

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**“OBTENCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DEL NABO
SILVESTRE (*Brassica campestris* L.) POR EL MÉTODO DE
PRENSADO CONTINUO (EXPELLER) Y DISCONTINUO
(HIDRÁULICO)”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

Bach. César DE LA CRUZ CRISPÍN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

HUANCABELICA - PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACION DE VIRTUAL

En la ciudad universitaria de "Común Era"; de la Facultad de Ciencias Agrarias; se llevó a cabo la sustentación por vía virtual y cuyo link es: meet.google.com/vri-teua-gdl el día 12 de febrero del 2021 a horas 8:00 am., donde se reunieron los miembros del jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : M. Sc. Nilton ROJAS GUERRA
Secretario : Mtra. Carmen TAIPE LUCAS
Vocal : Mg. Gustavo Adolfo ESPINOZA CALDERON

Designado con Resolución N° 364-2019-D-FCA-UNH (25-11-2019), del proyecto de investigación titulado: "OBTENCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DEL NABO SILVESTRE (*Brassica campestris* L.) POR EL MÉTODO DE PRENSADO CONTINUO (EXPELLER) Y DISCONTINUO (HIDRÁULICO)".

Cuyo autor es el graduado:

BACHILLER : Cesar DE LA CRUZ CRISPIN

ASESOR : Mtro. Alfonso RUIZ RODRIGUEZ
CO – ASESOR : Mtro. Franklin ORE ARECHE

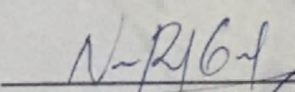
A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación virtual del: proyecto de investigación, antes citado.

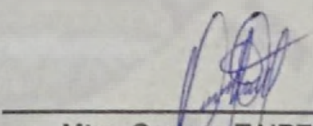
Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar la plataforma virtual; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

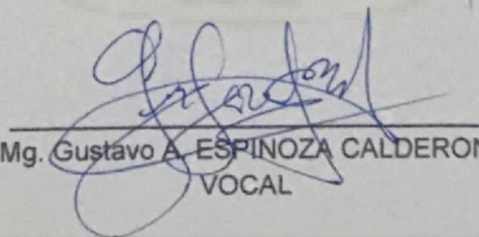
APROBADO ☒ **POR MAYORIA**

DESAPROBADO ☐

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

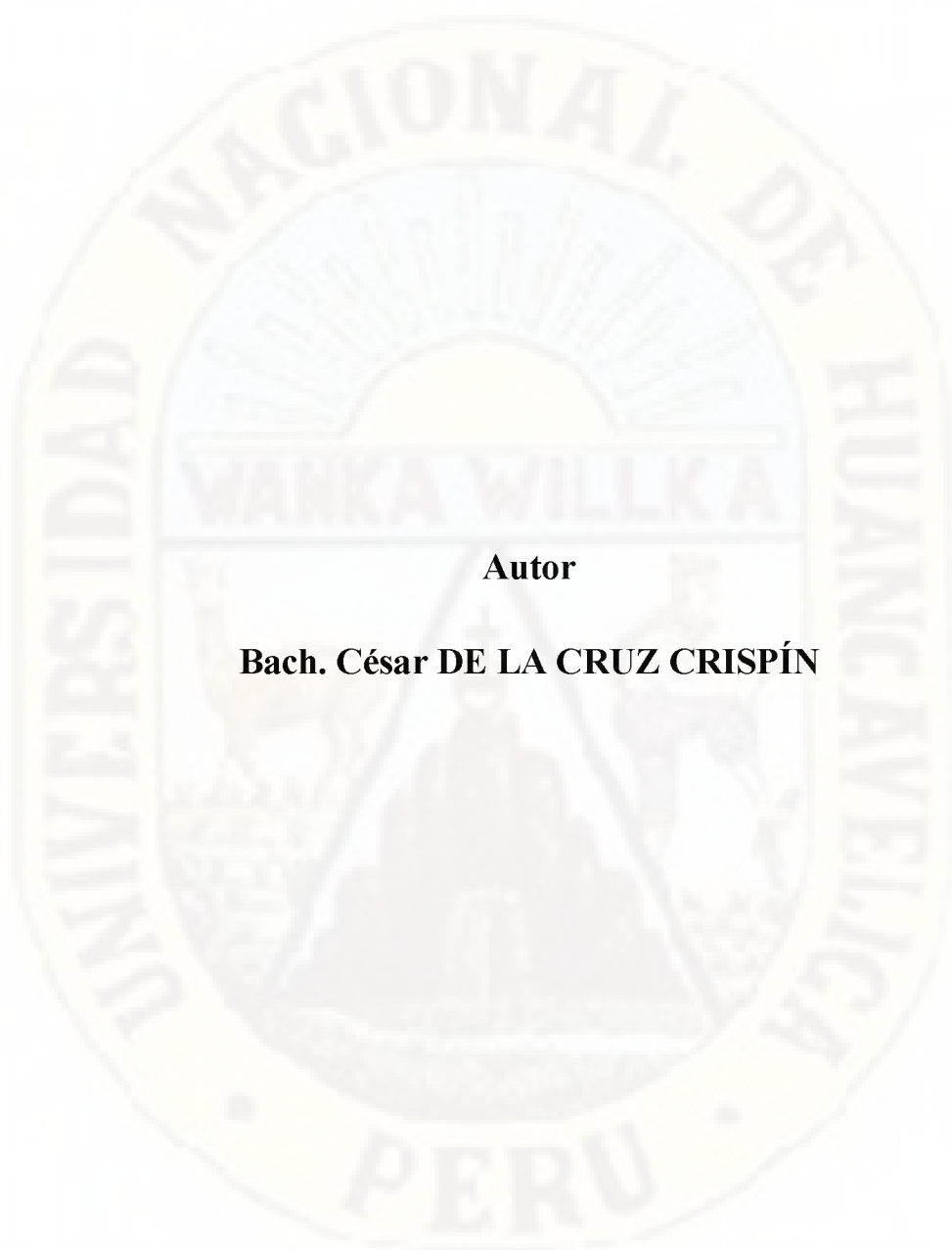

M. Sc. Nilton ROJAS GUERRA
PRESIDENTE


Mtra. Carmen TAIPE LUCAS
SECRETARIO


Mg. Gustavo A. ESPINOZA CALDERON
VOCAL

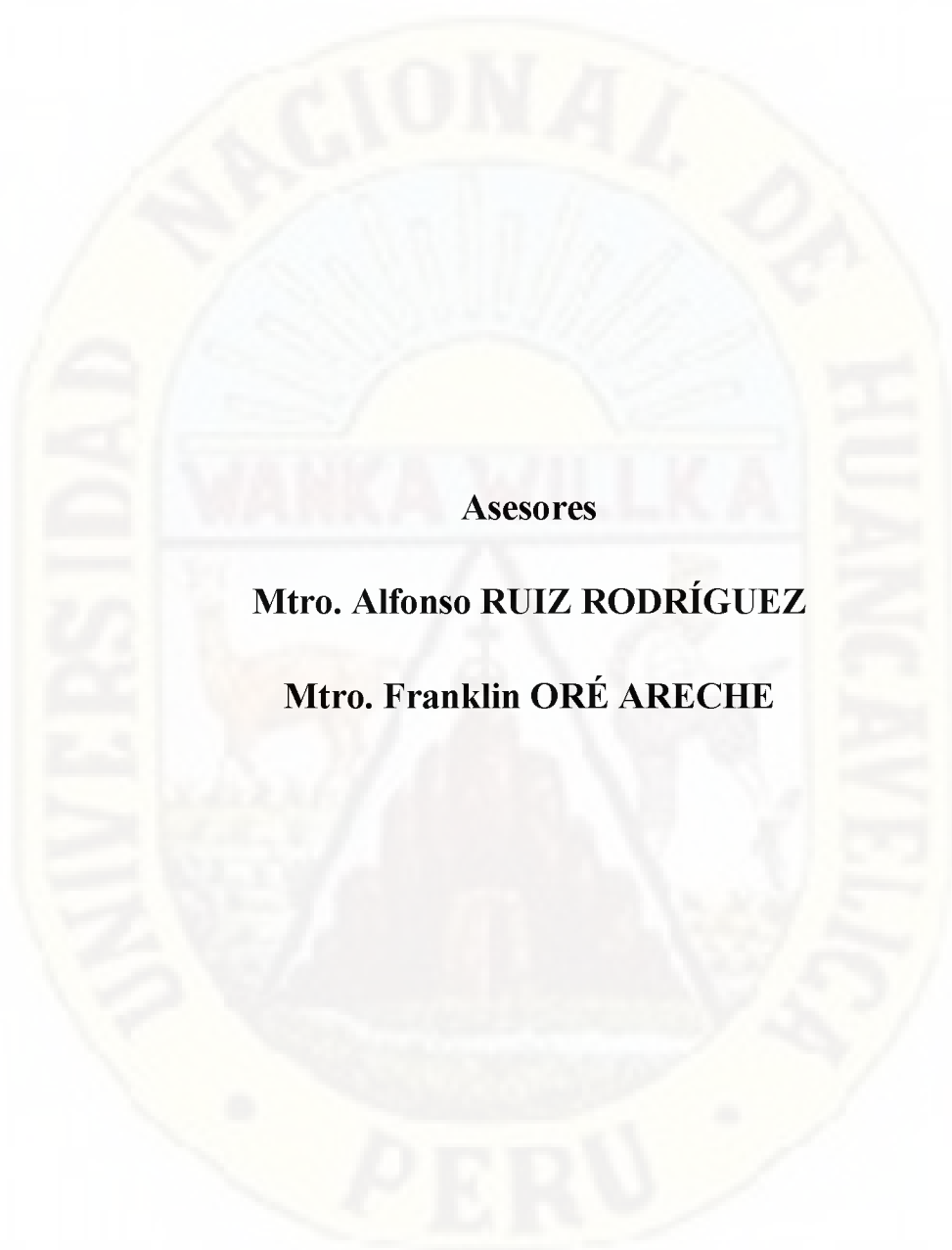
Título

“OBTENCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DEL NABO SILVESTRE (*Brassica campestris* L.) POR EL MÉTODO DE PRENSADO CONTINUO (EXPELLER) Y DISCONTINUO (HIDRÁULICO)”



Autor

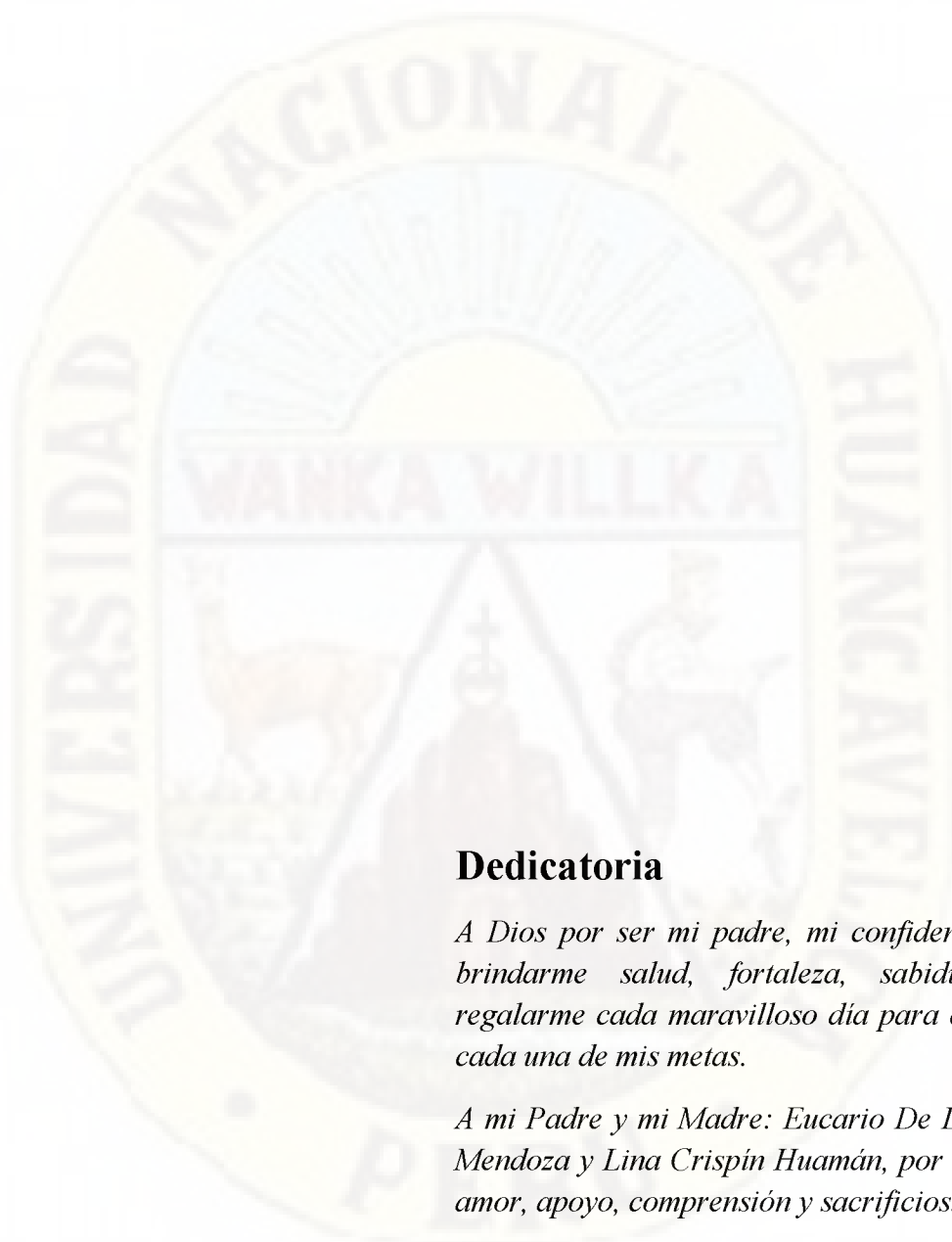
Bach. César DE LA CRUZ CRISPÍN



Asesores

Mtro. Alfonso RUIZ RODRÍGUEZ

Mtro. Franklin ORÉ ARECHE



Dedicatoria

A Dios por ser mi padre, mi confidente, por brindarme salud, fortaleza, sabiduría y regalarme cada maravilloso día para cumplir cada una de mis metas.

A mi Padre y mi Madre: Eucario De La Cruz Mendoza y Lina Crispín Huamán, por todo su amor, apoyo, comprensión y sacrificios.

A mis hermanos y hermanas: Raúl, Oscar, Roger, Nancy y Ana María, quienes a la distancia y estando a mi lado me dan aliento e inspiración para ser mejor cada día.

Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento:

- ✓ A Dios, porque siempre está conmigo en los buenos y sobre todo en los malos momentos.
- ✓ A mi padre y mi madre: Eucario De La Cruz Mendoza y Lina Crispín Huamán por el constante aliento a seguir adelante con mis propósitos, por la confianza y comprensión que me brindan.
- ✓ A mis hermanos y hermanas: Raúl, Oscar, Roger, Nancy y Ana María, con quienes compartí momentos alegres y tristezas, a ustedes mis más sinceros agradecimientos.
- ✓ A mi Novia Carmen Onofre Lulo con amor, por su apoyo incondicional.
- ✓ A los docentes de la Escuela Profesional de Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus enseñanzas y consejos que formaron en mí, que fueron pilares fuertes en mi desarrollo profesional.
- ✓ A mis asesores, por brindarme su amistad, apoyo y orientación profesional constante, en la planificación y ejecución del presente trabajo de investigación.
- ✓ A mis amigos (as) por sus apoyos incondicionales durante mi formación profesional y la ejecución del presente trabajo de investigación.

Tabla de contenido

Título	ii
Autor	iii
Asesores	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	xiii
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivo específico	2
1.4. Justificación	3
1.5. Limitaciones	3
CAPÍTULO II:	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Nabo silvestre (<i>Brassica campestris</i> L.)	9
2.2.1.1. Clasificación	9
2.2.1.2. Composición nutricional	10
2.2.1.3. Usos del nabo silvestre	10
2.3. Bases conceptuales	12
2.3.1. Extracción de aceite vegetal por prensado	12
2.3.1.1. Prensa discontinua: Prensa hidráulica	12
2.3.1.2. Prensado continuo: Expeller	14

2.3.2. Aceite vegetal	15
2.3.2.1. Aceites vegetales comestibles	15
2.4. Definición de términos	16
2.5. Hipótesis	17
2.6. Variables	17
2.6.1. Variable independiente	17
2.6.2. Variable dependiente	17
2.7. Operacionalización de variables	18
CAPÍTULO III:	19
MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ámbito temporal y espacial del estudio	19
3.1.1. Ámbito temporal	19
3.1.2. Ámbito espacial	19
3.1.2.1. Ubicación política	19
3.1.2.2. Ubicación geográfica	19
3.2. Tipo de investigación	19
3.3. Nivel de investigación	20
3.4. Población muestra y muestreo	20
3.4.1. Población	20
3.4.2. Muestra	20
3.4.3. Muestreo	20
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5.1. Métodos de Investigación	20
3.5.2. Diseño de Investigación	20
3.5.2.1. Proceso de extracción del aceite	21
3.5.2.2. Análisis químico proximal	22
3.5.2.3. Análisis fisicoquímico	23
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	24
CAPÍTULO IV	25
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
4.1. Análisis de información	25

4.1.1. Análisis químico proximal	25
4.1.2. Rendimiento del aceite vegetal	25
4.1.3. Análisis físicoquímico del aceite vegetal	26
4.2. Discusiones	26
4.2.1. Químico proximal	26
4.2.2. Físicoquímico	27
4.2.3. Rendimiento	28
Conclusiones	29
Recomendaciones	30
Referencias bibliográficas	31
Apéndice	35

Tabla de contenido de tablas

Tabla 1 Composición nutricional de nabo silvestre	10
Tabla 2 Definición operativa de las variables	18
Tabla 3 Resultados del análisis químico proximal.....	25
Tabla 4 Rendimiento del aceite de nabo silvestre obtenida por dos métodos de extracción	26
Tabla 5 Resultados del análisis fisicoquímico del aceite	26

Tabla de contenidos de figuras

Figura 1. Esquema de Prensa Hidráulica.	13
Figura 2. Estructura general del aceite vegetal.	15
Figura 3. Diseño de investigación para la extracción del aceite vegetal.....	20
Figura 4. Diagrama de flujo de extracción de aceite por el método continuo.	21
Figura 5. Diagrama de flujo de extracción de aceite por el método discontinuo.	21

Resumen

Para el presente trabajo de investigación se obtuvo la semilla de nabo silvestre (*Brassica campestris* L.), de la comunidad campesina de Allpas del Distrito y Provincia de Acobamba, Región Huancavelica, teniendo como objetivos determinar la propiedad químico proximal de las semillas del nabo silvestre, extraer el aceite vegetal de semillas del nabo silvestre por el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico) y determinar el rendimiento del aceite vegetal y determinar las propiedades fisicoquímicas del aceite vegetal obtenido. El análisis químico proximal se realizó de la siguiente manera: humedad (NTP N° 205.002:1979), grasa (NTP N° 205.006:1980), proteína (AOAC, 1998), ceniza (NTP N° 205.004:1979), fibra (NTP N° 205.003:1980) y carbohidratos (diferencia cálculo matemático). El análisis químico proximal de la semilla de nabo silvestre tuvo como resultados: Humedad 6,12; Ceniza 4,08; Grasa 27,19; Proteína 26,53; Fibra 12,69 y Carbohidratos 23,39. Por el método de extracción continuo se tuvo el rendimiento de 26,32% y mientras por el método de extracción discontinuo se tuvo un rendimiento 21,27%. Los resultados del análisis fisicoquímico del aceite extraído por el método de extracción continuo son: Índice de Peróxido (meq/Kg de grasa presente en el producto) 6,38; Humedad 0,12%; Acidez expresada en ácido oleico 0,015%. Estos resultados demuestran que la semilla de nabo silvestre es una excelente fuente para la obtención de aceite vegetal.

Palabras Clave: Nabo silvestre, extracción de aceite, método.

Abstract

For the present research work, the wild turnip seed (*Brassica campestris* L.) was obtained from the rural community of Allpas in the Acobamba district and province, Huancavelica region, with the objective of determining the proximal chemical property of the wild turnip seeds. , extract the vegetable oil from wild turnip seeds by the continuous (expeller) and discontinuous (hydraulic) pressing method and determine the yield of the vegetable oil and determine the physicochemical properties of the vegetable oil obtained. The proximal chemical analysis was performed as follows: moisture (NTP No. 205.002: 1979), fat (NTP No. 205.006: 1980), protein (AOAC, 1998), ash (NTP No. 205.004: 1979), fiber (NTP No. 205.003: 1980) and carbohydrates (difference mathematical calculation). The proximal chemical analysis of the wild turnip seed had the following results: Moisture 6.12; Ash 4.08; Fat 27.19; Protein 26.53; Fiber 12.69 and Carbohydrates 23.39. The continuous extraction method had a yield of 26.32% and while the discontinuous extraction method had a yield of 21.27%. The results of the physicochemical analysis of the oil extracted by the continuous extraction method are: Peroxide Index (meq / Kg of fat present in the product) 6.38; Humidity 0.12%; Acidity expressed as oleic acid 0.015%. These results show that wild turnip seed is an excellent source for obtaining vegetable oil.

Key Words: Wild turnip, oil extraction, method.

Introducción

En la presente investigación se extrajo y evaluó el rendimiento del aceite de semilla de nabo silvestre, mediante dos métodos de extracción el nabo silvestre es uno de los vegetales más comunes en las montañas peruanas, que crecen como pastos espontáneos en los campos agrícolas, que germinan y crecen fácilmente de donde se cosechan cuando las hojas se encuentran tiernas para consumo como yuyu, mientras para obtener la semilla se cosechan luego de la floración antes de que se abran las pequeñas vainas. La tendencia actual es buscar fuentes orgánicas para obtener aceites con ácidos grasos de alto valor nutricional se va incrementando por la importancia en la alimentación humana. En este sentido, las semillas de nabo silvestre (*Brassica campestris* L.) son una fuente interesante, porque su aceite tiene un alto contenido de ácidos grasos esenciales, cuya incorporación en la dieta reduciría la incidencia de enfermedades coronarias, así como otras enfermedades (diabetes, trastornos metabólicos, enfermedades de la piel, procesos inflamatorios y depresión). El mejor rendimiento de extracción de aceite vegetal de semillas de nabo (*Brassica campestris* L.) se evaluará mediante el método de prensado continuo (eyector) y discontinuo (hidráulico). Además, se observará la eficiencia de una de las dos metodologías de extracción para el caso específico de la semilla de *Brassica Campestris* L. y se evaluará la calidad del aceite extraído. Un aceite vegetal es un triglicérido extraído de una planta, el término aceite vegetal se refiere solo a aquellos que son líquidos a temperatura ambiente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La gran diversidad que conforma la flora nacional es, sin duda, una de las bases para el desarrollo nacional porque genera alternativas que permiten sacar provecho de los recursos vegetales que integran dicha flora a través de la identificación y caracterización de especies que sean potencialmente utilizables para algún fin agroindustrial.

El nabo silvestre (*Brassica campestris* L.) es una de las hortalizas más comunes en la sierra del Perú, pero no es frecuente encontrarla en los mercados. Crece como planta espontánea o maleza en campos agrícolas de fácil germinación y crecimiento, donde es cosechada cuando sus flores amarillas empiezan a abrirse.

EL también llamado “yuyo” vuelve amarillos muchos campos de cultivo cuando se acerca la cosecha de papa al final de la temporada de lluvias en los andes, las mismas que son retiradas, eliminadas o quemadas, siendo poco el nivel de consumo, generando un recurso agrícola excelente para su aprovechamiento agroindustrial.

Los aceites vegetales pueden extraerse mediante varios métodos: presión mecánica, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, enflorado y con fluidos supercríticos. Dentro de los métodos mecánicos se tiene dos técnicas usadas para el proceso de extracción de aceites: Prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico). Sin embargo, el rendimiento en el proceso de extracción de aceite vegetal de semillas no sigue un comportamiento uniforme, debido a que la velocidad de obtención del aceite disminuye más rápidamente, conforme el tiempo transcurre, requiriendo aplicar métodos relacionados para evaluar el rendimiento de extracción.

El alto consumo de ácidos grasos saturados, supone un impacto negativo para la salud, provocando enfermedades cardiovasculares, siendo motivo de gran

preocupación. Es así la necesidad actual de buscar fuentes alternativas en recursos agrícolas como el Nabo Silvestre, los cuales permitan disminuir el riesgo de enfermedades.

Uno de los inconvenientes más significativos de la industria dedicada al proceso de extracción de aceite vegetal, ha sido el bajo rendimiento obtenido durante el proceso de extracción, esto debido a una mala elección y uso de métodos de extracción de aceites vegetales, esto genera problemática en función sobre el adecuado y más eficiente rendimiento de aceite extraído, el mismo que servirá después para seleccionar las mejores condiciones de operación de extracción y así mismo su caracterización nutricional.

1.2. Formulación del Problema

¿Influirá el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico) en el rendimiento de obtención de aceite vegetal de semillas del nabo silvestre (*Brassica Campestris* L.)?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el mejor método de extracción de aceite vegetal de semillas del nabo silvestre (*Brassica campestris* L.), por el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico).

1.3.2. Objetivo específico

- ✓ Determinar las propiedades químico proximal de las semillas del nabo silvestre.
- ✓ Extraer aceite vegetal de semillas del nabo silvestre por el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico) y determinar el rendimiento del aceite vegetal.
- ✓ Determinar las propiedades fisicoquímicas del aceite vegetal obtenido.

1.4. Justificación

El nabo silvestre es una especie hortícola muy importante, pues su propagación es muy fácil de periodo vegetativo corto y se puede sembrar en pequeñas áreas de terreno o en huertos familiares que genera economía al horticultor.

El estudio está orientado a evaluar el rendimiento mediante los métodos de extracción mecánica: método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico), el mismo que servirá para recomendar la aplicación y expresen mejor rendimientos aceptables y compuestos mayoritarios importantes del aceite vegetal. Esto determinara la eficiencia de estos dos métodos por ser una de las técnicas más empleadas para el proceso de extracción de aceite vegetal de semillas. Por lo tanto, a partir de estos resultados se determinará la variación del porcentaje de rendimiento de extracción del aceite vegetal, así como la composición fisicoquímica. Por lo tanto, los resultados de este estudio serán útiles para la aplicación en semillas similares que puedan ser seleccionados el cual se lograra su aprovechamiento sostenible.

1.5. Limitaciones

La presente investigación se limita a los siguientes aspectos:

- ✓ Viabilidad de antecedentes; no existen fuentes o suficiente información relacionado a la tesis que por lo tanto gran parte de la información se va a basar en trabajo de campo.
- ✓ La materia prima es estacional, por lo cual fue un poco dificultoso la recolección del mismo.
- ✓ La dificultad de acceso a los laboratorios para la ejecución y análisis de las muestras, por el problema de la emergencia nacional debido al COVID – 19.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Acosta (2015), en su investigación titulada "Extracción de aceptación de chía (*Salvia hispánica* L.) por el método de prensado continuo (expulsión) y discontinuo (hidráulico) de las regiones de Cusco y Arequipa", su objetivo de estudio fue la caracterización de la semilla de chía procedente de Anta-Cusco y La Joya - Arequipa, la obtención del aceite de chía mediante prensado continuo (expeller) a diferentes velocidades (37, 49, 85 rpm) y discontinuo (hidráulico) a diferentes presiones (2000, 3000, 4000 psi), una vez obtenido el aceite se realiza su caracterización fisicoquímica, análisis de perfil lipídico, microbiológico, sensorial y se realiza la determinación de vida de anaquel en la que se evaluó el aceite con adición de antioxidantes (bht/bha, tocoferol) a tres temperaturas (12 °C, 24 °C, 40 °C) y con ayuda de la ecuación de Arrhenius se estableció el tiempo en el cual el aceite mantiene sus características, de la Chía de Anta - Cusco se obtuvo 19,97% proteína, 37% grasa, 23% fibra, 6% humectante y, 4,84% cenizas y para chía de La Joya - Arequipa 24,85% proteína, 34,57% grasa, 22,61% fibra, 5,28% húmedo, 5,3% cenizas. El mejor método de extracción en esta investigación es la prensa continua (expulsor) y la semilla con mayor rendimiento de extracción de Anta - Cusco, que fue de 37,58%, se obtuvo a una velocidad de 37 rpm equivalente a 348 psi. El aceite crudo de chía de Anta - Cusco obtenido por el método de prensado continuo (expeller) tiene un índice de acidez de 0,71 g de ácido oleico/100 g de extracción, índice de peróxido de 0,95 m-eq O₂/kg de índice de iodo de 130,77. Para el análisis del perfil lipídico se llevó a cabo, a partir de la cual se determinaron los principales ácidos grasos: ácido linolénico (82,82%), ácido linoleico (7,60%), ácido palmítico (3,73%), ácido oleico (3,61%), ácido esteárico (1,79%). En el mismo análisis, se evalúa el contenido de omega-3 (82,82%), omega-6 (7,60%) y omega-9 (3,77%). Para determinar la vida útil se utilizaron sondas aceleradas y ecuación de Arrhenius, que da como resultado una temperatura de 24 °C y el uso de un antioxidante

natural como el tocoferol, el cual ha sido aceptado para mantener sus características durante 7 meses.

Conte et al, (2016) investigaron el proceso de extracción de aceite de cártamo utilizando etanol presurizado, y compararon la composición química obtenida (en términos de ácidos grasos) con otras técnicas de extracción. Soxhlet y Ultrasonido mostraron un rendimiento global máximo de 36,53% y 30,41%, respectivamente (70 °C y 240 min). El PLE tiene rendimientos globales máximos de 25,62% (3 mLmin⁻¹), 19,94% (2 mLmin⁻¹) y 12,37% (1 mLmin⁻¹) a 40 °C, 100 bar y 60 min. El ácido palmítico muestra la concentración más baja en todas las condiciones experimentales (de 5,70% a 7,17%); Los ácidos esteárico y linoleico presentaron concentraciones intermedias (de 2,93% a 25,09% y de 14,09% a 19,06%, respectivamente); El ácido oleico muestra una composición superior (del 55,12% al 83,26%). Se observaron diferencias entre los porcentajes de ácidos grasos, según el método.

Pérez (2008), en su investigación titulada “Evaluación de cuatro temperaturas de prensado en la calidad del aceite virgen de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)”, se determinó la temperatura adecuada de prensado en la extracción del aceite virgen de sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) de buena calidad, ya que se obtuvieron sobre la base de problemas preliminares y definitivos, el proceso de extracción consiste en caracterizar el producto final. El estudio se realizó en el Laboratorio del Módulo de Extracción para la Caracterización de Oleaginosas de la Empresa Consultores Agropecuarios - Lima. El proceso de extracción del aceite virgen comprende las siguientes etapas: pesaje, selección, envasado con rayos biocidas, pesado, triturado, calentamiento a temperaturas de 30, 35, 40 y 45 °C, prensado, sedimentación, decantación, filtrado, embotellado y almacenamiento. Para determinar la cantidad de tratamientos aplicados fue la mejor en la investigación, análisis del porcentaje de ácidos grasos libres (AGL), índice de acidez e índice de peróxidos, todos los factores de calidad aceptados, los valores mínimos fueron más aceptables. tratamientos (T1: 30 °C, T2: 35 °C, T3: 40 °C, T4: 45 °C), debido al menor deterioro de la virgen aceptada. El diseño estadístico utilizado fue completamente aleatorizado (DCA) mediante el

programa Statgrafics. Medias del tratamiento de Duncan comparadas con una significancia del 5%; El tratamiento más adecuado fue el T1 (30 °C) con las características fisicoquímicas del aceite extraído: ácidos grasos libres (%) 0,78, índice de acidez (mg KOH / g grasa) 1,55, índice de peróxido (meq O₂ / Kg muestra) 0,78, índice de yodo (Wijs) 186,25, índice de saponificación (mg KOH/g de grasa) 192,29, índice de refracción (20 °C) 1.482, humedad (%) 0,06, densidad a 20 °C (g/cc) 0,9307, viscosidad aparente (centipoise) 41,73cp a 20 °C, color (CIE L * a * b *) L * = 60,07, a * = -6,00 y b * = 34,71.

Cefla (2015), en su investigación titulada "Diseño de una planta para la extracción del aceite vegetal comestible de semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) mediante prensado", el proceso de extracción del aceite de las semillas de chía fue mediante una prensa expeller a escala de laboratorio, donde la capacidad de la prensa fue de 0,280 kg durante 4 minutos. Durante las pruebas experimentales, se utilizaron las variables operativas: la temperatura y el diámetro de la boquilla de la prensa expeller, el rendimiento máximo (24,80%) se alcanzó a 64 °C y un diámetro de boquilla de 0,010 m, el rendimiento más eficiente bajo (18,76%) se obtuvo a 40 °C y 0,014 m de diámetro de la boquilla. En la caracterización física de la aceptación si se determina la densidad relativa de la aceptación de 929 kg/m³ y el punto de temperatura de 185 °C, mientras que la caracterización química en el índice de acidez de 3,0 mg.KOH / g, índice de 2,3 Meq peróxido. O₂ / kg, índice de yodo de 157 cgl/g, índice de saponificación de 183 mg, índice de refracción de KOH/gy de 1,4809 n. Adicionalmente, en la caracterización de la aceptación se realizó un perfil lipídico y se determinaron los principales ácidos grasos constituidos en la aceptación: ácido linolénico (82,82%), ácido linoleico (7,60%), ácido palmítico (3,73%), ácido oleico. (3,61%), ácido esteárico (1,79%). En el mismo análisis, se evalúa el contenido de omega-3 (82,82%), omega-6 (7,60%) y omega-9 (3,77%).

Hernández et al, (2009) como objetivo proponen un experimento de química orgánica que involucre la extracción en frío y en caliente del aceite de almendras a partir de almendras dulces utilizadas comúnmente en las comidas; analizar las diferencias observadas según las temperaturas de extracción del mismo,

caracterizarlo por FT-IR y utilizarlo en la preparación de cremas teniendo en sus propiedades. Es importante señalar que, si los métodos de extracción de productos naturales requieren tiempos prolongados y altas temperaturas, el trabajo experimental aquí propuesto se puede realizar en un laboratorio de química, en una clase práctica de 4 horas. Esta experiencia es muy conveniente para el estudiante que está cursando Química Orgánica Experimental, quien es capaz de integrar sus conocimientos básicos con el tiempo que despierta sus intereses científicos.

Ríos et al, (2018) en su investigación realizaron el diseño y construcción de un equipo para la extracción de nuez y sésamo, el mismo que se instaló en el Laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), para el uso de los estudiantes de escuela afines. Luego de haber realizado los cálculos de ingeniería para el diseño en base a principios teóricos y principios establecidos en la bibliografía, si el equipo está construido, las partes principales para su correcto funcionamiento son: motor-reductor, lo he analizado parámetros de presión y caudal en el caso de la semilla que requiere fuerza para su extracción, se determinó que el equipo requiere un motor-reductor de 2 HP de 60 rpm; El uso de manguitos, tornillos y carcasas requiere la selección de un material resistente a la corrosión y altas presiones, por lo que se establece el uso del acero inoxidable AISI 304, por sus propiedades a las especificaciones dadas. En diseño. Una vez instalado el equipo en el laboratorio, se realizó su validación mediante una práctica a partir de la cual se recolectaron los datos necesarios para realizar los balances de materia y energía, de lo cual se concluyó que el rendimiento del proceso fue del 70,69% y para el sésamo fue 59,28%. Se acepta si se puede utilizar en diferentes campos de la industria. El equipo de extracción de semillas oleaginosas tiene como objetivo promover la investigación en la comunidad educativa sobre los posibles usos de la aceptación obtenida a través de este proceso.

Navas. (2009) en su investigación determinó la composición química de los aceites vírgenes obtenidos por prensado mecánico de pepitas de uva pertenecientes a las variedades Syrah y Tintorera, así como una mezcla de las

variedades Syrah, Tempranillo y Merlot. Se utilizaron métodos analíticos oficiales para determinar los índices de calidad (índice de acidez y peróxido), perfil de ácidos grasos y los constituyentes minoritarios más importantes. Los valores de acidez y peróxido están de acuerdo con los valores reportados por el Codex Alimentarius para alimentos de buena calidad. El ácido linoleico fue el ácido graso más abundante en todos los aceites, representando alrededor del 65%, seguido del ácido oleico monoinsaturado con concentraciones en torno al 25%. Las concentraciones totales de fitoesteros fueron entre 5179 y 5480 mg/kg, de los cuales el beta-sitosterol representó más del 66% en todas las semillas de uva aceptadas. Se ha detectado colesterol en la aceptación de las variedades Syrah y Tintorera en concentraciones debido a la cantidad máxima permitida para aceptaciones de vegetales comestibles. El éster de 1-butil-3-metilacetato fue más abundante en la fracción volátil con concentraciones de 5,4; 6,8 y 11,0 mg/kg para Syrah, Tintorera y la mezcla de semillas respectivamente. Otros compuestos volátiles también presentes fueron Trans-2-hexenal (0,1 a 0,5 mg/kg), E-2-pentenal (3,1 a 4,2 mg/kg), hexanal (1,4 a 1,9 mg/kg) y heptanal (0,1 a 0,3 mg/kg). mg/kg). Estos componentes pueden ser responsables del sabor afrutado detectado en todas las vírgenes aceptadas estudiadas. Los isómeros alfa y gamma de los tocotrienoles representan más del 80% de los tococromanoles presentes en los aceptados.

Piva et al, (2018) en su investigación el objetivo es caracterizar el aceite de linaza obtenido por diferentes métodos de extracción (hexano, propano subcrítico y etanol presurizado) y comparar los resultados con el aceite de linaza comercial extraído por el método de prensado mecánico en frío. Un diseño experimental ayudó a evaluar los efectos de la temperatura y la presión en la extracción de petróleo con propano y etanol. La cromatografía de gases ayuda a evaluar los ácidos grasos esenciales. En el eje hay diferencias significativas entre los ácidos grasos ω -3,6 y 9 de la aceptación del linóleo obtenido por los diferentes métodos de extracción. Solo la acidez de la linaza extraída por propano subcrítico (0,956%) mostró diferencias significativas entre los parámetros fisicoquímicos. La extracción con disolvente orgánico (Soxhlet) da un rendimiento del 36,12%.

La extracción con propano subcrítico a 107 Pa y 40 °C durante 1,5 horas significa un mejor rendimiento (28,39%) que el etanol presurizado (8,05%) en condiciones similares. La extracción de aceptación del revestimiento utilizando propano subcrítico fue económicamente viable, lo que resultó en un costo del producto de US \$ 124,58/L. Los resultados presentan la extracción de propano subcrítico como una alternativa prometedora para obtener la aceptación del linóleo en condiciones de temperatura y presión suaves, sin perder la calidad y el espesor. de ácidos grasos como ω -3, 6 y 9.

Ventura (2017) en su investigación, evalúo la obtención del aceite esencial de *Lippia sp.* (orégano silvestre), utilizando tres métodos de extracción (arrastre de vapor, hidrodestilación e hidrodestilación asistida por microondas). Los métodos se evaluaron con base en el % de rendimiento (v/p), el tiempo de extracción (h) y la calidad [índice de refracción (IR) y poder antioxidante (DPPH)] de la aceptación esencial obtenida por triplicado. Trabajamos con muestras de orégano silvestre recolectadas en el distrito de Luya, provincia de Luya, región Amazonas. El método de destilación al vapor permite obtener un mayor rendimiento (2,41 ml/g), la hidrodestilación requerida toma menos tiempo (2,24 h) y la aceptación esencial obtenida por el método de hidrodestilación con una mayor actividad antioxidante.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Nabo silvestre (*Brassica campestris* L.)

Otros nombres comunes para el nabo silvestre incluyen: yuyo, mostaza, pata de gallo, alpiste, judías verdes, flor de nabo, nabo canario (Mostacero, Mejía & Gamarra, 2009).

2.2.1.1. Clasificación

Mostacero et al., (2009) detalla la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
Dominio	: Eucarya

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Brassicales
Familia	: Brassicaceae
Género	: Brassica
Especie	: <i>Brassica campestris</i>

2.2.1.2. Composición nutricional

Tabla 1

Composición nutricional de nabo silvestre

Factor Nutricional	Contenido por 100 g
Agua (g)	90,6
Calorías (kcal)	31,6
Proteínas (g)	1
Fibras (g)	3,5
Grasa (g)	0,22
Carbohidratos (g)	4,7
Vitamina C (mg)	20
Vitamina B1 (mg)	0,004
Vitamina B2 (mg)	0,05
Vitamina B3 (mg)	0,68
Vitamina B6 (mg)	0,008
Folatos (mcg)	20
Fósforo (mg)	41
Sodio (mg)	58
Potasio (mg)	269
Hierro (mg)	0,38
Calcio (mg)	45

Fuente: Mostacero et al., (2009).

2.2.1.3. Usos del nabo silvestre

En humanos, el consumo de esta verdura no es tóxico, sin embargo, su contenido en compuestos de goitrogénicos puede provocar el bocio en personas con una dieta baja en yodo. El

consumo excesivo en animales como las vacas puede provocar manchas de leche (Mostacero et al., 2009).

Mostacero et al., (2009) detallan los usos más comunes del nabo silvestre:

a. Alimentación

Se utilizan las hojas y la raíz. Las hojas se cosechan tiernamente y se comen crudas, saladas o cocidas, hervidas, en sopas o guisos. Son ricas en antioxidantes y ácido fólico. La raíz se cuece en sopas, guisos, cremas, se fríe o se hornea. Solo los nabos jóvenes se comen crudos, rallados en ensaladas. Es un alimento muy adecuado en dietas de adelgazamiento, para mujeres embarazadas (por su alto contenido en ácido fólico), para personas con enfermedades cardiovasculares y diabetes.

b. Medicinal

La planta se usa con fines medicinales por sus propiedades antioxidantes.

c. Petróleo

De las semillas se puede extraer un aceite rico en ácido linoleico y ácido linolénico.

d. Insecticida

Contiene glucósidos, insecticidas naturales que repelen a los depredadores naturales de la planta. Son los responsables del sabor picante de las brassicas, como el repollo o el nabo. En el cuerpo, estos componentes son antioxidantes.

e. Forraje para animales

En algunas regiones como forraje de nabo. Es alimento para animales durante el invierno.

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Extracción de aceite vegetal por prensado

2.3.1.1. Prensa discontinua: Prensa hidráulica

Bailey (2001) detalla el proceso de extracción discontinua:

- ✓ El prensado mecánico es el método más antiguo y sencillo de extracción de aceite. No se utilizan productos químicos para la extracción de aceite y, por lo tanto, el aceite está libre de residuos. Es una técnica que requiere mucha mano de obra. Aunque, hasta la década de 1990, la extracción directa por prensado rara vez se realizaba debido a su bajo rendimiento. Actualmente, estas prensas se utilizan únicamente para obtener grasas y aceites producidos en pequeñas cantidades.
- ✓ Las prensas consisten en un cilindro perforado conocido como “tamiz” (tamiz de prensa). La pantalla se estabiliza con varillas y el aceite se escapa por una abertura entre las varillas de la pantalla. Se usa un pistón para aumentar la presión dentro del tamiz empujando un émbolo hacia abajo en el contenido que se va a presionar. Durante el prensado, el aceite se almacena en las bandejas dentro del tamiz, en conductos especiales. La presión que se ejerce se suele medir en Bar y se utilizan entre 200 a 400 Bar de presión, las prensas cuentan con un manómetro que sirve para medir la presión que se está ejerciendo.
- ✓ La presión es una variable de gran importancia en el proceso de extracción de aceite, ya que a mayor presión aumentará la ruptura de las células que almacenan el aceite en la semilla, resultando en una mayor eficiencia en el proceso de extracción de aceite.

- ✓ El desempeño de la operación de prensado es directamente proporcional a la presión y al tiempo de prensado, cuanto mayor sea la presión, mayor será la eficiencia de un sistema y cuanto mayor sea el tiempo de prensado, la rotura en las celdas que almacenan el aceite se utilizará incluso más. presión mecánica.

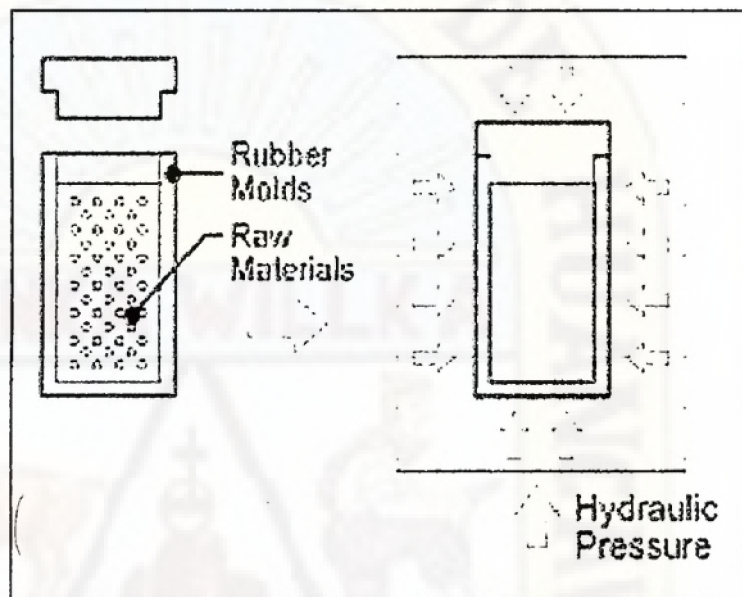


Figura 1. *Esquema de Prensa Hidráulica.*

a. Ventajas y desventajas de los métodos de extracción:

✓ **Ventajas**

- No requiere de personal especializado.
- Proporciona aceites de buena calidad.
- Produce buenos rendimientos en el proceso de extracción de aceites.
- Adecuada producción.
- Simplicidad económica
- Emplea presiones altas en el proceso.

✓ **Desventajas**

- Sistema de lotes.

Demanda alto gasto de energía.

El rendimiento del proceso de extracción de aceites depende de: la humedad, la cocción y la composición química.

2.3.1.2. Prensado continuo: Expeller

Beerens (2007) detalla el proceso de extracción discontinua:

- ✓ El prensado continuo se realiza de forma habitual en las prensas de expulsión o de tornillo. Estas prensas soportan altas presiones; El prensado se practica generalmente en dos o tres prensas, aumentando la presión en cada prensa. Existen varios tipos o modelos de prensas de expulsión, que se diferencian principalmente por la geometría de los tornillos, tipo de restricción o boquilla, salida de aceite y torta residual.
- ✓ El funcionamiento de una prensa de expulsión es el siguiente: la materia prima se alimenta a través de una tolva, luego es transportada y comprimida por un sinfín giratorio de diámetro variable; En el alojamiento del tornillo existen resistencias eléctricas para aumentar la temperatura de la materia prima y así disminuir la viscosidad del aceite contenido en las semillas, el diámetro de la rosca aumenta proporcionalmente provocando que las semillas trituradas se compacten y aumente la presión; al mismo tiempo, obliga a las semillas a pasar por el cilindro que cubre el tornillo.
- ✓ Posteriormente, la torta residual se expulsa por el exterior de la boquilla o restricción, mientras que el aceite se expulsa a través de los orificios realizados en el cilindro de la prensa de expulsión.

2.3.2. Aceite vegetal

En la mayoría de los casos, un aceite vegetal se compone de una mezcla de triglicéridos, ácidos grasos libres y otros componentes. Los triglicéridos son ésteres y desde un punto de vista estructural, un triglicérido puede considerarse formado por la condensación de una molécula de glicerol con tres ácidos grasos, dando lugar a tres moléculas de agua y una de un triglicérido (Sánchez, 2006).

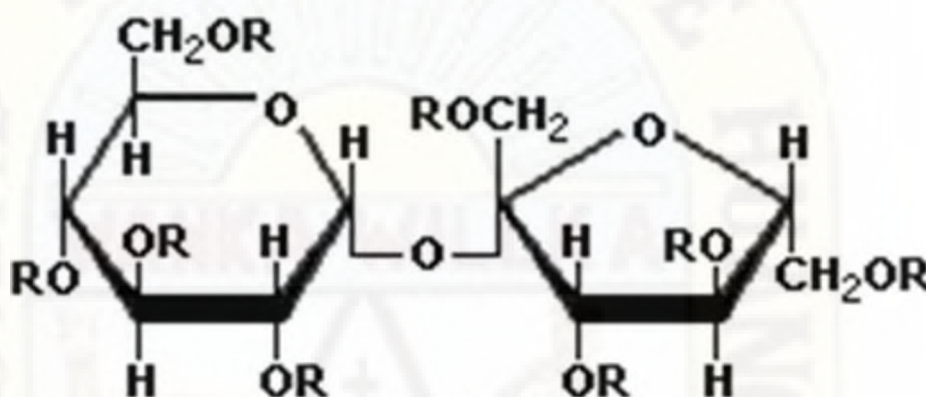


Figura 2. Estructura general del aceite vegetal.

2.3.2.1. Aceites vegetales comestibles

La importancia de las grasas y aceites Las grasas y aceites comestibles son una fuente muy importante para la nutrición humana y su demanda ha ido aumentando con el tiempo, lo cual no es un dato menor, ya que el crecimiento de la población mundial trae consigo este tipo de necesidades y planteamientos. un desafío permanente (Autino, 2009).

La importancia de los aceites vegetales comestibles radica en su alto valor energético, que permite un almacenamiento máximo en la menor cantidad posible de sustancia alimentaria. Además, las grasas pueden ser un vehículo de vitaminas liposolubles y una fuente de ácidos grasos esenciales, que son esenciales para el organismo. Además, son excelentes portadores de sabor que afectan la palatabilidad de los alimentos (Goldberg, 1998).

Las grasas también proporcionan una consistencia suave y cremosa, lo que resulta en una agradable sensación en la boca. La potenciación del sabor es la principal razón por la que las grasas y los aceites se han valorado durante mucho tiempo. Sin embargo, solo a principios del siglo XX fue posible suministrar a la población cantidades suficientes de grasa a precios razonables. La importancia de las grasas y los aceites en la economía mundial puede verse claramente considerando la cantidad de aceite y semillas oleaginosas producidas a nivel mundial. En 2009, la producción de cereales fue de 395,2 millones de toneladas, con la soja en primer lugar. El consumo de aceites vegetales fue de 129,5 millones de toneladas, siendo los aceites de palma y soja los más relevantes en este sentido (Bockisch, 1998).

2.4. Definición de términos

- ✓ **Aceite vegetal:** Es un triglicérido extraído de las plantas. Conocidos también como lípidos que se extraen de semillas vegetales ricos en ácidos grasos.
- ✓ **Extracción:** la extracción de aceites prensados en frío se sigue realizando hoy en día en forma simple y artesanal. La semilla limpia se lleva a la prensa: un extrusor a tornillo sin fin. Aquí se vigila especialmente que la temperatura generada por la presión no supere los 45 °C para asegurar la estabilidad molecular de los ácidos grasos poliinsaturados.
- ✓ **Nabo silvestre:** Planta silvestre de flor amarilla, comúnmente conocida como “yuyo”, de fácil germinación y crecimiento entre cultivos de papa, maíz, etc.
- ✓ **Prensado en frío:** La presión en frío, es un modo de extracción exclusivamente mecánico que se realiza a baja temperatura, preservando de

este modo la proporción de ácidos grasos esenciales, vitamina E, antioxidantes naturales y no necesita ningún aditivo.

2.5. Hipótesis

Hi. Existe influencia significativa en el rendimiento de obtención de aceite vegetal de semillas del nabo silvestre por el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico).

2.6. Variables

2.6.1. Variable independiente

Método de extracción.

2.6.2. Variable dependiente

- ✓ Composición químico proximal
- ✓ Rendimiento del aceite vegetal.

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 2

Definición operativa de las variables

Tipo de Variable	Definición de variable	Definición operativa	Indicadores	Índice
Independiente	✓ Método de extracción	✓ Método de extracción	✓ Tiempo	θ
			✓ Temperatura	°C
			✓ Humedad	
			✓ Ceniza	
Dependiente	✓ Composición químico proximal	✓ NTP	✓ Grasa	%
			✓ Proteína	
			✓ Fibra	
			✓ Carbohidratos	
			✓ Extracción por el método Expeller y Prensado	
			✓ Volumen	

CAPÍTULO III:

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial del estudio

3.1.1. Ámbito temporal

La presente investigación se llevó a cabo durante el presente año, la semilla de nabo silvestre se obtuvo del Distrito y Provincia de Acobamba – Huancavelica. La ejecución se realizó en el Laboratorio de Análisis de Composición de Productos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ciencias Agrarias, filial Acobamba de la Universidad Nacional de Huancavelica y en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

3.1.2. Ámbito espacial

3.1.2.1. Ubicación política

País	: Perú
Región	: Huancavelica
Provincia	: Acobamba
Distrito	: Acobamba

3.1.2.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 12° 50' 30"
Longitud Oeste	: 74° 33' 42,2"
Altitud	: 3417 m.s.n.m.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque busca amplificar y aclarar los conocimientos del aceite esencial de nabo silvestre de acuerdo a los nuevos hallazgos y aportes teóricos.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es Descriptivo, porque se describió los resultados obtenidos de los análisis realizados.

3.4. Población muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población está conformada por la producción de nabo silvestre provenientes del Distrito y Provincia de Acobamba – Huancavelica.

3.4.2. Muestra

La muestra estará constituida por 5 kg de semilla de nabo silvestre.

3.4.3. Muestreo

El muestreo de las semillas del nabo silvestre fue al azar.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados para recolección de datos fueron las siguientes:

3.5.1. Métodos de Investigación

El método utilizado en la investigación fue el método hipotético – deductivo.

3.5.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación fue el siguiente:

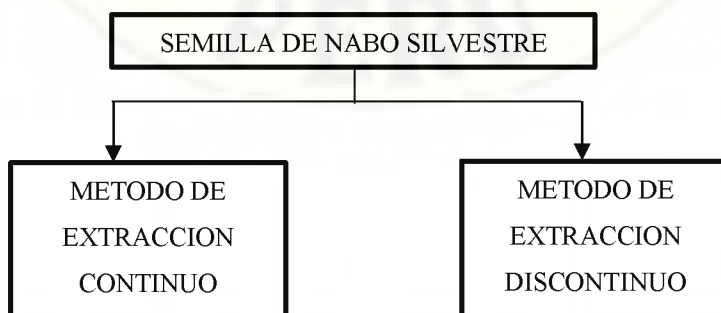


Figura 3. *Diseño de investigación para la extracción del aceite vegetal.*

3.5.2.1. Proceso de extracción del aceite

a. Método continuo

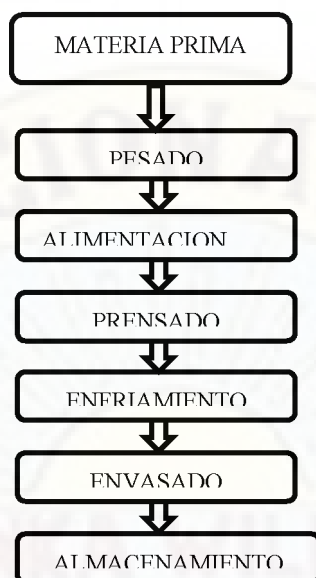


Figura 4. Diagrama de flujo de extracción de aceite por el método continuo.

b. Método discontinuo

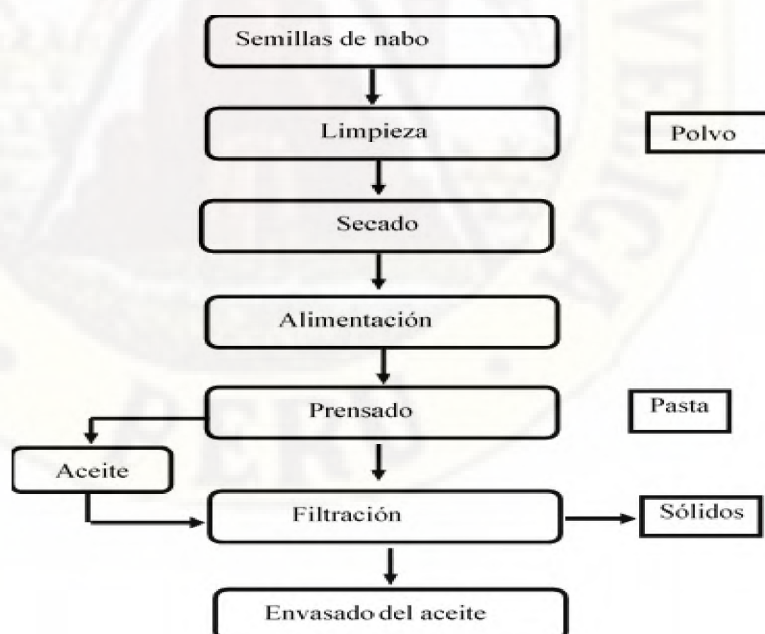


Figura 5. Diagrama de flujo de extracción de aceite por el método discontinuo.

c. Descripción del proceso de extracción de aceite de semilla de nabo silvestre.

✓ **Preparación de semillas**

Previamente las semillas de nabo silvestre se someten a una limpieza en seco, para liberarlas de polvo y cualquier impureza que puedan contener; una vez limpias se recomienda secarlas de forma natural con el fin de eliminar parte de la humedad que las semillas poseen; una opción puede ser colocarlas bajo el sol por tres horas.

✓ **Alimentación**

Con las semillas listas se procede a alimentar la tolva se alimenta directamente.

✓ **Extrusión**

Una vez que se haya alimentado el equipo con el material suficiente el tornillo inicia con el proceso de extrusión, el cual mediante la presión ejercida que se genera por la fuerza de rozamiento, empieza a liberar el aceite de la semilla al mismo tiempo que elimina los residuos en forma de torta.

✓ **Filtración**

El aceite liberado necesita pasar por una malla muy fina de filtración de acero inoxidable, la cual nos permite retener los sólidos aun presentes en el aceite extraído, con la finalidad de extraer un aceite de alta pureza.

3.5.2.2. Análisis químico proximal

El análisis de la composición químico proximal se realizó a la muestra fresca del nabo silvestre, los análisis son los siguientes:

- a. Humedad: Ref. NTP N° 205.002:1979
- b. Grasa: Ref. NTP N° 205.006:1980
- c. Proteína: Ref. AOAC, 1998
- d. Ceniza: Ref. NTP N° 205.004:1979
- e. Fibra: Ref. NTP N° 205.003:1980
- f. Carbohidratos: Diferencia cálculo matemático.

3.5.2.3. Análisis fisicoquímico

a. Índice de peróxido

Se aplicó el método basado en la Norma INEN 277: 1978 – 02 y se calcula mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$i = \frac{vN}{m} \times 1000$$

Siendo:

i : índice de peróxidos en meq de O₂ por kg del producto.

v : volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra en cm³. Corregido del blanco.

N : normalidad de la solución del tiosulfato de sodio.

m : masa de la muestra analizada, en g.

b. Índice de acidez

Se aplicó el método de la norma INEN 38:1973-08, lo cual se calcula mediante la siguiente formula:

$$A = \frac{M.V.N.}{10.m}$$

Siendo:

A : acidez del producto, en porcentaje de masa.

M : masa molecular del ácido usado.

V : volumen de la solución de hidróxido de sodio o de potasio empleando en la titulación, en cm³.

N : normalidad de la solución de hidróxido de sodio o de potasio.

m : masa de la muestra analizada, en g.

La masa molecular del ácido empleado es la siguiente:

Ácido oleico = 282.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La técnica de procesamiento y análisis de los datos obtenidos se realizó con el apoyo del software spss Los datos se sometieron a diversas pruebas estadísticas de carácter inferencial para probar la hipótesis planteada.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información

4.1.1. Análisis químico proximal

Los resultados del análisis químico proximal de la semilla de nabo silvestre se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Resultados del análisis químico proximal

Análisis	Resultado (%)
Humedad	6,12
Ceniza	4,08
Grasa	27,19
Proteína	26,53
Fibra	12,69
Carbohidratos	23,39

4.1.2. Rendimiento del aceite vegetal

Para determinar el rendimiento del aceite se empleará la siguiente ecuación descrita por Barriga-Sánchez et al, (2018):

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{V}{W} \times 100$$

Donde:

v : volumen (ml) del aceite

w : peso (g) de la muestra

a. Por el método continuo

Se utilizó 200 g de semilla de nabo silvestre, de donde se obtuvo 55 ml de aceite vegetal de nabo silvestre por el método de prensado continuo (expeller).

b. Por el método de prensado discontinuo

Se utilizó 200 g de semilla de nabo silvestre, de donde se obtuvo 43 ml de aceite vegetal de nabo silvestre por el método de prensado discontinuo (hidráulico).

Tabla 4

Rendimiento del aceite de nabo silvestre obtenida por dos métodos de extracción

Método de extracción	Rendimiento % (v/p)
Continuo	26,32%
Discontinuo	21,27%

4.1.3. Análisis fisicoquímico del aceite vegetal

Los resultados del análisis fisicoquímico del aceite vegetal del nabo silvestre se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Resultados del análisis fisicoquímico del aceite

Análisis	Resultado
Índice de Peróxido (meq/Kg de grasa presente en el producto)	6,38
Humedad (%)	0,12
Acidez expresada en ácido oleico (%)	0,015

4.2. Discusiones

4.2.1. Químico proximal

Las semillas del nabo silvestre se caracterizaron por su bajo contenido de humedad y su alto contenido de materia grasa. Al analizar los resultados de la Tabla 3, se observa que el contenido de humedad coincide con lo obtenido por Ohlson (1985) quien obtuvo de 6 a 8% y en esta investigación se obtuvo 6,12%.

El contenido de ceniza es similar al obtenido por Flores (1989), quien obtuvo 4,38% y Salazar (1984) 5,50%, pero Ohlson (1985) obtuvo valores inferiores entre de 2,4 a 2,8%, mientras que en la presente investigación obtuvimos 4.08%, estas variaciones podrían ser debido a la procedencia de la semilla.

El contenido de proteína obtenido es de 26,53%, valor ligeramente superior al obtenido por Moreno (1993), quien obtuvo de 23 a 24.4% (Nx5,7)

El contenido de fibra obtenido es de 12,69%, valor superior a lo que indican Cheftel & Cheftel, (1976) quienes para colza señalan 4% de fibra en la semilla.

4.2.2. Fisicoquímico

Según los resultados que se muestran en la Tabla 5 referente al análisis fisicoquímico del aceite de semilla de nabo silvestre el valor peróxido del aceite extraído por el método continuo fue 15 miliequivalentes O₂/ kg de aceite), estuvo dentro de los límites exigidos por el Codex (valores menores que 15 miliequivalentes O₂/ kg de aceite), según Pérez (2008) el Índice de Peróxido (meq/Kg de grasa) del aceite de nabo silvestre fue de 6,8 y la humedad obtenida en la presente investigación fue del 0,12%. Mientras el obtenido por Pérez (2018) fue de 0,06% pero esta diferencia puede ser debido a que el trabajo con otra muestra. no existen trabajos realizados en esta parte del nabo silvestre.

El porcentaje de acidez expresada en ácido oleico del aceite de nabo fue de 0,015% la acidez mide la cantidad de ácidos grasos libres que hay en el aceite, por eso la acidez es un indicador general de la calidad de los aceites (Pérez, 2008), es decir, cuanto menor sea la acidez de un aceite es mejor. En la presente investigación el aceite obtenido con extracción de etanol y secado a la estufa (0,53) indica que con dicho tratamiento se obtiene un aceite con mayor pureza.

4.2.3. Rendimiento

El rendimiento de aceite promedio obtenido por el método de extracción continuo, fue de 26,32% y por el método de extracción discontinuo fue de 21,27%. El rendimiento del aceite virgen es inferior al obtenido por Arias y López (2015), quienes obtuvieron 37,7% y 36,8%, estas variaciones se deben a que trabajaron con otra semilla.



Conclusiones

- ✓ Se realizó el análisis químico proximal de la semilla del nabo silvestre (*Brassica campestris* L.), obteniendo los siguientes resultados: humedad 6,12%; ceniza 4,08%; grasa 27,19%; proteína 26,53%; fibra 12,69% y carbohidratos 23,39%.
- ✓ Se extrajo el aceite vegetal de semillas del nabo silvestre por el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico) y determino el rendimiento del aceite vegetal.
- ✓ Se determinó las propiedades fisicoquímicas del aceite vegetal teniendo como resultados: Índice de Peróxido (meq/Kg de grasa presente en el producto) 6,38; Humedad 0,12% y Acidez expresada en ácido oleico 0,015%

Recomendaciones

- ✓ Realizar trabajos de investigación en base al nabo silvestre (*Brassica campestris* L.).
- ✓ Realizar análisis de las propiedades químico proximales del nabo silvestre (*Brassica campestris* L.) de diferentes procedencias y en diferentes estados de cosecha.
- ✓ Realizar estudios de extracción del nabo silvestre (*Brassica campestris* L.) aplicando el método de solventes y así comparar el rendimiento.
- ✓ Obtener productos procesados en al nabo silvestre (*Brassica campestris* L.)
- ✓ Investigar las posibles aplicaciones y usos que se le pueden dar al residuo procedente del proceso de extracción.

Referencias bibliográficas

- A.O.A.C. (2000). Official Methods of Analysis of A.O.A.C International; Agricultural Chemicals, Contaminants, Drugs. 17a Edición. Maryland. EE.UU.
- Acosta, I. (2015). Extracción de aceite de Chía (*Salvia Hispánica* L.) por el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico) de las regiones de Cusco y Arequipa. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
- American Oil Chemists Society - AOCS. (1993). AOCS Official Method Cd 3-25. Saponification Value of Fats and Oils. En Official Methods and Recommended Practices of the AOCS (p. 1200). Washington DC.
- Arias J. & López, N. (2015). Estabilidad oxidativa y perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de lino (*linum usitatissimum*) procedentes de corongo y otuzco, extraído por prensado en frío. Tesis para la obtención de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote – Perú.
- Autino, H. (2009). Prólogo. En temas selectos en aceites y grasas. Eds. JM Block y D Barrera Arellano, Editorial Blücher, San Pablo, Brasil.
- Bailey, A. (2001). Aceites y grasas industriales. (2da. Ed.). Edit. Reverté S.A. Barcelona, España.
- Barriga-Sánchez, M., Churata, A., & Tinoco, Ó. (2018). Optimización del rendimiento de la extracción de aceite de semillas de *Vitis vinifera* con CO₂ supercrítico. Revista de la Sociedad Química del Perú, 84(2), 217-227
- Beerens, P. (2007), Screw-pressing of *jatropha* seeds for fuelling purposes in less developed countries. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, países bajos.
- Bockisch, M. (1998). Extraction of vegetable oils. En Fats and oils handbook. AOCS Press, Champaign, USA.

- Cefla, K. (2015). Diseño de una planta para la extracción del aceite vegetal comestible de las semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) mediante prensado. Tesis de grado. Escuela Politecnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Chacón-Fernández, M. G., Hernández-Medel, M. R., Bernal-González, M., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M. C., & Solís-Fuentes, J. A. (2019). Composition, properties, stability and thermal behavior of tamarind (*Tamarindus indica*) seed oil. *Grasas y Aceites*, 70(4), 333. <https://doi.org/10.3989/gya.0928182>
- Cheftel, I. C., & H. Cheftel. (1976). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol.1. Ed. Acribia. Zaragoza - España, p.100 y 222.
- Conte, R., Gullich, L., Bilibio, D., Zanella, O., Bender, J. P., Carniel, N., & Priamo, W. L. (2016). Pressurized liquid extraction and chemical characterization of safflower oil: A comparison between methods. *Food chemistry*, 213, 425–430. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.111>
- Flores, J., (1989). Estudio morfoanatómico, fenológico y bromatológico de *Brassica campestris* L. / *Sisymbrium* I- (Cruciferae) de la zona urbana de Monterrey, N.L. México.
- Gil, A. (2010). Tratado de Nutrición, 2ª edición: tomo I (Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición) y tomo II (Composición y calidad nutritiva de los alimentos). Editorial Médica panamericana. Madrid.
- Goldberg, M. (2009). Química de los Alimentos Funcionales. Editorial Acribia. S. A. Zaragoza España. P 894-903.
- Hernández, Sandra A. y Zacconi, Flavia CM. (2009). Aceite de almendras dulces: extracción, caracterización y aplicación. *Química Nova*, 32 (5), 1342-1345. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000500044>
- Medina-Pizzali, M., Robles, P., Mendoza, M. & Torres, C. (2018). Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(1), 93-102. <https://dx.doi.org/10.17843/rpmpesp.2018.351.3604>

- Moreno, S., (1993). Estudio Morfoanotómico, Ecofisiológico y Bioquímico de especie silvestres del género *Phaseolus* en Nuevo León. Tesis de Maestría. F.C.B. UANL.
- Mostacero, J., Mejía, F. & Gamarra, O. (2009). *Fanerógamas del Perú: Taxonomía, utilidad y ecogeografía*. Edit. Graficart SRL. Trujillo, Perú.
- Navas P. B. (2009). Composición química del aceite virgen obtenido por extracción mecánica de algunas variedades de uva (*Vitis vinifera* L.) con énfasis en los componentes minoritarios [Chemical composition of the virgin oil obtained by mechanical pressing from several grape seed varieties (*Vitis vinifera* L.) with emphasis on minor constituents]. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 59(2), 214–219.
- Ohlson, R., (1985). *New Protein Foods. Vol.5, Seed Storage proteins* Ed. Altschul, AM. y Wileke.H.L. Academic Press, Inc. New York, U.S. A. Rapeseed. Pag. 339
- Pérez, L. (2008). Evaluación de cuatro temperaturas de prensado en la calidad del aceite virgen de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo, Perú.
- Pérez, L. F. (2008). Evaluación de cuatro temperaturas de prensado en la calidad del aceite virgen de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) (Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2634/Perez%20Romeiro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Piva, G. S., Weschenfelder, T. A., Franceschi, E., Cansian, R. L., Paroul, N., & Steffens, C. (2018). Linseed (*Linum usitatissimum*) Oil Extraction Using Different Solvents. *Food technology and biotechnology*, 56(3), 366–372. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.03.18.5318>
- Ríos Latorre, Jessica Paola; Salazar Luna, Dayana Estefanía. (2018). Diseño y construcción de un equipo para la extracción de aceite de Sésamo (*Sesamum*

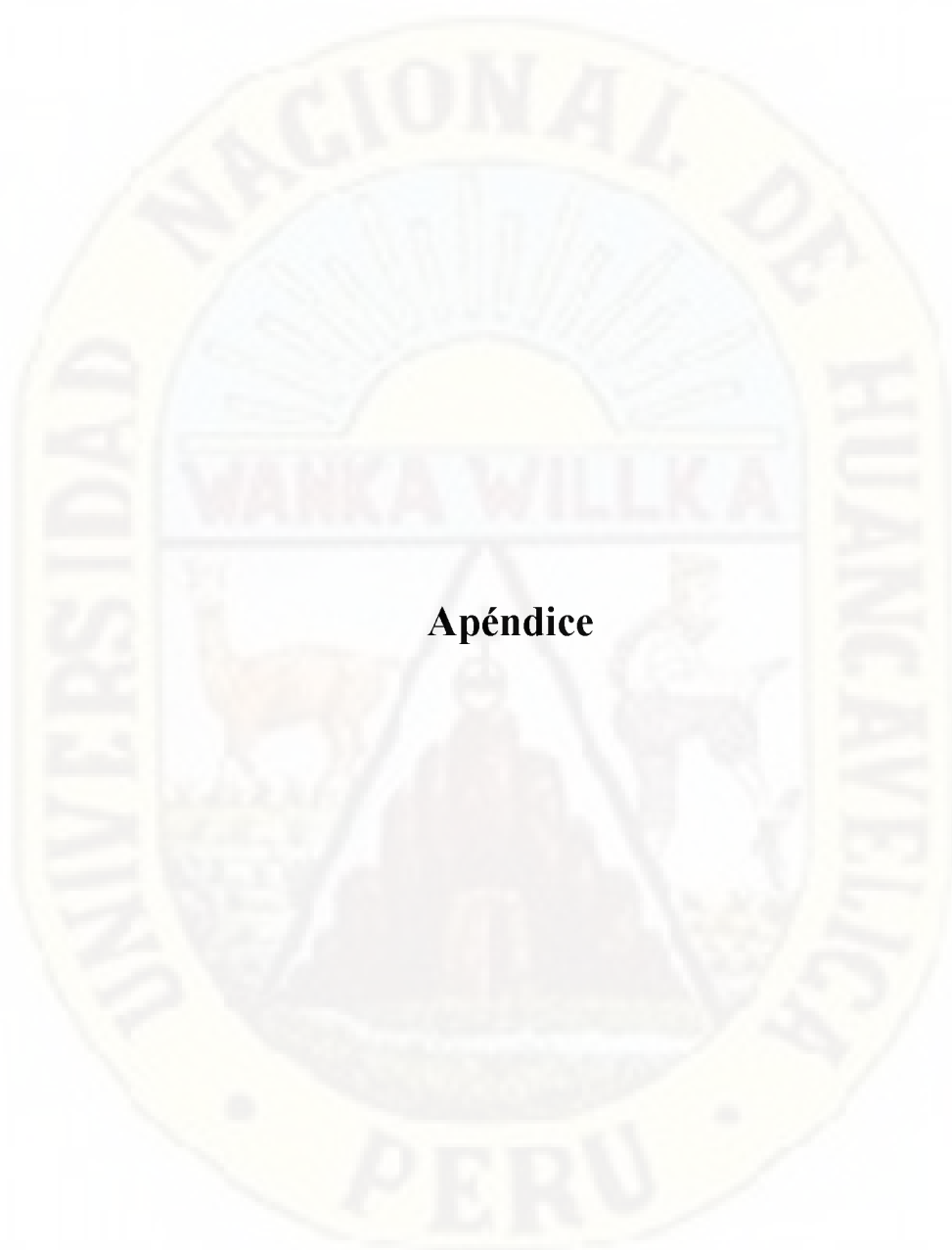
indicum) y Nuez (*Juglans regia*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba

Salazar, T. E. (1984). Datos auloecológicos de *Brassica campestris* L. (Cruciferae) en General Escobedo, N.L. México. Tesis Profesional. F.CB. U.A.N.L.

Sánchez, F. (2006). Extracción de aceites esenciales: experiencia colombiana, II Congreso internacional de plantas medicinales y aromáticas. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Bogotá.

Tabio, D., Díaz, Y., Rondón, M., Fernández, E., & Piloto, R. (2017). Extracción de aceites de origen vegetal. Recuperado de <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.11047.55201>

Vega, A. (2004). Guía para la elaboración de aceites comestibles, caracterización y procesamiento de nueces. Bogotá, Colombia.



Apéndice

Apéndice 1. Matriz de consistencia

“OBTENCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DEL NABO SILVESTRE (*Brassica campestris* L.) POR EL MÉTODO DE PRENSADO CONTINUO (EXPELLER) Y DISCONTINUO (HIDRÁULICO)”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	SUB INDICADOR	ACTIVIDADES Y PROTOCOLOS
¿Influirá el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico) en el rendimiento de obtención de aceite vegetal de semillas del nabo silvestre (<i>Brassica Campestris</i> L.)?	General Evaluar el mejor método de extracción de aceite vegetal de semillas del nabo silvestre (<i>Brassica campestris</i> L.), por el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico). Específico ➤ Determinar las propiedades químico proximal de las semillas del nabo silvestre. ➤ Extraer aceite vegetal de semillas del nabo silvestre por el método de prensado continuo (expeller) y discontinuo (hidráulico) y determinar el rendimiento del aceite vegetal. ➤ Determinar las propiedades fisicoquímicas del aceite vegetal obtenido.	Hi. Existe influencia significativa en el rendimiento de obtención de aceite vegetal de semillas del nabo silvestre por el método de prensado continuo (Expeller) y discontinuo (hidráulico).	Independiente Método de extracción. Dependiente Rendimiento del aceite vegetal.	➤ Tiempo de extracción. ➤ Temperatura de extracción. Volumen del aceite.	θ °C %, mL	Ámbito de estudio: Huancavelica – Acobamba. Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptivo Método de investigación: Deductivo - Inductivo

Apéndice 2. Testimonio fotográfico



Fotografía 1. Floración del nabo silvestre.



Fotografía 4. Filtrado del aceite de semilla de nabo silvestre.



Fotografía 2. Secado de la semilla del nabo silvestre.



Fotografía 5. Aceite extraído de semilla de nabo silvestre.



Fotografía 3. Extracción de aceite de semilla de nabo silvestre.



Fotografía 6. Análisis del aceite de semilla de nabo silvestre.

Apéndice 3. Certificados de los análisis.



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF. 248152 Anexo 214 Telefax 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0405 – LCC – UNCP - 2020

SOLICITANTE
DIRECCIÓN

: CESAR DE LA CRUZ CRISPÍN
: ACOBAMBA – HUANCAMELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO
ENVASE
TAMAÑO DE MUESTRA
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO
SOLICITUD DE SERVICIO

: ACEITE DE LA SEMILLA DEL NABO SILVESTRE
(*Brassica campestris* L)
: BOTELLA DE VIDRIO AMBAR
: 100 mL.
: 02/12/2020
: 14/12/2020
: N° 0405 - 2020

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
Índice de Peróxido (meq/Kg. de grasa presente en el producto)	6.38
Humedad (%)	0.12
Acidez expresada en ácido oleico (%)	0.015

MÉTODO DE ENSAYO
1. ÍNDICE DE PERÓXIDO NTP 209 006 1998
2. HUMEDAD NTP 209 004 1998
3. ACIDEZ NTP 209 005 1998

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIENDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZACIÓN DEL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 14 DE DICIEMBRE DEL 2020



Arturo Mallqui
LABORANTE DE CALIDAD
LCC - FAIIA - UNCP

Página 1/1

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0406 – LCC – UNCP - 2020

SOLICITANTE : CESAR DE LA CRUZ CRISPÍN
DIRECCIÓN : ACOBAMBA – HUANCAMELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : SEMILLA DEL NABO SILVESTRE
(*Brassica campestris L.*)
MARCA : S/M
ENVASE : BOLSA DE POLIETILENO
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 Kg
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 02/12/2020
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 14/12/2020
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0406 - 2020

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
HUMEDAD (%)	6.12
GRASA (%)	27.19
PROTEÍNA (%)	26.53
CENIZA (%)	4.08
FIBRA (%)	12.69
CARBOHIDRATOS (%)	23.39

MÉTODO DE ENSAYO

1. HUMEDAD : REF. NTP N° 205.002.1979
2. GRASA : REF. NTP N° 205.006.1980
3. PROTEÍNA : AOAC, 1990
4. CENIZA : REF. NTP N° 205.004.1979
5. FIBRA : REF. NTP N° 205.003.1980
6. CARBOHIDRATOS : CÁLCULO MATEMÁTICO

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO. LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZACIÓN DEL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 14 DE DICIEMBRE DEL 2020



Página 1/1

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias