



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE PETROQUÍMICA**

**“Caracterización físico-química del aceite de semillas de granada, níspero, papaya, guaba y uvilla: un potencial residuo agroindustrial como plataforma base para procesos industriales y biorrefinería”**

**Autora:**

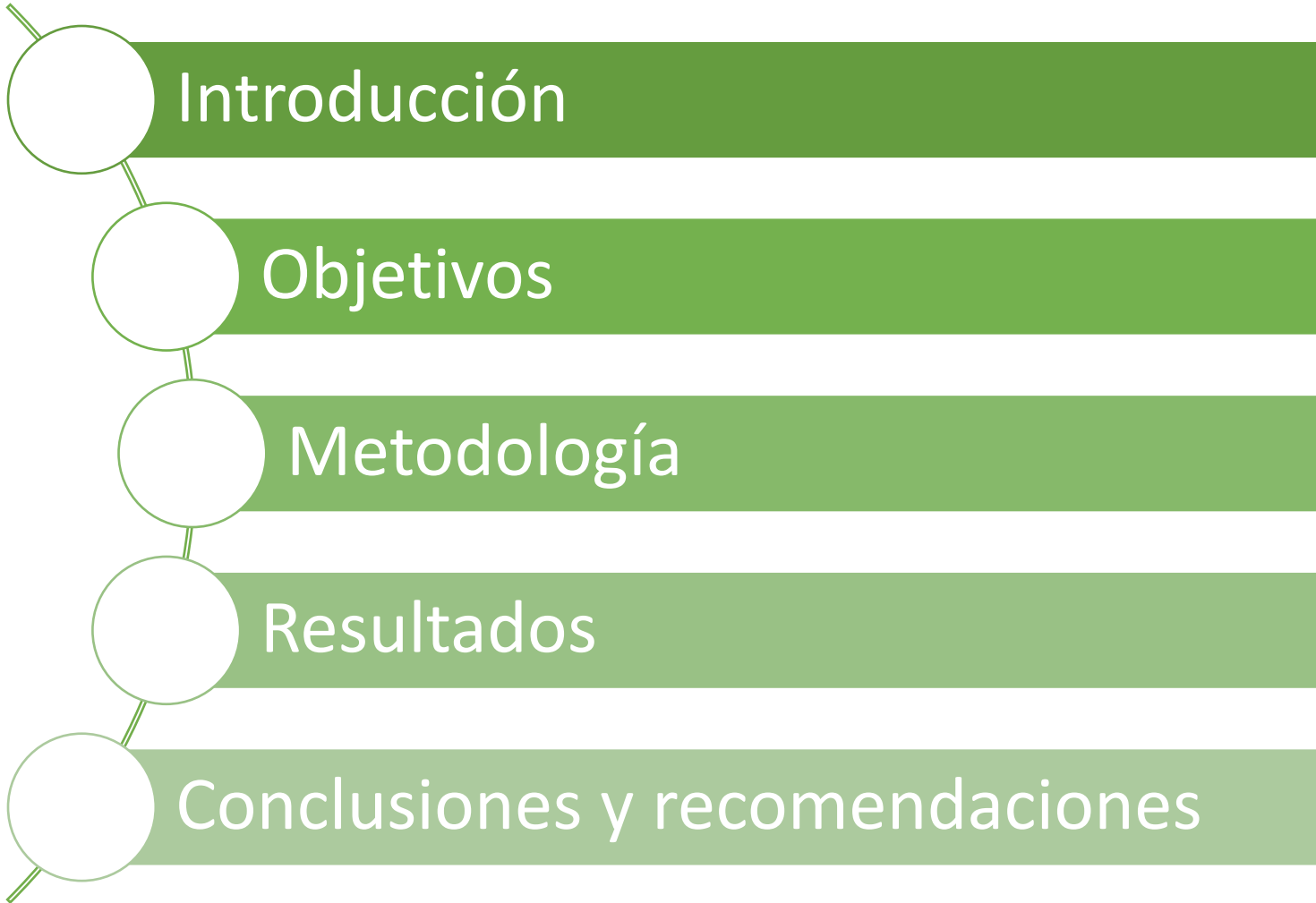
**Guevara Yopez, Keylee Arianna**

**Director:**

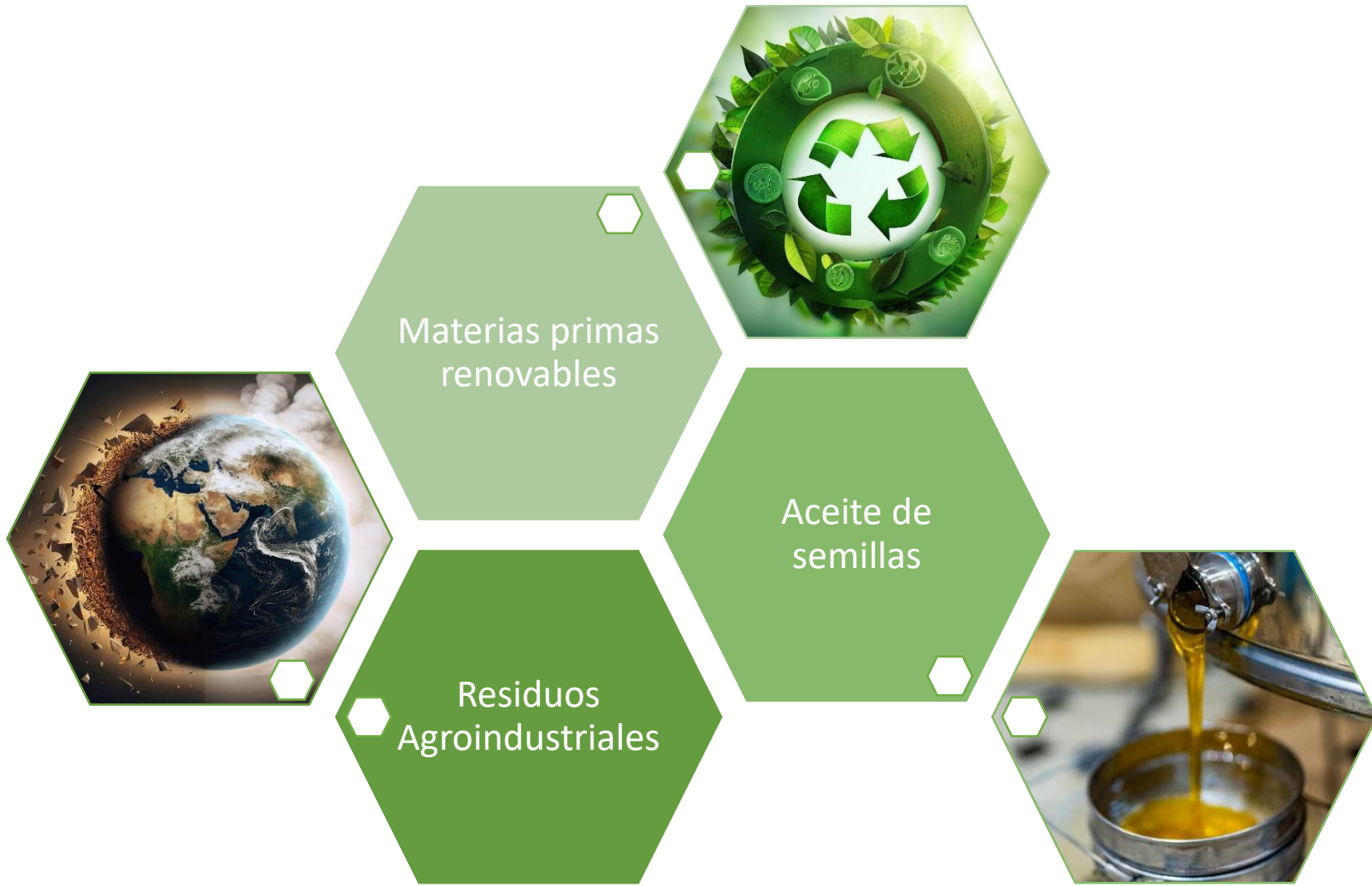
**Ing. Sayavedra Delgado, Jonathan Javier. Msc**

**Latacunga, 2023**





# Introducción





Producción agrícola en Ecuador contribuye al 7,81% (PIB).



La agroindustria produce 2200 M kg de desechos al año.



Mercado mundial de aceites de semilla se estima en \$16,8 MM, con crecimiento del 23,2%.

# Objetivos

# ACEITES



Extraer por prensado en frío



Caracterizar las propiedades fisicoquímicas

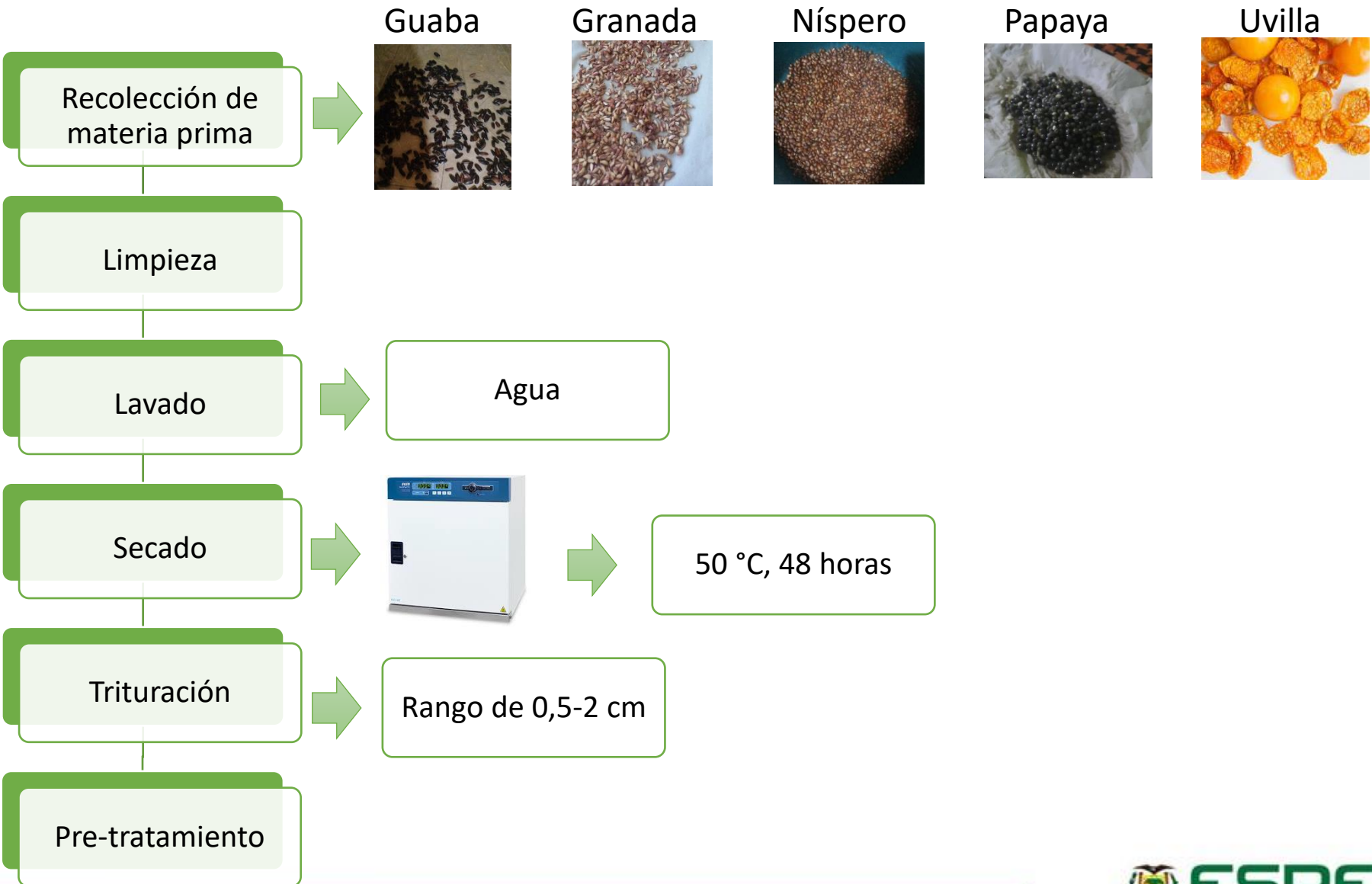


Obtener perfil lipídico

# Metodología



# Acondicionamiento de muestras





Extracción por prensado en frío



Aceite

Torta

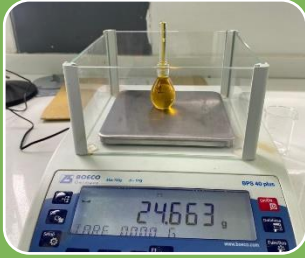


Almacenamiento

Extracción por Soxhlet

Análisis de resultado





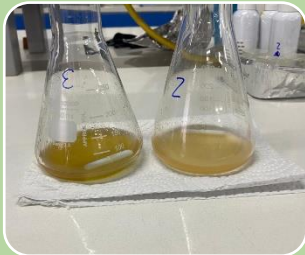
## Densidad relativa

- NTE INEN 0035:2012
- Método del picnómetro



## Índice de yodo

- ISO 3961: 2018
- Método de referencia



## Índice de acidez

- ISO 660:2020
- Método de etanol caliente



## Humedad

- ISO 660:2020
- Método por calentamiento



## Índice de saponificación

- ISO 3657:2020
- Cromatografía de gases



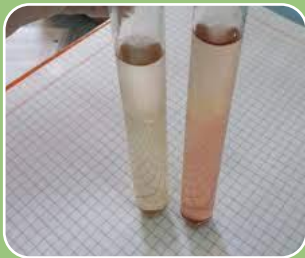
## Material insaponificable

- ISO 18609:2000
- Sustancias no saponificables.



## Índice de refracción

- ISO 6320:2017
- Refractómetro



## Rancidez

- NTE INEN 45
- Método de reacción de Kreis



## Índice de peróxidos

- NTE INEN-ISO 277 3960
- Método yodométrico



Cromatografía  
de gases (GC)



Espectroscopia  
infrarroja con  
transformada  
de Fourier  
(FTIR)

$4000-500\text{ cm}^{-1}$

# Resultados

**Tabla 1**

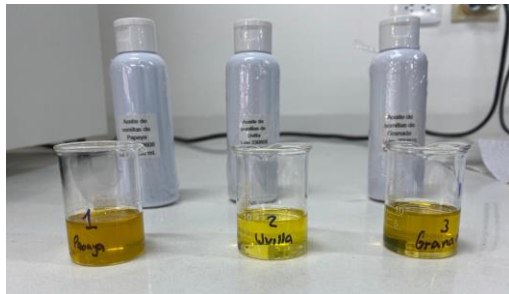
*Cantidad de semilla obtenida por fruta*

Fruta	Cantidad de materia prima	Cantidad de semilla por fruta (g)	Cantidad total de semillas (kg)
Granada	60 unidades	16.00 ± 3.10	0.70
Níspero	10 kg	15.00 ± 3.00	3.00
Papaya	5 kg	15.00 ± 2.00	1.10
Uvilla	8 costales	2.00 ± 0.50	2.00
Guabas	8 kg	5.00 ± 0.80	1.30

**Tabla 2**

*Rendimiento del aceite para método de prensado y Soxhlet*

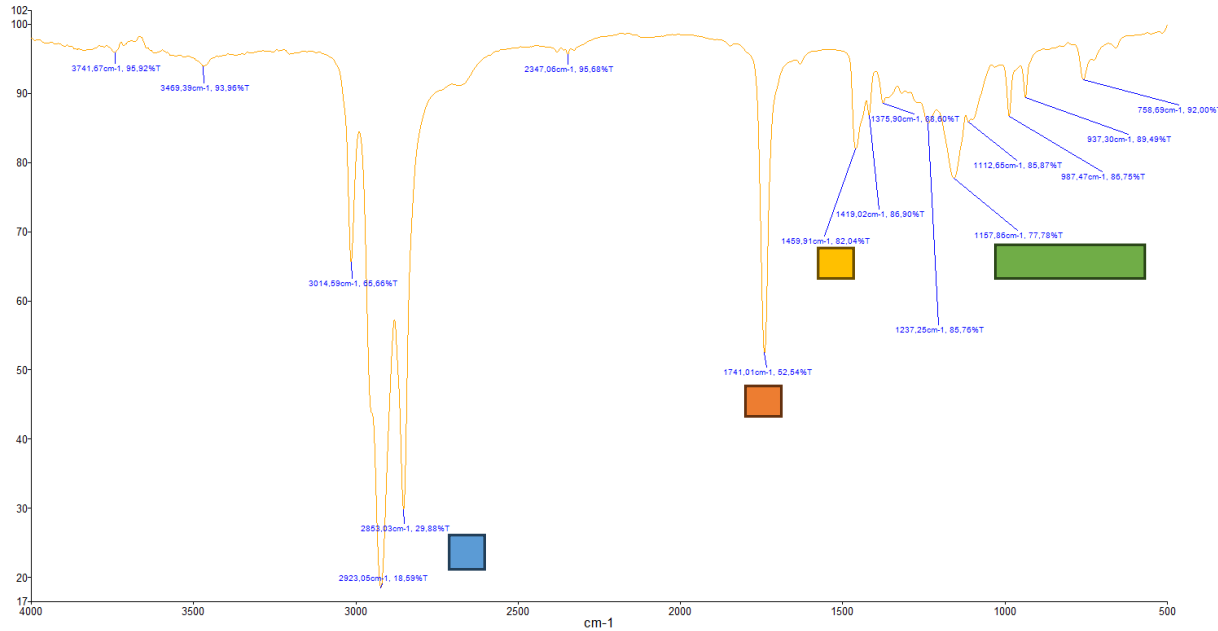
Aceite de semilla extraído	%Rendimiento	Método de extracción
Granada	6.19	Prensado en frío
Uvilla	7.95	
Papaya	8.64	
Níspero	2.73	Soxhlet
Guabas	NR	





**Figura 1**

*Espectro FTIR del aceite de semilla de papaya en el intervalo de 4000-500 cm<sup>-1</sup>*



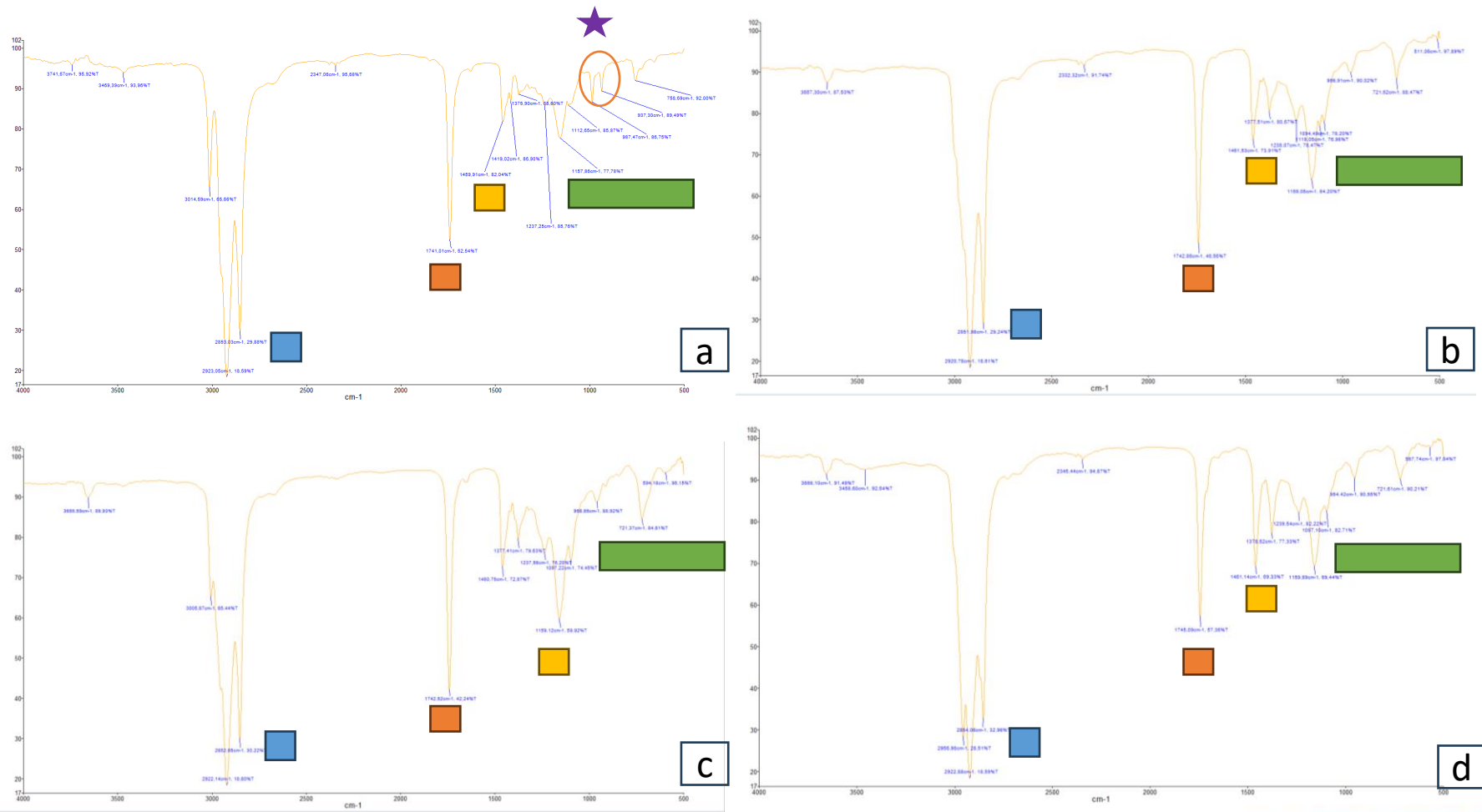
Picos	Longitud de onda (cm <sup>-1</sup> )
Estiramiento asimétrico grupo metileno (CH <sub>2</sub> )	2940-2915
Estiramiento simétrico grupo metileno (CH <sub>2</sub> )	2870-2840
Ácido carboxílico (C=O)	1750-1735
Vibraciones de flexión grupo metileno	1475-1445
Vibración de estiramiento C-O	1300-750

**Tabla 3**

*Picos característicos de los aceites de semilla extraídos*

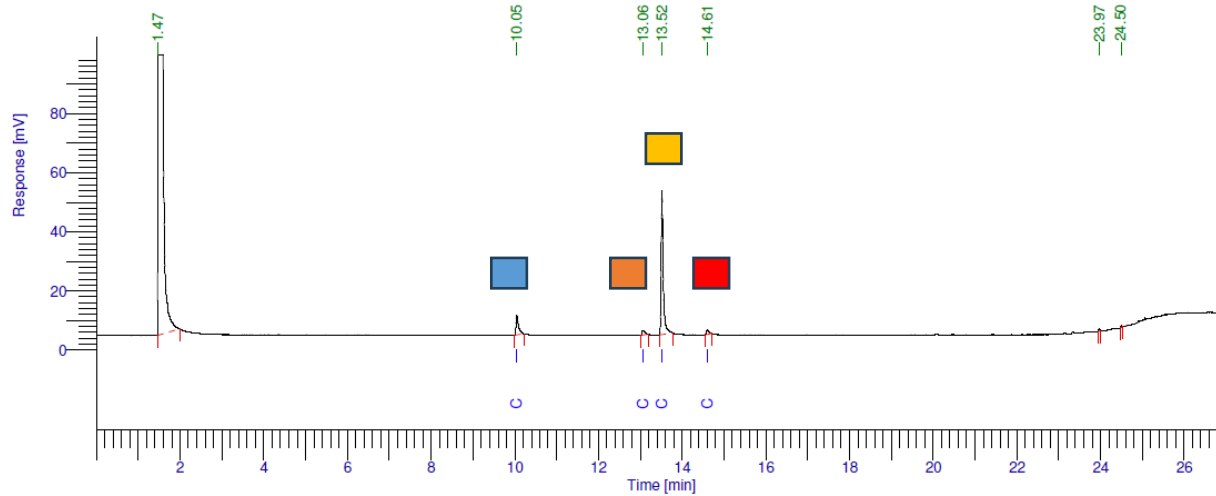
Figura 2

Espectros FTIR de aceites de semilla de: a) granada b) papaya c) uvilla d) níspero en el intervalo de 4000-500  $cm^{-1}$



**Figura 2**

*Cromatograma del aceite de semilla de papaya*



**Tabla 4**

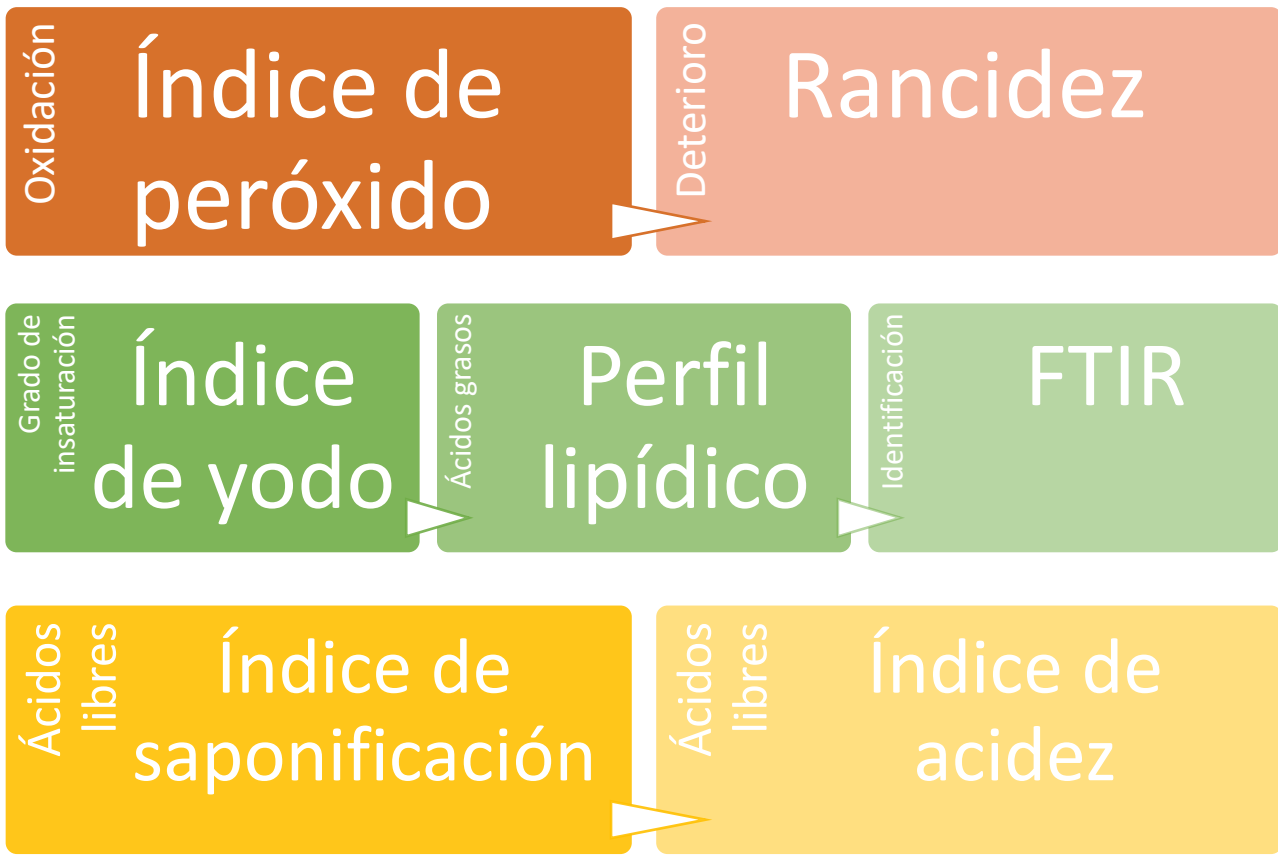
*Estructura y nombre de los ácidos grasos presentes en los cromatogramas*

Estructura	Nombre del componente
C16-0	Ácido Hexadecanoico
C18-0	Ácido Esteárico
C18-1-CIS-9	Ácido oleico
C18-2-CIS-9-12	Ácido linoleico
C18:3-CIS-9-11-13	Ácido púnico

**Tabla 5**

*Composición de ácidos grasos en los aceites de semilla de papaya, uvilla y granada*

Aceite de semilla	# Pico	Tiempo [min]	Nombre del componente	Área Normalizada %
Papaya	2	10.05	Ácido Hexadecanoico	13.19
	3	13.06	Ácido Esteárico	3.25
	4	13.52	Ácido oleico	80.52
	5	14.61	Ácido linoleico	3.04
				100.00
Uvilla	2	10.08	Ácido Hexadecanoico	3.10
	3	13.53	Ácido oleico	5.59
	4	14.57	Ácido linoleico	91.31
				100.00
Granada	2	14.62	Ácido linoleico	4.13
	3	20.80	Ácido púnico	95.87
				100.00



**Tabla 6**

*Resultados de caracterización fisicoquímica de los aceites de semilla de papaya, uvilla y granada*

	Papaya	Uvilla	Granada	Características de calidad
Densidad relativa	0.90 ± 0.00	0.91 ± 0.00	0.94 ± 0.00	0.84-0.96
Índice de yodo (g I <sub>2</sub> / 100 g)	72.94	141.90	98.05	---
Acidez (mg KOH/g)	1.58 ± 0.01	0.22 ± 0.03	0.50 ± 0.01	0-4
Humedad %	0.38 ± 0.00	0.20 ± 0.00	0.20 ± 0.00	0-0.2
Índice de saponificación (mg KOH/g)	192.35	193.01	193.09	191-198
Material insaponificable %	1.30 ± 0.01	1.05 ± 0.02	1.89 ± 0.01	Máx 0,25
Índice de refracción	1.52 ± 0.00	1.46 ± 0.00	1.47 ± 0.00	1.47-1.48
Rancidez	Negativo	Negativo	Negativo	---
Índice de peróxido (meq O <sub>2</sub> / kg)	0.11 ± 0.00	NR	1.96 ± 0.00	0-15

- La obtención de aceites vegetales de las semillas de granada, papaya y uvilla fue realizada mediante el método de prensado en frío, consiguiendo un rendimiento de 6.195%, 8.643% y 7.953% respectivamente.
- Las propiedades fisicoquímicas presentaron un índice de acidez y de peróxido dentro de los límites aceptables mencionados por el Codex Alimentarius reflejando una baja presencia de ácidos grasos libres, siendo un indicativo de que el aceite fue procesado y almacenado adecuadamente.
- El índice de yodo obtenido para las tres muestras refleja una correlación estrecha con los resultados obtenidos por el GC, se constató que el aceite de uvilla, con su índice de yodo elevado, sugiere una mayor estabilidad oxidativa, lo que podría hacerlo valioso en diversas aplicaciones.

- La cromatografía de gases ha revelado características distintivas en los aceites de semillas analizados, encontrando una concentración predominante de ácido oleico de 80.52% en la muestra M1, con una composición de ácidos grasos insaturados del 83.56%, así mismo la muestra M2 mostró una concentración mayoritaria del ácido linoleico, teniendo una composición insaturada del 96.90%. Los ácidos grasos insaturados son conocidos por sus propiedades beneficiosas para la salud, incluyendo la reducción del riesgo de enfermedades cardíacas y la mejora del perfil lipídico en la sangre.
- La relación entre GC y FTIR, ha revelado en la muestra M3, la presencia predominante del ácido púnico, con una concentración del 95.87%. Este resultado tiene una gran importancia como un potencial terapéutico y nutricional del aceite en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades crónicas, incluyendo la diabetes. Este compuesto se destaca como un candidato prometedor.



- Ante los hallazgos del presente estudio y la diversidad de técnicas disponibles en la extracción de aceites de semillas, sería oportuno considerar la exploración de diferentes métodos de extracción para mejorar el rendimiento de los aceites.
- Se recomienda dirigir la investigación hacia las semillas catalogadas como residuos agroindustriales en lugar de aquellas provenientes de frutas destinadas al consumo humano. Este enfoque permitirá un mayor aprovechamiento y valorización de subproductos desaprovechados, impulsando así la innovación sostenible en el campo de la agroindustria.

*Gracias!*