

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“DR. WILMAN RUÍZ VIGO”

CARRERA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

**Determinación de taninos y flavonoides del extracto acuoso de
vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”
procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca**

Autores:

Angaspilco Sánchez, Franklin

Cárdenas Gastelo, Wildor Manuel

Asesor:

Q.F. Fredy Martos Rodríguez

Cajamarca - Perú

Marzo – 2017

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“DR. WILMAN RUÍZ VIGO”

CARRERA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

**Determinación de taninos y flavonoides del extracto acuoso de las
vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”
procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el
Título Profesional de Químico Farmacéutico

Bach. Angaspilco Sánchez, Franklin

Bach. Cárdenas Gastelo, Wildor Manuel

Asesor: Q.F. Fredy Martos Rodríguez

Cajamarca - Perú

Marzo - 2017

COPYRIGHT © 2016 by

Angaspilco Sánchez, Franklin.

Cárdenas Gastelo, Wildor Manuel.

Todos los derechos reservados

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO DICTAMINADOR:

De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, sometemos a su evaluación y elevado criterio profesional la tesis intitulada: **Determinación de taninos y flavonoides del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca.** Para obtener el Título Profesional de Químico Farmacéutico.

Es propicia esta oportunidad para manifestar nuestro sincero reconocimiento a nuestra Alma Mater y a toda su plana docente, que con su capacidad y buena voluntad contribuyeron a nuestra formación profesional.

Señores miembros del jurado, dejamos a su disposición la presente tesis para su evaluación y sugerencias.

Cajamarca, Marzo del 2017.

Angaspilco Sánchez, Franklin
Bach. en Farmacia y Bioquímica

Cárdenas Gastelo, Wildor Manuel
Bach. en Farmacia y Bioquímica

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“DR. WILMAN RUÍZ VIGO”

CARRERA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

**APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**Determinación de taninos y flavonoides del extracto acuoso de las vainas de
Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias
de Jaén, Contumazá y Cajamarca**

JURADO EVALUADOR

Q.F. Walter Néelson Gutiérrez Zerpa

(PRESIDENTE)

Q.F. Nidia Jackeline Hernández Zambrano

(MIEMBRO)

Q.F. Fredy Martos Rodríguez

(MIEMBRO)

DEDICATORIA

A Dios fuente de luz y sabiduría que guía mi camino, acompañándome a lo largo de la vida brindándome fuerzas para vencer los obstáculos y hacer posible el logro de mis metas

*Este trabajo lo dedico a la memoria de mi padre **Felipe Angaspilco**, quien en todo momento de mi vida me apoyó y orientó para llegar a ser profesional*

*A mi madre **Adelaida Sánchez**, que con su cariño y apoyo incondicional hizo de mí un profesional.*

FRANKLIN

DEDICATORIA

Agradecer a DIOS, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi MADRE por ser la persona que me ha acompañado y me ha guiado durante todo mi trayecto de vida y estudios.

A mi PADRE quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis PROFESORES, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

WILDOR

AGRADECIMIENTO

En primer lugar dar gracias a Dios, el cual nos ha brindado todo su amor y su apoyo incondicionalmente, guiando siempre nuestros caminos, para así culminar exitosamente con otra etapa de nuestra vida.

A la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo y a todos los que conforman la misma, por acogernos en sus aulas, formándonos y orientándonos para llegar a ser buenos profesionales.

A nuestro asesor Q.F. Fredy Martos Rodríguez por su apoyo y orientación brindada para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Jurado Evaluador de Tesis, Q.F. Walter Néelson Gutiérrez Zerpa, Q.F. Nidia Jackeline Hernández Zambrano y Q.F. Fredy Martos Rodríguez por sus aportes en nuestro trabajo, quien con su experiencia ha sido la guía idónea, durante el proceso que ha llevado a la realización de nuestra tesis.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestra vida, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nosotros.

Franklin y Wildor

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar taninos y flavonoides del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca. El material vegetal se adquirió de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca, del cual se obtuvo el extracto acuoso mediante un proceso de maceración.

Se recolectaron 5 kilogramos de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”, procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca teniendo en cuenta las técnicas de recolección y selección que se recomienda en este tipo de estudio. Para la metodología experimental en cada una de las muestras se realizó la identificación y dosaje de flavonoides y taninos, con los procedimientos como: reacción de Cianidina o Shivata y reacción del cloruro férrico al 1% respectivamente.

Al identificar la presencia de estos metabolitos se procedió a realizar el proceso de dosaje, mediante el empleo de un patrón de comparación; quercetina en el caso de los flavonoides y ácido tánico en el caso de los taninos. Teniendo en cuenta pruebas espectrofotométricas con una longitud de onda de 700 nm y 528 nm para la determinación de taninos totales y flavonoides totales.

Los resultados obtenidos fueron positivos para los metabolitos en mención, evidenciándose una coloración verde azulada en la identificación de taninos, siendo la muestra proveniente de la provincia de Jaén la que presentó una coloración más intensa. En la identificación de flavonoides la coloración fue de anaranjado a rojo siendo la coloración más intensa en la muestra proveniente de la provincia de Contumazá. En cuanto al dosaje de taninos totales en las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” se obtuvo como resultado que las muestras provenientes de la provincia de Jaén tienen 69,44%, Cajamarca un 63,7% y la provincia de Contumazá presentó 60,39%. Sin embargo, en el dosaje de flavonoides totales, los provenientes de la provincia de Contumazá son los que tiene el más alto porcentaje llegando a un 96,6%, seguida de Cajamarca con un 80,0% y finalmente Jaén con un 70,0%.

Palabras claves: Taninos, flavonoides, extracto acuoso.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine tannins and flavonoids of the extract aqueous of them pods of *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "Taya" from of the provinces of Jaén, Contumazá and Cajamarca. It material plant is acquired of the provinces of Jaén, Contumazá and Cajamarca, of which is obtained the extract aqueous through the maceration.

Is collected 5 kilograms of them sheaths of *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "Taya", from of the provinces of Jaén, Contumazá and Cajamarca taking in has them technical of collection and selection that is recommended in this type of study.

For the methodology experimental in each an of them samples is performed the identification and dosage of flavonoids and tannins, with those procedures as: reaction of Cyanidin or Shivata, reaction of the chloride ferric to the 1%, respectively.

To identify the presence of these metabolites was to make the process of dosage, using a pattern of comparison such as quercetin for flavonoids, tannic acid for tannins. Taking into account evidence Spectrophotometric with a reading of 700 nm and 528 nm for the determination of total tannins and total flavonoids.

The results were positive for metabolites in mention, giving a bluish green in the identification of tannins being the province of Jaen, which presented a positive pattern, and the identification of flavonoids staining was orange to red having a positive pattern, the Contumazá province. With regard to the dosage of tannins total the pods of *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "Taya" gave as result that the province of Jaén has 69,44%, Cajamarca a 63,7% and the province of Contumazá presented 60,39%. However in the dosage of total flavonoids of Contumazá province is having the highest percentage arriving to 96,6%, followed of Cajamarca with 80,0% and finally Jaén with 70,0%.

Key words: Tannins, flavonoids, aqueous extract.

ÍNDICE

| | |
|---|-------------|
| PRESENTACIÓN | III |
| JURADO EVALUADOR | IV |
| DEDICATORIA | V |
| DEDICATORIA | VI |
| AGRADECIMIENTO | VII |
| RESUMEN | VIII |
| ABSTRACT | X |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 5 |
| | |
| I. INTRODUCCIÓN | 6 |
| II. MARCO TEÓRICO | 10 |
| 2.1. Teorías que sustentan la investigación | 10 |
| 2.2. Bases teóricas | 12 |
| 2.2.1. Metabolito Secundario | 12 |
| 2.2.2. Tipos de metabolitos secundarios | 13 |
| 2.2.2.1. Importancia de los metabolitos secundarios | 13 |
| 2.2.2.2. Función de los metabolitos secundarios | 13 |
| 2.2.3. Flavonoides | 14 |
| 2.2.4. Taninos | 31 |
| 2.2.4.2. Taxonomía | 44 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.4.3. Lugar de origen | 44 |
| 2.2.4.4. Etimología | 45 |
| 2.2.4.5. Descripción botánica | 45 |
| 2.2.4.6. Distribución geográfica | 46 |
| 2.2.4.7. Estacionalidad de la “Taya” | 46 |
| 2.2.4.8. Propiedades y uso | 47 |
| 2.2.4.9. Principales derivados de la “Taya” | 50 |
| 2.2.4.10. Constituyentes químicos | 51 |
| 2.2.5. Pulverizado | 52 |
| 2.2.6. Extracto acuoso | 54 |
| III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN..... | 56 |
| 3.1. Unidad de Análisis, Universo y Muestra..... | 56 |
| 3.2. Métodos de investigación..... | 57 |
| 3.3. Técnicas de investigación..... | 58 |
| 3.4. Instrumentos, Equipos, Materiales y Reactivos..... | 64 |
| 3.5. Análisis estadístico..... | 66 |
| IV. RESULTADOS | 67 |
| 4.1. Datos de identificación | 67 |
| V. DISCUSIÓN | 71 |
| VI. CONCLUSIONES | 81 |

| | |
|---|-----------|
| VII. RECOMENDACIONES | 82 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 83 |
| LISTA DE ABREVIATURAS | 91 |
| GLOSARIO | 92 |
| ANEXOS | 97 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Estructura molecular base de los flavonoides..... | 17 |
| Figura 2: Ruta de biosíntesis de los flavonoides en las plantas | 19 |
| Figura 3: Estructura de la flavona | 20 |
| Figura 4: Estructura de los flavonoles..... | 21 |
| Figura 5: Estructura de las flavanonas | 21 |
| Figura 6: Estructura de la Flavanololes..... | 22 |
| Figura 7: Estructura de la chalconas | 22 |
| Figura 8: Estructura de los isoflavonoide..... | 23 |
| Figura 9: Estructura de las catequinas..... | 23 |
| Figura 10: Estructura de las antocianinas..... | 24 |
| Figura 11: Estructura de las auronas | 25 |
| Figura 12: Estructura química de la quercetina..... | 30 |
| Figura 13: Estructuras químicas de los taninos condensados | 38 |
| Figura 14: Precursores de taninos condensados..... | 39 |
| Figura 15: Estructura química de los taninos hidrolizables | 40 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Cuantificación de taninos..... | 56 |
| Tabla 2: Resultados de la identificación de taninos | 67 |
| Tabla 3: Resultados de la identificación de flavonoides | 68 |
| Tabla 4: Resultados de las absorbancias del dosaje de taninos y flavonoides ... | 69 |
| Tabla 5: Resultados de las absorbancias de los patrones de comparación..... | 69 |
| Tabla 6: Porcentajes de los cálculos y las concentraciones taninos y flavonoides | 70 |

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos la población ha recurrido a las plantas con el fin de tratar diversas enfermedades. Las plantas medicinales eran veneradas por las virtudes que se les había reconocido; nadie buscaba saber por qué o cómo actuaban pero era un hecho sin respuesta y aparentemente mágico.¹

Las especies vegetales contienen ciertos metabolitos denominados primarios y secundarios, la mayoría de ellos poseen gran importancia en la medicina. Tiene un gran interés, ya que en muchos casos son directamente apreciables al microscopio y en otros se pueden detectar mediante sencillos procedimientos físicos y químicos.¹

Las plantas sintetizan una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo fenol. Estas sustancias reciben el nombre de compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides y derivan todas ellas del fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo. Desde el punto de vista de la estructura química, son un grupo muy diverso que comprende desde moléculas sencillas como los ácidos fenólicos hasta polímeros complejos como la lignina y los taninos.^{3,5}

Las plantas son fundamentales en el desarrollo de la medicina moderna, pues producen principios activos tales como: aceites esenciales, taninos, cumarinas, flavonoides, saponinas, alcaloides, glucósidos y poliaminas.⁴

La *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”, es una especie forestal que se distribuye por toda la costa peruana desde Piura hasta Tacna, así como en los valles interandinos de Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Huancavelica, Huánuco y Junín. Disponible entre los meses de Mayo a Agosto. El Perú es el principal productor de “Taya” en el mundo. La utilización de estas vainas por los pobladores de las distintas provincias es de forma empírica; motivo que nos llevó a elegir esta investigación con la finalidad de poder determinar taninos y flavonoides de los compuestos químicos.

El interés por determinar taninos y flavonoides del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca, es debido a que cuenta con propiedades antiinflamatorias, analgésicas, cicatrizantes, debido a la presencia de taninos, flavonoides, esteroides y otros compuestos contenidos en esta especie vegetal.

Es conocido que los taninos presentan acción astringente, debido a su capacidad para precipitar proteínas de la piel (curtido de la piel), proteínas salivares, etc. Por sus propiedades astringentes se usan por vía externa, como cicatrizantes, tales efectos terapéuticos se ven potenciados porque, los taninos tienen actividad protectora, aplicados sobre heridas sangrantes pueden tener una acción hemostática (antihemorrágico), antiséptica, por acción bactericida y bacteriostática. También ejercen un efecto antifúngico, actúan como protectores impermeabilizando la piel

y la protegen de los agentes externos. Si hay una cicatriz favorecen a la regeneración.²

Por lo dicho anteriormente, se planteó la siguiente interrogante:

¿Cuál es el porcentaje de concentración de taninos y flavonoides del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca?

Para dar respuesta al problema planteado se formularon los siguientes objetivos:

Como objetivo general:

Determinar taninos y flavonoides del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca.

Y como objetivos específicos:

- Preparar el extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca.
- Determinar mediante ensayos colorimétricos la presencia de taninos y flavonoides del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca.

- Cuantificar flavonoides y taninos totales del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca mediante el método de espectrofotometría estandarizada, utilizando estándares de comparación como la quercitina y ácido tánico.

Ante lo cual se postuló la siguiente hipótesis:

Los extractos acuosos de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca presentan un elevado porcentaje de taninos y flavonoides.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Teorías que sustentan la investigación

Las plantas sintetizan una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo fenol. Estas sustancias reciben el nombre de compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides y derivan todas ellas del fenol, compuesto por un anillo aromático y un grupo hidroxilo. Desde el punto de vista de la estructura química, son un grupo muy diverso que comprende desde moléculas sencillas como los ácidos fenólicos hasta polímeros complejos como la lignina y los taninos.⁷

Los flavonoides son pigmentos casi universales en los vegetales, casi siempre hidrosolubles, son responsables de la coloración de las flores, frutos y a veces de las hojas, también se encuentra en la cutícula foliar y en las células epidérmicas de las hojas, asegurando así la protección de los tejidos contra los efectos nocivos de las radiaciones ultravioleta.⁸

Los taninos son compuestos polifenólicos muy astringentes y de gusto amargo que producen las plantas. Se dividen en hidrolizables y condensados. La importancia de los taninos en el mundo vegetal es su

capacidad para proteger las plantas contra las heridas que sufren y el hecho de que les protege de los ataques exteriores.⁹

- ✓ **Guevara R, Rodríguez J (2012)¹³**, en su tesis “El efecto cicatrizante de la fitocrema a base el extracto seco de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” en *Rattus rattus* var. albinus con heridas inducidas”, cuyo objetivo fue: Evaluar y determinar el efecto cicatrizante de la fitocrema; reportó como resultado un excelente efecto cicatrizante externo (100%) de heridas inducidas en *Rattus rattus* var. albinus, frente al Cicatricure gel, tomado como patrón, que sólo alcanzó un porcentaje de 83,33% y el placebo 0%. En este estudio se logró evaluar y comparar la acción y efecto cicatrizante de la fitocrema, con placebo y Cicatricure gel.

- ✓ **López M (2009)²¹**, en su tesis “La actividad cicatrizante y antiinflamatoria del extracto etanólico de las vainas de *Caesalpinia spinosa* “Taya” en un modelo animal”, en la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, cuyo objetivo fue determinar la actividad cicatrizante y antiinflamatoria, se utilizaron extractos hidroalcohólico al 1%; 1,5% y 2% de los frutos de *Caesalpinia spinosa* “Taya”, usando como estándar el Cicatrin R, la concentración de 2% (141,74 g de tensión), tiene efecto similar al

del estándar Cicatrin R (139,87 g de tensión), llegando a la conclusión que si hay efecto cicatrizante y antiinflamatorio.

- ✓ **Rojas N (2011)²⁷**, en su tesis “En tratamiento de quemaduras con películas obtenidas por radiación gamma que contienen extracto hidroalcohólico de taya (*Caesalpinia spinosa*) en animales de experimentación”, en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto cicatrizante de hidrogeles obtenidos con radiación gamma embebidos con extracto hidroalcohólico de “Taya”, mostró significativamente mayor actividad cicatrizante que el extracto hidroalcohólico de “Taya” sola, las películas de quitosano (sin extracto de “Taya”) y el nitrofural. Llegando a la conclusión que el hidrogel de quitosano-alcohol polivinílico embebido en extracto hidroalcohólico de “Taya”, tiene actividad cicatrizante.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Metabolito Secundario

Son aquellos compuestos orgánicos sintetizados por el organismo que no tienen un rol directo en el crecimiento o reproducción del mismo. ⁴

A diferencia de lo que sucede con los metabolitos primarios, la ausencia de algún metabolito secundario no le impide la supervivencia, si bien se verá afectado por ella, a veces gravemente.⁴

2.2.2. Tipos de metabolitos secundarios

Una función metabólica en la cual ellos intervienen; sin embargo su aislamiento y conocimiento estructural da lugar a diseñar reacciones para producir derivados semisintéticos con utilidad terapéutica.⁴

2.2.2.1. Importancia de los metabolitos secundarios

Constituye una de las adaptaciones más sorprendentes en el reino vegetal y para su diferenciación, las especies de plantas superiores han necesitado miles de años de evolución continua y perfeccionamiento, a través de la interacción con el medio ambiente circundante.²¹

2.2.2.2. Función de los metabolitos secundarios

El término secundario implicaba, al principio de las investigaciones, que estas sustancias tenían una menor importancia en la planta y muchas veces se les atribuyó la

propiedad de productos de desecho del metabolismo primario, esta idea ha sido gradualmente cambiada, ya que los compuestos secundarios desempeñan un papel protagónico en la fisiología de la planta, la regulación del crecimiento, su desarrollo y la interacción con otros organismo, por lo que a partir de 1960, se han realizado investigaciones que han hecho evidente la importante función ecológica de muchos de ellos.⁵

2.2.3. Flavonoides

Son compuestos fenólicos, constituyentes de la parte no energética de la dieta humana, son pigmentos naturales presentes en vegetales que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc. Se han identificado más de 5 mil flavonoides diferentes.²⁴

2.2.2.1 Historia

Son un gran grupo de sustancias vegetales que fueron descubiertas por el premio Nobel en Bioquímica Dr. Albert Szent-Gyorgi, quien les denominó como "vitamina P". El Dr. Szent-Gyorgi descubrió que los flavonoides favorecen la función

de la vitamina C, mejorando su absorción y protegiéndola de la oxidación. Los flavonoides comprenden varias clases de sustancias naturales, entre las cuales están muchas de las que les confieren colores amarillos, naranja, rojo, violeta y azul, a muchas flores, hojas y frutos, especialmente.²⁵

Aunque no los vemos con sus festivos colores, porque sus parientes más famosas como son las clorofilas con su manto verde que las opacan, pero si nuestra visión lograra filtrar y eliminar el color verde que apreciamos cuando miramos una planta de características verdosas, sin duda podríamos reconocerlos. Esta es otra buena razón para preferir las comidas a base de vegetales, las espinacas y hierro que contienen vitaminas y flavonoides.²⁵

2.2.2.2 Generalidades

Los flavonoides son pigmentos vegetales, que poseen un esqueleto carbonado básico C6 - C3 - C6. Se conocen más de 200 flavonoides naturales los que se encuentran extensamente distribuidos entre las plantas, tanto libres como formando glucósidos. Estos últimos contribuyen a darle color a las flores, frutos y hojas. Las agliconas son más frecuentes en los tejidos

leñosos. Hay poco más de 40 C - glicoflavonoides que también contribuyen a darle color a numerosos vegetales.²⁸

2.2.2.3 Localización en la planta

Los flavonoides se encuentran en semillas, flores, frutas, verduras. Se han identificado más de 5000 flavonoides diferentes.²³

2.2.2.4 Estructura

Los flavonoides poseen como unidad básica un esqueleto de quince átomos de carbono provenientes de la malonil CoA y del p - cumaril CoA. Son estructuras del tipo C₆ - C₃ - C₆ con dos anillos aromáticos (A y B) unidos entre sí por una cadena de tres carbonos ciclada a través de un oxígeno (anillo C). Todos los flavonoides poseen un grupo carbonilo en la posición 4 y las variaciones se producen en las posiciones 1, 2 y 3 de la unidad C₃ y en el anillo B. Son estructuras hidroxiladas (OH) en el anillo aromático y por lo tanto son estructuras polifenólicas. De los tres anillos, el anillo A se sintetiza a través de la ruta de los policétidos, y el anillo B y C proceden de la ruta del ácido shikímico.²⁸

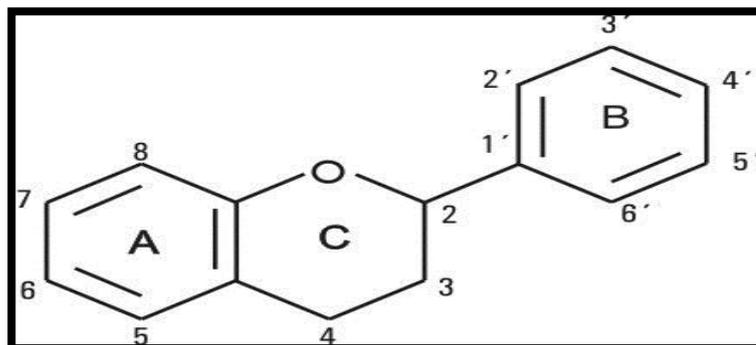


Figura 1: Estructura molecular base de los flavonoides

Fuente: Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Rev. Nutr. Hosp. [Revista en internet]. 2002; 17 (6): 8 – 271.²⁶

2.2.2.5 Síntesis en la planta

Los flavonoides se sintetizan en las plantas y participan en la fase dependiente de luz de la fotosíntesis durante la cual catalizan el transporte de electrones. Su formación tiene lugar a partir de los aminoácidos aromáticos fenilalanina y tirosina y también de unidades de acetato. La fenilalanina y la tirosina dan lugar al ácido cinámico y al ácido parahidroxicinámico, que al condensarse con unidades de acetato, originan la estructura cinamol de los flavonoides. Posteriormente se forman los derivados glicosilados o sulfatados.²²

El metabolismo de los flavonoides es intenso y una parte importante se excretan por la orina. La transformación de los

flavonoides tiene lugar en dos localizaciones: en primer lugar en el hígado, por medio de reacciones de biotransformación de fase I en las que se introducen o exponen grupos polares; en segundo lugar en el colon mediante reacciones de biotransformación de fase II, en las que los microorganismos degradan los flavonoides no absorbidos.²²

La vía del ácido shikímico se inicia en los plastos por condensación de dos productos fotosintéticos, la eritrosa 4 - P con el fosfoenolpiruvato (PEP), y por diversas modificaciones se obtiene el ácido shikímico, del cual derivan directamente algunos fenoles en los vegetales. Pero la vía del ácido shikímico normalmente prosigue, y la incorporación de una segunda molécula de PEP conduce a la formación de fenilalanina. La vía biosintética de los flavonoides comienza cuando la fenilalanina, por acción de la enzima fenilalanina amonioliasa (PAL) se transforma en ácido cinámico, que luego es transformado en ácido p - cumarínico por incorporación de un grupo hidroxilo a nivel de anillo aromático, y la acción de una CoA ligasa lo transforma en cumaril - SCoA, el precursor de la mayoría de los fenoles de origen vegetal, entre los que se encuentran los flavonoides.²⁷

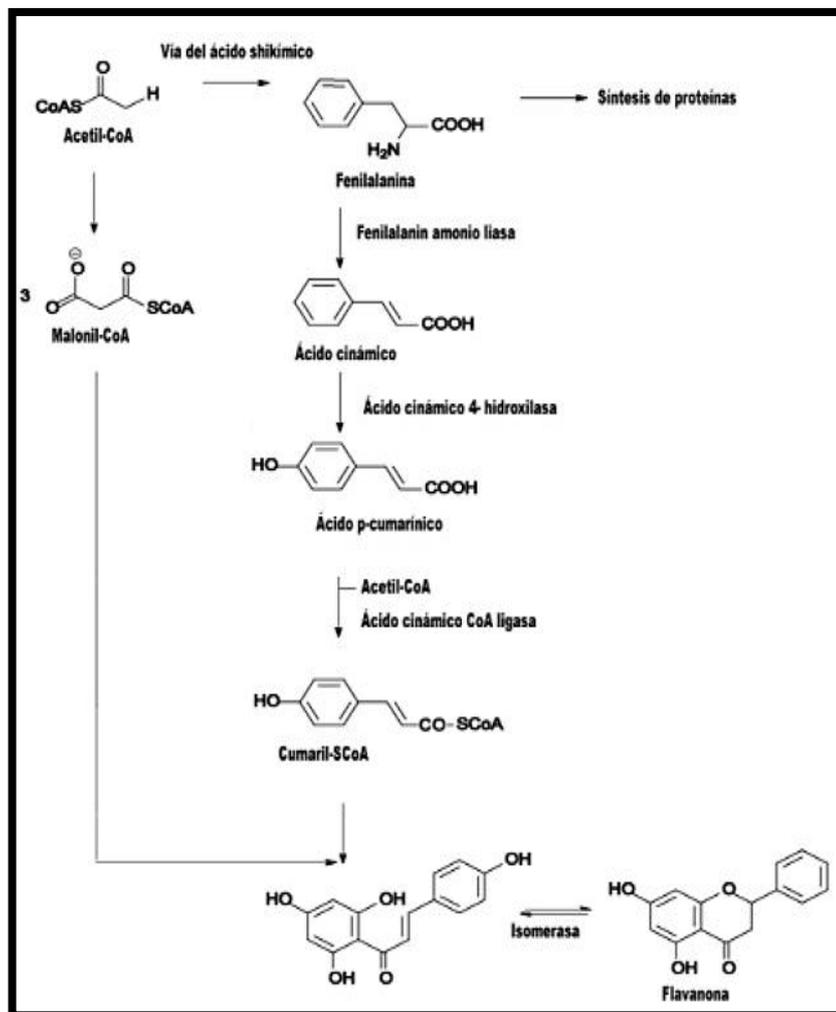


Figura 2: Ruta de biosíntesis de los flavonoides en las planta

Fuente: Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Rev. Nutr. Hosp. [Revista en internet]. 2002; 17 (6): 8 – 271.²⁶

2.2.2.6 Clasificación

Los flavonoides se pueden clasificar dependiendo de la estructura de su esqueleto base, teniéndose así:

- Con doble enlace entre la posición 2 y 3

- a. **Flavonas:** Son derivados de la cromona (benzo - pirona), existen un gran número de colorantes amarillos de las plantas que se conocen como flavonas, y se encuentran principalmente en las flores amarillas en forma de glucósidos.²⁷

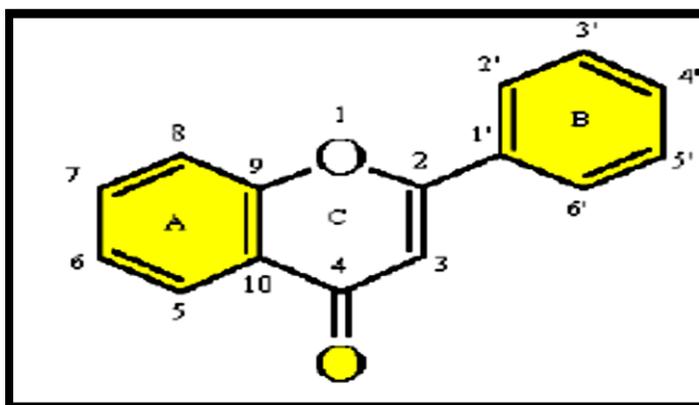


Figura 3: Estructura de la flavona

Fuente: Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Rev. Nutr. Hosp. [Revista en internet]. 2002; 17 (6): 8 – 271.²⁶

- b. **Flavonoles:** Con OH en la posición 3, los flavonoles se localizan en las vacuolas de las células del hollejo y en las de la pulpa para las variedades tintoreras.²⁷

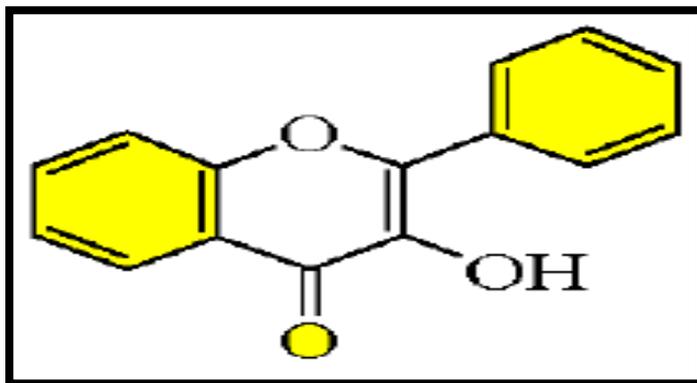


Figura 4: Estructura de los flavonoles

Fuente: Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Rev. Nutr. Hosp. [Revista en internet]. 2002; 17 (6): 8 – 271.²⁶

- Sin doble enlace posición 2 y 3

- a. **Flavanonas:** Con H en la posición 3, presencia de centros de asimetría. En las flavanonas naturales, el carbono C - 2 es normalmente de configuraciones 2S.²⁶

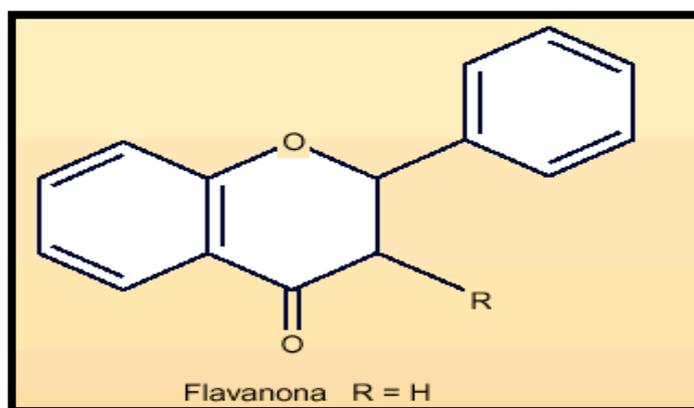


Figura 5: Estructura de las flavanonas

Fuente: Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Rev. Nutr. Hosp. [Revista en internet]. 2002; 17 (6): 8 – 271.²⁶

b. **Flavanoles:** Con OH en la posición 3.

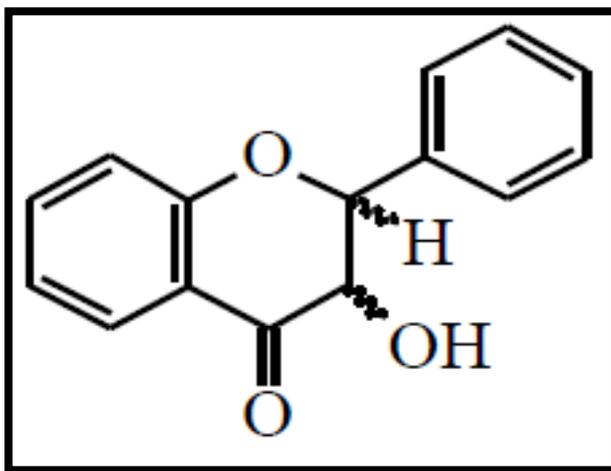


Figura 6: Estructura de la Flavanoles

Fuente: Martínez A. Flavonoides. 2^{da} ed. Medellín: Reverté; 2005. p. 18 - 56.²³

c. **Chalconas:** Con el anillo C abierto.

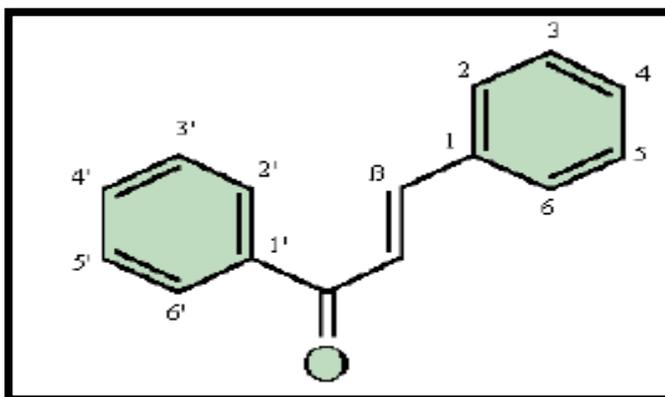


Figura 7: Estructura de la chalconas

Fuente: Martínez A. Flavonoides. 2^{da} ed. Medellín: Reverté; 2005. p. 18 – 56.²³

d. **Isoflavonoides:** Con el anillo B en la posición 3

(3 - fenil - γ - cromona).

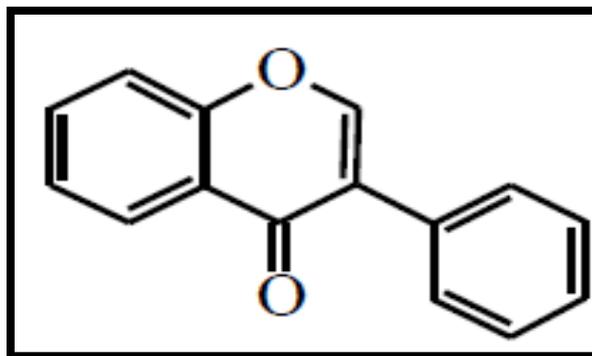


Figura 8: Estructura de los isoflavonoides

Fuente: Martínez A. Flavonoides. 2^{da} ed. Medellín: Reverté; 2005. p. 18 – 56.²³

e. **Catequinas:** Parecen tener una actividad anticancerígena reconocida, aunque sus propiedades son mucho más amplias.²⁶

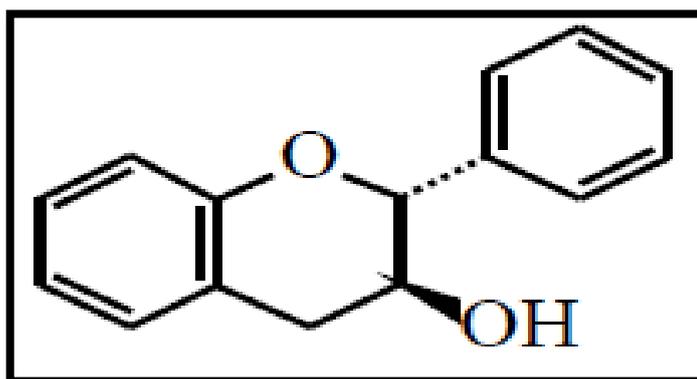


Figura 9: Estructura de los catequinas

Fuente: Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Rev. Nutr. Hosp. [Revista en internet]. 2002; 17 (6): 8 – 271.²⁶

f. **Antocianinas:** Están relacionados estructuralmente con las flavonas dando los colores azul y rojo de las frutas y flores, llamadas también antocianidinas y que se hallan en forma de glucósidos, todas las numerosas antocianidinas que forman la gama variada de tonos de las flores derivan de tres estructuras distintas, aunque poco diferentes, puesto que poseen el mismo esqueleto fundamental, entre las sales de las antocianidinas más sencillas tenemos: pelargonidina que da tono rojo, la Cianidina da violeta, la delfinidina da purpura.²⁵

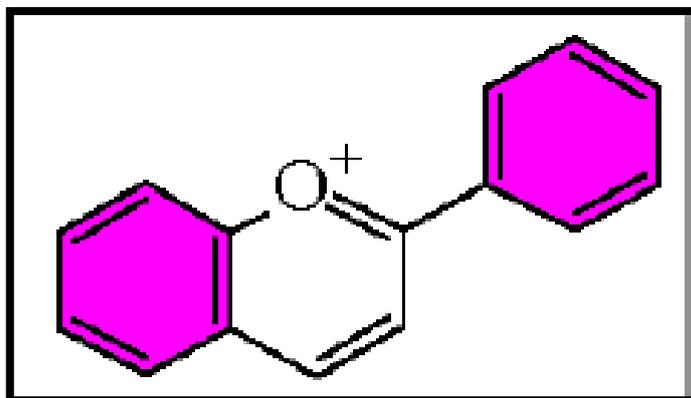


Figura 10: Estructura de las antocianinas

Fuente: Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Rev. Nutr. Hosp. [Revista en internet]. 2002; 17 (6): 8 - 271.²⁶

- g. Auronas:** Son responsables de la coloración de algunas plantas.

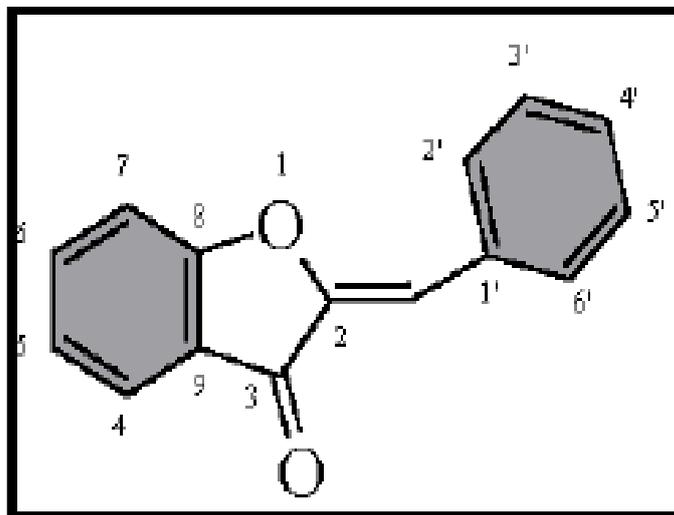


Figura 11: Estructura de las auronas

Fuente: Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Rev. Nutr. Hosp. [Revista en internet]. 2002; 17 (6): 8 - 271.²⁶

2.2.2.7 Acción farmacológica

Las diferentes especies que contienen flavonoides contienen acciones farmacológicas como:

- a. Anticancerosas:** Muchos flavonoides inhiben el crecimiento de las células cancerosas.²⁹
- b. Vasodilatador:** Se asocia con la síntesis del óxido nítrico (NO) y a la presencia de un grupo carbonilo en

la posición 4 y su doble enlace C2 - C3; que son requisitos indispensables para el efecto vasodilatador.

c. Agente quelantes: Ciertos grupos funcionales de los flavonoides son capaces de formar complejos con metales. Estos compuestos pueden unirse a las enzimas transportadores de hormonas y al DNA. Además pueden quelar iones metálicos como el Fe^{+3} , Cu^{+2} , Zn^{+2} , catalizar el transporte de electrones y depurar los radicales libres.²⁹

d. Antioxidantes: Son sustancias fácilmente oxidables porque se oxidan con mayor rapidez que otro tipo de sustancias. La quercetina es uno de los flavonoides con mayor potencial antioxidante. Su capacidad antioxidante es de 4,7 mM, lo que resulta 5 veces mayor al demostrado por las vitaminas E (0,90 mM) y C (0,94 mM). La función antioxidante de la quercetina muestra efectos sinérgicos con la vitamina C. El ácido ascórbico reduce la oxidación de la quercetina de manera que combinado éste, le permite mantener sus funciones antioxidantes durante más tiempo. Grupos 3 - y 5 - OH con función 4 - oxo en los

anillos A y C necesarios para ejercer el máximo potencial antioxidante.²²

e. Antiácidos: Debido a las funciones del fenol, son ionizables en medio básico, lo cual permite su identificación porque tienen reacciones coloreadas con ciertos compuestos.¹⁴

f. Antiinflamatorio: Los flavonoides bloquean a la enzima llamada ciclooxigenasa (COX) en sus dos isoformas COX - 1 y COX - 2 inhibiendo así la síntesis de las prostaglandinas.¹⁹

2.2.2.8 Reacción y técnica para su identificación

- Análisis cualitativo

a. Reacción de Shinoda o Shivata: El magnesio reacciona con el ácido Clorhídrico. El hidrógeno generado se produce por reducción del ión flavilio de color naranja intenso (varía desde el rosa muy débil hasta el naranja intenso). Todos los flavonoides indican reacción

positiva. Esta reacción se utiliza para identificar flavonas, flavonoles, flavanonas y flavanonoles.^{14,19}

b. Interpretación de la reacción ¹⁹

Color: Anaranjado

Intensidad

(-) Incoloro

(+) Color Escaso

(++) Color Leve

(+++) Color Moderado

(++++) Color Intenso

- Análisis cuantitativo

a. Espectrofotometría: El espectrofotómetro es uno de los instrumentos para utilizados en la física óptica, el cual, sirve para medir la longitud de onda así como la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica. El espectrofotómetro es regularmente utilizado para la cuantificación de microorganismos y sustancias en los laboratorios de química. Para la cuantificación de taninos y flavonoides presentes en las muestras de taya, se

realizó las lecturas de las absorbancias de los complejos coloreados en el espectrofotómetro, usando longitudes de onda de 700 nm y 500 nm para taninos y flavonoides, respectivamente.¹⁴

2.2.2.9 Quercetina

La quercetina es un flavonoide que proporciona el color a flores, frutas, hortalizas. Presenta propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antihistamínicas, entre otras. Las fuentes principales de flavonoides son, entre otras el té negro, las cebollas, las manzanas y la pimienta negra que contienen cerca de 4 g/kg de quercetina. La quercetina ofrece una variedad de posibles usos terapéuticos, principalmente en la prevención y tratamiento de las siguientes condiciones: alergias, asma y urticaria. La quercetina puede inhibir la liberación de histamina de los basófilos y los mastocitos; en el cáncer, la quercetina puede ser beneficiosa en el tratamiento de cáncer de piel y puede tener efectos antitumorales en otros tipos de cáncer.¹⁷

Aftas: La quercetina puede reducir la frecuencia de las llagas en la boca y produce alivio de los síntomas leves.¹⁷

Diabetes mellitus: Los flavonoides, como la quercetina, también promueven la secreción de insulina, aumentar los niveles de vitamina C, protege los vasos sanguíneos, prevenir moretones con facilidad, y apoyan el sistema inmune.¹⁷

Infección: La quercetina puede controlar la propagación de ciertos virus en el cuerpo.¹⁴

Artritis reumatoide: La quercetina podría ayudar a reducir la destrucción del tejido. La quercetina también puede ser beneficiosa en el tratamiento de la disentería, gota, y la psoriasis.

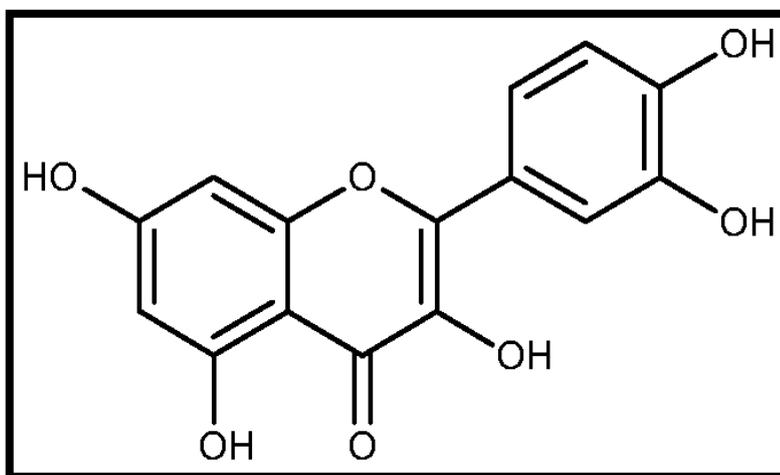


Figura 12: Estructura química de la quercetina

Fuente: Kuklinski C. Farmacognosia: Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. 2ª ed. Barcelona: Omega; 2000. p. 36 – 48.¹⁷

2.2.4. Taninos

El término tanino fue utilizado por primera vez para aquellos compuestos que podían convertir la piel animal en cuero en un proceso conocido como curtido.^{17 28}

Actualmente el término tanino, se utiliza para distinguir compuestos naturales de alto peso molecular (500 a 25000 Daltons) con gran número de polifenoles hidroxilados que pueden ligarse a proteínas y otras moléculas.¹⁶

2.2.3.1 Historia

El término "tanino" por extensión se aplica ampliamente a cualquier compuesto polifenólico grande que contiene hidroxilos suficientes y otros grupos adecuados para formar complejos fuertes con las proteínas y otras macromoléculas. Los compuestos de tanino se distribuyen ampliamente en muchas especies de plantas, en los que juegan un papel en la protección contra la depredación, y quizá también como pesticidas, y en la regulación del crecimiento de las plantas. La astringencia de los taninos es lo que causa la sensación seca. Del mismo modo, la destrucción o modificación de taninos con el tiempo desempeña un papel

importante en la maduración de la fruta y el envejecimiento del vino.¹⁶

2.2.3.2 .Generalidades

Los taninos comprenden un gran número de sustancias complejas que están ampliamente distribuidas en el reino vegetal. Casi en todas las familias vegetales existen especies que los contienen. Si bien todos los taninos aparecen en los frutos inmaduros, desaparecen durante la maduración, lo cual sugiere que el fruto utiliza en su metabolismo la energía proveniente de la oxidación de estos taninos, y también que los ácidos de los frutos se forman a partir de ellos. Según otra teoría, por su acción antiséptica, los taninos evitarán el ataque de los insectos y los hongos. Los taninos son compuestos químicos no cristalizables que forman con el agua soluciones coloidales, de reacción ácida y de sabor muy acre. Los taninos precipitan las proteínas en solución y se combinan con ellas haciéndolas resistentes a las enzimas proteolíticas.²⁸

2.2.3.3 Localización en la planta

Los taninos se encuentran en gran cantidad de árboles, siendo las agallas de roble y la corteza las mejores materias para su obtención, en las hojas del aliso, nogal, frambueso, fresal y zarza; frutos y hojas del arándano; sumidades de agrimonia; raíz de tormentila, bistorta y pimpinela, entre otros. Para la extracción de los taninos se utiliza una mezcla de agua y alcohol, o simplemente agua; posteriormente se decanta y evapora a baja temperatura para obtener el producto final.⁷

2.2.3.4 Biosíntesis

Los taninos se sintetizan en el retículo endoplásmico y se almacenan en una gran vacuola central en la célula. Los taninos son polímeros de unidades monoméricas de fenoles, el fenol contiene un anillo aromático con uno o más grupos hidroxilos. El hidrógeno puede ser sustituido con derivados funcionales, como ésteres, metil ésteres, glucósidos, entre otros; no obstante, debido a los problemas asociados con el aislamiento y purificación de taninos, la estructura exacta de estos compuestos, aún no se han dilucidado del todo. Los taninos comprenden uno de los grupos más amplios y diversos

de metabolitos secundarios, las plantas varían cualitativamente en su síntesis, como respuesta a cambios ambientales y fisiológicos.³³

La ruta de metabolización de los taninos es la del ácido Shikímico que es el conjunto de reacciones metabólicas de gran relevancia en la biosíntesis de metabolitos secundarios.¹²

El ácido Shikímico es precursor de diversos intermediarios metabólicos, aromáticos, tales como los taninos, los lignanos, los aminoácidos aromáticos (tirosina, fenilalanina y triptófano), así como sus derivados glucósidos, cianógenicos, aromáticos, aminas, biógenas, los flavonoides, las fenazinas y diversos alcaloides. En compuesto aromáticos derivados del ácido Shikímico, las posiciones oxigenadas son de tipo catecol (orto) o pirogalol (diorto), y en el caso de los fenoles monooxigenados son generalmente *p* – hidroxí – compuestos.³⁰

2.2.3.5 Propiedades

Son sus principales propiedades las siguientes:

- a. Curtido de la piel:** Los taninos se intercalan entre las fibras de colágeno, estableciendo uniones reversibles (interacciones hidrófobas, enlaces de hidrógeno, etc.) e irreversibles (enlaces covalentes). Dichas fibras adquieren así una gran resistencia frente al agua, calor y a la piel; forman sólidos amorfos.¹⁶
- b. Solubilidad:** Son solubles en agua, forman soluciones coloidales y en disolventes orgánicos polares (acetona, alcohol, glicerina) pero son insolubles en disolventes orgánicos polares (éter etílico, cloroformo).¹⁶
- c. Capacidad de precipitar:**
- ✓ Con agua de cal (solución de hidróxido cálcico).
 - ✓ Con agua de barita (solución de hidróxido bórico).
 - ✓ Con wolframato o molibdato amónico.
 - ✓ Con alcaloides, proteínas, celulosa y otras macromoléculas.

- d. **Capacidad de formar complejos:** Son agentes quelantes con metales pesados como cobre, mercurio, plomo, etc.⁴

- e. **Propiedad de Redox:** Se oxidan con facilidad, sobre todo en medio ácido y pueden actuar como reductores de ciertos compuestos (ácido fosfowolfrámico, ácido fosfomolibdénico, ferricianuro férrico).²

- f. **Estabilidad:** Son moderadamente estables. Los taninos hidrolizables se hidrolizan fácilmente en medio ácido mientras que los taninos condensados son más resistentes a la hidrólisis. No obstante algunos de sus enlaces pueden romperse y polimerizan dando productos de intenso color rojo.¹⁶

Otras propiedades son:

- ✓ Compuestos químicos no cristalizables cuyas soluciones acuosas son coloidales, de reacción ácida y sabor astringente.

- ✓ Precipitan con gelatina, albúmina y alcaloides en solución.

- ✓ Con las sales férricas dan coloraciones negro azuladas o verdosas.
- ✓ Producen un color rojo intenso con ferricianuro de potasio y amoníaco.
- ✓ Precipitan a las proteínas en solución y se combinan con ellas, haciéndolas resistentes a la enzimas proteolíticas.

2.2.3.6 Clasificación³⁰

Dado que estos compuestos se han investigado durante más de 100 años, se diseñaron diferentes clasificaciones de acuerdo con el nivel de conocimiento que de éstos se tenía en los diferentes periodos de tiempo. La clasificación de Freudenberg, que actualmente es empleada, tiene su fundamento en el tipo de estructura base del tanino. Es así que los agrupa en dos grandes clases:

a. **Taninos Condensados (catéquicos o proantocianidinas):**

Son poliflavonoides que consisten de cadenas de unidades de flavan – 3 - ol. La clase más común de proantocianidinas son las procianidinas, las cuales consisten de cadenas

de catequina y/o epicatequina unidas por los enlaces 4 - 6 ó 4 - 8. Al contrario de los taninos hidrolizables, los taninos condensados sufren una polimerización a la forma amorfa de flobafenos o taninos rojos, bajo la acción de una hidrólisis ácida o enzimática (que rompe ciertos enlaces) y se convierten en antocianidinas, los cuales pueden polimerizar para formar los flobáfenos insolubles (color rojo intenso). Por destilación seca producen catecol (1,2 - dihidroxibenceno).³¹ Por este motivo, reciben también el nombre de taninos catéquicos. Al tratar los taninos condensados con cloruro férrico (FeCl_3) aparece una coloración verde.³⁰

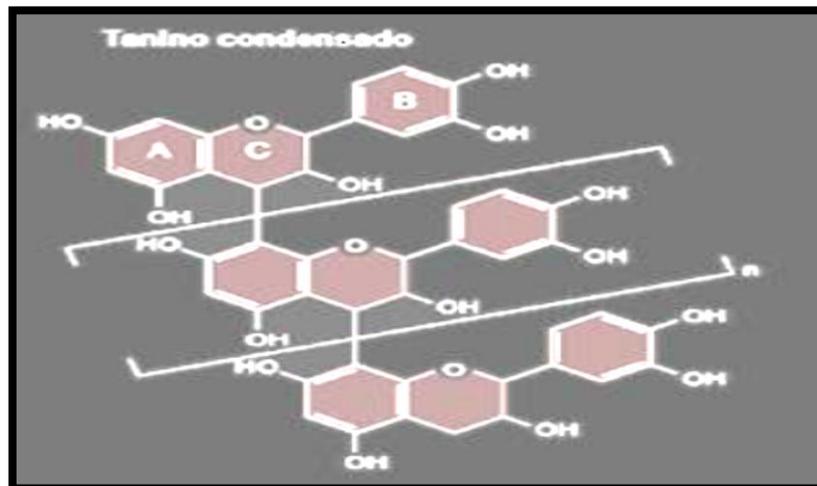


Figura N° 13: Estructura química de los taninos condensados

Fuente: Zarate S. Cuantificación de compuestos fenólicos totales y taninos condensados de látex y corteza de *Croton draco* var. *Draco*, Schltdl. & Cham., provenientes de un bosque tropical. [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Biología]. Córdova: Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias; [Tesis en internet]; 2012.³²

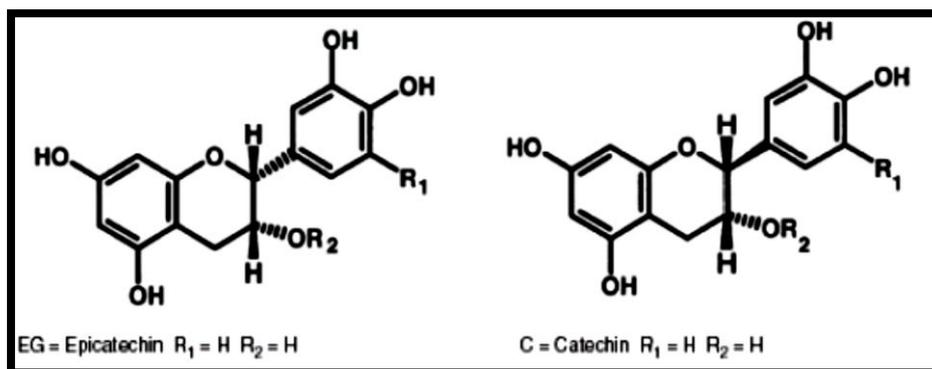


Figura N° 14: Precursores de taninos condensados

Fuente: Zarate S. Cuantificación de compuestos fenólicos totales y taninos condensados de látex y corteza de *Croton draco* var. *Draco*, Schltdl. & Cham., provenientes de un bosque tropical. [Tesis para optar Título Profesional de Licenciado en Biología]. Córdova: Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias; [Tesis en internet]; 2012.³²

- b. Taninos hidrolizables:** Están formados por varias moléculas de ácido gálico unidos por un enlace éster y un residuo de glucosa. Se conoce con el nombre de taninos pirogálicos porque cuando se destilan se producen ácido gálico y como su nombre lo indica pueden ser hidrolizados fácilmente por ácido minerales. Los taninos hidrolizables usualmente están presentes en las plantas en bajas cantidades, algunos autores definen dos clases adicionales de taninos hidrolizables taragallo taninos (con núcleo de ácido gálico) y cafetaninos (ácido cafeínico).³²

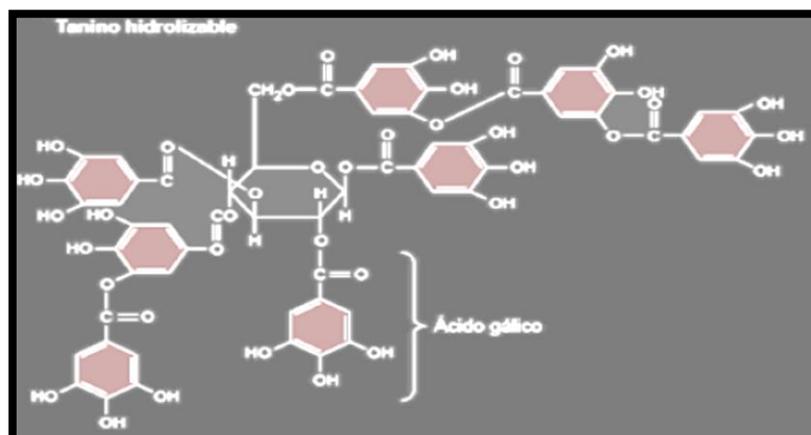


Figura N° 15: Estructura química de los taninos

hidrolizables.

Fuente: Zarate S. Cuantificación de compuestos fenólicos totales y taninos condensados de látex y corteza de *Croton draco* var. *Draco*, Schltdl. & Cham., provenientes de un bosque tropical. [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Biología]. Córdova: Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias; [Tesis en internet]; 2012.³²

2.2.3.7 Acción farmacológica

- a. **Antinutritiva:** Pues su unión con las proteínas y la posterior coagulación, interfieren en su digestibilidad reduciendo la absorción de ciertos minerales como el hierro.⁷
- b. **Hipocolesterolemia:** Reducen el colesterol, ya que se inhibe su absorción, está demostrado que una dieta en la que se introducen alimentos ricos en taninos como las uvas o el aceite de oliva, ha reducido los niveles de colesterol “malo”.⁷

- c. **Antioxidante:** Ayuda a prevenir enfermedades degenerativas. La acción radica al reaccionar los grupos hidroxilos con el radical libre y producto de ello se forma un radical estable, facilitando con ello su eliminación.²⁰

- d. **Astringentes y antiinflamatorias:** Desinflan la mucosa intestinal por lo que es un tratamiento eficaz contra la diarrea y también ayudan a que la sangre coagule, ejerciendo de antihemorrágico local y resultando útil contra las hemorroides.⁷

- e. **Antiséptica:** frente a bacterias, hongos y virus, las plantas que contienen taninos atacan a los microorganismos aglutinando las proteínas de su superficie y por eso estas plantas se marchitan menos.²⁸

2.2.3.8 Reacción y técnicas para su identificación

- **Análisis cualitativo**

- a. **Reacción de Cloruro Férrico al 1 %:** Esta reacción determina fundamentalmente taninos, es una prueba colorimétrica.³²

b. Interpretación de la reacción ¹⁶

Color

(*) Verde claro

(**) Verde oscuro

(***) Azul

Intensidad

(-) Incoloro

(+) Color Escaso

(++) Color Leve

(+++) Color Moderado

(++++) Color Intenso

2.2.3.9 Ácido tánico

El ácido tánico se trata de un ácido compuesto de glucosa y ácidos fenólicos cuya fórmula exacta es $C_{76}H_{52}O_{46}$. Este compuesto, que se puede elaborar artificialmente, en la antigüedad se extraía de la naturaleza acumulado en las cortezas, raíces y frutos de las plantas, y pueden detectarse también en sus hojas, aunque en menor proporción. ³⁰

Se les atribuyen propiedades antioxidantes y astringentes. Por el contrario, el consumo en exceso puede dificultar la absorción del hierro y las proteínas. Se emplea sobre todo en el curtido del cuero, en grandes cantidades convierte las células de la piel en un material muy parecido al corcho. Otro empleo en la industria textil es como mordiente para fijar los colores en las fibras. También, internamente se utiliza como astringente activo en las diarreas. Como astringentes intestinales son preferibles las drogas tánicas o los derivados de tanino, que por descomponerse lentamente, pueden ejercer su acción en todo el tubo digestivo.³²

2.2.5. *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”

2.2.4.1 Antecedentes

Caesalpinia spinosa “Taya”, es una especie nativa del Perú, ampliamente distribuida en América Latina. Se distribuye entre los 4° y 32° C, abarcando diversas zonas áridas, en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia hasta el norte de Chile.¹⁸

La “Taya”, se encuentra al estado silvestre y posee un gran potencial medicinal, alimenticio e industrial, siendo de gran

utilidad para la producción de hidrocoloides o gomas, taninos y ácido gálico, entre otros. De las semillas, se obtiene, mediante un proceso térmico mecánico una goma de uso alimenticio proveniente del endosperma, constituyéndose en una alternativa a las gomas tradicionales en la industria mundial de alimentos, pinturas y barnices entre otros.⁹

2.2.4.2 Taxonomía ⁹

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Fabales
- **Familia:** Fabaceae
- **Subfamilia:** Caesalpinioideae
- **Tribu:** Caesalpinieae
- **Género:** *Caesalpinia*
- **Especie:** *Caesalpinia spinosa*
- **Nombre binomial:** *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze.
- **Nombre común:** Tara, taya (Perú)

2.2.4.3 Lugar de origen ¹⁴

Perú.

2.2.4.4 Etimología

Caesalpinia, en honor de Andrea Caesalpini (1524 - 1603), botánico y filósofo italiano. *Spinosa*, del latín spinosus con espinas.¹⁵

2.2.4.5 Descripción botánica

Es un árbol pequeño en sus inicios, de dos a tres metros de altura; pero, puede llegar a medir hasta 12 metros, está provisto de una corteza gris espinosa, con ramillas densamente pobladas, en muchos casos las ramas se inician desde la base dando la impresión de varios tallos. La copa de la tara es irregular, aparasolada y poco densa, con ramas ascendentes.¹⁷

Sus hojas son en forma de plumas, parcadadas, ovoides y brillantes ligeramente espinosa de color verde oscuro y miden 15 cm de largo. Sus flores son de color amarillo rojizo dispuestos en racimos de 8 cm a 15 cm de largo. Sus frutos son vainas explanadas e idehiscentes de color naranja de 8 cm a 10 cm de largo y 2 cm de ancho aproximadamente, que contienen de 4 a 7 granos de semilla redondeadas de 0,6 cm a 0,7 cm de diámetro y son de color pardo negruzco cuando están maduros.¹⁷

2.2.4.6 Distribución geográfica

Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze “Taya”, crece naturalmente en territorios semiáridos, con una precipitación media anual de 230 mm - 500 mm y a temperaturas medias anuales de 14,7° y 27,5 °C. Es muy utilizada como cerco vivo o como árbol de sombra (para animales domésticos) en cultivos de secano, e incluso como árbol ornamental.²⁰

2.2.4.7 Estacionalidad de la “Taya”

Se presenta durante cuatro períodos al año. En condiciones de cultivo u ornamentales generalmente producen casi todo el año. Sin embargo, existen ciertas variaciones, según la localidad, altitud, estación, temperatura, precipitación y suelo. La época de cosecha depende de la región. Así se tiene que en la ciudad de Cajamarca la época de cosecha es de enero a agosto y la época de floración es de octubre a noviembre. Asimismo, en otras localidades las cosechas comienzan a partir de julio, prolongándose hasta los primeros días de noviembre.¹⁸

2.2.4.8 Propiedades y uso

La Taya posee potencial médico, alimenticio e industrial.¹⁸

- a. Medicinal:** Se prescriben como astringentes. La propiedad ya comentada de coagular las albúminas de las mucosas y de los tejidos, crean una capa aislante y protectora que reduce la irritación y el dolor. Externamente, los preparados a base de drogas ricas en taninos, como las decocciones, se emplean para detener pequeñas hemorragias locales; en inflamaciones de la cavidad bucal, catarros, bronquitis, quemaduras, hemorroides, etc. Internamente, son útiles contra la diarrea, enfriamiento intestinal, afecciones vesiculares, y como contraveneno en caso de intoxicación por alcaloides vegetales.²⁴

También actúa contra la amigdalitis al hacer gárgaras con la infusión de las vainas maduras y como cicatrizante cuando se lavan heridas con dicha infusión. Además se usa en sinusitis; infecciones vaginales y micóticas; lavado de los ojos inflamados; en el diente cariado; dolor de estómago; las diarreas; cólera; reumatismo y resfriado. Además, la “Taya”

es utilizada contra la estomatitis, la fiebre, evita la caída del cabello y es efectivo contra piojos e insectos.^{21,24}

- b. Industrial:** En la industria se utilizan para la fabricación de tintas y el curtido de pieles, gracias a la capacidad de los taninos para transformar las proteínas en productos resistentes a la descomposición. En este proceso se emplean determinados taninos, los más utilizados son los procedentes de la acacia, el castaño, la encina, el pino o la bastarda.^{18, 21}

Se emplean en la industria textil por su capacidad de reaccionar con las sales férricas, los cuales dan lugar a productos negro-azulado adecuados para tintes. Igualmente son utilizados como mordientes para la aplicación de tintes en tejidos, coagulantes de gomas, o aprestos para papeles o sedas.^{18, 21}

- c. Industria farmacéutica:** se emplean para contraatacar el efecto de los alcaloides y el envenenamiento por sales de metales, inactivándose éstos por precipitación.⁴

- d. Alimentación:** En la industria de alimentos se puede por ejemplo, remover impurezas proteínicas por precipitación

con taninos; emplearlo en la preservación y maduración de alimentos, aprovechando sus propiedades antisépticas y antioxidantes; así como en la clarificación del vino. Su aplicación en otros campos está orientada, por ejemplo, a la extracción de Plomo, Fierro, Calcio, Bario, y Radio presentes en soluciones, por precipitación con gelatina y taninos; al efecto anticorrosivo en superficies de Fierro, expuestas al medio ambiente; al empleo en la elaboración de tintas; como recubrimiento protector de zinc y aleaciones del mismo metal.⁸

- e. **Curtidos y peletería:** La industria de curtidos y peletería tiene como objetivo la transformación de pieles de animales en cuero, producto resistente e imputrescible, de amplia utilización industrial y comercial en la elaboración de calzado, prendas de vestir (guantes, confección), marroquinería y pieles. El curtido de las pieles animales puede hacerse empleando agentes curtientes minerales, vegetales y sintéticos, o bien en casos muy especiales, mediante aceites de pescado o compuestos alifáticos sintéticos.⁴

- f. Tinte:** Las vainas de la “Taya” contienen tanino, usado para teñir.¹⁷

- g. Cosmético:** La cocción de las hojas evita la caída del cabello.¹⁸

- h. Agroforestería:** Se usa como cerco vivo y para el manejo de rebrotes. Es utilizada en la protección de suelos, especialmente cuando no se dispone de agua de riego, a fin de dar buena protección a muchas tierras que hoy están en proceso de erosión y con fines comerciales.³⁰

- i. Plaguicida:** El agua de la cocción de las vainas usado contra insectos.⁴

- j. Licores:** La Taya precipita sustancias albuminoides.³

2.2.4.9 Principales derivados de la “Taya”

El Polvo de “Taya”: Es obtenido de la vaina que es separada de la semilla, la cual representa el 62 % del peso de los frutos. Es apreciado por el mercado internacional, por ser un curtiente

vegetal, valorándose los atributos de grado de pulverización y contenido de taninos que tiene en un promedio de 60 %.²³

La goma de taya: Es un polvo blanco a blanco amarillento, sin olor y sin sabor, obtenido de las semillas, de uso forrajero. De esta parte del fruto, se obtienen aceites, goma (usada para dar consistencia a los helados), harina proteica y derivados como: jabones, pinturas, barnices, esmaltes, tintes de imprenta, mantecas y margarinas.²⁵

2.2.4.10 Constituyentes químicos^{21, 24}

Hojas: Contiene glicosidos, gomas, mucílagos, taninos (12,7 % en la forma de taninos gálicos), antraquinonas: reínas, senósido, agliconas libres, C - glicosidos, aloe - emodina e isos - emodina, esteroides y flavonoides.

Vainas: Contiene taninos hidrolizables (galotaninos) en un rango de 40 % - 60 % según las condiciones ecológicas en las que vegeta, la hidrólisis de estos taninos conduce a la separación del ácido gálico; asimismo se ha aislado galato de etilo y cuatro galatos de ácido quínico correspondiendo a los ésteres metílicos

de 4,5 - di - O - galoilquinico y de 3,4,5 - tri - O - galoilquinico, y a los ácidos 3,4 - di - O - galoilquinico y 3,4,5 - tri - O - galoilquinico.

Semillas: Del endospermo se ha separado la goma o hidrocoloide galactomananico en la que los componentes monoméricas galactosa y manosa se encuentran en una relación de 41:70. La viscosidad intrínseca permitió determinar su peso molecular promedio en 351400, así mismo la goma da lugar a soluciones acuosas con características de fluido pseudoplástico con una viscosidad promedio de 4000 cp.²⁵

2.2.6. Pulverizado

La pulverización se define como el proceso de reducción, por medios mecánicos del tamaño de partícula de los sólidos pulverulentos. La pulverización consiste en triturar un sólido reduciéndose a polvo o disminuyendo el tamaño de sus granos, para facilitar el proceso de disolución o ataque con diversos solventes, ya que a mayor subdivisión de una sustancia más rápida es la acción de los disolventes. También hay que destacar que al disminuir el sólido de su tamaño, aumenta su superficie específica, aumentando también el número de partículas.¹³

Algunas razones para utilizar el pulverizado es:

- ✓ Mejorar la uniformidad del contenido, el reparto de sólido en una mezcla.
- ✓ Obtener una forma farmacéutica (polvos).
- ✓ Modificando las propiedades organolépticas. El sabor del fármaco se exagera tras el pulverizado.¹³

a. Pulverización de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina)

Kuntze “Taya”: del pulverizado de la “Taya”, podemos obtener el polvo y goma de la “Taya”. El aprovechamiento de los frutos permite obtener numerosos productos de interés. La vaina representa el 62% del peso de los frutos y es la que precisamente posee la mayor concentración de taninos, que oscila entre 40 y 60%.^{25,26}

b. Polvo de Taya: color marrón claro, con un olor característico y astringente al tacto. El polvo es generalmente grueso cuando se obtiene a partir de la molienda simple, pero puede ser polvo micronizado cuando se aplican varios procesos de molienda fina. El polvo de taya se consigue mediante un proceso

mecánico simple de trituración de vaina, obteniendo como producto un aserrín fino de coloración amarilla clara, con un aproximado de 52% a 54% de taninos. La vaina representa cerca del 60% del peso total del fruto de la “Taya” y es la parte de esta planta que presenta la mayor cantidad de taninos vegetales.²⁸

2.2.7. Extracto acuoso

Un extracto es un tipo de maceración, en la que el líquido solvente es una mezcla de alcohol y agua, que disuelve las sustancias activas contenidas en una planta medicinal. En un extracto acuoso se usa agua hirviendo como líquido para extraer las sustancias activas dentro de los tejidos vegetales. El agua en ebullición, en contacto con la planta fresca o seca, hace que las células vegetales estallen vertiendo su contenido de sustancias activas. Su ventaja principal es que son fáciles y rápidos de preparar en la casa.¹¹

Sin embargo, los extractos acuosos deben ser usados en el momento, o dentro de un periodo reducido de tiempo ya que no son estables. La degradación bioquímica y la contaminación microbiana hacen que rápidamente estos preparados ya no sean aptos para el consumo humano o que pierdan sus propiedades curativas. Otra limitación importante de los extractos acuosos es que son sensibles a las altas temperaturas y

entonces pierden sus propiedades cuando son sometidas al agua en ebullición.¹¹

III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Unidad de Análisis, Universo y Muestra

3.1.1. Unidad de análisis

Vainas de la especie vegetal *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca.

3.1.2. Universo

Vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”

3.1.3. Muestra

- **Muestra vegetal**

Extracto acuoso de 5 kg de vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”, procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca.

- ✓ **Criterios de inclusión:** Se seleccionaron especies vegetales libre de enfermedades, exentos de microorganismos y en buenas condiciones.

- ✓ **Criterios de exclusión:** Especie vegetal con presencia de enfermedades, con microorganismo, maltratadas.

3.2. Métodos de investigación

3.2.1. De acuerdo al fin que se persigue: Básica, ya que estuvo encaminada a ampliar el conocimiento científico, explorando nuevas teorías y transformar las ya existentes, para el desarrollo de la presente investigación.

3.2.2. De acuerdo a la técnica de contrastación: Experimental y fue desarrollado en el Laboratorio de Tecnología Farmacéutica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, se realizó con técnicas químicas, gravimétricas y espectrofotométricas para la determinación de taninos y flavonoides a partir del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”.

3.3. Técnicas de investigación

Procedimiento para recolección y preparación de la muestra vegetal.

- **Recolección y selección de la especie vegetal:**
 - Se realizó un viaje a las distintas provincias de Cajamarca, Jaén y Contumazá para realizar la recolección de la especie vegetal, una vez en dichos lugares, se procedió a realizar dicha actividad a primeras horas del día, procurando que las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” no estén mojadas por el rocío o la lluvia, pues en los momentos de máxima insolación la esencia de la muestra vegetal experimenta una evaporación intensa.
 - Se recolectaron 5 kg aproximadamente de vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” de cada una de las provincias, se acomodó en recipientes no sintéticos, rotulados y se procedió a transportarlas hacia el laboratorio en condiciones frescas sin exponerlos directamente al sol.
 - Una vez en el Laboratorio de Tecnología Farmacéutica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, se procedió a la

limpieza y selección de las vainas según los criterios de inclusión, para luego proceder al secado bajo sombra extendidos en papel kraft, aproximadamente por 15 días.

- Se separaron las semillas de la vaina de forma manual, posterior a ello, se tomaron las vainas sin las semillas y se procedió a hacer una molienda con el mortero, obteniendo un polvo fino y almacenándolo adecuadamente en un frasco esterilizado de boca ancha de color ámbar.

3.3.1. Método experimental

- **Preparación del extracto acuoso:** Este procedimiento consistió en pesar 100 g de polvo de taya de cada una de las provincias y agregarles 500 mL de agua destilada a 70 °C, dejándose 2 horas a Baño María, después de lo cual se filtró tres veces para poder obtener un extracto purificado libre de gérmenes.
- **Identificación de metabolitos secundarios (proceso cualitativo):**

Una vez obtenido el extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” de las diferentes provincias, se

procedió a realizar la determinación de los metabolitos secundarios.

- ✓ **Determinación de taninos:** Se utilizó la reacción de cloruro férrico al 1%, se colocó 3 mL del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” y se agregó 3 gotas de solución de cloruro férrico 1% a cada una de las muestras. Coloración verde para taninos catéquicos y azul para taninos gálicos.

- ✓ **Determinación de flavonoides:** Se utilizó la reacción de cianidina o shivata, para lo cual se colocó en un tubo de ensayo 3 mL de extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”, se agregó 5 mL de ácido clorhídrico (37%) y unos pequeños trozos de cinta de magnesio, en cada una de las distintas muestras. Coloración anaranjada - rojiza si es positiva.

- **Cuantificación de metabolitos secundarios (proceso cuantitativo):**

Se pesó 0,10 g de muestra para taninos y 0,5 g de muestra para flavonoides.

- ✓ **Cuantificación de taninos:** Se pesó y agitó 10 g de cada una de las muestras con 500 mL de etanol al 50% durante 6 horas, se dejó reposar 8 horas y se agitó nuevamente por 30 minutos luego se filtró y se transfirió 3 mL del filtrado a un matraz de 50 mL y se aforó con agua destilada, luego se armó el siguiente sistema:

Tabla N° 01: Cuantificación de taninos.

| Reactivos | Blanco | Patrón | Problemas |
|--|--------|--------|-----------|
| Muestra problema | - | - | 1 mL |
| Sol. de referencia Ac. Tánico | - | 3 mL | - |
| Agua Destilada | 5 mL | 2 mL | 4 mL |
| Rx para taninos | 2 mL | 2 mL | 2 mL |
| Se agitó y se dejó reposar por 5 minutos | | | |
| Sol. de Carbonato de sodio 20% | 1 mL | 1 mL | 1 mL |
| Se aforó y mezcló con agua destilada y se hizo la lectura a 700 nm | | | |

Fuente: Elaboración propia

La fórmula que se utilizó para el cálculo del porcentaje de taninos fue la siguiente:

$$X = \frac{A_m \times P \times 1000 \times 100}{A_p \times PM \times (100 - p)}$$

Donde:

X: contenido de taninos en la droga (%)

P: masa de la sustancia de referencia (g)

A_m: absorbancia de la muestra problema.

A_p: absorbancia de la solución de referencia.

P_m: masa de la droga (g)

p: humedad de la droga (%)

- ✓ **Cuantificación de flavonoides:** Se reflujo 0,5 g de cada una de las muestras por 2 horas con 20 mL de ácido sulfúrico al 10% y 20 mL de etanol al 50%, luego se enfrió y se filtró con ayuda de la bomba al vacío. El residuo se lavó con 30 mL de etanol al 50% y se desechó finalmente; el filtrado se evaporó en baño de agua hasta la mitad del volumen inicial, se enfrió con hielo durante 30 minutos, se filtró, se lavó el precipitado llegando a formar 4 porciones de 10 mL de agua destilada fría (10 °C). Se

eliminó el filtrado, los lavados y el residuo tanto del filtro como del recipiente se disolvió con 70 mL de etanol al 96%, se calentó a 50 °C, se completó el volumen de 100 mL con etanol al 96% (solución muestra). Posteriormente se procedió a realizar la lectura a una absorbancia de 528 nm.

La fórmula que se empleó para el cálculo del porcentaje de flavonoides totales fue la siguiente:

$$X = \frac{Am \times PR \times 5}{AR} \times 100$$

Donde:

X: contenido de flavonoides totales expresados como quercetina (%)

Am: absorbancia de la solución muestra.

PR: peso de la sustancia de referencia (g)

AR: absorbancia de la solución de referencia.

- **Preparación de las soluciones patrón**

- ✓ **Patrón para taninos:** Se disolvió 25 mg de ácido tánico en 100 mL de agua destilada, luego se tomó 20 mL y se agregó 100 mL de agua destilada, finalmente se llevó a lectura en el espectrofotómetro con una longitud de onda de 700 nm.
- ✓ **Patrón para flavonoides:** Se empleó 0,04 g de quercitina las cuales se disolvió con etanol al 96% hasta completar un volumen de 50 mL; de esta solución se tomó 1 mL y se disolvió 100 mL con etanol al 50%, finalmente se llevó a leer la absorbancia a una longitud de onda de 528 nm, utilizando como control el etanol a 50 %.

3.4. Instrumentos, Equipos, Materiales y Reactivos:

Instrumentos

- ✓ Fichas de recolección de datos
- ✓ Software Microsoft Excel.

Equipos

- ✓ Agitador magnético (IKA RCT)
- ✓ Balanza analítica (OHAUS)
- ✓ Baño María (MEMMERT)
- ✓ Bomba de vacío de membrana (VACUUBRAND)
- ✓ Cocina Eléctrica (TELESONIC)
- ✓ Espectrofotómetro (TERMO SPECTRONIC)
- ✓ Estufa (MEMMERT)
- ✓ Refrigeradora (COLDEX)

Material

- ✓ Materiales de vidrio y otros de uso común en el Laboratorio de Tecnología Farmacéutica

Reactivos

- ✓ Ácido tánico
- ✓ Cloruro férrico 1 %
- ✓ Carbonato de sodio al 20 %
- ✓ Ácido clorhídrico 0,5 %
- ✓ Ácido clorhídrico 37 %

- ✓ Cinta de magnesio
- ✓ Ácido sulfúrico al 10 %
- ✓ Etanol de 96°
- ✓ Quercetina
- ✓ Agua destilada

3.5. Análisis estadístico:

La presente investigación estuvo basada en procesos cualitativos y cuantitativos que no requirieron el uso de pruebas estadísticas. Los procesos cualitativos estuvieron basados en coloraciones, y en cuanto a la cuantificación de los metabolitos se utilizó fórmulas que demostraron mantener criterios fundamentales de precisión, exactitud y especificidad.

3.6. Aspectos éticos de la Investigación.

Para realizar esta investigación se han tenido en cuenta aspectos éticos como el cuidado del medio ambiente. Se tuvo especial cuidado de recolectar la cantidad de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”, necesarias para no afectar el hábitat natural de la especie en estudio.

IV. RESULTADOS

4.1. Datos de identificación

Tabla N° 2: Resultados de la identificación de taninos

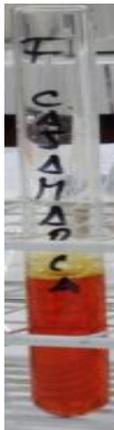
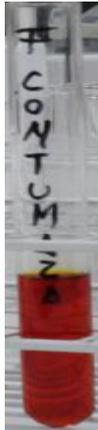
| REACCIÓN | TANINOS (Sobrenadante azul) | | |
|----------------------|---|--|---|
| | Cajamarca | Contumazá | Jaén |
| FeCl ₃ 1% |  |  |  |
| | +++ | +++ | ++++ |

Fuente: Datos de reacciones obtenidos en el Laboratorio - UPAGU.

Leyenda: (++++) Abundante; (+++) Moderado; (++) Leve; (+) Escaso; (-) Nulo.

Modelo de tabla adecuado al patrón positivo de comparación establecido por la Federal Drug Administración (FDA)

Tabla N° 3: Resultados de la identificación de flavonoides

| REACCIÓN | FLAVONOIDES (Coloración anaranjado-rojiza) | | |
|---------------------|--|---|--|
| | Cajamarca | Contumazá | Jaén |
| Cianidina ó Shivata |  |  |  |
| | +++ | ++++ | ++ |

Fuente: Datos de reacciones obtenidos en el Laboratorio – UPAGU

Legenda: (++++) Abundante; (+++) Moderado; (++) Leve; (+) Escaso; (-) Nulo.

Modelo de tabla adecuado al Patrón positivo de comparación establecido por la Federal Drug Administración (FDA)

Tabla N° 4: Resultados de absorbancias del dosaje de taninos y flavonoides en la muestra vegetal

| PROVINCIA | ABSORBANCIAS | |
|-----------|--------------|-------------|
| | Taninos | Flavonoides |
| Cajamarca | 0.013 | 0.120 |
| Contumazá | 0.010 | 0.145 |
| Jaén | 0.015 | 0.105 |

Fuente: Datos de lectura espectrofotométrica obtenidas en el laboratorio – UPAGU

Tabla N° 5: Resultados de las absorbancias de los patrones de comparación

| PATRÓN | LONGITUD DE ONDA (nm) | ABSORBANCIA |
|--------------|-----------------------|-------------|
| Ácido Tánico | 700 | 0.003 |
| Quercetina | 528 | 0.03 |

Fuente: Datos de lectura espectrofotométrica obtenidas en el laboratorio – UPAGU

Tabla N°6: Porcentajes de los cálculos y las concentraciones de taninos y flavonoides

| METABOLITOS | TANINOS | | | FLAVONOIDES | | |
|-------------|-----------|-----------|-------|-------------|-----------|------|
| Provincias | Cajamarca | Contumazá | Jaén | Cajamarca | Contumazá | Jaén |
| % | 63.7 | 60.39 | 69.44 | 80 | 96.6 | 70 |

Fuente: Datos cuantitativos obtenidos en laboratorio - UPAGU

V. DISCUSIÓN

El empleo de plantas medicinales y de productos derivados de las mismas está aumentando de manera importante desde hace muchos años. Esto se debe a una serie de factores, entre los cuales debemos destacar el conocimiento preciso de su composición química, y el hecho de que en la actualidad dicha utilización se fundamenta en numerosos ensayos farmacológicos in vivo como in vitro, así como en ensayos químicos. De esta forma, el uso de las especies vegetales medicinales que se ha venido haciendo en forma empírica y basada en la tradición tiene hoy una base científica.¹⁹

Los metabolitos secundarios presentes en las plantas medicinales son aquellos compuestos orgánicos sintetizados por la propia planta y que no tienen un rol directo en el crecimiento o reproducción del mismo. Las características básicas son:⁴

- ✓ Estrategia para mantener en funcionamiento los sistemas metabólicos cuando no hay crecimiento.

- ✓ Son indicativos de diferenciación y se producen durante la idiofase de los cultivos.

Dentro de los metabolitos secundarios, cobró mayor importancia para el presente trabajo de investigación los taninos y los flavonoides, los cuales presentan gran importancia medicinal e industrial.

Los taninos son compuestos químicos complejos resultantes de la combinación de fenoles y azúcares, tienen masas moleculares relativamente elevadas, de sabor astringente, capaces de precipitar ciertas macromoléculas (proteínas, alcaloides, celulosa, gelatina), son también agentes quelantes; por esta razón se utilizan como antídoto en intoxicaciones causadas por metales pesados (mercurio, plomo, estaño, zinc), se oxidan con facilidad, sobre todo en medio ácido, y pueden actuar como reductores de ciertos compuestos. Los taninos se disuelven en agua formando disoluciones coloidales, son solubles en alcoholes y en acetona.²

Martínez C, García M, Santana A, Bermadúz R (2003)²⁵, dicen “los taninos están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, encontrándose mayormente en las hojas, tallos y frutos, cuya función es proteger la especie vegetal de heridas que sufren y así evitar el ingreso de microorganismos que puedan causarles daño”, según lo dicho, la acción cicatrizante que posee la especie vegetal en estudio esta proporcionada por la presencia de taninos.

Es indudable la importancia de los taninos vegetales que han adquirido a través de los años, conforme se ha profundizado su conocimiento y encontrado aplicaciones tan variadas. Quizás la aplicación más antigua es en la industria del cuero, para el

proceso del curtido, aprovechando su capacidad de precipitar proteínas; ésta propiedad fue también aplicada en los tejidos vivos, constituyendo la base para su acción terapéutica, empleándolos como las decocciones, se emplean para detener pequeñas hemorragias locales; en inflamaciones de la cavidad bucal, catarros, bronquitis, quemaduras, hemorroides, etc. Internamente, son útiles contra la diarrea, enfriamiento intestinal, afecciones vesiculares, y como contraveneno en caso de intoxicación por alcaloides vegetales.³⁰

Los taninos tienen efecto cicatrizante debido a que son compuestos polifenólicos muy astringentes (contrae los tejidos y seca secreciones) y de gusto amargo. Los taninos cumplen una función cicatrizante al acelerar la curación de heridas y hemostática, al detener el sangrado. La cicatrización se produce por la formación de las costras al unirse las proteínas con los taninos y crear un medio “seco” que impide el desarrollo de las bacterias. Al constreñir los vasos sanguíneos ayudan a la coagulación de la sangre y, por tanto, contribuyen a la curación de heridas.²⁵

Los flavonoides tienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos con excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante y eliminadora de radicales libre. Aunque diversos estudios indican que algunos flavonoides poseen acciones prooxidantes, éstas se producen sólo a dosis altas, constatándose en la mayor parte de las investigaciones la existencia de efectos antiinflamatorios, antivirales o antialérgicos, y su papel protector frente a

enfermedades cardiovasculares y el cáncer. Esto se debe que tienen funciones inmunorreguladoras, pues disminuyen de manera significativa los niveles de interleucinas 6 y 8 y del factor de necrosis tumoral, incrementando la síntesis de interleucina 10, del inhibidor endógeno de factor de necrosis tumoral y del receptor de interleucina 1.²³

Los flavonoides se los consideran como antioxidantes y secuestradores de radicales libres, agentes antimicrobiales y antinutricionales, fotoreceptores y protectores contra la luz UV, agentes quelantes de metales, atractores visuales para los insectos, entre otros, además de su acción farmacológica como espasmolítica, antihepatotóxica, actividad antimicrobiana y acción fungitóxicas.⁸

Los flavonoides principales son las antocianinas, las flavonas, los flavonoles. Estos compuestos están encargados de la pigmentación y en algunos casos de la defensa de las plantas en las interacciones planta - herbívoro.

Los flavonoides poseen propiedades antiinflamatorias y antibacterianas, algunos de los flavonoides más investigados son: las catequinas, los glucósidos, la quercitina, el kaemferol y la silimarina. Estos elementos son los que procuran el sabor amargo o el color de ciertos alimentos.⁷

Los flavonoides tienen grandes cantidades de antioxidantes, lo que permite reducir las inflamaciones, mejorar la salud de las arterias y combatir el envejecimiento

mediante la reparación del daño celular. Incluso puede ayudar a prevenir las caries dentales y reducir la aparición de enfermedades comunes como la gripe. Las características antioxidante y antiinflamatorias de los flavonoides explican sus efectos protectores sobre enfermedades como la Diabetes Mellitus, úlceras gástricas y duodenales, infecciones virales, alergias e inflamaciones. El organismo del hombre no puede producirlos, por lo que debe adquirirlos a través de la dieta. Se estima que la ingesta promedio de flavonoides en la dieta diaria es de 23 mg/día. Una dieta rica en flavonoides, permite tener una mejor calidad de vida.²³

En la actualidad, las bajas condiciones económicas y la poca accesibilidad de la población a instituciones de salud, permite revalorar el uso de plantas medicinales con acciones paliativas, preventivas o curativas sobre algunas afecciones o síntomas. Dentro de estos productos se encuentra *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya”, producto natural del Perú, dada sus propiedades cicatrizantes y antiinflamatorias lo convierte en un producto industrializable y exportable. En vista de los resultados obtenidos se puede motivar a los estudiantes y docentes a valorar la importancia de las plantas oriundas de estas provincias y a la vez hacer estudios más relevantes donde la población pueda disponer de fitofármacos rigurosamente estudiados.

En el presente estudio de tipo experimental, titulado Determinación de taninos y flavonoides del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina)

Kuntze “Taya” procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca, se llegó a determinar la presencia de taninos y flavonoides.

Zhant R (2001)³³, en su manual de Farmacognosia y estudio de sustancias, valida estudios de la presencia de taninos y flavonoides mediante procedimientos adaptados por la Catedra de Farmacognosia; lo cual nos permite validar mejor nuestro estudio.

En la identificación de metabolitos secundarios que se describen en las tablas N° 1 y 2, el nivel de coloración en cruces de acuerdo al tipo de muestra y la presencia del metabolito identificado, está basado en el modelo de patrón positivo de comparación establecido por la Food and Drug Administration (FDA), teniendo la siguiente leyenda: (++++) color Intenso; (++++) color moderado; (++) color leve; (+) color escaso; (-) incoloro.

En la tabla colorimétrica de taninos se observó que el color verde claro, indica que tiene baja o nula cantidad de taninos; verde oscuro, indica un contenido medio de taninos y azul negruzco indica un alto contenido de taninos.

En la tabla N° 1, correspondiente a la identificación de taninos en las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” se evidencia como resultado que la taya de la provincia de Jaén tiene un color azul más intenso (++++) en comparación con la taya de las otras dos provincias (Contumazá y Cajamarca) de color verde

oscuro dando un Patrón positivo (+++) moderado. La coloración azul en las muestras vegetales se debe a la presencia de taninos hidrolizables (gálico) que han reaccionado con el cloruro férrico al 1 %. En esta reacción el Fe se une al grupo fenóxido, donde los iones fenóxido tienen una carga negativa y reaccionan con el Fe, que es un electrófilo, para formar complejos verdes o azules. Esta respuesta se debe al ataque producido por el ion cloruro de hidrogeno del grupo hidroxilo provocando una ruptura del enlace y la unión del grupo fenóxido al hierro.

El tanino se distingue por una “reacción cromática”, característica, con una solución de una sal ferrosa exenta de sal férrica, de un precipitado gelatinoso, que expuesta a la luz, toma rápidamente el color azul y con las sales férricas un precipitado azul negruzco

En la tabla N° 3, correspondiente a la identificación de flavonoides en las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” mediante la reacción de Shinoda o

Shivata, se obtuvo como resultado que la “Taya” de la provincia de Contumazá presenta un color rojo intenso (++++) en comparación con la “Taya” de las otras dos provincias que también dio positiva la reacción pero con menor intensidad.

El desarrollo de una coloración según el tipo de núcleo de los flavonoides tenemos: Amarillo rojizo (isoflavonas), rojo cerezo (flavanonas), rojo a magenta (flavanonoles) y amarillo a rojo (flavonas y flavonoles).

En la reacción de Shinoda o Shivata, el magnesio es oxidado por el ácido clorhídrico concentrado, dando como producto H_2 , que es eliminado de forma de gas y el $MgCl_2$, que es el que forma complejos con los flavonoides dando coloraciones características. El magnesio divalente intensifica la coloración por estar doblemente coordinado. Esta prueba se hace para reconocer flavonoides los cuales son anillos de γ - benzopirona que reacciona en presencia de ácido clorhídrico y magnesio.¹⁷

La identificación de metabolitos secundarios (taninos y flavonoides) través de estos métodos cualitativos permitió observar las diferentes coloraciones positivas que puede presentar las muestras vegetales en estudio procedente de las distintas provincias de Cajamarca.

En la tabla N° 4 y N° 5, se tiene los resultados de las absorbancias, en la tabla N° 4 las absorbancias en el dosaje de taninos de la provincia de Jaén se tiene 0,015, seguida de la provincia de Cajamarca con 0,013 y finalmente la provincia de Contumazá con 0,010, sin embargo las absorbancias en el dosaje de flavonoides se obtuvo que la provincia de Contumazá tiene 0,145, seguida de la provincia de Cajamarca con 0,120 y finalmente la provincia de Jaén con 0,105. La longitud de onda para la lectura espectrofotométrica de los taninos fue de 700 nm y para flavonoides la longitud de onda espectrofotométrica fue de 528 nm. En la Tabla N° 5, observamos los resultados de la absorbancias de los patrones de comparación donde el ácido tánico es de 0,003 la lectura se hizo a una longitud de onda de 700 nm y la quercitina es de 0,03, la medición de longitud de onda fue

528 nm. Se realizó el método espectrofotométrico que posibilitan cuantificar taninos y flavonoides en la muestra vegetal *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "Taya", pues la literatura no cuenta con métodos oficiales que permitan cuantificar dichos compuestos en esta planta. Su carácter fenólico y su intensa absorción en la región ultravioleta y visible del espectro es debido a la presencia de sistemas aromáticos conjugados; de allí el fundamento por el cual se identificó en el extracto acuoso.

La elevada cantidad de taninos presentes en la "Taya", procedentes de la provincia de Jaén se debe a la geografía accidentada que presenta y la diversidad de microclimas, siendo una zona cálida. Actuando de acuerdo a su fertilidad, disponibilidad de agua y nitrógeno en maduración. Sin embargo en la provincia de Contumazá se obtuvo mayor contenido de flavonoides, debido a la fotosensibilidad que actúa a través de la activación de la fenilalanina amonio liasa (PAL), enzima clave en la síntesis de sustancias fenólicas.

En la tabla N° 6, correspondiente a los porcentajes de taninos y flavonoides de cada una de las muestras vegetales procedentes de las provincias de Jaén, contumazá y Cajamarca, se puede apreciar que los taninos totales de la provincia de Jaén obtuvo un 69,44 %, seguida de la provincia de Cajamarca con 63,7% y finalmente en la provincia de Contumazá con un 60,39%.

Waterman P, Mela M (1987)³¹, en su estudio dice que, “el porcentaje de taninos de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” debe ser entre 52 % - 54% de taninos”, al hacer la comparación con estos datos nos podemos dar cuenta que sobrepasa el porcentaje de taninos totales, esto se debe a las condiciones ecológicas en la que la muestra vegetal se encuentre, es decir que está influenciado por el genotipo de la planta (la especie y variedad), las características ambientales (radiación solar y disponibilidad de agua), la velocidad de crecimiento, la madurez, la condición nutricional, las enfermedades y las características del suelo.

En la Tabla N° 4, también se puede apreciar que en el dosaje de flavonoides totales por el método espectrofotométrico, la “Taya” de la provincia de Contumazá obtuvo el mayor porcentaje (96,6%) seguida de las provincias de Cajamarca y Jaén con un 80% y 70% respectivamente, pero es de destacar que es elevada la cantidad de flavonoides que presentan las tres muestras de taya.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó los taninos y flavonoides de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "Taya", estableciendo la mayor cantidad de taninos en la provincia de Jaén con un 69,44%, Cajamarca 63, 7% y Contumazá 60, 39 %; en lo que respecta a flavonoides en la provincia de Contumazá con 96,6%, Jaén con 70 % y Cajamarca con 80 %.
- ✓ Se preparó el extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "Taya", procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca.
- ✓ Se determinó mediante ensayos colorimétricos la presencia de taninos y flavonoides del extracto acuoso de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "Taya", procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca.
- ✓ Se cuantificaron los flavonoides y taninos totales del extracto acuosos de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze "Taya", procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca, mediante el método de espectrofotometría estandarizada, utilizando estándares de comparación como la quercitina y el ácido tánico

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Promover la investigación en especies vegetales para determinar la presencia de ciertos metabolitos que son de gran importancia en el tratamiento de ciertas afecciones en la salud.

- ✓ Proyectar estudios comparativos sobre la cantidad de metabolitos entre la *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá, Cajamarca y otra especie vegetal.

- ✓ Sugerir estudios experimentales con animales de laboratorio para evaluar su efecto terapéutico por los taninos y flavonoides determinados.

- ✓ Se recomienda continuar con los estudios empleando otros métodos más específicos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aldobe S. Manual de la Tara. Vol 1. 2^a ed. [En línea]. Buenos Aires: Tandar. 2006: p. 40 - 72.
2. Álvarez C. Taninos. Rev. Quim. [Revista en internet]. 1992; 6 (1): 47 - 63. [Citado 12 de junio del 2015]. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/4619/4606>
3. Alvarado B. Plantas medicinales de la cordillera negra. Rev. Acad. Per.Sa. [Revista en internet]. 2007; 14 (2): 53 - 63. [Citado 12 de junio del 2015]. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/rev_academia/2007_n2/pdf/a05v142.pdf
4. Ávalos G, Pérez E. Metabolismo secundario de plantas. Rev. Reducta. [Revista en internet]. 2009; 2 (3): 45 - 119. [Citado 11 de junio del 2015]. Disponible en: http://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf
5. Avilés R, Carrión J, Huamán J, Bramo M, Rivera D, Rojas, et al. Actividades antioxidantes, polifenoles totales y contenido de taninos de extractos de “Tara” *Caesalpinia Spinosa*. Rev. Per. Quím. Ing. Quím.

[Revista en internet]. 2010; 34 (2): 5 - 11. [Citado 15 de junio del 2015].

Disponible en:

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4588/3668>

6. Bobadilla E, Chávez M. Efecto in vitro de diferentes concentraciones de extracto alcohólico de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, sobre la viabilidad de *Corynebacterium diphtheriae*. Revista Médica Vallejiana. [Revista en internet]. 2008; 5 (1): 28 - 37. [Citado 12 de junio del 2015].

Disponible en:

http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?pid=S181720752008000100004&script=sci_arttext

7. Bruneton J. Farmacognosia: Fotoquímica. Plantas medicinales. 2ª ed. [En línea]. Madrid: Acriba. 2001; p. 38 - 66.

8. Cubas R, Lezcano J. Identificación y dosaje de flavonoides, taninos y alcaloides en *Acmella alba* “verbena cimarrona”. Perú: [Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico]. Cajamarca: Universidad Antonio Guillermo Urrelo, Facultad de Ciencias de la Salud; 2014.

9. De la Cruz P. Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* – *Caesalpinia tinctoria*. Rev. Figmmg. [Revista en internet]. 2004; 7 (14): 64 - 72. [Citado 15 de junio del 2015]. Disponible en:

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/733/584>

10. Delgado C, Plata L. Valoración de la actividad antioxidante de extractos y fracciones obtenidas del Divi Divi (*Caesalpinia spinosa*). [Tesis para optar el Diplomado de Post Grado en Medicina]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona; 2011. [Citado 15 de junio del 2015]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/60515436/tesis-corregida1>
11. Devlin T. Bioquímica. 4^a ed. [En línea]. Barcelona: Reverté; 2004. p. 30 - 120.
12. Fernández A. Estudio de las propiedades antioxidantes de un extracto supercrítico de la vaina de la tara (*Caesalpinia spinosa*) para su uso potencial como aditivo alimentario. [Tesis para optar el Grado de Ingeniero de Alimentos]. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas; [Tesis en internet]; 2008. [Citado 15 de junio del 2015]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105701>
13. Guevara R, Rodríguez J. Efecto cicatrizante de la fitocrema a base del extracto seco de las vainas de la *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” en *Rattus rattus* var. Albinus. [Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico]. Cajamarca: Universidad Antonio Guillermo Urrelo, Facultad de Ciencias de la Salud; 2012.

14. Gutiérrez Y, Miranda M, Varona N, Rodríguez A. Validación de 2 métodos espectrofotométricos para la cuantificación de taninos y flavonoides (quercetina) en *Psidium guajaba*, L. Rev. Cubana Farm. [Revista en internet]. 2000; 34 (1): 5 - 50. [Citado 12 de junio del 2015]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152000000100007
15. Huarino M. Efecto antibacteriano de *Caesalpinia spinosa* “tara” sobre flora salival mixta. [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología; [Tesis en internet]; 2011. [Citado 23 de junio del 2015]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2809/1/huarino_am.pdf
16. Isaza J. Taninos o polifenoles vegetales. Rev. Scientia. [Revista en internet]. 2007; 1 (33): 8 - 13. [Citado 10 de febrero del 2016]. Disponible en: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5817/3399>
17. Kuklinski C. Farmacognosia: Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. 2^a ed. [En línea]. Barcelona: Omega; 2000. p. 36 – 48.

18. Liu B, Lengua L, León G, Huapaya C, Chauca J. Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro de los extractos de *Caesalpinia spinosa* “tara” y *Eucalyptus sp.* “eucalipto”. Rev. Med. [Revista en internet]. 2002; 2 (2): 1 - 8. [Citado 03 junio del 2015]. Disponible en:
http://www.medicina.usmp.edu.pe/horizonte/2002/Art7_Vol2_N1-2.pdf
19. Lock O. Análisis Fotoquímico y Metabolitos Secundarios, En: Lock O, editor. Manual de Fitoterapia. 5ª ed. [En línea]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2001. p. 41 – 62.
20. López C, Garró V, Yrei V, Gallardo T. Acción antimicrobiana *Caesalpineae tintoria* (Molina) Kuntze o tara, de diferentes regiones del Perú. Rev. Cien. Inv. [Revista en internet]. 1998; 1 (1): 1 - 8. [Citado 3 junio del 2015]. Disponible en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia/v01_n1/acciona.htm
21. López M. Actividad cicatrizante y antiinflamatoria del extracto etanólico de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Tara” en modelo animal. [Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico]. Huamanga: Universidad Nacional San Cristóbal, Facultad de Ciencias Biológicas; [Tesis en internet]; 2009. [Citado 10 de Junio de 2015]. Disponible en:
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2809/1/huarinoam.pdf>

22. Martínez S, González J, Culebras J. Los flavonoides. Propiedades y acciones antioxidantes y antiinflamatorias. 5ª ed. [En línea]. Madrid: McGraw- Hill Interamericana. 1999. p. 54 - 86.
23. Martínez A. Flavonoides. 2^{da} ed. [En línea]. Medellín: Reveté; 2005. p. 18 – 56
24. Mela M. Efecto en la madurez de características físico químicas del fruto *Caesalpinia spinosa* “Tara” (Molina) Kuntze. [Tesis para optar el Título Profesional de Industrias Alimentarias]. Huamanga: Universidad Nacional San Cristóbal, Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia; [Tesis en internet]; 2009. [Citado 18 de junio de 2015]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/efectoenla-madurez/caracteristicasfisico-quimicas/tara/pdf>
25. Martínez C, García M, Santana A, Bermadúz R. Efecto cicatrizante del extracto fluido de romerillo (*Bidens alba linné*). Rev. Medicentro. [Revista en internet]. 2003; 7 (4): 17 - 23. [Citado 4 de abril de 2016]. Disponible en: <http://medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/viewFile/917/926>
26. Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Rev. Nutr. Hosp. [Revista en internet]. 2002; 17 (6): 8 - 271. [Citado 19 de junio del 2015]. Disponible

en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>

- 27.** Rojas N. Tratamiento de quemaduras películas obtenidas por radiación gamma que contienen extracto hidroetanolico de “Tara” *Caesalpinia spinosa* en animales de experimentación. [Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias de la Salud; [Tesis en internet]; 2011. [Citado 15 de junio de 2015]. Disponible en:
<http://es.scribd.com/tratamineto-quemadura-gamma/enanimalesdeexperimentacion/tara/pdf>
- 28.** Trease E, Evans C. Tratado de Farmacognosia. 12^a ed. [En línea]. Madrid: Interamericana; 1986. p. 63 – 72.
- 29.** Universidad Central del Ecuador. Fenoles naturales. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2008. [Citado 17 de junio del 2015]. Disponible en:
<http://qorganicauce.wikispaces.com/file/view/FENOLES+NATURALES+GRACE+MONAR+QQII.pdf>
- 30.** Venegas E. Cuantificación de flavonoides totales y taninos presentes en el extracto acuoso de hojas de *Thea sinensis L.* y su capacidad antioxidante. Rev. Scientia. [Revista en internet]. 2012; 4 (2): 75 - 161. [Citado 15 de junio de 2015]. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4369412.pdf>

- 31.** Waterman P, Mole S. Taninos ácidos y enzimas proteolíticas; inhibición enzimática o privación del sustrato. Rev. ElServier [Revista Virtual]. 1987; 26 (1): 94 – 102 [Citado 15 de junio de 2015]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/248224144_Tannic_acid_and_proteolytic_enzymes_Enzyme_inhibition_or_substrate_deprivation?el=1_x_8&enrichId=rgreq-bb73eb791561dcf13927904539a51207-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4NTU4OTI0MDtBUzozMDI2NTIyMjU3MjAzMjBAMTQ0OTE2OTMyMTQ2MA==
- 32.** Zarate S. Cuantificación de compuestos fenólicos totales y taninos condensados de látex y corteza de *Croton draco* var. *Draco*, Schltdl. & Cham., provenientes de un bosque tropical. [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Biología]. Córdoba: Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias; [Tesis en internet]; 2012. [Citado 23 de junio del 2015]. Disponible en:
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/35110/1/zaratebellosfia.pdf>
- 33.** Zhant R. Cátedra de Farmacognosia. En: Zhant R, editor. Manual de Farmacognosia y estudios de sustancias. Comodoro: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 2001. p. 76 – 83.

LISTA DE ABREVIATURAS

1. OMS : Organización Mundial de la Salud.
2. COX : Ciclo Oxigenasa.
3. COX - 1 : Ciclo Oxigenasa Tipo I.
4. COX - 2 : Ciclo Oxigenasa Tipo II.
5. Dr : Doctor.
6. FeCl₃ : Cloruro Férrico.
7. nm : Nanómetro.
8. UV : Ultravioleta.

GLOSARIO

AGENTE QUELANTE: Es una sustancia que forma complejos con iones de metales pesados. A estos complejos se los conoce como quelatos.

AMIGDALITIS: Las amígdalas son ganglios linfáticos que se encuentran en la parte posterior de la boca y en la parte de arriba de la garganta. Ayudan a eliminar las bacterias y otros microorganismos para prevenir infecciones en el cuerpo. Una infección viral o bacteriana puede causar amigdalitis. La amigdalitis estreptocócica es una causa común.

ANTIINFLAMATORIO: El término antiinflamatorio se aplica al medicamento o procedimiento médico usados para prevenir o disminuir la inflamación de los tejidos. En el caso de los medicamentos generalmente el mecanismo por el cual actúan es el de impedir o inhibir la biosíntesis de sus agentes mediadores, principalmente los denominados eicosanoides o derivados del ácido araquidónico.

ASTRINGENTE: Es cualquiera de las sustancias que con su aplicación externa local (tópica), retraen los tejidos y pueden producir una acción cicatrizante, antiinflamatoria y antihemorrágica.

BRONQUITIS: Es la hinchazón e inflamación de las vías aéreas principales que llevan aire hacia los pulmones. Esta hinchazón estrecha las vías respiratorias, lo

cual dificulta la respiración. Otro síntoma de bronquitis es una tos. Aguda significa que los síntomas sólo han estado presentes por un período corto.

CARDIOTÓNICOS: Es una sustancia de naturaleza esteroídica que debido a su acción a nivel cardiaco provoca un aumento de la frecuencia (cronotropico), excitabilidad (batmotropico) y contractilidad (inotropico) de las fibras miocárdicas.

CATARRO: Es una infección, generalmente benigna, originada por varios tipos de virus, siendo el más frecuente el rinovirus (Familia *Rhinoviridae*), que se produce sobre todo en las estaciones de primavera, verano y otoño. La forma de contagio más efectiva de los rinovirus es el contacto de persona a persona, aunque también pueden transmitirse con las secreciones nasales y bucales de la persona infectada.

COCCIÓN: Es la operación culinaria que se sirve del calor para que un alimento sea más rico, apetecible, comestible y digerible, favoreciendo también su conservación.

COLOIDES: Sistema coloidal, suspensión coloidal o dispersión coloidal es un sistema formado por dos o más fases, principalmente: una continua, normalmente fluida, y otra dispersa en forma de partículas generalmente sólidas.

ENDOSPERMA: Es el tejido nutricional formado en el saco embrionario de las plantas con semilla; es triploide (con tres juegos de cromosomas) y puede ser usado como fuente de nutrientes por el embrión durante la germinación.

EXTRACTO ACUOSO: Un extracto es un tipo de maceración, en la que el líquido solvente es una mezcla de alcohol y agua, que disuelve las sustancias activas contenidas en una planta medicinal.

FLAVONOIDES: Son compuestos fenólicos constituyentes de la parte no energética de la dieta humana, son pigmentos naturales presentes en vegetales que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la contaminación ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc.

HEMORROIDES: Son varices o inflamaciones de las venas en el recto y el ano. Popularmente también se les conoce con el nombre de almorranas.

HIDROLISIS: Es una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar parte de otra especie química.

INFLORESCENCIA: Es la disposición de las flores sobre las ramas o la extremidad del tallo; su límite está determinado por una hoja normal.

La inflorescencia puede presentar una sola flor, como en el caso de la magnolia o el tulipán, o constar de dos o más flores como en el gladiolo y el trigo.

METABOLITO PRIMARIO: Son procesos químicos que intervienen en forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas. Son procesos químicos pertenecientes al metabolismo primario de las plantas: la fotosíntesis, la respiración, el transporte de solutos, la translocación, la síntesis de proteínas, la asimilación de nutrientes, la diferenciación de tejidos, y en general la formación de carbohidratos, lípidos y proteínas que intervienen en estos procesos o son parte estructural de las plantas.

METABOLITO SECUNDARIO: Los metabolitos secundarios son aquellos compuestos orgánicos sintetizados por el organismo que no tienen un rol directo en el crecimiento o reproducción del mismo, no son indispensables en las plantas, no se ha descubierto aun una función metabólica en la cual ellos intervienen.

PRECIPITACIÓN: Es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, granizo, pero novirga, neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación.

REUMATISMO: Es un término no específico para problemas médicos que afectan a las articulaciones, el corazón, los huesos, los riñones, la piel y pulmones. El estudio de las intervenciones terapéuticas en estos trastornos se llama reumatología.

TANINOS: El término tanino fue utilizado por primera vez para aquellos compuestos que podían convertir la piel animal en cuero en un proceso conocido como curtido.

ANEXOS

Anexo N° 01: Cuantificación de Taninos

$$X = \frac{Am \times P \times 1000 \times 100}{Ap \times PM \times (100 - p)}$$

Donde:

X: contenido de taninos en la droga (%)

P: masa de la sustancia de referencia (g)

Am: absorbancia de la muestra problema.

Ap: absorbancia de la solución de referencia.

Pm: masa de la droga (g)

p: humedad de la droga (%)

a. Jaén

$$X = \frac{Am \times P \times 1000 \times 100}{Ap \times PM \times (100 - p)}$$

$$X = \frac{0.015 \times 25\text{mg} \times 1000 \times 100}{0.003 \times 2000\text{mg} \times (100 - 10\%)}$$

$$X = \frac{0.015 \times 25\text{mg} \times 1000 \times 100}{0.003 \times 2000\text{mg} \times (90\%)}$$

$$X = \frac{37500}{6(90\%)}$$

X= 69,44 %

b. Cajamarca

$$X = \frac{Am \times P \times 1000 \times 100}{Ap \times PM \times (100 - p)}$$

$$X = \frac{0.013 \times 25mg \times 1000 \times 100}{0.003 \times 2000mg \times (100 - 15\%)}$$

$$X = \frac{32500}{6 \times (85\%)}$$

X= 63.7 %

c. Contumazá

$$X = \frac{Am \times P \times 1000 \times 100}{Ap \times PM \times (100 - p)}$$

$$X = \frac{0.10 \times 25mg \times 1000 \times 100}{0.003 \times 2000mg \times (100 - 31\%)}$$

$$X = \frac{25000}{6 \times (69\%)}$$

X=60.39 %

Anexo N° 02: Cuantificación de Flavonoides

$$X = \frac{Am \times PR \times 5}{AR} \times 100$$

Donde:

X: contenido de flavonoides totales expresados como quercetina (%)

Am: absorbancia de la solución muestra.

PR: peso de la sustancia de referencia (g)

AR: absorbancia de la solución de referencia.

a. Contumazá

$$X = \frac{Am \times PR \times 5}{AR} \times 100$$

$$X = \frac{0.145 \times 0.04 \times 5}{0.03} \times 100$$

X=96.6 %

b. Cajamarca

$$X = \frac{\text{Am} \times \text{PR} \times 5}{\text{AR}} \times 100$$

$$X = \frac{0.120 \times 0.04 \times 5}{0.030} \times 100$$

X= 80%

c. Jaén

$$X = \frac{\text{Am} \times \text{PR} \times 5}{\text{AR}} \times 100$$

$$X = \frac{0.105 \times 0.04 \times 5}{0.03} \times 100$$

X=70%

GALERÍA FOTOGRÁFICA

Anexo N° 03: Proceso de selección de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá y Cajamarca



Foto N° 01: *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá y Cajamarca



Foto N° 02: Selección de la *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá y Cajamarca

Anexo N° 04: Proceso de separación de semillas de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá y Cajamarca.



Foto N° 01: Separación de las semillas e las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de Contumazá.



Foto N° 02: Separación de las semillas e las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de Jaén y Cajamarca

Anexo N° 05: Preparación del extracto acuoso de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá y Cajamarca



Foto N° 01: Extracto acuoso de las diferentes provincias de Cajamarca



Foto N° 02: Extracto acuoso en baño maría por dos horas

Anexo N° 06: Identificación de taninos de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá y Cajamarca



Foto N° 01: Filtrado del extracto acuoso de las diferentes provincias de Cajamarca



Foto N° 02: Reacción del Cloruro Férrico al 1 %

Anexo N° 07: Identificación de flavonoides de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá y Cajamarca



Foto N° 01: Reacción del Cloruro Férrico al 1 %



Foto N° 02: Reacción del Sianidina o Chivata

Anexo N° 08: Cuantificación de taninos de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá y Cajamarca



Foto N° 01: Incorporando la muestra en polvo de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” de las diferentes provincias



Foto N° 02: Se dejó en el agitador magnético por 6 horas, cada una de las muestras



Foto N° 03: Luego se dejó reposar por 8 horas



Foto N° 04: Se agito 30 minutos después del pos reposo



Foto N° 05: Filtración de la muestra pos agitación



Foto N° 06: Armado del sistema para cuantificación de taninos



Foto N° 07: Medición en el espectrofotómetro para cuantificar taninos de las vainas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze taya procedentes de las provincias de Jaén, Contumazá y Cajamarca

Anexo N° 09: Cuantificación de flavonoides de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “Taya” procedentes de la provincia de Jaén, Contumazá y Cajamarca



Foto N° 01: Muestras para realizar la técnica de reflujo.



Foto N° 02: Enfriamiento de hielo por 30 minutos



Foto N° 03: Muestras para filtrar con la ayuda de la bomba de vacío



Foto N° 07: Medición en el espectrofotómetro



Foto N° 08: Patrón para flavonoides