

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DETERMINACIÓN FITOQUÍMICA Y PROPIEDADES FUNCIONALES EN LA
PULPA DE CAÑA FISTULA (*Cassia fistula*).**

POR:

MERCY LOANY ANDARA CANALES

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

DETERMINACIÓN FITOQUÍMICA Y PROPIEDADES FUNCIONALES EN LA
PULPA DE CAÑA FISTULA (*Cassia fistula*).

POR:

MERCY LOANY ANDARA CANALES

ING. JHUNIOR ABRAHÁN MARCIA FUENTES

ASESOR PRINCIPAL

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
TECNOLOGÍA ALIMENTARIA.

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

DEDICATORIA

Este presente trabajo es dedicado primeramente a **Dios**, seguidamente de mis padres **Marcos Antonio Andara Padilla Y Irma Santos Canales Castillo** quienes con mucho amor y esfuerzo me han apoyado siempre.

A mis abuelos que han sido de gran apoyo en este proceso, así como mis hermanas

A mis amigos, que nos hemos ayudado los unos con los otros en especial a **Daniel Alemán** con quienes hemos caminado juntos en este proceso apoyándonos mutuamente.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a **Dios** primeramente por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida y guiar cada año mi camino, regalarme sabiduría y por darme las fuerzas necesarias para continuar, y poder cumplir mis propósitos

Agradezco a mis padres por el apoyo que me han brindado siempre, por los valores con los que me han formado y acompañarme a lo largo de mi vida. Y a mis hermanos por estar conmigo en este proceso y apoyarme incondicionalmente.

A la **Universidad Nacional De Agricultura** por formarme como profesional y permitirme lograr mis metas.

A mi asesor principal Doctor **Jhunion Marcia**, por confiar en mí, compartir sus conocimientos conmigo en este trabajo e inspirarme con sus logros a seguir avanzando y que gracias a su gestión fue posible realizar mi tesis en el extranjero.

A mis asesores secundarios M. Sc. **Keysi Peralta** y la **M. Sc Arelys Betancourth** por apoyarme en la realización de mi tesis y brindarme de sus conocimientos

A mi asesor en Perú Doctor **Franklin ORE** quien me acompañó en la ejecución de este trabajo. De igual manera a todo el cuerpo docente de la Universidad Nacional de Huancavelica que me brindó su apoyo

CONTENIDO

	pag
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
CONTENIDO	iii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA Y MARCO TEÓRICO	3
3.1. Generalidades de la caña fistula.....	3
3.1.1. Taxonomía de la caña fistula.....	3
3.1.2. Descripción de la <i>Cassia fistula</i>	4
3.2. Compuestos bioactivos y sus propiedades.....	6
3.2.1. Clasificación de los compuestos bioactivos	7
3.2.2. Compuestos fenólicos	8
3.2.3. Fenoles simples	8
3.2.4. Polifenoles.....	9
3.2.5. Propiedades bioactivas	9
3.3. Técnicas de Extracción y Caracterización de Compuestos Fenólicos	10
3.3.1. Extracción de fluidos a presión	11
3.3.2. Caracterización de compuestos fenólicos	12
IV. MATERIALES Y MÉTODO	14
4.1. lugar de investigación	14
4.2. Materiales y reactivos	15

4.3. Método de investigación	15
4.3.1 Metodología	15
4.4. Diseño experimental	19
4.5. Análisis estadístico.....	19
V. RESULTADO Y DISCUSIÓN	20
5.1 Curva de secado de la pulpa de la <i>Cassia fistula</i>	20
5.2 Análisis fitoquímicos la harina de <i>Cassia fistula</i>	21
5.3 Determinación de la capacidad antioxidante en harina de pulpa de <i>cassia fistula</i>	22
5.4 Determinación de polifenoles totales en harina de pulpa de <i>Cassia fistula</i>	23
VI. CONCLUSIONES	24
VII.RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXOS.....	31

LISTA DE CUADROS

	Pag
Tabla 1.: taxonomía de la <i>Cassia fistula</i>	3
Tabla 2. Reactivos utilizados.....	14
Tabla.3. Composición fitoquímica de la <i>Cassia fistula</i>	19
Tabla 4. Determinación de la capacidad antioxidante en harina de pulpa de <i>Cassia fistula</i>	20
Tabla 5. Determinación de polifenoles totales en harina de pulpa de <i>Cassia fistula</i>	21

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Hojas de la <i>Cassia fistula</i>	4
Figura 2. flores de la <i>Caña fistula</i>	5
Figura 3. fruto de la <i>Cassia fistula</i>	5
Figura 4. Universidad Nacional de Huancavelica	14
Figura 5. flujograma.....	17

LISTA DE ANEXOS

	Pag
Anexo.1. Informe de ensayo de análisis de laboratorio.....	29
Anexo 2. Fotos del deshidratado y tamizado de la pulpa de <i>Cassia fistula</i>	30
Anexo 3. Pesado de la harina de pulpa de <i>Cassia fistula</i>	31
Anexo 4. Síntesis del trabajo de investigación.....	32

ANDARA CANALES M.L. (2023). Determinación fitoquímica y propiedades funcionales en la pulpa de caña fistula (*Cassia fistula*). Tesis de grado Ingeniero en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológicas. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras, C.A.

RESUMEN

La caña fistula (*Cassia fistula*) se encuentra en todo el Caribe hondureño desde la frontera con Guatemala hasta la ciudad de Trujillo, Colon su uso es más con fines decorativos, (Forestales, 2019). Aunque desde hace siglos se ha utilizado la pulpa y otras partes del árbol en medicina natural en la actualidad se desconocen sus beneficios y propiedades funcionales, por eso es importante realizarle una caracterización fitoquímica e investigar cuales son las propiedades funcionales, su Objetivo principal es: Caracterizar las propiedades fitoquímicas y funcionales de la pulpa de *caña fistula*. Metodología se recolectaron los frutos para poder extraer la pulpa de la caña fistula, después se deshidrato a 40°C, seguidamente pasamos a moler la pulpa de *cassia fistula* para poder utilizar la harina como materia prima. Para realizar los análisis fitoquímicos (Alcaloides, Terpenos, Taninos, Flavonoides totales) y la capacidad de antioxidantes, así como también los polifenoles totales. Resultados: se demostró que la harina de *cassia fistula* contiene los compuestos bioactivos que se le realizaron en los análisis de laboratorio dando como resultado de análisis fitoquímicos de Alcaloides 3.91 mg, Terpenos 98.45 mg, Taninos 1.59 (ppm), Flavonoides totales 2.76mg, por cada 100g de muestra, Capacidad de Antioxidantes DPPH ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$) 101.29, Polifenoles Totales (mg de ácido gálico /100g) 98.40. dando así estos resultados por cada 100gramos de muestra de harina de pupa de *cassia fistula*. Conclusiones: estos resultados indican una buena oportunidad para el aprovechamiento de la fruta de caña fistula como un alimento funcional ya que se confirma la presencia de antioxidantes y de poli fenoles.

Palabras claves: antioxidantes, polifenoles, terpenos, *Cassia fistula*, análisis fitoquímico.

I. INTRODUCCIÓN

La *Cassia fistula*, también conocida como “lluvia de oro” es originaria de Asia, pero se ha difundido casi por todo el mundo como planta ornamental (Forestales, 2019), en algunos países americanos (Venezuela, Colombia, Argentina) recibe el nombre de caña fístula., en Colombia, en México y probablemente en otros países, también se conoce como lluvia de oro (Hartwell, 2022).

Se encuentra distribuida en toda Centroamérica, se le conoce, gracias a su espectacular floración amarilla, esta también se encuentra distribuida en todo el Caribe hondureño desde la frontera con Guatemala hasta la ciudad de Trujillo, Colon y su uso es más con fines decorativos en las avenidas de las calles. Es un árbol semi-deciduo que puede alcanzar hasta 20 metros de altura, más comúnmente 10 metros, de copa extendida y ramas ligeramente colgantes (Forestales, 2019).

Aunque desde hace siglos se ha utilizado la pulpa y otras partes del árbol en medicina natural. Esta también se puede plantar como cortina rompe vientos, aunque pierde parte o todas sus hojas en la época seca. (Forestales, 2019), La *Cassia fistula* es una fruta medicinal la cual muchos desconocen sus beneficios y sus compuestos fitoquímicos o compuestos bioactivos y por lo cual no es aprovechada, por lo tanto, en esta investigación se pretende determinar cuáles son los compuestos bioactivos y sus propiedades funcionales para utilizarlo en la industria alimentaria.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Determinar las propiedades fitoquímicas y funcionales de la pulpa de “caña fistula” (*Cassia fistula*) como potencial ingrediente funcional.

2.2. Específicos

Determinar la curva de secado para la optimización del proceso de producción de harina de la pulpa de *Cassia fistula* para los análisis de laboratorio

Determinar las propiedades fitoquímicas de la pulpa de “caña fistula” *Cassia fistula* a partir del análisis instrumental.

Determinar la actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales de harina de la pulpa de “caña fistula” *Cassia fistula*.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades de la caña fistula

La *Cassia fistula* conocida popularmente como caña fistula, es un árbol ornamental cultivado en zonas tropicales y subtropicales en áreas con temperaturas anuales medias de entre 18–29 °C y una precipitación anual desde 500–2750 mm desde el nivel del mar hasta 1200 m de altitud. Prospera mejor a pleno sol en suelos bien drenados de pH 5.5–8.7 (Sanchez, 2020).

3.1.1. Taxonomía de la caña fistula

Nombre científico	<i>Cassia fistula</i> L
Nombre común	Caña fistula, lluvia de oro
Familia	Sebácea
Reino	<i>Plantae</i>
Genero	<i>Cassia</i>

Tabla 1.: taxonomía de la *Cassia fistula*

Fuente: (Freddy, 2012).

A la *Caña fistula* se le conoce en otras regiones: como Laburno de la India, lluvia dorada., se encuentra en la India y Sri Lanka quizás también de Burma y el norte de Tailandia,

habiendo sido introducido, al parecer, en China, Península de Malaya y Filipinas. (Forestales, 2019).

Etimológicamente: la palabra *Cassia* procede del griego *cassia*, denominación antigua ya utilizada por Dioscórides y Plinio para la corteza aromática de algunas plantas con propiedades medicinales, mientras que el *epíteto* específico *fistula* procede del latín *fistula*, -*ae* = caño, *tubo*, en alusión a sus frutos (Sanchez, 2020).

3.1.2. Descripción de la *Cassia fistula*

Algunos detalles del árbol de *Cassia fistula*: es un árbol de tronco grueso, muy ramificado que puede alcanzar hasta medio metro de diámetro y entre 6 y 20 m de altura, con la corteza de color castaño-grisácea, con pequeñas fisuras longitudinales (Freddy, 2012).

Sus hojas son grandes y están compuestas por un número par de foliolos. Presenta un follaje caducifolio, sus hojas son compuestas por un numero par, alternas. Con 4 a 8 pares de hojuelas ovadas a lanceoladas, de 30 a 40 cm de largo total. Las hojas son de color verde brillantes en el haz y algo más pálidas y pilosas en el envés (Rodríguez, 2012). Como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Hojas de la *Cassia fistula*

Fuente: *Caña fístula* | fitoterapia.net

Flores: Sus flores son llamativas por su coloración amarilla aun amarillo dorado. Vistasas y fragantes, las cuales están agrupadas en racimos terminales y colgantes de 25 a 75 cm de largo (Rodríguez, 2012), como se muestra en la Figura 2.

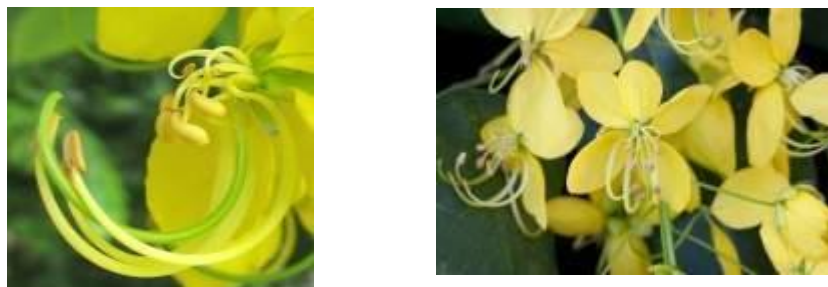


Figura:2 flores de la Caña fistula

Fuente: Caña fístula | fitoterapia.net

Sus fruto es en forma de legumbre linear, cilíndrica y redondeada, en sus extremos, colgante, largas cuyo pericarpio no se abre espontáneamente para que puedan salir las semillas, puede medir aproximadamente de 20-60cm de largo x 1.5-2.5cm de ancho, finamente estriada y tabicada transversalmente, de color negro o café oscuro en la madurez, que permanece bastante tiempo colgando sobre el árbol (Freddy, 2012), cómo podemos observar en la figura 3.



Figura:3. fruto de la *Cassia fistula*

Fuente: (Rodríguez, 2012).

La *Cassia fistula* Se puede desarrollar bien en climas secos. El crecimiento de este árbol es mejor a pleno sol en suelos bien drenados; es relativamente tolerante a la sequía y poco tolerante a la sal. Puede tolerar breves heladas ligeras, pero puede llegar a ser dañado si el frío persiste (Valera, 2016) mayormente este árbol es conocido por sus hermosas flores amarillas.

3.2. Compuestos bioactivos y sus propiedades

Los compuestos bioactivos son componentes menores de los alimentos que afectan al organismo humano como al sistema biológico, órgano, tejido o célula ya que se aplican en aplicaciones médicas y farmacológicas (Kris-Etherton, 2002). Cardenas *et al.*, (2015), afirman que el consumo de estos fitoquímicos como fitoesteroles, ácidos grasos, carotenoides, péptidos, y polifenoles puede tratar y prevenir enfermedades como el cáncer, la diabetes, los trastornos neurodegenerativos y las enfermedades cardiovasculares.

El origen y el desarrollo de estas enfermedades puede deberse, a muchas causas, como a la desintegración de la membrana celular inducida por especies reactivas de oxígeno (ROS), que conducen al daño de las proteínas de membrana e incluso pueden generar mutaciones en el ADN (Ravishankar *et al.*, 2013; Xiao *et al.*, 2014).

Debido a su capacidad antioxidante y a los altos niveles de algunas vitaminas como la vitamina A (retinol), muchos estudios se han centrado en los efectos potenciales de ciertos compuestos bioactivos contra el desarrollo de diferentes tipos de cáncer que han demostrado inhibición de la proliferación celular en tumores malignos de riñón. (Wegert *et al.*, 2011) y puede reducir el crecimiento de células cancerosas endometriales, Asimismo, la vitamina D en su forma de D2 (ergocalciferol) y D3 (colecalciferol) tiene efectos positivos sobre las

células cancerígenas de próstata (Alimirah *et al.*, 2011) y precursoras del cáncer de ovario (Shen., *et al.*, 2011).

Asimismo, algunos minerales como el zinc actúan favorablemente contra las células cancerosas de colon (Cohen *et al.* ., 2012), y los polifenoles como las isoflavonas han demostrado su eficacia contra las células malignas de próstata (Li *et al.*, 2012) y las proantocianidinas sobre las cancerígenas de cabeza y cuello de las células (Sun *et al.*, 2012) Además, una dieta rica en alimentos con propiedades funcionales mejora el sistema inmunológico, previene la obesidad y ayuda a preservar varios órganos como el cerebro, el corazón y el páncreas (Barbera Mateos, 2008).

3.2.1. Clasificación de los compuestos bioactivos

Según (Olmedilla & Granado, 2007), los compuestos bioactivos en los alimentos se pueden clasificar según su estructura química como:

Compuestos bioactivos inorgánicos: minerales como calcio, selenio, zinc, potasio o cobre.
Compuestos bioactivos orgánicos: isoprenoides (terpenoides) como carotenoides, saponinas, tocotrienoles, tocoferoles y terpenos. Hidratos de carbono y derivados del tipo como ácido ascórbico, oligosacáridos y polisacáridos como el almidón. Proteínas, aminoácidos y derivados nombrando isotiocianatos, capsaicinoides. Lípidos, incluidos los ácidos grasos insaturados (un ejemplo de los cuales son la omega 3) y los fitoesteroles. Compuestos fenólicos como ácidos fenólicos, taninos, líganos, flavonoides, entre otros.

3.2.2. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios que se generan mediante la metabolización de lignanos en el ácido silícico de las plantas y la pentosa fosfato. Estos compuestos contienen anillos aromáticos hidroxilados, los cuales están formados por un grupo hidroxilo funcional unido a la cadena de carbono en una molécula de benceno, y son conocidos por sus propiedades antioxidantes (Peñarrieta, *et al*, 2014).

Pueden contribuir a los atributos sensoriales de los productos alimenticios, especialmente en bebidas de origen vegetal dando sabores astringentes. Su ingesta se relaciona con diversos efectos beneficiosos considerándolos como importantes antioxidantes en la dieta, y se encuentran comúnmente en vegetales, cereales, frutas y raíces (Gómez, 2010; Peñarrieta *et al.*, 2014).

3.2.3. Fenoles simples

En este grupo, los compuestos se caracterizan por tener al menos un grupo hidroxilo unido a un anillo aromático. Los fenoles, las benzoquinas y los ácidos fenólicos son los más comunes, y también pueden incluir los ácidos benzoicos, fenilacetico y cinámico. Adicionalmente, a barba acetofenonas, metilpropenos, cumarinas, metilpropenos entre las que se encuentran cromona y filoquinona (Marcia & Zumbado, 2020).

3.2.4. Polifenoles

Los compuestos fenólicos son el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal, en los últimos años se ha demostrado que una dieta rica en polifenoles puede mejorar la salud y disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares (Vázquez *et al.*, 2016). La capacidad de los polifenoles para modular la actividad de diferentes enzimas, y para interferir consecuentemente en mecanismos de señalización y en distintos procesos celulares, puede deberse, al menos en parte, a las características fisicoquímicas de estos compuestos (Quiñones & Aleixandre, 2012).

Estos compuestos son conocidos por tener múltiples unidades de fenol. Los polifenoles incluyen xantomas, estilénos, antraquinonas, flavonoides, líganos, malígnanos, taninos y líganos. Los más abundantes en la dieta son los ácidos hidróxybenzoicos y flavonoides (Linares Grau, 2022) Otra clasificación común es diferenciarlos entre flavonoides y no flavonoides (Valencia, 2017).

3.2.5. Propiedades bioactivas

Las propiedades bioactivas que se han asociado a los compuestos fenólicos son muy diversas, incluyendo características anticancerígenas, antiinflamatorias, antihipertensivas y estrogénicas. Además, pueden ejercer efectos potencialmente beneficiosos contra las enfermedades cardiovasculares (Muñoz Jáuregui & Ramos Escudero, 2007) y pueden aportar importantes ventajas en cuanto a la inhibición de la actividad antialérgica, antimicrobiana y antineoplásica (Finley *et al.*, 2011; Zapata *et al.*, 2013).

Los compuestos fenólicos no solo pueden tener muchos beneficios para la salud, sino que también son conocidos principalmente por sus propiedades antioxidantes, que radican en que pueden secuestrar radicales libres, donar moléculas de hidrógeno, capturar moléculas de superóxido y quedar metales de transición (Muñoz Jáuregui & Ramos Escudero, 2007).

En cuanto a las propiedades anticancerígenas, el consumo de alimentos con una gran cantidad de flavonoides como la quercetina, el quercetin y la luteína reduce el riesgo de contraer varios tipos de cáncer, aunque los mecanismos de estos efectos protectores aún no se conocen del todo y están siendo estudiados (Muñoz Jáuregui & Ramos Escudero, 2007).

Además, estudios recientes muestran que el resveratrol, estílenos antifúngicos producidos por las plantas principalmente en respuesta al estrés de las infecciones fúngicas (estílenos *et al.*, 2012), tiene propiedades para prevenir potencialmente enfermedades degenerativas y cáncer de mama (Gróesele *et al.*, 2011; Pandey *et al.*, 2011).

3.3. Técnicas de Extracción y Caracterización de Compuestos Fenólicos

Las técnicas Generales de Extracción y Caracterización de Compuestos Fenólicos en la última década se han aplicado diferentes metodologías para evaluar compuestos bioactivos en sistemas de extracción. Los sistemas de extracción avanzados que se han implementado incluyen métodos novedosos como ultrasonidos, fluidos supercríticos, fluidos presurizados o extracción asistida por microondas (Nastia *et al.*, 2018; Leyva-Jiménez *et al.*, 2019; Fuentes *et al.*, 2021).

Las ventajas de estas nuevas técnicas frente a los métodos de extracción convencionales son que aumentan el rendimiento de extracción, y tienen mayor eficiencia, así como agilizan el

proceso, cantidad de disolvente necesaria y son más ecológicos. Sin embargo, estudios recientes sobre la extracción de moléculas bioactivas del fruto del frijol determinaron que el método de fluidos a presión es el más apropiado para obtener altos rendimientos de recuperación de este tipo de moléculas (Fuentes *et al.*, 2021). Por lo tanto, en esta investigación se discutirá la metodología del uso de esta técnica.

3.3.1. Extracción de fluidos a presión

Esta es una técnica muy útil en el caso de plantas, facilita y mejora la extracción de los compuestos polares en este tipo de matrices (Mendiola *et al.*, 2007; Fuentes *et al.*, 2021). Se basa en la extracción, generalmente de material sólido, en el que el disolvente líquido se encuentra a una temperatura superior, a su punto de ebullición. Sin embargo, se logró mantenerse en estado líquido debido a las altas presiones. Esta combinación de altas temperaturas y presiones, aumenta la velocidad y la eficiencia de extracción, mejora a sí el rendimiento y reduciendo el tiempo de extracción.

En conclusión, el aumento de la temperatura de extracción mejora la solubilidad y transferencia de los compuestos de interés al disolvente de extracción. También reduce la viscosidad y la tensión superficial del solvente, lo que le permite llegar más fácilmente a todas las áreas de la matriz y, por lo tanto, mejora el rendimiento de extracción (Fanali, *et al.*, 2018). El disolvente de extracción generalmente utilizado para este tipo de compuestos polares es el agua destilada y sus mezclas hidroalcohólicas, principalmente el etanol.

El etanol tiene la ventaja de ser económicamente accesible comparado con otros disolventes utilizados en los métodos convencionales. Además, no es peligroso y está incluido en la lista de disolventes GRAS (generalmente reconocidos como seguros). No contamina el medio

ambiente, por lo que su uso hace que el propio proceso de aplicación pueda considerarse una tecnología verde (Zhang *et al.*, 2019).

3.3.2. Caracterización de compuestos fenólicos

Existen distintos métodos para determinar el contenido de polifenoles, pero el más utilizado es el de Folin-Ciocalteu el cual busca medir el contenido de compuestos fenólicos totales en productos vegetales, este método se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a 765 nm (Muñoz *et al.*, 2017).

En la investigación realizada por Sasm *et al.*, (2020), en nueces de Brasil, se cuantificaron compuestos fenólicos totales por espectrofotometría según el método de Folin-Ciocalteu utilizando ácido gálico como estándar, en donde el valor de compuestos fenólicos totales fue expresado en equivalentes de ácido gálico de $1,62 \pm 0,11$ mg GAE.

En otras metodologías fue realizado por medio de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) es una técnica de separación, y determinación de analitos es realiza a través de la separación de los diferentes compuestos de la muestra.

La fase estacionaria se fija a una columna de pequeño diámetro, mientras que la fase móvil se hace pasar por presión. Ambas fases son inmiscibles, por lo que los componentes de la muestra que tienen una mayor afinidad por la fase estacionaria se mueven lentamente con el flujo de la fase móvil, mientras que los componentes con menos afinidad por la fase

estacionaria se mueven rápidamente. Como resultado de la diferente movilidad, los componentes de la muestra se separan y los diferentes compuestos se pueden recolectar en fracciones para análisis cuantitativo o cualitativo (Naga Raju Maddela *et al*, 2021).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. lugar de investigación

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Huancavelica ubicada en la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, Perú. La universidad Nacional de Huancavelica cuenta con el Laboratorio de procesos agroindustriales y Laboratorio de análisis instrumental



Figura 4.: Universidad Nacional de Huancavelica

Fuente: Google maps 2023

4.2. Materiales y reactivos

Para el desarrollo de la siguiente investigación se utilizó lo que son distintos materiales y reactivos como se observa en la tabla 2

La cassia fistula se compró en el mercado de alimentos del, departamento de Comayagua Honduras. Los reactivos utilizados fueron obtenidos por la empresa MERCK y están descritos en la **Error! Reference source not found..**

Tabla 2. Reactivos utilizados

Reactivos	Uso
Mayer	Alcaloides
Etanol 96%	Extracción
Agua destilada	Diluciones
Folin-Ciocalteu	determinación de polifenoles totales
Carbonato de sodio al 7,5%	determinación de polifenoles totales

4.3. Método de investigación

Para la presente investigación se utilizó el método descriptivo, cuantitativo de orden transversal a escala de laboratorio, según la metodología descrita por (Marcia *et al* 2020).

4.3.1 Metodología

Para lograr cumplir los objetivos planteados en el presente informe se realizaron tres fases lo cual consisten en lo siguiente.

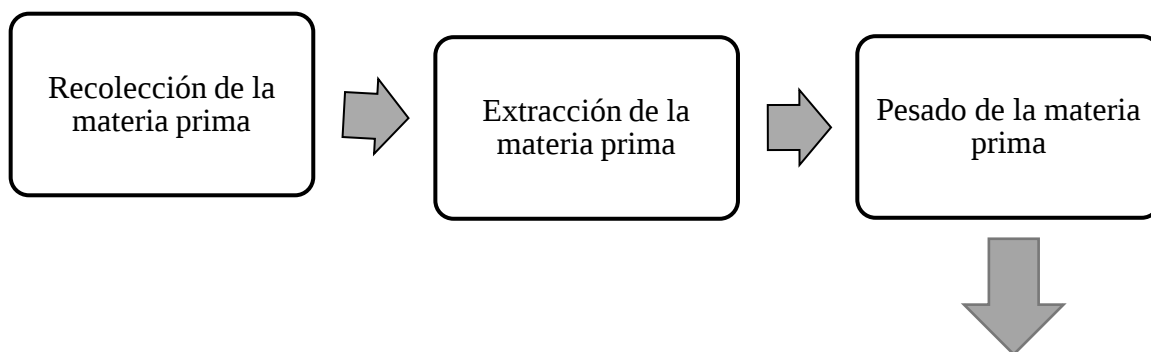
Fase 1. Extracción de la pulpa de la Caña fistula.

Recolección de la materia prima: en esta fase se realizó lo que es la recolección de la materia prima en Comayagua, Comayagua, Honduras, donde esta planta se utiliza como ornamental en las avenidas de las calles.

Extracción de la M.P: lo que se realizó es la extracción de la pulpa de *Caña fistula*: la pulpa se extrajo manualmente de la fruta apartando así la pulpa de la semilla y de la cascará, quedando así solo la pulpa.

Pesado de la M.P: en esta etapa se realizó el pesado de la pulpa de la *Cassia fistula* para saber cuál es la cantidad con la que se contó para los análisis de laboratorio.

Deshidratado y molido: la pulpa de la *Cassia fistula* después de su pesado pasamos a lo que es al deshidratador para eliminar su contenido de húmeda, una vez esté totalmente deshidratada pasamos a lo que fue la molienda de la pulpa de la *Cassia fistula* para luego obtener una harina con la cual es tarea trabajar.



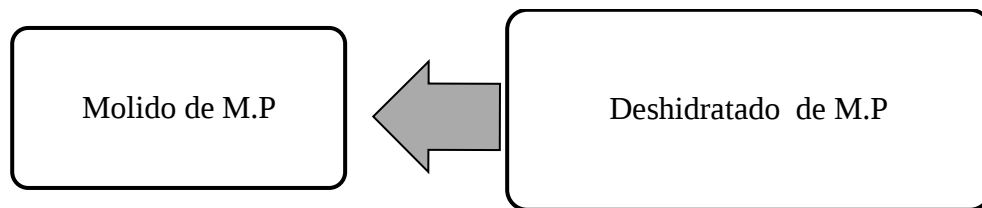


Figura. 5: flujograma de la elaboración de harina de *Cassia fistula*.

Fuente: propia.

Fase 2: Análisis De Laboratorio

Análisis fitoquímico de la pulpa de la *Cassia fistula*

Se realizó un análisis fitoquímico para determinar contenido alcaloides, terpenos, tanino y flavonoides. Estos análisis se realizaron en Laboratorio De Servicios De Análisis Químico de las certificaciones nacionales de alimento S.A.C en Perú.

Fase 3. Cuantificación de actividad antioxidante y fenoles totales de la Caña fistula

Determinación de polifenoles totales

El contenido fenólico total se determinó por el método espectrofotométrico. Se utilizaron los reactivos Folin-Ciocalteu y carbonato de sodio al 7,5 %. Se tomó la muestra de extracto de la *cassia fistula* y se diluyó a 1:80 puesto que, tenía un color muy intenso. Se midió por duplicado la absorbancia a 765 nm. Se calculó la cantidad de polifenoles totales (Formula 3) y los resultados se expresaron como μg equivalentes de ácido gálico / g de peso de muestra.

Formula 3. Polifenoles totales (µg/g)

$$\text{Polifenoles totales} = \frac{\bar{A}}{m \times D}$$

Donde:

$\bar{A}$ = absorbancia promedio

m = pendiente de la curva de calibración (mL/ µg)

D = Dilución de extracto del polvo de cassia fistula (0,5g/ml en p/v)

Para determinar la actividad antioxidante

Se determinó la capacidad antioxidante en la Harina de pulpa de *Cassia Fistula* el método adaptado de Brand-Williams *et al.*, (1995) que consistió en la medida de la absorbancia del radical DPPH cuyos datos fueron expresados como mM Trolox eq/mL. El análisis fue realizado en el laboratorio De Servicios De Análisis Químico de las certificaciones nacionales de alimento S.A.C en Perú.

4.4. Diseño experimental

Se utilizará (DCA) el diseño de bloques completamente al azar, para la optimización de los resultados

Bloques (Replicas)	Tratamiento(temperatura)		
	T1(40°C)	T2(60°C)	T3(80°C)
R1	T1R1	T2R1	T3R1
R2	T1R2	T2R2	T3R2
R3	T1R3	T2R3	T3R3

Tabla 3. Tratamientos

Fuente: propia

Se tomo como variable independiente, la temperatura del deshidratado y la variable de respuesta el contenido de polifenoles y capacidad de antioxidantes. El tratamiento con mejor resultado, se utilizó para el análisis fitoquímico.

4.5. Análisis estadístico

Para el análisis de resultados se realizó mediante el programa estadístico que es el software IBM SPSS versión 29, (Paquete estadístico para las ciencias sociales) a partir de la estadística descriptiva e inferenciales, utilizando medias, desviaciones y pruebas de comparación múltiples para el contraste con las hipótesis.

V. RESULTADO Y DISCUSIÓN

5.1 Curva de secado de la pulpa de la *Cassia fistula*

La temperatura a la cual se deshidrato fue de 40 grado ya que a esa temperatura todas las enzimas y compuestos bioactivos se mantiene intactas, además que, en el deshidratador dentro de él, pude aumentar su temperatura causando que algunos compuestos bioactivos se pierdan

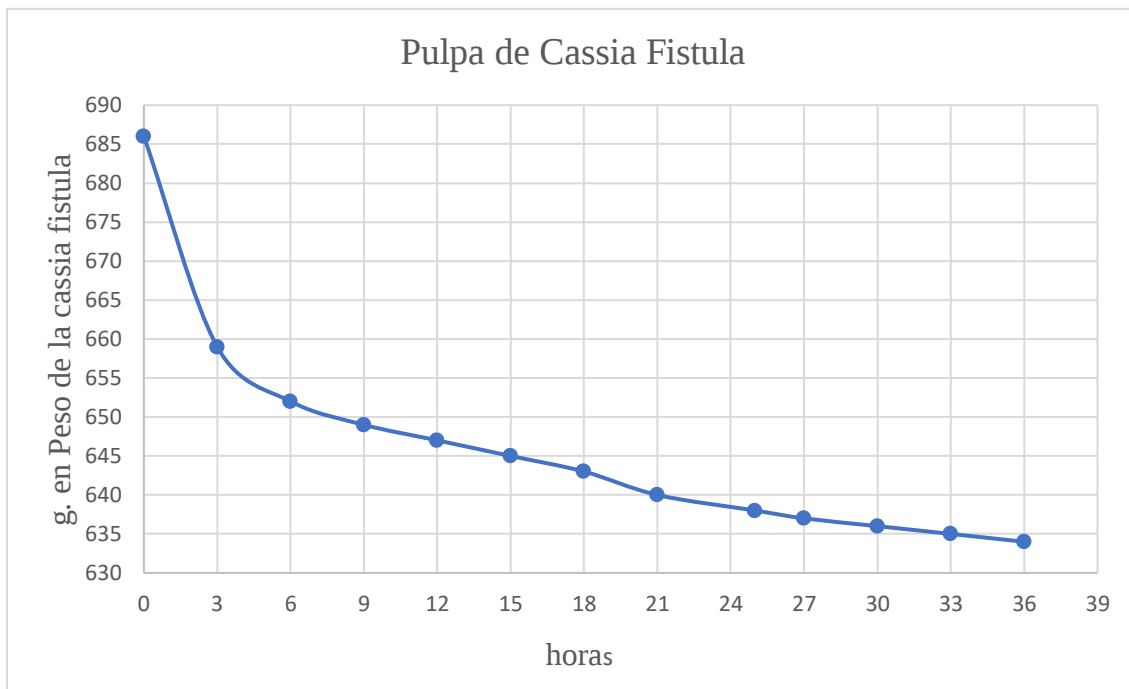


Figura 6. curva de secado de la pulpa de la *Cassia fistula*

Fuente: propia

Como podemos observar en la figura 6. curva de secado de la pulpa de la *Cassia fistula* su peso inicial a las 0 horas era 686g y su peso a las 36 horas fue de 634g teniendo así un rendimiento de 92%.

5.2 Análisis fitoquímicos la harina de *Cassia fistula*

Tabla.3. Composición fitoquímica de la *Cassia fistula*

Ensayo	Resultados (mg/100g de muestra)
Alcaloides	3.91
Terpenos	98.45
Taninos	1.59ppm
Flavonoides totales	2.76

Como podemos observar en la tabla 3 se obtuvieron muy buenos resultados ya que se demuestra que si hay presencia de compuestos bioactivos en la harina de pulpa de la *Cassia fistula* dando, dando así como resultados de alcaloides (3.91)mg /100g de muestra , taninos (1.59) y flavonoides(2.76)mg por cada 100g de muestra, Pérez Freire,(2021), determina la presencia de terpenos, taninos y en flavonoides y alcaloides en baja cantidad, demostrando que las cassia tiene compuestos bioactivos según Quesada,(2016), quien realizó una caracterización cualitativa en la *Cassia Grandis* donde salió positivo para los alcaloides, taninos y flavonoides esto también lo confirma Barrese Pérez, (2005), Quien realizó una caracterización fitoquímica en *Cassia alata L* en estratos; en el extracto acuoso dio positivo para alcaloides, terpenos, taninos, flavonoides y el estrato alcohólico dio positivo para terpenos y taninos en cuanto a alcaloides y flavonoides dio positivo, pero en menor cantidad.

5.3 Determinación de la capacidad antioxidante en harina de pulpa de *Cassia fistula*

Tabla 4. Determinación de la capacidad antioxidante en harina de pulpa de *Cassia fistula*

Muestra	Método	Resultado
<i>Cassia fistula</i>	DPPH ($\mu\text{mol TE} / 100\text{g}$)	101.29

La capacidad de antioxidantes de la harina de pulpa de *Cassia fistula*, se realizó mediante la técnica DPPH (2,2 Difenil-1-Picrilhidrazilo) dando valores de antioxidantes 101.29 $\mu\text{mol TE}$ por cada 100g de muestra. Según, Mendoza, (2013), la *C. Fistula* se caracteriza por poseer una elevada actividad antioxidante atribuida a su alto contenido de compuestos polifenólicos, Fuentes *et al*, (2020), quien estudia la capacidad de antioxidante de la *Cassia Grandis* a las diferentes partes del fruto de carao *Cassia Grandis* (pulpa semilla) en el que la pulpa tiene una capacidad de 6.07 $\mu\text{g g}$, siendo, la semilla la que tiene la mayor actividad antioxidante con valores de $7,31 \pm 0,11 \mu\text{g g}^{-1}$ por el método DPPH.

5.4 Determinación de polifenoles totales en harina de pulpa de *Cassia fistula*

Tabla 5. Determinación de polifenoles totales en harina de pulpa de *Cassia fistula*

Muestra	Método	Resultado
<i>Cassia fistula</i>	Folin-Ciocalteu (mg /100g)	98.4

Los polifenoles totales en la harina de pulpa de *Cassia fistula* dio como resultado de 98.4 mg/100g de muestra, Marcia Fuentes, (2017) realizó una caracterización química en *la cassia Grandis* dando como resultado de polifenoles de. 34,65 mg equivalentes de ácido gálico/g muestra seca.

VI. CONCLUSIONES

- Se obtuvieron muy buenos resultados ya que al igual que en otras investigaciones de otras variedades de Cassia se demuestra que si hay presencia de compuestos bioactivos entre ellos están: taninos, alcaloide, flavonoides y terpenos siendo así los terpenos de mayor contenido presente en la harina de la pulpa de cassia fistula por lo tanto esta tiene un potencial prometedor para su adición y uso en diferentes alimentos para beneficiar la salud de los consumidores.
- La *Cassia fistula* presentó una elevada capacidad antioxidante al igual que la variedad de casia Grandis que ha sido demostrado en otras investigaciones, esto se debe principalmente a las altas concentraciones de polifenoles totales los cuales se encuentra en cantidades similares a los terpenos

VII. RECOMENDACIONES

Seguir con la investigación y profundizar más en los análisis ya realizados y poder realizar otras investigaciones relacionadas con el tema.

Realizar análisis fitoquímicos de la *Cassia fistula* de diferentes departamentos del país para ver si se encuentran diferencia en los compuestos bioactivos dependiendo de la zona en la que se encuentra ubicada.

Elaborar un producto de la cassia fistula como una galleta o chocolate para poder realizar una evaluación sensorial y así poder ver el grado de aceptación de los posibles consumidores.

Estudiar los diferentes métodos de extracción de polifenoles para tener mayor rendimiento, así como también los antioxidantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Albuquerque, P. B. S., Cerqueira, M. A., Vicente, A., Teixeira, J. A., & Carneiro da Cunha, M. G. (2017). Immobilization of bioactive compounds in Cassia grandis galactomannan-based films: influence on physicochemical properties. *International Journal of Biological Macromolecule*.
- Alejandra P, R. A.-R., & Peñarrieta., J. M. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de chenopodium quinoa. *Revista Boliviana de Química*, vol. 35, 168-170.
- Álvares, M. B. (2015). *Caracterizacion ,Antioxidante Y Perfil Fenolico De Frutas Ub Tropicales Produccidas Y Comrcializadas En La Costa De Granada -Málaga*. Universidad de Granada , nutricion y bromatología. Granada: Univercidad de Granada. Tesis Doctorales . Obtenido de <http://hdl.handle.net/10481/43567>
- Barrese Pérez, H. J. (2005). Caracterización y estudio fitoquímico de Cassia alata L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 10(2). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s1028-47962005000200009&script=sci_arttext
- Corado Navarro, M. J., & Escobar Alvarenga. (2013). Extracción y determinación de la presencia de alcaloides en la flor del árbol de pito (Erythrina Berteroana). Obtenido de <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/1310/1/Alcaloides.pdf>

- Dewi, S., Stevens, L., Pearson, A., Ferrari, R., & Irvine, D. (2022). . Investigating the role of solvent type and microwave selective heating on the extraction of phenolic compounds from cacao (*Theobroma cacao* L.) . *Food and Biop.*
- Fanali, C., Leyva-Jiménez, F., Lozano-Sánchez, J., Borrás-Linares, I., Arráez-Román, D., & Segura-Carretero, A. (2018). Comparative study of conventional and pressurized liquid extraction for recovering bioactive compounds from *Lippia citriodora* leaves. *Food Res Int*, 10.
- Fanali, *et al.* (2018). Comparative study of conventional and pressurized liquid extraction for recovering bioactive compounds from *Lippia citriodora*. *Food Res Int*,.
- Forestales, B. d. (2019). Caña Fístula, Lluvia De Oro _*Cassia Fistula*_ . *BSF-CATIE*.
- Freddy, R. Y. (2012). Caña fistula. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*.
- Fuentes, J. A. (2020). Physical-chemical evaluation of the *Cassia grandis* L. as fortifying egg powder. . *Journal of Agricultural Sc.*
- Fuentes, J. M., & Antúnez, H. D. (2020). Efecto del eugenol en la vida útil de una salsa de chile jalapeño (*Capsicum annum*) y papaya (*Carica papaya*). *Revista científica*, 33(01), 69-76.
- Fuentes, Jhunior Abrahan Marcía, et al., Fernández, Fernández, Sánchez, Alemán, R. S., Navarro-Alarcon, M., ... & Maldonado. (2020). Quantification of Bioactive Molecules, Minerals and Bromatological Analysis in Carao (*Cassia grandis*). *Journal of Agricultural Science*, 12(3), 92. Obtenido de <https://doi.org/10.5539/jas.v12n3p88>

Hartwell. (2022). *cassia fistula* en tropicos. *PlantLINS*, 101. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Cassia_fistula#Referencias

Marcía Fuentes,M.J. Torres Loza,L.A. Chavarría Carrión,H.L. Sanabria Ortega,, H.A. Díaz Antúnez. (2020). Effect of eugenol on the useful life of sauce from chilejalapeño (*Capsicum annum*) AND PAPAYA (*Carica papaya*). 69-76.

Jose, M., & Navarro, R. (2019). Caracterización fitoquímica y evaluación sensorial de variedades de chile habanero. 65. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1506/1/PCB_M_Tesis_2019_Mary_Jose_Rozete_Navarro.pdf

Kris-Etherton, P. M. (2002). . Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American journal of medici*.

Linares Grau, M. (2022). Propiedades antioxidantes de mieles de Mozambique en base a su composición en flavonoides y ácidos fenólicos. *Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València*).

Marcia, F. J., & Zumbado, H. (2020). Caracterización química del carao (*Cassia grandis L.*) Cultivado En Honduras. *Revista de Ciencias Farmaceuticas ISSN 2411*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/339398940_

Mendoza, R. L. (2013). . Aislamiento y caracterización de los principios activos presentes en las ramas y hojas de la especie *Cassia fruticosa* Mill. (*Doctoral dissertation*). Obtenido de <http://saber.ucv.ve/handle/10872/8904>

Muñoz Jáuregui & Ramos Escudero. (2007). . Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales. *Horizonte Médico*, 1-10.

Naga Raju Maddela et al. (2021). *Innovations in Biotechnology for a Sustainable future*. Ecuador: This Springer imprint is published by the registered company Springer Nature Switzerland AG.

Nasti, N., Borrás-Linares, I., Lozano-Sánchez, J., Svac-Gajic, J., & Segura-Carretero, A. (2018). Optimization of the extraction of phytochemicals from black mulberry (*Morus nigra* L.) leaves. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 68, 282–292. Obtenido de 2. <https://doi.org/10.1016/j.jiec>.

Olmedilla & Granado. (2007). Componentes bioactivos. Alimentos funcionales: aproximación a una nueva alimentación. Instituto de Nutrición y Trastornos alimentarios. *Dirección general de Salud Pública y alimentación*.

Peñarrieta, J. M. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. . *Revista Boliviana de Química*. 68-81.

Pérez Freire, M. P. (2021). Separación de Metabolitos Secundarios de Pulpa de Caña de Fístula (*Cassia fistula*) Utilizada como Espectorante (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). (*Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1595>

Quesada, A. P. (2016). Actividad antimicrobiana de *Cassia Grandis* L. f. *Revista Universidad de Guayaquil*, 122(1), 34-40.

- Ramirez Rojano, M. (2016). Extracción y caracterización de metabolitos secundarios a partir de *Bacillus thuringiensis*. . *Ciencias Químicas*, 1-8.
- Rodríguez, F. R. (2012). Árboles Del Valle Central De Costa Rica: reproducción Caña Fístula (*Cassia fistula* L. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 49-49.
- Sanchez, J. M. (2020). Arboles ornamentales . *Flora ornamental española* , 10,11.
- Shen, Z., Zhang, X., Tang, J., Kasiappan, R., Jinwal, U., Li, P., *et al.* (2011). The coupling of epidermal growth factor receptor down regulation by 1 alpha, 25-dihydroxyvitamin D3 to the hormone-induced cell cycle arrest at the G1-S checkpoint in ovarian cancer cells. *Molecular and Cellular Endocrinology*,.
- Shen., *et al.* (2011). The coupling of epidermal growth factor receptor down regulation by 1 alpha, 25-dihydroxyvitamin D3 to the hormone-induced cell cycle arrest at the G1-S checkpoint in ovarian cancer cell. *Molecular and Cellular Endocrinology*,, 58-67.
- Valencia, A. E.-F.-M.-C.-F.-P. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 15-16.
- Wegert *et al.* (2011). Retinoic acid pathway activity in Wilms tumors and characterization of biological responses in vitro. *molecular cancer*.

ANEXOS

Anexo 1. Informe de ensayo de análisis de laboratorio



CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C.
INFORME DE ENSAYO N° 0839-2023

SOLICITANTE : MERCY LDANY ANDARA CANALES

CERTIFICACIONES NACIONALES DE ALIMENTOS S.A.C. –CENA S.A.C.-INFORMA:
 HABIENDO ANALIZADO LA SIGUIENTE MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE:

PRODUCTO DECLARADO	HARINA DE CASSIA FISTULA
NUMERO DE SOLICITUD	0374-2023
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA	200 g
CONDICIONES DE RECEPCION	ENVASADO, EN APARENTE BUEN ESTADO
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	13 DE SETIEMBRE DE 2023
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	13 DE SETIEMBRE DE 2023
FECHA DE TERMINO DE ENSAYOS	23 DE SETIEMBRE DE 2023

CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (100 g)

ANÁLISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Alcaloides (mg/100 g)	3.90	3.92
Terpenos (mg/100 g)	88.5	86.4
Taninos (ppm)	1.68	1.69
Flavonoides totales (mg/100 g)	2.75	2.76
Capacidad Antioxidante DPPH (unidades TE/100 g)	101.53	101.48
Polidenoides Totales (mg de ácido gálico/100 g)	98.08	97.99

MÉTODOS DE ENSAYO:

1. ALCALOIDES: DETERMINACIÓN DE ALCALOIDES POR MÉTODO SELECTIVO DE NAHAR.
2. TERPENOS: MÉTODO DE NAHAR PARA LA DETERMINACIÓN DE TERPENOS.
3. TANINOS: MÉTODO DE NAHAR PARA LA DETERMINACIÓN DE TANINOS.
4. FLAVONOIDES: MÉTODO DE NAHAR PARA LA DETERMINACIÓN DE FLAVONOIDES.
5. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE: MÉTODO DE NAHAR PARA LA DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.
6. POLIDENOIDES: MÉTODO DE NAHAR PARA LA DETERMINACIÓN DE POLIDENOIDES.

CONCLUSIONES:

Por medio de la presente se informa que los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de CENASAC S.A.C. son confiables y válidos, ya que se han seguido los procedimientos establecidos en el método de ensayo de referencia y se han utilizado reactivos de calidad certificada.

HUANCAYO, 23 DE SETIEMBRE DE 2023.



CENA S.A.C.
Ing. Blanca Roque Lima
CIP: 167376

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Página 1 de 1
 77-ENB-CENASAC-09-09

Dirección: Jr. Magdalena N° 120 San Carlos - Huancayo ■
 E-mail: cenasaclaboratorio@hotmail.com / cenasaclab@gmail.com ■
 Tel: 064 - 216883 - Cel.: 976088244 - 980043301 ■
 FB: [cenasaclaboratorio@hotmail.com](https://www.facebook.com/cenasaclaboratorio) ■

Anexo 2. Fotos del deshidratado y tamizado de la pulpa de *Cassia Fistula*.



Anexo 3. Pesado de la harina de pulpa de *Cassia Fistula*



Anexo 4. Síntesis del trabajo de investigación

