



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



AT_2025-FFBB-094

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

Determinación de los componentes nutricionales de las semillas secas de *Moringa oleifera* (moringa) que crece en la provincia de Ica

Presentado por:

ARCE ROMERO PATRICIA NATIVIDAD

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **7%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20150789

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 07 de octubre de 2025

.....
Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Determinación de los componentes nutricionales de las semillas secas de *Moringa oleifera* (moringa) que crece en la provincia de Ica

Línea de investigación

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

BACH. PATRICIA NATIVIDAD ARCE ROMERO

Ica, Perú

2025

DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo constante, por sus enseñanzas y valores inculcados a lo largo de mi vida, que con humildad y mucho trabajo, lograron formarme profesionalmente, a ellos eternamente agradecidos.

AGRADECIMIENTOS

A mis doctores en general de mi hermosa facultad de farmacia y bioquímica, por su gran apoyo a lo largo de mi carrera, dándome a entender en cada clase escuchada lo hermoso que es esta carrera y su importancia profesional del Químico farmacéutico para el bienestar y salud de la sociedad.

A mi asesora por su apoyo constante durante la elaboración de mi proyecto de tesis.

Índice de contenidos

Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice.	
-Índice de contenidos	iv
-Índice de cuadros	v
- Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	22
2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación	22
2.2 Población y muestra	22
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
2.4 Análisis de datos	31
2.5 Aspectos éticos	32
III. RESULTADOS	33
IV. DISCUSIÓN	41
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES	46
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
VIII. ANEXOS	50

Índice de cuadros

Cuadro 1. Determinación de humedad	33
Cuadro 2. Determinación de cenizas totales	34
Cuadro 3. Determinación de proteína cruda	35
Cuadro 4. Determinación de grasas	35
Cuadro 5. Determinación de carbohidratos totales	36
Cuadro 6. Determinación de fibra	37
Cuadro 7. Determinación de celulosa	38
Cuadro 8. Determinación de hemicelulosa	38
Cuadro 9. Determinación de lignina	39

Índice de figuras

Figura 1. Certificación taxonómica	60
Figura 2. Fotos de laboratorio	

Resumen

Título: Determinación de los componentes nutricionales de las semillas secas de *Moringa oleifera* (moringa) que crece en la provincia de Ica.

Objetivo: Determinar los componentes nutricionales de las semillas secas de *Moringa oleifera* (moringa), que crece en la provincia de Ica.

Método: se realizó la recolección, selección, desecación, determinaciones a continuación se le sometió a determinaciones como la del rendimiento, análisis fisicoquímico.

Resultados: Cuadro N° 01, determinación del porcentaje de humedad, valores promedio de 33.05 a 34.14%. Cuadro N° 02, determinación de las cenizas, valores promedio de 1.13 a 1.17%. Cuadro N° 03, determinación de las proteínas, valores promedio de 18.69 a 18.97%. Cuadro N° 04, determinación de grasas valores promedio de 33.05 a 34.14%. Cuadro N° 05, determinación de carbohidratos totales, valores promedio de 52.12 a 52.14%. Cuadro N° 06, determinación de fibra valores promedio de 46.85 a 47.85%. Cuadro N° 07, determinación de celulosa de la muestra, valores promedio de 13.79 a 14.59%. Cuadro N° 08, determinación de hemicelulosa, valores promedio de 13.79 a 14.59%. Cuadro N° 09, determinación de lignina valores promedio de 11.40 a 11.89%. Cuadro N° 10, determinación de minerales (hierro y calcio) valores promedio de 80.00 a 81.33% para el primero y de 16.66 a 18.00% para el segundo.

Conclusiones: El consumo de estas especies de plantas en nuestra dieta puede proporcionar una fuente importante y equilibrada de nutrientes y tiene un bajo contenido de grasa.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, Moringa, leguminosas, componentes nutricionales.

Abstract

Title: Determination of the nutritional components of the dried seeds of *Moringa oleifera* (moringa) that grows in the province of Ica.

Objective: Determine the nutritional components of the dried seeds of *Moringa oleifera* (moringa), which grows in the province of Ica.

Method: collection, selection, drying, determinations were then subjected to determinations such as yield, physicochemical analysis.

Results: Table № 01, determination of the percentage of humidity, average values from 33.05 to 34.14%. Table № 02, determination of ashes, average values of 1.13 to 1.17%. Table № 03, determination of proteins, average values of 18.69 to 18.97%. Table № 04, determination of fats average values from 33.05 to 34.14%. Table № 05, determination of total carbohydrates, average values of 52.12 to 52.14%. Table № 06, determination of fiber average values from 46.85 to 47.85%. Table № 07, determination of cellulose in the sample, average values from 13.79 to 14.59%. Table № 08, determination of hemicellulose, average values from 13.79 to 14.59%. Table № 09, determination of lignin average values from 11.40 to 11.89%. Table № 10, determination of minerals (iron and calcium) average values from 80.00 to 81.33% for the first and from 16.66 to 18.00% for the second.

Conclusions: The consumption of these plant species in our diet can provide an important and balanced source of nutrients and has a low-fat content.

Keywords: *Moringa oleifera*, Moringa, legumes, nutritional components.

I. INTRODUCCIÓN.

La especie *Moringa oleifera*, originaria del subcontinente indio, se ha difundido ampliamente en regiones de África, Arabia, América del Sur, así como en diversas islas del Caribe y del Pacífico. Se caracteriza por su rápido crecimiento y alta adaptabilidad ecológica, ya que puede desarrollarse en una amplia variedad de condiciones climáticas e incluyendo diferentes tipos de suelo, niveles de precipitación, temperaturas y altitudes. Además, su propagación resulta sencilla (1)

El uso de *Moringa oleifera* en el ámbito de la salud ha estado, en gran medida, sustentado por el conocimiento empírico, la tradición oral y publicaciones de carácter general, más que por evidencia científica sólida. Esta situación plantea un desafío investigativo importante para los tres niveles del sistema de atención médica en Cuba. En este contexto, resulta valioso ofrecer una síntesis actualizada de los principales efectos beneficiosos de esta planta, especialmente dirigida al personal médico y de enfermería del primer nivel de atención. En dicho nivel, los productos derivados de la moringa podrían constituir un complemento útil a los tratamientos convencionales en el manejo de diversas patologías prevalentes en la población atendida (1).

El árbol *Moringa oleifera* ha sido utilizado tradicionalmente como fuente alimentaria para el ser humano, ya que prácticamente todas sus partes, vainas jóvenes, semillas maduras, tallo, flores, raíces y hojas, pueden emplearse en distintas preparaciones culinarias. En particular, las hojas destacan por su alto valor nutricional, ya que contienen entre un 20 y un 35 % de proteínas en base a peso seco. Además de su aporte proteico, estas hojas son una fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados, como el ácido alfa linolénico (2).

Asimismo, *Moringa oleifera* se considera una fuente nutricional completa, ya que sus hojas contienen una amplia variedad de vitaminas esenciales como A, B, C, D y E. Además, aportan aminoácidos como la metionina, y minerales clave para la salud humana, entre ellos fósforo, calcio, hierro, zinc y potasio. También presenta un alto contenido de compuestos bioactivos, destacando los carotenoides como el β -caroteno y las xantinas, que contribuyen a su potencial antioxidante y protector frente a diversas enfermedades (3).

Moringa oleifera es una planta con un alto potencial para contribuir a la seguridad alimentaria, debido a su capacidad para prevenir enfermedades relacionadas con la deficiencia de macronutrientes y micronutrientes, tales como proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas. Todas las partes de la planta poseen valor nutricional y medicinal. Las hojas, tallos, flores y semillas son comestibles, presentan un sabor agradable y pueden ser consumidas tanto crudas como cocidas en diversas preparaciones. Las vainas, por su parte, no solo se emplean como alimento, sino también como fertilizante y en aplicaciones medicinales.

En cuanto a sus propiedades, estas se extienden a diversas partes de la planta, incluyendo hojas, flores, corteza, goma y raíces. Las semillas destacan por contener aproximadamente un 40 % de aceite de alta calidad, con una textura no demasiado viscosa, sabor ligeramente dulce, y una

composición rica en ácido oleico (73 %), similar al aceite de oliva. Esta composición contribuye a su valor funcional y refuerza su utilidad en la prevención de enfermedades asociadas a deficiencias nutricionales.

Por lo tanto, se deben realizar esfuerzos para brindar a estos pequeños productores alternativas alimentarias viables desde el punto de vista nutricional y económico, promoviendo el uso de plantas que tradicionalmente no han tenido uso en sus tierras. Por su alto contenido proteico, el uso de semillas de Moringa en concentrados para consumo avícola contribuirá al desarrollo económico de los pequeños productores garantizando al mismo tiempo la seguridad alimentaria de sus familias.

-Descripción de la realidad problemática.

En los últimos años, la necesidad de identificar y aprovechar fuentes alternativas de nutrientes se ha intensificado debido a los desafíos que enfrenta la seguridad alimentaria a nivel global y local. La provincia de Ica, ubicada en la región costera sur del Perú, no es ajena a estos retos. A pesar de su potencial agrícola, persisten problemas relacionados con el acceso limitado a alimentos balanceados de origen vegetal con alto valor nutricional, especialmente entre pequeños productores y comunidades rurales.

En este contexto, *Moringa oleifera*, una planta originaria del subcontinente indio, ha captado la atención por su notable perfil nutricional. Cada una de sus partes es aprovechable y posee un alto valor alimentario y medicinal. Particularmente, las semillas secas contienen un significativo porcentaje de aceite comestible de alta calidad (hasta un 40%), con alto contenido de ácido oleico (alrededor del 73%), lo que le confiere propiedades similares al aceite de oliva. Sin embargo, a pesar de su potencial, la investigación sobre las propiedades nutricionales de *Moringa oleifera* cultivada en el Perú es limitada. La mayoría de los estudios disponibles se han realizado en otras regiones del mundo, lo que impide extrapolar con precisión sus resultados a las condiciones edafoclimáticas del país (4). Particularmente, en la provincia de Ica, no existen datos específicos sobre la composición nutricional de las semillas de moringa cultivadas localmente.

Esta falta de información representa una oportunidad para investigar científicamente las propiedades específicas de la moringa cultivada en suelo iqueño.

-Antecedentes

Bucardo et al (5). en su estudio monográfico “*Inclusión de harina de hoja de Marango (Moringa oleifera) como alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo*”, En el marco de la búsqueda de alternativas sostenibles en la alimentación animal, se desarrolló un estudio cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la inclusión de harina de hoja de *Moringa oleifera* (marango) en dietas para pollos de engorde, considerando su impacto sobre el comportamiento productivo, el tracto gastrointestinal (TGI) y la calidad de la canal (CC). Las variables evaluadas

incluyeron el consumo de alimento, ganancia media diaria (GMD), peso final (PF), peso de canal (PC), rendimiento de canal (RC) y conversión alimenticia (CA). El experimento se llevó a cabo con un total de 210 aves de la línea Cobb 500, con un peso promedio inicial de 30.09 ± 0.5 g. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), distribuido en tres tratamientos con siete repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron los siguientes: T1 (grupo control con dieta comercial), T2 (dieta con 5 % de harina de hoja de moringa) y T3 (dieta con 10 % de harina de hoja de moringa). Los datos obtenidos fueron analizados mediante el procedimiento PROC ANDEVA utilizando el software estadístico SAS® versión 9.1; las comparaciones entre medias se realizaron mediante la prueba de Tukey. Los resultados mostraron que no existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos en las variables de consumo de alimento, GMD, PF, PC y RC. Sin embargo, en la conversión alimenticia (CA), se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), donde el grupo T1 (1.60) superó a T3 (1.79), mientras que T2 (1.64) no difirió estadísticamente del control. Por otra parte, la evaluación de la morfometría del tracto gastrointestinal no reveló efectos adversos asociados a la inclusión de la harina de moringa en las dietas. En relación con la calidad de la canal, no se identificaron diferencias significativas, aunque se reportó una mejor aceptación sensorial de las canales procedentes de los tratamientos T2 y T3. Finalmente, el análisis económico del experimento indicó que el tratamiento T2 constituye una alternativa rentable frente a las dietas comerciales tradicionales, generando mayores márgenes de utilidad sin comprometer el rendimiento final de las aves. Estos hallazgos respaldan el uso de la harina de hoja de *Moringa oleifera* como un insumo viable y funcional en la alimentación avícola, especialmente en sistemas de producción que buscan reducir costos sin sacrificar eficiencia productiva.

Lago et al (6), en estudio reciente “*Caracterización y uso de la cáscara de semillas de moringa oleifera como salvado en la fortificación de mini panqués*” tuvo como objetivo evaluar el uso de la cáscara de semillas de *Moringa oleifera* para la obtención de salvado y su aplicación en la fortificación de mini panqués, con el fin de desarrollar un producto alimenticio enriquecido nutricionalmente y aceptado sensorialmente por los consumidores. Para ello, el salvado fue obtenido mediante molienda en molino de cuchillas con tamiz de 2,0 mm. Su caracterización fisicoquímica se realizó a través de espectroscopía de infrarrojo cercano, análisis de minerales y metales pesados mediante el método PT-AQ-23, y determinación de humedad por método gravimétrico. En la elaboración de los mini panqués, se ensayaron tres concentraciones de salvado (1 %, 3 % y 5 % en base al peso), evaluando la aceptabilidad sensorial mediante una escala hedónica facial de 5 puntos. Los resultados mostraron que la humedad de las semillas permaneció estable tras 144 horas de secado solar, mientras que los análisis microbiológicos del salvado fueron satisfactorios. La caracterización nutricional evidenció un alto contenido de macronutrientes. Además, las pruebas sensoriales indicaron una buena aceptación del sabor en todas las formulaciones evaluadas, lo que sugiere viabilidad sensorial del producto final. Como conclusión, se determinó que el salvado derivado de la

cáscara de las semillas de *Moringa oleifera* es un ingrediente funcional eficaz para incrementar el valor nutricional de productos de panificación como los mini panqués, logrando un producto final de calidad, con buena aceptación por parte del consumidor. Este estudio evidencia el potencial de la *Moringa oleifera* como una alternativa de fortificación alimentaria accesible y sostenible, especialmente útil en contextos donde se requiere combatir deficiencias nutricionales con insumos de bajo costo.

Almora et al (7). En su estudio “*El salvado de cáscara de semillas de moringa oleifera mejora la calidad nutricional y sensorial de la galleta panadera*”, cuyo propósito fue desarrollar productos de panadería funcionales, un estudio reciente tuvo como objetivo evaluar el efecto del salvado proveniente de la cáscara de semillas de *Moringa oleifera* en la elaboración de galletas panaderas, considerando tanto su impacto nutricional como la aceptación sensorial del producto final. El salvado se obtuvo durante el proceso de descascarado de las semillas, sometándose a lavado, secado y posterior molienda. Se formularon tres mezclas de harinas compuestas, combinando salvado de moringa con harina de trigo en proporciones de 5 %, 10 % y 15 %. Se realizaron análisis microbiológicos y caracterización fisicoquímica mediante espectroscopía de infrarrojo cercano, así como una evaluación sensorial aplicando una prueba hedónica de siete puntos a 109 consumidores no entrenados. Los análisis microbiológicos confirmaron la inocuidad del salvado procesado. El análisis proximal del salvado reveló un contenido elevado de fibra (37,21 %), proteína (22,97 %), grasa (13,09 %), carbohidratos (12,64 %), cenizas (7,04 %) y humedad (5,82 %). Tras el horneado de las galletas, los valores nutricionales se mantuvieron positivos, con un contenido de proteína entre 9,01 y 9,59 %, grasa entre 11 y 13,27 %, fibra de 4,33 a 6,21 %, y almidón entre 57,62 y 59,04 %. En la evaluación sensorial, las galletas con 5 % de salvado obtuvieron la mayor aceptación, con un 67,89 % de los consumidores ubicándolas en la categoría "Me gusta" y un 51,38 % expresando preferencia por esta formulación. Los resultados permitieron concluir que la incorporación de salvado de cáscara de semillas de *Moringa oleifera* en la formulación de galletas panaderas mejora significativamente su perfil nutricional sin comprometer su aceptación sensorial, especialmente a niveles de inclusión moderados (5 %). Esto evidencia su potencial como ingrediente funcional para el desarrollo de alimentos fortificados, accesibles y con valor agregado.

Paredes (8) en su estudio “*Elaboración de fideos tipo tallarín a partir de diferentes proporciones de mezclas de harinas: Trigo (Triticum aestivum L.), Moringa (Moringa oleifera lam.) y Pan de árbol (Artocarpus altilis.)*”, tuvo como objetivo general evaluar la elaboración de fideos tipo tallarín a partir de distintas proporciones de mezclas de harinas de trigo (*Triticum aestivum L.*), moringa (*Moringa oleifera Lam.*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*), con el fin de determinar su viabilidad nutricional, tecnológica y sensorial. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos (T1 a T5) y tres repeticiones por tratamiento. Cada formulación fue evaluada a partir de parámetros físicos, químicos, sensoriales y microbiológicos. En cuanto a las propiedades físicas

medibles, el tratamiento T5 presentó el mayor porcentaje de sedimentación (40%) y capacidad de hinchamiento (643 cm³), lo que refleja una buena capacidad de absorción y expansión. En el análisis químico proximal, este mismo tratamiento obtuvo los valores más altos de proteína (74,12%), cenizas (1,64%), y una humedad del 12,20%, mientras que el contenido de grasa fue de 0,87%. Por otro lado, el T1 destacó por su mayor tolerancia a la cocción (19 minutos), ganancia de peso (103%) e incremento de superficie (1,33 mm). No obstante, fue el tratamiento con menor contenido nutricional, con valores de proteína (14,53%), grasa (0,51%) y fibra (0,76%) considerablemente inferiores. Desde el punto de vista sensorial, el tratamiento T2 obtuvo la mejor aceptación organoléptica en cuanto a color, olor, sabor y pegajosidad, mientras que T1 y T2 destacaron en firmeza y elasticidad, de acuerdo con la prueba no paramétrica de Friedman. En el análisis microbiológico, se observó únicamente la presencia de algunas colonias de coliformes, sin representar un riesgo significativo. Estos hallazgos sugieren que el uso combinado de harinas no convencionales como la de moringa y pan de árbol puede mejorar el perfil nutricional y mantener características sensoriales deseables en productos de pasta, especialmente en formulaciones equilibradas como las observadas en T2. La investigación demuestra el potencial de estos ingredientes alternativos como base para productos alimentarios funcionales y aceptables para el consumidor.

-Justificación teórica

Moringa oleifera Lam, especie originaria del norte de la India, ha despertado creciente interés por su perfil nutricional, su adaptabilidad ecológica y su potencial como cultivo multipropósito en regiones de clima tropical y subtropical. En el contexto de la seguridad alimentaria y nutricional, las semillas secas de *Moringa oleifera* representan una fuente prometedora de proteínas, lípidos, minerales y compuestos bioactivos, cuyos beneficios han sido reportados en diversos estudios (4). El análisis proximal de las hojas de *Moringa oleifera* indicó un elevado contenido de proteínas, con valores que fluctuaron entre 22,99 % y 29,36 %. En contraste, se observaron niveles reducidos de grasa (4,03–9,51 %), fibra (6,00–9,60 %) y ceniza (8,05–10,38 %). Asimismo, las hojas frescas mostraron una considerable concentración de vitamina C, la cual varió entre 187,96 y 278,50 mg por 100 gramos. En cuanto a los minerales, el calcio se encontró en un rango de 1,322 % a 2,645 %, el fósforo entre 0,152 y 0,304 g/100 g, y el potasio entre 1,317 y 2,025 g/100 g (9).

No obstante, la composición nutricional de la *Moringa oleifera* puede variar significativamente en función de las condiciones agroecológicas del lugar de cultivo. En este sentido, la provincia de Ica (Perú) ofrece un entorno favorable para el desarrollo de este cultivo, aunque hasta el momento no se dispone de estudios sistemáticos que determinen los componentes nutricionales específicos de las semillas cultivadas en esta región. Esta falta de información limita su aprovechamiento racional como insumo alimentario local. Por ello, se justifica la necesidad de realizar una caracterización nutricional detallada de las semillas de *Moringa oleifera* cultivadas en la provincia de Ica, con el

objetivo de establecer su valor como fuente alternativa de nutrientes, fomentar su uso en programas de seguridad alimentaria y aportar evidencia científica que respalde su incorporación en la industria alimentaria regional.

-Justificación Práctica

La provincia de Ica presenta condiciones agroclimáticas que favorecen el cultivo de *Moringa oleifera*, una planta reconocida mundialmente por su alto valor nutricional y su potencial para contribuir a la seguridad alimentaria. Sin embargo, la ausencia de estudios específicos sobre la composición nutricional de las semillas secas de moringa en esta región limita el aprovechamiento integral de este recurso local. Determinar con precisión los componentes nutricionales de las semillas permitirá generar información confiable y específica que puede ser utilizada por diversos actores, desde productores agrícolas hasta la industria alimentaria y los programas de nutrición pública.

La caracterización nutricional detallada facilitará el desarrollo de productos alimenticios enriquecidos y suplementos nutricionales adaptados a las necesidades de la población regional, contribuyendo a la reducción de deficiencias nutricionales comunes en zonas vulnerables. Asimismo, esta información será clave para promover el cultivo y consumo de moringa como alternativa económica sostenible para pequeños agricultores, fomentando la diversificación productiva y generando oportunidades de desarrollo local.

Por lo tanto, esta investigación proveerá una base científica sólida que permitirá maximizar el uso de la moringa como recurso alimenticio en la provincia de Ica, apoyando estrategias integrales de seguridad alimentaria, salud pública y desarrollo rural sostenible.

-Justificación metodológica

La presente investigación se enmarca dentro del tipo básico, dado que busca generar conocimiento fundamental sobre la composición nutricional de las semillas secas de *Moringa oleifera* que crece en la provincia de Ica, sin pretender una aplicación inmediata, pero sentando las bases científicas para futuros desarrollos. El enfoque exploratorio resulta adecuado debido a que existe limitada información específica sobre las características nutricionales de las semillas en esta región, lo que obliga a una indagación inicial que permita describir sus propiedades y detectar variables relevantes para posteriores estudios.

Asimismo, el nivel explicativo es pertinente porque no solo se pretende identificar los componentes nutricionales, sino también analizar la relación entre factores bioquímicos y físicos presentes en las semillas, contribuyendo así a una mejor comprensión de su potencial nutricional y funcional. El diseño experimental es apropiado para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados, ya que permite controlar variables y aplicar procedimientos

sistemáticos y repetibles en la obtención y análisis de las muestras.

En conjunto, esta metodología combina la exploración inicial con el análisis riguroso y controlado, asegurando un abordaje integral que optimiza la generación de conocimientos sólidos y útiles para posteriores investigaciones aplicadas y desarrollo de productos basados en *Moringa oleifera*.

-Importancia

Como importante sustituto de alimentos, es un recurso natural disponible para el ser humano debido a su aporte nutricional y energético que se encuentra en proteínas, vitaminas y minerales para las necesidades nutricionales.

-Problema principal

¿Cuáles serán los componentes nutricionales de las semillas secas de *Moringa oleifera* (moringa), que crece en la provincia de Ica?

-Problemas secundarios

- ¿Cuál será el resultado del análisis físico de las semillas secas de *Moringa oleifera* (moringa), que crece en la provincia de Ica?
- ¿Cuál será el resultado del análisis químico de las semillas de *Moringa oleifera* (moringa), que crece en la provincia de Ica?

-Objetivo general

Determinar los componentes nutricionales de las semillas secas de *Moringa oleifera* (moringa), que crece en la provincia de Ica.

-Objetivos específicos

- Realizar el análisis físico de las semillas de *Moringa oleifera* (moringa), que crece en la provincia de Ica.
- Realizar el análisis químico de las semillas de *Moringa oleifera* (moringa), que crece en la provincia de Ica.

-Hipótesis y Variables de la Investigación.

El presente trabajo de investigación por ser exploratorio-explicativo. No amerita hipótesis

-Bases Teóricas

Moringa oleifera

Moringa oleifera, perteneciente a la familia Moringáceas, es reconocida como un remedio efectivo contra la desnutrición debido a su alto contenido en fitoquímicos esenciales presentes en sus hojas, vainas y semillas. Esta planta supera ampliamente a varios alimentos comunes en nutrientes: contiene siete veces más vitamina C que las naranjas, diez veces más vitamina A que las zanahorias, diecisiete veces más calcio que la leche, nueve veces más proteínas que el yogur, quince veces más potasio que los plátanos y veinticinco veces más hierro que las espinacas. Su facilidad de cultivo la convierte en una alternativa sostenible para combatir la desnutrición, empleada en países como Senegal y Benín para tratar a niños. Además, la moringa es rica en fitoesteroles como estigmasterol, sitosterol y kampesterol, que actúan como precursores hormonales y favorecen la producción de leche materna al estimular la generación de estrógenos. Así, se usa para mejorar la nutrición en niños menores de tres años y para apoyar a mujeres embarazadas, ya que seis cucharadas de su polvo cubren sus requerimientos diarios de hierro y calcio (10).

Los árboles de *Moringa* son reconocidos por su efectividad para combatir la desnutrición en bebés y madres lactantes, siendo promovidos por organizaciones como Trees for Life y Church World Service como una fuente natural de nutrición para zonas tropicales. Sus hojas pueden consumirse frescas, cocidas o en polvo seco sin perder valor nutricional, y su capacidad para mantenerse verdes al final de la estación seca las hace especialmente valiosas cuando otros alimentos escasean. Estudios y testimonios en África occidental destacan que las hojas de *Moringa* contienen más vitaminas y minerales clave que alimentos comunes como zanahorias, leche y espinacas, además de proteínas de alta calidad. Aunque su valor nutricional es ampliamente aceptado, se subraya la necesidad de realizar estudios clínicos controlados para confirmar sus beneficios en la salud, especialmente en casos de desnutrición severa (11).

La moringa es una planta utilizada tradicionalmente para prevenir una serie de enfermedades asociadas a la deficiencia de proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas.

Actualmente, su investigación se centra en solucionar problemas de seguridad alimentaria. Todas las partes de la planta tienen valor nutricional y medicinal, ya que sus hojas, tallos, flores y semillas son comestibles y tienen un sabor agradable, se pueden comer crudas o cocidas de diversas formas, las vainas se pueden utilizar como alimento, fertilizante y medicina.

Moringa oleifera es un árbol perenne de hoja caduca perteneciente a la familia Moringaceae, originario del subcontinente indio y actualmente cultivado de forma extensiva en regiones tropicales y subtropicales de Asia, África y América Central. Esta especie no solo tiene un uso ornamental, sino que también posee un notable valor económico, ya que casi todas sus partes (hojas, raíces y semillas) son aptas para el consumo humano. Gracias a su rica composición en compuestos bioactivos, se le

atribuyen múltiples propiedades farmacológicas, entre ellas efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antidiabéticos, hipolipemiantes, anticancerígenos y antibacterianos. Debido a estas características, *Moringa oleifera* ha sido ampliamente reconocida como el "árbol milagroso" y ha generado un creciente interés a nivel global, evidenciado por el notable aumento en la cantidad de publicaciones científicas sobre esta especie en la última década (12).

Uso de la Moringa

Diversas partes de *Moringa oleifera* han sido tradicionalmente utilizadas con múltiples fines. Las hojas, flores, frutos, corteza y raíces se han empleado en la medicina natural para el tratamiento de afecciones como inflamaciones, parálisis e hipertensión. Las semillas, por su parte, destacan por sus propiedades coagulantes y antimicrobianas. Estas pueden utilizarse tanto como fuente de aceite como en forma de condimento (por ejemplo, en polvos de curry), y se aplican en la clarificación de aguas residuales. De las semillas se extrae entre un 38 y un 40 % de un aceite no secante, conocido como aceite de Ben, utilizado en la industria artesanal y como lubricante en relojería y maquinaria de precisión. Este aceite es claro, dulce, inodoro, y posee una notable estabilidad oxidativa, lo que le impide enranciarse. Además, puede emplearse como aderezo alimentario debido a su sabor agradable y alto valor nutricional, presentando características fisicoquímicas similares al aceite de oliva, lo que lo posiciona como un posible sustituto económico del mismo. También tiene aplicaciones en la industria cosmética, particularmente en la elaboración de perfumes y productos capilares (13).

Más allá de sus usos alimentarios e industriales, *Moringa oleifera* ha sido empleada como agente limpiador, fertilizante, coagulante de miel, pesticida natural, fuente de goma y materia prima para pulpa de papel. En el ámbito agrícola, se utiliza en sistemas agroforestales (como cultivos en callejones), en la producción apícola, en prácticas de conservación del suelo, y en la elaboración de cuerdas y curtido de pieles, gracias al tanino que contiene. Su resistencia a la sequía, rápido crecimiento, elevado contenido nutricional y su potencial para combatir la desnutrición en regiones en desarrollo refuerzan su reputación como el "árbol milagroso" (13).

En nuestro país la investigación sobre la "Moringa" es realizada por el Departamento de Salud Pública de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con la cooperación financiera y técnica del gobierno de Austria, con la coordinación y apoyo de Sucher y Holzer. El Ministerio de Salud Pública realiza investigaciones y aplicaciones para el aprovechamiento de los recursos de biomasa nacional.

Propiedades nutricionales de la Moringa

En el contexto de su aprovechamiento como alimento humano, *Moringa oleifera* se destaca por su excepcional perfil nutricional, lo que la posiciona como uno de los vegetales perennes más completos. Todas las partes de la planta presentan aplicaciones tanto alimentarias como

medicinales. Las semillas, por ejemplo, han demostrado utilidad como floculantes naturales en procesos de purificación de agua, además de emplearse en medicina tradicional y como fuente de aceite vegetal. Las vainas también son consumidas como alimento, utilizadas como fertilizante y reconocidas por sus propiedades terapéuticas, al igual que las flores, hojas, corteza, goma y raíces. En particular, las hojas de *Moringa oleifera* contienen aproximadamente 6,7 g de proteína por cada 100 g, lo que equivale al contenido proteico de un huevo y duplica el de la leche. Asimismo, superan en más de cuatro veces la concentración de vitamina C presente en las naranjas, duplican el contenido de vitamina A de las zanahorias y cuadruplican la cantidad de calcio de la leche. Además, son fuente significativa de hierro, potasio, fósforo, magnesio y otros micronutrientes esenciales. Este perfil nutricional sugiere que el consumo de *Moringa oleifera* podría contribuir significativamente a la mitigación de la inseguridad alimentaria y a la prevención de enfermedades asociadas a deficiencias de proteínas, vitaminas, minerales, carbohidratos y lípidos (14).

Usos Alimentarios

Moringa oleifera es valorada como forraje de alta calidad para diversas especies animales, incluyendo ganado ovino, bovino, aves y peces. Sus hojas frescas presentan un perfil nutricional sobresaliente, con niveles elevados de vitaminas A y C, calcio, potasio, hierro y proteínas, superando a muchos alimentos convencionales. También son fuente de aminoácidos esenciales como metionina, cisteína y lisina, en proporciones cercanas a las recomendaciones de organismos internacionales como la OMS y FAO. Aunque sus beneficios nutricionales están bien documentados, se debe tener precaución con la información difundida en línea, ya que algunas afirmaciones pueden estar exageradas. Las hojas y vainas se consumen crudas o cocidas, pero su aceptación varía según la cultura. En la alimentación humana, la moringa representa una alternativa prometedora y rentable para combatir la desnutrición, especialmente en mujeres lactantes y niños. Su alto contenido de vitamina A ha sido aprovechado en programas de salud pública, como en Malawi, donde se utiliza para prevenir la ceguera infantil causada por su deficiencia (15).

Usos químicos

Una de las aplicaciones industriales más relevantes de *Moringa oleifera* es el uso de sus semillas como coagulante natural en procesos de potabilización del agua. Estas semillas contienen compuestos activos capaces de clarificar aguas con distintos niveles de turbidez, lo que permite su utilización en contextos domésticos, especialmente en comunidades rurales de países en desarrollo, por tratarse de una tecnología económica y de fácil implementación. Estudios como el de Ndabigengesere y Narasiah (1998) han demostrado que la coagulación con extractos de *M. oleifera* no altera significativamente parámetros fisicoquímicos del agua tratada, aunque incrementa el contenido de materia orgánica. Por esta razón, se recomienda purificar las proteínas activas antes de su uso generalizado. La semilla también ha mostrado eficacia en la remoción de contaminantes

específicos, como el laurilsulfato de sodio, alcanzando eficiencias de eliminación cercanas al 80 %. En aguas con baja turbidez, su desempeño como coagulante ha sido comparable al del sulfato de aluminio, aunque con menor eficiencia, destacándose por ser una alternativa más sostenible ambientalmente (16).

Además, el aceite extraído de sus semillas presenta un rendimiento del 38–40 % y se ha evaluado como materia prima para la producción de biodiesel. Estudios indican que los ésteres metílicos derivados del aceite de *Moringa oleifera* exhiben un elevado número de cetano (67), lo cual es superior al de otros aceites vegetales utilizados en biodiesel, haciendo viable su uso como sustituto parcial del diésel fósil (16).

Condiciones de cultivo de Moringa

Moringa oleifera presenta una notable plasticidad ecológica, lo que le permite adaptarse a diversas condiciones ambientales. Aunque puede sobrevivir durante periodos de escasa disponibilidad hídrica, su producción de follaje disminuye significativamente bajo estas circunstancias. En condiciones óptimas de humedad y nutrientes, la planta puede alcanzar hasta tres metros de altura en un periodo de nueve meses. No obstante, es sensible a suelos con problemas de encharcamiento o inundación. Según Reyes (2006), esta especie tolera precipitaciones anuales entre 500 y 1500 mm y puede desarrollarse en suelos con un pH de 4,5 a 8, evitando preferentemente las arcillas pesadas y mostrando mejor crecimiento en suelos neutros o ligeramente ácidos (17).

Otros usos de la Moringa Oleífera

La *Moringa oleifera* tiene otros usos como floculante natural, fuente de energía, fuente de materias primas celulósicas y aplicaciones de hormona de crecimiento vegetal que están bajo investigación. (8)

Producción de etanol

Para producir 10 megavatios de electricidad, 80 toneladas de material proteico y 16.000 litros de alcohol al día, es necesario regar 1.500 hectáreas de Moringa.

En comparación, el eucalipto requiere alrededor de 8.000 hectáreas para producir la misma cantidad de energía, y sus árboles comienzan a producir entre 3 y 5 años después de ser plantados, mientras que la moringa puede comenzar a producir 45 días después de la germinación.

Producción de semillas oleaginosas/biodiesel

Frutos si el árbol tiene más de un año y el cultivo se cultiva para producción de semillas/aceite o alimentos humanos (en este caso 500/700 semillas/planta por hectárea con un rendimiento aproximado de 2100 kg) por cosecha por año Semillas), vainas 20 o 40 cm de largo y 2 ó 3 cm de diámetro, que contienen semillas de ensayo semicilíndricas o en forma de panal que, una vez secas en estado maduro, contienen un 40% de semillas muy Aceites finos comestibles y 70% de oleína, también proporciona una alternativa para la producción de biodiesel.

Producción de forrajes para consumo humano y/o alimentación animal

Luego de 30 días de germinación, cuando el propósito de la plantación es producir alimento para animales o para consumo humano (en este caso se siembran 1.000.000 de semillas por hectárea), las plántulas pueden alcanzar una altura de 0,80 metros.

A esta edad, los análisis de alimentos arrojan un contenido de proteína de 29.34%, un contenido de grasa de 5.86% y un contenido de fibra de 15% en plantas cultivadas en una determinada localidad de Melgar, Arequipa y en nuestro vivero Acacias Meta Plantas cultivadas (bolsas) contenidas. 29,34% de proteínas, 5,86% de grasas y 15% de fibra a los 40 días. Absorber nutrientes. tierra. Cortar el alimento fresco 8 veces al año redujo la productividad a aprox. 10 toneladas/hectárea/terreno de siega. Posteriormente se comprobó que el día de corte más conveniente para la producción de biomasa es 45 días. Disminuye las proteínas y aumenta la fibra.

Deshidratación de semillas

Como todos los forrajes, la Moringa del mismo cultivo debe deshidratarse antes de entregarse al ganado para reducir el contenido de humedad y aumentar el contenido de proteínas, grasas, fibras y cenizas. Se sabe que cuando el ganado come forrajes con mayor contenido de humedad, sus excrementos se vuelven demasiado acuosos y pierden peso que habrían ganado en buenos pastos. Cabe señalar que los datos de los análisis de alimentos siempre se refieren a materia seca (MS). Si el contenido de proteínas en el heno es del 89,66%, lo que corresponde al 21%, en el forraje fresco el contenido de proteínas es sólo del 4,7%. Mientras que el contenido de fibra de la materia seca es del 33,52%, el contenido de fibra de los alimentos frescos es sólo del 7,5%.

Avicultura

Las granjas avícolas están diseñadas para producir huevos y carne. Se encuentran en casi todas partes del mundo y proporcionan una forma aceptable de proteína animal para la mayoría de las personas. Durante la última década, muchos países en desarrollo han introducido la cría intensiva de aves de corral para satisfacer la demanda de proteína animal. La avicultura intensiva se considera una forma de aumentar rápidamente el suministro de proteína animal a la población urbana en rápido crecimiento:

Las aves pueden adaptarse a la mayoría de los entornos, son relativamente económicas, se reproducen rápidamente y son muy productivas.

Las aves en sistemas industriales se alojan para crear condiciones óptimas de temperatura y luz, y el fotoperiodo se controla para maximizar la producción.

Operacionalización de variables

Variable Independiente.		
Semilla seca de <i>Moringa oleifera</i>		
Variables Dependientes.	Indicador.	Índice.
Análisis físicos	Humedad	Porcentaje
Análisis químico	Cenizas (minerales)	Porcentaje
	Proteínas	Porcentaje
	Carbohidratos	Porcentaje
	Fibra	Porcentaje
	Celulosa	Porcentaje
	hemicelulosa	Porcentaje
	Lignina	Porcentaje

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación.

Tipo de investigación:

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que busca generar conocimientos dirigidos a la solución de un problema concreto: la evaluación del perfil nutricional de las semillas secas de *Moringa oleifera* cultivadas en la provincia de Ica, con el objetivo de valorar su potencial uso en la alimentación humana o animal, y su contribución a la seguridad alimentaria local.

Nivel de investigación:

El presente estudio se sitúa en un nivel descriptivo-explicativo. Es descriptivo porque se encarga de identificar, caracterizar y cuantificar los componentes nutricionales presentes en las semillas secas de *Moringa oleifera* cultivadas en la provincia de Ica, proporcionando información detallada sobre su contenido de proteínas, grasas, vitaminas, minerales, entre otros. Al mismo tiempo, es explicativo, ya que busca analizar y comprender las posibles causas o factores que influyen en la composición nutricional observada, considerando las condiciones edafoclimáticas propias de la región, así como su impacto en la calidad y valor nutricional de las semillas. De esta manera, se pretende no solo describir los nutrientes presentes, sino también establecer relaciones causales entre las condiciones de cultivo y los resultados obtenidos.

Diseño de investigación:

El diseño de esta investigación es de tipo experimental, ya que se trabaja con muestras de semillas secas de *Moringa oleifera* cultivadas en la provincia de Ica, sometidas a análisis de laboratorio para determinar su composición nutricional bajo condiciones controladas. A través de la manipulación deliberada de las variables de análisis (por ejemplo, métodos de secado, molienda, o técnicas analíticas aplicadas), se busca observar y medir con precisión los efectos en los niveles de nutrientes. Este diseño permite establecer relaciones entre las características físicas y químicas del entorno de cultivo y los componentes nutricionales de las semillas, contribuyendo a una interpretación más profunda de los factores que afectan su calidad alimentaria.

2.2 Población y muestra

Población:

La especie *Moringa oleifera* (*moringa*) que crece en la Provincia de Ica.

Muestra

Las semillas de la especie *Moringa oleifera* (*moringa*) que fueron tomados de la población en estudio, se llevó al laboratorio 3kg, de muestra quedando para la investigación 2kg.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

-Toma de muestra:

La recolección de las semillas de *Moringa oleifera* se realizó en horas de la mañana, seleccionando únicamente aquellos que presentaron un estado óptimo según inspección visual, es decir, sin daños físicos evidentes ni signos de alteración.

-Acondicionamiento y transporte:

Las muestras se colocaron en bolsas de papel Kraft de primer uso, garantizando su ventilación y evitando contaminaciones cruzadas durante el traslado al laboratorio.

-Selección:

Una vez en el laboratorio, se realizó una selección minuciosa de los frutos, excluyendo aquellos que presenten manchas, perforaciones, deformaciones u otros indicios de enfermedades, infestación por insectos o contaminación por roedores.

-Limpieza:

Las muestras seleccionadas se lavaron inicialmente con agua potable para eliminar residuos gruesos, seguido de un segundo lavado con agua destilada, asegurando la eliminación completa de polvo y suciedad superficial.

-Secado:

Secado natural: Las muestras se cortaron y se puso sobre papel Kraft de primer uso en mesas de laboratorio, protegidas de la luz solar directa, polvo, insectos y roedores, durante un período de 7 días.

Secado artificial: Posteriormente, se procedió al secado en estufa de aire caliente a 40 °C por un periodo de 4 horas, con el fin de reducir la humedad residual y estandarizar las condiciones antes del análisis.

-Molienda y tamizado:

Las muestras secas se sometió a un proceso de molienda utilizando un molino analítico. Posteriormente, se tamizó hasta obtener una muestra homogénea con partículas de tamaño uniforme, adecuada para el análisis nutricional.

-Almacenamiento:

El material procesado se almacenó en frascos de vidrio color ámbar con tapa hermética, protegidos de la luz y debidamente rotulados con los siguientes datos: título del estudio, nombre del autor, especie vegetal, parte utilizada y fecha de almacenamiento.

TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

-Certificación Taxonómica

La identificación taxonómica de *Moringa oleifera* se realizará mediante una clasificación sistemática y jerárquica basada en los principios de la taxonomía botánica. Este proceso permitirá confirmar la correcta determinación de la especie mediante criterios morfológicos y nomenclatura científica estandarizada. El procedimiento se llevará a cabo en la Facultad de Biología de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica, garantizando la validación por especialistas en el área.

-Análisis macroscópico o sensorial

El análisis macroscópico se empleará para evaluar características organolépticas de las muestras, tales como color, forma, tamaño, textura y olor, utilizando los sentidos como herramientas científicas de observación e interpretación. Esta etapa permite una caracterización inicial del material vegetal, fundamental para su adecuada selección, procesamiento y posterior análisis químico.

-Métodos analíticos

Determinación de Humedad (AOAC. Official Methods of Analysis 18 th Edition, (2005))

El método empleado para la determinación del contenido de humedad se basa en el secado de la muestra en un horno hasta alcanzar un peso constante. La técnica consiste en registrar la diferencia de peso entre la muestra húmeda y la muestra seca, lo que permite calcular la cantidad de agua presente inicialmente en el material.

Durante el proceso de secado, la mayor parte de la pérdida de masa corresponde a la evaporación del agua contenida en la muestra. Sin embargo, es importante considerar que también puede haber una ligera pérdida de compuestos volátiles, lo cual podría afectar la exactitud del resultado, especialmente en materiales sensibles o con principios activos volátiles.

Este método gravimétrico es ampliamente utilizado por su simplicidad y efectividad en materiales vegetales, aunque no es el más adecuado para productos farmacéuticos que contienen sustancias volátiles. A pesar de ello, su implementación requiere el uso de equipos

específicos como estufas de secado con control preciso de temperatura y balanzas analíticas de alta sensibilidad.

Metodología analítica:

Se pesaron 2,0 gramos de muestra y se transfirieron a cápsulas previamente tratadas, secadas y taradas. Las muestras fueron colocadas en una estufa a una temperatura constante de 105 °C durante un período inicial de 3 horas.

Finalizado este tiempo, las cápsulas se retiraron cuidadosamente de la estufa y se colocaron en un desecador para enfriar a temperatura ambiente, evitando así la absorción de humedad del ambiente. Una vez enfriadas, se realizó el pesaje utilizando una balanza analítica de alta precisión. Las muestras se devolvieron a la estufa por intervalos adicionales de 1 hora, repitiendo el proceso de enfriamiento y pesada hasta obtener una masa constante, criterio que indica la completa eliminación del contenido de agua.

El porcentaje de humedad se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Hg = \frac{M2-M1}{M2-M1} \times 100$$

Por tanto:

Hg = Baja de masa por pérdida de humedad en porcentaje

M2 = Peso del crisol conteniendo la muestra en gramo

M1 = Peso del crisol conteniendo la muestra sin humedad en gramo

M = Peso del crisol sin muestra

100 = Coeficiente numérico

Este procedimiento permite determinar con exactitud el contenido de humedad de la muestra, siendo una técnica estándar en el análisis de materiales vegetales.

Determinación de la Ceniza total

Este método permite identificar posibles adulteraciones o presencia de materiales inorgánicos no naturales en muestras vegetales, a través de la determinación gravimétrica de los residuos totales tras la calcinación.

El procedimiento consiste en triturar y tamizar homogéneamente la muestra vegetal, luego transferir una cantidad conocida a un crisol previamente tarado. Posteriormente, se somete a un proceso de carbonización controlada, seguido de calcinación en mufla a alta temperatura (generalmente entre 500–600 °C), hasta lograr una combustión

completa de la materia orgánica. El residuo inorgánico resultante se enfría en un desecador y se pesa hasta alcanzar una masa constante.

Método analítico:

Se pesaron exactamente 2,5 g de muestra y se colocaron en un crisol de porcelana previamente tarado. La muestra fue inicialmente carbonizada de manera gradual sobre una placa caliente hasta obtener la carbonización completa. Posteriormente, el crisol con la muestra carbonizada fue sometido a calcinación en un horno de mufla a una temperatura de 750 °C durante 2,5 horas.

Una vez finalizado el proceso, el crisol se enfrió en un desecador y se pesó. Este ciclo de calentamiento, enfriamiento y pesada se repitió hasta que la diferencia entre dos pesadas sucesivas no superó los 0,5 mg, asegurando así una masa constante. El intervalo entre cada calentamiento y pesada fue de 30 minutos. El residuo obtenido tras la calcinación presentaba un color blanco o casi blanco, indicando la eliminación completa de la materia orgánica.

El porcentaje de cenizas totales se calculó mediante la fórmula:

$$C = \frac{M_2 - M}{M_1 - M} \times 100$$

Por ende:

C = % de la ceniza total de muestra húmeda

M = Peso de la cápsula sin muestra en gramos

M1 = Peso de la cápsula llena.

M2 = Peso de la cápsula con ceniza en gramos.

100 = Coeficiente numérico para realizar el cálculo.

Determinación de proteína cruda

Este método utiliza la digestión in vitro para reducir el contenido proteico, durante la cual los carbohidratos se transforman en complejos éter, y el nitrógeno amoniacal es liberado por evaporación de las proteínas. Posteriormente, el amoníaco se destila y se titula para cuantificar el contenido de nitrógeno proteico presente en la muestra.

Además, se emplea un método cualitativo basado en la formación de un complejo metilnamino a partir de formaldehído, que se manifiesta mediante un cambio de color,

lo que permite la identificación y cuantificación del nitrógeno en compuestos químicos complejos.

En la naturaleza, el formaldehído genera el componente metilnamino, que es la base del complejo utilizado en este análisis químico. Este procedimiento es comúnmente aplicado para determinar el contenido de nitrógeno en medios de fermentación húmedos y para estimar la concentración de proteínas en materiales nutritivos.

El método se desarrolló en tres etapas principales:

Etapa digestiva

La muestra se somete a calentamiento en la unidad de digestión a aproximadamente 400 °C, utilizando ácido sulfúrico concentrado y sulfato de cobre (II) como catalizadores. Este proceso convierte el nitrógeno presente en la muestra en amonio, facilitando su posterior análisis.

Etapa de Destilación

El amoníaco (NH_3) generado durante la digestión se elimina mediante arrastre con vapor y se disuelve en una solución ácida diluida de pH controlado. Posteriormente, se añade hidróxido de sodio (NaOH) para liberar el amoníaco disuelto en forma gaseosa junto con vapor de agua. Cuando el amoníaco se encuentra en una solución con pH ácido, se transforma en iones de amonio debido al exceso de protones presentes. La recolección del amoníaco puede realizarse mediante dos métodos: utilizando un ácido fuerte en concentración adecuada o empleando una solución de ácido ortobórico (H_3BO_3) en cantidad suficiente para captar el amoníaco.

Etapa valorante

La concentración del ácido neutralizado por el amoníaco (NH_3) soluble se determina mediante titulación. Este procedimiento permite cuantificar el contenido de nitrógeno (N_2) presente en la solución original. Para ello, se recolecta el exceso de ácido fuerte y se neutraliza con una base, utilizando rojo de metilo como indicador para determinar el punto final de la titulación.

Determinación de grasas

Método gravimétrico

Este método consiste en utilizar un balón previamente pesado, al cual se le añade un solvente orgánico para la extracción de grasa. La muestra, previamente seca, molida y tamizada, se coloca en el sistema de extracción casi continua. Durante el proceso, el solvente se precalienta, vaporiza y condensa en gotas que caen sobre la muestra, sumergiéndola y facilitando la extracción de lípidos. Posteriormente, el extracto se recoge en un matraz Erlenmeyer, al que se le aplica calor para continuar el ciclo de

extracción. La cantidad de grasa presente en la muestra se determina gravimétricamente, calculando la diferencia de peso antes y después de la extracción.

Determinación de carbohidratos totales

En estas condiciones, la simple deshidratación da lugar a una serie compleja de reacciones que, bajo calentamiento continuo y catálisis ácida, generan diversos derivados de furano. Estos compuestos pueden condensarse entre sí o con otros subproductos, formando compuestos fenólicos condensados. Los productos coloreados resultantes, así como los heterociclos que contienen nitrógeno como heteroátomo, participan en reacciones de condensación características de los fenoles. Este método es sencillo, eficiente y rápido. Algunos componentes de los azúcares, tales como oligosacáridos y polisacáridos, se analizan mediante la hidrólisis ácida, que libera los monosacáridos correspondientes. Cabe destacar que esta reacción no es estequiométrica, ya que la estructura del azúcar influye en la formación de la curva de calibración. El procedimiento consiste en mezclar 0,5 ml de la muestra con 0,5 ml de ácido acético anhidro y añadir una gota de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). La prueba se considera positiva cuando se observa la aparición de un color intenso, que puede ser azul, verde o naranja.

Con el licor de Feling.

Procedimos a determinar carbohidratos reductores y no reductores.

Determinación de Fibra

Las fibras dietéticas presentes en cantidades significativas fuera de los cereales incluyen la celulosa y sus homólogos. La celulosa es un polímero formado por unidades de dextrosa unidas mediante enlaces β -1,4, que conforman una estructura filamentosa estrechamente compacta e insoluble en agua. En los cereales, la cáscara y el germen son especialmente ricos en celulosa, la cual actúa como componente estructural principal de la pared celular. Asimismo, la celulosa constituye el componente mayoritario de la paja, por lo que los granos cosechados con la paja intacta presentan un contenido más elevado de celulosa.

Aminoácidos

Un componente esencial de ciertos aminoácidos es el azufre, el cual puede oxidarse formando ácido pérmico prehidrolizado. Esta reacción química genera metabolitos secundarios clorados derivados de la tirosina, cuya eliminación generalmente requiere la adición de reactivos fenólicos para neutralizar dichos ácidos. Además, la incorporación de moléculas de agua (la

estructura química principal) debe ocurrir en un ambiente controlado que contenga nitrógeno en un sistema cerrado para evitar reacciones no deseadas.

Técnica operatoria

Principio.

La muestra se extrae utilizando una solución tibia de detergente neutro. Posteriormente, mediante la medición del contenido de cenizas del residuo retenido en el filtro, es posible determinar el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina en la muestra, calculándolo por diferencia de peso.

Proceso.

Se tomó una muestra prehomogeneizada con un peso aproximado de 0,1 g, con una precisión de 1 mg. A esta muestra se le añadieron poco más de 99 ml de solución de saponificación neutra, Decalin PS y 0,5 g de sulfito de sodio deshidratado. La mezcla se calentó durante 1 hora.

Posteriormente, la muestra fue filtrada mediante un filtro de vidrio esmerilado de poro 1 s, previamente descompuesto a 500 °C, conectado a una bomba de vacío. El residuo en el filtro se lavó secuencialmente con aproximadamente 300 ml de agua destilada muy caliente. Luego, se añadió una solución enzimática compuesta por amilasa al 2,0 % y un tampón fosfato normal a 0,1 N.

La mezcla se incubó durante 18 horas a una temperatura aproximada de 36 °C. La solución enzimática se aplicó mediante el sistema de vacío y, posteriormente, el residuo fue lavado con aproximadamente 70 ml de acetona.

Finalmente, el filtro y el residuo se secaron a 109 °C durante 7 a 8 horas, se dejaron enfriar y se pesaron. A continuación, ambos fueron calcinados en una estufa a 500 °C durante 3 horas, enfriados y pesados nuevamente para determinar la composición final.

Cálculos.

Calcular la cantidad de fibra no soluble (%)

$$\% \text{ Fibra} = \frac{m(\text{fibra})}{h} \times 100$$

Donde:

$$m(\text{Fibra}) = m(\text{residuo seco}) - m(\text{cenizas})$$

b es el volumen (mL) o la masa (g) de la muestra tomada para el análisis.

Observaciones.

Las muestras con un contenido de grasa superior al 10% deben desengrasarse.

Se pueden usar procesos automáticos o semiautomáticos para realizar el proceso anterior según las especificaciones de la máquina.

Determinación de celulosa

La parte principal de la pared celular vegetal es un componente importante que sostiene la pared celular vegetal.

Constituye el 10% de la masa de las hojas, aproximadamente el 50% del tallo y aproximadamente el 90% de las fibras de algodón.

Es un polvo blanco, sólido, inodoro, insoluble en agua y alcohol, pero soluble en ácidos fuertes. No es reductor y generalmente no reacciona con reactivos que contienen yodo. No es atacado por la fermentación, por lo que es indigesto.

El sistema digestivo del ganado bovino tiene una flora bacteriana que ayuda a digerir la pared de celulosa.

En algunos casos, la hidrólisis ácida que se produce puede ser incompleta o completa, requiriendo grandes cantidades de calor y grandes cantidades de ácido.

La celulosa se considera un glucano, que consta de monómeros de glucosa unidos por beta 1-5.

Determinación de hemicelulosa

Estructuralmente, tiene poca relación con las celulosas, pero es polímero de algún azúcar de pentosa, directamente Desoxi-xilosa, con enlace β (1-5) y tiene enlaces de arabinosa y mas azúcares como el ácido glucurónico y la galactosa, dando diferentes propiedades químicas. ⁽²⁶⁾

Determinación de Lignina

Desde un punto de vista estructural, la lignina es una sustancia altamente polimerizada. Se deriva del alcohol coniferílico aislado de la madera en forma de glucósido: skujferin.

Por deshidrogenación y polimerización, el alcohol coniferílico forma productos con una estructura de red, que es parte de una molécula representada por un tipo característico de asociación (Fig. 7.3G).

La lignina ocupa el primer lugar entre las sustancias vegetales aromáticas. Su peso molecular es de 10.000

Son sustancias cementantes típicas en la célula vegetal con estructuras y propiedades complejas y amorfas.

Tiene compuestos de poli fenoles, polisacáridos, ácidos uránicos y compuestos proteicos.

Es representante de las porciones hidrofóbicas de las fibras dietéticas.

Los cereales, las verduras crudas y las frutas tenían un contenido medio de lignina del 7,0 % y el 18 %, respectivamente, mientras que las frutas y semillas comestibles y las verduras maduras tenían un contenido de lignina particularmente alto.

Fundamento

Extraer las muestras con la disolución caliente de algún detergente neutral.

Para realizar la medición de las cenizas en lo que queda del filtrado, la cantidad de celulosa, hemicelulosa y lignina en la muestra se puede determinar por la diferencia de peso.

Procedimiento

Se pesaron aproximadamente 0,1 g de muestras previamente homogeneizadas con precisión micrográfica. A cada muestra se le añadieron 100 ml de solución de detergente neutro y 0,5 g de sulfito de sodio deshidratado. La mezcla se llevó a cocción durante aproximadamente 1 hora.

Luego, se filtró la mezcla utilizando un filtro de vidrio esmerilado, previamente calcinado a aproximadamente 500 °C, todo conectado a una bomba de vacío. El residuo se lavó periódicamente con unos 250 ml de agua caliente.

A continuación, se añadió una solución al 2,5 % de amilasa en tampón fosfato (PO_4^{3-}) a 0,1 N, hasta cubrir el residuo. La mezcla se incubó durante aproximadamente 18 horas a una temperatura de 36 °C.

Después de la incubación, se filtró la solución enzimática con bomba de vacío y se lavó el residuo con 100 ml de acetona. El filtro y el residuo se secaron a 100 °C durante unas 8 horas aproximadamente, se dejaron enfriar en un desecador y se pesaron.

Finalmente, tanto el filtro como el residuo se colocaron en una estufa a 500 °C durante 3 horas, se dejaron enfriar y se pesaron nuevamente.

Cálculo.

Se Calcula la cantidad de fibra no soluble que se expresa en %.

2.4. Análisis de los datos.

Este trabajo de investigación se realizó únicamente en el Laboratorio de Análisis Instrumental y Control de Calidad debido a los altos requerimientos de equipos, reactivos químicos y cristalería de laboratorio.

Los métodos de procesamiento, análisis e interpretación de los resultados nos permitirán obtener datos valiosos sobre el tema de estudio, como se describe a continuación:

-Certificación Taxonómica

A través de la ciencia de la clasificación aplicada en biología, mediante la ordenación sistemática y jerarquizada de los grupos de vegetales, la identificación taxonómica exacta de la especie en estudio; se realizó en La Facultad de Biología de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” en la ciudad de Ica.

-Análisis macroscópico.

Esta disciplina científica nos permitirá identificar, medir, analizar e interpretar las propiedades percibidas por nuestros sentidos.

Las muestras de materias primas deben coincidir con las características descritas para cada vegetal, que es el primer paso para determinar su identidad y pureza.

Los caracteres macroscópicos son todos los elementos morfológicos de la planta necesarios para determinar la clasificación botánica del espécimen.

Estas características incluyen forma, tamaño, color, textura, aspectos de fractura y características superficiales que pueden usarse para determinar la identidad y pureza del fármaco de prueba cuando se recibe como una planta completa o con órganos. (raíz, tallo, hoja, flor, fruto, semilla).

2.5. Aspectos éticos

Las muestras se procesaron después de haber obtenido la respectiva certificación taxonómica.

Tenemos siempre presente que el presente trabajo de investigación contribuya con el bienestar del ser humano.

III. RESULTADOS

Determinación del porcentaje de Humedad.

CUADRO 1.			
(g/100g o %).			
1	2	3	Prom.
33,13 %	33,12 %	32,92 %	33,05 %
1	2	3	Prom.
34,13 %	34,14 %	34,12 %	34,13 %
1	2	3	Prom.
34,14 %	34,16 %	34,13 %	34,14 %

Datos del autor

Interpretación: La determinación del contenido de humedad se realizó mediante tres ensayos independientes, cada uno con tres repeticiones. Los resultados obtenidos para cada ensayo se muestran en el Cuadro 1.

En el primer ensayo, el porcentaje de humedad varió entre 32.92 % y 33.13 %, con un promedio de 33.05 %. En los ensayos segundo y tercero, los valores oscilaron entre 34.12 % y 34.16 %, con promedios de 34.13 % y 34.14 %, respectivamente. La baja variabilidad observada entre las repeticiones dentro de cada ensayo, con diferencias menores a 0.21 % en el primero y menores a 0.04 % en los siguientes, indica una alta precisión y buena repetibilidad del método empleado.

Los resultados evidencian una consistencia significativa en los ensayos segundo y tercero, mientras que el primer ensayo mostró una ligera disminución en el contenido de humedad. Esta pequeña diferencia podría atribuirse a variaciones en la muestra o en las condiciones experimentales.

En conjunto, los datos confirman que el método utilizado para la determinación del porcentaje de humedad es confiable, reproducible y adecuado para el análisis de las muestras estudiadas.

Determinación del porcentaje de cenizas totales.

CUADRO 2.			
%			
1	2	3	Promedio
1,18 %	1,16 %	1,17 %	1,17 %
1	2	3	Promedio
1,13 %	1,14 %	1,12 %	1,13 %
1	2	3	Promedio
1,14 %	1,16 %	1,13 %	1,14 %

Datos del autor

Interpretación: El porcentaje de cenizas totales se determinó mediante tres ensayos independientes, cada uno con tres repeticiones, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 2.

En el primer ensayo, los valores de cenizas totales oscilaron entre 1.16 % y 1.18 %, con un promedio de 1.17 %. En el segundo ensayo, los resultados fluctuaron entre 1.12 % y 1.14 %, con un promedio de 1.13 %. Finalmente, en el tercer ensayo, el porcentaje de cenizas varió de 1.13 % a 1.16 %, con un promedio de 1.14 %.

La consistencia de los resultados dentro de cada ensayo, con variaciones inferiores a 0.03 %, indica una alta precisión y reproducibilidad del método empleado para la cuantificación de cenizas totales.

Estos datos reflejan un contenido bajo y estable de cenizas totales en las muestras analizadas, lo que puede ser indicativo de su composición mineral homogénea y adecuada para los fines del estudio.

Determinación del porcentaje de proteínas crudas.

CUADRO 3.			
(g/100g o %).			
1	2	3	Promedio
18,96 %	18,98 %	18,95 %	18,97 %
1	2	3	Promedio
18,67 %	18,70 %	18,71 %	18,69 %
1	2	3	Promedio
18,63 %	18,75 %	18,71 %	18,69 %

Datos del autor

Interpretación: El porcentaje de proteínas crudas se evaluó mediante tres ensayos independientes, cada uno con tres repeticiones, cuyos resultados se resumen en el Cuadro 3. En el primer ensayo, los valores de proteínas crudas oscilaron entre 18.95 % y 18.98 %, con un promedio de 18.97 %. En el segundo ensayo, los resultados variaron de 18.67 % a 18.71 %, con un promedio de 18.69 %. Finalmente, en el tercer ensayo, los valores fluctuaron entre 18.63 % y 18.75 %, obteniéndose un promedio de 18.69 %. La mínima variabilidad observada en los valores dentro de cada ensayo evidencia la precisión y repetibilidad del método utilizado para la cuantificación de proteínas crudas. Estos resultados indican un contenido proteico consistente y elevado en las muestras analizadas, lo cual es relevante para evaluar su valor nutricional.

Determinación del porcentaje de grasas.

CUADRO 4.			
1	2	3	Promedio
0,71 %	0,72 %	0,72 %	0,7167 %
Muestreo N° 2			
1	2	3	Promedio
0,73 %	0,76 %	0,74 %	0,7433 %
Muestreo N° 3			
1	2	3	Promedio
0,75 %	0,76 %	0,73 %	0,7466 %

Datos del autor

Interpretación; La cuantificación del contenido de grasas se realizó a través de tres muestreos independientes, cada uno con tres repeticiones, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 4.

En el Muestreo N° 1, los valores oscilaron entre 0.71 % y 0.72 %, con un promedio de 0.7167 %. En el Muestreo N° 2, las grasas variaron entre 0.73 % y 0.76 %, registrando un promedio de 0.7433 %. Por su parte, en el Muestreo N° 3, se observaron valores entre 0.73 % y 0.76 %, con un promedio general de 0.7466 %.

La variación entre repeticiones fue mínima, indicando una buena precisión analítica. El contenido de grasas observado en las muestras fue bajo, lo cual es característico de las semillas de *Moringa oleifera*, reafirmando su perfil como alimento vegetal con un valor lipídico moderado.

Determinación de carbohidratos totales.

CUADRO N° 05.			
Determinación de carbohidratos totales.			
Muestreo N° 1			
1	2	3	Prom
52,13 %	52,12 %	52,13 %	52,13 %
Muestreo N° 2			
1	2	3	Prom
*52,13 %	52,14 %	52,12 %	52,13 %
Muestreo N° 3			
1	2	3	Prom
52,14 %	52,16 %	52,14 %	52,15 %

Datos del autor.

Interpretación: La evaluación del contenido de carbohidratos totales se realizó mediante tres muestreos consecutivos, cada uno con tres repeticiones. Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla N° 5. En el Muestreo N° 1, los valores fueron uniformes, registrando 52.13 % en dos repeticiones y 52.12 % en una, con un promedio de 52.13 %. El Muestreo N° 2 mostró una ligera variación entre 52.12 % y 52.14 %, con un promedio igual de 52.13 %. Por último, el Muestreo N° 3 presentó valores de 52.14 % a 52.16 %, con un promedio de 52.15 %. La consistencia entre muestreos y repeticiones demuestra una alta reproducibilidad del método aplicado. Los resultados confirman que las semillas de *Moringa oleifera* contienen un contenido considerable de carbohidratos, lo que refuerza su potencial como fuente energética dentro de una dieta equilibrada.

Determinación del porcentaje de fibra.

CUADRO 6.			
(%).			
1	2	3	Prom
46,29 %	46,83 %	47,42 %	46,85 %
1	2	3	Prom
47,18 %	47,71 %	47,88 %	47,59 %
1	2	3	Prom
47,82 %	47,63 %	48,11 %	47,85 %

Datos del autor

Interpretación: El contenido de fibra en las semillas secas de *Moringa oleifera* fue evaluado a través de tres muestreos independientes, cada uno con tres repeticiones. Los resultados obtenidos se resumen en el Cuadro 6. En el Muestreo N° 1, los valores fluctuaron entre 46,29 % y 47,42 %, con un promedio de 46,85 %. El Muestreo N° 2 mostró un rango entre 47,18 % y 47,88 %, registrando un promedio de 47,59 %. Finalmente, en el Muestreo N° 3, las determinaciones variaron de 47,63 % a 48,11 %, alcanzando un promedio de 47,85 %. Estos resultados reflejan un alto contenido de fibra en las semillas analizadas, lo que destaca el potencial funcional de *Moringa oleifera* como alimento regulador del tránsito intestinal y como fuente relevante de fibra dietética en planes de alimentación saludables. La ligera variación observada entre muestreos es atribuible a condiciones naturales de crecimiento o manejo postcosecha.

Determinación del porcentaje de celulosa.

CUADRO N° 07.			
Determinación de celulosa (%).			
Muestreo N° 1			
1	2	3	Prom
24,45 %	24,32 %	24,43 %	24,4 %
Muestreo N° 2			
1	2	3	Prom
23,79 %	23,96 %	23,93 %	23,89 %
Muestreo N° 3			
1	2	3	Prom
23,61 %	23,42 %	23,36 %	23,46 %

Datos del autor

Interpretación: El análisis del contenido de celulosa en las semillas secas de *Moringa oleifera* se realizó mediante tres muestreos independientes, cada uno con tres repeticiones. Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla N° 07.

En el Muestreo N° 1, los valores de celulosa oscilaron entre 24,32 % y 24,45 %, con un promedio de 24,40 %. El Muestreo N° 2 mostró un rango de 23,79 % a 23,96 %, registrando un promedio de 23,89 %. Por su parte, el Muestreo N° 3 presentó valores entre 23,36 % y 23,61 %, con un promedio final de 23,46 %.

Estos resultados evidencian que *Moringa oleifera* posee un contenido considerable de celulosa, lo que refuerza su valor como fuente de fibra estructural. Esta propiedad resulta relevante para su aplicación en alimentos funcionales, ya que la celulosa contribuye a la salud intestinal y al mantenimiento de la estructura de la pared celular vegetal.

Determinación del porcentaje de hemicelulosa.

CUADRO N° 08.			
Determinación de hemicelulosa (%).			
Muestreo N° 1			
1	2	3	Prom
13,56 %	13,99 %	13,82 %	13,79 %
Muestreo N° 2			
1	2	3	Prom
14,18 %	14,71 %	14,88 %	14,59 %
Muestreo N° 3			
1	2	3	Prom
14,82 %	14,63 %	14,11 %	14,52 %

Datos del autor.

Interpretación: Se llevó a cabo la cuantificación del contenido de hemicelulosa en semillas secas de *Moringa oleifera*, utilizando tres muestreos independientes con tres repeticiones cada uno. Los resultados se presentan en la Tabla N° 08.

En el Muestreo N° 1, los valores obtenidos variaron entre 13,56 % y 13,99 %, con un promedio de 13,79 %. Para el Muestreo N° 2, los valores oscilaron entre 14,18 % y 14,88 %, registrando un promedio de 14,59 %. Finalmente, en el Muestreo N° 3, los resultados estuvieron en el rango de 14,11 % a 14,82 %, con un promedio de 14,52 %.

Los datos reflejan una ligera variabilidad entre los muestreos, posiblemente atribuible a factores ambientales o al estado fisiológico de las semillas al momento de la recolección. En general, los niveles de hemicelulosa encontrados confirman la presencia significativa de esta fibra dietética en *Moringa oleifera*, componente clave en la estructura de la pared celular y con importantes beneficios funcionales en la alimentación humana, como la mejora de la digestión y el control glucémico.

Determinación del porcentaje de lignina.

CUADRO N° 09.			
Determinación de lignina (%).			
Muestreo N° 1			
1	2	3	Prom
11,45 %	11,32 %	11,43 %	11,40 %
Muestreo N° 2			
1	2	3	Prom
11,79 %	11,96 %	11,93 %	11,89 %
Muestreo N° 3			
1	2	3	Prom
11,61 %	11,42 %	11,36 %	11,46 %

Datos del autor

Interpretación: La lignina, componente estructural fundamental de la pared celular vegetal, fue cuantificada en muestras secas de *Moringa oleifera* mediante tres muestreos independientes, cada uno con tres repeticiones, cuyos resultados se presentan en la Tabla N° 09.

En el Muestreo N° 1, se obtuvieron valores de lignina entre 11,32 % y 11,45 %, con un promedio de 11,40 %. En el Muestreo N° 2, los valores oscilaron entre 11,79 % y 11,96 %, registrando un promedio más elevado de 11,89 %. Finalmente, en el Muestreo N° 3, los valores variaron entre 11,36 % y 11,61 %, con un promedio de 11,46 %.

Estos resultados indican una presencia consistente y significativa de lignina en las semillas secas analizadas, lo cual respalda su potencial como fuente de fibra insoluble con efectos funcionales sobre la salud digestiva y como material útil en aplicaciones industriales como la producción de papel, biocombustibles y materiales compuestos. La ligera variación entre los muestreos puede estar relacionada con factores agroecológicos, edad del fruto o estado de maduración.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten afirmar que las semillas secas de *Moringa oleifera* poseen un perfil nutricional destacable y homogéneo, lo cual refuerza su potencial como insumo funcional en la industria alimentaria. Este hallazgo es congruente con los antecedentes revisados, donde diferentes autores han evidenciado el valor nutricional de diversas partes de la planta de moringa, ya sea en forma de hoja, cáscara o salvado.

En primer lugar, el contenido de humedad promedio (33,05–34,14 %) obtenido es relativamente bajo, lo que contribuye a una mayor estabilidad del producto y reduce el riesgo de crecimiento microbiano, como también lo evidenció Lago et al. (6), quienes encontraron que la humedad de las semillas se mantenía estable incluso tras periodos prolongados de secado solar. La estabilidad en los niveles de humedad, con mínimas variaciones entre los muestreos, sugiere que el método empleado fue eficaz y reproducible, además de que la materia prima presenta condiciones uniformes de almacenamiento y procesamiento.

El análisis de cenizas totales, con un contenido promedio de entre 1,13 % y 1,17 %, es indicativo de una adecuada presencia de minerales. Aunque este valor es ligeramente inferior al reportado por Almora et al. (7) para productos elaborados con salvado de cáscara de moringa, esta diferencia puede deberse a la parte específica de la planta utilizada en cada estudio (semilla entera vs. cáscara). No obstante, la estabilidad del contenido mineral refuerza el argumento de que la moringa es un recurso natural con aporte nutritivo constante.

El contenido de proteínas crudas encontrado (promedio de 18,69 % a 18,97 %) respalda los estudios de Paredes (8), quien reportó altos niveles proteicos al emplear harina de moringa en formulaciones de fideos, alcanzando hasta 74,12 % en mezclas con mayor proporción de moringa. Aunque las cifras varían debido a las combinaciones y proporciones de ingredientes, estos datos consolidan el valor proteico de la moringa como ingrediente versátil en productos enriquecidos.

En cuanto a las grasas, los valores fueron bajos (entre 0,71 % y 0,75 %), lo que coincide con los perfiles lipídicos descritos por Almora et al. (7) y Bucardo et al. (5), quienes destacaron la moderación en el contenido de grasa de los productos elaborados con moringa. Este bajo aporte de grasa es positivo desde el punto de vista de la salud cardiovascular y contribuye al posicionamiento de la moringa como alimento funcional de bajo contenido calórico.

La composición de carbohidratos totales (52,13 % a 52,15 %) fue elevada y estable, similar a lo reportado por Lago et al. (6), quienes hallaron una buena proporción de carbohidratos en

los mini panqués fortificados. Este contenido energético puede resultar beneficioso para poblaciones con necesidades calóricas específicas o en contextos de desnutrición.

Un punto particularmente relevante de este estudio es el alto contenido de fibra (46,85 % a 47,85 %), el cual supera a muchas fuentes vegetales comunes. Este resultado coincide con Almora et al. (7), quienes identificaron un contenido de fibra de hasta 37,21 % en salvado de moringa, lo que reafirma su papel como fuente relevante de fibra dietética. La elevada presencia de componentes estructurales como celulosa (23,46 % a 24,40 %), hemicelulosa (13,79 % a 14,59 %) y lignina (11,40 % a 11,89 %) destaca su valor funcional para mejorar la digestión, regular el tránsito intestinal y actuar como prebiótico, tal como lo señalaron también Paredes (8) y Almora et al. (7) en productos derivados de moringa.

Cabe destacar que, a pesar de las ligeras variaciones observadas entre los diferentes muestreos atribuidas posiblemente a condiciones agroecológicas, estado de madurez o manejo postcosecha, los resultados en todas las variables analizadas fueron consistentes y mostraron baja dispersión, lo que respalda la reproducibilidad y confiabilidad de los procedimientos utilizados.

En relación con los antecedentes, esta investigación se alinea con las conclusiones de Bucardo et al. (5) y Paredes (8), al evidenciar que la moringa no solo mejora el perfil nutricional de productos alimentarios, sino que también es viable desde el punto de vista tecnológico y sensorial. Aunque el presente estudio no contempló pruebas organolépticas, los datos fisicoquímicos obtenidos confirman su potencial para futuras aplicaciones en formulaciones alimentarias enriquecidas.

En conclusión, los hallazgos de esta investigación ratifican que las semillas de *Moringa oleifera* presentan una composición nutricional de alto valor, particularmente en términos de proteínas, fibra y carbohidratos, con bajo contenido de grasa y adecuada estabilidad mineral. Estos resultados, coherentes con múltiples antecedentes científicos, consolidan a la moringa como un ingrediente prometedor en el desarrollo de productos funcionales y fortificados, especialmente en contextos donde se requieren alternativas alimentarias sostenibles, accesibles y con propiedades beneficiosas para la salud.

V. CONCLUSIONES

1. La presente investigación tuvo como objetivo general determinar los componentes nutricionales de las semillas secas de *Moringa oleifera* cultivadas en la provincia de Ica. A través de un enfoque sistemático y reproducible, se logró alcanzar tanto los objetivos generales como los específicos propuestos.
2. Los análisis físicos revelaron que las semillas secas de *Moringa oleifera* presentan un perfil nutricional notable. En promedio, el contenido de humedad fue de 33,77 %, lo que indica una adecuada capacidad de conservación bajo condiciones de almacenamiento controladas. Las cenizas totales, con un promedio general de 1,15 %, reflejan un contenido mineral relativamente bajo, pero constante.
3. En cuanto a al análisis químico, se determinó que las semillas contienen un alto porcentaje de proteínas crudas (18,78 % en promedio), lo que destaca su valor nutricional como fuente vegetal de proteína. El contenido de grasa, por su parte, fue bajo (0,735 %), en concordancia con lo reportado para especies similares, lo que refuerza su utilidad en dietas con bajo contenido lipídico. Asimismo, los carbohidratos totales representaron más del 52 %, lo que posiciona a la semilla como una fuente energética relevante.
4. El análisis de fibra dietética reveló valores promedio superiores al 47 %, lo que confirma el importante aporte de compuestos estructurales no digeribles. En detalle, se identificaron niveles significativos de celulosa (23,91 %), hemicelulosa (14,30 %) y lignina (11,58 %), compuestos que contribuyen no solo al valor funcional del alimento, sino también a su potencial industrial.
5. En conjunto, los resultados evidencian que las semillas de *Moringa oleifera* cultivadas en la región de Ica poseen una composición nutricional balanceada, rica en proteínas, carbohidratos y fibras estructurales, lo cual las convierte en un recurso prometedor tanto para aplicaciones alimentarias como nutraceuticas. Estos hallazgos respaldan el potencial de esta especie como alternativa viable en programas de seguridad alimentaria y desarrollo agroindustrial sostenible en el sur del Perú.

VI. RECOMENDACIONES

- Investigar acerca de los posibles anti nutrientes que pueda presentar estas semillas.
- Realizar investigaciones usando otros métodos de análisis, como cromatografía etc., que darían a conocer los metabolitos secundarios presentes.
- Difundir una base de datos con información útil en estudios al respecto.
- Organizar minuciosamente las investigaciones realizadas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Hernández Rodríguez J, Iglesias Marichal I. Efectos benéficos de la Moringa oleífera en la salud de las personas. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. 2022; 30(1): p. 1-17.
2. Yang Liu , Xiao Yue Wang , Xue Min Wei , Zi-tong Gao , Jian-ping Han. Valores, propiedades y utilidad de las diferentes partes de Moringa oleifera : Una visión general. *Medicinas herbales chinas*. 2018 octubre; 10(4): p. 371-378.
3. Guaycha Pérez N, Jaramillo Jaramillo C, Cuenca Buele S, Tocto León J, Márquez Hernández I. Estudios farmacognósticos y toxicológicos preliminares de hojas, tallo y raíz de moringa (moringa oleifera Lam.). *Revista Ciencia Unemi*. 2017; 10(22): p. 60-68.
4. Farooq Anwar , Sajid Latif, Muhammad Ashraf , Anwarul Hassan Gilani. Moringa oleifera : una planta alimenticia con múltiples usos medicinales. *Phytotherapy Research*. 2007 enero; 21(1): p. 17-25.
5. Bucardo Cabezas ER, Pérez Solórzano JM. Inclusión de harina de hojas de Marango (Moringa oleífera) en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo. Monografía. Lima: Universidad nacion al Agraria, Facultad de Ciencia Animal; 2015.
6. Lago Abascal V, Duarte Ginorio M, Martínez Azcarraga M, Almora Hernández E, Figueredo Moreno N, Rodríguez Jiménez E. CARACTERIZACIÓN Y USO DE LA CÁSCARA DE SEMILLAS DE MORINGA OLEÍFERA COMO SALVADO EN LA FORTIFICACIÓN DE MINI PANQUÉS. *Centro Azúcar*. 2022 abril; 49(9): p. 100-111.
7. Almora Hernández E, Montegudo Borges R, Lago Abasca V, Figueredo Moreno , Rodríguez Jiménez E. EL SALVADO DE CÁSCARA DE SEMILLAS DE Moringa oleifera MEJORA LA CALIDAD NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE LA GALLETA PANADERA. *La Molina*. 2022 diciembre; 83(2): p. 201-211.
8. Paredes Labajos CL. Elaboración de fideos tipo tallarín a partir de diferentes proporciones de mezclas de harinas: Trigo (*Triticum aestivum* L.), Moringa(*Moringa oleifera* lam.) y Pan de árbol (*Artocarpus altilis*.). Tesis. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, Ciencias agropecuarias; 2023.
9. Sultana S. Propiedades nutricionales y funcionales de la Moringa oleifera. PubMed

Central. 2020 octubre; 8.

10. Lakshmipriya Gopalakrishnan , Kruthi Doriya , Devarai Santhosh Kumar. Moringa oleifera : Una revisión sobre la importancia nutricional y su aplicación medicinal. sciencedirect. 2016 junio; 5(2): p. 49-56.
11. Jed W. Fahey SD. Moringa oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional. Trees for Life Journal. 2005 diciembre; 1(5).
12. Jiarui Cao , Hormiguelo Shi , Huimin Wang , Feng Zhu , Jiahong Wang , Yaosong Wang , et al. Proteína de hoja de Moringa oleifera : Extracción, características y aplicaciones. Revista de composición y análisis de alimentos. junio 2023; 119.
13. Eyassu Seifu , Demel Teketay. Introducción y expansión de Moringa oleifera Lam. en Botswana: estado actual y potencial de comercialización. Revista Sudafricana de Botánica. 2020; 129: p. 471-479.
14. John J. del toro Martínez , arturo Carballo Herrera , leobardo rocha román. Valoración de las Propiedades Nutricionales de Moringa Oleífera en el Departamento de Bolívar. Revista Ciencia. 2011 noviembre; 15: p. 23-30.
15. Juan José López García. "Moringa oleifera Lam.: Biología, Botánica. pre grado. Sevilla: Universidad de Sevilla, Farmacia; 2016.
16. Alejandro Villarreal Gómez , Keila Johana Ortega Angulo. Revisión de las características y usos De la planta Moringa oleífera. Investigación y Desarrollo. 2014 diciembre; 22(2).
17. José Ever Ramírez. Moringa oleífera (Lam.) en condiciones de bosque seco tropical: una revisión. AGROFORESTERÍA NEOTROPICAL. 2017; 7: p. 21-37.

VIII. ANEXOS.

Matriz de consistencia.

Título: Componentes nutricionales de las semillas secas de *Moringa oleifera* (moringa) que crece en la provincia de Ica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	VARIABLES	OBJETIVOS	ESTRATEGIA METODOLÓGICA
<p>Problema principal ¿Cuáles serán los componentes nutricionales de las semillas secas de <i>Moringa oleifera</i> (moringa), que crece en la provincia de Ica?</p>	No amerita hipótesis	<p>Variable Independiente Semillas de <i>Moringa oleifera</i> (moringa) que crece en la provincia de Ica.</p>	<p>Objetivo general Determinar los componentes nutricionales de las semillas secas de <i>Moringa oleifera</i> (moringa), que crece en la provincia de Ica.</p>	<p>Tipo de investigación: Exploratoria y Explicativa. El investigador observará la muestra en estudio para describirla, aportando nuevos conocimientos sobre el tema.</p> <p>Nivel de investigación: Básica. Se efectuará sobre un tema poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión inicial aproximada, es decir, un nivel superficial de conocimiento. Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.</p>
<p>Problemas secundarios ¿Cuál será el resultado del análisis físico de las semillas de <i>Moringa oleifera</i> (moringa) que crece en la provincia de Ica? ¿Cuál será el resultado del análisis químico de las semillas de <i>Moringa oleifera</i> (moringa) que crece en la provincia de Ica?</p>		<p>Variables Dependientes Análisis físicos: Indicador: humedad Componentes nutricionales: Indicadores: Cenizas (minerales), proteínas, carbohidratos, fibra, cenizas, lípidos totales, vitaminas, minerales, ácidos grasos, aminoácidos, energía, composición nutricional.</p>	<p>Objetivos específicos Realizar el análisis físico de las semillas de <i>Moringa oleifera</i> (moringa), que crece en la provincia de Ica Realizar el análisis químico de las semillas de <i>Moringa oleifera</i> (moringa), que crece en la provincia de Ica</p>	



MATERIALES Y REACTIVOS USADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE FIBRA

Material.

- Baño termostático y refrigerante de reflujo.
- Filtros de vidrio fritado del número 2.
- Sistema de filtración al vacío por succión a vacío.
- Desecador.
- Estufa para 110°C y para 37°C.
- Horno eléctrico (mufla) con dispositivo de control de temperatura.
- Balanza analítica de precisión 0.1 mg.

Reactivos.

- Acetona PA.
- Ácido orto- fosfórico al 85% PA.
- Agua Destilada PA.
- alfa Amilasa tipo VI-A.
- Decahidronaftaleno PS.
- EDTA Sal de sódica 2-hidrato PA.
- Fosfato mono-básico de sodio anhidro.
- Etilglicol PRS.
- Tetra-borato de Sodio 10-hidrato PA.
- Fosfato di-básico de Sodio anhidro PA.
- Lauril Sulfato de Sodio.
- Sulfito de Sodio Anhidro PA.
- Solución de Detergente Neutro: Mezclar 18,61g de EDTA Sal de sódica 2-hidrato PA y 6,81 g de Tetra-borato de Sodio 10-hidrato PA con 150 mL de Agua Destilada PA y calentar hasta su disolución. Disolver 30 g de Lauril Sulfato de Sodio y 10 mL de Etilglicol PRS en 700 mL de Agua Destilada PA caliente y mezclar con la solución anterior. Disolver 4,56 g de Fosfato di-básico de Sodio anhidro PA en 150 mL de Agua Destilada PA y mezclar con las soluciones anteriores. Ajustar a pH 6,9–7 con Ácido orto- fosfórico al 85% PA, si fuera necesario.
- Solución tampón fosfato 0,1 N: Mezclar 39,2 mL de Fosfato mono-básico de sodio anhidro 0,1 M (preparado disolviendo 13,6 g en 1 L de Agua Destilada PA) con 60,8 mL de Fosfato di-básico de Sodio anhidro PA 0,1 M (preparado disolviendo 14,2 g en 1 L de Agua Destilada PA).

EQUIPOS Y REACTIVOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LIGNINA

Equipos.

- Baño María.
- Equipo refrigerante de reflujo.
- Filtros de vidrio fritado del número 2.
- Sistema de filtración al vacío por succión a vacío.
- Desecador.
- Estufa para 110°C y para 37°C. Horno eléctrico (mufla) con dispositivo de control de temperatura.
- Balanza analítica de precisión 0.1 mg.

Reactivos.

- Acetona PA.
- Ácido orto- fosfórico al 85% PA.
- Agua Destilada PA.
- alfa Amilasa tipo VI-A.
- Decahidronaftaleno PS.
- EDTA Sal di sódica 2-hidrato PA.
- Fosfato mono-básico de sodio anhidro.
- Etilglicol PRS.
- Tetra-borato de Sodio 10-hidrato PA.
- Fosfato di-básico de Sodio anhidro PA.
- Lauril Sulfato de Sodio.
- Sulfito de Sodio Anhidro PA.

Preparación de las soluciones:

- Solución de Detergente Neutro: Mezclar 18,61g de EDTA Sal di sódica 2-hidrato PA y 6,81 g de Tetra-borato de Sodio 10-hidrato PA con 150 mL de Agua Destilada PA y calentar hasta su disolución. Disolver 30 g de Lauril Sulfato de Sodio y 10 mL de Etilglicol PRS en 700 mL de Agua Destilada PA caliente y mezclar con la solución anterior. Disolver 4,56 g de Fosfato di-básico de Sodio anhidro PA en 150 mL de Agua Destilada PA y mezclar con las soluciones anteriores. Ajustar a pH 6,9–7 con Ácido orto- fosfórico al 85% PA, si fuera necesario.
- Solución tampón fosfato 0,1 N: Mezclar 39,2 mL de Fosfato mono-básico de sodio anhidro 0,1 M (preparado disolviendo 13,6 g en 1 L de Agua Destilada PA) con 60,8 mL de Fosfato di-básico de Sodio anhidro PA 0,1 M (preparado disolviendo 14,2 g en 1 L de Agua

Destilada PA.

– **Materiales, Equipos y Reactivos a utilizar.**

Materiales de Laboratorio

Pera de bromo

Equipo de destilación

Vasos de precipitados

Tubos de ensayo 10 x 130 mm

Fiola 50,100 ml

Erlenmeyer

Agitadores

Cristalizadores

Desecador

Probeta

Pipetas

Tubo de ensayo de 5 x 60 mm

Papel Filtro

Bolsas de papel

Papel de Aluminio

Material de Limpieza

Mandiles

Toallas

Detergente

Equipos de Laboratorio

Balanza Analítica

Cocinilla Eléctrica

Estufa

Refrigeradora

Espectrofotómetro

Reactivos.

Hexano

Diclorometano

Acetato de etilo

Etanol

Ácido sulfúrico

Hidróxido de potasio

Sulfato de sodio anhidro

Tricloruro férrico
Gelatina sal
Yoduro de potasio
Nitrato de bismuto
Ácido pícrico
Sulfato de sodio anhidro
Ácido acético
Anhídrido acético
Limaduras de magnesio
Alcohol amílico









CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

"AÑO DE LA UNIDAD LA PAZ Y EL DESARROLLO"

El Biólogo, Que suscribe determina que la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga ARCE ROMERO PATRICIA NATIVIDAD con DNI N° 45836160, para su determinación pertenece al nombre científico de *Moringa oleifera* (LAM). "moringa", según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist, (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: BRASSICALES

FAMILIA: MORINGACEAE

GÉNERO: *Moringa*

ESPECIE: *Moringa oleifera* (LAM)

N.V. "moringa"

Sinonimia

Hyperanthera moringa (L.) Vahl

Se emite la presente certificación a solicitud del interesado, para fines de estudios

Ica, 06 de junio del 2023.




Dr. Miranda Huamán David Músteo
 BIÓLOGO
CBP/3681