



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES

RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TANINOS
EXTRAÍDO DE LA VAINA DE LA TARA (*CAESALPINIA
SPINOSA*) PROVENIENTE DEL BARRIO EL PORTETE,
CANTÓN GONZANAMÁ DE LA PROVINCIA DE LOJA**

Tesis de Grado Previa a
la Obtención del Título
de Ingeniera Agrícola

Yazmin Isabel Camacho Gahona

AUTORA

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval Ph.D

DIRECTOR

LOJA - ECUADOR

2021

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval Ph.D.

**DOCENTE DE LA FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**

CERTIFICA:

En calidad de director de la tesis titulada "DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TANINOS EXTRAÍDO DE LA VAINA DE LA TARA (*CAESALPINIA SPINOSA*) PROVENIENTE DEL BARRIO EL PORTETE, CANTÓN GONZANAMÁ DE LA PROVINCIA DE LOJA", de la autoría de la señorita egresada de la carrera de Ingeniería Agrícola, Yasmín Isabel Camacho Gahona, informo que la tesis ha sido desarrollada de acuerdo a la planificación y cronograma establecido.

Loja, 11 de septiembre de 2020



Escaneo electrónico por:
WILSON ROLANDO
CHALCO SANDOVAL

.....
Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval Ph.D

DIRECTOR DE TESIS


CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Loja, 18 de febrero de 2021

Ing. Pedro Guaya Pauta, Mg.Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS

En calidad de presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada: **DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TANINOS EXTRAÍDO DE LA VAINA DE LA TARA (*Caesalpinia spinosa*) PROVENIENTE DEL BARRIO EL PORTETE, CANTÓN GONZANAMÁ DE LA PROVINCIA DE LOJA**, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Agrícola **Yazmin Isabel Camacho Gahona**, con cédula de identidad 1900630516, se informa que la misma ha sido revisada e incorporadas todas las observaciones realizadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación. Por lo tanto, autorizo la versión final de la tesis y la entrega oficial para la sustentación pública.

Atentamente,


 Firmado electrónicamente por:
**PEDRO MANUEL
MESIAS GUAYA
PAUTA**

Mg.Sc. Pedro Manuel Guaya Pauta

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

 Firmado electrónicamente por:
**LUIS FLORESMILO
SIVISACA
CARAGUAY**

Mg.Sc. Luis Sivisaca Caraguay

VOCAL DEL TRIBUNAL

 Firmado electrónicamente por:
**NOHEMI DEL
CARMEN JUMBO
BENITEZ**

Mg.Sc. Nohemi Jumbo Benitez

VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTORIA

Yo, **Yazmin Isabel Camacho Gahona** declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autora: Yazmin Isabel Camacho Gahona

Firma:  FIRMADO DIGITALMENTE POR
YAZMIN ISABEL
CAMACHO GAHONA
Fecha: 2021.02.22
18:50:59 -05'00'

Cédula: 1900630516

Fecha: Loja, 23 de febrero de 2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **Yazmin Isabel Camacho Gahona**, declaro ser autora de la tesis titulada **“DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TANINOS EXTRAÍDO DE LA VAINA DE LA TARA (*CAESALPINIA SPINOSA*) PROVENIENTE DEL BARRIO EL PORTETE, CANTÓN GONZANAMÁ DE LA PROVINCIA DE LOJA”**, como requisito para optar al grado de INGENIERA AGRÍCOLA, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintitrés días del mes de febrero de dos mil veintiuno, firma el autor.

YAZMIN ISABEL
CAMACHO
GAHONA

Firmado digitalmente
por YAZMIN ISABEL
CAMACHO GAHONA
Fecha: 2021.02.22
19:07:40 -05'00'

Firma:

Autor: Yazmin Isabel Camacho Gahona

Número de cédula: 1900630516

Dirección: Zumbi – Centinela del Cóndor Correo electrónico: yicamachog@unl.edu.ec

Celular: 0981788597

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Wilson Chalco Sandoval Ph.D

Tribunal de Grado:	Mg Sc. Pedro Guaya Pauta	Presidente
	Mg. Sc. Nohemi Jumbo Benitez	Vocal
	Mg. Sc. Luis Sivisaca Caraguay	Vocal

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud, sabiduría y fortaleza para alcanzar una de las metas propuestas en mi vida.

A mi madre, hermanos y familiares, quienes me brindaron su apoyo, confianza y cariño de una manera incondicional durante mi etapa de educación académica.

A la Universidad Nacional de Loja, en especial a la carrera de Ingeniería Agrícola, a toda la planta docente y Administrativa, por haberme brindado sus conocimientos durante mi formación profesional.

A mi director de tesis Ing. Wilson Chalco, por brindarme su confianza y la posibilidad de realizar esta investigación bajo su dirección, por su apoyo, tiempo y colaboración en cada fase de este proyecto. A la Ingeniera Beatriz por brindarme sus conocimientos en la ejecución de la fase de laboratorio.

Yazmin Isabel

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir esta meta propuesta de una manera exitosa.

A mi madre, Bertha Gahona por ser un pilar fundamental en mi vida, siempre ha estado a mi lado brindándome palabras de aliento cuando más las he necesitado, por ser un ejemplo de superación, lucha, perseverancia, honradez y amor.

A mis angelitos, mi padre Vicente Camacho y mi abuelita María qué, aunque no se encuentren físicamente, sé que siempre me guían y cuidan en cada paso que doy para que todo salga bien, y sé que se sienten orgullosos de mí.

A mis hermanos Alex, Ricardo, Estalín, Edison, Lisseth, Carlos, Jhulissa, y a mis sobrinos, por siempre estar a mi lado, conté siempre con su apoyo, cariño, consejos, paciencia y amor infinito.

A todas las personas especiales, por compartir su cariño y bondad, porque han sido una parte fundamental en mi vida.

Yazmin Isabel

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	II
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	III
AUTORIA.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA.....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
TITULO DE LA TESIS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Leguminosas	3
2.1.1. Tipos de leguminosas.....	3
2.1.1.1. <i>Grano</i>	3
2.1.1.2. <i>Oleaginosas</i>	3
2.1.2. Beneficios de las leguminosas.	3
2.2. Tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>)	4
2.2.1. Distribución de la tara.	5
2.2.1.1. <i>Distribución mundial de la tara</i>	6
2.2.1.2. <i>Distribución de la tara en Ecuador</i>	6
2.2.1.3. <i>Distribución de la tara en la provincia de Loja</i>	6

2.2.2.	Clasificación taxonómica.....	6
2.2.3.	Características botánicas.....	7
2.2.3.1.	<i>Árbol</i>	7
2.2.3.2.	<i>Fruto</i>	8
2.2.3.3.	<i>Semillas</i>	9
2.2.4.	Composición del fruto de la tara.....	9
2.3.	Taninos.....	10
2.3.1.	Clasificación según la estructura química de los taninos.....	10
2.3.1.1.	<i>Taninos hidrolizables</i>	10
2.3.1.2.	<i>Taninos condensados</i>	11
2.3.2.	Propiedades químicas.....	12
2.3.3.	Extracción de taninos.....	13
2.3.3.1.	<i>Métodos de extracción de taninos</i>	13
2.3.4.	Métodos de cuantificación de taninos.....	14
2.3.4.1.	<i>Método de polvo de piel</i>	14
2.3.4.2.	<i>Método de Folin</i>	14
2.3.4.3.	<i>Método de Lowenthal</i>	14
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1.	Ubicación de la investigación.....	16
3.2.	Materiales.....	16
3.2.1.	Equipos, materiales y reactivos.....	16
3.2.2.	Reactivos de laboratorio.....	17
3.2.3.	Equipos y materiales de oficina.....	17
3.3.	Metodología.....	17
3.3.1.	Metodología para el primer objetivo.....	17
3.3.1.1.	<i>Recolección de los frutos de tara</i>	17
3.3.1.2.	<i>Proceso de preparación de las muestras de tara</i>	17

3.3.1.3.	<i>Elaboración de extractos acuosos a partir de la harina de tara.</i>	18
3.3.1.4.	<i>Análisis organoléptico y físico – químico de los extractos de tara.</i>	18
3.3.2.	Metodología para el segundo objetivo.	19
3.3.2.1.	<i>Preparación de soluciones con diferentes concentraciones</i>	19
3.3.2.2.	<i>Valoración del extracto de tara</i>	20
3.3.2.3.	<i>Cuantificación de taninos mediante el método volumétrico.</i>	21
3.3.3.	Metodología para el tercer objetivo	21
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1.	Evaluar dos métodos de extracción de taninos.	22
4.1.1.	Recolección de los frutos de tara.	22
4.1.2.	Proceso de preparación de las muestras de tara.	22
4.1.3.	Elaboración de extractos acuosos a partir de la harina de tara.....	23
4.1.3.1.	<i>Evaluación del color y olor del extracto de tara.</i>	23
4.1.4.	Determinación del pH y densidad de los extractos de tara.	25
4.2.	Determinar el contenido de taninos de los extractos obtenidos mediante la aplicación del método volumétrico.....	26
4.2.1.	Valoración del extracto de tara	26
4.2.2.	Cuantificación de taninos mediante el método volumétrico.....	27
4.3.	Elaborar un manual sobre la extracción y determinación del contenido de taninos de tara.	27
5.	CONCLUSIONES	28
6.	RECOMENDACIONES	29
7.	BIBLIOGRAFÍA	30
8.	ANEXOS	34
8.1.	Anexo 1	34
8.2.	Anexo 2	35
8.3.	Anexo 3	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la tara.....	7
Tabla 2. Composición química en los frutos (vainas y semillas)	10
Tabla 3. Resultados de la evaluación del color y olor de los extractos acuosos.	24
Tabla 4. Resultados de determinación de pH de los extractos acuosos.....	25
Tabla 5. Resultados de la densidad de los extractos acuosos.	25
Tabla 6. Gasto neto de KMnO_4 de los extractos de tara.....	26
Tabla 7. Resultados de cuantificación de contenido de taninos por el método volumétrico.....	27
Tabla 8. Cantidad de gramos de taninos presentes en la concentración de la solución...	34
Tabla 9. Cálculo de contenido de taninos.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Planta de <i>Caesalpinia spinosa</i>	5
Figura 2: Árbol de tara.....	8
Figura 3: Fruto de la tara.	8
Figura 4: Semilla de tara.....	9
Figura 5: Taninos hidrolizables	11
Figura 6: Ejemplos de taninos condensados.....	12
Figura 7: Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	16
Figura 8: Frutos de tara recolectadas	22
Figura 9: Harina de vaina de tara.....	23
Figura 10: Extracto acuoso de tara (A), por maceración (B), por calentamiento.....	23
Figura 11: Tabla de Munsell.....	24
Figura 12: Cambio de coloración en la valoración del extracto de tara	26

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TANINOS EXTRAÍDO DE LA
VAINA DE LA TARA (*CAESALPINIA SPINOSA*) PROVENIENTE DEL
BARRIO EL PORTETE, CANTÓN GONZANAMÁ DE LA PROVINCIA DE
LOJA.**

RESUMEN

La tara (*Caesalpinia spinosa*) es una especie forestal originaria de Sudamérica, la cual presenta una gran potencialidad en la industria mundial en el campo de agroexportación y agroindustria, por el uso de sus derivados como taninos, mismo que tiene una demanda insatisfecha en el mercado al ser utilizado en industrias de curtiembre y alimentación; el trabajo de investigación se desarrolló en los meses de septiembre del 2019 a marzo del 2020 y tuvo como finalidad determinar la cantidad de taninos presentes en los frutos recolectados en el barrio El Portete, para ello se elaboró extractos acuosos por maceración y calentamiento, a los cuales se realizó los análisis organoléptico (color y olor) y físico – químico (pH y densidad), y, la cuantificación de taninos a cada extracto, considerando dos concentraciones de solución de permanganato de potasio (0,025 y 0,1 N).

Los resultados muestran que las características organolépticas y físico – químicas de los extractos obtenidos por calentamiento y maceración no presentaron diferencias significativas entre ellas, excepto el pH que oscila entre moderadamente (3,7) y ligeramente ácido (4,3); en cuanto a la cuantificación de taninos se observa similitud entre los valores obtenidos con los dos métodos de extracción, sin embargo, existió diferencias entre los valores alcanzados con las dos concentraciones de permanganato de potasio, obteniendo los mejores rendimientos (52,50 %) a la concentración de KMnO_4 al 0,1 N.

Finalmente, se elaboró un manual explicativo sobre la metodología aplicada y los resultados obtenidos, con el fin de transferir la información a los productores e instituciones relacionadas con la producción y comercialización de esta especie y sus derivados.

ABSTRACT

The tara (*Caesalpinia spinosa*) is a forest species native to South America, which presents a great potential in the world industry in the field of agro-export and agribusiness, for the use of its derivatives as tannins, which has an unmet demand in the market to be used in tanning and food industries; the research work was developed in the months of September 2019 to March 2020 and had the purpose of determining the amount of tannins present in the fruits collected in El Portete neighborhood, for this purpose, aqueous extracts were elaborated by maceration and heating, to which were made organoleptic (color and smell) and physical-chemical (pH and density) analyses, and, the quantification of tannins to each extract, considering two concentrations of potassium permanganate solution (0.025 and 0.1 N).

The results show that the organoleptic and physicochemical characteristics of the extracts obtained by heating and maceration did not present significant differences between them, except for the pH that ranges from moderately (3,7) to slightly acid (4,3); as regards the quantification of tannins, there is a similarity between the values obtained with the two extraction methods; however, there were differences between the values reached with the two concentrations of potassium permanganate, obtaining the best yields (52,50%) at the concentration of KMnO_4 at 0,1 N.

Finally, it was elaborated an explanatory manual about the applied methodology and the obtained results, in order to transfer the information to the producers and institutions related to the production and commercialization of this species and its derivatives.

1. INTRODUCCIÓN

La tara conocida también como guarango en Ecuador pertenece a la familia de las leguminosas, es una especie originaria de Sudamérica y se encuentra presente en diversas zonas áridas de Ecuador, Perú, Venezuela, Colombia, Bolivia hasta el norte de Chile; cultivada principalmente en terrenos situados entre los 1.000 y 2.900 m.s.n.m. de altitud. La tara presenta un gran potencial en la agroexportación y agroindustria debido a la diversidad de aplicaciones en varios campos de la industria mundial, los subproductos con mayor demanda son los taninos y gomas. Perú es considerado el primer productor - exportador de productos y subproductos de tara, abasteciendo en un 20% la demanda mundial que asciende a 100 mil toneladas aproximadamente; obteniendo una demanda insatisfecha del 80% (80 mil toneladas).

Debido al desconocimiento de las propiedades y potencialidades de la tara, a nivel nacional y en la provincia de Loja se realiza la comercialización como materia prima, siendo la organización ASOAGROPISA (Asociación de Producción Agropecuaria Pisaca) encargada de acopiar la tara a productores y recolectores para su posterior exportación a empresas de Perú.

En base a lo antes mencionado, se presenta una oportunidad para darle un valor agregado a la tara mediante la elaboración de productos y subproductos, de modo que sean exportados a otros países que tienen gran demanda. Por lo tanto, mediante la investigación se propone potenciar el mejoramiento y aprovechamiento de este cultivo, a través de la extracción y determinación de taninos de buena calidad provenientes de la tara.

Para lograr el propósito antes mencionado, se ha planteado el estudio de dos métodos de extracción de taninos, los cuáles según bibliografía son de los más utilizados para este fin; así mismo, se realiza la cuantificación de taninos para determinar el contenido de este en las vainas de tara.

Los resultados de la presente investigación servirán como referencia para la posible instalación y ejecución de una planta procesadora de productos y subproductos de tara, entre ellos los taninos producto que tiene gran demanda en mercados nacionales e internacionales brindando así un valor agregado, permitiendo mejorar los precios que actualmente se pagan a los productores de este cultivo, con lo cual, se incrementa los

ingresos económicos y por ende la calidad de vida de los mismos; del mismo modo, debido a su buena adaptabilidad en condiciones edáficas, el cultivo de plantas de tara ayuda a evitar problemas de desertificación, reforestación y fertilización del suelo fijando nitrógeno del aire a través de las bacterias presentes en sus raíces.

Para llevar a cabo la presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Contribuir a mejorar el aprovechamiento de la tara que se produce en el barrio El Portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja.

Objetivos específicos

Evaluar dos métodos de extracción de taninos.

Determinar el contenido de taninos de los extractos obtenidos mediante la aplicación del método volumétrico.

Elaboración de un manual sobre la extracción y determinación del contenido de taninos de tara.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Leguminosas

Las leguminosas son plantas que pertenecen a la Familia Fabaceae, que se distingue por producir frutos tipo vainas que contienen semillas en su interior, representan una extensa familia de plantas, incluyendo más de 600 géneros y 13.000 especies; figuran entre los primeros productos alimenticios que fueron cultivados por el hombre (Araneda, 2018).

Las leguminosas son de gran importancia para la alimentación mundial y la regeneración del suelo; estas plantas tienen un gran porcentaje de proteína, son un alimento accesible y de bajo costo que puede sustituir a la carne. Alrededor del mundo existen miles de especies y variedades de leguminosas que se adaptan a distintos climas y regiones, juegan un papel importante en la agricultura para fijar nutrientes en el suelo (Reynoso, 2019).

2.1.1. Tipos de leguminosas.

Desde el punto de vista nutricional existen dos tipos de leguminosas:

2.1.1.1. *Grano.*

Los granos tienen una gran cantidad de hidratos de carbono, proteínas (bajo valor biológico), minerales (fósforo, hierro y calcio) y vitaminas del complejo B; algunas de estas leguminosas son: garbanzos, lentejas, judías y habas. Este tipo de leguminosas en su mayoría están formadas por almidón, sin embargo, también contienen algunos azúcares que son los responsables de la flatulencia y la falta de digestibilidad de estos alimentos (Araneda, 2018).

2.1.1.2. *Oleaginosas.*

Las oleaginosas tienen una gran cantidad de proteínas con un alto valor biológico, cuentan con pocos hidratos de carbono y son fuente importante de lípidos, entre los cuales están la soja y maní (Araneda, 2018).

2.1.2. Beneficios de las leguminosas.

Según Reynoso (2019) los beneficios que presentan las leguminosas son las siguientes:

- Son el principal grupo de plantas que son capaces de fijar nitrógeno del aire en las raíces y transferirlo al suelo.
- En la agricultura regenerativa, las leguminosas son una base importante para manejar los nutrientes en el suelo con rotaciones y asociaciones de cultivo.
- En el proceso de polinización sus flores atraen a abejas e insectos benéficos, creando mayor biodiversidad en los cultivos.
- Las leguminosas son una fuente básica de nutrientes para la alimentación de gran parte de la población.

2.2. Tara (*Caesalpinia spinosa*)

La tara, taya o guarango es una especie originaria de Sudamérica, que pertenece a la familia de las leguminosas y ha sido utilizada desde la época prehispánica como planta medicinal. Los principales productos de la tara son los taninos que son utilizados en la industria del cuero y la goma que se utiliza en la industria de alimentos generalmente como espesante (Vargas, 2015).

El árbol de tara es un arbusto siempre verde con espinas en el tallo y ramas, aproximadamente de 2 a 3 metros de altura, con un máximo de 8 metros; su tronco es redondo, espinoso y en ocasiones torcido; sus hojas son verde oscuras, lisas y laxamente espinosas y de hasta 10 cm de largo (ver figura 1). Cada planta rinde como promedio entre 20 a 40 kg de vaina cosechada, su promedio de vida es de cien años y su área foliar es de 10 metros cuadrados (Ali, 2012).



Figura 1: Planta de Caesalpinia spinosa.

Fuente: Larrea (2010)

La tara es considerada como una especie rústica, debido a que es resistente a sequías, plagas y enfermedades; crece en sitios áridos y semiáridos, se adapta a suelos con baja fertilidad natural, dependiendo de su posición geomorfológica y fisiográfica no existen variabilidades considerables en cantidad de macronutrientes con concentraciones muy bajas en nitrógeno, moderadas en fósforo y bajas a moderadas en potasio (Rivero, 2009).

2.2.1. Distribución de la tara.

Es una especie forestal renovable de hábitat xerofítica que se adapta en condiciones de temperaturas de 5 a 30°C; en cuanto a la calidad de los suelos, ésta no es exigente ya que puede adaptarse a diferentes clases texturales, pedregosidad y de topografía accidentada; además, requiere de poca agua, siendo resistente a las sequías prolongadas (Mendoza y García, 2011).

Por otro lado, las plantas de tara pueden aclimatarse e incrementar su tolerancia en respuesta a estímulos ambientales, a mayor temperatura se pierde la calidad y la cantidad de la producción por los daños directos que afectan a las proteínas, estructura y función de la membrana, produciendo desequilibrios metabólicos (Mendoza y García, 2011).

2.2.1.1. Distribución mundial de la tara.

Esta especie se encuentra predominantemente en regiones estacionales secas de Bolivia, Perú y norte de Chile, tanto en la vertiente occidental de los Andes como en los valles interandinos; también se encuentra en Venezuela, Colombia, Ecuador, en las Antillas y en Cuba, donde es ampliamente cultivada (Ali, 2012).

El Perú posee el 80% de la producción mundial y exporta en su mayoría tara en polvo (taninos) y goma; sin embargo, sólo se llega a exportar unas 5 mil toneladas, y la demanda mundial es del orden de las 100 mil toneladas, siendo los principales mercados EEUU, Alemania, Suiza, España e Italia (Lozano, 2018 y MINAGRI, 2015).

2.2.1.2. Distribución de la tara en Ecuador.

Está localizada en el callejón Interandino del Ecuador, en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Loja; con mayor densidad poblacional en la provincia de Imbabura. La tara se distribuye en lugares semiáridos donde la precipitación anual promedio es de 300 a 800 mm., es utilizada como árbol ornamental y de sombra para animales dentro de los cultivos de secano (Cañadas, 2010).

La tara en Ecuador se desarrolla en altitudes que varían desde 1.500 hasta los 2.800 m.s.n.m. sin embargo presenta una mayor adaptabilidad cuando está entre 1.800 y 2.500 m.s.n.m. (Mancero, 2008).

2.2.1.3. Distribución de la tara en la provincia de Loja.

La tara está distribuida en los cantones de Saraguro, Loja, Amaluza, Quilanga, Cariamanga, Gonzanamá, Catamayo, Catacocha, Olmedo, Chaguarpamba, Sozoranga, Celica y Pindal, en el rango altitudinal que oscila entre 1.500 a 2.500 m.s.n.m.; su presencia se debe a las condiciones climáticas y de altura, independientemente de la calidad de suelo donde está creciendo (Ordóñez, 2011).

2.2.2. Clasificación taxonómica.

Según Martínez (2004) la clasificación taxonómica de la tara es:

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la tara

Clasificación taxonómica	
División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Arquiclamídeas
Orden	Rosales
Familia	Leguminosaceae
Subfamilia	Caesalpinoideae
Género	<i>Caesalpinia</i>
Nombre vulgar	Tara, talla, taya, vainillo, guarango, campeche
Nombre científico	<i>Caesalpineia tinctoria</i> (antigua) <i>Caesalpineia spinosa</i> (moderna)

Fuente: Martínez (2004)

2.2.3. Características botánicas.

A continuación, se describe las características botánicas del árbol, fruto (vaina) y semilla de la tara.

2.2.3.1. Árbol.

Es un árbol pequeño de 2 a 3 metros de altura aproximadamente, llega a medir hasta 12 m en su etapa adulta; de fuste corto, cilíndrico y a veces tortuoso, su tronco está provisto de una corteza gris espinosa; en muchos casos las ramas se inician desde la base dando la impresión de varios tallos; su copa es irregular, con hojas ovoides y brillantes, ligeramente espinosas y miden 15 cm de largo; y sus flores se colocan en racimos de 8 a 15 cm presentando un color rojizo, cuya descripción se presenta en la figura 2 (Martínez, 2004).



Figura 2: Árbol de tara.

Fuente: El autor

2.2.3.2. Fruto.

Son vainas con finas vellosidades, llenas y duras de color naranja de 8 a 10 cm de largo y 2 cm de ancho aproximadamente (ver figura 3), su vaina contiene entre 4 y 7 granos de semillas de un diámetro entre 0,6 a 0,7 cm; en la madurez posee entre 5 a 8 semillas redondas de un color pardo negruzco (Ali, 2012 y Martínez, 2004).



Figura 3: Fruto de la tara.

Fuente: Silvateam (2015)

2.2.3.3. *Semillas.*

Son arriñonadas, posee una sutura que divide los cotiledones y el embrión en la concavidad de esta; en etapa madura son duras, de color verde oscuro, brillantes por encontrarse cubiertas por una capa de cera (ver figura 4), cuando están verdes presentan un mesocarpio comestible de consistencia aceitosa, blanda y transparente con un contenido de 30 a 40 % de proteínas (Martínez, 2004).



Figura 4: Semilla de tara.

Fuente: El Autor

Las semillas de este arbusto producen derivados que llegan a tener altos costos en el mercado internacional, como el polvo de tara que puede superar los 820 USD/t en Puerto peruano y se triplica en Europa, mientras que la goma que se obtiene de la pulpa de la tara, tiene un precio nacional de embarque de 6.600 USD/t y en el exterior puede sobrepasar los 10.000 USD/t (Lozano, 2018).

2.2.4. **Composición del fruto de la tara.**

Se caracteriza por estar diferenciada en tres partes como son: la semilla que corresponde de 30 a 40 %, la vaina molida entre 40 a 50 % y el resto de las fibras que están entre los 15 y 25 % en peso del fruto (De la Cruz, 2004).

Los análisis físicos, biológicos y químicos del fruto o vaina de la tara alcanzan los estándares internacionales propuestos, siendo aceptado en el mercado internacional como materia prima industrial. La cáscara representa el 65% del peso de los frutos y posee la mayor concentración de taninos (de 40 a 60%); a través de una molienda se transforman en harina, a partir del cual se puede obtener los ácidos tánicos. La composición química

de la tara tiene un contenido de taninos del 62% solamente en la cáscara, en otra parte del fruto no existe contenido de este compuesto, en la semilla contiene gomas e hidrocoloides (Lazo, Pérez, y Chuquiruna, 2007).

De la Cruz (2004) en su investigación de aprovechamiento integral y racional de la tara, reporta la siguiente composición química:

Tabla 2

Composición química en los frutos (vainas y semillas)

Componentes	Vainas	Semillas
Humedad	11,70 %	12,01 %
Proteínas	7,17 %	19,62 %
Cenizas	6,24 %	3,00 %
Fibra bruta	5,30 %	4,00 %
Extracto etéreo	2,01 %	5,20 %
Carbohidratos	67,58 %	56,17 %

Fuente: De la Cruz (2004).

2.3. Taninos

Son polímeros fenólicos complejos sintetizados por las plantas principalmente herbáceas y leñosas, contienen grupos hidroxifenólicos y alifáticos; y, en ciertos casos pueden contener grupos carboxílicos (Cortez, 2012). Desempeñan una función bastante heterogénea, algunas veces como formadores de diversas sustancias (aceites esenciales, resinas, lignina, etc.), protectores (propiedades fungicidas y bacteriostáticas, moderador de las oxidaciones y anti fermentos) y sustancias de reserva (Rodríguez, 2005).

2.3.1. Clasificación según la estructura química de los taninos.

La clasificación actualmente empleada es la que estableció Freudenberg, la misma que se fundamenta en el tipo de estructura base del tanino; se agrupan en dos grandes grupos: taninos hidrolizables y condensados (Cortez, 2012).

2.3.1.1. Taninos hidrolizables.

Son compuestos también llamados pirogálicos, han tenido un gran avance en química y bioquímica; en la actualidad se tiene aproximadamente 750 taninos hidrolizables (Isaza, 2007). Otra de las definiciones es que son moléculas polifenólicas de naturaleza no polimérica, pueden ser hidrolizados por ácidos o enzimas, resultando en un azúcar y un ácido carboxílico fenólico; este tipo de taninos procedentes de la tara es fácilmente hidrolizable por la acción de la enzima tanasa (Aguilar et al., 2012 y Cortez, 2012).

Los taninos hidrolizados se caracterizan porque el núcleo bencénico se encuentra unido al segundo compuesto por intermedio de átomos de oxígeno, pueden clasificarse en dos grupos: extractos gálicos y extractos elágicos, cuya estructura química se presenta en la figura 5 (Cortez, 2012).

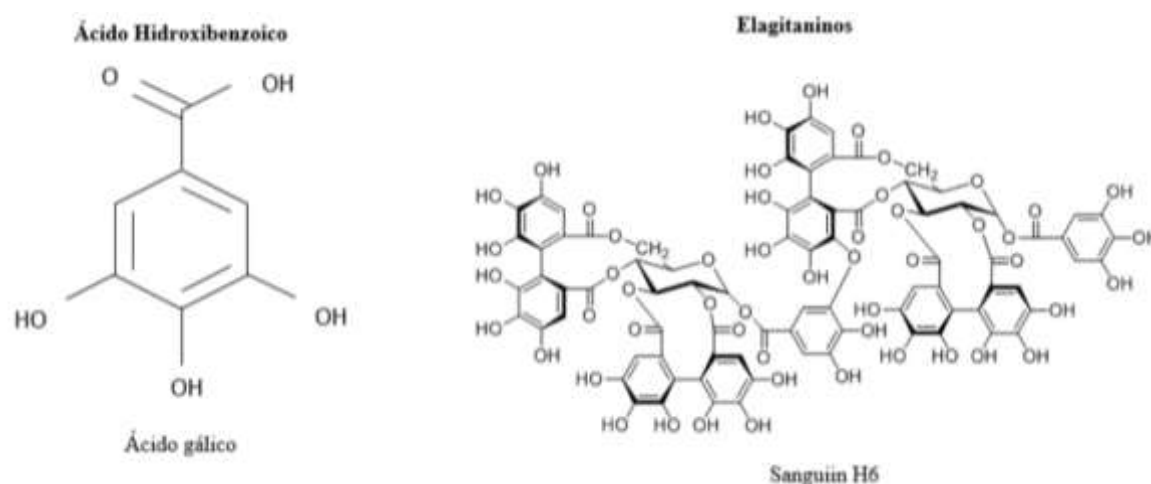


Figura 5: Taninos hidrolizables
Fuente: Cortez (2012)

2.3.1.2. Taninos condensados.

Son los más comunes y están difundidos en cultivos como leguminosas, árboles y arbustos; estos experimentan una importante evolución en su concentración como en su composición durante el lapso de maduración de las bayas, proceso altamente dependiente de la variedad de fruto, condiciones edafoclimáticas y manejos agronómicos (Lara y Londoño, 2008 y Peña, 2006); a continuación, se presenta en la figura 6 se presenta la estructura química de los taninos condensados:

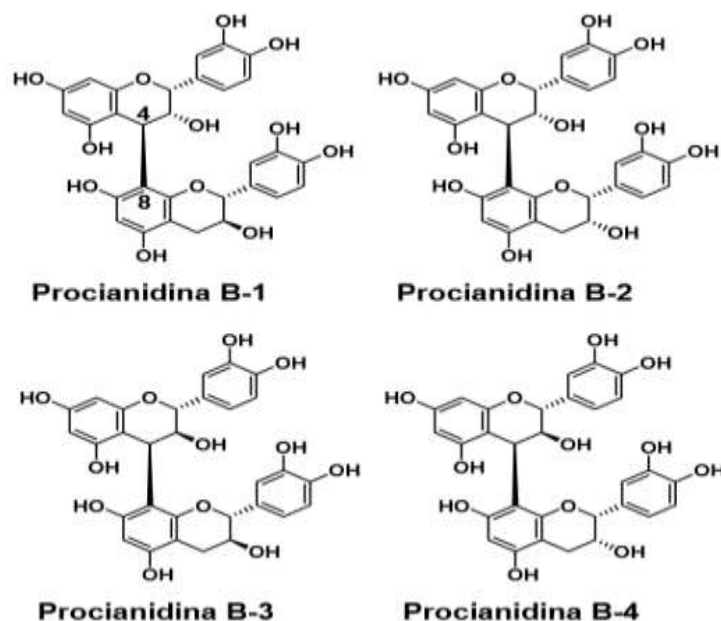


Figura 6: Ejemplos de taninos condensados

Fuente: Isaza (2007)

2.3.2. Propiedades químicas.

Los taninos no son idénticos en todos los vegetales; difieren en cuanto a su composición y a sus propiedades químicas especiales según el género botánico donde se encuentren, su principal función química está representada por el oxhidrilo o hidroxilo (OH) unido a un núcleo bencénico y poseen un carácter ácido débil. Los taninos están constituidos por grandes moléculas cuyas soluciones acuosas son coloidales, con tendencia a enturbiarse (flocular) y dar precipitados (Castro, Yépez, y Pastor, 2013).

La determinación de la estructura de los taninos se basa en las posibilidades de degradación química y en el estudio de los productos obtenidos, mediante técnicas espectroscópicas, entre las reacciones de degradación están la hidrólisis puesto que los taninos son compuestos fácilmente hidrolizables, debido a su estructura de ésteres (Ali, 2012).

Mediante calentamiento a reflujo en medio ácido o básico se produce la ruptura completa de los enlaces éster, con liberación del poliol y de los ácidos gálico, elágico u otros; teniendo en cuenta que las condiciones y el tiempo necesarios para la hidrólisis van a depender considerablemente de los ácidos fenólicos constituyentes (Ali, 2012).

2.3.3. Extracción de taninos.

El aprovechamiento se hace a partir de árboles en pie o talados dependiendo de la parte de la planta utilizada, hay diferentes formas de preparación de la materia prima. Para el caso de frutos se somete a una molienda para reducir a partículas pequeñas y de tamaño uniforme (Guerrero, 2011).

2.3.3.1. Métodos de extracción de taninos.

Existe un gran número de métodos de extracción de taninos, entre ellos los más utilizados son: extracción por maceración, extracción por calentamiento, extracción hidroalcohólica 30% por maceración y extracción hidroalcohólica 50% por agitación.

2.3.3.1.1. Extracción por maceración.

El principio consiste en que el producto, con el grado de finura prescrito, se pone en contacto duradero con el solvente, se deben realizar agitaciones frecuentes a lo largo de varios días, tratando de influenciar el gradiente de concentración. Al principio de la extracción este gradiente está en el punto máximo, con el correr de los días, a pesar de la agitación, éste disminuye. Como norma se macera el producto por siete días con agitación frecuente y protegida de la luz solar.

Se separa el extracto del residuo por medio de un colado o prensado, se lava el residuo con el líquido de extracción y ambos líquidos se llevan al contenido de masa preestablecido (Guerra, 2005).

2.3.3.1.2. Extracción con solventes.

Consiste en la separación de los principios activos de la planta al ponerla en contacto con un solvente o la mezcla de ellos, capaz de solubilizar dichos principios. Estos deben pasar de la planta al disolvente de manera que se obtenga un extracto líquido y un residuo, es usado en la extracción acuosa por calentamiento y por agitación (Cortez, 2012).

La extracción con solventes es una de las técnicas que se emplea con más frecuencia para la obtención de principios activos, para que se lleve a cabo correctamente se deben considerar los siguientes factores: las características del material vegetal (secado y tamaño de la partícula), la naturaleza del solvente, temperatura de agitación, relación

sólido- líquido, tiempo de extracción y el control de la difusión celular (renovación del solvente) (Cortez, 2012).

2.3.4. Métodos de cuantificación de taninos.

Cabello (2010) describe brevemente algunos métodos para la cuantificación de los taninos, de los cuáles el método de Lowenthal es el más utilizado por presentar mayor facilidad de realizarlo en laboratorios poco equipados.

2.3.4.1. Método de polvo de piel.

Es un método espectrofotométrico en el que se realiza dos determinaciones: los polifenoles totales y los polifenoles no absorbidos por el polvo de piel; para su aplicación se utiliza el reactivo fosfomolibdowolfrámico disuelto en solución de carbonato de sodio, la sustancia de referencia es el pirogalol, y la absorbancia se mide a 760 nm. El porcentaje de taninos se expresa como pirogalol (Cabello, 2010).

2.3.4.2. Método de Folin.

Este método espectrofotométrico se basa en la reacción de los compuestos fenólicos con el reactivo de Folin (tungsto-fosfomolibdico, carbonato de sodio), el cual produce un complejo de color azul, cuya extinción es medida a 700 nm para determinar el contenido total de fenoles; posteriormente, se usa la solución de gelatina para secuestrar los taninos, obteniéndose por diferencia de ambas determinaciones el porcentaje de taninos reportados como ácido tánico (Cabello, 2010).

2.3.4.3. Método de Lowenthal.

Es un método cuantitativo conocido también como volumétrico, el cuál fue utilizado en la Estación científica Long Ashton desde 1903 hasta el cierre de las secciones de Sidra en la década de 1980. Este método se fundamenta en la oxidación de fenoles por medio de una solución de permanganato de potasio en presencia de índigo carmín que sirve como indicador y regulador de la reacción; como el ácido gálico y otros compuestos presentes se oxidan del mismo modo que el tanino, es preciso realizar una segunda valoración después de separar el tanino, calculándose éste por diferencia. Para la separación del tanino se puede utilizar polvo de piel o gelatina, el contenido de tanino se expresa como ácido tánico (Cabello, 2010; García y Jarquín, 2015).

Guerrero (2011) en su investigación denominada “Determinación de la viabilidad y su correlación con el contenido de goma y tanino en la especie *Caesalpinia spinosa*”,

realizó un estudio para la determinación de taninos mediante el método de Lowenthal en diferentes estadios de maduración del fruto de tara, y determinó que al aplicar una concentración en la solución de permanganato de potasio de 0,1 N en diferentes extractos de tara (diferentes estados de maduración del fruto), la concentración de contenido de taninos va incrementando a medida que avanza la maduración del fruto; es decir, los primeros estadios del fruto el contenido de taninos varía entre 78,85 y 80,07%, mientras que, en los estadios finales la aumentó en el rango de 80,29 y 80,26%.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

La recolección de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) se realizó en el barrio El Portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja; de acuerdo a la división política, limita al norte con Catamayo, al sur con el cantón Quilanga, al este con los cantones Loja y Catamayo; y, al oeste con los cantones Calvas y Paltas. A continuación, se presenta en la figura 7 la ubicación geográfica del barrio El Portete.

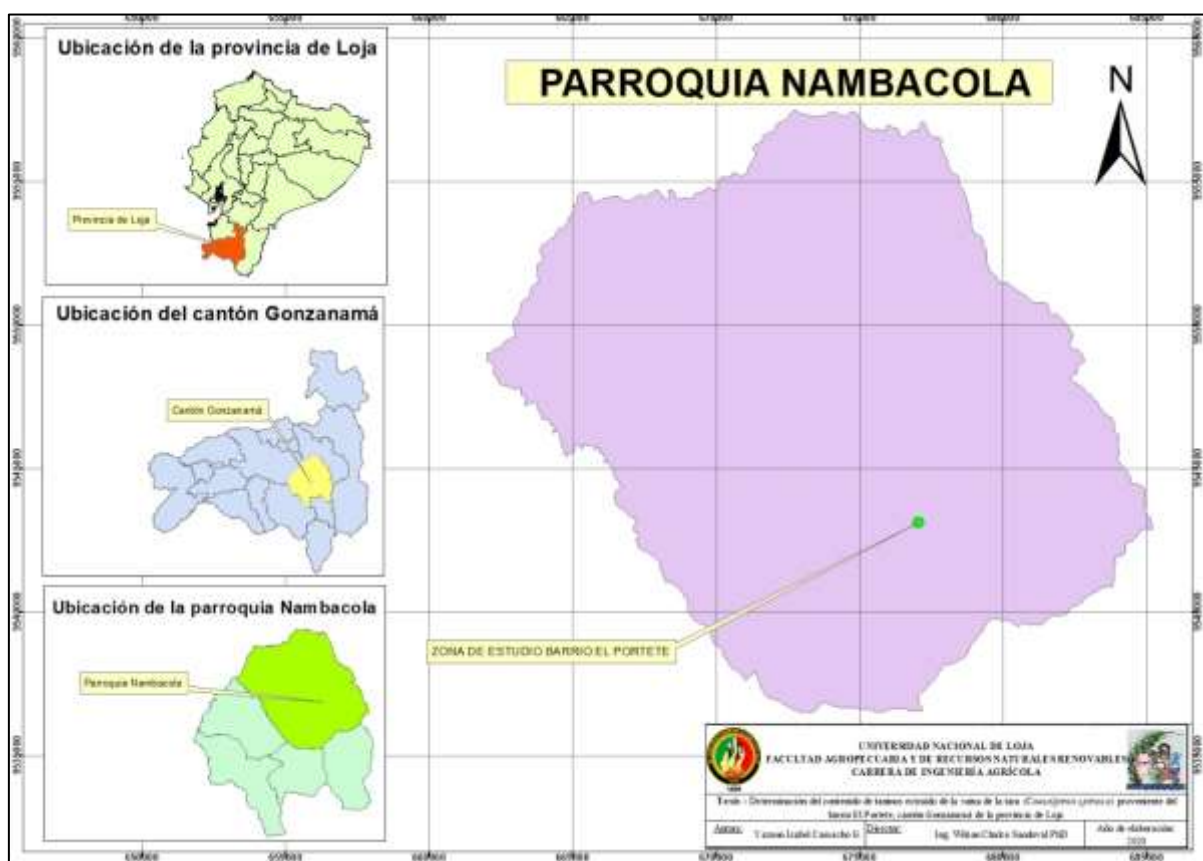


Figura 7: Ubicación geográfica de la zona de estudio

Fuente: El autor

La fase experimental de la investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional de Loja, específicamente en el laboratorio de Bromatología.

3.2. Materiales

3.2.1. Equipos, materiales y reactivos.

Los materiales y equipos utilizados para la fase de laboratorio fueron: balanza analítica marca METTLER TOLEDO para determinar el peso de la materia seca, molino de café marca Hamilton Beach con capacidad de 40 g para triturar las vainas de tara, matraz de 500 ml para preparar los extractos, termómetro de rango -40 a 140°C, bomba

de vacío Millipore, embudo Buchner para filtrar los extractos, probeta graduada de 100 ml, Kitasato de 1000 ml, papel filtro, embudo de vidrio, balón de aforo de 100 ml, vasos de precipitación de 50 y 250 ml, soporte universal, plancha de calentamiento, parafilm, agitador magnético, pera de goma, pipetas volumétricas de 1, 5 y 10 ml, bureta graduada de 50 ml para realizar la titulación, picnómetros para realizar la determinación de la densidad, tamiz N° 100, refrigeradora marca Durex capacidad de 312 litros, peachímetro marca HANNA instruments con un rango de operación de 0 a 14 y tabla Munsell.

3.2.2. Reactivos de laboratorio

Los reactivos utilizados para realizar las pruebas de laboratorio fueron: índigo de carmín (índigo tindisulfonato de sodio) como indicador, permanganato de potasio (cristales), ácido sulfúrico certificado ACS PLUS 95.0 – 98.0 w/w % y agua destilada.

3.2.3. Equipos y materiales de oficina

Para la presente investigación se utilizó los siguientes materiales: computadora portátil, libreta, esferográfico, cámara fotográfica, calculadora e internet.

3.3. Metodología

3.3.1. Metodología para el primer objetivo

Evaluar dos métodos de extracción de taninos.

3.3.1.1. Recolección de los frutos de tara.

Para llevar a cabo esta actividad se identificó las zonas productoras de tara (*Caesalpinia spinosa*) del barrio El Portete perteneciente al cantón Gonzanamá, se recolectó la cantidad de 2 Kg de los frutos durante los meses de enero a marzo del presente año en las fincas de los productores de tara tomando en cuenta la homogeneidad en el color, sanidad y el estado de madurez.

3.3.1.2. Proceso de preparación de las muestras de tara.

En esta etapa se realizó la selección de los frutos de tara retirando residuos extraños como: palos, semillas en mal estado, piedras, entre otros; a continuación, se procedió a colocar en fundas herméticas, con la finalidad de evitar contaminación y evitar que absorban humedad del ambiente. Para obtener la harina de la tara se procedió a separar el polvo, la fibra de la vaina y las semillas; a continuación, se efectuó una molienda fina de la vaina con ayuda de un molino y finalmente, se filtró en un tamiz número 100.

3.3.1.3. *Elaboración de extractos acuosos a partir de la harina de tara.*

Para realizar esta actividad se siguió el siguiente procedimiento: primero se seleccionaron los métodos de extracción de taninos y luego se aplicaron estas técnicas de acuerdo a los procedimientos que a continuación se describen:

3.3.1.3.1. *Extracto acuoso por maceración.*

En la ejecución de esta actividad se procedió a pesar 1 gramo de harina de tara (*Caesalpinia spinosa*) y se colocó en un matraz de 200 ml, a continuación, se adicionó 175 ml de agua destilada y se cubrió la boca del matraz con parafilm, así mismo, se envolvió totalmente el matraz con papel aluminio y finalmente se almacenó en refrigeración ($\approx 4^{\circ}\text{C}$) durante 72 horas.

Una vez finalizado el tiempo de almacenamiento se procedió a realizar la filtración de extracto obtenido utilizando la bomba de vacío Millipore, luego se aforó el extracto resultante en un balón volumétrico a 250 ml con agua destilada, a continuación, se cubrió la boca del balón con parafilm y se envolvió el resto del recipiente con papel aluminio, finalmente se almacenó refrigeración ($\approx 4^{\circ}\text{C}$).

3.3.1.3.2. *Extracto acuoso por calentamiento.*

Para la elaboración del extracto por calentamiento se siguió el siguiente procedimiento: primero se pesó 1 g de harina de tara (*Caesalpinia spinosa*), luego se colocó en un matraz y se adicionó 175 ml de agua destilada, seguido a esto se acondicionó en el soporte universal conjuntamente con una placa calefactora controlando su temperatura con un termómetro digital hasta llevar el extracto que se mantuvo fluctuando a temperaturas de $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 10 minutos; seguidamente, se filtró la mezcla utilizando un papel filtro, el extracto obtenido se colocó en un balón volumétrico y se aforó a 250 ml; finalmente, se envolvió el recipiente con papel aluminio y se colocó en el refrigerador.

3.3.1.4. *Análisis organoléptico y físico – químico de los extractos de tara.*

3.3.1.4.1. *Evaluación del color y olor del extracto de tara.*

Para la evaluación del color del extracto de tara se utilizó la tabla de Munsell, en la cual se tomó en cuenta la tonalidad del extracto y se comparó con los colores de la tabla, una vez encontrado una similitud entre estas, se determinó el código y se definió el color del extracto de tara.

En el caso de la evaluación del olor del extracto de tara, se realizó una evaluación subjetiva por parte de tres investigadores en la que calificaron el grado de astringencia de las muestras evaluadas.

3.3.1.4.2. *Determinación del pH.*

Para la determinación del pH se colocó en un vaso de precipitación 25 ml del extracto obtenido en el procedimiento anterior, a continuación, se procedió a introducir el peachímetro de forma que el sensor quede sumergido en el extracto, y se registró el valor del pH según la lectura del peachímetro.

3.3.1.4.3. *Determinación de la densidad del extracto de tara.*

Para llevar a cabo esta actividad se realizó el siguiente procedimiento: primero se determinó la masa del agua, para lo cual se pesó el picnómetro vacío, luego se colocó agua destilada en este y nuevamente se pesó, con la diferencia de estos pesos se determinó la masa de agua aplicando la siguiente fórmula:

$$m_a = \text{Picnómetro}_{\text{agua}} - \text{Picnómetro}_{\text{vacío}}$$

En el segundo paso se determinó la masa del extracto, para esto se pesó el picnómetro vacío, a continuación, se llenó este con extracto de tara y nuevamente se realizó el pesado; así mismo, mediante la aplicación de la fórmula que se muestra a continuación se determinó la masa del extracto:

$$m_{\text{extracto}} = \text{Picnómetro}_{\text{extracto}} - \text{Picnómetro}_{\text{vacío}}$$

Una vez obtenido las masas de agua y extracto, se determinó la densidad del extracto de tara utilizando la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m_{\text{muestra}}}{m_{\text{agua}}} * \rho_{\text{agua}}$$

3.3.2. **Metodología para el segundo objetivo.**

Determinar el contenido de taninos de los extractos obtenidos mediante la aplicación del método volumétrico.

3.3.2.1. *Preparación de soluciones con diferentes concentraciones*

En base a la revisión de literatura y con la finalidad de realizar una comparación de diferentes concentraciones de soluciones, se estableció la necesidad de preparar dos

concentraciones, tanto de permanganato de potasio como de índigo carmín. A continuación, se describe los procedimientos para la preparación de estas soluciones:

En la preparación de la solución de permanganato de potasio al 0,025 N se siguió el siguiente procedimiento: primero se pesó 0,079 g de KMnO_4 , luego se colocó en un balón de aforo con 100 ml de agua destilada, este mismo procedimiento se utilizó para preparar permanganato de potasio al 0,1 N con la particularidad que se pesó 0,3161 g de este reactivo; seguidamente, se preparó la solución índigo carmín (IC), que consistió en pesar 0,1 g de este reactivo, luego se colocó en un balón de aforo y se añadió 50 ml de agua destilada, a continuación, se adicionó 5 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y 45 ml de agua destilada; de la misma forma se preparó la segunda solución de IC, para lo cual se consideró un peso de 0,6 g de este compuesto.

3.3.2.2. Valoración del extracto de tara

Para realizar esta etapa se siguió la siguiente metodología: del extracto elaborado se colocó 1 ml en un matraz de 250 ml, a continuación, se adicionó 5 ml de índigo carmín y 200 ml de agua destilada; luego se realizó la homogeneización de la solución, para lo cual se utilizó un agitador magnético con un imán que se colocó en el interior del matraz.

Para realizar la titulación de la muestra, se colocó la solución de permanganato de potasio (KMnO_4) en una bureta graduada y se tituló la muestra hasta que la coloración azul cambió a un tono verde claro, luego, se siguió titulando gota a gota hasta que cambió de verde claro a amarillo y finalmente se registró el gasto de permanganato de potasio en mililitros.

Además, se realizó una titulación con permanganato de potasio en un blanco, el cual contenía 5 ml de índigo carmín y 200 ml de agua destilada, hasta que sucedió el cambio de coloración de azul a verde claro, a continuación, se siguió titulando gota a gota hasta obtener una coloración amarilla, igualmente se registró el gasto de permanganato de potasio.

3.3.2.3. Cuantificación de taninos mediante el método volumétrico.

Para la cuantificación de taninos se utilizó el procedimiento que establece Alnicolsa (2000-2003), el cual es elaborado en base al método cuantitativo - Adaptado del Método de la A.O.A.C. Edición 14 -1984, el mismo que consiste en calcular el gasto neto de KMnO_4 , para ello se determinó la diferencia entre KMnO_4 gastado en la titulación de la muestra del extracto y del blanco; para realizar la determinación de gramos de taninos presentes en los extractos se tomó en cuenta la siguiente relación:

1 ml de permanganato de potasio al 0,1 N = 4,2 mg de taninos

En la determinación de los gramos de taninos por mililitro de KMnO_4 , se multiplicó los gramos presentes en las dos concentraciones (0,1 y 0,025 N) por el gasto neto de KMnO_4 en la titulación; posteriormente se multiplicó por el volumen de extracto elaborado (250 ml) y por 100 para determinar el contenido de taninos en 100 gramos de muestra; el procedimiento de estos cálculos se describe en el anexo 1 y 2.

3.3.3. Metodología para el tercer objetivo

Elaboración de un manual sobre la extracción y determinación del contenido de taninos de tara.

La elaboración de un manual informativo sobre la extracción y determinación del contenido de taninos de tara, se llevó a cabo con la finalidad de realizar la transferencia de conocimientos sobre la metodología y resultados de la investigación a los productores e instituciones relacionados con la producción de tara. A continuación, se presenta la estructura del manual:

1. Portada
2. Tema: título de la investigación.
3. Introducción: integra los objetivos.
4. Revisión de literatura.
5. Desarrollo de la temática: consta de la metodología y los resultados de la investigación.
6. Conclusiones
7. Recomendaciones.
8. Bibliografía.
9. Anexos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación fueron los siguientes:

4.1. Evaluar dos métodos de extracción de taninos.

4.1.1. Recolección de los frutos de tara.

Los frutos de tara fueron recolectados a partir de los árboles de tara provenientes de los productores del barrio El Portete del cantón Gonzanamá, la recolección se realizó tomando en cuenta homogeneidad en el tamaño, estado de madurez, coloración y sanidad de los frutos, tal como se muestra en la figura 8.



Figura 8: Frutos de tara recolectadas
Fuente: El Autor

4.1.2. Proceso de preparación de las muestras de tara.

Una vez realizado la separación de la vaina con las semillas se realizó la molienda y filtrado, obteniendo la harina de vaina de tara necesaria para realizar los procesos posteriores, tal como se muestra en la figura 9.



Figura 9: Harina de vaina de tara.

Fuente: EL Autor

4.1.3. Elaboración de extractos acuosos a partir de la harina de tara.

Como se mencionó en la metodología esta actividad se realizó mediante los métodos de extracto acuoso por maceración y extracto acuoso por calentamiento, cuyas soluciones se presentan en las figuras 10A y 10B, respectivamente; tal como se puede observar en éstas, no existe grandes diferencias entre ellas, lo que indica que los métodos de extracción no influyen en las características de las soluciones.

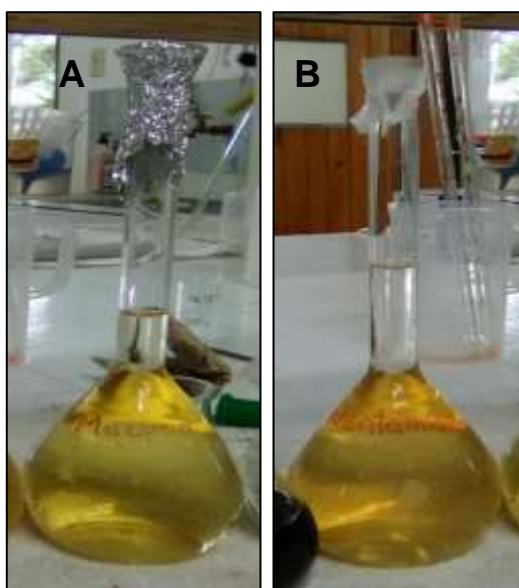


Figura 10: Extracto acuoso de tara (A), por maceración (B), por calentamiento.

Fuente: El Autor

4.1.3.1. Evaluación del color y olor del extracto de tara.

Al analizar la coloración de cada extracto en la tabla de Munsell, se observa que las dos muestras se ubican en el matiz 5Y, con un valor de claridad de 8 y pureza de 8; dándonos como coloración final un amarillo.

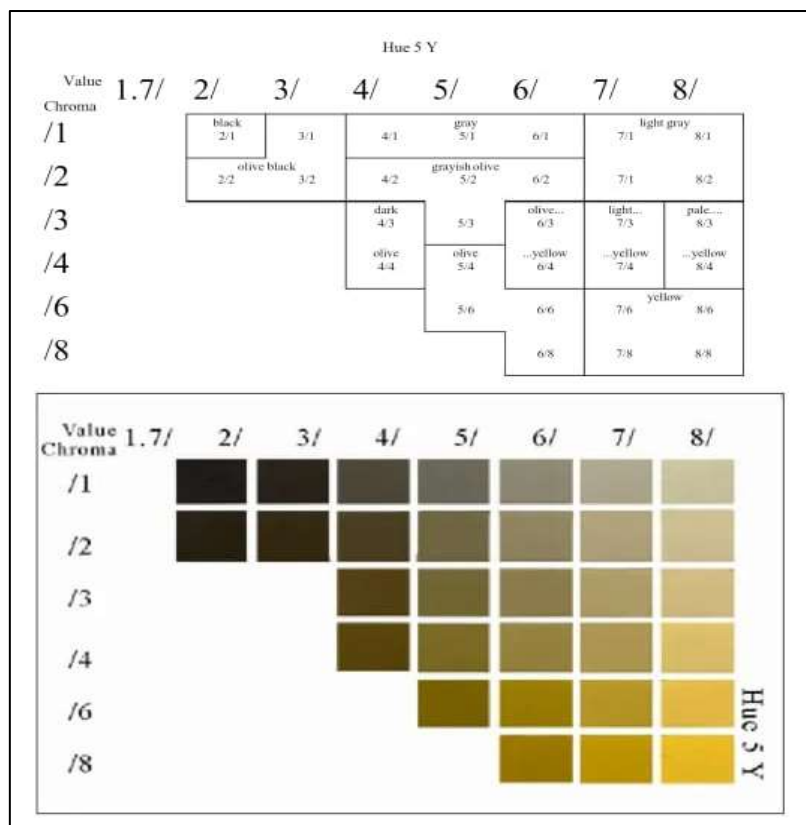


Figura 11: Tabla de Munsell

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de la determinación de color y olor de los extractos, observando que presentan una coloración amarilla, debido a las características de la harina, que al ser mezclada con el agua no presenta ningún cambio en este atributo; mientras que, en el caso del olor en ambas muestras presenta la característica de astringente. Estos resultados están en concordancia con los encontrados en otras investigaciones, tal es así que, Briceño (2012) menciona que la harina de tara presenta una coloración amarilla clara, así mismo, la empresa Somerex dedicada a la exportación de insumos entre ellos tara, describe dentro de sus especificaciones técnicas, que la coloración del extracto de tara es amarilla ligera y el olor es astringente (Somerex, s.f.).

Tabla 3

Resultados de la evaluación del color y olor de los extractos acuosos.

Método de extracción	Color	Olor
Por calentamiento	Amarillo	Astringente
Por maceración	Amarillo	Astringente

Fuente: El autor

4.1.4. Determinación del pH y densidad de los extractos de tara.

En la tabla 4 se muestra los resultados de la determinación de pH realizados en los extractos acuosos por maceración y calentamiento elaborados con harina de tara (*Caesalpinia spinosa*), en esta se observa que el rango de pH en los extractos oscila entre moderadamente y ligeramente ácido, esta pequeña variación se debe al método empleado en su elaboración en cada uno. Así mismo, en otras investigaciones se puede evidenciar un comportamiento similar; Cortez (2012) en su investigación determinó que la harina disuelta en agua destilada tiene un pH de 3,21.

Tabla 4

Resultados de determinación de pH de los extractos acuosos.

Método de extracción	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
Por calentamiento	3,7	3,7	3,7
Por maceración	4,3	4,3	4,3

Fuente: El autor

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos de la determinación de la densidad en los extractos, en ésta se puede observar que no existe una variación importante entre los valores de la densidad, también se evidencia como era de esperar que estos presentan similitud con la densidad del agua (1 g/cm^3); igualmente, existen otros investigadores que han determinado resultados similares, por ejemplo, Cespedes y Muñoz (2013) determinaron que la harina de tara mezclado con agua tuvo una densidad de $1,050 \text{ g/cm}^3$, además, Cortez (2012) comprobó que la densidad de la harina en extractos presentó un valor de $0,997 \text{ g/cm}^3$.

Tabla 5

Resultados de la densidad de los extractos acuosos.

Método de extracción	Densidad (g/cm^3)
Por calentamiento	1,064
Por maceración	0,992

Fuente: El autor

4.2. Determinar el contenido de taninos de los extractos obtenidos mediante la aplicación del método volumétrico.

4.2.1. Valoración del extracto de tara

A continuación, en la tabla 6 se presenta el volumen gastado de permanganato de potasio en la valoración de los extractos de tara obtenidos tanto por maceración como por calentamiento; así mismo, en la figura 13 se observa el cambio de coloración llevado a cabo en la titulación de los extractos de tara.

Tabla 6

Gasto neto de $KMnO_4$ de los extractos de tara.

Concentración $KMnO_4$ (N)	Métodos de extracción	Gasto $KMnO_4$ (ml)		
		Extracto de tara	Blanco	Gasto neto
0,025	Maceración	3,50	1,10	2,40
	Calentamiento	3,65	1,10	2,55
0,100	Maceración	2,25	1,80	0,45
	Calentamiento	2,20	1,80	0,40

Fuente: El Autor

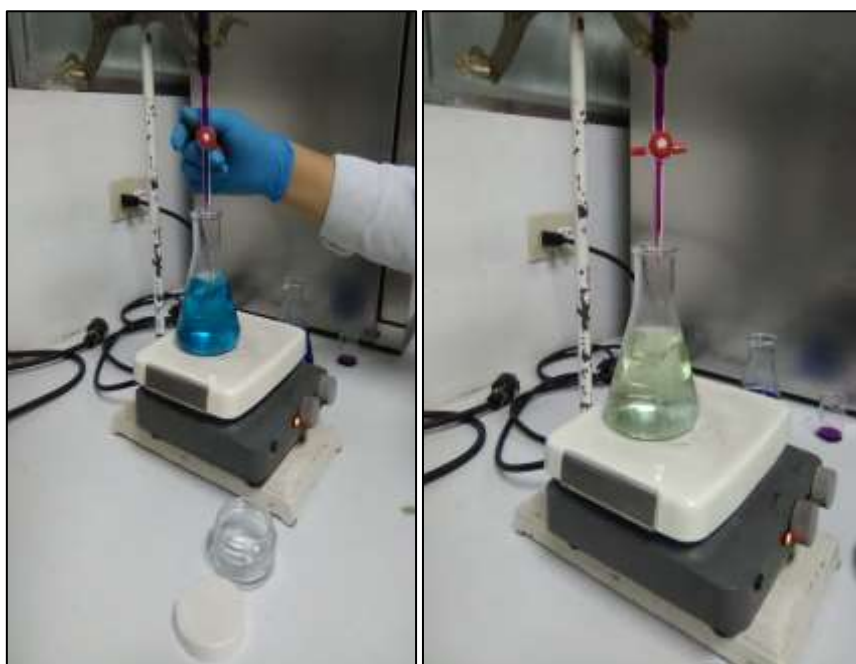


Figura 12: Cambio de coloración en la valoración del extracto de tara

Fuente: El Autor

Como se observa en la tabla 6 y como era de esperar, existe mayor cantidad de gasto de $KMnO_4$ en 0,025 N en comparación con este mismo reactivo a 0,1 N, lo cual es debido a que este último tiene 4 veces mayor concentración que el primero. Además, no

se observa grandes diferencias entre los extractos obtenidos por maceración y por calentamiento, esto para las dos concentraciones de KMnO_4 .

4.2.2. Cuantificación de taninos mediante el método volumétrico.

En la tabla 7 se presenta el porcentaje de taninos que contienen los extractos acuosos de tara, en esta se puede observar que no existe grandes diferencias entre los valores, tanto para 0,025 N como para 0,1 N de permanganato de potasio, por lo tanto, las dos concentraciones se podrían utilizar, sin embargo, según la revisión bibliográfica la concentración de 0,1 N es la más utilizada para determinar la concentración de taninos en una muestra determinada. De la revisión bibliográfica se puede establecer que los valores obtenidos del porcentaje de taninos en las muestras de tara originarias de la provincia de Loja, están dentro del rango que menciona Mancero (2008), el cual indica que para esta provincia la concentración de taninos en la tara se encuentra entre 30 y 53%; mientras que, en Cajamarca (Perú) el contenido de taninos varía desde 48 a 52%.

Tabla 7
Resultados de cuantificación de contenido de taninos por el método volumétrico.

Concentración KMnO_4	Métodos de extracción	% Taninos		
		Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,025 N	Maceración	47,24	49,86	48,55
	Calentamiento	47,24	52,48	49,86
0,100 N	Maceración	52,50	52,50	52,50
	Calentamiento	52,50	52,50	52,50

Fuente: El autor

4.3. Elaborar un manual sobre la extracción y determinación del contenido de taninos de tara.

Como se describió en la metodología, el manual sobre la determinación del contenido de taninos extraído de la vaina de tara se elaboró en base a la siguiente estructura: tema, introducción, revisión de literatura, desarrollo de la temática, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos; mismo que es presentado en el anexo 3.

5. CONCLUSIONES

En la evaluación de dos métodos de extracción de taninos tanto por maceración como por calentamiento, los resultados mostraron que no existe grandes diferencias en las características (color, olor, pH y densidad) de los taninos obtenidos por estos dos métodos.

El contenido de taninos de los extractos de tara (*Caesalpinia spinosa*) fue determinado aplicando el método volumétrico, en el cual se utilizó dos concentraciones de permanganato de potasio: 0,025 y 0,1 N, obteniendo en su cuantificación de taninos valores de 48,55 y 52,20%, respectivamente. En la cuantificación de taninos no se observaron diferencias entre los métodos de extracción por maceración y por calentamiento, por lo tanto, se puede utilizar cualquiera de estos dos métodos para determinar el contenido de taninos de la tara.

La elaboración del manual sobre la determinación del contenido de taninos de la vaina de tara por el método volumétrico, tiene como propósito transferir la información sobre la metodología y resultados de la investigación a los productores e instituciones relacionadas con la producción y comercialización de esta especie y sus derivados.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se espera contribuir a mejorar el aprovechamiento de la tara que se produce en el barrio El Portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja, de tal forma que constituya una nueva alternativa agroproductiva para los productores agropecuarios de la provincia de Loja y del país.

6. RECOMENDACIONES

Con la finalidad de determinar si el estado de madurez de la vaina de tara influye sobre el contenido de taninos, se sugiere realizar otras investigaciones considerando diferentes fases de maduración de la tara.

Para complementar la investigación se propone que otros estudios realicen la cuantificación de taninos mediante el método del espectrofotómetro, ya que según la revisión de literatura este tiene mayor precisión y exactitud.

Realizar investigaciones complementarias para determinar si existe diferencias en el contenido de taninos de tara, para lo cual se sugiere obtener frutos de tara de otros cantones de la provincia de Loja y relacionar los taninos con las condiciones ambientales de los lugares.

Durante el proceso de elaboración de extractos y cuantificación de taninos se debe tomar en cuenta las buenas prácticas de laboratorio, para asegurar que los resultados obtenidos no tengan desviaciones provocadas por factores externos a la investigación.

7. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, J., Jaén, J. C., Vargas, A. S., Jiménez, P., Vega, I., Herrera, J., ... Soto, R. M. (2012). Extracción y evaluación de taninos condensados a partir de la corteza de once especies maderables de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 25(4), 15. <https://doi.org/10.18845/tm.v25i4.615>.

Ali, D. (2012). Extracción de taninos (ácido gálico) a partir del polvo de vaina de tara (*Caesalpinia spinosa*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Araneda, M. (2018). Legumbres: Composición y Propiedades. <https://www.edualimentaria.com/legumbres-composicion-y-propiedades>.

Briceño, Y. (2012). Determinación del grado etanólico óptimo para la extracción de taninos en el fruto de *Caesalpinia spinosa* «tara». Universidad Nacional de Trujillo.

Cabello, I. (2010). Tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. Recuperado de https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1373/Monografia_tara_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Cañadas, L. (2010). El mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Quito: PRONAREG.

Castro, N., Yépez, A. M., y Pastor, A. (2013). Comparación de tres métodos para determinar el porcentaje de taninos con el método de la Norma ASTM D6401 aplicado para la “tara”, “quinual”, “mimosa” y “pino”. *Rev Soc Quím Perú.*, 7.

Céspedes, A., & Muñoz, G. (2013). Influencia de la temperatura, solvente y tipo de vaina en la extracción de taninos de *Caesalpinia spinosa* (tara) por percolación y relación con su actividad antioxidante [Universidad Católica de Santa María]. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/3790/42.0079.IB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Cortez, D. (2012). Obtención de extracto tánico y extracto gálico a partir de la

harina de vaina de guarango (*Caesalpinia Spinosa*) (Mol.) O. Kuntz, a escala de laboratorio. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

De la Cruz, P. (2004). Aprovechamiento integral y racional de la tara (*Caesalpinia spinosa*—*Caesalpinia tinctoria*). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

García, T. I., y Jarquín, A. I. J. (2015). Estudio de la extracción de los taninos de la semilla de mango de las variedades criollas, para la elaboración de un complemento alimenticio para aves de engorde y preparación de un tinte de curtiembre a partir de los taninos extraídos. [Universidad Nacional de Ingeniería]. Recuperado de <http://ribuni.uni.edu.ni/1460/1/60188.pdf>.

Guerra, A. (2005). *Obtención, caracterización y evaluación de las propiedades físico- químicas de los extractos fluidos, blandos y secos, así como de las tinturas del rizoma y de la fronda de calahuala (phlebodium pseudoaureum) a nivel de laboratorio*. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Guerrero, R. (2011). *Determinación de la viabilidad y su correlación con el contenido de goma y tanino en la especie Caesalpinia spinosa*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Isaza, J. (2007). *Taninos o polifenoles vegetales* [Técnico]. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.

Lara, D. M., y Londoño, Á. S. (2008). El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. 23.

Larrea, M. (2010). *La Tara, Guarango o Taya (Caesalpinia spinosa) en la Región Andina*. Recuperado de <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/40e1ccbaf1b3be8ebb11ee76b3b0c0d4.pdf>.

Lazo, O. R., Pérez, N. R., y Chuquiruna, P. D. (2007). *La tara y condiciones de*

reforestación en el Alto Jequetepeque, Microcuenca de San Juan-Cajamarca. Industrial Data, 10(2), 038-046. <https://doi.org/10.15381/idata.v10i2.6358>.

Lozano, A. (2018). La exportación de la tara y la producción en los principales departamentos, Perú 2009—2017. (Universidad César Vallejo). Recuperado de http://181.224.246.201/bitstream/handle/UCV/32437/Lozano_PAAA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Mancero, L. (2008). *Análisis de la Cadena Productiva en la Región*. 41.

Martínez, J. L. (2004). *Extracción de goma de la semilla de tara (caesalpinia Tinctoria)*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

Mendoza, E., y García, J. (2011). *Evaluación de factores limitantes en la producción de (Caesalpinia spinosa) tara en la Cuenca de Ashnocancha - Ancash*. 1, 15.

MINAGRI. (2015). *Producción de tara a nivel mundial*. Presentado en Perú. Perú.

Ordóñez, O. (2011). *Distribucion de las especies arbóreas y arbustivas basadas en los requerimientos ecológicos de los sistemas montañosos en la Provincia de Loja, Ecuador*. La Habana, Cuba: Universidad de la Habana.

Peña, A. (2006). *Los taninos y su importancia en la calidad de uvas y vino*. Recuperado de <http://www.gie.uchile.cl/pdf/Alvaro%20Pe%F1a/taninos.pdf>.

Reynoso, V. (2019). Leguminosas, Regeneración Para El Suelo. Recuperado de <https://viaorganica.org/leguminosas/>.

Rivero, J. (2009). *Cultivo de cebolla entre hileras de una plantación comercial de tara*. 4, 5.

Rodríguez, L. M. (2005). *Determinación de los componentes químicos de la madera de pino blanco (Pinus pseudostrobus Lindl) proveniente de la finca Las Victorias, Patzún, Chimaltenango*. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Silvateam. (2015). *Los taninos en la producción de vinos*. Silvateam. Recuperado

de <https://www.silvateam.com/es/quienes-somos/extraidos-de-la-naturaleza/taninos/los-taninos-en-la-produccion-de-vinos.html>.

Somex. (s.f.). *Tara en polvo*. Recuperado de http://www.somex.net/antiguo/PA_taraenpolvo.html.

Vargas, J. (2015). *Uso potencial de la goma de tara (Caesalpinia spinosa) para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1

Cálculo para determinación de gramos de taninos en concentración de soluciones

Para determinar la cantidad de gramos de taninos presentes en la concentración de 0,025 N se tiene en cuenta que en concentraciones de 0,1 N existe 0,0042 gramos de taninos.

Concentración de la solución (N)	gramos de taninos (g TAN)
0,1	0,0042
0,025	x

$$x = \frac{0,025 \text{ N} * 0,0042 \text{ g TAN}}{0,1 \text{ N}}$$

$$x = 0,00105 \text{ g TAN}$$

Tabla 8

Cantidad de gramos de taninos presentes en la concentración de la solución

Concentración de la solución	Gramos de taninos presentes
0,1 N	0,0042 g TAN
0,025 N	0,00105 g TAN

Fuente: El Autor

8.2. Anexo 2

Tabla 9

Cálculo de contenido de taninos

SOLUCIÓN	EXTRACTO	REPETICIÓN	Gasto KMnO4		Gasto neto	Determinación de taninos (1 ml KMnO4 = 4.2 mg Tan)				PROMEDIO
			Muestra	Blanco		g TAN x ml	g TAN x 250 ml	g TAN x 100 g muestra	% Tanino	
0,025 N	Maceración	1	3,5	1,7	1,8	0,0019	0,472	47,24	47,24	48,55
		2	3,5	1,6	1,9	0,0020	0,499	49,86	49,86	
	Calentamiento	1	3,6	1,8	1,8	0,0019	0,472	47,24	47,24	49,86
		2	3,7	1,7	2,0	0,0021	0,525	52,48	52,48	
0,1 N	Maceración	1	2,3	1,8	0,5	0,0021	0,525	52,50	52,50	52,50
		2	2,3	1,8	0,5	0,0021	0,525	52,50	52,50	
	Calentamiento	1	2,2	1,7	0,5	0,0021	0,525	52,50	52,50	52,50
		2	2,2	1,7	0,5	0,0021	0,525	52,50	52,50	

Fuente: El Autor

8.3. Anexo 3

Manual de determinación del contenido de taninos extraído de la vaina de tara
(Caesalpinia spinosa).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
INGENIERÍA AGRÍCOLA

Manual de determinación del contenido de taninos extraído de la vaina de tara (*Caesalpinia spinosa*)

Yazmin Isabel Camacho Gahona



Contenidos	Pág.
INTRODUCCIÓN	3
La Tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>)	4
Distribución geográfica de la tara.....	5
Características generales de los frutos de la tara	6
Taninos	6
Aplicaciones.....	7
Clasificación de los taninos según la estructura química.....	7
Métodos de extracción de taninos.....	8
Métodos de cuantificación de taninos.....	9
DESARROLLO	10
Recolección de los frutos de tara.....	10
Proceso de preparación	10
Elaboración de extractos acuosos a partir de la harina de tara	11
Análisis organoléptico, físico – químico de los extractos de tara.....	13
Determinación del contenido de taninos de los extractos mediante el método volumétrico.....	15
CONCLUSIONES	17
RECOMENDACIONES	18
BIBLIOGRAFÍA	19

INTRODUCCIÓN

La tara (*Caesalpinia spinosa*) brinda una oportunidad para darle un valor agregado, mediante la elaboración de sus productos y subproductos, con el fin de ser exportados a países donde exista mayor demanda.

La elaboración del presente manual tiene como propósito brindar información acerca de la metodología aplicada en la elaboración de extractos acuosos para su determinación de taninos, a productores e instituciones relacionadas con la producción y comercialización de tara.

Se encuentra estructurado en tres partes, en la primera se mencionan la literatura

correspondiente a esta especie y su Fuente: El Autor

derivado; en la segunda parte se detalla la metodología aplicada y resultados obtenidos para la cuantificación de taninos. Por último, se incluye conclusiones y recomendaciones.



Figura 13: Árbol de tara

1. LA TARA (*Caesalpinia spinosa*)



Figura 14: Planta de *Caesalpinia spinosa*.
Fuente: Larrea (2010)

La tara, taya o guarango es una especie originaria de Sudamérica, que pertenece a la familia de las leguminosas, los principales productos de la tara son los taninos que son utilizados en la industria del cuero y la goma que se utiliza en la industria de alimentos generalmente como espesante (Vargas, 2015).

El árbol de tara es un arbusto siempre verde con espinas en el tallo y ramas, de aproximadamente de 2 a 3 metros de altura, con un máximo de 8 metros; su tronco es

redondo, espinoso y en ocasiones torcido; sus hojas son verde oscuras, lisas y laxamente espinosas y de hasta 10 cm de largo (fig. 2). Cada planta rinde como promedio entre 20 a 40 kg de vaina cosechada, su promedio de vida es de cien años y su área foliar es de 10 metros cuadrados (Ali, 2012).

1.1. Distribución geográfica de la tara



Figura 15: Distribución de la tara
Fuente: El Autor

Distribución a nivel nacional y provincial

Está localizada en Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Loja (Cañadas, 2010), ver figura 4.

En la provincia de Loja está distribuida en Saraguro, Loja, Amaluza, Quilanga, Cariamanga, Gonzanamá, Catamayo, Catacocha, Olmedo, Chaguarpamba, Sozoranga, Celica y Pindal (Ordóñez, 2011).

Se encuentra predominantemente en regiones estacionales secas de Bolivia, Perú y norte de Chile, tanto en la vertiente occidental de los Andes como en los valles interandinos; Venezuela, Colombia, Ecuador, en las Antillas y en Cuba, donde es ampliamente cultivada (Ali, 2012), cuya distribución se observa en la figura 3.



Figura 16: Distribución de la tara en Ecuador
Fuente: GADPL (2016)

1.2. Características generales de los frutos de la tara

Se caracteriza por estar diferenciada en tres partes (fig. 5 y 6) como son: la semilla que corresponde de 30 a 40 %, la vaina molida entre 40 a 50 % y el resto de las fibras que están entre los 15 y 25 % en peso del fruto (De la Cruz, 2004).

La cáscara representa el 65% del peso de los frutos y posee la mayor concentración de taninos (de 40 a 60).



Figura 17: Vaina y semilla de la tara

Fuente: Alnicolsa (2020)

La composición química de la tara tiene un contenido de taninos del 62% solamente en la cáscara, en otra parte del fruto no existe contenido de este compuesto, en la semilla contiene gomas e hidrocoloides (Lazo, Pérez, y Chuquiruna, 2007).



Figura 18: Composición del fruto de tara

Fuente: Agraria (2018)

1.3. Taninos

Son polímeros fenólicos complejos sintetizados por las plantas principalmente herbáceas y leñosas, en la tara está presente en la vaina, cuya apariencia se observa en la figura 7.



Figura 19: Tara en polvo

Fuente: Exandal (s.f.)

1.4. Aplicaciones

Desempeñan una función bastante heterogénea (Rodríguez, 2005).

- Se utilizan en la industria de cueros.
- Conservación de aparejos de pesca de condición bactericida y fungicida
- Clarificador de vinos (función reflejada en la figura 8), como sustituto de la malta para dar cuerpo a la cerveza.
- Parte de las pinturas dándole una acción anticorrosiva.



Figura 20: Aplicación de taninos
Fuente: Urbano (2017)

1.5. Clasificación de los taninos según la estructura química

Taninos hidrolizables

Se caracterizan porque el núcleo bencénico se encuentra unido al segundo compuesto por intermedio de átomos de oxígeno, pueden clasificarse en dos grupos: extractos gálicos y extractos elágicos, cuya estructura química se presenta en la figura 9 (Cortez, 2012).

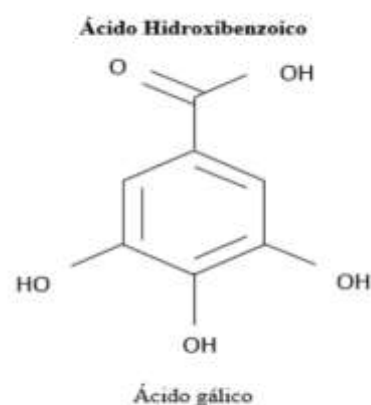
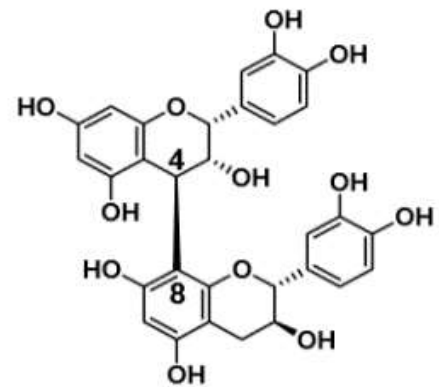


Figura 21: Taninos hidrolizables
Fuente: Cortez (2012)

Taninos condensados

Son los más comunes y están difundidos en cultivos como leguminosas, árboles y arbustos; estos experimentan una importante evolución en su concentración como en su composición durante el lapso de maduración de las bayas, proceso altamente dependiente de la variedad de fruto, condiciones edafoclimáticas y manejos agronómicos (Lara y Londoño, 2008 y Peña, 2006).



Procianidina B-1

Figura 29: Taninos condensados
Fuente: Isaza (2007)

1.6. Métodos de extracción de taninos

Para la presente investigación se consideraron dos tipos de extracción los cuales se describen a continuación:



Figura 30: Preparado de macerado
Fuente: El Autor

Extracción por maceración

El producto fino se pone en contacto con el solvente (fig. 11), se deben realizar agitaciones durante varios días.

Se separa el extracto del residuo por medio de un filtrado, luego se lava con el líquido de extracción y ambos se llevan al contenido de masa preestablecido (Guerra, 2005).

Extracción con solventes

Se deben considerar los siguientes factores: características del material vegetal, naturaleza del solvente, temperatura de agitación (fig. 12), relación sólido- líquido, tiempo de extracción y control de la difusión celular (renovación del solvente) (Cortez, 2012).



Figura 31: Control de temperatura
Fuente: El Autor

1.7. Métodos de cuantificación de taninos

En la revisión bibliográfica existen diferentes métodos de cuantificación de taninos, entre los cuales tenemos: polvo de piel, Folin y Lowenthal o cuantitativo; para la elaboración de la investigación se utilizó este último método ya que es considerado como un método de mayor facilidad de realizarlo.

Método de Lowenthal

Se fundamenta en la oxidación de fenoles por medio de una solución de permanganato de potasio en presencia de índigo carmín que sirve como indicador y regulador de la reacción; como el ácido gálico y otros compuestos presentes se oxidan del mismo modo que el tanino, es preciso realizar una segunda valoración después de separar el tanino, calculándose éste por diferencia. (Cabello, 2010; García y Jarquín, 2015).



Figura 32: Valoración del extracto
Fuente: El Autor

2. DESARROLLO

2.1. Recolección de los frutos de tara

Recolectar los frutos de tara a partir de los árboles de tara, tomando en cuenta homogeneidad en el tamaño, estado de madurez, coloración (rojiza) y sanidad de los frutos (ver figura 14).



Figura 14: Frutos de tara recolectados
Fuente: El Autor

2.2. Proceso de preparación



Figura 15: Harina de vaina de tara
Fuente: El Autor

En esta etapa, retirar residuos extraños como: palos, semillas en mal estado, piedras, entre otros; la harina de tara (fig. 15) se obtiene a partir de la molienda de la vaina con ayuda de un molino para finalmente filtrar en un tamiz número 100.

2.3. Elaboración de extractos acuosos a partir de la harina de tara

Pesar 1 gramo de harina de tara para los dos extractos (fig. 16 y 17).



Figura 346: Pesado de harina de vaina de tara
Fuente: EL Autor



Figura 337: Muestras para preparar extractos
Fuente: EL Autor

Extracto acuoso por maceración

Colocar la muestra en un matraz de 200 ml, a continuación, adicionar 175 ml de agua destilada y cubrir la boca del matraz con parafilm, así mismo, envolver totalmente el matraz con papel aluminio (fig. 18) y finalmente almacenar en refrigeración ($\approx 4^{\circ}\text{C}$) durante 72 horas.



Figura 18: Extracto en etapa de maceración
Fuente: El Autor

Transcurrido las 72 horas, filtrar el extracto obtenido en la bomba de vacío Millipore, luego aforar el extracto resultante en un balón volumétrico a 250 ml con agua destilada, a continuación, cubrir la boca del balón con parafilm y envolver todo el recipiente con papel aluminio (fig. 19), finalmente almacenar en refrigeración ($\approx 4^{\circ}\text{C}$) hasta su cuantificación.



Figura 1935: Extracto por maceración
Fuente: El Autor

Extracto acuoso por calentamiento



Figura 20: Control de temperatura
Fuente: El Autor

La muestra de harina de tara colocar en un matraz y adicionar 175 ml de agua destilada, seguido a esto acondicionar en el soporte universal conjuntamente con una placa calefactora controlando su temperatura con un termómetro digital hasta llevar el extracto a una temperatura de $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 10 minutos (fig. 20).

Seguidamente, filtrar la mezcla utilizando un papel filtro y el extracto obtenido colocar en un balón volumétrico y aforar a 250 ml (fig. 21). Finalmente, envolver el recipiente con papel aluminio y colocar en el refrigerador hasta su cuantificación.



Figura 361: Extracto por maceración
Fuente: El Autor

2.4. Análisis organoléptico, físico – químico de los extractos de tara

Evaluación del color y olor del extracto

Utilizar la tabla de Munsell (fig. 22), tomando cuenta la tonalidad del extracto.

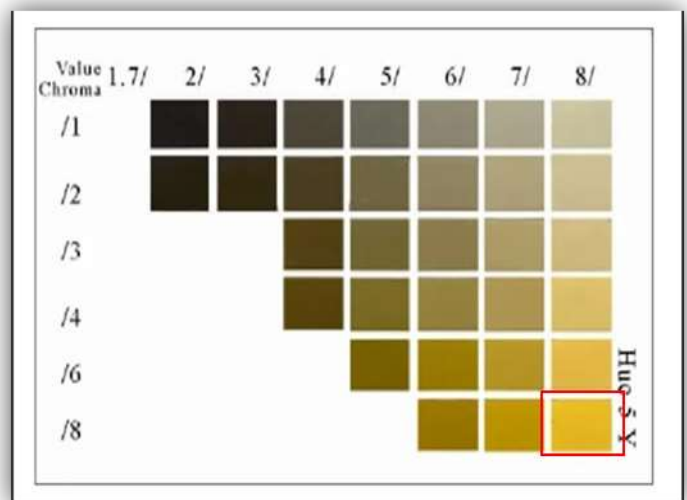


Figura 22: Tabla Munsell
Fuente: El Autor

Determinación del pH

Colocar en un vaso de precipitación 25 ml del extracto, a continuación, introducir el peachímetro, de forma que el sensor quede sumergido en el extracto y registrar el valor del pH según la lectura del peachímetro.

Determinación de la densidad del extracto de tara

Determinar la masa del agua y de los extractos, para lo cual se debe pesar un picnómetro vacío para cada uno (fig. 24), luego colocar agua destilada y la muestra de los extractos en cada picnómetro y nuevamente pesar, con la diferencia de estos pesos determinar sus masas aplicando las siguientes fórmulas:



Figura 373: Materiales a utilizar
Fuente: El Autor

$$m_{\text{agua}} = \text{Picnómetro}_{\text{agua}} - \text{Picnómetro}_{\text{vacío}}$$

$$m_{\text{extracto}} = \text{Picnómetro}_{\text{extracto}} - \text{Picnómetro}_{\text{vacío}}$$



Figura 24: Pesado de picnómetro vacío
Fuente: El Autor

Posterior a esto determinar la densidad de los extractos utilizando la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m_{\text{muestra}}}{m_{\text{agua}}} * \rho_{\text{agua}}$$

Determinación del contenido de taninos de los extractos mediante el método volumétrico

Preparación de soluciones con diferentes concentraciones

Elaborar dos concentraciones de soluciones tanto de permanganato de potasio (KMnO_4) como de Índigo carmín (IC), ver figuras 25 y 26.

Para la solución de KMnO_4 al 0,025 N primero pesar 0,079 g de este reactivo, luego colocar en un balón de aforo con 100 ml de agua destilada, este mismo procedimiento utilizar para preparar permanganato de potasio al 0,1 N con la particularidad que se debe pesar 0,3161 g de este reactivo.

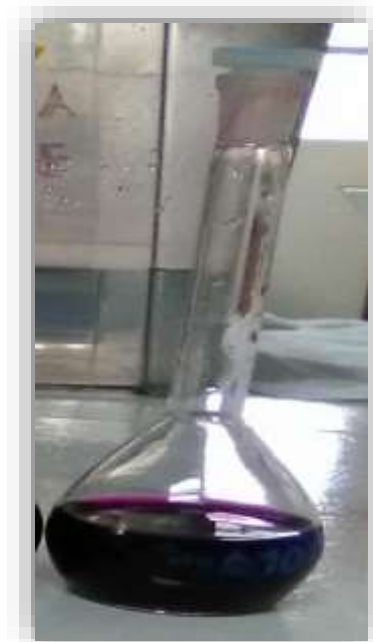


Figura 25: Solución de KMnO_4
Fuente: El Autor

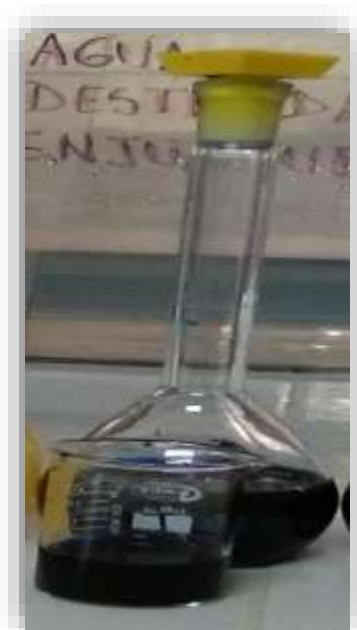


Figura 26: Solución de IC.
Fuente: El Autor

Para la solución IC, pesar 0,1 g de este reactivo, luego colocar en un balón de aforo y añadir 50 ml de agua destilada, a continuación, adicionar 5 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y 45 ml de agua destilada; de la misma forma preparar la segunda solución de IC, para lo cual se debe pesar 0,6 g de este compuesto.

Valoración del extracto de tara

Para el proceso de valoración de los extractos realizar el proceso de la figura 27, y contabilizar el gasto neto de permanganato de potasio entre el gasto utilizado en los extractos y el blanco.

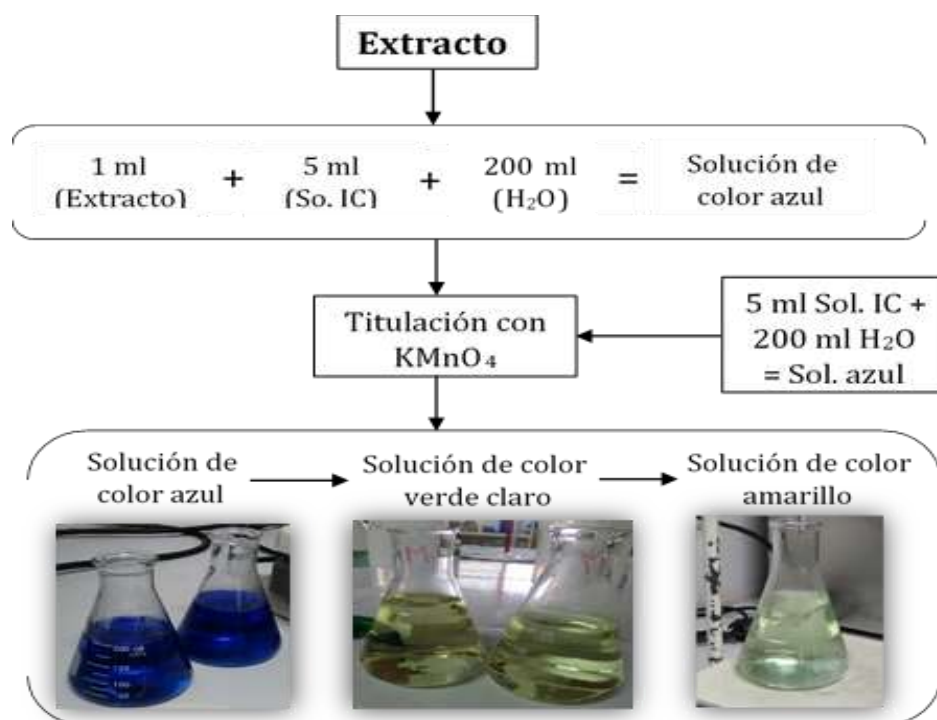


Figura 27: Esquematación del proceso de valoración de extractos

Fuente: El Autor

Cuantificación de taninos mediante el método volumétrico

Utilizar el procedimiento que establece Alnicolsa (2000-2003), el cual es elaborado en base al método cuantitativo - Adaptado del Método de la A.O.A.C. Edición 14 -1984.

Los gramos de taninos se deben determinar en base a la siguiente relación:

1 ml de permanganato de potasio al 0,1 N = 4,2 mg de taninos



3. CONCLUSIONES

- ❖ Por medio de este manual se pretende presentar una guía para que productores, instituciones y organismos relacionados con la producción de la tara puedan utilizarlo en el caso de querer realizar la extracción de subproductos de este cultivo.
- ❖ Mediante la elaboración del presente manual sobre determinación del contenido de taninos extraídos de la vaina de la tara se espera contribuir a mejorar el aprovechamiento de la tara, de tal forma que constituya una nueva alternativa agro productiva para los productores agropecuarios de dicho cultivo.
- ❖ Existen métodos de extracción, sin embargo, el método volumétrico aplicado ha brindado rendimientos similares a los presentados en la bibliografía de otros métodos.



4. RECOMENDACIONES

Para obtener una buena concentración de taninos presentes en la tara se debe realizar:

- ❖ Cosechar los frutos en una etapa de fructificación media.
- ❖ Utilizar fundas herméticas para almacenar sus frutos, de tal manera que no se infesten con los factores del ambiente como: insectos, humedad, entre otros.
- ❖ Durante el proceso de elaboración de extractos y cuantificación de taninos se debe tomar en cuenta las buenas prácticas de laboratorio, para asegurar que los resultados obtenidos no tengas desviaciones provocadas por factores externos a la investigación.
- ❖ Para tener resultados más eficaces es recomendable realizar estudios para determinar la variación de la concentración en diferentes etapas de fructificación, altitud.

5. BIBLIOGRAFÍA

Agraria. (2018). *Exportaciones de tara en polvo siguen en ascenso*. Agraria.pe Agencia Agraria de Noticias. <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-de-tara-en-polvo-siguen-en-ascenso-16040>

Ali, D. (2012). Extracción de taninos (ácido gálico) a partir del polvo de vaina de tara (*Caesalpinia spinosa*). Universidad Nacional del Altiplano.

ALNICOLSA. (2020). *Fabricación de harina de tara en polvo*. <http://taninos.tripod.com/vtara.html>.

Cabello, I. (2010). *Tara Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze*. Recuperado https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1373/Monografia_tara_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y Cañadas, L. (2010). El mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Quito: PRONAREG.

Cañadas, L. (2010). *El mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. PRONAREG.

Cortez, D. (2012). *Obtención de extracto tánico y extracto gálico a partir de la harina de vaina de guarango (Caesalpinia Spinosa) (Mol.) O. Kuntze, a escala de laboratorio*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

De la Cruz, P. (2004). *Aprovechamiento integral y racional de la tara (Caesalpinia spinosa - Caesalpinia tinctoria)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Exandal. (s.f.). *Tara en Polvo*. Exandal. Recuperado de <http://www.exandal.com/tara-en-polvo/>.

García, T. I., & Jarquín, A. I. J. (2015). Estudio de la extracción de los taninos de la semilla de mango de las variedades criollas, para la elaboración de un complemento alimenticio para aves de engorde y preparación de un tinte de curtiembre a partir de los taninos extraídos. [Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://ribuni.uni.edu.ni/1460/1/60188.pdf>.

Gobierno Provincial de Loja. (2016). Estudio de Mercado y Comercialización de Productos derivados de la Tara.



Guerra, A. (2005). *Obtención, caracterización y evaluación de las propiedades físico-químicas de los extractos fluidos, blandos y secos, así como de las tinturas del rizoma y de la fronda de calabuala (phlebodium pseudoaureum) a nivel de laboratorio*. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Isaza, J. (2007). *Taninos o polifenoles vegetales* [Técnico]. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.

Lara, D. M., y Londoño, Á. S. (2008). El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. 23.

Larrea, M. (2010). *La Tara, Guarango o Taya (Caesalpinia spinosa) en la Región Andina*.

<http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/40e1ccbaf1b3be8ebb1ee76b3b0c0d4.pdf>.

Lazo, O. R., Pérez, N. R., & Chuquiruna, P. D. (2007). *La tara y condiciones de reforestación en el Alto Jequetepeque, Microcuenca de San Juan-Cajamarca*. *Industrial Data*, 10(2), 038-046. <https://doi.org/10.15381/idata.v10i2.6358>.

Ordóñez, O. (2011). *Distribución de las especies arbóreas y arbustivas basadas en los requerimientos ecológicos de los sistemas montañosos en la Provincia de Loja, Ecuador*. La Habana, Cuba: Universidad de la Habana.

Peña, A. (2006). *Los taninos y su importancia en la calidad de uvas y vino*. Recuperado de <http://www.gie.uchile.cl/pdf/Alvaro%20Pe%F1a/taninos.pdf>.

Rodríguez, L. M. (2005). *Determinación de los componentes químicos de la madera de pino blanco (Pinus pseudostrobus Lindl) proveniente de la finca Las Victorias, Patzún, Chimaltenango*. Universidad San Carlos de Guatemala.

Urbano, B. (2017). *Pardeamiento en vinos blancos: una solución al problema*. Recuperado de <http://masteragroalimentacion.es/pardeamiento-vinos-blancos>

Vargas, J. (2015). *Uso potencial de la goma de tara (Caesalpinia spinosa) para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos*. Escuela Politécnica Nacional.

