



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIA ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Formulación, caracterización y evaluación
organoléptica de un filtrante a partir de las hojas
de *Terminalia catappa* (Almendro)**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

Bach. Mayra Estefani Carrión Farroñan

Bach. Vanessa Luciana Chavesta Ayasta

ASESOR:

Ing. M.Sc. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

E INDUSTRIA ALIMENTARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**Formulación, caracterización y evaluación organoléptica
de un filtrante a partir de las hojas de Terminalia
catappa (Almendo)**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ELABORADO POR:

Bach. Mayra Estefani Carrión Farroñan

AUTORA

Bach. Vanessa Luciana Chavesta Ayasta

AUTORA

APROBADO POR:

Ing. Enrique Manuel Montejo Pinillos

PRESIDENTE

Ing. M.Sc. Ronald Alfonso Gutiérrez Moreno

SECRETARIO

Ing. M.Sc. Renzo Bruno Chung Cumpa

VOCAL

Ing. M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

ASESOR

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida, por iluminarme y estar a mi lado en todo momento.

A mis padres Juan y María, que creen en mí y porque me sacaron adelante dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí fue lo que me hizo llegar hasta el final.

A mi hermano Juan Jose por su apoyo incondicional y por cada uno de sus consejos que han sabido orientar por el camino de la superación y anhelo de triunfo en la vida.

A toda mi familia que confía en mí y me acompaña en cada logro de mi vida.

Mayra Estefani Carrión Farroñan

Dedicatoria

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado, guiando mi camino con su infinito amor para poder llegar a cumplir metas trazadas.

A mis padres Dorka y Alejandro que, con su apoyo incondicional, perseverancia, esfuerzo y dedicación me han enseñado a no rendirme ante ningún obstáculo y siempre perseverar hasta cumplir todo lo propuesto al inicio de esta etapa de mi formación universitaria, por ser las personas que me ha acompañado y guiado durante todo mi trayecto universitario y de vida.

A mis hermanos Karina, Rubén, María y mi sobrino Cristhian por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostración de amor incondicional.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional y por confiar en mí.

Vanessa Luciana Chavesta Ayasta

Agradecimiento

A Dios por protegernos durante toda nuestra etapa universitaria y por permitirnos haber llegado hasta esta etapa de nuestras vidas.

A nuestro asesor, el ingeniero Juan Francisco Robles Ruiz, por ser ayudarnos y guiarnos durante toda la etapa de elaboración de la tesis.

A los técnicos de los diferentes laboratorios de la facultad de Química e Industrias Alimentarias, quienes nos brindaron su tiempo y apoyo en la parte experimental de nuestro trabajo de investigación.

Gracias a todos ellos.

Mayra y Vanessa

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN	19
I. MARCO TEÓRICO	23
1.1 El almendro (<i>Terminalia catappa</i>)	23
1.1.1 Taxonomía de la especie	25
1.1.2. Nombres comunes	26
1.1.3. Distribución geográfica	26
1.1.4. Ecología	26
1.1.5. Principios activos	28
1.1.6. Actividad biológica	29
1.2. Taninos	31
1.2.1 Propiedades medicinales	34
1.2.2 Clasificación	38
1.2.2.1 Taninos Hidrolizables	38
1.2.2.2 Taninos Condensados (proantocianidinas)	40
1.2.3 Pseudotaninos	43

1.2.4	Ventajas	43
1.3.	Infusiones	44
1.4.	Evaluación sensorial	46
1.3.1.	Definición	46
1.3.2.	Clasificación	46
1.3.3.	Pruebas orientadas al consumidor	47
1.3.4.	Prueba de preferencia	47
1.3.5.	Pruebas de aceptabilidad	47
1.3.6.	Pruebas Hedónicas	47
1.3.7.	Pruebas orientadas a los productos	48
1.3.8.	Pruebas de diferencia	48
1.3.9.	Pruebas de ordenamiento para evaluar intensidad	48
1.3.10.	Prueba de evaluación de intensidad con escalas	49
1.3.11.	Pruebas descriptivas	49
II.	METODOLOGÍA	50
2.1.	Área de ejecución	50
2.2.	Tipo de investigación	50
2.3.	Población y muestra	50
2.3.1.	Población	50
2.3.2.	Muestra	51

2.4.	Variable de estudio	51
2.4.1.	Variables Independientes	51
2.4.2.	Variable Dependiente	51
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
2.5.1.	Equipos y materiales de laboratorio	51
2.5.1.1.	Equipos	51
2.5.1.2.	Materiales de laboratorio	52
2.5.1.3.	Reactivos y soluciones	53
2.6.	Método de análisis	53
2.6.1.	Caracterización de la Materia Prima	54
2.6.1.1.	Determinaciones Físicas de las hojas de <i>Terminalia catappa</i>	54
2.6.2.	Caracterización de los tratamientos	54
2.6.2.1.	Determinaciones Fisicoquímicas de las hojas de <i>Terminalia catappa</i>	54
2.6.2.2.	Caracterización sensorial de las infusiones de hoja de <i>Terminalia catappa</i>	55
2.6.3.	Caracterización del mejor tratamiento	55
2.6.3.1.	Determinación fisicoquímica	55
2.6.3.2.	Determinación de fenoles totales	55
2.6.3.3.	Determinación de capacidad antioxidante	56
2.6.3.4.	Caracterización microbiológica del filtrante de hoja de	

<i>Terminalia catappa</i>	56
2.7. Metodología experimental	56
2.7.1. Caracterización de la materia prima	57
2.7.1.1. Análisis físicos de las hojas de <i>Terminalia catappa</i>	57
2.7.2. Evaluación de los tratamientos	57
2.7.2.1. Determinaciones fisicoquímicas de las hojas de <i>Terminalia catappa</i>	57
2.7.3. Proceso de formulación del filtrante de hoja de <i>Terminalia catappa</i>	58
2.7.3.1. Recolección	58
2.7.3.2. Selección y Clasificación	58
2.7.3.3. Desinfección	58
2.7.3.4. Oreo	58
2.7.3.5. Secado	59
2.7.3.6. Pesado	59
2.7.3.7. Molienda	59
2.7.3.8. Tamizado	59
2.7.3.9. Pesado/Envasado	59
2.7.3.10. Empacado	59
2.7.3.11. Almacenado	59
2.7.4. Evaluación sensorial de los tratamientos	60
2.7.5. Caracterización del mejor tratamiento	62

2.7.5.1. Determinación fisicoquímica	62
2.7.5.2. Determinación del contenido de fenoles totales en hoja de <i>Terminalia catappa</i>	62
2.7.5.3. Determinación de la capacidad antioxidante de hojas de <i>Terminalia catappa</i>	62
2.7.5.4. Análisis microbiológico	62
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	63
3.1. Caracterización de la materia prima (hojas de <i>Terminalia catappa</i>)	63
3.1.1. Caracterización física de las hojas de <i>Terminalia catappa</i>	64
3.1.2. Evaluación físico química de los estadios de las hojas de <i>Terminalia catappa</i>	65
3.2. Evaluación sensorial de los tratamientos	66
3.2.1. Variable Aroma	66
3.2.2. Color	68
3.2.3. El sabor	70
3.2.4. Apariencia	72
3.3. Caracterización del mejor tratamiento	75
3.3.1. Análisis físico químico del estadio seleccionado	75
3.3.2. Determinación del contenido de fenoles	76
3.3.3. Determinación de la capacidad antioxidante del estadio 1	

(hoja nueva)	76
3.3.4. Análisis microbiológico	77
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
4.1. CONCLUSIONES	78
4.2. RECOMENDACIONES	79
V. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	80
VI. ANEXOS	86

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Determinaciones fisicoquímicas de las muestras	87
ANEXO 2 Cálculos para la determinación de la composición fisicoquímica de la muestra ganadora (estadio 1: hojas nuevas)	90
ANEXO 3 Evaluación sensorial	92
ANEXO 4 Fenoles totales en producto final	99
ANEXO 5 Determinación de capacidad antioxidante por ABTS	101
ANEXO 6 Análisis microbiológico a los filtrantes de hoja de <i>Terminalia catappa</i>	104

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Árbol de <i>Terminalia catappa</i> , recuperado de Buenaño y León (2016)	23
Figura 2 Frutos del árbol de <i>Terminalia catappa</i> , recuperado de Buenaño y León (2016)	24
Figura 3 Hojas del árbolÁrbol de <i>Terminalia catappa</i> , recuperado de Buenaño y León (2016)	25
Figura 4 Estructura química de punicalina y punicalagina	29
Figura 5 Estructura química de un tanino hidrolizable ACIDO GALICO, recuperado de Galicia y Nolasco (2006)	39
Figura 6 Estructura química de un tanino hidrolizable ACIDO ELAGICO, recuperado de Galicia y Nolasco (2006)	40
Figura 7 Estructura química de tanino condensado CATECOL (1,2-di-hidróxibenzeno), recuperado de Galicia y Nolasco (2006)	41
Figura 8 Estructura química de tanino condensado CATEQUINA (flavan-3-oles) (R=OH, R´=OH), recuperado de Galicia y Nolasco (2006)	41
Figura 9 Estructura química de tanino condensado R=R´=H: Leucopelargonidina, R=OH, R´=H: Leucoantocianina,	

R=R'=OH: Leucodelfenidina, recuperado de Galicia y Nolasco (2006)	42
Figura 10 Estructura química de tanino condensado Epicatequina	
-(4β- 8)-catequina, recuperado de Galicia y Nolasco (2006)	43
Figura 11 Diagrama del diseño experimental para los tratamientos,	
Elaboración Propia (2019)	57
Figura 12 Diagrama de bloque para obtención de filtrante de hoja de	
<i>Terminalia catappa</i> , Elaboración propia (2019)	60
Figura 13 Comparación de medias para aroma, elaboración propia (2019)	68
Figura 14 Comparación de medias para color, elaboración propia (2019)	69
Figura 15 Comparación de medias para sabor, elaboración propia (2019)	71
Figura 16 Comparación de medias para apariencia, elaboración propia (2019)	73
Figura 17 Evaluación Sensorial, elaboración propia (2019)	92
Figura 18 Curva Patrón de Fenoles, elaboración propia (2019)	100
Figura 19 Curva Patrón De Capacidad Antioxidante, elaboración	
propia (2019)	102
Figura 19 Procedimiento para la determinación de Capacidad	
Antioxidante, elaboración propia (2019)	103
Figura 20 Muestras para análisis microbiológico, elaboración propia (2019)	104

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Compuestos presentes en la Terminalia catappa L.</i>	28
Tabla 2 <i>Métodos de análisis microbiológicos</i>	56
Tabla 3 <i>Análisis de varianza para los tratamientos</i>	61
Tabla 4 <i>Caracterización física de las hojas de Terminalia catappa</i>	64
Tabla 5 <i>Composición fisicoquímica de las hojas de Terminalia catappa</i>	65
Tabla 6 <i>Análisis de varianza para variable Aroma</i>	67
Tabla 7 <i>Prueba de tukey para la variable Aroma</i>	67
Tabla 8 <i>Análisis de varianza para variable Color</i>	69
Tabla 9 <i>Análisis de varianza para variable Sabor</i>	70
Tabla 10 <i>Prueba de tukey para la variable sabor</i>	71
Tabla 11 <i>Análisis de varianza para variable Apariencia</i>	72
Tabla 12 <i>Prueba de tukey para la variable apariencia</i>	73
Tabla 13 <i>Resultados de la caracterización fisicoquímica del estadio 1</i>	75
Tabla 14 <i>Contenido de fenoles en hoja de Terminalia catappa estadio 1</i> <i>(hoja nueva)</i>	76
Tabla 15 <i>Contenido de antioxidantes en hoja de Terminalia catappa</i> <i>estadio 1 (hoja nueva)</i>	77

Tabla 16 <i>Análisis microbiológicos del filtrante obtenido</i>	77
Tabla 17 <i>Leyenda: Estadios de hojas de Terminalia catappa</i>	94
Tabla 18 <i>Puntuación de los panelistas frente a la característica</i> <i>sensorial: Aroma</i>	95
Tabla 19 <i>Puntuación de los panelistas frente a la característica</i> <i>sensorial: Color</i>	96
Tabla 20 <i>Puntuación de los panelistas frente a la característica</i> <i>sensorial: Sabor</i>	97
Tabla 21 <i>Puntuación de los panelistas frente a la característica</i> <i>sensorial: Apariencia</i>	98
Tabla 22 <i>Metodología empleada para la determinación de Fenoles</i>	99
Tabla 23 <i>Resultados de la determinación de fenoles</i>	100
Tabla 24 <i>Metodología empleada para la determinación de</i> <i>capacidad antioxidante por abts</i>	101
Tabla 25 <i>Resultados de la Determinación de Capacidad</i> <i>Antioxidante por Abts.</i>	102

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo formular, caracterizar y evaluar organolépticamente un filtrante a partir de las hojas de *Terminalia catappa* (Almendra), para lo cual se evaluaron tres estadios de hoja: estadio 1 (hoja nueva), estadio 2 (hoja semi madura) y estadio 3 (Hoja madura). La investigación se desarrolló caracterizando biométricamente (longitud, ancho, espesor y peso) las hojas de almendra para luego hacerlo fisicoquímicamente. Posteriormente obtuvieron filtrantes de cada estadio, los mismos que fueron evaluados sensorialmente por 30 panelista y sus resultados analizados estadísticamente mediante el programa SPSS versión 23. Los resultados mostraron que el estadio 1 presento un valor promedio 7,25 puntos en los atributos aroma, color, sabor y apariencia, siendo el mejor. Finalmente se caracterizó al estadio 1 fisicoquímicamente y microbiológicamente dando como resultado un producto estable y apto para ser consumido. Así también se determinó el contenido de fenoles (39.82 mg de ácido gálico/100 ml) y la capacidad antioxidante (4.42 μ M Trolox/ml).

Palabras clave: Capacidad antioxidante, fenoles, estadio, almendra.

ABSTRACT

The objective of this research was to formulate, characterize and evaluate a filtering organoleptically from the leaves of *Terminalia catappa* (Almendo), for which three leaf stages were evaluated: stage 1 (new leaf), stage 2 (semi-mature leaf) and stage 3 (Mature leaf). The research was developed biometrically characterizing (length, width, thickness and weight) the almond leaves and then physicochemically. Subsequently, they obtained filtering for each stage, which were sensory evaluated by 30 panelists and their results analyzed statistically by the SPSS program version 23. The results showed that stage 1 presented an average value of 7.25 points in the attributes aroma, color, taste and appearance, being the best. Finally, stage 1 was characterized physicochemically and microbiologically, resulting in a stable product suitable for consumption. The content of phenols (39.82 mg of gallic acid / 100 ml) and the antioxidant capacity (4.42 μ M Trolox / ml) were also determined.

Key words: Antioxidant capacity, phenols, stage, almond.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la tendencia al consumo de productos alimenticios en los últimos años ha dado un gran giro, inclinándose hacia los productos naturales, actualmente los consumidores peruanos optan por productos que cuiden su salud y prevengan diversas enfermedades. Se dice que este tipo de consumidores se fijan en calidad y no en el precio.

Desde los tiempos más remotos, todas las sociedades han recurrido a las plantas como fuente de medicamentos. Actualmente, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 80% de la población mundial recurre a la medicina tradicional para atender sus necesidades primarias de asistencia médica. La terapéutica tradicional se basa sobre todo en el empleo de extractos o principios activos de las plantas (OMS-UICN-WWF, 1993).

Tanto la Biblia como la historia evolutiva de nuestro planeta, sitúan la aparición de las especies vegetales con gran anterioridad a la aparición en el mismo de los seres del reino animal. Son y han sido, por tanto, condición indispensable para la vida de multitud de especies animales y por supuesto del hombre.

Las especies vegetales han constituido, además de alimento, el primer remedio a los problemas de salud inherentes a la condición humana. El hombre antiguo, utilizando su propio instinto, observando a los animales y a través del conocimiento empírico que se sustenta en el cotejo de aciertos y errores, aprendió a distinguir las especies vegetales dañinas de las que podían serle de utilidad. El empleo terapéutico de las especies vegetales fue la base principal de la medicina de la Grecia clásica y la medicina árabe. Y, a pesar del gran oscurantismo de la Edad

Media, se retoma su estudio con carácter científico en el Renacimiento (S. XV y XVI) y ve notablemente ampliada su farmacopea con las especies vegetales procedentes de las Indias Orientales y Occidentales tras el descubrimiento de América (Catálogo General de Medicamentos, 2008).

Desde la eclosión de los fármacos de síntesis que forma la base de la terapéutica oficial de los países occidentales, las plantas de uso medicinal han seguido teniendo, no obstante, un lugar principal en el desarrollo de la farmacología. Se calcula que existen en el mundo más de 250 mil especies vegetales; de entre ellas se consideran como potencialmente medicinales unas 12 mil especies, pero debe tenerse en cuenta que solo se tiene conocimiento científico de un 10% del total de las especies (Alonso, 2007).

Las plantas medicinales fueron durante mucho tiempo nuestra principal fuente de productos terapéuticos. Con la aparición de la industria farmacéutica y los avances de farmacología, las plantas pasaron a ser fuente de principios activos de medicamentos de síntesis, y más tarde, han sido desplazadas por éstos. Ahora hay una “vuelta a la naturaleza” con el consiguiente aumento de consumo de productos a base de plantas medicinales (Baulies y Torres, 2012).

Tenemos que diferenciar planta medicinal de droga vegetal. La OMS lo definió en 1978: planta medicinal es aquella que en uno o más órganos contiene sustancias que pueden ser utilizadas con finalidad terapéutica o son precursoras de fármacos de síntesis y droga vegetal es la parte de la planta medicinal en la que encontramos mayor concentración de principios activos, puede ser la hoja, la flor, la raíz, etc. (WHO, 1978).

En el Perú la riqueza de las plantas medicinales es muy amplia y está enmarcada dentro de más de 4400 especies de usos conocidos por las poblaciones locales, de las cuales un gran porcentaje se presenta en la región andina y de la selva (Brack 1999).

En la actualidad, existe una tendencia al uso de infusión de plantas aromáticas y no aromáticas, debido a que se considera una bebida buena para la salud; es así, que se han desarrollado filtrantes a partir de hierba luisa (Vásquez, 1987); hojas de sauco (Ortíz et al., 2006); rizoma de jengibre (Acuña y Torres, 2010); maíz morado (Nolazco, 2008); mezcla de manzanilla, hierba luisa y uña de gato (Follegatti, 2002), y hojas de guanábana.

Actualmente las plantas medicinales siguen siendo usadas por un gran porcentaje de la población mundial, para diversas enfermedades por la diversidad de principios activos que presentan y que han de servir como droga o medicamento que alivie una enfermedad, entre estos tenemos: Heterosidos (sulfados, cianógenos, fenólicos simples, cumarinicos, flavonoides), mucílago y gomas, alcaloides, taninos, aceites esenciales y principios amargos. Todas estas sustancias son verdaderas moléculas químicas que tienen en el organismo diferentes acciones, la cuales si son bien usadas pueden ayudarnos a solucionar grandes problemas de salud e incluso prevenirlos. Pero que si se usan en una forma irracional, pueden en muchos casos hasta ocasionar la muerte por intoxicación (Manzano, 2011).

Terminalia catappa (Almendro), que según las investigaciones bibliográficas posee altas concentraciones de taninos. Los taninos por sus propiedades medicinales como la astringencia, son eficaces para el tratamiento de la diarrea y antioxidante reduciendo la aparición de numerosas enfermedades degenerativas; sin embargo,

el uso de estas plantas en proporciones inadecuadas de sus propiedades, resulta tóxico ya que pueden disminuir la absorción de algunos nutrientes como las proteínas y el hierro (Filip, Davicino y Anesini 2010).

Por lo antes considerado se planteó la presente investigación con la finalidad de aprovechar las hojas del almendro del campus de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para elaborar un filtrante en tal sentido se plantearon como objetivos Formular, caracterizar y evaluar organolépticamente un filtrante a partir de las hojas de *Terminalia catappa* (Almendro), Caracterizar biométricamente y determinar el contenido de fenoles, capacidad antioxidante de las hojas de *Terminalia catappa*, Determinar las operaciones para la formulación de un filtrante, Determinar el mejor estadio para obtener el filtrante a través de las evaluaciones físico químicas y sensorial, Caracterizar fisicoquímicamente el filtrante obtenido y evaluar microbiológicamente su estabilidad en almacenamiento.

I. MARCO TEÓRICO

1.1 El almendro (*Terminalia catappa*)

El árbol es nativo del sur este de Asia, llegando hasta Australia y Polinesia, hoy en día se encuentra cultivado en todos los trópicos y subtropicos. Alcanzan una altura de 27 a 28 metros. Sus ramificaciones se desarrollan en forma de espiral, por lo que siempre los vemos redondeados y asemejando estratos o niveles. Al caer, sus hojas se dan vuelta y ofrecen a nuestra vista una coloración rosada. Sus ramas salen en todas direcciones desde la misma altura del tronco y son casi horizontales. Sube un poco más el tronco limpio y vuelve a repetir la capa de ramas (Thomson y Evans, 2006).



Figura 1 Árbol de *Terminalia catappa*, recuperado de Buenaño y León (2016)

Se trata de un material muy duro y resistente al agua, que ya los antiguos aborígenes de la Polinesia oceánica conocían y, de hecho, utilizaban para construir sus canoas. Durante siglos, en la India, se ha empleado su fruto y sus hojas para teñir las telas ya que contienen un alto porcentaje de taninos, que dan un color negro a los paños. La almendra que se encuentra en el interior de la semilla, a parte de su uso medicinal es comestible y tiene un sabor muy parecido a las almendras que todos conocemos; puede ingerirse cruda o tostada. El único inconveniente, es que el recubrimiento es bastante duro, por lo que extraer las almendras es una tarea algo ardua (Buenaño y León, 2016).

El fruto se compone de un 20 % de tanino (es un componente orgánico soluble en el agua y que tiene propiedades astringentes); la semilla tiene un 51,2 % de grasa, de la cual 54 % es oleína y 46 % palmitina (Buenaño y León, 2016).



Figura 2 Frutos del árbol de *Terminalia catappa*, recuperado de Buenaño y León (2016)

En las hojas se encuentran taninos como: Ácido chebulágico, Corilagina, 1-degaloilEugenia, Geranina, Granatina, Punicalagina, Punicalina, Tercataina, Terflavina, Tergalagina. En su corteza: benzenoides (ácido gentisico), cumarinas

(ácido elágico), misceláneas (ácido oxálico). La punicalagina y la punicalina son los componentes más abundantes y poseen la actividad antioxidante más fuerte.



Figura 3 Hojas del Árbol de *Terminalia catappa*, recuperado de Buenaño y León (2016)

Los compuestos presentes en las hojas de la *Terminalia catappa* son fundamentalmente taninos hidrolizables como: punicalagina, punicalina, ácido chebulágico y geranina y otros (Chen, Li, Liu y Lin, 2000).

2.1.1 Taxonomía de la especie

Según Olórtegui (2014) se clasifica:

Reino : *Plantae*

Clase : *Magnoliopsida*

Orden : *Myrtales*

Familia : *Combretaceae*

Género : *Terminalia*

Especie : *catappa L.*

Nombre botánico : *Terminalia catappa Linn.*

Nombre vulgar : Almendro, falsa castaña

1.4.2. Nombres comunes

Castañilla, almendro, almendro asiático, almendro de la costa, almendro de la india, almendro de tierra caliente, almendrón, almond (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008).

1.4.3. Distribución geográfica

Jhon (1989), menciona que la almendra es nativa a las áreas costeras del este de la India, las islas de Andamán, Indochina, Malasia, Indonesia, el norte de Australia, Oceanía, las Filipinas y Taiwán. Esta área se encuentra entre las latitudes 20° N. y 20° S., y las longitudes 85° E. y 170° E. La especie se ha naturalizado y se planta extensamente en las tierras bajas de regiones tropicales en el resto del mundo.

En el Perú lo podemos encontrar en Cusco, Lima, Madre de Dios y también en Amazonas (INIA, 2012).

1.4.4. Ecología

Respecto al clima, SEMICOL (2011) señala que su óptimo desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 700 y 1500 mm anuales y temperaturas media anual.

Jhon (1989) indica que la almendra crece mejor en un clima tropical húmedo. La experiencia adquirida en Puerto Rico indica que puede sobrevivir con una precipitación tan baja como de 750 mm. El mejor crecimiento parece ocurrir en áreas que reciben más de 1500 mm de precipitación. En la mayor parte de las áreas, la especie pierde sus hojas dos veces al año, con un despliegue foliar previo a la caída de las hojas de color rojo y amarillo encendido.

La pérdida de las hojas le ayuda a tolerar una o dos temporadas secas anuales en las áreas en donde ocurren. Las temperaturas cálidas a través de todo el año son preferibles, pero la almendra tolera con facilidad las temperaturas frescas en el invierno. Su distribución en el sur de la Florida indicaría que puede tolerar las heladas ligeras ocasionales.

Jhon (1989) menciona que a pesar de que la almendra crece cuando se le planta en tierras elevadas, el hábitat natural de la especie se encuentra en áreas apenas tierra adentro de playas marítimas, cerca de la boca de los ríos y en planicies costeras. Estas áreas son típicamente planas, pero pueden tener dunas o riscos.

La especie crece en mayores concentraciones sobre arenas o arenas margosas, y cuando las perturbaciones le permiten dominar la vegetación en competencia, se comporta muy bien sobre limo, margas y arcillas. Los valores de pH de los suelos son por lo usual de neutrales a moderadamente alcalinos y ricos en bases. Sin embargo, puede crecer también en suelos fuertemente acídicos. En los suelos arcillosos, requiere de un buen drenaje.

1.4.5. Principios activos

En otro estudio, la evaluación de la toxicidad aguda y subaguda en ratas, por la vía oral, de un extracto etanólico (al 95 %) de hojas de la planta, mostró que a la dosis de 2000 mg/kg, se produjo un 20 % de mortalidad en los animales tratados con una sola dosis. En la evaluación de la toxicidad subaguda, se produjo un 30 % de mortalidad en los animales tratados con la dosis de 1500 mg/kg, mientras que a la dosis de 500 mg/kg, no se observó mortalidad en los animales de experimentación (UNAM, 2013)

Tabla 1

Compuestos presentes en la Terminalia catappa L.

Parte de la planta	Tipo de compuesto	Compuestos identificados
Hojas	Taninos	Ácido chebulágico
		Corilagina
		1-degaloil eugenina
		Geranina
		2-3-(4-4'-5-5'-6'-6'-hexahidroxidifenol) glucosa
		Granatina
		Punicalagina
		Punicalina
		Tercatina
		Terflavina
		Tergalagina
Corteza	Benzenoides	Ácido gentísico
	Cumarinas	Ácido elágico
		3-3'-4-tri-o-metil ácido elágico
		3-3'-di-o-metil ácido elágico
	Misceláneas	Ácido oxálico
Frutos (aceite de las semillas)	Lípidos	Ácido palmítico
		Ácido linoleico

Nota. Almendro de la India: potencial biológico valioso (2003)

1.4.6. Actividad biológica

La *Terminalia catappa* L. es una Combretácea ampliamente distribuida en zonas tropicales y subtropicales, las hojas de esta planta han sido empleadas en la Medicina Tradicional para el tratamiento de la dermatitis y la hepatitis en Taiwan, La India, Filipinas, Malasia e Indonesia (Perry,1980).

Los compuestos presentes en las hojas de la *Terminalia catappa* son fundamentalmente taninos hidrolizables como: punicalagina, punicalina, ácido chebulágico y geranina y otros (tabla 1) (NAPRALERT, 1998 y Tanaka T, Nonaka G, Itsuo N., 1986).

La punicalagina y la punicalina son los componentes más abundantes y poseen la actividad antioxidante más fuerte dentro de este grupo de taninos (figura 4).

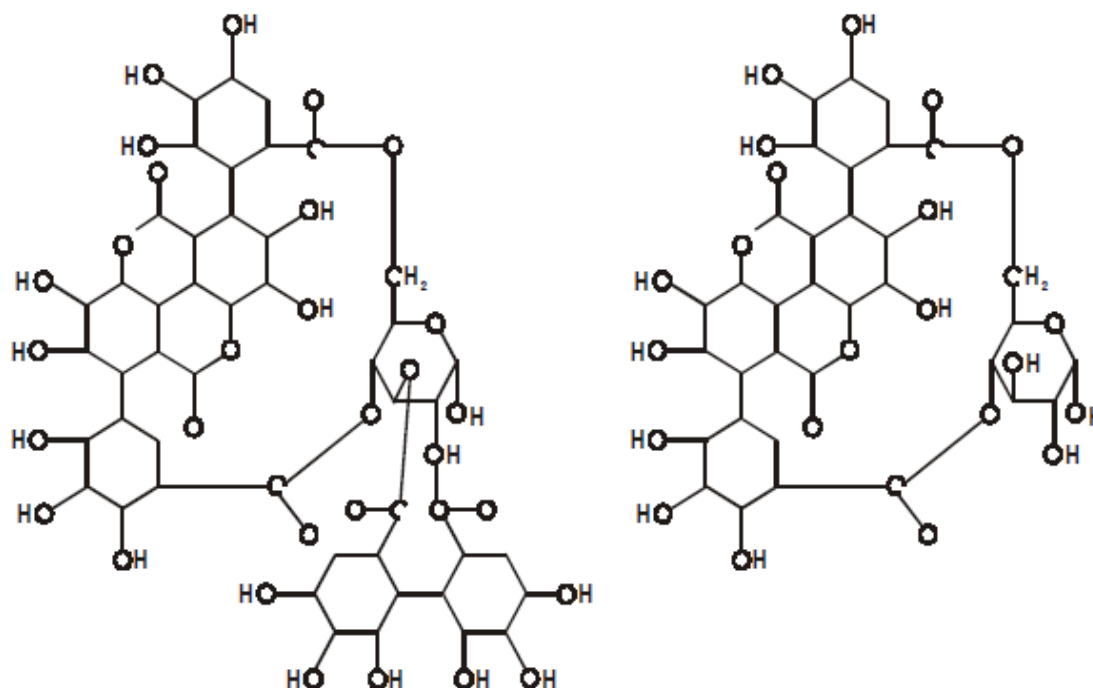


Figura 4 Estructura química de punicalina y punicalagina

La *Terminalia catappa* tiene efecto antioxidante probado, porque extractos acuosos obtenidos de las hojas resultaron efectivos inhibiendo la peroxidación lipídica producida por el sistema FeCL₂-ácido ascórbico en homogenatos de hígado de ratas y, además, presentó actividad scavenger de radical superóxido, lo que se comprobó mediante el uso de resonancia electrónica de espín y técnicas de cambios de espín (Lin, Chen, Lin y Ujiie, 1997).

Tanto la punicalina como la punicalagina mostraron actividad antihepatotóxica y una fuerte acción antioxidante a dosis muy bajas en un modelo de daño hepático inducido por tetracloruro de carbono (CCL₄) en ratas (Lin, Hsu, Lin, Hsu y Hsu, 1998).

En investigaciones relacionadas con los taninos más abundantes en las hojas de *Terminalia catappa*, se comprobó que estos poseen efectos sobre la replicación del VIH, porque inhiben la reverso transcriptasa VIH-124 y además inhiben la anhidrasa carbónica (Satomi, Umemura, Ueno, Atano, Okuda y Noro, 1993).

Punicalina y punicalagina presentan actividad antiinflamatoria a dosis bajas en modelo de inducción de inflamación por carragenina en ratas (Lin, Hsu y Lin, 1999).

Un extracto acuoso de las hojas de la *Terminalia catappa* tiene efecto anticlastogénico in vitro e in vivo mediante la supresión de los micronúcleos inducidos por mitomicina C en células CHO-K1 y por intubación gástrica con el extracto acuoso en ratones, respectivamente. Se obtuvo, además, que inhibe de forma dosis dependiente la peroxidación lipídica in vitro y la formación de peróxido de hidrógeno en leucocitos mononucleares humanos, inducida por el ácido p-tiobarbitúrico (TPA). Los efectos anticlastogénicos in vitro e in vivo se atribuyen a su potencial oxidativo (Chao, Li y Chi, 1996).

Al investigarse los múltiples efectos antioxidantes de los taninos presentes en la *Terminalia catappa* L. se evaluó: la habilidad de estos para prevenir la peroxidación lipídica, la formación de radical anión superóxido y la actividad scavenger de radicales libres. Los resultados indicaron que todos estos componentes mostraron una actividad antioxidante potente. Punicalina y punicalagina fueron los compuestos más abundantes y exhibieron los efectos antioxidantes más fuertes de este grupo de taninos (Lin, Hsu y Lin, 2001).

El ácido elágico aislado a partir de extractos metanólicos de las hojas del Almendro de la India mostró una actividad antioxidante fuerte en los sistemas de ensayos siguientes: actividad scavenging radical difenil picril hidrazilo (DPPH), oxidación del ácido linoleico y el ensayo oxidativo de muerte celular (Masuda, 1999).

Punicalina y punicalagina a dosis bajas tienen actividad antihepatotóxica sobre la toxicidad inducida por el acetaminofén (Paracetamol) en hígado de ratas (Lin, Hsu y Lin, 2001).

Punicalagina y extractos acuosos de las hojas de *Terminalia catappa* L. exhiben efectos protectores sobre la genotoxicidad inducida por la bleomicina en cultivo de células ováricas de hámster chinos, al suprimir la generación intracelular de radicales libres (superóxidos y peróxido de hidrógeno) (Chen, Li, Liu y Lin, 2000).

1.5. Taninos

El término “tanino” se empleó por primera vez en 1796 para denominar ciertas sustancias presentes en extractos vegetales, capaces de combinarse con proteínas de la piel animal, evitando su putrefacción y convirtiéndola en cuero.

De acuerdo con esta definición, un tanino es una sustancia detectable cualitativamente mediante un ensayo de curtido (ensayo “goldbeater’s skin”: ensayo de la piel de venza) y se determina cuantitativamente por su absorción sobre un polvo de piel estándar. Esta definición excluye sustancias fenólicas más sencillas, frecuentemente presentes junto a los taninos, como el ácido gálico, catequinas y ácido clorogénico, aunque estos pueden, en determinadas condiciones, dar precipitados con la gelatina y ser parcialmente retenidos por el polvo de piel. Tales sustancias, de peso molecular relativamente bajo, se denominan “Pseudotaninos”. La mayoría de los taninos verdaderos tienen pesos moleculares de 1000 a 5,000 g/mol aproximadamente. La definición de taninos antes expuesta es antigua, esencialmente práctica y puede ser puramente arbitraria, a luz de posteriores investigaciones, puede inducir a error desde el punto de vista del metabolismo y la bioquímica de las plantas.

Se tiene la evidencia circunstancial en el sentido de que las propiedades características de los taninos derivan de la acumulación, sobre una molécula de tamaño moderado, de un número importante de grupos fenólicos, muchos de los cuales están situados en el anillo fenilo con la orientación o-dihidroxi, otrihidroxi.

Los taninos son sustancias de sabor áspero y amargo, por lo que los alimentos en los que se encuentran también presentarán este característico sabor. Están ampliamente distribuidos en las plantas y se encuentran en el jugo celular, con frecuencia en algunas vacuolas. Si se desea estudiar la distribución de los taninos en las plantas, los cortes histológicos deben realizarse en seco, pues los taninos son solubles en agua y en alcohol. Si se realizan así cortes de agallas y se montan en esencias de clavo, pueden observarse placas de tanino.

Los cortes que contienen taninos adquieren un color negro azulado o verdoso cuando se montan en solución diluida de cloruro férrico (Evans, 1989).

Pero los taninos están presentes además en alimentos como es el caso del té, el café, las espinacas, las pasas negras y algunas frutas como la granada, los caquis, el membrillo o la manzana.

Desde el punto de vista biológico los taninos son sustancias complejas producidas por las especies vegetales que cumplen funciones antisépticas o de conservación.

Los taninos son compuestos polifenólicos muy astringentes y de gusto amargo, Los polifenoles son un conjunto heterogéneo de moléculas, que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas; se encuentran en muchas plantas, algunas de uso común y por sus propiedades antioxidantes merecen mayor atención.

Este grupo de compuestos posee propiedades como: antioxidantes, antiinflamatorias, antiagregantes plaquetarios, antimicrobianos, antirradicales, antimutagenicas, anticarcinogénicas, antiteratogénica y quimioprotectoras. Industrialmente se han utilizado sus propiedades para curtir pieles, al eliminar el agua de las fibras musculares.

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 protegen de los ataques exteriores, bien porque resultan tóxicos para los microorganismos o herbívoros, bien porque no son digeribles para estos últimos. Su sabor es muy áspero y producen sequedad en las mucosas de la boca al comerlos. Esta capacidad para secar las mucosas se conoce como astringencia y se dice que las plantas que los contienen son astringentes.

Estas sustancias se producen en diversas partes de las plantas, como son: corteza, frutos, hojas, raíces y semillas; a pesar de tener un origen común, la especificidad de las plantas le da a los taninos diferencias en color, calidad y concentración.

Son compuestos que se oxidan al contacto con el aire, inodoro y de sabor agrio; son combustibles con un punto de inflamación de 199°C, una temperatura de autoignición de 528.5°C; poco tóxico por ingestión o inhalación (Galicia y Nolasco, 2006).

Desde el punto de vista biológico son sustancias complejas producidas por las especies vegetales que cumplen funciones antisépticas o de conservación.

Los taninos son solubles en agua, álcalis diluidos, alcohol, glicerina y acetona, pero en general solo ligeramente soluble en otros disolventes orgánicos.

Las soluciones precipitan con metales pesados, alcaloides, heterósidos y gelatina. Con sales férricas, galotaninos y elagitaninos dan precipitados de color azul oscuro y los taninos condensados, verde parduzco. Se encuentran muy repartidos en el mundo vegetal, especialmente en algunas familias (Fagáceas, Rosáceas, Fabáceas, Mirtáceas, etc.) y en diversos órganos: raíces-rizomas, cortezas, leño, hojas, frutos. Se localizan en vacuolas, combinados con alcaloides y proteínas y desempeñan una función defensiva frente a insectos: agallas, maduración de los frutos.

1.2.5 Propiedades medicinales

Los taninos proporcionan a las plantas medicinales las siguientes propiedades:

Curación de heridas y cuidado de la piel: Los taninos cumplen una función cicatrizante al acelerar la curación de las 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 (vasoconstricción) ayudan a la coagulación de la sangre inhibiendo la transformación de plasminogeno a plasmina evitando así la fibrinólisis y, por tanto, contribuyen a la curación de las heridas. Se pueden aplicar para el tratamiento de hemorroides, úlceras de la boca, etc.

Detención de la diarrea: Por su acción astringente, (que contrae los tejidos y seca las secreciones) resultan eficaces en el tratamiento de la diarrea, contribuyendo a que el organismo pueda realizar deposiciones más secas, debido a que los taninos se unen y precipitan las proteínas presentes en las secreciones evitando la pérdida de líquidos, el efecto antidiarreico lo ejercen en el intestino y, para evitar los ardores de estómago que producirían, se administran combinados con albúmina o gelatina (Kuklinski, 2000).

Además, la astringencia puede detectarse en aquellos alimentos que provocan sequedad, aspereza y rugosidad debido a que los taninos coagulan la mucina, la cual lubrica y da viscosidad a la saliva; tornando a la lengua rasposa.

Antioxidantes: Los taninos se consideran antioxidantes por su capacidad para eliminar los radicales libres, previniendo la aparición de numerosas enfermedades degenerativas, entre ellas el cáncer.

Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón (es) desapareado en capacidad de aparearse, por lo que son muy reactivos.

Estos radicales recorren nuestro organismo intentando robar un electrón de las moléculas estables, con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica.

Una vez que el radical libre ha conseguido robar el electrón que necesita para aparear su electrón libre, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre, por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células. Las reacciones químicas de los radicales libres se dan constantemente en las células de nuestro cuerpo y son necesarias para la salud. Pero, el proceso debe ser controlado con una adecuada protección antioxidante. Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres, liberando electrones en nuestra sangre que son captados por los radicales libres convirtiéndose en moléculas inestables (Galicia y Nolasco, 2006).

Antibacterianas: La función antibacteriana de los taninos se produce fundamentalmente al privar a los microorganismos del medio apropiado para que puedan desarrollarse. Esta propiedad está ligada a su capacidad para unirse a las proteínas de la piel (capacidad de combinarse con macromoléculas, en particular con hidratos de carbono y proteínas), que hace que las capas superficiales sean menos permeables y protejan a las capas subyacentes; resultado de los enlaces entre los taninos y las fibras de colágeno de la piel, que le confieren resistencia al agua, al calor y a la abrasión, los cuales se establecen por medio de interacciones hidrófobas y puentes de hidrógeno entre los grupos fenólicos de los taninos y las proteínas interviniendo también enlaces covalentes para asegurar la estabilidad en el tiempo de la combinación entre estos y las estructuras de colágeno (Villar, 1999).

Antídotos contra los venenos: la capacidad que tienen estos principios de inhibir la absorción de los alimentos en el tubo digestivo es aprovechada, en caso de ingestión de productos venenosos, para impedir que los venenos entren en la corriente sanguínea. El ácido tánico se utiliza como contraveneno para precipitar las sustancias venenosas de los alcaloides y ciertas sales metálicas. Aunque la utilización de este componente por vía interna pueda producir síntomas gastrointestinales desagradables, su acción positiva en la neutralización de los venenos justifica su uso.

Colesterol: Los taninos reducen el colesterol al inhibir su absorción y expulsarlo a través de las heces. Se ha comprobado como la ingestión de plantas ricas en este componente como la uva o el aceite de oliva ha supuesto una reducción de los niveles de colesterol " malo" (LDL) y triglicéridos y un aumento de "colesterol bueno" (HDL).

Toxicidad: Las plantas medicinales que contienen taninos, utilizadas medicinalmente en las proporciones adecuadas, proporcionan remedios adecuados para el tratamiento de muchas enfermedades.

Sin embargo, un uso inadecuado de plantas que contienen proporciones inadecuadas de estos componentes resulta tóxico. Los taninos han demostrado tener cierta toxicidad en dosis muy elevadas (cuando los alimentos contienen aproximadamente un 5% de taninos). En las personas los problemas son muy raros, aunque pueden provocar alguna alteración digestiva, en parte porque los taninos afectan al crecimiento de la flora intestinal normal (Galicia y Nolasco, 2006). Son sustancias con efectos beneficiosos para la salud, aunque también hay que tener en cuenta que pueden disminuir la absorción de algunos nutrientes.

Los taninos al unirse a las proteínas disminuyen su absorción al igual que el hierro un mineral muy importante para nuestro organismo que al unirse con las proteínas forman complejos insolubles en agua que no pueden ser absorbidos en el epitelio intestinal bloqueando así la absorción de este (Galicia y Nolasco, 2006).

1.2.6 Clasificación

De acuerdo a su estructura molecular los taninos se diferencian en dos tipos: hidrolizables y condensados.

1.2.6.1 Taninos Hidrolizables.

Son ésteres de ácidos aromáticos carboxílicos, los cuales por hidrólisis ácida o enzimática producen un azúcar y un residuo fenólico de ácido gálico o su dímero, el ácido elágico. Este tipo de taninos parecen ser los de mayor distribución en el reino vegetal. Generalmente constituyen mezclas complejas que contienen diferentes ácidos fenólicos esterificados en diferentes posiciones.

Los taninos hidrolizables son generalmente amorfos, higroscópicos, de color amarillo parduzco, se disuelven en agua (especialmente caliente), para formar soluciones coloidales. A mayor estado de pureza son menos solubles en agua y más fácilmente se pueden obtener en forma cristalina. También son solubles en solventes orgánicos polares. De sus soluciones acuosas pueden ser precipitados por ácidos minerales o sales. Las hidrólisis ácidas, básicas o enzimáticas son viables. Estos taninos se denominaron primeramente pirogálicos debido a que, por destilación seca, el ácido gálico y compuestos similares se convierten en pirogalol. Este grupo generalmente se divide en:

GALOTANINOS: son ésteres de la glucosa o un polisacárido, con el ácido gálico. (3, 4, 5-trihidroxibenzoico).

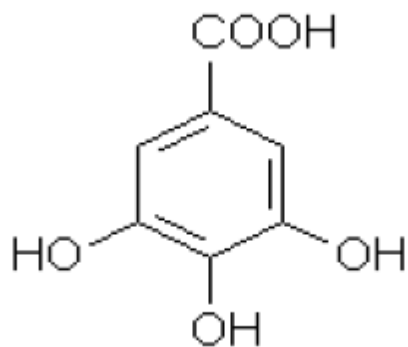


Figura 5 Estructura química de un tanino hidrolizable ACIDO GALICO, recuperado de Galicia y Nolasco (2006)

ELAGITANINOS: por hidrólisis ácida producen además del ácido gálico, algunos de sus derivados.

Estas moléculas no están necesariamente combinadas directamente a la glucosa en el tanino original, sino que se forman después de la hidrólisis de los precursores por la ruptura y la reformación de los enlaces lactónicos.

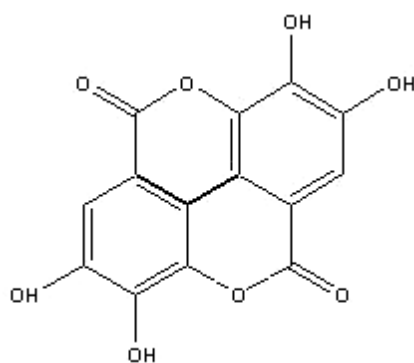


Figura 6 Estructura química de un tanino hidrolizable ACIDO ELAGICO, recuperado de Galicia y Nolasco (2006)

1.2.6.2 Taninos Condensados (proantocianidinas)

Estos comprenden todos los restantes taninos verdaderos. Sus moléculas son más resistentes a la ruptura que las de los taninos hidrolizables y parecen ser intermediarios en su biosíntesis, las catequinas y los flavan-3,4-dioles. Están por tanto, relacionado con los pigmentos flavonoides con estructura “polímera” flavan-3-ol. Mediante con tratamiento con ácidos o enzimas pueden ser descompuestos en productos rojos e insolubles, llamados flobafenos.

Los flobafenos proporcionan su color rojo característico a muchas drogas, como la corteza de quina roja, que contiene estos flobataninos y sus productos de descomposición.

Por destilación seca originan catecol, por lo que estos taninos se denominan a veces catecol-taninos. Al igual que el propio catecol, sus soluciones toman color verde con cloruro férrico.

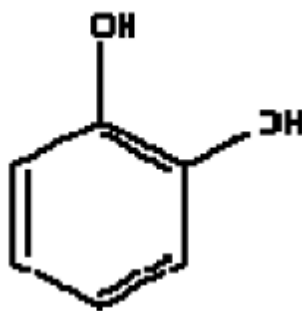


Figura 7 Estructura química de tanino condensado CATECOL (1,2-di-hidróxibenzeno), recuperado de Galicia y Nolasco (2006)

Taninos condensados, están constituidos por unidades flavonoides, las cuales soportan diversos grados de condensación, carbohidratos y restos de aminoácidos.

CATEQUINAS (Flavan-3-oles): los miembros más comunes de este grupo difieren solo en el número de hidroxilos en el anillo B, los cuales nunca están metilados. El termino catequina se refiere específicamente al flavan-3-ol, el cual tiene dos hidroxilos en el anillo lateral. Todas estas sustancias tienen dos átomos asimétricos (C2 y C3 y por consiguiente existen cuatro isómeros ópticos)

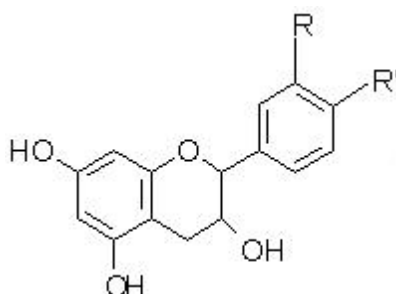


Figura 8 Estructura química de tanino condensado CATEQUINA (flavan-3-oles) ($R=OH$, $R'=OH$), recuperado de Galicia y Nolasco (2006)

LEUCOANTOCIANIDAS (Flavan-3,4-dioles): Término utilizado para denominar aquellos productos naturales que por hidrólisis acida en caliente generan antocianidinas. La principal diferencia entre esta clase de compuestos y las catequinas reside en que cuando se calienta con soluciones acidas, las últimas originan productos insolubles de color amarillo oscuro, de alto peso molecular.

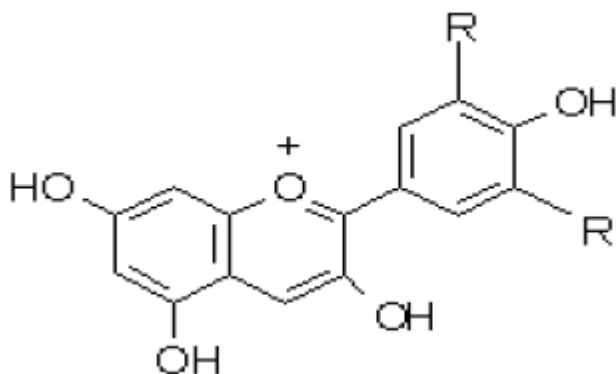


Figura 9 Estructura química de tanino condensado $R=R'=H$: Leucopelargonidina, $R=OH$, $R'=H$: Leucoantocianina, $R=R'=OH$: Leucodelfenidina, recuperado de Galicia y Nolasco (2006)

BIFLAVANOS: estos son dímeros los cuales la molécula de un flavan-3-ol está unida a un flavan-3,4-diol, algunos los denominan protoantocianidinas, considerándose como intermediarios en la formación de taninos condensados.

Los biflavanos con un peso molecular por encima de 500 g/mol, exhiben ciertas propiedades de los taninos, como por ejemplo el poder astringente.

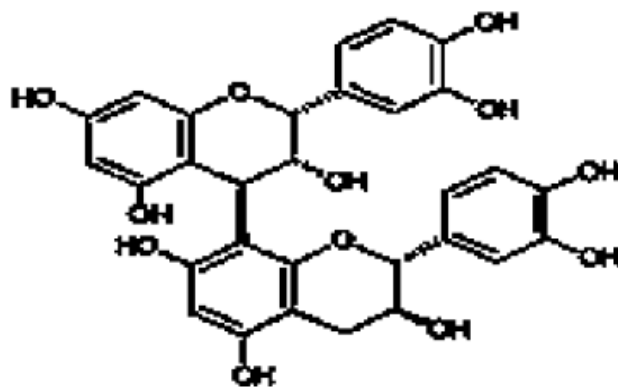


Figura 10 Estructura química de tanino condensado Epicatequina-(4 β - 8)-catequina, recuperado de Galicia y Nolasco (2006)

1.2.7 Pseudotanimos

Son compuesto de menor peso molecular que los taninos verdaderos y no dan positivo al ensayo de la piel. Los taninos están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, encontrándose por lo general, en mayor cantidad en células muertas o enfermas.

Ejercen un efecto inhibitor sobre muchas enzimas, debido a la precipitación de las proteínas, contribuyendo, por tanto, a la función protectora en cortezas y leños.

Los taninos comerciales, empleados en la industria de curtidos, se obtienen del quebracho, zarza, castaño y mirobálanos. El tanino farmacéutico (como el ácido tánico) se obtiene a partir de las agallas de roble y, por hidrólisis, da glucosa y ácido gálico (Evans, 1989).

1.2.8 Ventajas

Los taninos son sustancias con propiedades astringentes y antiinflamatorias. Al ser capaces de secar y desinflamar la mucosa del tracto intestinal, resultan muy

eficaces en el tratamiento de la diarrea. Además, gracias a la actividad astringente ayudan también a que la sangre coagule, por lo que los taninos presentan una acción antihemorrágica local, debido a la vasoconstricción que producen, y asimismo resultan beneficiosos en el tratamiento de las hemorroides.

A estos compuestos se les atribuye también una acción antioxidante, ya que son capaces de atrapar los radicales libres.

Un exceso de radicales libres, puede provocar la aparición de enfermedades degenerativas, así como producir el envejecimiento prematuro de la piel como consecuencia de una excesiva exposición al sol.

Sin embargo, a pesar de todas las propiedades que presentan, hay que tener en cuenta que los taninos son considerados sustancias antinutritivas.

Esto se debe a que una concentración elevada de los mismos, puede provocar que la absorción de algunos nutrientes, como las proteínas o el hierro, se vea disminuida. En el caso de las proteínas, su absorción se ve impedida debido a que los taninos son capaces de combinarse con ellas dificultando dicha absorción. En cuanto al hierro, ocurre algo parecido. Los taninos en elevadas concentraciones forman con este mineral complejos insolubles en agua, que no pueden ser absorbidos en el epitelio intestinal, por lo que la absorción de hierro puede verse bloqueada (Galicia y Nolasco, 2006).

1.6. Infusiones

Infusión es el proceso de extracción de compuestos químicos o sabores de material vegetal en un disolvente tal como agua, aceite o alcohol, al permitir que el material

permanezca suspendido en el disolvente en el tiempo (a menudo llamado un proceso de remojo).

Una infusión es un proceso químico muy simple que se usa con plantas que son volátiles y se disuelven fácilmente, o liberan sus ingredientes activos fácilmente, en agua, aceite o alcohol. Los botánicos se secan típicamente hierbas, flores o bayas.

El líquido se hierve típicamente (o presentada a otra temperatura adecuada) y después se vertió sobre la hierba, que después se deja reposar en el líquido durante un período de tiempo. El líquido puede después ser filtrada o las hiervas otra cosa eliminado del líquido. A menos que la infusión se va a consumir de inmediato, entonces puede ser embotellado y refrigerado para su uso futuro.

Una infusión es también el nombre para el líquido resultante. El proceso de infusión es distinto de decocción, que consiste en hervir el material vegetal, o percolación, en la que el agua pasa a través del material (como en una máquina de café). Un método popular de la preparación de tés y tisanas. Thai método de preparación de té / "té de hierbas" normalmente implica verter agua caliente sobre la materia vegetal (como hojas o bayas secas), a la espera de un período de tiempo y después de retirar la materia de la planta antes de su consumo.

La infusión también puede referirse a la bebida de infusión en sí. A veces se usa para referirse específicamente a las tisanas, que se pueden llamar "infusiones de hierbas, pero también puede referirse a los verdaderos tés.

El método de infusión difiere de decocción en que el agua no se calienta continuamente o hervida lejos como los empapa la materia vegetal. Esto puede resultar en una bebida más débil (Rivera 2015).

1.7. Evaluación sensorial

1.3.12. Definición

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. (Anzaldúa, 1994). La evaluación sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material.

No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos (Watts et al., 2001).

1.3.13. Clasificación

Las pruebas sensoriales han sido descritas y clasificadas de diferentes formas; la clasificación estadística de las evaluaciones sensoriales, las dividen en pruebas paramétricas y no paramétricas, de acuerdo al tipo de datos obtenidos con la prueba. Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de alimentos clasifican las pruebas en afectivas (orientadas al consumidor) y analíticas (orientadas al producto), en base al objetivo de la prueba.

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conocen como “pruebas orientadas al consumidor”. Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre

productos o para medir características sensoriales se conocen como “pruebas orientadas al producto” (Watts et al., 2001).

1.3.14. Pruebas orientadas al consumidor

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen pruebas de preferencia, aceptabilidad y hedónicas.

1.3.15. Prueba de preferencia

Las pruebas de preferencia les permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia.

1.3.16. Pruebas de aceptabilidad

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores.

1.3.17. Pruebas Hedónicas

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada.

1.3.18. Pruebas orientadas a los productos

Las pruebas orientadas a los productos, utilizadas comúnmente en los laboratorios de alimentos, incluyen las pruebas de diferencias, pruebas de ordenamiento por intensidad, pruebas de puntajes por intensidad y pruebas de análisis descriptivo.

1.3.19. Pruebas de diferencia

Las pruebas de diferencia se diseñan para determinar si es posible distinguir dos muestras entre sí, por medio de análisis sensorial.

1.3.20. Pruebas de ordenamiento para evaluar intensidad

En las pruebas de ordenamiento por intensidad, se requiere que los panelistas ordenen las muestras de acuerdo a la intensidad perceptible de una determinada característica sensorial.

Este tipo de pruebas se puede utilizar para obtener información preliminar sobre las diferencias de productos o para seleccionar panelistas según su habilidad para discriminar entre las muestras con diferencias conocidas.

Las pruebas de ordenamiento pueden indicar si existen diferencias perceptibles en la intensidad de un atributo entre diferentes muestras, aunque no dan información sobre la magnitud de la diferencia entre dos muestras.

1.3.21. Prueba de evaluación de intensidad con escalas

En las pruebas de evaluación de intensidad, se requiere que los panelistas evalúen la intensidad perceptible de una característica sensorial de las muestras, pero a diferencia de las “pruebas de ordenamiento para evaluar intensidad”; éstas pruebas utilizan escalas lineales o escalas categorizadas, logrando medir la magnitud de la diferencia entre las muestras de acuerdo al mayor o menor grado de intensidad de una característica.

1.3.22. Pruebas descriptivas

Las pruebas descriptivas son similares a las pruebas de evaluación de intensidad, excepto que los panelistas deben evaluar la intensidad de varias características de la muestra en vez de evaluar sólo una característica (Watts et al., 2001).

II- METODOLOGÍA

Para desarrollar la presente investigación sobre la Formulación y caracterización de un filtrante de hojas de ***Terminalia catappa***, se tomaron como base los materiales, equipos, y procedimiento descritos a continuación; así mismo se estableció el tamaño de muestra adecuado para obtener una cantidad aceptable de datos que permitan caracterizar el producto.

El diseño experimental para dicho proyecto, se presenta esquemáticamente en las variables de estudio, de tal forma que permita su evaluación. Este diseño muestra detalles de las variables en estudio, explicándose el significado de cada variable.

2.8. Área de ejecución

La investigación fue realizada en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la UNPRG.

2.9. Tipo de investigación

Investigación Experimental

2.10. Población y muestra

2.10.1. Población

La población estuvo constituida por los árboles de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

2.10.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 1000 unidades de hojas para cada estado fisiológico diferente (3), lo que hará un total de 3000 unidades. Las hojas se extrajeron de árboles de la ciudad universitaria de la UNPRG - Lambayeque.

2.11. Variable de estudio

2.11.1. Variables Independientes

Estadio de la hoja de ***Terminalia catappa*** (hoja nueva, hoja semi madura y hoja madura)

2.11.2. Variable Dependiente

Composición química

Contenido de antioxidantes

Características sensoriales de la infusión (atributos como. Color, sabor, aroma y apariencia)

2.12. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.12.1. Equipos y materiales de laboratorio

2.12.1.1. Equipos

Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g. EE.UU.

Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 gr. EE.UU.

Baño María Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.

Estufa marca Memmert electric tipo IR-202.

Extractor tipo Soxhlet.

Refractómetro de mano, graduado de 0 a 100% de sacarosa.

Vernier

2.12.1.2. Materiales de laboratorio

Agitador de vidrio.

Buretas de 25 y 50 ml c/u

Cronómetro.

Cuchillos de acero inoxidable.

Embudos de vidrio y porcelana

Fiolas de 50, 100, 250 Y 500 ml c/u.

Juego de tamices

Kittasato de 250 ml Matracas de 100, 250 y 500 ml c/u.

Papel filtro rápido.

Papel filtro whattman No. 40-42.

Pipetas de 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 ml c/u.

Placas Petri

Probetas de 10, 100 y 250 ml c/u.

Picetas.

Telas para filtrado.

Termómetros de -10°C a 250°C.

Tubos de prueba.

Vasos de precipitación de 50, 100, 250, 600 y 1000 ml c/u.

2.12.1.3. Reactivos y soluciones

Agua destilada

Azul de Metileno

Ácido sulfúrico

Acetato de sodio

Ácido clorhídrico

Alcohol etílico al 96% de pureza.

Etanol 96% v/v

Fenoltaleína al 1%

Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N

Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

2.13. Método de análisis

Los métodos de análisis que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

2.13.1. Caracterización de la Materia Prima

2.13.1.1. Determinaciones Físicas de las hojas de *Terminalia catappa*

Dimensiones de las hojas de acuerdo a cada estado fisiológico, se utilizó un vernier para medir su longitud, ancho y espesor (Shewfelt, 1993).

2.13.2. Caracterización de los tratamientos

2.13.2.1. Determinaciones Fisicoquímicas de las hojas de *Terminalia catappa*

Se determinó:

Humedad, método 950.46 A.O.A.C. (2005).

Proteína, método 984.13 A.O.A.C. (2005).

Grasa, método 2003.05 A.O.A.C. (2005).

Fibra, método 962.09 A.O.A.C. (2005).

Ceniza, método 942.05 A.O.A.C. (2005).

Los carbohidratos se determinarán por diferencia, respecto a los otros componentes.

Acidez, NTP 205.039 (1975)

2.13.2.2. Caracterización sensorial de las infusiones de hoja de *Terminalia catappa*

Se efectuaron teniendo en cuenta los atributos de color, olor y sabor, para lo cual se utilizará una escala hedónica de 9 puntos, los que serán evaluados por panelistas semi entrenados (Anzaldúa, 1994).

Escala Hedónica de nueve puntos.

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta bastante	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta bastante	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

2.13.3. Caracterización del mejor tratamiento

2.13.3.1. Determinación fisicoquímica

Se realizó siguiendo los pasos de la sección 2.6.2.1

2.13.3.2. Determinación de fenoles totales

Se realizó mediante el método colorimétrico de Folin. Ver anexo 4.

2.13.3.3. Determinación de capacidad antioxidante

Se realizó mediante el método de colorimetría por ABTS. Ver anexo 5.

2.13.3.4. Caracterización microbiológica del filtrante de hoja de *Terminalia catappa*

Tabla 2

Métodos de análisis microbiológicos

Análisis	Método	Nombre del método
Recuento de mohos y levaduras	ICMSF (1983)	Cultivo directo en placa: Determinación de crecimiento Micelial (Mohos) Determinación de crecimiento Colonial(Levaduras)
Numeración de bacterias mesófilos aerobias viables	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP

Nota. Lab. de Microbiología- Facultad de Ciencias Biológicas- UNPRG (2018)

2.14. Metodología experimental

El diseño experimental para la investigación se presenta esquemáticamente en la figura 11, que fue estructurada de tal forma que permita su evaluación. Este diseño muestra detalles de la variable en estudio, explicándose su significado.

El mejor tratamiento se determinará teniendo en cuenta la evaluación sensorial y la estabilidad durante su almacenamiento, para lo cual los valores experimentales serán evaluados estadísticamente.

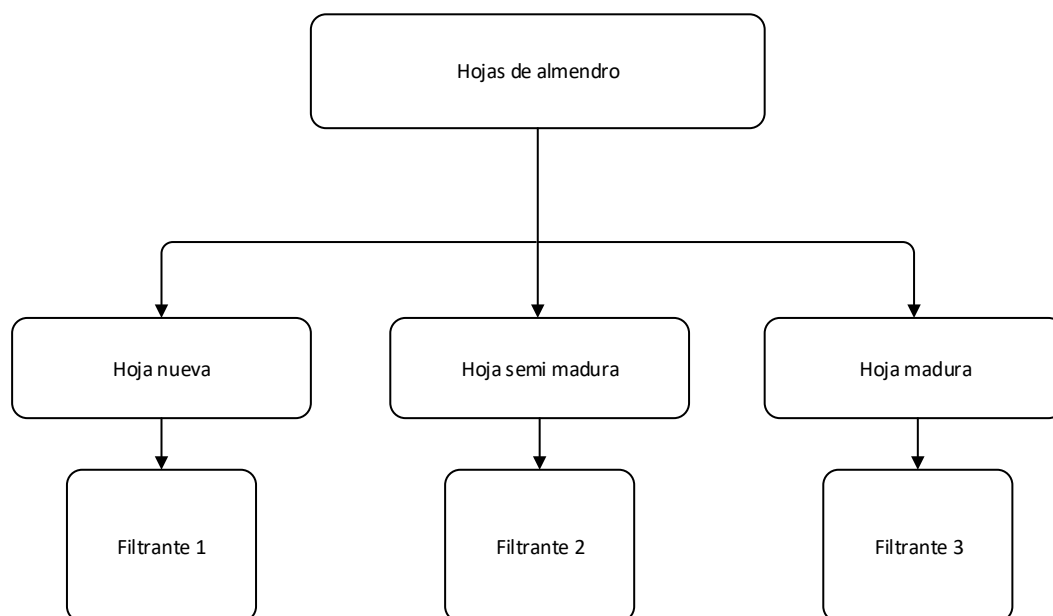


Figura 11 Diagrama del diseño experimental para los tratamientos, Elaboración Propia (2019)

2.14.1. Caracterización de la materia prima

2.14.1.1. Análisis físicos de las hojas de *Terminalia catappa*

La caracterización de las hojas de *Terminalia catappa* se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el Marco metodológico sección 2.6.1.1.

2.14.2. Evaluación de los tratamientos

2.14.2.1. Determinaciones fisicoquímicas de las hojas de *Terminalia catappa*

La caracterización de las hojas de *Terminalia catappa* se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el Marco metodológico sección 2.6.2.1.

2.14.3. Proceso de formulación del filtrante de hoja de *Terminalia catappa*

Se experimentará con hojas de *Terminalia catappa* frescas recolectadas de los árboles de la ciudad universitaria de la UNRPG - Lambayeque. Las operaciones con la finalidad de obtener el filtrante se describen a continuación:

2.14.3.1. Recolección

La recolección se hará a primeras horas de la mañana para evitar dañar las hojas. Se evitará demorar más de 1 hora entre la recolección y la siguiente operación.

2.14.3.2. Selección y Clasificación

El producto debe ser recibido de en las mejores condiciones. El material que venga requemado por largas horas de almacenado luego de la cosecha o que no reúna las condiciones técnicas requeridas, con olores diferentes debe ser rechazado.

2.14.3.3. Desinfección

Una vez aceptado el producto, deben ser colocadas en un escaldador a vapor por un espacio de 1 min. (las hojas son tratadas con vapor de agua para eliminar su toxicidad) con la dosis adecuada de desinfectante (producto de grado alimenticio certificado), escurrido y pasado al pre secado.

Las hojas ya escaldadas se estiran y se colocan en la bandeja del deshidratador – secador.

2.14.3.4. Oreo

Para eliminar el exceso de agua y facilitar el secado de las hojas. Por un espacio de 3 min a temperatura ambiente.

2.14.3.5. Secado

Las hojas ya escaldadas se estiran y se colocan en la bandeja del deshidratador – secador a una temperatura de 45°C.

2.14.3.6. Pesado

Operación que permitirá evaluar el rendimiento del proceso.

2.14.3.7. Molienda

Para reducir el tamaño y facilitar la lixiviación posterior. Molino de bolas.

2.14.3.8. Tamizado

Para uniformizar el tamaño de partícula (malla N° 30). que se colocara en el filtrante y mejorar la calidad del producto.

2.14.3.9. Pesado/Envasado

Colocando 1 g. por cada bolsita filtrante.

2.14.3.10. Empacado

En papel con su respectiva información y forma de preparación.

2.14.3.11. Almacenado

A temperatura ambiente y en un lugar fresco.

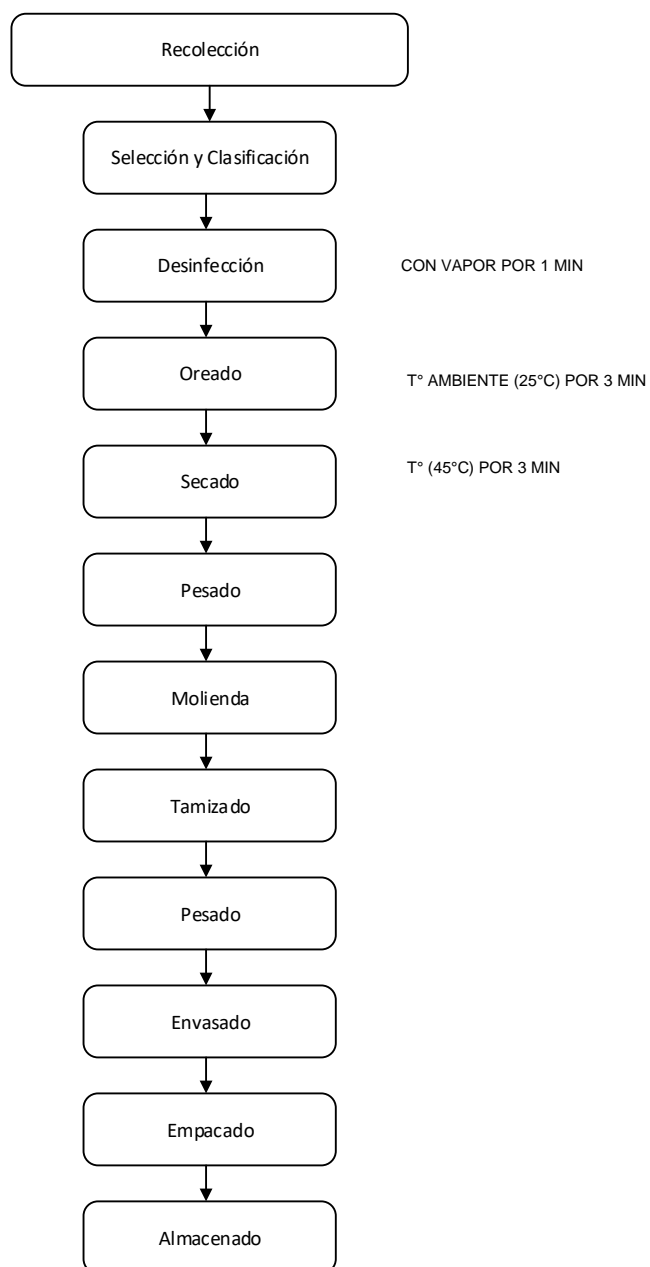


Figura 12 Diagrama de bloque para obtención de filtrante de hoja de *Terminalia catappa*, Elaboración propia (2019)

2.14.4. Evaluación sensorial de los tratamientos

La caracterización sensorial de los tratamientos se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el marco metodológico sección 2.6.2.2.

Los datos obtenidos serán evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de tukey para determinar la diferencia existente entre los tratamientos. Se empleará el software estadístico SPSS versión19.

El modelo estadístico que se siguió fue un Modelo de Diseño experimental al azar completamente aleatorizado.

$$E_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

E_{ij} = Variable respuesta observada

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima variable experimental.

Tabla 3

Análisis de varianza para los tratamientos

F.V.	G.L.
Tratamientos	2
Error	87
Total	89

Nota. Elaboración Propia (2019)

2.14.5. Caracterización del mejor tratamiento

2.14.5.1. Determinación fisicoquímica

Se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el marco metodológico sección 2.6.3.

2.14.5.2. Determinación del contenido de fenoles totales en hoja de
Terminalia catappa

Se realizó mediante el método de colorimetría de Folin.

2.14.5.3. Determinación de la capacidad antioxidante de hojas de
Terminalia catappa

Se realizó mediante el método de colorimetría por ABTS.

2.14.5.4. Análisis microbiológico

Se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el marco metodológico sección

2.6.3.4.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos son valores promedios de cinco repeticiones y considerando siempre una adecuada selección de las hojas de almendro para cada tratamiento tratando de minimizar el error experimental.

3.1. Caracterización de la materia prima (hojas de *Terminalia catappa*)

3.1.1 Caracterización física de las hojas de *Terminalia catappa*

Se determinaron valores como peso, longitud, espesor y ancho de cada uno de ellos tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Caracterización física de las hojas de Terminalia catappa

MUESTRA	ESTADIOS											
	ESTADIO 1 (Hojas nuevas)				ESTADIO 2 (Hojas semi-maduras)				ESTADIO 3 (Hojas maduras)			
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (g)
1	6.29	4.25	0.06	1.36	12.85	7.52	0.06	3.98	18.96	10.23	0.06	5.23
2	6.21	4.03	0.06	1.25	14.56	7.23	0.06	4.21	17.36	11.32	0.06	5.32
3	8.3	4.31	0.06	1.98	12.74	7.24	0.06	4.54	22.36	12.32	0.06	6.98
4	6.32	3.82	0.06	1.56	14.23	8.92	0.06	3.78	21.59	11.45	0.06	6.45
5	6.29	4.84	0.06	1.42	15.32	8.14	0.06	3.97	19.96	10.52	0.06	5.03
6	6.13	4.87	0.06	1.23	12.63	7.34	0.06	3.85	19.63	12.36	0.06	5.21
7	6.18	4.36	0.06	1.63	14.25	7.81	0.06	3.24	20.32	12.96	0.06	5.97
8	6.28	5.01	0.06	1.63	15.36	8.21	0.06	3.24	20.56	14.01	0.06	6.42
9	7.54	5.23	0.06	1.24	12.96	9.21	0.06	4.32	20.98	12.03	0.06	6.23
10	8.21	4.09	0.06	1.32	14.23	7.84	0.06	3.87	23.68	13.68	0.06	6.38
11	8.13	5.03	0.06	1.52	13.35	8.23	0.06	3.65	19.85	11.32	0.06	6.81
12	8.04	5.21	0.06	2.31	14.38	7.41	0.06	4.31	19.36	13.69	0.06	6.74
13	7.21	4.72	0.06	2.12	14.82	7.82	0.06	4.12	23.65	12.59	0.06	5.97
14	7.01	4.81	0.06	2.42	16.12	8.21	0.06	4.32	24.03	13.78	0.06	5.99
15	6.31	5.01	0.06	2.31	14.98	8.52	0.06	3.07	21.05	14.36	0.06	6.08
16	5.87	3.94	0.06	2.12	13.54	7.36	0.06	4.23	23.25	12.96	0.06	6.78
17	9.03	4.56	0.06	2.11	13.35	7.12	0.06	4.56	24.3	13.98	0.06	6.98
18	8.21	5.21	0.06	2.96	14.32	8.35	0.06	5.32	20.27	10.85	0.06	5.97
19	8.31	5.39	0.06	2.82	15.23	7.62	0.06	5.21	21.87	12.355	0.06	6.32
20	7.25	8.25	0.06	2.53	14.23	8.95	0.06	4.09	24.13	13.81	0.06	6.99
PROM	7.156	4.847	0.06	1.892	14.173	7.953	0.06	4.094	21.358	12.529	0.06	6.193

Nota. Elaboración Propia (2019)

3.1.2. Evaluación físico química de los estadíos de las hojas de *Terminalia catappa*

Las hojas de *Terminalia catappa* empleadas en la investigación fueron evaluadas fisicoquímicamente obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5

Composición fisicoquímica de las hojas de Terminalia catappa

HOJAS MOLIDAS DE <i>Terminalia catappa</i>	Estado de la Hoja		
	Hoja nueva	Hojas Semi-Madura	Hoja Madura
Humedad (%)	9.6	9.4	9.0
Ceniza (%)	7.4	7.6	7.8
Sólidos solubles (%)	66	64	60
pH (%)	5.6	5.6	5.6
Azúcares reductores (%)	11.84	11.56	11.02
Acidez (%)	0.69	0.69	0.69
Sólidos totales (%)	90.4	90.6	91.0
Grasa (%)	4	4.1	4.2

Nota. Elaboración propia (2019)

En la tabla 5 se puede observar que Los sólidos solubles en cada estadío son ligeramente diferentes siendo mayor en las hojas nuevas debido al mayor contenido de

glucosa en las mismas; con respecto a esto Fleck (1983), manifiesta que en el proceso de senescencia, los nutrientes pasan de las hojas viejas a los tejidos en desarrollo, al mismo tiempo que se liberan desde las partes más viejas reservas nitrogenadas y otros metabolitos destinados a las hojas en desarrollo, también existe una mayor utilización de carbohidratos en las hojas viejas, que en cierto modo podrían convertirse en parásitas, al importar o almacenar productos fotosintéticos que solamente serían utilizados en la respiración.

De igual forma la humedad en cada estadio es semejante, siendo las hojas maduras (9%) las que presentan un valor porcentual ligeramente más bajo; Así mismo es relevante observar que el valor de pH es cada uno de los estadios de las hojas es el mismo (5.6), lo cual es importante pues permitirán una mejor evaluación sensorial por parte de los panelistas, pues no interviene en la evaluación por ser constante.

3.2. Evaluación sensorial de los tratamientos

Los resultados de la evaluación organoléptica de los tratamientos evaluados, (se muestran en el anexo 3), fueron analizados estadísticamente obteniéndose los resultados que se detallan a continuación:

3.2.1. Variable Aroma

1. Planteamiento de hipótesis del Aroma

H_0 : Las medias de las muestras del Aroma son Iguales

H_1 : Las medias de las muestras del Aroma no son Iguales

Tabla 6

Análisis de varianza para variable Aroma

ANOVA					
Aroma de filtrante					
	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Entre grupos	9,267	2	4,633	3,627	,031
Dentro de grupos	111,133	87	1,277		
Total	120,400	89			

Nota. Elaboración propia (2019)

2. Regla de decisión

Si el valor p (Sig.) es mayor que α , entonces no se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el aroma en las tres muestras es diferente, en otras palabras, los evaluadores han calificado a las muestras diferentes con respecto al aroma.

Tabla 7

Prueba de tukey para la variable aroma

Aroma de filtrante			
HSD Tukey ^a			
Estadio	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Hojas maduras	30	6,43	
Hojas semi maduras	30	6,97	6,97
Hojas nuevas	30		7,20
Sig.		,167	,704

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000

Nota. Elaboración propia (2019)

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre los estadios de las hojas evaluados, resultando que las hojas nuevas presentan un mejor aroma concluyendo que es el mejor estadio.

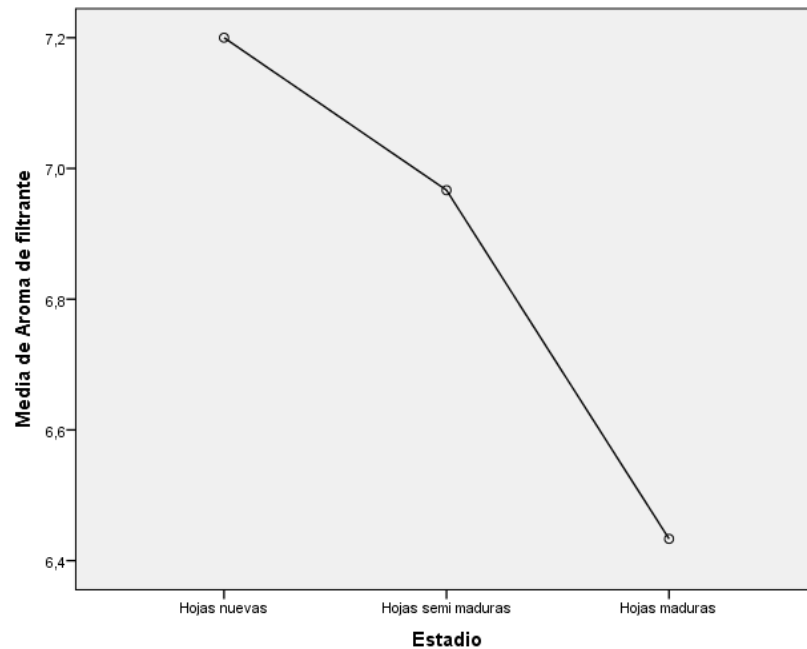


Figura 13 Comparación de medias para aroma, elaboración propia (2019)

3.2.2. Color

1. Planteamiento de Hipótesis para el Color

H_0 : Las medias de las muestra del color son iguales

H_1 Las medias de las muestras del color no son iguales

Tabla 8

Análisis de varianza para variable Color

ANOVA					
Color de filtrante					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,067	2	2,533	1,373	,259
Dentro de grupos	160,533	87	1,845		
Total	165,600	89			

Nota. Elaboración Propia (2019)

2. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es mayor que α , entonces no se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el color en los tres estadios de la hoja son iguales, en otras palabras, los evaluadores han calificado igual el color.

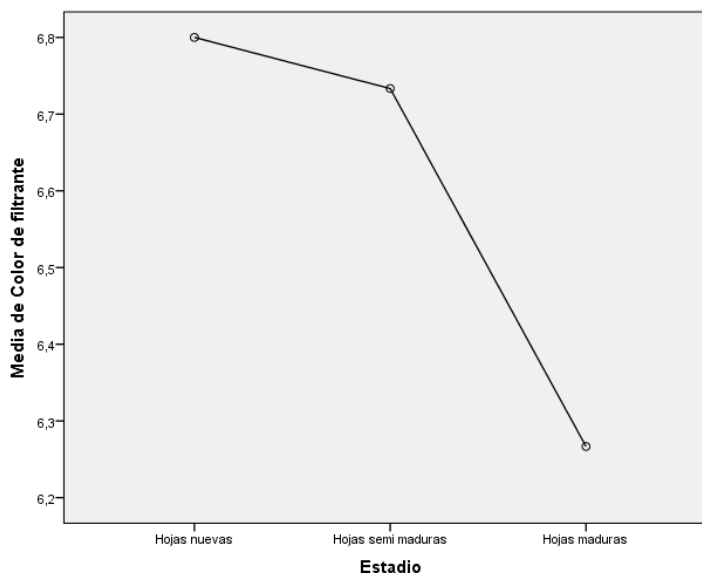


Figura 14 Comparación de medias para color, elaboración propia (2019)

3.2.3. El sabor

1. Planteamiento de Hipótesis para el Sabor

H_0 : Las medias de las muestra del sabor son Iguales

H_1 Las medias de las muestras del sabor no son iguales

Tabla 9

Análisis de varianza para variable Sabor

ANOVA					
Sabor de filtrante	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Entre grupos	24,156	2	12,078	5,706	,005
Dentro de grupos	184,167	87	2,117		
Total	208,322	89			

Nota. Elaboración Propia (2019)

2. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es menor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el sabor en las tres muestras es diferente, en otras palabras, los evaluadores han calificado a las muestras diferentes con respecto al sabor.

Tabla 10

Prueba de tukey para la variable sabor

Sabor de filtrante			
HSD Tukey ^a			
Estadio	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Hojas maduras	30	6,00	
Hojas semi maduras	30	6,70	6,70
Hojas nuevas	30		7,27
Sig.		,156	,292

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000

Nota. Elaboración propia (2019)

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre los estadios de las hojas evaluados, resultando que las hojas nuevas presentan un mejor sabor, concluyendo que es el mejor estadio.

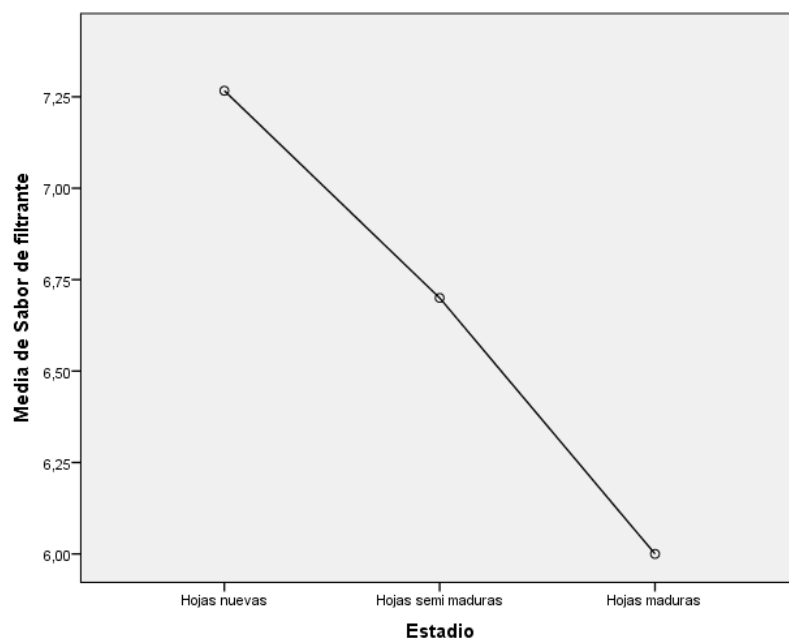


Figura 15 Comparación de medias para sabor, elaboración propia (2019)

3.2.4. Apariencia

1. Planteamiento de Hipótesis para la apariencia

H_0 : Las medias de las muestras de la apariencia son iguales

H_1 Las medias de las muestras de la apariencia no son iguales

Tabla 11

Análisis de varianza para variable Apariencia

ANOVA					
Apariencia de filtrante					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13,756	2	6,878	4,355	,016
Dentro de grupos	137,400	87	1,579		
Total	151,156	89			

Nota. Elaboración Propia (2019)

2. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es mayor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que la apariencia en las tres muestras es diferente, en otras palabras, los evaluadores han calificado a las muestras diferentes con respecto a la apariencia.

Tabla 12

Prueba de tukey para la variable apariencia

Apariencia de filtrante			
HSD Tukey ^a			
Estadio	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Hojas maduras	30	6,63	
Hojas semi maduras	30	7,37	7,37
Hojas nuevas	30		7,53
Sig.		,067	,865

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000

Nota. Elaboración propia (2019)

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre los estadios de las hojas evaluados, resultando que las hojas nuevas presentan una mejor apariencia, concluyendo que es el mejor estadio.

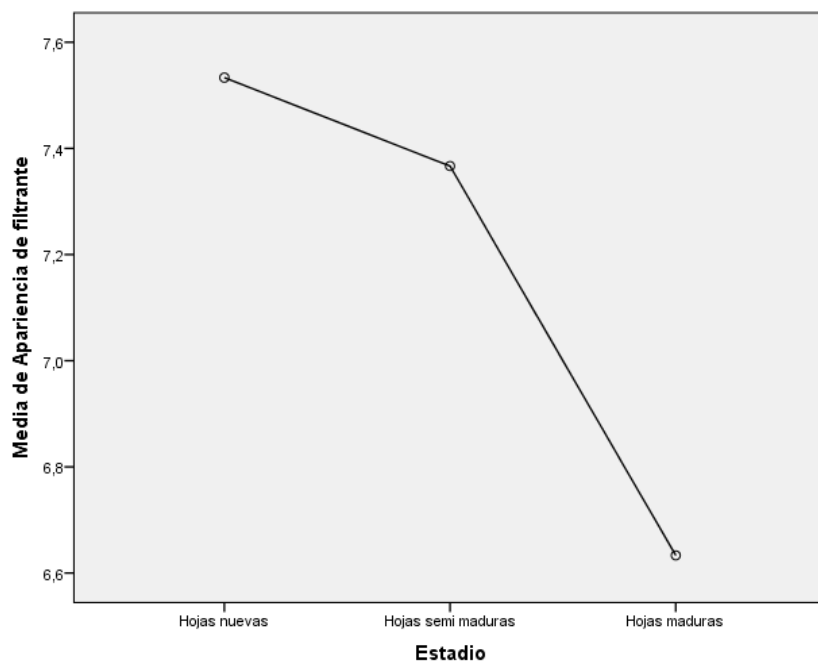


Figura 16 Comparación de medias para apariencia, elaboración propia (2019)

Luego de realizar los análisis estadísticos de la evaluación sensorial se observa que en los atributos aroma, sabor y apariencia existe una marcada diferencia significativa habiendo llegado a realizarse la prueba de tukey para concluir que el estadio 1 (hojas nuevas) presenta los valores más altos en cada uno de los atributos. Así también en la evaluación del atributo color si bien no puede existir diferencia significativa en el análisis de varianza, el estadio 1 presenta el valor de media más alto entre los treinta panelistas.

Evaluando los resultados físicos químicos y sensoriales y teniendo presente lo expuesto por Fleck (1983) quien manifiesta que el inicio de la senescencia puede considerarse como el momento en el que aparece la transición entre estado de la hoja como fuente de elaboración de productos fotosintéticos a fuente de movilización de N y otros elementos minerales. Así también el autor menciona que, en el proceso de senescencia, los nutrientes pasan de las hojas viejas a los tejidos en desarrollo y los requerimientos en C y N de las partes de la planta en el desarrollo están estrechamente vinculadas a la etapa de madurez o senescencia en que esté la hoja suministradora o "fuente". Por otro lado, el autor indica que Durante la senescencia existe un declive en proteínas, aunque la hoja no ha perdido su capacidad de síntesis. Los cambios que tienen lugar en los ribosomas con la edad no son muy conocidos.

Por lo tanto, se resuelve que el mejor estadio para la elaboración de un filtrante de hojas de almendro son las hojas nuevas.

3.3. Caracterización del mejor tratamiento

3.3.1. Análisis físico químico del estadio seleccionado

En la tabla 13 se observan la caracterización del mejor tratamiento donde se observa un valor de pH de 5.6 valor que le permitió ser la muestra de mayor aceptación; así mismo podemos resaltar su contenido de proteína 25.65 %, valor alto para un filtrante, lo que da un valor adicional al producto.

Tabla 13

Resultados de la caracterización fisicoquímica del estadio 1

Hojas molidas de <i>Terminalia catappa</i>	Valor
Humedad (%)	9.48
Proteína (%)	25.65
Grasa (%)	2.9
Fibra (%)	15.2
Ceniza (%)	8.17
Solidos solubles (%)	66
pH (%)	5.6
Azucares reductores (%)	11.9
Solidos totales (%)	90.52
Carbohidratos	53.8
Acidez (%)	0.69

Nota. Elaboración propia (2019)

3.3.2. Determinación del contenido de fenoles

En el anexo 4 se detalla el procedimiento para la determinación del contenido de fenoles en la hoja de ***Terminalia catappa***. En la tabla 14 se observa el resultado el mismo que nos indica un contenido inferior al reportado por Díaz (2016) en la hoja de ciruelo (41.78).

Tabla 14

Contenido de fenoles en hoja de Terminalia catappa estadio 1 (hoja nueva)

Fenoles totales en hojas de	Valor
<i>Terminalia catappa</i>	
mg ácido gálico/100 ml muestra	39.82

Nota. Elaboración propia (2019)

3.3.3. Determinación de la capacidad antioxidante del estadio 1 (hoja nueva)

En el anexo 5 se detalla el procedimiento para la determinación del contenido de antioxidantes en la hoja de ***Terminalia catappa***. En la tabla 15 se observa el resultado el mismo que nos indica un ligeramente inferior en comparación a la hoja de ciruelo (5.21) reportado por Díaz (2016) y la hoja de mango (4.65), tal como lo reporta Aldaz (2014).

Tabla 15

Contenido de antioxidantes en hoja de Terminalia catappa estadio 1 (hoja nueva)

Capacidad antioxidante en hojas de	Valor
<i>Terminalia catappa</i>	
μM Trolox/ml	4.42

Nota. Elaboración propia (2019)

3.3.4. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico del filtrante con hojas de *Terminalia catappa* se muestran a continuación en la tabla 16 donde se puede observar que, aunque existe presencia de microorganismo estos valores cumplen con la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA V- 01 (2008).

Tabla 16

Análisis microbiológicos del filtrante obtenido

Determinaciones	Tiempo (días)	Patrón (*)
	60	
Numeración de bacterias mesófilos	1.2×10^2 ufc/gr	$< 10^3$
Numeración de mohos y levaduras	Ausente ufc/g.	$< 10^2$
Determinación de Salmonella	Ausencia ufc/25g.	Ausencia / 25g.

(*) NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

Nota. Elaboración propia (2019)

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES

1. Se formuló, caracterizo y evaluó organolépticamente el filtrante elaborado a partir de las hojas de *Terminalia catappa*, determinándose que el estadio 1 (hojas nuevas) son las más adecuadas para su obtención.
2. Se caracterizó biométricamente las hojas de *Terminalia catappa* determinándose valores promedios para el estadio 1 (hojas nuevas): longitud de 7.156 cm, ancho de 4.847 cm, espesor de 0.06 cm y peso de 1.892 g., Así también se determinó un contenido fenoles igual a 39.82 mg de ácido gálico/100 ml de muestra y la capacidad antioxidante de 4.42 μ M Trolox/ml.
3. Las operaciones para la obtención de un filtrante a partir de hojas de *Terminalia catappa* son. Recolección, selección y clasificación, desinfección, oreado, secado, pesado, molienda, tamizado, pesado, envasado empacado y almacenado.
4. Se determinó que el mejor estadio para la elaboración de un filtrante a partir de las hojas de *Terminalia catappa* es el 1 (hojas nuevas), calificado con un valor promedio de 7,25 puntos en los atributos aroma, color, sabor y apariencia.
5. El filtrante seleccionado como mejor tratamiento se caracterizó fisicoquímicamente presentando: 9.48% de humedad, 25.65% de proteína, 53.8% de carbohidratos, 2.9% de grasa, 15.2% de fibra, 8.17% de ceniza, 11.9% de azúcares reductores,

66% sólidos solubles, 5.6 de pH, 90.52 % de sólidos totales y acidez de 0.69% expresada en ácido cítrico y microbiológicamente se evaluó su estabilidad almacenado por 60 días presenta presencia de microorganismos (Numeración de bacterias aerobias viables totales, $< 1.2 \times 10^2$ UFC/g., Numeración de hongos $< 10^2$ UFC/g., y determinación de Salmonella Ausencia ufc/25g) dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008) y calificada sensorialmente por su buena aceptación.

4.2. RECOMENDACIONES

- ✓ La *Terminalia catappa* al poseer una amplia gama de cualidades beneficiosas para la salud, se convierte en una planta que constituye un blanco importante como fuente natural para desarrollar formulaciones, las cuales disminuirán la incidencia de enfermedades que tienen implicados eventos oxidativos en su patogénesis. De esta forma se podría contar en el futuro con un candidato terapéutico de origen natural con aplicaciones valiosas en la Medicina Tradicional y cuya materia prima es abundante y de fácil acceso.
- ✓ Hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción del producto.
- ✓ Se recomienda hacer una investigación sobre el tamaño de partícula adecuado para mejorar el proceso de lixiviación durante la preparación de la infusión.

V. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Acuña, Torres, A. 2010. Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa. *Revista Politécnica* 29: 60-69.
- Aldaz, A. (2014). The antidiabetic effect of low doses of *Moringa oleifera* seeds on Streptozotocin induced diabetes and diabetic nephropathy in male rats. *BioMed Research International*. 15; 1-13 doi: 10.1155/2015/381040.
- Alonso, J. (2007). *Tratado de Fitofármacos y Nutracéuticos*. Edit. Corpus. Buenos Aires. Argentina.
- Anzaldúa, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y en la práctica*. Editorial Acribia Zaragoza. España.
- Baulies, G. y Torres, RM. (2012). Actualización en fitoterapia y plantas medicinales. *FMC*. 2012; 19(3):149-60.
- Brack, A. (1999). *Diccionario Enciclopédico de plantas útiles del Perú*. Cuzco: CBC; 1999.
- Buenaño, J. y León, G. (2016). Obtención de un alelopático para uso veterinario a partir del aceite de la semilla de almendrón (*Terminalia catappa*). Tesis de grado Universidad de Guayaquil. Guayaquil Ecuador.
- Catálogo General de Medicamentos (2008). Consejo General de Colegios de Farmacéuticos. Madrid. España.

- Chao TW, Li JH, Chi CW. (1996). Modification of Mitomycin C- induced clastogenicity by *Terminalia catappa* L. in vitro and in vivo. *Cancer Lett* 1996;105(1):113-8.
- Chen PS, Li JH, Liu TY, Lin TC. (2000). Folk medicine *Terminalia catappa* and its major tannin component, punicalagin, are effective against bleomycin-induced genotoxicity in Chinese hamster ovary cells. *Cancer Lett* 2000;152(2):115-22.
- Díaz, J. (2016) Valoración de las propiedades nutricionales del ciruelo en el departamento de Bolívar. *Revista de Ciencias. Universidad de Cartagena*. 15, p23-30. 8p.
- Evans, W.Ch. (1989). *Farmacognosia*. 13 Edición Editorial Interamericana, México. Págs. 60-61, 341-342, 347-348.
- FAO. (2017). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo*. Roma. ISBN 978-92-5-307316-0.
- Filip R, Davicino R, Anesini C. (2010). Antifungal activity of the aqueous extract of *Ilex paraguariensis* against *Malassezia furfur*. *Phytother Res*. 2010; 24(5):715-719.
- Folkard, G. y Sutherland, J. (1994). *Terminalia catappa* un árbol con enormes potencialidades. Piekford J., ed. *Water, environment and management: WEDC Conference* (18, 1992, Kathmandu Nepal). *Proceedings*. Loughborough, G.B., Loughborough University Press. p. 51-54.
- Follegatti, L.M. 2002. *Formulación y evaluación sensorial de mezclas de manzanilla común (Matricaria chamomilla L.) y hierba luisa (Cymbopogon citratus (DC.)*

Stapf.) conteniendo corteza de uña de gato (*Uncaria tomentosa* (Wild.) DC.) para uso en infusiones. Tesis Maestría Tecnología de Alimentos, UNALM, Lima – Perú.

Galicia, A. y Nolasco, D. (2006). Determinación de taninos en corteza y hojas de *Tamarindus indica* (Tamarindo), *Terminalia catappa* (Almendro), *Spondias purpurea* (Jocote). Tesis de grado. Universidad de El Salvador. San Salvador. El Salvador.

INIA. (2012). ANEXO 7 Plantas nativas utilizadas con fines medicinales. En Perú: Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Filogenéticos. Lima. 1995. [citado 01 Jul 2012]. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/genetica/informes/Informe%20Estado%20de%20los%20RF%20Per%C3%BA%201996.pdf>

John, K. F. (1989). *Terminalia catappa* L. Indian almond. SO-ITF-SM-23. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Terminaliacatappa.pdf> [Fecha de consulta: 12/febrero/2018 11:00 am].

Kuklinski, C. (2000). “Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural”. España. Editorial Omega. Pág. 16

Lin CC, Chen YL, Lin JM, Ujiie T. (1997). Evaluation of the antioxidant and hepatoprotective activity of *Terminalia catappa* L. *J Chin Med* 1997;25(2):153-61.

- Lin CC, Hsu F, Lin TC, Hsu FL, Hsu HY. (1998). Antioxidant and hepatoprotective activity of Punicalagin and punicalin on carbon tetrachloride- induced liver damage in rats. J Pharm Pharmacol 1998;50(7):789-94.
- Lin CC, Hsu YF, Lin TC. (1999). Effects of punicalagin and punicalin on carrageenan-induced inflammation in rats. Am J Chin Med 1999;27(3-4):371-6.
- Lin CC, Hsu YF, Lin TC. (2001). Antioxidant and free radical scavenging effects of the tannins of *Terminalia catappa* L. Anticancer Res 2001;21(1A):237-43.
- Manzano, A. (2011). Proyecto de factibilidad para el cultivo de momórdica charantia, achochilla, con mujeres microagricultoras de la parroquia san jacinto del búa, provincia de santo domingo de los tsáchilas y su comercialización en la ciudad de Quito. Tesis. Universidad Politécnica Salesiana. Quito. Ecuador.
- Masuda, T. (1999). Evaluation of the antioxidant activity of environmental plants; activity of the leaf extracts from seashore plants. J Agric Food Chem 1999;47(4):1749-54.
- NAPRALERT. (1998). (Base de datos de Productos Naturales). Chicago:University.
- Nolazco, D.M. 2008. Obtención de un filtrante de maíz morado (*Zea mays* L.) evaluación de pérdida de color y degradación de antocianinas en el almacenaje. Tesis Maestría Tecnología de Alimentos, UNALM, Lima, Perú.
- Olórtogui, P. (2014). Efecto de la aplicación de tres dosis de bioles en el crecimiento de almendro (*Terminalia catappa* Linn), en fase de vivero - Tingo María. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.

- OMS-UICN-WWF. (1993). Directrices sobre la conservación de plantas medicinales. Organización Mundial de la Salud (OMS). Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) and Worldlife Fund (WWF). Gland. 1993. pp 55.
- Ortíz, M.; Yon, M.J.; Ortiz, Z. (2006). Industrialización de la hoja de *Sambucus peruviana* (sauco), preparación de formas medicamentosas: bolsitas filtrantes y cápsulas. *Sciendo* 9: 1-5.
- Perry, LM. (1980). Ed. Medicinal plants of East and Southeast Asia - attributed properties and uses. Boston:Institute of technology Press,1980:80.
- Red Nacional de Jardines Botánicos. (2008). *Terminalia catappa*L.. [citado 29 Jun 2012]. Disponible en:<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1138&method=displayAAT>
- Rivera, A. (2015). Deficiencias de micronutrientes en México: un problema invisible de salud pública. *Rev Salud Pública de México*, 54(2):101-102.
- Satomi H, Umemura K, Ueno A, Atano T, Okuda T, Noro T. (1993). Carbonic anhidrase inhibitors from the pericarps of *Punica granatum* L. *Biol Pharm Bull* 1993;(16):787-90.
- SEMICOL. 2011. Almendro. [En línea]: Semicol, <http://www.semicol.co/semillas/forestalesornamentales/almendro/flypagenew.tpl.html>, documentos, 22 Jun. 2018).

- Shewfelt, A. (1993). Actividad antiinflamatoria de plantas medicinales de uso popular en Guatemala (I). Guatemala: DIGI, USAC, 1993. 61 p.
- Tanaka T, Nonaka G, Itsuo N. (1986). Isolation and characterization for new hidrolizable tannins, terflavins A and B, tergallagin and tercatatin from the leaves of *Terminalia catappa* L. Chem Pharm Bull 1986:1039-49.
- Thomson, A. y Evans B. (2006). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Terminaliacatappa.pdf>. [Fecha de consulta: 12/febrero/2011 11:00 am].
- UNAM. (2013). Almendro *Terminalia catappa* L. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana.
- Vásquez, J.G. 1987. Procesamiento de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) en bolsas filtrantes. Tesis Ing. Industrias Alimentarias, UNALM, Lima – Perú.
- WHO. (1978). The Promotion and Development of Traditional Medicine, Ed. WHO, Technical Report Series, No. 622, Ginebra. Suiza.
- Villar, A. M^a. (1999). “Farmacognosia General”. España. Editorial Síntesis. Pág.220.
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., y Elías, L. (2001). Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. CIID. Ottawa Canadá.

ANEXOS

ANEXO 1
DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS DE LAS MUESTRAS

Estadío 1: Hojas nuevas

a. **Humedad:** $\frac{94.638-93.678}{10 \text{ (muestra)}} * 100 = 9.6\%$

b. **Ceniza:** $\frac{14.685-(19.35-5 \text{ (muestra)})}{5 \text{ (muestra)}} \times \frac{100}{100-9.1(\%H)} \times 100 = 7.4\%$

c. **Porcentaje de azúcares reductores (%AR):**

% AR: $\frac{100 \times 0.05}{7.6} = 0.658$

% AR: $\frac{100 \times 0.658}{5} = 13.16 \text{ (glucosa)}$

% AR: $13.16 \times 0.90 = 11.84$

d. **Porcentaje de acidez (%A) : gasto (7.5)**

% A= $7.5 \times 0.098 \times \frac{85}{100-9.6} = 0.69$

e. **Sólidos totales:** $100- \%H^{\circ} = 100 - 9.6 = 90.4\%$

f. **Grasa:** $\frac{6.035-5.835}{5 \text{ (muestra)}} \times 100 = 4\%$

Estadío 2: Hojas Semi- Maduras

a. **Humedad:** $\frac{66.77-65.83}{10 \text{ (muestra)}} * 100 = 9.4\%$

b. **Ceniza:** $\frac{24.01-(28.665-5 \text{ (muestra)})}{5 \text{ (muestra)}} \times \frac{100}{100-9.4(\%H)} \times 100 = 7.6\%$

c. Porcentaje de azúcares reductores (%AR):

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.05}{7.78} = 0.642$$

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.642}{5} = 12.84 \text{ (glucosa)}$$

$$\% \text{ AR: } 12.84 \times 0.90 = 11.56$$

d. Porcentaje de acidez (%A) : gasto (7.5)

$$\% \text{ A} = 7.5 \times 0.098 \times \frac{85}{100-9.4} = 0.69$$

e. Sólidos totales: $100 - \%H^{\circ} = 100 - 9.4 = 90.6\%$

f. Grasa: $\frac{6.030-5.825}{5(\text{muestra})} \times 100 = 4.1\%$

Estadío 3: Hojas Maduras

a. Humedad: $\frac{64.55-63.65}{10(\text{muestra})} \times 100 = 9\%$

b. Ceniza: $\frac{32.496-(37.140-5(\text{muestra}))}{5(\text{muestra})} \times \frac{100}{100-9(\%H)} \times 100 = 7.8\%$

c. Porcentaje de azúcares reductores (%AR):

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.05}{8.17} = 0.612$$

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.612}{5} = 12.24 \text{ (glucosa)}$$

$$\% \text{ AR: } 12.24 \times 0.90 = 11.02$$

d. Porcentaje de acidez (%A) : gasto (7.5)

$$\% A = 7.5 \times 0.098 \times \frac{85}{100-9} = 0.69$$

e. Solidos totales: $100 - \%H^{\circ} = 100 - 8.8 = 91.2\%$

f. Grasa: $\frac{6.025-5.815}{5 \text{ (muestra)}} \times 100 = 4.2\%$

ANEXO 2

CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MUESTRA GANADORA (ESTADÍO 1: HOJAS NUEVAS)

GANADOR (ESTADÍO 1: HOJAS NUEVAS)

a. **Humedad:** $\frac{96.258-95.31}{10 \text{ (muestra)}} \times 100 = 9.48\%$

b. **Porcentaje de proteína (% Proteína):** gasto (3.2ml)

% Proteína: $\frac{\text{gasto} \times 0.0014 \times \text{factor de origen vegetal} \times 100}{0.1 \text{ M}}$

% Proteína: $\frac{3.2 \times 0.0014 \times 5.70 \times 100}{0.1 \text{ M}}$

% Proteína: 25.65%

c. **Grasa:** $\frac{5.129-4.984}{5 \text{ (muestra)}} \times 100 = 2.9\%$

d. **Porcentaje de Fibra (%Fibra)**

% Fibra: $\frac{P1-P2}{P \text{ muestra}} \times 100$

% Fibra: $\frac{30.496-30.192}{2g.(muestra)} \times 100$

% Fibra: 15.2%

e. **Ceniza:** $\frac{39.689-(43.580-5 \text{ (muestra)})}{15 \text{ (muestra)}} \times \frac{100}{100-9.48(\%H)} \times 100 = 8.17\%$

f. **Sólidos totales:** $100 - \%H^{\circ} = 100 - 9.48 = 90.52\%$

g. **Porcentaje de azúcares reductores (%AR):**

% AR: $\frac{100 \times 0.05}{7.6} = 0.66$

$$\% \text{ AR: } \frac{100 \times 0.66}{5} = 13.22 \text{ (glucosa)}$$

$$\% \text{ AR: } 13.22 \times 0.90 = 11.9$$

h. Carbohidratos:

$$100 - (\%H + \%Grasa + \%Ceniza + \%Fibra + \%Proteína)$$

$$100 - (9.48 + 2.9 + 8.17 + 15.2 + 25.65) = 53.8\%$$

i. Porcentaje de acidez (%A): gasto (7.4)

$$\% \text{ A} = 7.5 \times 0.098 \times \frac{85}{100 - 9.48} = 0.69$$

ANEXO 3

EVALUACION SENSORIAL

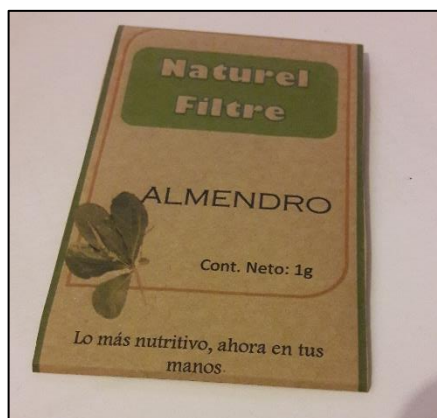
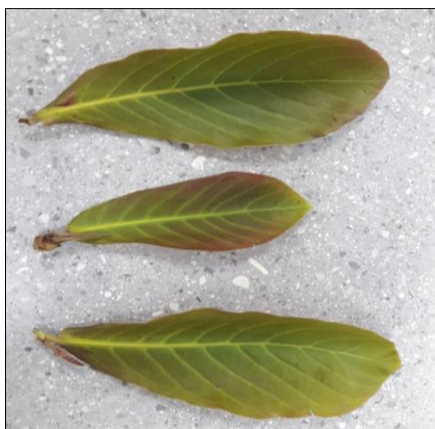


Figura 17 Evaluación Sensorial, elaboración propia (2019)




PRUEBAS DE MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN

Nombre:

Fecha:

Producto:

Instrucciones: A continuación se presenta 3 muestras de Filtrante elaborados a partir de hojas de *Terminalia catappa*, Pruebe las muestras de izquierda a derecha e Indique su nivel de agrado con respecto a la característica en cada muestra colocando el número de acuerdo a la escala que se encuentra en la parte inferior.

MUESTRA	AROMA	COLOR	SABOR	APARIENCIA
				
				
				




Descripción:

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	(9)
Me gusta mucho	(8)
Me gusta bastante	(7)
Me gusta ligeramente	(6)
Ni me gusta ni me disgusta	(5)
Me disgusta ligeramente	(4)
Me disgusta bastante	(3)
Me disgusta mucho	(2)
Me disgusta muchísimo	(1)

Comentarios y sugerencias:

Tabla 17

Leyenda: Estadios de hojas de Terminalia catappa

LEYENDA		
	1	Hojas nuevas
	2	Hojas semi maduras
	3	Hojas maduras

Nota. Elaboración propia (2019)

Tabla 18

Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial: Aroma

PANELISTAS	MUESTRAS		
	Hoja nueva	Hoja semi madura	Hoja madura
1	8	6	6
2	7	8	6
3	7	9	7
4	8	8	5
5	8	6	5
6	6	6	5
7	8	5	8
8	5	6	7
9	8	8	8
10	8	5	4
11	9	7	6
12	7	9	6
13	8	7	6
14	7	6	6
15	7	6	6
16	5	8	6
17	5	6	8
18	4	6	6
19	8	5	8
20	7	7	6
21	8	7	6
22	7	7	7
23	6	8	6
24	8	8	7
25	8	8	7
26	7	7	8
27	8	7	7
28	7	8	8
29	9	8	6
30	8	7	6
SUMA	216	209	193
Promedio	7.2	6.966666667	6.433333333

Nota. Elaboración propia (2019)

Tabla 19

Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial: Color

PANELISTAS	MUESTRAS		
	Hoja nueva	Hoja semi madura	Hoja madura
1	6	8	8
2	8	7	6
3	7	6	6
4	4	7	8
5	6	6	6
6	5	9	4
7	6	6	8
8	8	6	4
9	7	8	6
10	5	5	5
11	4	4	5
12	6	9	8
13	6	7	9
14	6	7	8
15	9	6	4
16	6	7	6
17	9	6	9
18	8	6	7
19	5	5	7
20	7	6	5
21	6	6	4
22	7	6	6
23	6	7	7
24	8	7	5
25	8	7	5
26	9	8	6
27	7	7	6
28	8	8	7
29	9	8	6
30	8	7	7
SUMA	204	202	188
Promedio	6.8	6.733333333	6.266666667

Nota. Elaboración propia (2019)

Tabla 20

Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial: Sabor

PANELISTAS	MUESTRAS		
	Hoja nueva	Hoja semi madura	Hoja madura
1	8	6	5
2	6	8	7
3	8	6	7
4	8	7	8
5	8	4	4
6	9	8	6
7	9	5	8
8	4	4	6
9	4	6	5
10	8	7	6
11	4	8	4
12	5	9	8
13	9	6	4
14	7	7	5
15	7	5	4
16	8	8	7
17	8	5	9
18	4	6	6
19	7	6	7
20	8	6	5
21	8	6	4
22	9	9	6
23	9	7	7
24	8	9	5
25	6	6	6
26	7	7	6
27	7	7	7
28	8	8	5
29	8	8	7
30	9	7	6
SUMA	218	201	180
Promedio	7.266666667	6.7	6

Nota. Elaboración propia (2019)

Tabla 21

Puntuación de los panelistas frente a la característica sensorial: Apariencia

PANELISTAS	MUESTRAS		
	Hoja nueva	Hoja semi madura	Hoja madura
1	9	9	9
2	7	9	8
3	9	8	6
4	6	7	8
5	9	8	5
6	6	7	7
7	9	8	9
8	9	8	6
9	8	8	8
10	8	6	6
11	7	5	5
12	6	9	6
13	8	6	5
14	7	6	5
15	6	6	5
16	6	8	5
17	7	6	8
18	4	6	8
19	9	8	8
20	8	8	8
21	6	8	6
22	7	8	7
23	8	9	5
24	8	6	7
25	7	7	6
26	9	8	5
27	9	6	7
28	8	7	6
29	9	8	7
30	7	8	8
SUMA	226	221	199
Promedio	7.533333333	7.366666667	6.633333333

Nota. Elaboración propia (2019)

ANEXO 4

FENOLES TOTALES EN PRODUCTO FINAL

1. Solución patrón de Ácido Gálico 0.1 mg/mL 100 mL

Pesar 0.010 g y se disuelven en 1 mL de etanol. Se afora con agua destilada a 100mL.

2. Carbonato de sodio anhidro 20 % p/v 100 ml

Pesar 20 g de carbonato de sodio anhidro y disolverlo en 80 mL de agua destilada hirviendo. Enfriar a temperatura ambiente, después de 24 horas, filtrar sobre papel y aforar a 100 mL con agua destilada.

3. Reactivo comercial de Folin-Ciocalteu

Tabla 22

Metodología empleada para la determinación de Fenoles

No. de tubo	Ác. Gálico (mg/mL)	Ác. Gálico (µL)	Agua destilada (µL)	Agua destilada (µL)	Folin Ciocalte (µL)	Na ₂ CO ₃ (µL)	Agitar y dejar reposar	Leer en espectro
Bco	0	0	200	1500	100	200	30 min	765 nm
1	0.02	40	160					
2	0.04	80	120					
3	0.06	120	80					
4	0.08	160	40					
5	1.0	200	0					

Nota. Elaboración propia (2019)

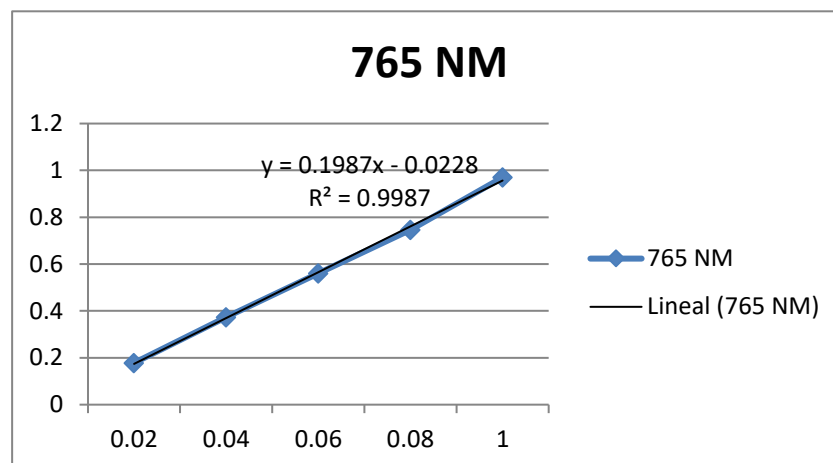


Figura 18 Curva Patrón de Fenoles, elaboración propia (2019)

Tabla 23

Resultados de la determinación de fenoles

Lecturas	Fenoles Totales En Terminalia catappa	
	765 NM	mg ácido gálico/100 ml muestra
1° Lectura	0.0589	36.734
2° Lectura	0.0693	39.915
3° Lectura	0.07123	42.813

Nota. Elaboración propia (2019)

ANEXO 5

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR ABTS

1. Stock Trolox 4 mM (1mg/mL) 100 mL

Pesar 100 mg de Trolox y aforar a 100 mL con metanol

Nota: Debe protegerse de la luz y será estable durante 6 meses a -20° C.

2. Buffer PBS 0.01M (pH 7.4) 500 mL

Pesar 4 g de NaCl, 0.10 g de KCl, 0.72 g de Na₂HPO₄ y 0.12 de KH₂PO₄

Disolver en 400 mL de agua, Ajustar el pH a 7.4 con HCl o NaOH, según sea necesario. Aforar a 500 mL con agua des ionizada.

3. Diluir el radical coloreado ABTS en buffer PBS, agregar 2 mL de ABTS concentrado a 200 mL de buffer PBS. La solución se tornará verde-azul.

4. Medir la absorbancia de aBTS diluido en buffer PBS a 734 nm. Esta debe ser de 0.7000 +/- 0.02

Tabla 24

Metodología empleada para la determinación de capacidad antioxidante por abts

No. de tubo	Concentración de Trolox μ M	Solución madre Trolox (μ L)	Metanol 80% (μ L)	Tomar (μ L)	Solución de ABTS (μ L)	Agitar y dejar reposar	Leer en espectro
1	300	37.5	462.5	100	1900	7 min	734 nm
2	240	30	470	100			
3	180	22.5	477.5	100			
4	120	15	485	100			
5	60	7.5	492.5	100			

Nota. Elaboración propia (2019)

- Preparar soluciones del antioxidante Trolox a distintas concentraciones a partir de las lecturas de cada punto de la curva se realizarán por triplicado y por cada uno se realizará un blanco, el cual solo contendrá metanol al 80%.
- También se registrará la lectura como A0 (blanco o señal no inhibida).

3. Las muestras se someterán al mismo proceso que la curva, esto a partir de los extractos obtenidos.

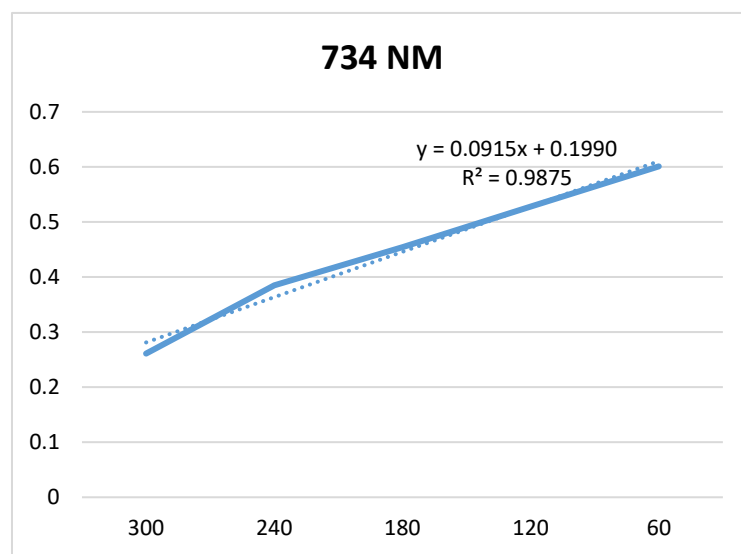


Figura 19 Curva Patrón De Capacidad Antioxidante, elaboración propia (2019)

Tabla 25

Resultados de la Determinación de Capacidad Antioxidante por Abts.

Lecturas	Capacidad Antioxidante en <i>Terminalia catappa</i>	
	734 NM (ABSORB.)	μM Trolox/ml
1° Lectura	0.156	4.136
2° Lectura	0.184	4.412
3° Lectura	0.198	4.714

Nota. Elaboración propia (2019)



Figura 20 Procedimiento para la determinación de Capacidad Antioxidante, elaboración propia (2019)

ANEXO 6
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO A LOS FILTRANTES DE HOJA DE *Terminalia*
catappa



Figura 21 Muestras para análisis microbiológico, elaboración propia (2019)



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CORPORACION BAZAN & HERNANDEZ S.A.C.
RUC-20602269117

ANÁLISIS N°016-2018-LLGRB

SOLICITANTE : MANESSA LUCIANA CHAVESTA AYASTA
MAYRA ESTEFANI CARRIÓN FARROJAN

DIRECCIÓN : CHICLAYO

MUESTRA : E1 (Hoja nueva)

N° DE LOTE : ---

TIPO DE MUESTRA : FILTRANTES DE HOJAS DE ALMENDRO

CANTIDAD : 8 Bolsas de 1.1 g.

FECHA DE RECEPCIÓN : 02/10/18

Pruebas	Resultados	Conclusiones
Numeración de bacterias mesófilas	1.2 x 10 ² ufc/g	Conforme
Numeración de mohos y levaduras	Ausente ufc/g	Conforme
Determinación de Salmonella	Ausente ufc/25g	Conforme

CONCLUSIÓN

- Resultados evaluados bajo el Reglamento de vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas (D.S. 007-98-SA) y R.M. 591-2008/MINSA. Que permiten indicar que el producto: Filtrante de hojas de almendra (Tortuoso, cotoso) presenta aceptable calidad microbiológica, no presenta microorganismos, ni contaminantes, ni patógenos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS).


ANALISTA
(RUC 140)