



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y
BIOQUÍMICA

CUANTIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS
FENÓLICOS TOTALES DE LAS HOJAS DE *Tamarindus*
***indica* (TAMARINDO)**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL
GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
FARMACIA Y BIOQUÍMICA

AUTOR

CALDERON SANCHEZ, LILIBETH JAQUELINE

ORCID: 0000-0001-5278-7237

ASESOR

VASQUEZ CORALES, EDISON

ORCID: 0000-0001-9059-6394

TRUJILLO – PERÚ

2020

**CUANTIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS
FENOLICOS TOTALES DE LAS HOJAS DE *Tamarindus
indica* (TAMARINDO)**

EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Calderón Sánchez, Lilibeth Jaqueline

ORCID: 0000-0001-5278-7237

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Estudiante de pregrado
Trujillo, Perú.

ASESOR Vásquez Corales,

Edison ORCID: 0000-0001-

9059-6394

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Facultad de Ciencias de
la Salud. Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica. Chimbote,
Perú.

JURADO

Díaz Ortega, Jorge Luis

ORCID: 0000-0002-6154-8913

Ramírez Romero, Teodoro Walter

ORCID: 0000-0002-2809-709x

Rodas Trujillo, Karem Justhin

ORCID: 0000-0002-8873-8725

FIRMA DEL JURADO Y ASESOR

Dr. Jorge Luis Díaz Ortega
Presidente

Mgtr. Teodoro Walter Ramírez Romero
Miembro

Mgtr. Karem Justhin Rodas Trujillo
Miembro

Mgtr. Edison Vásquez Corales
Docente Tutor Investigador

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradecer a Dios por darme la fortaleza, el valor y la inteligencia de completar el trabajo de investigación permitiéndome alcanzar mis logros propuestos. A mi asombrosa familia por su apoyo incondicional a cada que doy.

Agradecer a la universidad Los Ángeles de Chimbote por abrir sus puertas y formarme como profesional, brindarme la facilidad, la capacidad y el conocimiento científico para llevar a cabo este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A mis padres por haberme otorgado su amor, su confianza, el apoyo y el sacrificio durante todo este tiempo de mi desarrollo como profesional.

A mis hermanos por darme los ánimos de seguir adelante y los sabios consejos que me han brindado, significan mucho para mí.

A mis verdaderos amigos que estuvieron en los tiempos malos y buenos, fueron un gran apoyo emocional.

RESUMEN

El presente estudio de investigación tiene como objetivo cuantificar los compuestos fenólicos totales presentes en las hojas de *Tamarindus indica* (tamarindo). La muestra se obtuvo del distrito de Casa Grande. Los métodos que se usaron, consistieron en la realización del extracto hidroetanólico con alcohol de 50°, se trituró las hojas y se dejó macerar por 14 días, para luego determinar los metabolitos secundarios presentes en las hojas de tamarindo por tamizaje fitoquímico, la cual consta de varios ensayos de identificación. Para la determinación de los compuestos fenólicos totales se utilizó el método de Folin-Ciocalteu obteniendo como resultado 25,72 mg/L equivalente de ácido gálico por 100 g de muestra. Los resultados demostraron que las hojas de *Tamarindus indica*, contiene compuestos fenólicos, la cuales le dan propiedades terapéuticas como: antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatorio. Los resultados mostraron que la cantidad encontrada fue de 25,723mg/L de ácido gálico por 100 g de hojas de *Tamarindus indica*, lo que implica que las hojas presentan un alto contenido de compuestos fenólicos.

Palabras claves: compuestos fenólicos totales, tamizaje fitoquímico, *Tamarindus indica*.

ABSTRACT

The present research study aims to quantify the total phenols compound present in the leaves of *Tamarindus indica* (tamarind). The sample was obtained from Casa Grande district. The methods that are, consist in the realization of the hydroethanolic extract with 50° alcohol, the leaves were crushed and left to macerate for 14 days, to then determine the secondary metabolites present in the tamarind leaves by phytochemical screening, which consists of several tests. For the determination of the total phenolic compounds, the Folin-Ciocalteu method was used, obtaining as a result 25.72 mg/L equivalent of gallic acid per 100 g of sample. The results show that *Tamarindus indica* leaves contain phenolic compounds, which give it therapeutic properties such as: antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory. The results show that the amount found was 25.72 mg/L gallic acid per 100 g of *Tamarindus indica* leaves, which implies that the leaves have a high content of phenolic compounds.

Keywords: total phenolic compounds, phytochemical screening *Tamarindus indica*.

CONTENIDO

EQUIPO DE TRABAJO.....	iii
FIRMA DEL JURADO Y ASESOR	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.....	x
I: INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Bases teóricas	5
III. HIPOTESIS.....	8
IV. METODOLOGÍA.....	8
4.1 Diseño de Investigación	8
4.2. Población y muestra	8
4.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	9
4.4. Técnica e instrumentos de recolección.....	9
4.4. Plan de análisis	12
4.6 Matriz de Consistencia	13
4.7. Principios éticos.....	14
V. RESULTADOS.....	15
5.1. Resultados	15
5.2 Análisis de resultados	17
VI. CONCLUSIONES	19
VII. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.....	19
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

TABLA 1: Identificación de metabolitos secundarios de extracto hidroetanólico de hojas de <i>Tamarindus indica</i> por tamizaje fitoquímico.....	16
TABLA 2: Cuantificación de los compuestos fenólicos totales en hojas de <i>Tamarindus indica</i> por Folin Ciocalteu.....	17
GRÁFICO 1: Curva de calibración de compuestos fenólicos totales utilizando ácido gálico como estándar a concentraciones de 0,5; 1; 2,5; 5 y 10 ppm (mg/L) a 765 nm.....	17

I: INTRODUCCIÓN

Permanentemente durante el trayecto de nuestra evolución, hemos explorado la flora apoyándonos en su contenido químico. El hombre se encontraba en la necesidad de distinguir entre plantas venenosas y las que eran para su beneficio, otorgándose así el conocimiento de descubrir aquellas que gozan de propiedades curativas o medicinales, las cuales fueron avanzando y transmitiéndose a través de generaciones pasadas. La gran mayoría de especies son analizadas y estudiadas frecuentemente para así obtener sus posibles valores farmacológicos, ya que muchos de estos poseen diversas atribuciones ⁽¹⁾.

Nuestro país es un gran poseedor de diversidad biológica y experiencia en el uso folclórico de plantas medicinales, fuente acaudalada de recursos naturales para la exploración, siendo esto un orgullo en riqueza botánica. Entre las numerosas especies presentes en nuestro territorio, se encuentra el tamarindo (*Tamarindus indica*) ⁽²⁾.

El tamarindo es procedente de África, es cosechada en varias regiones del mundo con un clima tropical seco. Además, una de sus características es el tamaño del árbol, llegando a alcanzar hasta 30 metros de altura, su crecimiento es lento y puede habitar hasta 150 años ⁽³⁾.

Los productos derivados del tamarindo tienen una gran variedad de aplicaciones, su madera es aprovechada en el medio rural para la elaboración de implementos para el cultivo, instrumentos de cocina. También es empleada por sus rasgos culinarios de dulces y bebidas refrescantes; especialmente es usado en la medicina tradicional como laxante, antipirético antiescorbútico, antiinflamatoria, antidiabética, hemorragias, entre otros usos ⁽⁴⁾.

Otro de los usos que tiene es de las flores y los frutos, que lo usan como cataplasma para aliviar las inflamaciones de las articulaciones, torceduras y quemaduras, para tratar la conjuntivitis, antiséptico, vermífugo y para las hemorroides. La corteza se usa como astringente, febrífugo, indigestión y cólicos ⁽⁴⁾.

Se ha encontrado que las semillas de tamarindo es un potencial antidiabético por la presencia de flavonoides, estas semillas se les administraron a ratas diabéticas, reduciendo significativamente los niveles de glucosa ⁽⁵⁾.

Los compuestos fenólicos integran un muy numeroso grupo de metabolitos secundarios y su importancia radica en la fisiología y el metabolismo celular como la morfología, crecimiento, reproducción, defensa ante los depredadores y en los procesos germinativos. Además, los fenoles actúan como fitoalexinas, lo que le confiere a la planta secretar para defenderse de posibles ataques fúngicos o bacterianos ⁽⁶⁾.

Las propiedades y aplicaciones del tamarindo han sido reconocidas desde la antigüedad, y esto se debe por las funciones que cumplen los metabolitos secundarios que contiene la planta. Sin embargo, a pesar de las diversas investigaciones a las hojas, tallos, corteza, flores y raíces han sido poco abordado. Por eso, en el proyecto que se realizará, emplearé las hojas de tamarindo para determinar y cuantificar los fenoles totales contenidos en esta planta de tamarindo.

Esta planta al tener múltiples usos, pero la más importante es su utilidad en la medicina alternativa, ya que posee propiedades terapéuticas con efecto antioxidante, antidiabético, hepatoprotector, laxante, sobre el colesterol, LDL, HDL, triglicéridos,

antiinflamatorio, inmunológico, antimicrobiano, etc. y esto ocurre gracias a los metabolitos secundarios que ejercen tales efectos terapéuticos. Por esta razón, este proyecto busca hacer hallazgos en la composición de las hojas de tamarindo mediante tamizaje fitoquímico y la cuantificación de compuestos fenólicos totales. El estudio plantea como problema de investigación: ¿Cuánto será el contenido de compuestos fenólicos totales presentes en las hojas de *Tamarindus indica*?

Objetivos.

Objetivo general

Cuantificar los compuestos fenólicos totales presentes en el extracto hidroetanólico de las hojas de *Tamarindus indica*.

Objetivos específicos

- Identificar los metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroetanólico de las hojas de *Tamarindus indica*.
- Determinar la cantidad de compuestos fenólicos totales en las hojas de *Tamarindus indica* expresados en mg de ácido gálico (AG)/g de hojas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Escalona desarrolló un estudio en Cuba del 2011, donde se evaluó las condiciones de extracción del *Tamarindus indica*, utilizó etanol al 70% como solvente, para la obtención de extractos con elevadas concentraciones de metabolitos, que se evidenció diferencias en las concentraciones de los compuestos mayoritarios en las diversas etapas del ciclo de vida de la planta, observando la mayor acumulación de metabolitos durante la fructificación, resultando así que el extracto fluido posee una buena actividad antioxidante en los modelos in vitro ensayados ⁽⁷⁾.

Pérez realizó un estudio en México en el año 2016, tuvo como objetivo el desarrollo de diversos experimentos encaminados a establecer cultivos in vitro de *Tamarindus indica* L. productores de metabolitos secundarios como son los compuestos fenólicos. Lo cual establecieron cultivos asépticos a partir de las semillas y donde se evaluó el porcentaje de germinación. De los resultados que se obtuvo se determinó el contenido de fenoles totales por el método Folin Ciocalteu usando una concentración máxima de 14.35 mg/L, con un porcentaje de inhibición del radical DPPH del 46.70% ⁽⁸⁾.

Vega realizó un estudio en México en el 2016, en su investigación evaluación del efecto del ultrasonido de potencia en las propiedades de equilibrio y transporte de masa en la extracción de compuestos fenólicos de cáscara de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en soluciones etanol-agua, donde se realizó la estimación de los compuestos fenólicos por dos métodos de extracción, la convencional y ultrasonido, los resultados

que obtuvieron una elevada calidad de compuestos fenólicos con una alta capacidad antioxidante ⁽⁹⁾.

Mendocilla realizó un estudio en Trujillo en el 2018, en su investigación contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del *Tamarindus indica*. Se contó con una muestra de 134.8 g de pulpa de tamarindo y con la elaboración con etanol al 80%, luego se determinó los compuestos fenólicos con el método Folin Ciocalteu y para determinar la capacidad antioxidante se determinó con el método 1,1 -difencil-2 picril-hidrazilo (DPPH). Los resultados que obtuvo muestran que la pulpa de tamarindo contiene compuestos fenólicos y capacidad antioxidante pero no lo suficiente para inhibir los radicales libres DPPH ⁽¹⁰⁾.

2.2 Bases teóricas

***Tamarindus indica* (tamarindo)**

Descripción botánica

Este árbol mide hasta 25 m de altura, su troco es de 1.5 m de grosor, sus hojas miden de 6 a 12 cm de largo y con ramas ampliamente extendidas. Esta especie es originaria de África y puede ser cultivado en países con climas cálidos y templado, preferentemente en suelos con un pH de 6,5 a 7,5, aunque puede tolerar suelos ácidos, también puede soportar de un suelo fluvial hasta un suelo rocoso ⁽¹¹⁾.

Clasificación taxonómica

Pertenece al género *Tamarindus*, especie *Tamarindus indica*, subfamilia Caesalpinioideae, familia Fabaceae, orden Fabales, suborden Eurosidae y subclase Rosidae

Propiedades medicinales

La planta de tamarindo se emplea para el control de la diabetes, en mordeduras de serpientes y en la cicatrización de quemaduras de la piel. Se usa también para la mala digestión, enfermedades eruptivas, cistitis. La pulpa se emplea como purgante y en la inflamación de los ojos y para el tratamiento de úlceras, ya que tiene propiedades antisépticas ⁽¹²⁾.

Maceración

La maceración es un método de extracción sólido-líquido, que consiste en sumergir el producto con el solvente y dejarlo una cantidad de tiempo determinado ⁽¹³⁾.

Tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico es método cualitativo que determina los principales grupos químicos presentes en la planta ⁽¹⁴⁾.

Metabolitos secundarios

Moléculas orgánicas contenidas en pequeñas cantidades en las diferentes partes de la planta y que cumplen diversas funciones ⁽¹⁵⁾.

Compuestos fenólicos o polifenoles

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios, que su principal característica es poseer uno o más grupos hidroxilo y son conocidos por tener propiedades antioxidante, antiinflamatoria, antibacteriana ⁽¹⁶⁾.

Triterpenos

Los triterpenos son compuestos que están contruidos de seis unidades de isopreno y que han mostrado una amplia actividad biológica en las defensas contra microorganismos ⁽¹⁷⁾.

Saponinas

Las saponinas son sustancias con la capacidad de formar espuma cuando son extraídas con agua y tiene efectos beneficiosos porque reduce los niveles de colesterol en la sangre ⁽¹⁸⁾.

Cumarinas

Las cumarinas son compuestos ampliamente distribuidos que se encuentran en todas las partes de la planta, estos metabolitos se ha demostrado que tiene acción anticoagulante y antibacteriano ⁽¹⁸⁾.

Quinonas

Las quinonas son compuestos que se forman de la oxidación de compuestos aromáticos y se clasifican de acuerdo a su complejidad química como: naftoquinonas y antraquinonas ⁽¹⁹⁾.

Flavonoides

Los flavonoides son los metabolitos más abundantes que se encuentran principalmente en las hojas, flores y frutos. Estos metabólicos son útiles porque poseen actividad antioxidante ⁽²⁰⁾.

Azúcares reductores

Los azúcares reductores son aquellos que poseen su grupo carbonilo y un grupo hemiacetal, que le da la característica de poder reaccionar con otros compuestos ⁽²¹⁾.

Taninos

Los taninos son polímeros polifenólicos producido de las plantas como compuestos secundarios, están distribuidos en dos grupos: taninos hidrolizables y taninos condensados ⁽²²⁾.

Alcaloides

Los alcaloides son sustancias nitrogenadas, de carácter básico y sirven como producto de desecho o almacenamiento del nitrógeno sobrante ⁽²³⁾.

III. HIPOTESIS

Implícita

IV. METODOLOGÍA

4.1 Diseño de Investigación

El presente trabajo de investigación corresponderá a un estudio de tipo descriptivo, con enfoque cuantitativo.

4.2. Población y muestra

Población. Conformada por las plantas de *Tamarindus indica*.

Muestra. La muestra está constituida por las hojas de *Tamarindus indica* (tamarindo).

Criterio de inclusión:

Las hojas de *Tamarindus indica* con características físicas adecuadas

Criterio de exclusión

Hojas de *Tamarindus indica* deterioradas y en mal estado

4.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores

Título	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Cuantificación de compuestos fenólicos totales de las hojas de <i>Tamarindus indica</i> (tamarindo)	Determinación de por tamizaje fitoquímico	Método que permite determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en una planta	Determinación de metabolitos secundarios	Reacción colorimétrica	Cualitativo
	Cuantificación de compuestos fenólicos totales	Polifenoles o compuestos fenólicos son metabolitos secundarios provenientes de una planta	Determinación de compuestos fenólicos totales por el método de Folin Ciocalteu	mg de ácido gálico /100g de muestra	Cuantitativo

4.4. Técnica e instrumentos de recolección

Recolección

Se realizó la recolección de las hojas de *Tamarindus indica* procedente del distrito Casa Grande, aproximadamente 4 Kgs. de hojas frescas de tamarindo. Luego para ser transportada a la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, las hojas frescas fueron seleccionadas las que estaban en buen estado y se procedió a ser lavadas con agua destilada, después se pone a secar a temperatura ambiente, sin ser expuestas al sol.

Obtención del extracto

Los 4 Kgs. de hojas secas se extendieron sobre la mesa y se seleccionaron las hojas libres de laceraciones y sin estar maltratadas; luego se procedió a pulverizar en el molino. La muestra triturada se procedió a pesar 20 g. para luego ponerlo en un recipiente de vidrio, después se diluyo el alcohol de 96% a 50% midiendo 200 mL, juntándolo con la muestra que estaba en el frasco para dejarlo macerar por 14 días.

Pasando los 14 días de maceración, se filtró usando papel filtro Whatman para extraer la parte líquida sin residuos. De esta manera se obtuvo el extracto hidroetanólico.

Extracción hidroetanólico

La droga vegetal que ha sido sometido a estufa se seca, se tritura, luego se pesa 200 g. y se extrae con alcohol de 50%, después se filtró para finalmente almacenarlo en un frasco ámbar durante 14 días, luego se procederá a realizar el tamizaje fitoquímico.

Determinación por tamizaje fitoquímico

La identificación preliminar del extracto hidroetanólico de las hojas se empleó el modelo basado en Migdalia Miranda. Este método consiste en que la extracción se somete a solventes de polaridad creciente, en este caso se utilizó el etanol con el fin de obtener los metabolitos secundarios de acuerdo a su solubilidad. Luego se hizo la identificación de los metabolitos secundarios haciendo uso de reactivos de coloración y precipitación ⁽²⁶⁾.

Determinación de metabolitos secundarios

Tamizaje o marcha fitoquímica

- **Ensayo de Fehling:** Del extracto se midió 2 mL, se agregó 2 mL del reactivo y en baño maría se calentó de 5 a 10 minutos ⁽²⁴⁾.
- **Ensayo de Baljet:** Se agregaron IV gotas del reactivo a 9.5 ml del extracto, la coloración roja o naranja es positivo para esta prueba ⁽²⁴⁾.
- **Ensayo de Liebermann-burchard:** Del extracto se midió 2 mL y se adicionó IV gotas del reactivo, observándose cambios de coloración ⁽²⁴⁾.

- **Ensayo de cloruro férrico:** Del extracto se midió 2 mL y se agregó III gotas de triclورو férrico al 5%. Una coloración rojo-vino indica la presencia de compuestos fenólicos ⁽²⁵⁾.
- **Ensayo de Gelatina:** Del extracto se tomó 1 mL del extracto y se adicionó 1 ml del reactivo gelatina, la formación de precipitado es positivo ⁽²⁶⁾
- **Ensayo de Borntranger:** Se midió 2 mL de extracto de hojas, se evaporó hasta extracto blando. Se agregó 1 mL de hidróxido de sodio al 5%, se mezcló y luego se dejó en reposo ⁽²⁷⁾.
- **Ensayo de Shinoda:** A 1 mL del extracto se adicionaron 0.1 g de magnesio de polvo y II gotas de HCl. La coloración rojiza o violeta se considera positivo para esta prueba ⁽²⁷⁾.
- **Ensayo de Dragendorff:** Se agregaron II gotas del reactivo a 0.5 ml del extracto ácido (0.5ml de extracto crudo a 0.1ml de HCl 5%) la presencia de un precipitado rojo o naranja es positivo para esta prueba ⁽²⁸⁾.

Determinación de compuestos fenólicos totales

La concentración de compuestos fenólicos totales en el extracto hidroetanólico fue medida por espectrofotometría, basándose en una reacción colorimétrica y el reactivo utilizado es Folin-Ciocalteu, como referencia se utiliza una solución patrón de ácido gálico a concentraciones de 0,5; 1; 2,5; 5 y 10 ppm (mg/L) para obtener la curva de calibración, a las siguientes fiolas se adicionó 100 µL de extracto hidroetanólico al 50% patrón de ácido gálico. Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu. Se preparó una curva de calibración de ácido gálico cuyo rango de concentración fue de 0.02-0.1 µg/mL. Los extractos hidroetanólicos de la muestra vegetal fueron evaluados a una concentración de 0,9 mg/mL. A 0,3mL de la muestra se le añadió 0,45mL de la

solución de Folin-Ciocalteu y se dejó reposar durante cinco minutos, luego se adicionó 0,45 mL de Na₂ CO₃ 20% y posteriormente la evaluación del contenido de compuestos fenólicos totales. Se agitó vigorosamente, se cubrió de la luz y se le llevó a reposo por 30 minutos a temperatura ambiente. Las absorbancias respectivas fueron medidas a 765 nm en un espectrofotómetro. Las muestras fueron analizadas por triplicado y el contenido de compuestos fenólicos totales fue expresado en mg de ácido gálico/g de extracto hidroetanólico ⁽²⁹⁾.

4.4. Plan de análisis

El análisis descriptivo se presenta a través de tablas y gráficos. Los datos obtenidos se analizaron por medio de métodos estadísticos mediante la determinación de la desviación estándar con el programa de Microsoft Excel 2016.

4.6 Matriz de Consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Tipo de investigación	Indicadores	Escala de medición
Determinación y cuantificación de fenoles totales de las hojas de <i>Tamarindus indica</i> (tamarindo)	¿Cuánto será el contenido de compuestos fenolicos totales presentes en las hojas de <i>Tamarindus indica</i> ?	<p>Objetivo general Determinar y cuantificar los compuestos fenólicos totales presentes en las hojas de <i>Tamarindus indica</i>.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los metabolitos secundarios presentes en las hojas de <i>Tamarindus indica</i>. • Cuantificar por espectrofotometría con el reactivo Folin Ciocalteu los fenoles totales de las hojas de <i>Tamarindus indica</i>. 	Implícita	<p>Determinación de metabolitos secundarios</p> <p>Cuantificación de fenoles totales</p>	Estudio de tipo descriptivo	<p>Reacción colorimétrica</p> <p>mg de ácido gálico /100g de muestra</p>	<p>Cualitativa</p> <p>Cuantitativa</p>

4.7. Principios éticos

En el presente trabajo, se utilizó los principios éticos descritos en el código de Ética para la investigación, versión 002 de la universidad ULADECH.

Protección a las personas.

La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

Cuidado del medio ambiente y la biodiversidad

Se debe tomar en cuenta los factores que puede perjudicar el medio ambiente, en especial el valor moral de las plantas que no solo se usa para cubrir las necesidades humanas, sino también se le debe tratar adecuadamente para impedir su crecimiento o comprometer sus posibilidades de reproducción.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados

Tabla 1. Identificación de metabolitos secundarios de extracto hidroetanólico al 50 g/mL de hojas de *Tamarindus indica* por tamizaje fitoquímico

Ensayo	Metabolitos secundarios	Extracto hidroetanólico
Ensayo de cloruro férrico	Fenoles	+++
Ensayo de Liebermann – Burchard	Triterpenos o esteroides	-
Ensayo de espuma	Saponinas	-
Ensayo de Baljet	Cumarinas	+
Ensayo de Fehling	Azucares reductores	++
Ensayo de Borntrager	Quinonas	-
Ensayo de Shinoda	Flavonoides	+++
Ensayo de Dragendorff	Alcaloides	++
Ensayo de Rosenheim	Antocianidinas	-
Ensayo de gelatina	Taninos	++

Fuente: Elaboración propia

Leyenda: Abundante (+++), Moderada (++), Leve (+), Nulo (-)

Gráfico 1 Curva de calibración de compuestos fenólicos totales utilizando ácido gálico como estándar a concentraciones de 0,5; 1; 2,5; 5 y 10 ppm (mg/L) a 765nm

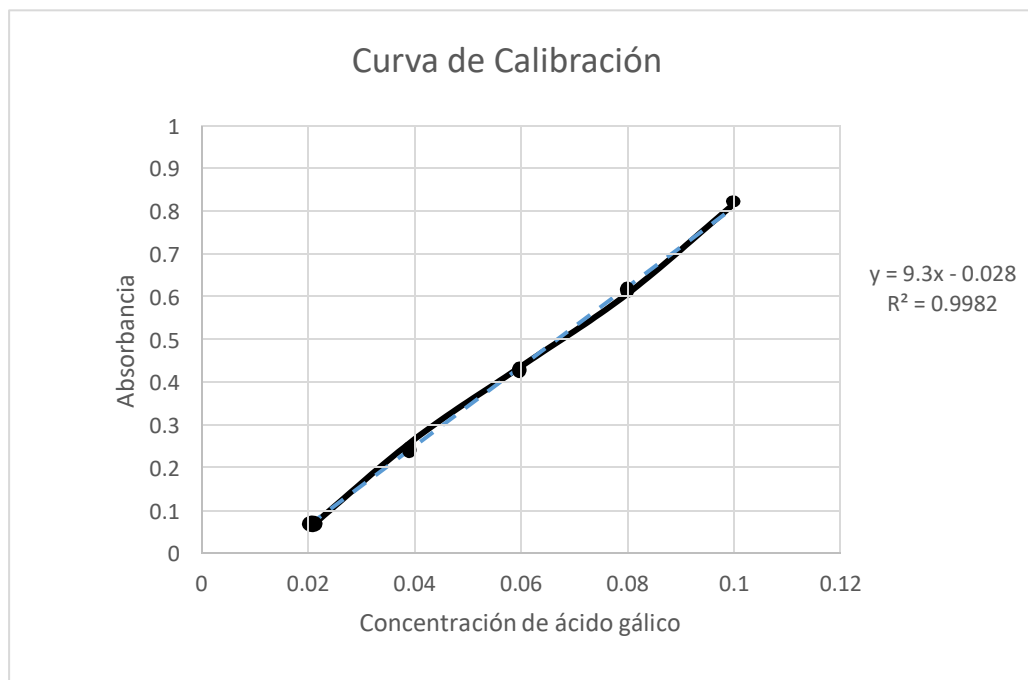


Tabla 2 Cuantificación de fenoles en hojas de *Tamarindus indica* por Folin

	Concentración* (mg/g droga)	Media	D. estándar
M1	25.379		
M2	25.776	25.723	0.321
M3	26.015		

Ciocalteu

Leyenda: M = muestra

5.2 Análisis de resultados

Los resultados del tamizaje fitoquímico realizado en las hojas de *Tamarindus indica* se muestra en la tabla 1, en la cual se observa los siguientes metabolitos secundarios: fenoles, cumarinas, azúcares reductores, flavonoides y alcaloides.

La presencia de fenoles y los flavonoides se encuentra en abundancia (+++); los azúcares reductores, alcaloides y taninos su presencia en el extracto es moderada (++); las cumarinas se encuentran en menor cantidad (+), los triterpenos, quinonas y antocianidinas se encuentran ausentes (-) en el extracto hidroetánolico. Según **Escalona** que realizó una prueba de tamizaje fitoquímico en extractos fluidos al 30 y 70% y decocciones al 10% en hojas de *Tamarindus indica*, los metabolitos identificados fueron los triterpenos, quinonas, flavonoides, fenoles, taninos, azúcares reductores, saponinas. Esto demuestra que hay una variación en el número de metabolitos hallados, ya que en el extracto hidroetanólico no hay presencia de quinonas, en cambio en el extracto fluido de 30 y 70%, donde si hay presencia de estos metabolitos ⁽⁷⁾.

En el gráfico 1 se presenta la curva de calibración que tiene un coeficiente de determinación de 0,99 mg ácido gálico, según la absorbancia versus concentración de ácido gálico, significa que muestra linealidad la curva de calibración. La curva cumple la función de definir el intervalo de la concentración que se trabajará con precisión y exactitud.

En la tabla 2 se observa el contenido de fenoles totales en las hojas de *Tamarindus indica* expresado en equivalente de ácido gálico es de 25,72 mg/100 g de hojas.

Estos datos se oponen en el caso de **Mendocilla** que en su investigación encontró 10,86 mg de ácido gálico por cada 100 g de pulpa de fruta ⁽¹⁰⁾.

Según los resultados reportados por **Pérez**, la determinación de fenoles totales se realizó por el método de Folin-Ciocalteu utilizando como patrón una solución de ácido Gálico 0.1mg/ml, en la cual se encontró 71,76 mg de ácido gálico por 100 g semillas de tamarindo ⁽⁸⁾.

En la investigación de **Vega** estableció tres proporciones del disolvente etanol-agua (20%, 50% y 80%), estos tres disolventes fueron usados en la extracción de compuestos fenólicos totales, para analizar su eficiencia en la extracción de cáscara de tamarindo. Los valores de CFT variaron desde 1504.46 mg EAG/100g (para el disolvente 20 % p/p etanol-agua y la relación 0.3 g/mL) hasta 3364.36 mg EAG/100 g (para el disolvente 50 % p/p etanol-agua y la relación 0.2 g/mL). Estos datos demostraron que la mezcla de etanol-agua a diferentes concentraciones tuvieron diferencia significativa ($p < 0.05$) con respecto al contenido de CFT presentes en la cáscara de tamarindo ⁽⁹⁾.

No existe una categorización que permita establecer si los contenidos de fenoles totales son altos o bajos en plantas, si hay algunas referencias respecto al contenido aceptable de fenoles. Por ejemplo, los valores de 60 mg AG/g de muestra son considerados de moderado contenido. Si bien el valor obtenido esta por debajo de lo referencial, la concentración de fenoles totales es mayor en hojas que en pulpa, cascara y semillas ⁽²⁹⁾.

VI. CONCLUSIONES

- Se cuantificó los compuestos fenólicos totales presentes en las Hojas de *Tamarindus indica*-
- Se identificó los metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroetanólico de hojas de *Tamarindus indica*, en lo cual encontramos fenoles, cumarinas, flavonoides, azúcares reductores, alcaloides y taninos
- Se determinó la cantidad de compuestos fenólicos totales en las hojas de *Tamarindus indica* que contiene 25,723 mg/ g.

VII. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

En la realización de pruebas cualitativas de tamizaje fitoquímico se debe tener en cuenta el tipo de solvente que se va a utilizar para la extracción de los metabolitos secundarios o fitoconstituyentes, ya que esto permitirá un mayor número de metabolitos obtenidos.

Se debe tener cuidado en el estado de las hojas y la limpieza adecuado que se le debe realizar antes de proceder a dichos procedimientos, ya que puede alterar los resultados de la muestra.

La preparación para el manejo de los materiales y reactivos es primordial; ya que se debe ir informado para que así el proyecto cumpla con lo que se quiere obtener.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Waizel J. Las plantas medicinales y las ciencias: una visión multidisciplinaria [internet]. México: Instituto Politécnico Nacional, 2010 [citado 04 de mayo 2020]. Disponible en:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/detail.action?docID=3188229>.
2. Vallejos K. Historia de la botánica y la agricultura en el Perú [internet]. Lima: SCRIBD; 2016 [citado 04 de mayo 2020]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/312770811/Historia-de-La-Botanica-y-La-Agricultura-en-El-Peru>
3. León B. Introducción a las plantas endémicas del Perú [internet] 2006 [citado el de mayo 2020]; 13 (2). Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2291807.pdf>
4. Orozco M. El cultivo de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en el trópico seco de México [internet] Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias: México; 2011 [citado 04 de mayo 2020]. Disponible en:
<http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2186/61michoacan.pdf>
5. Bhadoriya S, Ganeshpurkar A, Bhadoriya R. Antidiabetic Potential of polyphenolic-rich fraction of *Tamarindus indica* seed coat in alloxan-induced diabetic rats [internet]. J Basic Clin Physiol Pharmacol. 2017 [citado 05 de mayo 2020] Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28888089>

6. Páez P, Mercado M, Blancas B, Villegas G, Sayago A. Compuestos bioactivos y propiedades saludables del tamarindo (*Tamarindus Indica L*) [internet]. Biotecnia. 2016;18 [citado el 08 de mayo 2020]. Disponible en: <http://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/241>
7. Pérez F. Establecimiento de cultivo In Vitro de *Tamarindus Indica L.* para la obtención de Antioxidantes [tesis]. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Química; 2016 [citado el 06 de mayo 2020]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65363/TESIS%20Tamarindo%20completa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
8. Vega G. Evaluación del efecto del ultrasonido de potencia en las propiedades de equilibrio y transporte de masa en la extracción de compuestos fenólicos de cáscara de tamarindo (*Tamarindus indica L.*) en soluciones etanol-agua [tesis] México: 2016 [citado 08 de mayo 2020]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/2449>
9. Mendocilla C. Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del *Tamarindus indica* "tamarindo" [tesis] Trujillo: 2018 [citado 08 de mayo 2020]. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25566/mendocilla_rc.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. Escalona J. Evaluación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos de hojas de *Tamarindus indica L.* como premisa para su introducción en la medicina complementaria [tesis] Cuba: Universidad de Oriente; 2011 [citado 06 de noviembre 2020] Disponible en: http://tesis.sld.cu/FileStorage/000251-4145-Julio_C%C3%A9sar_Escalona.pdf

11. Cecchini T. El libro de las hierbas medicinales. Ed. De Vecchi. Italia: 2018: 441-442
12. Santos S. Determinación de parámetros adecuados para la obtención de néctar a partir de tamarindo (*Tamarindus indica*) [tesis] Universidad Nacional de Piura; 2015 [citado 26 de mayo 2020] Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/363/AGR-CAR-OLI-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. Hidalgo R. Elaboración de macerados y mistelas con especies vegetales disponibles en la provincia del Azuay [tesis] Cuenca; 2013 [citado 26 de mayo 2020] Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3697/1/Tesis.pdf>
14. Herrera M, Vela N. Caracterización fitoquímica y parámetros fisicoquímicos de hoja, corteza y raíz de *Unonopsis floribunda* Diels (Icoja) año 2016 [tesis] Iquitos; 2016 [citado 26 de mayo 2020] Disponible en: http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4813/Melva_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. Vidal D. Organocatalizadores Bifuncionales Basados en Líquidos Iónicos para Síntesis de Heterociclos en Reacciones Compatibles con la Química Verde [tesis]. Valencia: Universidad de Tecnología Química, Departamento de Química; 2012 [citado 26 de mayo 2020]. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30012/TRABAJO%20FIN%20ODE%20MASTER%20QUIMICA%20SOSTENIBLE%20-%20JUAN%20D.%20VIDAL%20CASTRO.pdf?sequence=1>
16. Cofré A. Determinación de polifenoles totales, actividad antioxidante y antocianinas de jugo de murtilla (*Ugni molinae turcz*) obtenido por condensación [tesis] Chile, 2015 [citado 27 de mayo 2020] Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fac675d/doc/fac675d.pdf>

17. Almeyda A. Estudio de la acumulación de ácido botulínico y urechitol A durante el desarrollo de *Pentalinon andrieuxii* y su relación con la metilación de ADN [tesis] Yucatán; 2017 [citado 27 de mayo 2020] Disponible en:
https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/429/1/PCB_B T_M_Tesis_2017_Almeyda_Augusto.pdf

18. Cerron F. Efectos de temperatura y tiempo en el desamargo y secado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) [tesis] Huancayo, 2013 [citado 27 de mayo 2020] Disponible en:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2672/Cerron%20M ercado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

19. Canepa F. Evaluación química del fruto de charan (*Caesalpinia paipai* Ruiz y Pavón), provenientes de Motupe, Lambayeque [tesis] Perú; 2018 [citado 19 de noviembre 2020] Disponible en:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3185/canepa-pareja-franco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

20. Leyva E, Loredó S, López L, Escobedo E, Navarro G. Importancia química y biológica de naftoquinonas. Revisión bibliográfica [tesis] México; 2017 [citado 27 de noviembre 2020] Disponible en:
<file:///C:/Users/JORGE/Downloads/320755-Article%20Text-456522-1-10-20170419.pdf>

21. Gómez L. Actividad antioxidante de flavonoids de las hojas de *Chromolaena tacotana* (klatt) R.M. King y H. Rob. [tesis] Bogotá; 2016 [citado 19 de noviembre 2020] Disponible en:
<https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/6111/1/tesis%20final%20C %20tacotana%2027-10-16..pdf>

22. Cieza R, Díaz G. Obtención de azúcares reductores a partir de cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) por hidrólisis química y enzimática [tesis] Pimentel; 2018 [citado 19 de noviembre 2020] Disponible en:
<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/5777/Cieza%20Garc%203%20ADa%20%26%20Diaz%20Rodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. Ali D. Extracción de taninos (ácido gálico) a partir del polvo de vaina de tara (*Caesalpinia spinosa*) [tesis] Puno; 2012 [citado 19 de noviembre 2020] Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3404/Ali_Quinto_Danny_Edwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
24. Arango G. Alcaloides y compuestos nitrogenados [internet] Perú; 2008 [citado 19 de noviembre 2020] Disponible en:
<http://dica.minec.gob.pe/inventa/attachments/article/856/alcaloides.pdf>
25. Bucay L. Estudio farmacognóstico y actividad antimicrobiana de la Violetilla (*Hybanthus parviflorus*) [tesis] Ecuador; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2009 [citado 19 de noviembre 2020] Disponible en:
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/207/1/56T00179.pdf>
26. Sánchez Y, Rondón A, Hermosilla E, Almeida S. Tamizaje fotoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas, tallos y flores de la *Helychrysum bracteatum* [internet]. *Química Viva*. 2010;09 [citado el 16 de mayo 2018]. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/863/86312852008.pdf>
27. Jesús R, Piana M, Freitas R, Brum T, Alves C, Belke B, et al. In vitro antimicrobial and antimycobacterial activity and HPLC-DAD screening of phenolics from *Chenopodium ambrosioides* L [internet]. *Braz J Microbiol*. 2017;49 [citado el 16 de junio 2019]. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5914197/>

28. Teixeira B, Aparcana I, Villarreal L, Ramos E, Calixto M, Hurtado P, et al. Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú [internet]. 2016 [citado el 16 de junio 2019]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v82n3/a03v82n3.pdf>

29. Villanueva J. Cuantificación de polifenoles totales en flor de *Senna reticulata* [tesis] Chimbote; ULADECH: 2016 [Citado 27 de noviembre 2020]. Disponible en:

http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/386/POLIFENOLES_FOLIN_CIOCALTEU_VILLANUEVA_ALAYO_JAREK_BR YAN.pdf?sequence=1

ANEXOS

Anexo 1



Fuente Google Maps: ubicación geográfica del distrito de Casa Grande

ANEXO 2



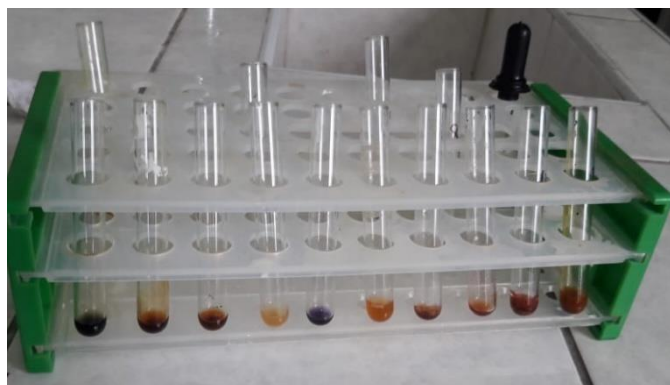
Recolección de Tamarindus indica (tamarindo)

ANEXO 3



Pruebas cualitativas en las hojas de *Tamarindus indica* por tamizaje fitoquímico

ANEXO 4



Identificación de metabolitos secundarios de las hojas de *Tamarindus indica* por tamizaje fitoquímico