%1\text{cm}} = 359$

**Cuadro 2: Características químicas y físicas de los aceites vegetales crudos (véase el apéndice)**

	Aceite de mani	Aceite de almendra	Aceite de aguacate	Aceite de babasú	Aceite de semilla de carmelita	Aceite de coco	Aceite de semilla de algodón	Aceite de linaza/se-milla de lino	Aceite de pepitas de uva	Aceite de avellana	Aceite de maíz	Aceite de semilla de mostaza
<b>Densidad relativa (x° C/agua a 20 °C)</b>	0,909-0,920 x=20 °C	0,911-0,929 x=25 °C	0,910-0,920 x=20 °C	0,914-0,917 x=25 °C	0,912-0,922 x=20 °C	0,908-0,921 x=40 °C	0,918-0,926 x=20 °C	0,925-0,935 x=25 °C/ agua 25 °C	0,920-0,926 x=20 °C	0,898-0,915 x=20 °C/ agua 20 °C	0,917-0,925 x=20 °C	0,910-0,921 x=20 °C
<b>Densidad aparente (g/ml)</b>												
<b>Índice de refracción (ND 40 °C)</b>	1,460-1,465	1,468-1,475 a 20 °C	1,458-1,470	1,448-1,451	1,460-1,464	1,448-1,450	1,458-1,466	1,472-1,487 a 20 °C	1,467-1,477	1,468-1,473 a 20 °C	1,465-1,468	1,461-1,469
<b>Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)</b>	187-196	183-207	170-202	245-256	187-199	248-265	189-198	185-197 a 40 °C	188-194	188-198	187-195	168-184
<b>Índice de yodo</b>	77-107	85-109	78-95	10-18	83-89	6,3-10,6	100-123	170-211	128-150	81-95	103-135	92-125
<b>Materia insaponificable (g/kg)</b>	≤ 10	≤ 20	≤ 19,0	≤ 12	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 20	≤ 20	≤ 15	≤ 28	≤ 15
<b>Relación de isótopo de carbono estable*</b>												
												-13,71 hasta -16,36

\* Véanse las siguientes publicaciones:

Woodbury SP, Evershed RP y Rossell JB (1998). Purify assessments of major vegetable oils based on gamma 13C values of individual fatty acids. *JAOCS*, 75 (3), 371-379.  
 Woodbury SP, Evershed RP y Rossell JB (1998). Gamma 13C analysis of vegetable oil, fatty acid components, determined by gas chromatography combustion-isotope ratio mass spectrometry, after saponification or regiospecific hydrolysis. *Journal of Chromatography A*, 805, 249-257.  
 Woodbury SP, Evershed RP, Rossell JB, Griffith R y Farnell P (1995). Detection of vegetable oil adulteration using gas chromatography combustion/isotope ratio mass spectrometry. *Analytical Chemistry* 67 (15), 2685-2690.  
 Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1996). Authenticity of single seed vegetable oils. Working Party on Food Authenticity, MAFF, Reino Unido.

	Aceite de palma	Aceite de palma con contenido más alto de ácido oleico	Aceite de almendra de palma	Oleína de almendra de palma †	Estearina de almendra de palma †	Oleína de palmat	Estearina de palmat	Superoleína de palmat	Aceite de pistacho	Aceite de colza
Densidad relativa (x °C/agua a 20 °C)	0,891-0,899 x=50 °C	0,896-0,910 x=50 °C	0,899-0,914 x=40 °C	0,906-0,909 x=40 °C	0,902-0,908 x=40 °C	0,899-0,920 x=40 °C	0,881-0,891 x=60 °C	0,900-0,925 x=40 °C	0,915-0,920 15,5 °C/ agua 15,5 °C	0,910-0,920 x=20 °C
Densidad aparente (g/ml)	0,889-0,895 (50 °C)	ND		0,904-0,907	0,904-0,906	0,896-0,898 a 40 °C	0,881-0,885 a 60 °C	0,886-0,900		
Índice de refracción (ND 40 °C)	1,454-1,456 a 50 °C	1,459-1,462	1,448-1,452	1,451-1,453	1,449-1,451	1,458-1,460	1,447-1,452 a 60 °C	1,459-1,460	1,467-1,470 a 25 °C; 1,460-1,466 a 40 °C	1,465-1,469
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	190-209	189-199	230-254	231-244	244-255	194-202	193-205	180-205	187-196	168-181
Índice de yodo	50,0-55,0	58-75	14,1-21,0	20-28	4-8,5	≥ 56	≤ 48	≥ 60	84-98	94-120
Materia insaponificable (g/kg)	≤ 12	≤ 12	≤ 10	< 15	< 15	≤ 13	≤ 9	≤ 13	≤ 30	≤ 20

**Relación de isótopo de carbono estable\***

† Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.

\* Véanse las siguientes publicaciones:

- Woodbury SP, Evershed RP y Rossell JB (1998). Purity assessments of major vegetable oils based on gamma 13C values of individual fatty acids. *JAOCS*, 75 (3), 371-379.
- Woodbury SP, Evershed RP y Rossell JB (1998). Gamma 13C analysis of vegetable oil, fatty acid components, determined by gas chromatography combustion-isotope ratio mass spectrometry, after saponification or regiospecific hydrolysis. *Journal of Chromatography A*, 805, 249-257.
- Woodbury SP, Evershed RP, Rossell JB, Griffith R y Farnell P (1995). Detection of vegetable oil adulteration using gas chromatography combustion/isotope ratio mass spectrometry. *Analytical Chemistry* 67 (15), 2685-2690.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1996). Authenticity of single seed vegetable oils. Working Party on Food Authenticity, MAFF, Reino Unido.

	Aceite de colza de bajo contenido de ácido erúxico	Aceite de salvado de arroz	Aceite de sachá Inchi	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo (ácido oleico alto)	Aceite de sésamo	Aceite de soja (ácido oleico alto)	Aceite de girasol (ácido oleico alto)	Aceite de girasol de contenido medio de ácido oleico	Aceite de nuez
Densidad relativa (x °C/lagua a 20 °C)	0,914-0,920 x=20 °C	0,910-0,929	0,920-0,930 x=20 °C	0,922-0,927 x=20 °C	0,913-0,919 x=20 °C; 0,910-0,916 x=25 °C	0,915-0,924 x=20 °C	0,919-0,925 x=20 °C	0,916-0,923 x=20 °C	0,909-0,915 x=25 °C	0,914-0,916 x=20 °C
Densidad aparente (g/ml)					0,912-0,914 at 20 °C					
Índice de refracción (ND 40°)	1,465-1,467	1,460-1,473	1,478-1,482	1,467-1,470	1,460-1,464 a 40 °C; 1,466-1,470 a 25 °C	1,465-1,469	1,466-1,470	1,462-1,468	1,461-1,471 a 25 °C	1,461-1,471 a 25 °C
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	182-193	180-199	185-196	186-198	186-194	186-195	189-195	187-194	182-194	190-191
Índice de yodo	105-126	90-115	182-205	136-148	80-100	104-120	124-139	118-141	78-90	94-122
Materia insaponificable (g/kg)	≤ 20	≤ 65	≤ 5	≤ 15	≤ 10	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Relación de isótopo de carbono estable*										

\* Véanse las siguientes publicaciones:

- Woodbury SP, Evershed RP y Rosell JB (1998). Purity assessments of major vegetable oils based on gamma 13C values of individual fatty acids. *JAOCS*, 75 (3), 371-379.
- Woodbury SP, Evershed RP y Rosell JB (1998). Gamma 13C analysis of vegetable oil, fatty acid components, determined by gas chromatography combustion-isotope ratio mass spectrometry, after saponification or regiospecific hydrolysis. *Journal of Chromatography A*, 805, 249-257.
- Woodbury SP, Evershed RP, Rosell JB, Griffith R y Famell P (1995). Detection of vegetable oil adulteration using gas chromatography combustion/isotope ratio mass spectrometry. *Analytical Chemistry* 67 (15), 2685-2690.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1996). Authenticity of single seed vegetable oils. Working Party on Food Authenticity, MAFF, Reino Unido.

**Cuadro 3: Niveles de desmetilesteroles en los aceites vegetales crudos derivados de muestras auténticas<sup>a,b</sup> como porcentaje del contenido total de esteroides (véase el apéndice de la norma)**

	Aceite de mani	Aceite de almendra	Aceite de aguacate*	Aceite de babasú	Aceite de semilla de camelia	Aceite de coco	Aceite de semilla de algodón	Aceite de linaza/se milla de lino	Aceite de pepitas de uva	Aceite de avellana	Aceite de maíz	Aceite de palma
<b>Coolesterol</b>	ND-3,8	ND-1,0	ND-0,5	1,2-1,7	ND	ND-3,0	0,7-2,3	ND	ND-0,5	ND-1,1	0,2-0,6	2,6-6,7
<b>Brassicasterol</b>	ND-0,2	ND-0,3	ND-0,5	ND-0,3	ND	ND-0,3	0,1-0,3	ND-1,0	ND-0,2	ND	ND-0,2	ND
<b>Campesterol</b>	12,0-19,8	2,0-5,0	4,0-8,3	17,7-18,7	0,5-2,1	6,0-11,2	6,4-14,5	25,0-31,0	7,5-14,0	3,0-6,2	16,0-24,1	18,7-27,5
<b>Estigmasterol</b>	5,4-13,2	0,4-4,0	0,3-2,0	8,7-9,2	0,3-4,6	11,4-15,6	2,1-6,8	7,0-9,0	7,5-12,0	ND-2,0	4,3-8,0	8,5-13,9
<b>Beta-sitosterol</b>	47,4-69,0	73,0-86,0	79,0-93,4	48,2-53,9	16,0-60,0	32,6-50,7	76,0-87,1	45,0-53,0	64,0-70,0	76,45-96,0	54,8-66,6	50,2-62,1
<b>Delta-5-avenasterol</b>	5,0-18,8	5,0-14,0	2,0-8,0	16,9-20,4	0,4-4,3	20,0-40,7	1,8-7,3	8,0-12,0	1,0-3,5	1,0-5,1	1,5-8,2	ND-2,8
<b>Delta-7-estigmasterol</b>	ND-5,1	ND-3,0	ND-1,5	ND	37,2-69,0	ND-3,0	ND-1,4	ND	0,5-3,5	ND-4,3	0,2-4,2	0,2-2,4
<b>Delta-7-avenasterol</b>	ND-5,5	ND-3,0	ND-1,5	0,4-1,0	0,9-8,5	ND-3,0	0,8-3,3	ND	0,5-1,5	ND-1,6	0,3-2,7	ND-5,1
<b>Otros</b>	ND-1,4	ND-0,6	ND-2,0	ND	0,5-5,1	ND-3,6	ND-1,5	ND	ND-5,1	ND	ND-2,4	ND
<b>Total esteroides (mg/kg)</b>	900-2900	1590-4590	3000-7500	500-800	100-4000	400-1200	2700-6400	2300-6900	2000-7000	1200-1800	7000-22100	300-700

<sup>a</sup> Datos de las especies incluidas en la Sección 2.

<sup>b</sup> Los valores de ácidos grasos en este cuadro son aplicables a los aceites vegetales descritos en la Sección 2.1 presentados en un estado listo para el consumo humano. Sin embargo, a efectos de proporcionar claridad en el comercio de aceites crudos, los valores en el cuadro pueden ser también aplicados a las correspondientes formas crudas de los aceites vegetales descritos en la Sección 2.1.

\*El aceite de aguacate también contiene 1,0 - 2,5% clenosterol.

ND - no detectable, definido como  $\leq 0,05$  %

	Aceite de palma con contenido más alto de ácido oleico	Oleina de palmat	Aceite de almendra de palma	Oleina de almendra de palmat	Estearina de almendra de palmat	Estearina de palmat	Súperoleina de palmat	Aceite de pistacho	Aceite de colza de bajo contenido de ácido erúxico	Aceite de salvado de arroz
<b>Coolesterol</b>	1,7-4,7	2,6-7,0	0,6-3,7	1,5-1,9	1,4-1,7	2,5-5,0	2,0-3,5	ND-1,0	ND-1,3	ND-0,5
<b>Brassicasterol</b>	ND-0,4	ND	ND-0,8	ND-0,2	ND-2,2	ND	ND	ND	5,0-13,0	ND-0,3
<b>Campesterol</b>	16,6-21,9	12,5-39,0	8,4-12,7	7,9-9,1	8,2-9,7	15,0-26,0	22,0-26,0	4,0-6,5	24,7-38,6	11,0-35,0
<b>Estigmasterol</b>	11,2-15,5	7,0-18,9	12,0-16,6	13,4-14,7	14,1-15,0	9,0-15,0	18,2-20,0	0,5-7,5	0,2-1,0	6,0-40,0
<b>Beta-sitosterol</b>	57,2-67,0	45,0-71,0	62,6-73,1	67,1-69,2	67,0-70,0	50,0-60,0	55,0-70,0	75,0-94,0	45,1-57,9	25,0-67,0
<b>Delta-5-avenasterol</b>	ND-1,9	ND-3,0	1,4-9,0	3,3-4,6	3,3-4,1	ND-3,0	0-1,0	6,0-8,0	2,5-6,6	ND-9,9
<b>Delta-7-estigmastenoI</b>	ND-0,2	ND-3,0	ND-2,1	ND-0,6	ND-0,3	ND-3,0	0-0,3	ND-0,7	ND-1,3	ND-14,1
<b>Delta-7-avenasterol</b>	ND-1,0	ND-6,0	ND-1,4	ND-0,5	ND-0,3	ND-3,0	0-0,3	ND-0,5	ND-0,8	ND-4,4
<b>Otros</b>	ND-3,8	ND-10,4	ND-2,7	2,9-3,7	1,0-3,0	ND-5,0	0-2,0	ND	ND-4,2	7,5-12,8
<b>Total esteroles (mg/kg)</b>	519-1723	270-800	700-1400	816-1339	775-1086	250-500	100	1840-4500	4500-11300	10500-31000

† Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.  
 ND – no detectable, definido como ≤ 0,05 %.

	Aceite de <i>sacha inchi</i>	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo (ácido oleico alto)	Aceite de sésamo	Aceite de soja	Aceite de soja (ácido oleico alto)	Aceite de girasol	Aceite de girasol (ácido oleico alto)	Aceite de girasol de contenido medio de ácido oleico	Aceite de nuez
<b>Colesterol</b>	ND-1,0	ND-0,7	ND-0,5	0,1-0,5	0,2-1,4	0,2-0,5	ND-0,7	ND-0,5	0,1-0,2	ND
<b>Brassicasterol</b>	ND-0,1	ND-0,4	ND-2,2	0,1-0,2	ND-0,3	0,2-0,3	ND-0,2	ND-0,3	ND-0,1	ND
<b>Campesterol</b>	6,6-7,8	9,2-13,3	8,9-19,9	10,1-20,0	15,8-24,2	19,9-25,2	6,5-13,0	5,0-13,0	9,1-9,6	4,0-6,5
<b>Estigmasterol</b>	23,4-27,0	4,5-9,6	2,9-8,9	3,4-12,0	14,9-19,1	17,3-23,0	6,0-13,0	4,5-13,0	9,0-9,3	ND
<b>Beta-sitosterol</b>	51,6-56,9	40,2-50,6	40,1-66,9	57,7-61,9	47,0-60	42,3-51,9	50-70	42,0-70	56-58	70,0-92,0
<b>Delta-5-avenasterol</b>	4,3-8,7	0,8-4,8	0,2-8,9	6,2-7,8	1,5-3,7	1,9-3,0	ND-6,9	1,5-6,9	4,8-5,3	0,5-6,0
<b>Delta-7-estigmasterol</b>	ND-0,3	13,7-24,6	3,4-16,4	0,5-7,6	1,4-5,2	0,6-2,5	6,5-24,0	6,5-24,0	7,7-7,9	ND-3,0
<b>Delta-7-avenasterol</b>	ND-0,7	2,2-6,3	ND-8,3	1,2-5,6	1,0-4,6	0,5-1,5	3,0-7,5	ND-9,0	4,3-4,4	ND-2,0
<b>Otros</b>	ND	0,5-6,4	4,4-11,9	0,7-9,2	ND-1,8	4,5-7,1	ND-5,3	3,5-9,5	5,4-5,8	ND
<b>Total esteroides (mg/kg)</b>	2080-2480	2100-4600	2000-4100	4500-19000	1800-4500	2300-3850	2400-5000	1700-5200		500-1760

ND -- no detectable, definido como  $\leq 0,05$  %

Cuadro 4: Niveles de tocoferoles y tocotrienoles en los aceites vegetales crudos de muestras auténticas<sup>a,b</sup> (mg/kg) (véase el apéndice)

	Aceite de mani	Aceite de almendra	Aceite de aguacate	Aceite de babasú	Aceite de semilla de camelia	Aceite de coco	Aceite de semilla de algodón	Aceite de linaza/semilla de lino	Aceite de pepitas de uva	Aceite de avellana	Aceite de maíz*	Aceite de palma
<b>Alfa-tocoferol</b>	49-373	20-545	45-270	ND	30-950	ND-17	136-674	2-265	16-38	100-420	23-573	4-193
<b>Beta-tocoferol</b>	ND-41	ND-10	ND-36	ND	ND-11	ND-11	ND-29	ND	ND-89	6-12	ND-356	ND-234
<b>Gamma-tocoferol</b>	88-389	ND-104	ND-62	ND	2-56	ND-14	138-746	100-712	ND-73	18-194	268-2468	ND-526
<b>Delta-tocoferol</b>	ND-22	ND-5	ND-70	ND	ND-28	ND	ND-21	ND-14	ND-4	ND-10	23-75	ND-123
<b>Alfa-tocotrienol</b>	ND	ND	ND-20	25-46	13-35	ND-44	ND	ND	18-107	ND	ND-239	4-336
<b>Gamma-tocotrienol</b>	ND	ND	ND-20	32-80	5-39	ND-1	ND	ND	115-205	ND	ND-450	14-710
<b>Delta-tocotrienol</b>	ND	ND	ND-20	9-10	ND	ND	ND	ND	ND-3.2	ND	ND-20	ND-377
<b>Total (mg/kg)</b>	170-1300	20-600	45-478	60-130	100-1000	ND-50	380-1200	150-905	240-410	200-600	330-3720	150-1500

<sup>a</sup> Datos de las especies incluidas en la Sección 2.

<sup>b</sup> Los valores de ácidos grasos en este cuadro son aplicables a los aceites vegetales descritos en la Sección 2.1 presentados en un estado listo para el consumo humano. Sin embargo, a efectos de proporcionar claridad en el comercio de aceites crudos, los valores en el cuadro pueden ser también aplicados a las correspondientes formas crudas de los aceites vegetales descritos en la Sección 2.1.

\* El aceite de maíz contiene también ND-52 mg/kg beta tocotrienol.  
ND - no detectable.

	Aceite de palma con contenido más alto de ácido oleico	Oleína de palmit	Aceite de almendra de palma	Oleína de almendra de palmit	Estearina de almendra de palmit	Estearina de palmit	Súper-oleína de palmit	Aceite de pistacho	Aceite de colza de bajo contenido de ácido erúxico	Aceite de salvado de arroz
<b>Alfa-tocoferol</b>	49-188	30-280	ND-44	ND-11	ND-10	ND-100	130-240	10-330	100-386	49-583
<b>Beta-tocoferol</b>	ND	ND-250	ND-248	ND-6	ND-2	ND-50	ND-40	ND	ND-140	ND-47
<b>Gamma-tocoferol</b>	4-138	ND-100	ND-257	ND-3	ND-1	ND-50	ND-40	0-100	189-753	ND-212
<b>Delta-tocoferol</b>	ND-31	ND-100	ND	ND-4	ND	ND-50	ND-30	ND-50	ND-22	ND-31
<b>Alfa-tocotrienol</b>	74-256	50-600	ND	ND-70	ND-73	20-150	170-300	ND	ND	ND-627
<b>Gamma-tocotrienol</b>	406-887	20-700	ND-60	1-10	ND-8	10-500	230-420	ND	ND	142-790
<b>Delta-tocotrienol</b>	33-86	40-120	ND	ND-2	ND-1	5-150	60-120	ND	ND	ND-59
<b>Total (mg/kg)</b>	562-1417	300-1800	ND-260	ND-90	ND-89	100-700	400-1400	100-600	430-2680	191-2349

† Productos obtenidos por el fraccionamiento del aceite de palma.  
ND - no detectable.

	Aceite de <i>sacha inchi</i>	Aceite de cártamo	Aceite de cártamo de alto contenido de ácido oleico	Aceite de sésamo	Aceite de soja	Aceite de soja (ácido oleico alto)	Aceite de girasol	Aceite de girasol (ácido oleico alto)	Aceite de girasol de contenido medio de ácido oleico	Aceite de nuez
<b>Alfa-tocoferol</b>	3,0-7,0	234-660	234-660	ND-3,3	9-352	17-138	403-935	400-1090	488-668	ND-170
<b>Beta-tocoferol</b>	ND-3,0	ND-17	ND-13	ND	ND-36	9-106	ND-45	10-35	19-52	ND-110
<b>Gamma-tocoferol</b>	1040-1370	ND-12	ND-44	521-983	89-2307	89-1756	ND-34	3-30	2,3-19,0	120-400
<b>Delta-tocoferol</b>	640-860	ND	ND-6	4-21	154-932	44-570	ND-7,0	ND-17	ND-1,6	ND-60
<b>Alfa-tocotrienol</b>	ND	ND	ND	ND	ND-69	ND-39	ND	ND	ND	ND
<b>Gamma-tocotrienol</b>	ND	ND-12	ND-10	ND-20	ND-103	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Delta-tocotrienol</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Total (mg/kg)</b>	1683-2240	240-670	250-700	330-1010	600-3370	900-2000	440-1520	450-1120	509-741	309-455

ND - no detectable.

## NOTAS

---

<sup>1</sup> FAO y OMS. 1995. *Norma general para los aditivos alimentarios*. Norma del Codex Alimentarius, n.º CXS 192-1995. Comisión del Codex Alimentarius. Roma.

<sup>2</sup> FAO y OMS. 2008. *Directrices para el uso de aromatizantes*. Directrices del Codex Alimentarius, n.º CXG 66-2008. Comisión del Codex Alimentarius. Roma.

<sup>3</sup> FAO y OMS. 1995. *Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos*. Norma del Codex Alimentarius, n.º CXS 193-1995. Comisión del Codex Alimentarius. Roma.

<sup>4</sup> FAO y OMS. 1969. *Principios generales de higiene de los alimentos*. Código de prácticas del Codex Alimentarius, n.º CXC 1-1969. Comisión del Codex Alimentarius. Roma. <https://doi.org/10.4060/cc6125es>

<sup>5</sup> FAO y OMS. 1997. *Principios y directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos*. Directrices del Codex Alimentarius, n.º CXG 21-1997. Comisión del Codex Alimentarius. Roma.

<sup>6</sup> FAO y OMS. 1985. *Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados*. Norma del Codex Alimentarius, n.º CXS 1-1985. Comisión del Codex Alimentarius. Roma.

<sup>7</sup> FAO y OMS. 2021. *Norma general para el etiquetado de envases de alimentos no destinados a la venta al por menor*. Norma del Codex Alimentarius, n.º CXS 346-2021. Comisión del Codex Alimentarius. Roma.

<sup>8</sup> FAO y OMS. 1999. *Métodos de análisis y de muestreo recomendados*. Norma del Codex Alimentarius, n.º CXS 234-1999. Comisión del Codex Alimentarius. Roma.

## Anexo 19 Análisis físicoquímicas del tratamiento t1



### INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 - AND - INF - 0675

Página 1 de 1

Nombre del cliente*:	Kamily Galarza/Lisbeth Maldonado		
Dirección del cliente*:	Latacunga		

Nombre del producto*:	Aceite de semilla de zapallo	Marca/s*:	---
	F3EM12		
Descripción de la muestra:	Líquido viscoso color amarillo	Fecha de elaboración*:	2025-12-12
		Fecha de vencimiento*:	---
Contenido*:	300 mL	Envase*:	Vidrio ámbar
Lote*:	F1EA12		

Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-12	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%

\*Datos proporcionados por el cliente

Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

#### RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4690
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	70,90



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



Anexo 20 Análisis físicoquímicas de la repetición t<sub>1</sub>



INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 – AND – INF – 0676

Página 1 de 1

Nombre del cliente*:	Kamilly Galarza/Lisbeth Maldonado		
Dirección del cliente*:	Latuncunga		
Nombre del producto*:	Aceite de semilla de zapallo	Marca/s*:	---
Descripción de la muestra:	R F3EM12	Fecha de elaboración*:	2025-12-12
	Líquido viscoso color amarillo	Fecha de vencimiento*:	---
Contenido*:	300 mL	Envase*:	Vidrio ámbar
Lote*:	F1EA12		
Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-12	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%

*\*Datos proporcionados por el cliente*

Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4670
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	70,86



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



## Anexo 21 Análisis físicoquímicas del tratamiento t<sub>2</sub>



### INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 - AND - INF - 0671

Página 1 de 1

Nombre del cliente*:	Kamily Galarza/Lisbeth Maldonado		
Dirección del cliente*:	Latacunga		
Nombre del producto*:	Aceite de semilla de zapallo F1EA12	Marca/s*:	---
Descripción de la muestra:	Líquido viscoso color amarillo	Fecha de elaboración*:	2025-12-12
Contenido*:	300 mL	Fecha de vencimiento*:	---
Lote*:	F1EA12	Envase*:	Vidrio ámbar
Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-12	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%

\*Datos proporcionados por el cliente

Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

#### RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4710
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	68,80



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio.  
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.  
ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente.  
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.


La Razón Social de laboratorio es  
Lidia Aida Taipe Galarza con  
Nombre Comercial AndesLab.

Av. Simón Bolívar N2-34 y Rafael Pérez Pareja  
(02) 2 314 119/ 0999 2789065  
informes@andeslaboratorios.com  
[www.andeslaboratorios.com](http://www.andeslaboratorios.com)

FG-01-05  
Versión 03: 2024-10-26



## Anexo 22 Análisis fisicoquímicas de la repetición t2



**ANDESLAB**  
Análisis de alimentos, aguas y suelos

### INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 – AND – INF – 0672  
Página 1 de 1

<b>Nombre del cliente*:</b>	Kamilly Galarza/Lisbeth Maldonado		
<b>Dirección del cliente*:</b>	Latuncunga		

<b>Nombre del producto*:</b>	Aceite de semilla de zapallo R F1EA12	<b>Marca/s*:</b>	---
<b>Descripción de la muestra:</b>	Líquido viscoso color amarillo	<b>Fecha de elaboración*:</b>	2025-12-12
<b>Contenido*:</b>	300 mL	<b>Fecha de vencimiento*:</b>	---
<b>Lote*:</b>	F1EA12	<b>Envase*:</b>	Vidrio ámbar


<b>Muestreado por:</b>	El cliente	<b>Método de muestreo:</b>	---
<b>Fecha de toma de muestra*:</b>	2025-12-12	<b>Temperatura ambiental del muestreo:</b>	---°C
<b>Ubicación del muestreo*:</b>	---	<b>Humedad relativa del muestreo:</b>	---%

*\*Datos proporcionados por el cliente*

<b>Fecha de recepción:</b>	2025-12-15	<b>Fecha de emisión del informe:</b>	2025-12-29
<b>Fecha de inicio de ensayo:</b>	2025-12-15	<b>Temperatura ambiental:</b>	21,9 °C
<b>Fecha de fin. de ensayo:</b>	2025-12-29	<b>Humedad relativa ambiental:</b>	44 %

**RESULTADOS ANALÍTICOS**

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4720
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	70,55



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio.  
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.  
ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente.  
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

La Razón Social de laboratorio es  
Lidia Aída Taipe Galarza con  
Nombre Comercial AndesLab.

Av. Simón Bolívar N2-34 y Rafael Pérez Pareja  
(02) 2 314 119/ 0999 2789065  
informes@andeslaboratorios.com  
[www.andeslaboratorios.com](http://www.andeslaboratorios.com)

FG-01-05  
Versión 03: 2024-10-26



Anexo 24 Análisis fisicoquímicas de la repetición t3



**INFORME DE RESULTADOS**  
N° 2025 – AND – INF – 0680

Página 1 de 1

Nombre del cliente*: Kamily Galarza/Lisbeth Maldonado		Dirección del cliente*: Latacunga	
Nombre del producto*: Aceite de semilla de zapallo	Marca/s*: ---	Fecha de elaboración*: 2025-12-12	Fecha de vencimiento*: ---
Descripción de la muestra: Líquido viscoso color amarillo		Envase*: Vidrio ámbar	
Contenido*: 300 mL	Lote*: F1EA12		
Muestreado por: El cliente	Método de muestreo: ---	Temperatura ambiental del muestreo: ---°C	Humedad relativa del muestreo: ---%
Fecha de toma de muestra*: 2025-12-12	Ubicación del muestreo*: ---		

\*Datos proporcionados por el cliente

Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

**RESULTADOS ANALÍTICOS**

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4720
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	73,30



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



Anexo 25 Análisis fisicoquímicas del tratamiento t4



INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 – AND – INF – 0677

Página 1 de 1

Nombre del cliente*:	Kamilly Galarza/Lisbeth Maldonado		
Dirección del cliente*:	Latuncunga		
Nombre del producto*:	Aceite de semilla de zapallo F3PM12	Marca/s*:	---
Descripción de la muestra:	Líquido viscoso color amarillo	Fecha de elaboración*:	2025-12-12
Contenido*:	300 mL	Fecha de vencimiento*:	---
Lote*:	F1EA12	Envase*:	Vidrio ámbar
Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-12	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%

*\*Datos proporcionados por el cliente*

Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4680
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	71,00



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



## Anexo 26 Análisis físicoquímicas de la repetición t4



### INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 – AND – INF – 0678

Página 1 de 1

Nombre del cliente*: Dirección del cliente*:	Kamilly Galarza/Lisbeth Maldonado Latuncunga		
Nombre del producto*: Descripción de la muestra: Contenido*: Lote*:	Aceite de semilla de zapallo R F3PM12 Líquido viscoso color amarillo 300 mL F1EA12	Marca/s*: Fecha de elaboración*: Fecha de vencimiento*: Envase*:	--- 2025-12-12 --- Vidrio ámbar
Muestreado por: Fecha de toma de muestra*: Ubicación del muestreo*:	El cliente 2025-12-12 ---	Método de muestreo: Temperatura ambiental del muestreo: Humedad relativa del muestreo:	--- ---°C ---%
<i>*Datos proporcionados por el cliente</i>			
Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

#### RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4650
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	70,75



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

La Razón Social de laboratorio es  
Lidia Aida Taipe Galarza con  
Nombre Comercial AndesLab.

Av. Simón Bolívar N2-34 y Rafael Pérez Pareja  
(02) 2 314 119/0999 2789065  
informes@andeslaboratorios.com  
[www.andeslaboratorios.com](http://www.andeslaboratorios.com)

FG-01-05  
Versión 03: 2024-10-26



## Anexo 27 Análisis físicoquímicas del tratamiento ts



### INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 – AND – INF – 0673

Página 1 de 1

Nombre del cliente*:	Kamily Galarza/Lisbeth Maldonado		
Dirección del cliente*:	Latacunga		
Nombre del producto*:	Aceite de semilla de zapallo F1PA12	Marca/s*:	---
Descripción de la muestra:	Líquido viscoso color amarillo	Fecha de elaboración*:	2025-12-12
Contenido*:	300 mL	Fecha de vencimiento*:	---
Lote*:	F1EA12	Envase*:	Vidrio ámbar
Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-12	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%
<i>*Datos proporcionados por el cliente</i>			
Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

#### RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4710
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	69,90



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

La Razón Social de laboratorio es  
Lidia Aida Talpe Galarza con  
Nombre Comercial AndesLab.

Av. Simón Bolívar N2-34 y Rafael Pérez Pareja  
(02) 2 314 119/ 0999 2789065  
informes@andeslaboratorios.com  
[www.andeslaboratorios.com](http://www.andeslaboratorios.com)

FG-01-05  
Versión 03: 2024-10-26



Anexo 28 Análisis fisicoquímicas de la repetición t5



INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 – AND – INF – 0674

Página 1 de 1

Nombre del cliente*:	Kamily Galarza/Lisbeth Maldonado		
Dirección del cliente*:	Latuncunga		
Nombre del producto*:	Aceite de semilla de zapallo R F1PA12	Marca/s*:	---
Descripción de la muestra:	Líquido viscoso color amarillo	Fecha de elaboración*:	2025-12-12
Contenido*:	300 mL	Fecha de vencimiento*:	---
Lote*:	F1EA12	Envase*:	Vidrio ámbar
Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-12	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%
<i>*Datos proporcionados por el cliente</i>			
Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4720
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	70,00



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio.  
 Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.  
 ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente.  
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



## Anexo 29 Análisis fisicoquímicas del tratamiento t<sub>6</sub>



### INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 - AND - INF - 0681

Página 1 de 1

Nombre del cliente*:	Kamily Galarza/Lisbeth Maldonado		
Dirección del cliente*:	Latuncunga		
Nombre del producto*:	Aceite de semilla de zapallo FZPD12	Marca/s*:	---
Descripción de la muestra:	Líquido viscoso color amarillo	Fecha de elaboración*:	2025-12-12
Contenido*:	300 mL	Fecha de vencimiento*:	---
Lote*:	F1EA12	Envase*:	Vidrio ámbar
Muestreo por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-12	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%

\*Datos proporcionados por el cliente

Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

#### RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4720
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	68,80



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

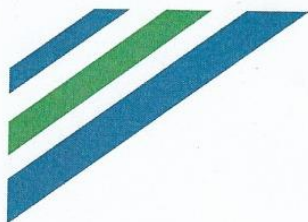
La Razón Social de laboratorio es Lidia Aida Taipe Galarza con Nombre Comercial AndesLab.

Av. Simón Bolívar N2-34 y Rafael Pérez Pareja  
(02) 2 314 119/ 0999 2789065  
informes@andeslaboratorios.com  
[www.andeslaboratorios.com](http://www.andeslaboratorios.com)

FG-01-05  
Versión 03: 2024-10-26



Anexo 30 Análisis físicoquímicas de la repetición del t6



INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 - AND - INF - 0682

Página 1 de 1

Nombre del cliente*:	Kamily Galarza/Lisbeth Maldonado		
Dirección del cliente*:	Latuncunga		
Nombre del producto*:	Aceite de semilla de zapallo R FZPD12	Marca/s*:	---
Descripción de la muestra:	Líquido viscoso color amarillo	Fecha de elaboración*:	2025-12-12
Contenido*:	300 mL	Fecha de vencimiento*:	---
Lote*:	F1EA12	Envase*:	Vidrio ámbar
Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-12	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%

*\*Datos proporcionados por el cliente*

Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Índice de refracción (a 25°C)	INEN 166	---	1,4720
Viscosidad (a 25°C)	ISO 2555 modificado	cP	68,67



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.





## Anexo 31 Análisis cromatografía de gases del mejor tratamiento



### INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 - AND - INF - 0672

Página 2 de 3

Nombre del cliente*: Dirección del cliente*:	Kamily Galarza/Lisbeth Maldonado Latuncunga		
Nombre del producto*: Descripción de la muestra: Contenido*: Lote*:	Aceite de semilla de zapallo F8ED12 Líquido viscoso color amarillo 300 mL F8ED12	Marca/s*: Fecha de elaboración*: Fecha de vencimiento*: Envase*:	--- 2025-12-12 --- Vidrio ámbar
Muestreado por: Fecha de toma de muestra*: Ubicación del muestreo*:	El cliente 2025-12-12 ---	Método de muestreo: Temperatura ambiental del muestreo: Humedad relativa del muestreo:	--- ---°C ---%
<i>*Datos proporcionados por el cliente</i>			
Fecha de recepción:	2025-12-15	Fecha de emisión del informe:	2025-12-29
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-15	Temperatura ambiental:	21,9 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-29	Humedad relativa ambiental:	44 %

### RESULTADOS ANALÍTICOS

Grupo	Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Ácidos grasos saturados	Ácido Caprílico	AOAC 996.06	%	0,00
	Ácido Cáprico		%	0,00
	Ácido Láurico		%	0,00
	Ácido Tridecanoico		%	0,00
	Ácido Mirístico		%	0,07
	Ácido Pentadecanoico		%	0,13
	Ácido Palmítico		%	12,39
	Ácido Heptadecanoico		%	0,00
	Ácido Esteárico		%	10,40
	Ácido Araquídico		%	0,59
Ácidos grasos monoinsaturados	Ácido Behémico	AOAC 996.06	%	0,00
	Ácido Miristoleico		%	0,00
	Ácido Palmitoleico		%	0,07
	Ácido Elaídico		%	0,00
	Ácido Oleico (Cis-9)		%	18,38
Ácidos grasos poliinsaturados	Ácido Eicosenoico	AOAC 996.06	%	0,00
	Ácido Erúcido		%	0,00
	Ácido Linoleico		%	57,70
	Ácido Linolénico		%	0,26
Total de ácidos grasos saturados			%	23,59
Total de ácidos grasos monoinsaturados			%	18,45
Total de ácidos grasos polinsaturados			%	57,96

Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio.  
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.  
ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente.  
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

La Razón Social de laboratorio es  
Lidia Aida Taípe Galarza con  
Nombre Comercial AndesLab.

Av. Simón Bolívar N2-34 y Rafael Pérez Pareja  
(02) 2 314 119/ 0999 2789065  
informes@andeslaboratorios.com  
[www.andeslaboratorios.com](http://www.andeslaboratorios.com)

FG-01-05  
Versión 03: 2024-10-26

