



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



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 química bromatológica y fitoquímica de los frutos de Macadamia integrifolia que crece en Distrito de Pueblo Nuevo – Ica

Presentado por:

CHAVEZ CHACALTANA, KAREN JAKELINE

De la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **11%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

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

Ica, 21 de Diciembre de 2023

.....
Dra. JOSEFA BERTHA PARI OLARTE
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



TÍTULO

Determinación química bromatológica y fitoquímica de los frutos de *Macadamia integrifolia* que crece en Distrito de Pueblo Nuevo - Ica

Línea de Investigación

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR

BACH. CHAVEZ CHACALTANA, KAREN JAKELINE

Ica - Perú

2023

DEDICATORIA

A mis padres quienes con su amor y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hermanas que son el motivo de cada esfuerzo. A mis abuelos maternos, a mis abuelos paternos que sé que desde el cielo siempre guiaron mi camino. Finalmente, a mi esposo que fue mi guía y complemento en este camino tan largo.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen Dolorosa, que con su bendición llena siempre mi vida.

A Mi Alma Mater y en especial a la Facultad de Farmacia y Bioquímica en cuyo laboratorio pude plasmar mi trabajo de investigación.

Mi gratitud a cada uno de mis docentes por el apoyo, las enseñanzas de su amplia experiencia como profesionales.

ÌNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÌNDICE.....	iv
ÌNDICE DE TABLAS.....	vi
ÌNDICE DE GRÁFICOS.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	14
2.1 Aspectos Metodológicos	14
2.1.1 Enfoque de Investigación.....	14
2.1.2 Tipo De Investigación.....	14
2.1.3 Diseño De La Investigación.....	14
2.1.4 Población Y Muestra.....	14
2.2 Técnica E Instrumento De Recolección De La Información.....	15
2.2.1 Obtención de frutos de <i>Macadamia Integrifolia</i>	15
2.2.2 Caracterización Organoléptica De La Parte Comestible De <i>Macadamia Integrifolia</i>	16
2.2.3 Análisis Químico Bromatológico De La Parte Comestible De Los Frutos De <i>Macadamia Integrifolia</i>	16
2.2.4 Determinación de la Humedad: Método Gravimétrico.....	16
2.2.5 Determinación de cenizas: Método gravimétrico	17
2.2.6 Determinación del contenido de Grasa.	18
2.2.7 Determinación de Fibras: Método de disgregación acida-alcalina	19
2.2.8 Determinación de Nitrógeno. Método de Kjeldhal.....	21
2.2.9 Determinación de carbohidratos.	23

2.3	OBTENCIÓN DE EXTRACTO ETANÓLICO Y ACUOSO	23
2.4	Caracterización Del Extracto Etanólico	23
2.4.1	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.	23
2.4.2	Características Fisicoquímicas	24
2.5	ESTUDIO FITOQUÍMICO	25
III.	RESULTADOS	30
3.1	De La Muestra Estudiada	30
3.2	De la obtención de los frutos de <i>Macadamia Integrifolia</i>	30
3.3	De las características organolépticas de la parte comestible de <i>Macadamia Integrifolia</i>	30
3.4	DEL ANÁLISIS QUÍMICO BROMATOLÓGICO DE LA PARTE COMESTIBLE DE <i>MACADAMIA INTEGRIFOLIA</i>	31
3.5	DE LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO ETANÓLICO	31
3.6	DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EXTRACTO ETANÓLICO LIBRE DE SOLVENTE	31
3.7	DEL ESTUDIO FITOQUÍMICO.....	32
IV.	DISCUSIÒN.....	33
V.	CONCLUSIONES.....	35
VI.	RECOMENDACION.....	36
VII.	REFERENCIAS	
	BIBLIOGRÁFICAS.....	37
VIII.	ANEXO.....	40

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de las apreciaciones organolèpticas a la parte comestible de los frutos de <i>Macadamia integrifolia</i> .	30
Tabla 2. Resultados del análisis químico bromatològico de la parte comestible de los frutos de <i>Macadamia integrifolia</i> .	31
Tabla 3. Resultados de las características organolèpticas del extracto etanòlico, de frutos de <i>Macadamia integrifolia</i> , libre de solvente.	31
Tabla 4. Resultados de las características físico químicas del extracto etanòlico de <i>Macadamia integrifolia</i> .	32
Tabla 5. Resultados de las determinaciones de metabolitos secundarios extracto etanòlico y acuoso de <i>Macadamia integrifolia</i> .	32

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Procesos para obtener frutos de *Macadamia integrifolia*

16

RESUMEN

Se presentó un estudio sobre los frutos de la especie vegetal *Macadamia integrifolia* que crece en el distrito de Pueblo Nuevo de la provincia de Ica. Es un estudio transversal, descriptivo experimental que tuvo como objetivo determinar la composición químico bromatológica proximal y el tipo de metabolitos secundarios que tiene el material analizado. La parte comestible recientemente obtenida de los frutos, se sometió al análisis de humedad (método de gravimetría por destilación), Cenizas (método de incineración de la materia orgánica), grasa (método de extracción continua de Soxhlet), fibras (método de disgregación ácido base), nitrógeno total (método de kjeldalh) y carbohidratos por diferencia. Además, se obtuvo extracto etanólico por el método de digestión y del marco por el método de cocción se obtuvo el extracto acuoso. Se determinó que el material analizado presentó 55.6 % de grasa y usando el factor 6.25 para convertir todo el nitrógeno en proteínas totales. Se concluyó que tiene 9.40 %. Del análisis de metabolitos secundarios en el extracto etanólico se encuentra la presencia de triterpenos esteroidales y que este extracto tiene la capacidad de reducir el reactivo de Folin Ciocalteu por lo que tiene compuestos de naturaleza fenólica. En el extracto acuoso se determinó la presencia de saponinas. Se Concluyó que la parte comestible de estos frutos tiene las características químico bromatológicas propias de un benéfico alimento para humanos.

Palabras claves. *Macadamia integrifolia*, Composición químico bromatológica proximal, Metabolitos secundarios.

ABSTRACT

A study is presented on the fruits of the plant species *Macadamia Integrifolia* that grows in the Pueblo Nuevo district of the province of Ica. It is a cross-sectional, descriptive experimental study that aims to determine the proximal bromatological chemical composition and the type of secondary metabolites that the analyzed material has. The recently obtained edible part of the fruits was subjected to analysis of moisture (distillation gravimetry method), ash (organic matter incineration method), fat (Soxhlet continuous extraction method), fibers (acid disintegration method). base), total nitrogen (Kjeldalh method) and carbohydrates by difference. In addition, the ethanolic extract was obtained by the digestion method and the aqueous extract was obtained from the frame by the cooking method. It is determined that the analyzed material presented 55.6% fat and using the factor 6.25 to convert all the nitrogen into total proteins it was concluded that it has 9.40%. From the analysis of secondary metabolites in the ethanol extract, the presence of steroidal triterpenes is found and that this extract has the ability to reduce the Folin Ciocalteu reagent, which is why it has compounds of phenolic nature. The presence of saponins is determined in the aqueous extract. It was concluded that the edible part of these fruits has the chemical and bromatological characteristics of a beneficial food for humans.

Keywords. *Macadamia integrifolia*, Proximal bromatological chemical composition, Secondary metabolites.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo socio-económico-cultural de los pueblos está en función directa de la educación de sus pobladores y es el estado, el responsable de la inversión en la educación en todos sus niveles educativos a fin de garantizar una correcta formación de profesionales. Este valioso aporte a la formación de profesionales en su último tramo se pudo reforzar con prácticas pre profesionales y el desarrollo de un plan de tesis para la titulación. Bajo este contexto y con el apoyo de los docentes de nuestra facultad he desarrollado el plan de tesis “Determinación químico bromatológica y fitoquímica de los frutos de *Macadamia integrifolia* que crece en distrito de Pueblo Nuevo –Ica” con cuyo desarrollo se reforzó las competencias para trabajar en algún laboratorio donde se ejecuten procesos para determinaciones químicas analíticas de metabolitos primarios y/secundarios, que es una demanda permanente en el campo de la farmacia y bioquímica.

Según información proveniente de The International Trade Center, nuestro país en el 2 001 ocupó el puesto 36 a nivel mundial en cuanto a exportaciones de frutas y hortalizas en ese mismo tiempo encabezados por España, Estados Unidos y México. Para el año 2016 nos ubicamos en la casilla 18 del mencionado ranking y liderado por Estados Unidos, China y España. Hoy Perú tiene un mercado de 3.100 millones de consumidores equivalentes al aproximadamente 45% de la población mundial. En lo que respecta a la exportación peruana de frutas frescas pasó de US\$ 39 millones en el año 2000 a US\$ 1.895 millones en el 2,016.La proyección para el año 2023 indica que el Perú se ubicará entre los cinco primeros exportadores de productos como mandarina, cebolla, granadas y otros adicionales que extenderán nuestra canasta agroexportadora con nuevos productos como cerezas, dátil, nuez de Macadamia, cajú, nuez de pecana, pistacho, kaki, níspero, frambuesa, zarzamora, pitahaya, piña, entre otros¹. La nuez de *Macadamia* son los frutos de la especie vegetal *Macadamia integrifolia* que merced a sus excelentes propiedades nutricionales viene siendo consumida, originando un aumento de su oferta y posibilidades de desarrollo agrario^{2,3}. En consideración de mantener las perspectivas de desarrollo sostenible nuestra región se prepara para afrontar este reto de progreso agro exportador y se está introduciendo el cultivo de *Macadamia Integrifolia*. En nuestro medio, distrito de Pueblo Nuevo, crece el cultivo de *Macadamia* con producción de frutos sanos y grandes. después de culminar mi trabajo puedo afirmar que estos frutos contienen una composición química bromatológica competitiva con respecto a los frutos de *Macadamia* que se vienen comercializando en el mundo. Y por tanto las propiedades nutricionales serían las mismas que se conocen para estos frutos. Para dar inicio al desarrollo del tema se planteó el problema siguiente: ¿Cuál es la composición químico bromatológica y qué tipos de metabolitos secundarios tienen los frutos de *Macadamia integrifolia* que crece en el

distrito de Pueblo Nuevo Ica?

Se trazo como objetivos determinar el contenido de humedad, cenizas, grasas, fibra, nitrógeno total, proteínas y carbohidratos por diferencia; así como qué tipo de metabolitos secundarios tienen estos frutos. Con el objetivo de dejar un estudio que nos dé a conocer la composición química bromatológica y el tipo de metabolitos secundarios que tienen los frutos de *Macadamia integrifolia* que crece en el distrito de pueblo nuevo de la provincia de Ica. Esta labor se justificó porque es necesario que en nuestra región de los nuevos cultivos agroindustriales se conozca su calidad nutricional, ya que los frutos de *Macadamia integrifolia* tienen un alto grado de aceptación y su consumo se aumentó, se convirtió en un producto de exportación de países que ya tienen desarrollado el cultivo y fijado las bondades químico bromatológicas y nutricionales de estos frutos. Y es importante porque al conocerse la composición química bromatológica y presencia de metabolitos secundarios se podrá comparar con la calidad de los frutos homólogos los que se producen en otras partes del mundo que ya se comercializan. Algunos estudios referentes en esta especie vegetal son reportados por:

Rodríguez P⁴ (2011) estudió el aceite de *Macadamia* con el propósito de caracterizarlo y proponer este cultivo como industrial. Determinó: punto de fusión, densidad, humedad, materia volátil, índice de saponificación, índice de éster, índice de acidez, impurezas, rancidez y proteína cruda. La cromatografía de gases mostró altos niveles de contenido de ácidos grasos mono insaturados (75,15%), bajos niveles de ácidos grasos poliinsaturados (2,0%), el contenido de ácidos grasos saturados fue de 16,77% y el 6.06% restante de ácidos grasos no fue identificado.

Loor R⁵ (2012) estudió la nuez de *Macadamia* obteniendo por el método de extracción de Soxhlet aceite con un alto rendimiento y determinó su actividad antioxidante con el reactivo 2,2 difenil-1-picril hidrazilo y el método espectrofotométrico.

Armadans A⁶ (2009) reporta que la nuez de *Macadamia (Macadamia integrifolia)* de tres variedades de *Macadamia* en la zona de Caragatay-Paraguay tienen un tamaño entre 2.4 - 2.59 cm con un contenido de almendras de entre 26.66 – 31.32 %. La almendra tiene un gran valor nutricional y comercial por lo que actualmente tiene una demanda creciente.

Aquino⁷ (2017) manifiesta que existe una creciente demanda en el consumo de *Macadamia integrifolia* debido a su alto valor nutricional y funcional ya que numerosos estudios han demostrado los efectos protectores de su consumo disminuyendo el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Caracteriza la nuez y su aceite. De la parte comestible se investigó, el contenido de azúcares, polifenoles y actividad antioxidante y se determinó que el extracto metanólico 80 % de la parte comestible de este fruto, tiene un contenido de fenoles entre 0.73 - 1.28 mg/g de muestra y que este

extracto tiene actividad antioxidante.

Albuquerque F⁸ (2014) indicó que los frutos de *Macadamia* se presentan como una importante alternativa para el cultivo de frutas en Sao Paulo. Por ser principalmente un cultivo de buena rusticidad y por el valor alcanzado de sus frutos. Sin embargo, precisa que es necesario fijar las características productivas y químicas de estos productos.

Moodley R⁹ (2007) estudió la composición química elemental de cinco nueces entre las que se encuentra *Macadamia integrifolia* evaluando las propiedades de los aceites extraídos de esas nueces. Destacando el alto contenido de aceite en nueces de *Macadamia* con valores que superan el 70 % con bajo índice de acidez y alto índice de saponificación.

Merele L¹⁰ (2018) determinó un alto contenido de lípidos $73,5 \pm 1,4$ g/100 g, lo que hace que este fruto seco sea alimento de alto valor energético, con alto contenido en ácidos grasos monoinsaturado. Las propiedades antioxidantes están relacionadas a niveles equivalentes de 77,9-96,3 mg ácido gálico/100g

El-Hawary¹¹ (2,022) manifestó que las nueces de *macadamia* son importantes en la alimentación por contener un aceite rico en ácidos grasos monoinsaturados y fitoesteroles. Se ensayó y se demostró que el extracto etanólico de las nueces mejoro la función cognitiva, mediada por estrés oxidativo de ratas con envejecimiento inducido por galactosa. Redujo los niveles de malondialdehido en 50 % con respecto a los blancos; además investigó la presencia de compuestos fenólicos por HPLC demostrando y cuantificando el contenido (expresados como mg/g de muestra) de algunos compuestos fenólicos como ácido gálico 0.75, Dhurrin 21.07, ácido protocatechic 1.36, hesperidina 0.001 y kaempferol 0.004 %.

Somwongin C¹² (2,021) propuso el uso de los pericarpios, caparazón o conchas de las nueces *Macadamia integrifolia* que son productos de desecho de la producción. El objetivo fue investigar el potencial de los extractos y se utilizó como ingredientes activos cosméticos. Se utilizó solventes de polaridad creciente: n-hexano, acetato de etilo y etanol al 95% v/v e investigó la actividad antioxidante de los extractos utilizando 2,2'-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), y un ensayo de poder antioxidante/reductor férrico. En los resultados se determinó que el extracto etanólico tiene mayor contenido fenólico más alto y mostró las actividades biológicas más altas, incluidos los efectos antioxidantes, anti tirosinasa y anti envejecimiento asimismo mayor inhibición de DPPH ($57,0 \pm 2,2$ %).

Davis D¹³ (2,011) reportó solo la presencia de tocoferoles y fitoesteroles en *Macadamia* y la presencia de fenoles con 46 mg/100 g y 9.4 mg/100 g de material fresco respectivamente.

Para el desarrollo sostenible de un pueblo, el aprovechamiento de los recursos naturales renovables juega un papel preponderante y el uso de estos recursos deben ser materia de aprobación de la autoridad pertinente a fin de garantizar el buen uso y cuidado del recurso. Nuestra región se caracteriza por su excelente clima y suelo que le ha permitido el desarrollo de varios cultivos tradicionales que hoy generan una actividad agroindustrial, necesaria para el desarrollo socio económico de la región; pues ofertas de oportunidades laborales y la situación económica de los pobladores y la comunidad mejora. Este potencial agroindustrial, debe ser reforzado; lo que implica el uso de nuevas tecnologías para elevar la productividad del suelo y el desarrollo de nuevos cultivos con expectativas agroindustriales. *Macadamia integrifolia* es una especie vegetal cuyos frutos son una nuez cuya parte comestible es agradable y tiene excelentes propiedades alimenticias^{1,3}. Pero aún así Albulquerque⁸ (2014) señala que se hace necesario fijar las características de estos frutos. En el trabajo se cogió como muestra los frutos de la especie vegetal *Macadamia integrifolia* que crecen en el distrito de Pueblo Nuevo de nuestra provincia y con respecto al tamaño de los frutos mayoritariamente 94.8 % de los 5 Kg llegaron al laboratorio y su tamaño súper los 2.0 cm de diámetro que fue el criterio de inclusión de la muestra y un rendimiento de almendra de 36.17 %. Estos resultados están en concordancia con lo reportado por Aquino⁷ (2017) quien caracterizó 9 variedades de *Macadamia* en Coapetec, Veracruz- México e indicó que el tamaño de los frutos fluctúa entre 15.23 - 20.25 mm con un contenido de almendra entre 28.94 – 38.10 % y lo reportado por Armanans A⁶ (2009) para nueces de *Macadamia* que crecen en Caraguatay Paraguay, quien reporta tamaño de nueces de *Macadamia* entre 2.4 – 2.59 cm con contenido de almendra o parte comestible comprendida entre 26.66 – 31.32%. Con respecto a las características organolépticas de la parte comestible de estos frutos^{2,3} están catalogadas como un producto para consumo directo con buena aceptación. Con respecto a la composición químico bromatológica proximal de la parte comestible de estos frutos se han reportado que es un alimento rico en grasas, lípidos o aceites. Así Mereles L¹⁰ (2018) reporta un contenido de lípidos de 73,5±1,4 g/100 g asimismo manifiesta que este producto tiene actividad antioxidante; en lo estudiado el contenido de lípidos en las *Macadamias* estudiada es de 55.66 % esta diferencia podría deberse a las condiciones climáticas en que las especies crecen o al contenido de humedad del material analizado. Para la parte comestible de estos frutos Al-Hawary¹¹ (2022) reporta la presencia de compuestos fenólicos y compuestos flavonoides con actividad antioxidante, Davis¹³ (2011) reporta presencia de tocoferoles y fitosteroles. Para la detección de compuestos fenólicos he utilizado el reactivo de Folin Ciocalteu ya que mediante el uso del clásico reactivo tricloruro férrico el resultado es negativo y ello depende fundamentalmente por la baja concentración de estos compuestos en el extracto etanólico lo cual está en concordancia con mi resultado de negativo a la reacción de Shinoda

II. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

2.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS^{14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25}

2.1.1 Enfoque de investigación

El conocimiento de la calidad nutritiva de nuevos alimentos es una necesidad social, en nuestro medio se desarrollan una variedad de cultivos, que en otra no se cultivaron. *Macadamia integrifolia* es una nueva especie vegetal que se está sembrando en nuestro medio, la literatura nos informa que los frutos de esta especie vegetal tienen excelentes propiedades nutricionales y se hace necesario conocer la composición química bromatológica y fitoquímica de los frutos de *Macadamia* que crecen en nuestro suelo. He trabajado con frutos de *Macadamia integrifolia* que crecen en el distrito de Pueblo de nuestra provincia.

2.1.2 Tipo de investigación

Tipo de investigación:

El trabajo de investigación es de corte transversal pues su desarrollo e información que se obtenga pertenecen al mismo tiempo de trabajo.

Nivel de investigación

Por la información que se obtiene es una investigación de carácter básica.

2.1.3 Diseño de la investigación^{22,23}

El trabajo es de diseño experimental porque se busca información desconocida con respecto a la composición química bromatológica y fitoquímica de los frutos de *Macadamia integrifolia* que crecen en el distrito de Pueblo Nuevo -Ica.

2.1.4 Población y muestra

A. Población:

Todos los frutos de *Macadamia integrifolia* que crece en el distrito de Pueblo Nuevo de Ica.

B. Muestra:

Se utilizaron 3 kg de frutos de *Macadamia integrifolia* que crece en el distrito de Pueblo Nuevo de Ica.

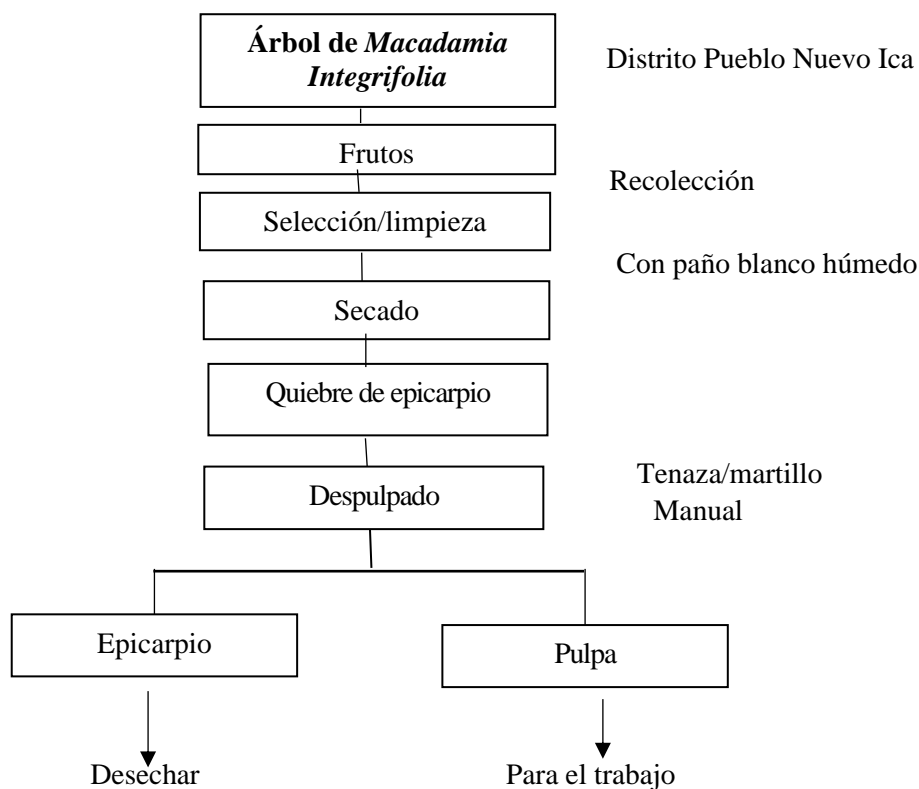
2.2 Técnica e instrumento de recolección de la información^{17,18}

Técnica es el conjunto de actividades normadas que se ejecutan para garantizar resultados específicos y efectivos en la tarea o problema planteado. La técnica que se usa es la experimental y consiste en tratar la muestra según la propuesta de los procedimientos de análisis químicos bromatológicos y fitoquímicos que permitirán obtener la información planteada en los objetivos del tema.

2.2.1 Obtención de frutos de *Macadamia integrifolia*.

Los procesos para obtener frutos de *Macadamia integrifolia* se presentan en el gráfico siguiente:

Gráfico 1. Procesos para obtener frutos de *Macadamia Integrifolia*



Los frutos se expusieron al ambiente bajo sombra por 15 días para favorecer su secado y luego se llevaron a la estufa entre 55 – 60°C hasta por 24 horas y después se procedió al pesado, tallado y desprendimiento de la parte comestible del fruto.

2.2.2 Caracterización organoléptica de la parte comestible de *Macadamia integrifolia*

Análisis organoléptico^{19,20,21}

Utilizando los órganos de los sentidos se determinó color, olor, sabor y aspecto.

- **Color:** La parte comestible de cinco nueces se depositan en un vaso de precipitados pequeño y desde allí se juzga el color.
- **Olor:** El vaso conteniendo la muestra que se juzga el color es acercado a las fosas nasales para la evaluación de su olor.
- **Sabor:** La parte comestible de una nuez es masticada para la apreciación de su sabor.
- **Aspecto:** La parte comestible de una nuez es manipulada entre dedos para determinar el aspecto.

2.2.3 Análisis químico bromatológico de la parte comestible de los frutos de *Macadamia Integrifolia*^{19,20,21}

Para esta parte del trabajo 100 g de frutos fueron triturados en una licuadora y desde aquí se procedió a recoger las muestras para el análisis. Se ejecutaron las determinaciones siguientes:

2.2.4 Determinación de la humedad: método gravimétrico^{19,20,21}

1° Definición:

Se define a la humedad como la parte acuosa presente en el material que se analiza

2° Fundamento de la determinación:

Este método se realizó en la destilación o evaporación del agua que contiene el material analizado cuando se le somete a temperaturas cercanas a la del punto de ebullición del agua. La pérdida de peso del material analizado refleja su contenido de agua.

3° Procedimiento:

Se coge una cápsula de peso conocido y se depositan en 10.0 g del material a analizar, se lleva a la estufa entre 100 – 105°C por 30 minutos y hasta constancia de peso. Se deja enfriar en un desecador y se procede a pesar en la balanza analítica.

4° Cálculos:

El % de humedad se halla con la relación siguiente:

$$\% \text{ de H} = \text{g de pérdida de peso} \times 10$$

Donde:

$$\% \text{ H} = \text{g de agua en 100 g del material analizado}$$

Pérdida de peso: Es la diferencia del peso inicial o muestra hidratado menos el peso final o muestra deshidratada.

Factor para expresar en 100 %

2.2.5 Determinación de cenizas: método gravimétrico^{19,20,21}

1° Definición:

Las cenizas son el residuo inorgánico de color blanco o blanco grisáceo constituido por óxidos y/o hidróxidos fuertemente calcinados.

2° Fundamento:

Este método está basado en la calcinación de la parte orgánica del material que se analiza cuando es expuesto a altas temperaturas dejando como residuo la parte inorgánica o cenizas del material analizado que se expresa en %.

3° Procedimiento:

- Se cogió una cápsula de peso conocido constante. Y se depositan 5 g de la muestra a analizar.
- 5 g del material preparado se colocó en una cápsula de peso conocido y se lleva a la acción del calor suave, primero para que seque la muestra y luego se aumenta

la temperatura hasta carbonizar la muestra o cuando cese el desprendimiento de humo.

- Cuando ya no desprendió el humo la cápsula se llevó a la mufla a 550-560 °C por 2 horas y que obtenga constancia de peso. Alcanzada la constancia de peso se registra este último y por diferencia obtener los g de ceniza que deja el material analizado.

4° Cálculos

$$\% \text{ Cen} = \frac{\text{Ceniza hallada} \times 100}{5}$$

Donde:

% Cen = g de cenizas en 100 g de muestra analizada

Ceniza hallada = g de ceniza en el procedimiento.

5 = g de material analizado

100 = para referir a porcentaje

2.2.6 Determinación del contenido de grasa^{19,20,21}

Método de extracción continua: Con el equipo extractor de Soxhlet.

1° Definición:

Las grasas son sustancias orgánicas cuyas moléculas están compuestas principalmente por átomos de carbono, oxígeno e hidrógeno. Estructuralmente son de cadena abierta formando los acilglicéridos, ésteres en los que uno, dos o tres ácidos grasos se unen a una molécula de glicerina, formando monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos respectivamente. El conjunto de ácidos grasos es conocido como grasa o lípidos.

2° Fundamento:

El método se fundamenta en la extracción de la grasa al ser disuelta por acción de una mezcla de solventes orgánicos: éter etílico -hexano 1:1 en los que la solubilidad de la grasa es completa. Luego se destila el solvente dejando en libertad a la grasa la cual se pesa.

3º Procedimiento:

Se pesó 10 g de la muestra a analizar y se colocó en el cartucho de papel de filtro preliminarmente preparado, se colocó en la cámara extractora del equipo de Soxhlet. La cámara extractora se llenó con la mezcla de solventes, esta cámara que se escurra por el sifón hacia el balón del equipo de soxhlet, se volvió a llenar la cámara y se adecuó el refrigerante del equipo, se procedió a la extracción continua por reflujo hasta que solvente en la cámara extractora quede incoloro. Después se retiró el balón del equipo con su contenido, se destiló el solvente y se llevó a la estufa para concentrarlo hasta su completa expulsión del solvente , se debe controlar o determinar la cantidad de grasa que se obtiene.

4º Cálculo:

$$\% \text{ de Grasa} = \frac{\text{g grasa} \times 100}{10}$$

Donde:

% de Grasa = g de grasa en 100 g de muestra

g Grasa = g de grasa que quedan de los 10 g tratados

10 = g de muestra tratada

100 = para referir a porcentaje

2.2.7 Determinación de fibras: Método de disgregación acida-alcaldina^{19,20,21}

1º. Definición:

La fibra alimentaria es la parte comestible de las plantas que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado humano y que experimenta una fermentación parcial o total en el intestino grueso. Esta parte vegetal está formada por un conjunto de compuestos químicos de naturaleza heterogénea

2º Fundamento:

El método se fundamenta en la obtención del residuo orgánico neutro y seco que queda después que la muestra desengrasa es sometida sucesivamente a la acción con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluidos, sucesivamente.

3° Procedimiento:

Se utilizó disoluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio al 1.25% respectivamente. Para lo cual se mezclaron 1.25 g de ácido sulfúrico hasta completar 100 mL de disolución; de igual forma se preparó para el hidróxido de sodio.

La obtención de las fibras se realiza en dos pasos:

Hidrólisis ácida:

Se pesó 2 g de la muestra a ensayar y se pasó a un vaso de precipitación de 600 ml que contiene 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25%, se tapó el vaso con un balón de fondo redondo lleno de agua de uso doméstico para condensar los vapores de agua, se llevó al calor y se hierve por 30 minutos reponiendo las pérdidas de volumen con la misma solución. Luego se filtró sobre un papel de filtro, el residuo retenido en el papel filtro se lavó con agua destilada caliente hasta que de reacción negativa a acidez controlando con papel tornasol como indicador.

Hidrólisis alcalina:

El residuo libre de acidez procedente de la hidrólisis ácida se pasó a un vaso de precipitados de 600 ml que contiene 200 ml de solución de hidróxido de sodio al 1.25%, y se hace hervir durante 30 minutos, tapando con una el mismo balón y consideraciones de la hidrólisis ácida. Luego se filtró sobre el mismo papel de filtro usado en la hidrólisis ácida y se lavó con agua caliente hasta que de reacción negativa a alcalinidad, se controló con papel de tornasol como indicador. Seguidamente se lavó con 3 porciones de 20 ml de etanol 96° se espera que seque y se vuelve a lavar con 2 porciones de éter de petróleo y dejar secar. Finalmente se colocó el papel de filtro con la muestra en la estufa a 70° C por 1 hora se llevó al desecador para que enfríe, se pesó y expresa el resultado en porcentaje.

4° Cálculo:

g fibra x 100

% de F = -----

Donde:

% de F. = g de fibra en 100 g de muestra

g Fibra = g de fibra que queda después del trabajo

2 = g de muestra usada para el trabajo

100 = para referir a porcentaje

2.2.8 Determinación de nitrógeno: método de Kjeldhal^{19,20,21}

1º Definición:

Es el conjunto de procesos desarrollados con el propósito de destilar el contenido de nitrógeno, bajo la forma de amoniaco, en el material que se analiza

2º Fundamento:

Se funda en la transformación de todo el nitrógeno de la muestra en nitrógeno amoniacal por acción del ácido sulfúrico caliente y ayudado por la presencia de sustancias catalizadoras. Luego se alcaliniza el sistema y se realiza la destilación del amoniaco recibiendo en una cantidad exactamente medida de un ácido valorado.

3º Procedimiento: Se realiza en tres pasos correspondientes:

Digestión:

Se pesó 2 g de muestra a analizar que preliminarmente a sido desengrasada y se colocó en el balón kjeldhal de 250 ml, se añadió 10 g de sulfato de potasio, 1 g de sulfato de cobre y 25 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se calentó cuidadosamente evitando la formación de espuma, seguidamente se aumentó el calor para hervir y se mantuvo en sí hasta que la solución se clarifique a un color verde esmeralda y se deja enfriar.

Destilación:

La solución verde esmeralda, del proceso anterior, que contiene el sulfato de amonio se traspasó cuantitativamente al balón del equipo de destilación al aparato

de destilación y se diluyó con 40 ml de agua destilada, seguidamente se añadió 40 ml de hidróxido de sodio al 40%, se agregó 3 ml de glicerol para impedir la formación de espuma. De inmediato se conectó el balón al condensador, el extremo terminal del condensador debe estar sumergido un matraz de 250 mL contenido con 50 mL de ácido sulfúrico 0.1 N que contiene 3 gotas del indicador rojo de metilo, se destiló hasta que ya no se desprenda amoníaco lo que se va determinando con ayuda de papel de tornasol, luego se procedió a retirar el matraz con su contenido y después desconectar el condensador.

Titulación:

El matraz que contiene el exceso H₂SO₄ 0.1 N y el destilado recibido se titula con solución de hidróxido de sodio al 0.1 N hasta que la solución vire a un color amarillo claro. Calcular la cantidad equivalente de ácido sulfúrico que ha sido utilizado en la neutralización del amoníaco liberado, para determinar el contenido de nitrógeno y expresarlos en porcentajes.

4º. cálculos

Los cálculos se realizaron utilizando los siguientes datos:

$$N = \frac{(N_1 \times n_1) - (N_2 \times n_2) \times 0.0014}{M} \times 100$$

N₁ = Normalidad del H₂ SO₄

N₂ = Normalidad del NaOH

n₁ = Cantidad del H₂SO₄ valorando en la titulación

n₂ = Cantidad del NaOH gastado en la titulación

M = Peso de la muestra

5º Conversión a Proteínas.

Para calcular la cantidad de proteínas se multiplica el contenido en nitrógeno por 6.25 que es el factor de conversión utilizado para las proteínas en general.

$$P = \% N \times F$$

N = Porcentaje de nitrógeno

F = factor de conversión (6.38)

2.2.9 Determinación de carbohidratos^{19,20,21}

- Para determinar el contenido de carbohidratos se realizó por diferencia de 100 menos la suma de los porcentajes de humedad, fibra, ceniza, grasa y proteínas ($C = 100 - H, F, C, G, P$).

2.3 OBTENCIÓN DE EXTRACTO ETANÓLICO Y ACUOSO ^{22,23}

Se pesó 10 g de parte comestible deshidratada, se colocó en un matraz 500 ml y se adicionó 120 ml de etanol, se colocó en un plato calefactor con termostato y agitación magnética. Se encendió el plato calefactor graduando la cantidad de calor para que fluctuó entre 55-60°C mientras se mantuvo en agitación con la ayuda de la una pastilla magnética para mantenerse en esas condiciones por 12 horas. Luego se filtró y se guardó el líquido de filtrado y el marco es sometido a una segunda extracción bajo las mismas condiciones.

De la segunda filtración el marco sirve para obtener el extracto acuoso y los líquidos filtrados se concentran hasta obtener 100 ml de disolución.

El marco se secó en la estufa, se traspasó a un vaso de precipitados de 250 ml y se añadió agua hasta completar 100 ml, se llevó a la acción del calor hasta que hierva por 5 minutos. Y se filtró. Se obtuvo un marco que se desecha y un líquido filtrado que se concentra en la estufa a 80 °C hasta $\frac{1}{4}$ de su volumen.

2.4 Caracterización Del Extracto Etanólico^{22,23}

2.4.1 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS^{22,23}

Utilizando los órganos de los sentidos se determinó: Color, olor, sabor y aspecto. El proceso fue el siguiente:

Color: Se colocó aproximadamente 1.0 g del extracto libre de solvente en un frasco vial de 5 ml y desde aquí por apreciación directa se juzga su color.

Olor: acercando el frasco anterior a las fosas nasales y aireando la zona se juzga el olor.

Sabor: Con una bagueta se topa el extracto y se lleva a la lengua para juzgar el sabor.

Aspecto: con una se retira parte del extracto libre de solvente y se unta las yemas de los dedos pulgar e índice para la evaluación del textura y aspecto.

2.4.2 Características fisicoquímicas^{22,23}

A) DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO:

Método: Destilación de solvente.

1° Definición:

El rendimiento es el número de gramos de extracto libre de solvente que deja cada 100 g de material tratado.

2° Fundamento:

El método se basa en la destilación del disolvente utilizando calor moderado hasta que quede libre de solvente el extracto.

3° Procedimiento:

En un vaso de precipitados pequeño de peso conocido se colocó 10 ml del extracto etanólico obtenido y se llevó a la estufa a 55 -60 °C hasta constancia de peso. Se enfrió en el desecador y se pesó. Por diferencias de pesos del vaso de precipitado con extracto libre de solvente del peso del vaso vacío se obtiene el peso de extracto por cada 10 ml tratado. El rendimiento que se expresó en %.

4° Cálculos

$$\text{g de ext LS}/100 \text{ g de ms} = (\text{p Ext.}/10 \text{ mL}) \times 10 \times 10^*$$

Donde:

g de Ext LS/100 g de ms = gramos de extracto libre de solvente por 100 g de muestra

P ext/10 ml = peso en g de extracto al tratar 10 ml de extracto etanólico

10 = Factor para considerar los 100 ml. De extracto obtenido

10*= Factor para llevar el rendimiento a 100 g de muestra tratada

B) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS:

Método gravimétrico

1º Procedimiento:

Se cogió una cápsula de porcelana de peso conocido y se colocó 1 g del extracto a analizar, se llevó a la acción del calor para carbonizar la materia orgánica y luego a la mufla a 550-560 °C por dos horas y hasta constancia de masa

2º Cálculos:

Se halla mediante la expresión siguiente:

$$\mathbf{g\ C/100\ g = PCobt\ x\ 100}$$

Donde:

g C/100 g = gramos de cenizas por 100 g de extracto

PCobt = g de cenizas que se obtienen en la determinación

100 = para referir a porcentaje

2.5 ESTUDIO FITOQUÍMICO^{22,23}

Para esta parte del trabajo se utilizó una disolución del extracto etanólico de concentración en 10 %. El extracto acuoso sirvió para la investigación de fenoles, saponinas y catequinas y/o leucoantocianidinas La identificación de grupos químicos se hizo mediante reacciones de precipitación y/o coloraciones siguientes:

1º. Reacción de cloruro férrico. para determinar compuestos fenólicos.

En un frasco vial pequeño se colocó 1,0 ml de la solución etanólica a ensayar y se agregó

gota a gota 0.5 ml de solución de FeCl_3 al 5 %. Se considera positivo la aparición de coloraciones azul, verde o negro. El resultado se contrasta frente a un blanco que en lugar de muestra tiene disolvente.

2° Reaccionante el reactivo de Folin-ciocalteu

Se cogió 5 tubos de ensayos y se agregaron, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1.0 ml de extracto acuoso y todos los tubos se completan a 3.0 ml con agua destilada, seguidamente a cada uno de ellos se adicionó 0.5 ml de disolución de Na_2CO_3 20 %, se homogenizó y se le agregó 0.5 ml del reactivo de Folin-Ciocalteu. Se dejó en reposo al abrigo de la luz por 30 minutos. Se considera que la reacción es positiva si se observa la aparición de una coloración azul que debe ser más intensa en el tubo N 5 el tubo N 1 es el blanco de la reacción.

3°. Reacción de gelatina 1%/NaCl 10 %. Para determinar taninos.

En dos tubos de ensayo se colocaron 2 ml de la solución de gelatina en NaCl 10%, seguidamente se agrega gota a gota 0.5 ml de la disolución de extracto etanólico y extracto acuoso, respectivamente, a ensayar., paralelamente se va observando la aparición de un enturbiamiento o precipitado en el sistema. El resultado se contrasta frente a sus respectivos blancos en el que se sustituye la muestra por el solvente etanol y agua respectivamente.

4° Reacción de Shinoda. Para la determinación de flavonoides

Se ensayó en el extracto etanólico. En un frasco vial de 1 ml se colocan 0.5 ml de la disolución a ensayar, seguidamente se agregó entre 8-10 partículas de limadura de magnesio y luego 0.2 ml de HCL concentrado. Se esperó que la reacción culmine y se concentra a 1/3 de su volumen, se añadió 0.5 ml de agua destilada, se añadió 0.5 ml de una mezcla de etanol- diclorometano 2:3; se agitó y se dejó en reposo hasta la separación de una fase orgánica y otra acuosa. Se observó el color de la fase orgánica. La aparición de una coloración ámbar, naranjado o rojiza es indicadora de la presencia de flavonoides. El resultado se contrasta versus los resultados de un blanco trabajado en las mismas proporciones y condiciones solo que en lugar de muestra tiene el solvente etanol.

5°. Reacción de Rosenhein. Para determinar leucoantocianidinas y/o catequinas.

Se ensayaron el extracto etanólico y acuoso. En dos tubos de ensayos se colocaron

respectivamente 3 ml de las disoluciones a ensayar, y se agrega 1 ml de HCl concentrado a cada una. Se llevó a baño maría hirviente 15 minutos, se retiró y se dejó enfriar. Se les adicionó 2 ml de H₂O y 3 ml de alcohol amílico. Se agitó por 30 segundos y se deja en reposo por 10 minutos. Se separan las dos fases la orgánica y acuosa. Se observó el color de la fase orgánica. La aparición de un color que va desde el carmesí oscuro hasta rosado débil, indicó la presencia de leucoantocianidinas y un color marrón la presencia de catequinas. El resultado se comparan frente a sus respectivos blancos, que no contiene muestra sino solo etanol y agua.

6° Reacción de Liebermann-Burchard. Para determinar triterpenos esteroidales.

Se ensayó el extracto etanólico. Para esta parte del trabajo en un tubo de ensayo, se colocó aproximadamente 10 ml del extracto etanólico y se concentra a sequedad, se adicionó 5 ml de diclorometano y se llevó a baño maría de 35 – 40°C , con la ayuda de la varilla de agitación se favorece la disolución. Se esperó que sedimento y la parte soluble se traspasa a otro tubo de ensayo. Se cogió un frasco vial de 5 ml, se colocó 1 ml de la disolución anterior, se agregó 2 gotas de ácido acético, se mezcló y se adicionó unas 10 gotas del reactivo solución de anhídrido acético/H₂SO₄ 50:1. La aparición de una coloración azul, verde o anaranjado indicara que la muestra tiene resultados positivos El resultado se contrasta frente a un blanco en el que se sustituye la muestra por el solvente diclorometano.

7°. Reacción de Borntrager. Para determinar nafto y/o antraquinonas.

Se trabajó con el dicloro metánico obtenido del extracto etanólico como se detalla líneas arriba. En un frasco vial pequeño se colocó 1 ml de la disolución de diclorometano que contiene la muestra a ensayar y se agrega 2 ml de solución acuosa de NaOH al 10%, se tapó el frasco vial y se agitó, se dejó en reposo y se observa el color que toma la fase acuosa. Se considera positivo si la fase acuosa se torna de color rojo. El resultado se compara versus un blanco que se prepara sustituyendo la muestra por el solvente diclorometano.

8°. Prueba de fluorescencia. Para determinar cumarinas.

Para esta parte del trabajo se trabajó con el extracto dicloro metánico obtenido del extracto

etanólico como se detalla líneas arriba. Se cortó un pedazo de papel filtro en tiras de 1.5 cm de ancho por 6 cm de largo. Para cada a extracto a ensayar se utiliza una tira de papel y se procede como sigue: Se marcó tenuemente con lápiz tres puntos equidistantes; en el primero y segundo punto se impregna 1 gota del extracto a ensayar, al tercer punto 1 gota de KOH 0,5 M; se espera que sequen; y luego al primer punto se agrega 1 gota de KOH 0,5 M y se espera que seque. Seguidamente se observa a la luz ultravioleta de 366 nm de longitud de onda. La aparición de fosforescencia en el primer punto es indicativa de la presencia de cumarinas.

9°. Reacciones para la determinación de alcaloides.

Se cogió 5 ml de la disolución de extracto etanólico a ensayar y se concentran a un tercio de su volumen, se acidifican con 5 gotas de H₂SO₄ 0.1 M. Desde aquí se cogen las alícuotas para las reacciones de identificación de compuestos probablemente de naturaleza alcaloidea. se realizaron los ensayos siguientes:

Reacción de Dragendorff

En un pozuelo de una placa para reacciones a la gota se depositó 0.2 ml de la disolución etanólica concentrada y acidificada; se añadió 3 gotas del reactivo de Dragendorff se mezcla y se observa. La aparición de un precipitado anaranjado o rojo indican que la reacción es positiva.

Reacción de Wagner.

En un pozuelo de una placa para reacciones a la gota se depositó 0.2 ml de la disolución etanólica concentrada y acidificada; se añadió 3 gotas del reactivo de Wagner, se mezcla y se observa. La aparición de un precipitado marrón indicará que la reacción es positiva.

Reacción de Hager.

En un pozuelo de una placa para reacciones a la gota se depositó 0.2 ml de la disolución etanólica concentrada y acidificada, se añadió 3 gotas del reactivo de Hager, se mezcla y se observa. La aparición de un precipitado de color crema o amarillo indicará que la reacción es positiva.

Reacción de Mayer.

En un pozuelo de una placa para reacciones a la gota se depositó 0.2 ml de la disolución etanólica concentrada y acidificada, se añadió 3 gotas del reactivo de Mayer, se mezcla y se observa. La aparición de un precipitado de color crema, amarillo o marrón indican que la reacción es positiva.

Cada una de las reacciones para identificación de alcaloides fue contrastada mediante un blanco, que contiene en lugar de muestra disolvente etanol en las mismas proporciones y concentración y acidificación con el ácido sulfúrico 0.1 M.

10°. Prueba de la espuma. Para determinar saponinas

Se trabajó con el extracto acuoso. En un tubo de ensayo de 13 mm x 120 mm se colocó 1 ml de la disolución a ensayar y se añadió 10 ml de agua destilada se agita vigorosamente durante 1 minuto.

La presencia de saponinas se juzga por la formación de espuma que debe persistir por 30 minutos con una altura no menor de 1 cm.

III. RESULTADOS

3.1 De la Muestra Estudiada

La muestra estudiada es la especie vegetal *Macadamia integrifolia* que crece en el distrito de Pueblo nuevo de la provincia de Ica.

3.2 De la obtención de los frutos de *Macadamia integrifolia*.

Los frutos fueron recolectados y trasladados al laboratorio de química analítica de la facultad de farmacia y bioquímica. De un kg de frutos el 91.8 % de ellos súpero los 2.0 cm de diámetro con un contenido de almendras o parte comestible de 36.17 %.

3.3 De las características organolépticas de la parte comestible de *Macadamia integrifolia*.

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 1. Resultados de las apreciaciones organolépticas a la parte comestible de los frutos de *Macadamia integrifolia*.

Observado	Características
Color	Crema tenue
Olor	Suave a almendras
Sabor	Ligeramente dulzaino, agradable
Aspecto	Sólido aceitoso de forma esférica, suave al tacto y al paladar.

Fuente: La autora del trabajo

3.4 DEL ANÁLISIS QUÍMICO BROMATOLÓGICO DE LA PARTE COMESTIBLE DE *MACADAMIA INTEGRIFOLIA*.

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2. Resultados del análisis químico bromatológico de la parte comestible de los frutos de *Macadamia integrifolia*.

Determinado	Porcentaje sobre material comestible
Humedad	4.12 %
Cenizas	1.31 %
Grasa	55.6 %
Fibras	1.69 %
Nitrógeno total	1.47 %
Proteínas (factor 6.25)	9.18 %
Carbohidratos	27.11 %

Fuente: La autora del trabajo

3.5 DE LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO ETANÓLICO

De 10 g de frutos de *Macadamia* se obtienen 100 ml de extracto etanólico de color amarillo de aspecto límpido y con marcado olor y sabor a alcohol.

3.6 DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EXTRACTO ETANÓLICO LIBRE DE SOLVENTE

A) De las características organolépticas

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3. Resultados de las características organolépticas del extracto etanólico, de frutos de *Macadamia integrifolia*, libre de solvente.

Observado	Características
Color	Amarillo tenue
Olor	Sui generis
Sabor	Agradable
Aspecto	Aceitoso

Fuente. La autora del trabajo

B) De las características fisicoquímicas

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 4. Resultados de las características físico químicas del extracto etanólico de *Macadamia integrifolia*

Determinado	Resultado
Rendimiento	51.27 %
Cenizas	0.10 %

Fuente. La autora del trabajo

3.7 DEL ESTUDIO FITOQUÍMICO

Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 5. Resultados de las determinaciones de metabolitos secundarios extracto etanólico y acuoso de *Macadamia integrifolia*.

Reacción	Resultado	Presencia de
Tricloruro férrico	Negativo	-----
Folin-Ciocalteu	Positivo	Compuestos fenólicos
Gelatina – Sal	Negativo	-----
Shinoda	Negativo	-----
Rosenhein	Negativo	-----
Liebermar-Burchard	Positivo	Triterpenos esteroidales
Bortraguer	Negativo	-----
Fluorescencia	Negativo	-----
Dragendorf	Positivo	Compuestos nitrogenados
Mayer	Negativo	-----
Wagner	Negativo	-----
Hager	Negativo	-----
Saponinas	Positivo	Saponinas

Fuente: la autora del trabajo

IV. DISCUSIÓN

Para el desarrollo sostenible de un pueblo el aprovechamiento de los recursos naturales renovables juega un papel preponderante y el uso de estos recursos deben ser materia de aprobación de la autoridad pertinente a fin de garantizar el buen uso y cuidado del recurso. Nuestra región se caracteriza por su excelente clima y suelo que le ha permitido el desarrollo de varios cultivos tradicionales que hoy generan una actividad agroindustrial muy necesaria para el desarrollo socio económico de la región; pues oferta oportunidades laborales y la situación económica de los pobladores y la comunidad mejora. Este potencial agroindustrial debe ser reforzado; lo que implica el uso de nuevas tecnologías para elevar la productividad del suelo y el desarrollo de nuevos cultivos con expectativas agroindustriales. *Macadamia integrifolia* es una especie vegetal cuyos frutos son una nuez cuya parte comestible es agradable y tiene excelentes propiedades alimenticias^{1, 3}. Pero aun así Albulquerque⁸ señala que se hace necesario fijar las características de estos frutos. En mi trabajo se cogió como muestra para analizarlos frutos de la especie vegetal *Macadamia integrifolia* que crecen en el distrito de Pueblo Nuevo de nuestra provincia y con respecto al tamaño de los frutos mayoritariamente 91.8 % de los 5 Kg llegaron al laboratorio el tamaño súper los 2.0 cm de diámetro que fue el criterio de inclusión de la muestra y un rendimiento de almendra de 36.17 % %. Estos resultados están en concordancia con lo reportado por Aquino⁷ quien caracterizo 9 variedades de *Macadamia* en Coapetec, Veracruz- México e indica que el tamaño de los frutos fluctúa entre 15.23 - 20.25 mm con un contenido de almendra entre 28.94 – 38.10 % y lo reportado por Armanans A⁶ para nueces de *Macadamia* que crecen en Caraguatay Paraguay quien reporta tamaño de nueces de *Macadamia* entre 2.4 – 2.59 cm con contenido de almendra o parte comestible comprendida entre 26.66 – 31.32%. Con respecto a las características organolépticas de la parte comestible de estos frutos 2,3 están catalogadas como un producto para consumo directo con buena aceptación. Referente a la composición química bromatológica proximal de la parte comestible de estos frutos se han reportado que es un alimento rico en grasas, lípidos o aceites. Así Mereles L¹⁰ reporta un contenido de lípidos de $73,5 \pm 1,4$ g/100 g asimismo manifiesta que este producto tiene actividad

antioxidante; en mi trabajo el contenido de lípidos en las *Macadamias* estudiada es de 55.66 % esta diferencia podría deberse a las condiciones climáticas en que las especies crecen o al contenido de humedad del material analizado. Para la parte comestible de estos frutos Al-Hawary¹¹ reporta la presencia de compuestos fenólicos y compuestos flavonoideos con actividad antioxidante, Davis¹³ reporta presencia de tocoferoles y fitosteroles, en mi trabajo para la detección de compuestos fenólicos he utilizado el reactivo de Folin-Ciocalteu ya que mediante el uso del clásico reactivo tricloruro férrico el resultado es negativo y ello depende fundamentalmente por la baja concentración de estos compuestos en el extracto etanólico lo cual está en concordancia con mi reporte de negativo a la reacción de Shinoda.

V. CONCLUSIONES

1. La composición químico bromatológica proximal de la parte comestible de los frutos de la especie vegetal *Macadamia integrifolia* que crece en el distrito de Pueblo Nuevo de Ica es la siguiente:
2. Humedad 4.12%, Cenizas 1.31 %, Grasa 55.6 %, Fibras 1.69 %, Nitrógeno total 1.47 %, proteínas totales 9.18 y Carbohidratos por diferencia 27.11 %.
3. Los metabolitos secundarios presentes en la parte comestible de los frutos de la especie vegetal *Macadamia integrifolia* es la siguiente: Compuestos de naturaleza fenólica, triterpenos esteroidales y saponinas.
4. Por los valores hallados este material analizado es un buen alimento para humanos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar con estudios sobre cualidades nutritivas de especies vegetales que se adaptan a nuestro medio y pudieran ser nuevas alternativas para el cultivo a escala agro exportadora.
2. Evaluar el contenido de metabolitos secundarios en el caparazón o cáscara que cubre la parte comestible de los frutos de *Macadamia integrifolia*.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asociación de Gremios de productores Agrarios del Perú (AGAP): Perú pasó del puesto 36 al 18 a nivel mundial como exportador de frutas y hortalizas. Se puede conseguir en: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/agap-peru-paso-del-puesto-36-al-18-nivel-mundial-como-exportador-de-frut>
2. La Nuez de *Macadamia*. Se puede conseguir en: <https://www.cuerpomente.com/guia-alimentos/nuez-de-macadamia>
3. Cultivo de la nuez *Macadamia*. Se puede conseguir en: <https://www.agroforum.pe/cultivos-industriales/cultivo-de-nuez-de-macadamia-1695>
4. Rodríguez P, Silva A, Carrillo M. Caracterización fisicoquímica del aceite de nuez de *Macadamia (Macadamia integrifolia)*. Journal of Food Vol 9, 2011, Issue 1
5. Loor R, Miño N. Determinación de la capacidad antioxidante de la nuez de *Macadamia* mediante el método DPPH, obtención de su aceite aplicando la técnica soxhlet y sus aplicaciones en los productos alimenticios y cosméticos.(2012) Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico. Universidad de Guayaquil
6. Armadans A. caracterización de frutos de tres variedades de macadamia (*Macadamia infegrilolia*) en la zona de Caraguatay, departamento Cordillera, Paraguay. 2009. Investigación Agraria, vo/. 11 nº 1.Universida Nacional der asunción. Facultad de Ciencias Agrarias.
7. Aquino E, Mapel L, Chávez J. y col. Caracterización física y química de la nuez y el aceite de nueve variedades de *Macadamia integrifolia*, *M. tetraphylla* e híbridos. Nova scientia vol.9 no.19 León 2017
8. Albuquerque F, Scapàre J, Simone R y col.. produção e atributos de qualidade de cultivares de macadâmia no sudoeste do estado de são Paulo. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 36, n. 1, p. 192-198, Março 2014
9. Moodley R, Bondad A, Sreekanth B. Elementales de composición química y características de cinco nueces comestibles (almendras, Brasil, pacana, nuez de *macadamia* y) que se consumen en el sur de África. Journal of Environmental Science and Health, Parte B .esticidas, contaminantes de los alimentos y los residuos agrícolas. Volumen 42, 2007 - Número 5
10. Mereles L¹⁰, Martinez k, Martines J, Velasquez E y Col. Guia de secado y envasado de nueces de macadamia facultad de ciencias químicas UNA. Disponible en: https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u294/Gu_a_d_Secado_280218.pdf
11. El-Hawary, Abubaker M, Mahrous E. Extracts of Different Organs of *Macadamia* Nut Tree

(*Macadamia Integrifolia*) Ameliorate Oxidative Damage in D-Galactose Accelerated Aging Model in Rats .Biointerface Reserch in Apllied Chemistry. Volume 12, Issue 5, 2022, 7125 – 7135.

12. Somwongin S, Sasithorn S, Chantawannakul P, Anuchapreeda S y Chaiyana W. Potential antioxidant, anti-aging enzymes, and anti-tyrosinase properties of *Macadamia (Macadamia integrifolia)* pericarp waste products. Asia-Pacific Journal of Science and Technology: Volume: 27. Issue: 02. 2021.
13. Davis Isabella. Nuts: Properties, consumption and nutrition. Editorial Nova.2011. disponible en: web site: <http://www.novapublishers.com>
14. International Nut and Dried Fruit. (2015). Global Statistical Review 2014-2015. Foundation. Se puede conseguir en: https://www.nutfruit.org/wp-content/uploads/2015/11/global-statistical-review-2014-2015_101779.pdf (18 de mayo de 2017).
15. Cultivo de la nuez *Macadamia*. Se puede conseguir en: <https://www.agroforum.pe/cultivos-industriales/cultivo-de-nuez-de-macadamia-1695>
16. *Macadamia Integrifolia*. World Agroforestry Center. Se puede conseguir en: http://old.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Macadamia_integrifolia.PDF
17. José Cegarra Sánchez. Metodología de la investigación científica y tecnológica. Editorial Díaz do Santos. Madrid.2001
18. José Cegarra Sánchez. Metodología de la investigación científica y tecnológica. Editorial Díaz do Santos. Madrid.2001
19. Mapel Velazco Laura. Caracterización física y química de la nuez y el aceite de variedades e híbridos de *Macadamia Integrifolia* y *Macadamia tetraphylla* cultivadas en Coatepec, Veracruz. Tesis que para obtener el grado de Maestro en Ciencias Alimentarias. Universidad Veracruzana. Veracruz Octubre, 2014
20. *Macadamia* oil. Se puede conseguir en: https://en.wikipedia.org/wiki/Macadamia_oil
21. Zumbado H. Análisis Químico de Alimentos. Métodos clásicos. Editorial Acribia. Instituto de Farmacia y Alimentos Universidad de La Habana 2004.Disponible en: <https://julio82.files.wordpress.com/2011/08/analisis-quimico-de-los-alimentos-mc3a9todos-clc3a1sicos.pdf>
22. *Macadamia Intigrefolia*. Se puede conseguir en:https://es.wikipedia.org/wiki/Macadamia_integrifolia
23. Bruneton J. Farmacognosia: Fitoquímica plantas medicinales. 2da.Edición Editorial Acribia. Disponible en: https://tejarrossi.files.wordpress.com/2017/01/farmacognosia_bruneton.pdf

24. Hernández Sampieri, Roberto / Fernández Collado, Carlos / Baptista Lucio, Pilar. Metodología de la investigación. 6ta Edición. Editorial Mc Graw Hill
25. Pearson. "Composición y Análisis de los Alimentos" Edit. Continental. 1992.
26. Lock. O. "Investigaciones Fitoquímicas" Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. 1992.

VIII. ANEXO



CONSTANCIA



LA DIRECTORA ACADÈMICA DE LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA.

HACEN CONSTAR QUE LA ESTUDIANTE:

CHAVEZ CHACALTANA, KAREN JAKELINE

Código N° 20135447

En vías de regularización, se le autoriza el uso de las instalaciones del laboratorio de Química Analítica, para el desarrollo de su proyecto de tesis, el cual lleva como título **Determinación químico bromatológica y fitoquímica de los frutos de *Macadamia Integrifolia* que crece en distrito de Pueblo Nuevo - Ica** y que aprobado el proyecto deberá presentar un documento con su asesor, indicando los días y horas que hará uso del laboratorio.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Ica, 04 de Abril 2023



CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

El BIo. Que suscribe determina que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga CHAYEZ CHACALTANA KAREN JAKELINE, con DNI N° 70605834, para su determinación pertenece al nombre científico de *Macadamia Integrifolia* Maiden & Betche “*macadamia*”, según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist, (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: PROTEALES

FAMILIA: PROTEACEAE

GÉNERO: *Macadamia*

ESPECIE: *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche

N.V. “*macadamia*”

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

Ica 27 de abril del 2023.


.....
Dr. Masade-Huamán David Máximo
 BIÓLOGO
COP: 3681



BUSCANDO INFORMACIÓN POR INTERNET



COORDINANDO CON EL RESPONSABLE DEL LABORATORIO PARA PROGRAMAR EL DESARROLLO DEL TRABAJO.



FRUTO DE *MACADAMIA INTEGRIFOLIA*



DETERMINANDO LA HUMEDAD DE LA PARTE COMESTIBLE DE LOS FRUTOS DE *MACADAMIA INTEGRIFOLIA*



PESANDO MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE NITROGENO TOTAL



DETERMINANDO COMPUESTOS FENOLICOS



DETERMINACIÓN SAPONINAS



DETERMINANDO ALCALOIDES



DETERMINACIÓN DE CATEQUINAS Y/O LEUCOANTOCIANIDINAS

Ica, octubre del 2,023

Chávez Chacaltana Karen Jakeline
Bach. Farmacia y Bioquímica
Tesisista