UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DEL MÉTODO QUÍMICO CON ÁCIDO SULFÚRICO PARA LA EXTRACCIÓN DE GOMA DE TARA (*CAESALPINIA SPINOSA*)

Tesis de grado previa a la Obtención del Título de Ingeniero Agrícola

AUTOR

Rusbelt Alexander Bermeo Macas

DIRECTOR

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval Ph. D

LOJA – ECUADOR

2021

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval Ph.D.

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

CERTIFICA:

En calidad de director de la tesis titulada "**EVALUACIÓN DEL MÉTODO QUÍMICO CON ÁCIDO SULFURICO PARA LA EXTRACCIÓN DE GOMA DE TARA *(CAESALPINIA SPINOSA)*"**, de la autoría del señor egresado de la carrera de Ingeniería Agrícola Rusbelt Alexander Bermeo Macas, ha concluido de acuerdo al cronograma aprobado y autorizo se continúe con el trámite de graduación.

Loja, 8 de septiembre de 2020

Firmado electrónicamente por:
WILSON ROLANDO
CHALCO SANDOVAL

……

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval Ph. D

DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Fecha de Creación 29 de julio de 1975

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Loja, 04 de marzo 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: **EVALUACIÓN DEL MÉTODO QUÍMICO CON ÁCIDO SULFÚRICO PARA LA EXTRACCIÓN DE GOMA DE TARA *(Caesalpinia spinosa),*** de autoría del señor egresado de la Carrera de Ingeniería Agrícola **Rusbelt Alexander Bermeo Macas**, con cédula de identidad 1105026056, 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. Nohemí Jumbo Benítez

VOCAL DELTRIBUNAL

AUTORÍA

Yo, **Rusbelt Alexander Bermeo Macas,** declaro ser autor 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.

Autor: Rusbelt Alexander Bermeo Macas

Firma: RUSBELT ALEXANDER BERMEO MACAS

Firmado digitalmente porRUSBELT ALEXANDER BERMEO MACAS
DN: cn=RUSBELT ALEXANDER BERMEO MACAS c=EC o=SECURITY DATA S.A. 2 ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION
Motivo:Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha:2021-03-05 08:55-05:00

Cédula: 1105026056

Fecha: Loja, marzo del 2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo. **Rusbelt Alexander Bermeo Macas**, declaro ser el autor de la tesis titulada: "**EVALUACIÓN DEL MÉTODO QUÍMICO CON ÁCIDO SULFÚRICO PARA LA EXTRACCIÓN DE GOMA DE TARA *(CAESALPINIA SPINOSA)***", como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrícola, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestra 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 pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, 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 ocho días del mes de marzo del dos mil veintiuno, firma el autor:

Firma: RUSBELT ALEXANDER BERMEO MACAS

Firmado digitalmente porRUSBELT ALEXANDER BERMEO MACAS
DN: cn=RUSBELT ALEXANDER BERMEO MACAS c=EC o=SECURITY DATA S.A. 2 ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION
Motivo:Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha:2021-03-05 08:55-05:00

Autor: Rusbelt Alexander Bermeo Macas

Cédula: 1105026056

Dirección: Loja, Av. Villonaco y Joaquín Gallegos Lara, Obrapía

Correo electrónico: rabermeom@unl.edu.ec

Celular: 0989936828

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:	Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval Ph. D	
Tribunal de Grado:	Ing. Pedro Manuel Guaya Paute Mg. Sc.	Presidente
	Ing. Noemi Del Carmen Jumbo Benítez Mg. Sc.	Vocal
	Ing. Luis Floresmilio Sivisaca Caraguay Mg. Sc.	Vocal

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Loja – Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables por darme la oportunidad de cumplir una de mis metas formarme como profesional, así mismo a la Carrera de Ingeniería Agrícola y su planta administrativa y docente quienes contribuyeron a mi formación profesional.

A mis seres queridos: amigos y familiares quienes confiaron en mí y me apoyaron durante el transcurso de mi vida universitaria.

A mi director de tesis Dr. Wilson Chalco, por su confianza, motivación, amistad y sobre todo por brindarme su asesoría durante la realización del trabajo de tesis, conjuntamente con las técnicas de laboratorio en especial a la Ing. Beatriz Guerrero quien me brindo su tiempo, apoyo y conocimientos para la ejecución de la fase de laboratorio. Sin su apoyo y comprensión no hubiese sido posible culminar esta investigación.

DEDICATORIA

A mis padres Fredy Bermeo y Gloria Macas, por ser unos de los pilares fundamentales de mi vida, por guiar mi camino, apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y sobre todo por su gran sacrificio y esfuerzo que han depositado en mi formación profesional.

A mis hermanos Yeleny y Jhon por ser parte en mi vida, por apoyarme en cada decisión de mis aciertos y desaciertos, por estar a mi lado en cada momento y por alentarme para no rendirme jamás.

A mi sobrina Angie y mi abuelita Victoria por ser una de las partes importantes de mi vida, por estar a mi lado en cada momento en las buenas y en las malas y darme fortaleza para cumplir con mi formación profesional.

Rusbelt Alexander Bermeo Macas

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido **Pág.**

PORTADA…… I

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS II

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE GRADO..... III

AUTORÍA……..... IV

CARTA DE AUTORIZACIÓN V

AGRADECIMIENTO VI

DEDICATORIA.. VII

ÍNDICE DE CONTENIDOS…… VIII

INDICE DE TABLAS…… XII

ÍNDICE DE FIGURAS…… XIII

ÍNDICE DE ANEXOS…….……. XIV

RESUMEN…….. XVI

ABSTRACT……..... XVII

1. Introducción 1

2. Revisión de literatura 3

2.1. Descripción de la tara (*Caesalpinia spinosa)* 3

2.2. Identificación de la especie 4

2.3. Características botánicas 4

2.4. Distribución geográfica de la tara 5

2.4.1. Distribución a nivel mundial. 5

2.4.2. Distribución nacional. 5

2.4.3. Distribución en la provincia de Loja. 5

2.5. Características generales de los frutos de tara 6

2.5.1. Composición química de los frutos de tara. 6

2.5.2. Composición química de la semilla de tara. 6

2.5.3. Aprovechamiento de los frutos de tara. 7

2.6. Goma de tara (*Caesalpinia spinosa*).....7

2.6.1. Composición química de la goma de tara. 8

2.6.2. Aplicaciones de la goma de tara. 9

2.6.3. Métodos de extracción de la goma de tara. 10

2.6.3.1. Extracción por tratamiento químico con ácido sulfúrico (H_2SO_4).....10

2.6.3.2. Extracción con hidróxido de sodio (NaOH). 11

2.6.3.3. Extracción por vía húmeda. 12

2.6.3.4. Extracción por vía seca. 12

2.6.4. Análisis de calidad de la goma de tara. 12

2.6.4.1. Análisis fisco-químico. 13

2.6.4.1.1. Humedad total. 14

2.6.4.1.2. Proteína. 15

2.6.4.1.3. Fibra cruda. 15

2.6.4.1.4. Cenizas. 16

2.6.4.1.5. Lípidos. 16

2.6.4.1.6. Carbohidratos. 16

2.6.4.1.7. Insolubles en ácido. 17

2.6.4.1.8. pH…. 17

2.6.4.2. Análisis organoléptico.....17

2.6.4.2.1. Color.....18

2.6.4.2.2. Textura. 19

2.6.4.2.3. Olor… 19

3. Materiales y métodos 20

3.1. Ubicación de la investigación 20

3.2. Materiales.....20

3.2.1. Equipos y materiales de laboratorio. 20

3.2.2. Reactivos de laboratorio.....21

3.2.3. Insumos. 21

3.2.4. Materiales y equipos de oficina. 21

3.3. Metodología 21

3.3.1. Metodología para el primer objetivo.....21

3.3.1.1. Extracción de la goma de tara *(Caesalpinia spinosa)* por el método químico con ácido sulfúrico…….....21

3.3.1.1.1. Recolección de materia prima.....23

3.3.1.1.2. Selección. 23

3.3.1.1.3. Desvainado.....23

3.3.1.1.4. Clasificación.....23

3.3.1.1.5. Extracción de la goma.....23

3.3.1.1.6. Lavado.....24

3.3.1.1.7. Secado. 24

3.3.1.1.8. Separación.....24

3.3.1.1.9. Secado de la goma.....24

3.3.1.1.10. Molienda. 24

3.3.1.1.11. Tamizado.....24

3.3.1.1.12. Envasado. 25

3.3.1.1.13. Almacenado. 25

3.3.1.2. Análisis de calidad de la goma de tara.....25

3.3.1.2.1. Análisis organoléptico.....25

3.3.1.2.2. Análisis físico-químicos.....26

3.3.2. Metodología para el segundo objetivo 28

3.3.3. Determinación del rendimiento en función del peso de la semilla 28

3.3.4. Metodología para el tercer objetivo 28

4. Resultados y discusión 29

4.1. Determinación de las condiciones óptimas para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico 29

4.1.1. Análisis de calidad de la goma de tara 31

4.1.1.1. Análisis organoléptico.....32

4.1.1.2. Análisis físico-químico. 34

4.2. Determinación del rendimiento de extracción de goma de tara 38

4.2.1. Determinación del rendimiento en función del peso de la semilla. 38

4.3. Elaboración de un manual sobre la extracción de goma de tara por el método químico……. 39

5. Conclusiones 40

6. Recomendaciones.....41

7. Bibliografía 42

8. Anexos 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas **Pág.**

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la tara 4

Tabla 2. Composición química de los frutos de tara.....6

Tabla 3. Composición química de la semilla de la tara 7

Tabla 4. Composición química de la goma de tara.....9

Tabla 5. Rendimientos de extracción de goma de tara con ácido sulfúrico.....11

Tabla 6. Análisis proximal de las características de calidad de la goma de tara 14

Tabla 7. Escala hedónica de cinco puntos para evaluación sensorial de alimentos.....18

Tabla 8. Tiempos de variación para la fase de extracción 24

Tabla 9. Escala hedónica utilizada para la evaluación organoléptica.....26

Tabla 10. Resultados del análisis organoléptico de la goma de tara en polvo.....32

Tabla 11. Resultados del análisis físico-químico de la goma de tara 35

Tabla 12. Rendimientos de extracción de goma de tara con ácido sulfúrico (H_2SO_4) en función del peso de la semilla 38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras Pág.

Figura 1. Árbol de tara 3

Figura 2. Unidad monomérica de la goma de tara 8

Figura 3. Textura de la goma de tara en polvo 19

Figura 4. Ubicación gepografica de la zona de estudio……20

Figura 5. Diagrama de flujo para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico ….....22

Figura 6. Tratamientos de extracción con ácido sulfúrico……30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos **Pág.**

Anexo 1. Protocolo para determinación del porcentaje de humedad total 49

Anexo 2. Protocolo para determinación de cenizas 51

Anexo 3. Protocolo para determinación de proteína en goma de tara 52

Anexo 4. Protocolo para la determinación de fibra cruda en goma de tara 54

Anexo 5. Protocolo para determinar grasas 56

Anexo 6. Protocolo para determinar insolubles en ácido 58

Anexo 7. Protocolo para determinar el pH de la goma de tara 59

Anexo 8. Hoja de evaluación para análisis organoléptico de la goma de tara.....60

Anexo 9. Características físico-químicas de la goma de tara 61

Anexo 10. Manual para la extracción de goma de tara *(Caesalpinia spinosa)* por el método químico con ácido sulfúrico.....62

EVALUACIÓN DEL MÉTODO QUÍMICO CON ÁCIDO SULFÚRICO PARA LA EXTRACCIÓN DE GOMA DE TARA *(CAESALPINIA SPINOSA).*

RESUMEN

La tara es una especie forestal originaria de la zona andina, cuenta con un gran potencial en la agroexportación y agroindustria, ya que puede usarse como materia prima para la producción de gomas, misma que se caracteriza por ser uno de los subproductos más demandados en el mercado internacional al ser aplicado como aditivo en la industria alimentaria, sin embargo, en Ecuador y particularmente en la provincia de Loja no se aprovecha esta potencialidad, vendiendo la tara como materia prima; tomando en cuenta esto, en el presente trabajo de investigación desarrollado en los meses de septiembre del 2019 a marzo del 2020, se planteó la evaluación del método químico con ácido sulfúrico para la extracción de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*), con el propósito de generar valor agregado a la especie, para conseguirlo, primero se determinó las condiciones óptimas para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico, para ello se realizó 5 tratamientos con diferentes tiempos de solubilización (rango de 15 minutos), a los cuales se evaluó las características físico-químico y organoléptico; además, los tratamientos fueron analizados en función del rendimiento de extracción de la goma de tara, tomando en cuenta que el rendimiento sea lo más alto posible sin descuidar la calidad de la goma. Los resultados muestran que el tratamiento T_3 (temperatura de solubilización 80ºC, concentración de ácido sulfúrico 72 % y tiempo de contacto de 60 minutos) presenta las mejores características de calidad de goma, en función del análisis organoléptico (color, olor y textura); en cuanto al rendimiento de extracción de la goma de tara aplicando las condiciones óptimas se logró obtener un 22%. Finalmente, se elaboró un manual sobre la metodología y resultados obtenidos con el objetivo de transferir los conocimientos generados a los actores relacionados con la producción de la tara.

ABSTRACT

Tara is a forest native to the Andean area, it has great potential in agro-export and agro-industry, since it can be used as a raw material for the production of gums, which is characterized by being one of the most demanded by-products on the international market when applied as additive in the Food industry, however, in Ecuador and particularly in the province of Loja, this potencial is not exploited, selling tara as a raw material; taking this in to account, in this investigation developed in the months of September of the 2019 to March 2020, the evaluation of the chemical method with sulfuric acid for the extraction of tara gum (*Caesalpinia spinosa*) was raised, in order to generate added value to the species, to achieve it, first determined the optimal conditions for the extraction of tara gum by the chemical method whit sulfuric acid, for this 5 tratments with different solubilization times (range of 15 minutes) were performed, to which the physical-chemical and organoleptic characteristics were assessed; in addition, the treatments were analyzed base on the extraction yield of the tara gum, taking in to account that the yield is as high as posible without neglecting the quality of the gum, the results show thar the T_3 treatment (solubilization temperatura 80ºC, sulphuric acid concentration 72% and contact time of 60 minutes) has the best gum quality characteristics, in the function of the organoleptic analisys (color, smell and texture); regarding of the extraction yield of the tara gum applying the optimim conditions was achieved 22%. Finally, a manual on the methodology and results obtained was developed with the aim of transferring the knowledge generated to the actors related to the production of the tara.

1. Introducción

Según el Gobierno Provincial Autónomo Descentralizado de Loja - GPADL (2016) la tara es una especie forestal originaria de la zona andina, esta planta silvestre con un gran potencial en la agroexportación y agroindustria, puede usarse como materia prima para la producción de taninos y gomas. A nivel mundial Perú es el principal productor de tara y sus derivados exportando cerca de 20 mil toneladas lo que corresponde al 80% de la producción mundial, no obstante, esta cantidad se encuentra lejos de satisfacer el mercado mundial, lo cual tiene una demanda de100 mil toneladas aproximadamente, por lo que, existe una demanda insatisfecha que corresponde al 80%. Por otra parte, en Ecuador, y a nivel de la provincia de Loja debido al desconocimiento del potencial que posee esta especie, la comercialización de esta especie se realiza como materia prima, siendo en la provincia de Loja la organización Agropisa la encarga de realizar la compra a los productores y recolectores, y esta a su vez vende la tara a empresas del Perú, igualmente como materia prima.

Debido a lo antes mencionado, existe una oportunidad para obtener mejores ingresos a través de la producción y comercialización de derivados de tara con valor agregado a otros países demandantes de estos subproductos, afrontando los problemas socioeconómicos que aquejan a los sectores rurales del país; por otra parte hay que resaltar el valor ambiental que posee esta especie, ya que se la constituye una opción sugestiva en la protección de los suelos erosionados y desérticos, puesto que, por su alta adaptabilidad a condiciones edáficas y climáticas rigurosas es una buena alternativa para combatir con los problemas de desertificación y reforestación del país. Por lo tanto, en esta investigación se plantea la necesidad de potenciar y aprovechar el cultivo de tara, mediante la extracción de goma logrando obtener un producto que tiene gran demanda en los mercados nacionales e internacionales, con el propósito de fomentar y obtener mejores condiciones de comercialización que mejorarían los ingresos económicos y la calidad de vida para los productores y sus familias.

Para realizar la extracción de la goma en bibliografía existen varios métodos, sin embargo, uno de los más utilizados es el método químico con ácido sulfúrico el cual fue seleccionado para realizar la presente investigación; con el objeto de determinar las condiciones óptimas en el proceso de extracción, además, tomando en cuenta que el rendimiento de extracción sea lo más alto posible, para obtener una goma de buena calidad y pueda ser utilizado para la utilización en diferentes industrias y principalmente en la alimentaria.

Los resultados de la investigación realizada constituyen de gran valor para muchos actores involucrados en la producción y comercialización de tara en la provincia de Loja y en el Ecuador; principalmente servirán para la posible instalación y puesta en marcha de una planta de producción de productos derivados de tara, entre los cuales está la goma, obteniendo de esta forma producto con valor agregado que presentan gran demanda en los mercados nacionales e internacionales, debido a sus diversas aplicaciones en varias industrias. Así mismo, la implementación de esta planta permitirá mejorar los pecios que actualmente se paga a los productores, pasando de 20 USD/quintal a posiblemente entre 30 y 40 USD/quintal; esto mejoraría los ingresos económicos de los agricultores y recolectores, y por lo tanto contribuirá a mejorar la calidad de vida de estos y sus familias.

Para cumplir con el propósito de la investigación se ha planteado los siguientes objetivos:

Objetivo general

Potenciar el cultivo y aprovechamiento de la tara (*Caesalpinia spinosa*) mediante la extracción de goma de tara.

Objetivos específicos

Determinar las condiciones óptimas para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico.

Determinar el rendimiento de extracción de goma de tara.

Elaborar un manual sobre la extracción de goma de tara por el método químico.

2. Revisión de literatura

2.1. Descripción de la tara *(Caesalpinia spinosa)*

La tara o guarango de nombre científico *Caesalpinia spinosa* es una especie forestal originario de Sudamérica perteneciente a la familia de leguminosas. Se distribuye entre las zonas áridas de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia hasta el norte de Chile. En forma natural, se presenta en lugares con un promedio de 230 a 500 mm de lluvia anual característicos de climas semiáridos también se la observa en cercos o linderos, como árbol de sombra para los animales dentro de cultivos de secano, y como árbol ornamental (De la Cruz, 2004; Martínez, 2004).

Figura 1. Árbol de tara
Fuente: Silvateam (2020)

Se trata de un árbol silvestre de cuyas vainas y semillas se obtiene una serie de productos de gran importancia a escala industrial. En este aspecto, uno de los subproductos que presenta esta especie con un gran potencial en la agroindustria son las gomas o mucilagos; las cuales son utilizadas en el mercado internacional como hidrocoloides alimenticios (Mancero, 2008).

El guarango es un árbol que puede llegar hasta los 12 m de altura, dependiendo de las características físico-químicas del suelo donde se sitúan y de la disponibilidad del agua. El diámetro del fuste puede llegar a 60 cm, posee un sistema radicular circular con raíces

profundas que facilitan la absorción de agua y otorgan tolerancia de la planta a sequias o ambientes áridos (Nieto & Hidrobo, 2011).

2.2. Identificación de la especie

A continuación, se presenta en la tabla 1 la clasificación taxonómica de la especie conocida como tara o guarango, según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Tabla 1.
Clasificación taxonómica de la tara

Nombre científico	*Caesalpinia spinosa*
Nombre común	"Tara", "taya" (Perú); "guarango" (Colombia, Ecuador).
Sinónimos	Caesalpinia tinctoria (H. B. K) Bentham ex Reiche. Poinciana spinosa Molina. Caesalpinia pectinata Cavanilles.
Familia	Caesalpinaceae (Leguminosaea: Caesalpinoideae) comprende unos 150-180 géneros y más de 2.200 especies pantropicales y subtropicales.
Etimología	Caesalpinia, en honor de Andrea Caesalpini (1524-1603), botánico y filósofo italiano. Spinosa, del latín spinosus-a-um, con espinas.

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos - USDA (2008)

2.3. Características botánicas

Es un árbol pequeño en sus inicios, de dos a tres metros de altura, pero puede llegar a medir hasta 12 m en su vejez, dependiendo de la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua; el diámetro del fuste o tronco puede llegar a 60cm, de DAP (diámetro a la altura de pecho), está provisto de una corteza gris espinosa, con ramillas densamente pobladas, en muchos casos las ramas se inician desde la base dando la impresión de varios tallos. La copa es irregular, poco densa y con ramas laterales y otras ascendentes. Consta de hojas alternas compuestas, pinnadas o bipinnadas en espiral con 6 a 8 pares de foliolos y miden de 8 a 15 cm. Las inflorescencias son racimos de color amarillo-rojizo que miden de 15 a 20 cm. (Martínez, 2004; Nieto & Hidrobo, 2011).

Sus frutos son vainas explanadas de color naranja de 8 a 10 cm de largo y 2 cm de ancho aproximadamente, que contienen de 4 a 7 granos de semilla redondeadas y arriñonadas con un diámetro de 0.6 cm a 0.7 cm. Las semillas cuando están iniciando su fase de maduración presentan un color verde de consistencias blanda y cuando ya han alcanzado su madurez se

caracterizan por presentar un color pardo negruzco con una textura dura (Martínez, 2004; Nieto & Hidrobo, 2011)

2.4. Distribución geográfica de la tara

En forma general la tara se presenta en lugares semiáridos y con una altitud determinada. En este marco, se describe la distribución geográfica en diferentes niveles de localización.

2.4.1. Distribución a nivel mundial.

La tara es un cultivo oriundo de Sudamérica, así mismo esta leguminosa se encuentra a lo largo de las zonas áridas y semiáridas de Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, Perú, y el norte de Chile, teniendo la mayor extensión y productividad entre los 4° de latitud sur. Se puede concluir que el Perú es una de las zonas de origen por la gran variabilidad genética que muestra (Villanueva, 2007).

2.4.2. Distribución nacional.

El Guarango es un arbusto que se adapta bien a condiciones semiáridas, a suelos degradados y a terrenos laderosos, necesita de pocos cuidados, crece desde los 50 hasta los 2,800 msnm. (Arguello & Saltos, 2017).

En Ecuador la tara se encuentra en diferentes lugares, en particular en la Región Sierra, principalmente en las provincias de Chimborazo, Carchi, Imbabura y Loja entre los 50 hasta los 2800 m.s.n.m., en estado silvestre, formando parte del matorral seco interandino, cuyo ecosistema está en un franco proceso de deterioro por tala excesiva. Es una especie relegada sistemáticamente que ha estado a punto de desaparecer por el desconocimiento de su cultivo y su aprovechamiento como especies maderables (GADP-LOJA, 2016; Mancero, 2008).

No obstante, en la actualidad se han adquirido nuevos conocimientos a través de nuevas investigaciones sobre este cultivo, los cuales han permitido conocer las potencialidades que puede poseer este producto y sus derivados, permitiendo así, desarrollar una producción agroindustrial con el fin de mejorar la calidad de vida de los productores del país.

2.4.3. Distribución en la provincia de Loja.

Geográficamente, la tara en la provincia de Loja se distribuye en un rango altitudinal que va entre 1.500 a 2.500 m.s.n.m. y la encontramos en los cantones que presentan las características ideales para su desarrollo entre los que tenemos: Saraguro, Loja, Amaluza, Quilanga, Cariamanga, Gonzanamá, Catamayo, Catacocha, Olmedo, Chaguarpamba,

Sozoranga, Celica y Pindal. Su presencia se debe a las condiciones climáticas y de altura, independientemente de la calidad de suelo donde está creciendo (Ordóñez, 2011).

2.5. Características generales de los frutos de tara

Los frutos de tara al tratarse de una especie de la familia de las leguminosas poseen características muy similares, entre los que se identifican las vaina representando el 62% del peso de los frutos y las semillas las cuales cuenta con tres componentes bien diferenciado; la cáscara representa el 28%, 34% de gomas y el germen representa el 37,5% del peso de la semilla (De la Cruz, 2004).

2.5.1. Composición química de los frutos de tara.

La composición porcentual del fruto de tara, considerada de aquellos ejemplares que han alcanzado su tamaño y madurez fisiológica, es decir cuando los frutos se desprenden de los pétalos para precipitarse al suelo, tiene una composición química porcentual, como se muestra tabla 2 (Villanueva, 2007).

Tabla 2.
Composición química de los frutos de tara

Componentes	**Porcentaje (%)**
Humedad	11,70
Proteínas	7,17
Cenizas	6,24
Fibra cruda	5,30
Extracto	2,01
etéreo	67,58
Carbohidratos	62

Fuente: De la Cruz (2004)

2.5.2. Composición química de la semilla de tara.

Según Basurto (2010) la estructura morfológica de la semilla de tara consta de varias partes, entre las que se pueden determinar la testa, la cual, es la cobertura de la semilla, también denominada cascara, el endospermo y la goma.

Los componentes químicos de las semillas de tara radican en las proteínas, carbohidratos y lípidos. La proporción relativa de estos compuestos varía en relación a la localización y especie de la tara (Basurto, 2010).

A continuación, en la tabla 3 se describe la composición química de las semillas de tara.

Tabla 3.
Composición química de la semilla de la tara

Componentes	**Porcentaje (%)**
Humedad	12,01
Proteínas	19,62
Cenizas	3
Fibra cruda	4
Extracto	5,20
etéreo	56,17
Carbohidratos	0

Fuente: Basurto (2010)

2.5.3. Aprovechamiento de los frutos de tara.

El fruto de la planta de tara es la que mayor interés presenta debido a los compuestos que se puede obtener tanto de la vaina como de la semilla. En la actualidad a partir de la vaina seca de la tara se obtienen los taninos y a partir de la semillas del fruto se puede obtener gomas, aceite, fibra, harina proteica, entre otros (Arguello Erazo & Saltos Aguilar, 2017; Rojas et al., 2016).

Por ello, la goma de tara es uno de los subproductos que mayor interés presenta en la agroindustria, debido a que pueden ser aplicados en diferentes, entre los que podemos citar: en la elaboración de productos farmacéuticos y cosméticos, industria textil, industria de papel y principalmente en la industria alimentaria, la cual aprovecha este producto para la elaboración de nuevos alimentos (Martínez, 2004).

2.6. Goma de tara (Caesalpinia spinosa)

La goma de tara es un polímero galactomanano formado por galactosa y manosa, también reciben el nombre de hidrocoloides y se encuentra en el endospermo de las semillas de la tara las cuales tienen la capacidad de retener agua y formar suspensiones coloidales, se usan en la formulación de muchos alimentos principalmente por su capacidad de dar textura, viscosidad o espesamiento (Bastidas, 2013; Martínez, 2004 & Pavón, 2015).

Esta goma está compuesta en su mayoría de polisacáridos dispuestos en cadenas lineales de unidades de (1-4) P-D manopiranosa unidos con unidades de a-D-galactopiranosa

con enlaces (1-6).Ocasionalmente las cadenas están asociadas a cationes metálicos que pueden ser de calcio, potasio y magnesio, en este sentido, la goma consta de una proporción de manosa: galactosa de aproximadamente de 3:1(Villanueva, 2007).

En la figura 2 se muestra la unidad monomérica que presenta la goma de tara.

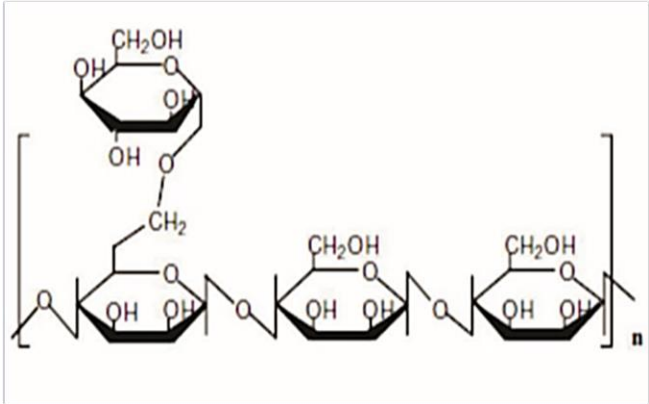

Figura 2. Unidad monomérica de la goma de tara
Fuente: Goycochea (2010).

Debido a que las gomas presentes en el endospermo de las semillas de algunas plantas leguminosas se aplican para la industria de la alimentación, la goma de guarango está clasificada dentro del Codex Alimentarius (2010), con el número 417 del SIN (Sistema Internacional de Numeración). Sin embargo, en Europa se lo denomina como E-417, clasificación que se le ha denotado debido a las características que posee (ANICOLSA, 2009).

Las propiedades más importantes de la goma de tara son: espesante, aglomerante, estabilizador, coloide y capa protectora; posee la ventaja de ser incolora, insípida, muy estable y altamente resistente a la descomposición; dichas propiedades son aprovechadas en las industrias para varias aplicaciones, tales como en la industria alimentaria (GADP-LOJA, 2016).

2.6.1. Composición química de la goma de tara.

Según Villanueva (2007) la composición química de la goma de tara se caracteriza por ser un componente con buena solubilidad, poseer una gran cantidad de galactomananos y una baja humedad, dichas especificaciones la hacen un complemento de gran importancia en las diferentes industrias. En la tabla 4 se describe la composición química de la goma de tara.

Tabla 4.
Composición química de la goma de tara

Componente	**Porcentaje (%)**
Humedad	5,03
Cenizas	5,85
Fibra	1,15
Grasa	0,49
Proteína	6,76
Galactomananos	76,14
Solubilidad	98,38
Densidad (g./c.c)	0,69
pH	5,5

Fuente: Villanueva (2007)

2.6.2. Aplicaciones de la goma de tara.

Los hidrocoloides o gomas tienen un amplio campo de aplicación en la industria alimentaria pero también son también utilizados en la industria farmacéutica, papelera y textil. El aprovechamiento integral de la goma de tara, al tratarse de un hidrocoloide, se lo utiliza para el desarrollo de numerosos productos de interés (De la Cruz, 2004).

En este marco, la aplicación de la goma de tara tiene mayor impacto en la industria de la alimentación, farmacéutica y cosmética debido a las características que posee y las funciones que cumple al aplicarlo en un alimento o en un producto, entre las más importantes podemos citar como: retener el agua, reducir la evaporación, alterar la velocidad de congelación, regular las propiedades reológicas y estabilizar espumas y emulsiones (Bastidas, 2013).

Por lo tanto, la aplicación de la goma de tara a nivel de la alimentación, se centra principalmente en la elaboración de alimentos lácteos, productos de panadería, productos cárnicos y bebidas, ya que, la goma actúa como fijador de agua obteniendo productos con excelente textura, y actuando también como espesante aglutinarte y lubricante en algunos productos.

Sin embargo, actualmente la goma de tara se está empleando como una nueva tecnología para la preservación de frutas y hortalizas, mediante la aplicación de recubrimientos y películas comestibles elaborados a base de goma de tara, por lo cual se logra reducir la pérdida

de humedad y la tasa de respiración, proteger de patógenos y daños físicos, y por consiguiente ralentizar la senescencia y aumentar la vida útil de los productos (Pavón, 2015).

Los recubrimientos se aplican a fin de reducir la migración de vapor de agua, oxígeno, dióxido de carbono, aromas y/o lípidos en los alimentos. Adicionalmente, los recubrimientos pueden mejorar las características mecánicas, reológicas, color y apariencia de los alimentos (Pavón, 2015).

2.6.3. Métodos de extracción de la goma de tara.

La goma de la tara es el polvo que se obtiene de moler el endospermo de las semillas de la *Caesalpinia spinosa*, luego de la separación de la cáscara y el germen. Las gomas de las semillas de tara son extraídas por diversos métodos; a continuación, se detallan algunos procesos de obtención de gomas, los cuales van a depender de las características de la semilla, de la pureza y de la característica organoléptica de la goma que se desea obtener.

2.6.3.1. Extracción por tratamiento químico con ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Bastidas (2013) y Martínez (2007) manifiestan que el proceso químico consiste en someter una determinada muestra de semilla de tara en un medio ácido, específicamente en ácido sulfúrico (H_2SO_4) a una concentración de 72% (p/v), tomando en cuenta tres variables específicas como la concentración del reactivo, temperatura y tiempo de contacto entre la solución y la muestra de semilla, en la cual, ocurren un sinnúmero de diferentes reacciones químicas que conllevan a la desintegración de la testa y por lo tanto a la obtención de la goma de tara; a continuación, se describe el proceso químico antes mencionado para la obtención de goma de tara.

1. Se sumerge la muestra de tara en H_2SO_4, a continuación, se calienta a una temperatura de 60 y 90ºC durante 15 y 25 minutos donde la cáscara se calcina completamente, posibilitando eliminar fácilmente los residuos de la testa a través de un lavado con agua hasta obtener un producto neutro (libre de residuos de ácido).
2. Luego de realizar la eliminación de los residuos de testa, se efectúa un primer secado por convección de la goma y el cotiledón a temperatura que puede variar entre 50 a 60 ºC por 2 horas; esto con la finalidad de eliminar los restos de agua y humedad que logro captar la goma durante el proceso de lavado.
3. Una vez eliminado completamente la humedad de la muestra, se prosigue a separar el endospermo de los otros componentes aún presentes, este proceso se lo realiza de manera manual.

4. Después de separar la goma del endospermo, se coloca en un recipiente de vidrio resistente a altas temperaturas para trasportarlos a una estufa, con el fin de realizar un segundo secado a 60 ºC durante 1 hora aproximadamente para eliminar completamente la humedad presente y evitar que en un futuro se degrade o se pierda la calidad e inocuidad del producto.
5. Finalmente, con la ayuda de un molino pulverizador, se muele la muestra de goma obtenida hasta disgregarla a un polvo fino, el cual pueda ser pasado por un tamiz de 100 mesh, para su posterior envasado y comercialización.

En la tabla 5 se presentan los rendimientos de extracción de goma de tara con ácido sulfúrico realizada por varios autores en sus investigaciones.

Tabla 5.
Rendimientos de extracción de goma de tara con ácido sulfúrico

Autor	**Rendimiento (%)**
Hidrobo, 2011	23,13
Martínez, 2007	32,43
Suárez, 2003	24,40
Sanabria, 2011	17,79
Bastidas, 2013	23,62

Fuente: el autor

2.6.3.2. Extracción con hidróxido de sodio (NaOH).

Martínez (2004) y Bastidas (2013) desarrollaron el método de extracción de goma de tara con NaOH (0,75% p/v) con una combinación con el método de extracción por vía química con (H_2SO_4), con el objeto de separar el endospermo de los demás componentes. A continuación, se representa el procedimiento realizado para llevar a cabo la extracción.

1. Se introduce a la semilla en un medio básico (NaOH 0,75% p/v) durante una hora, en un rango de temperatura que va desde 70 a 90 ºC, con una relación entre solución y semilla de 3:1.
2. Luego se lava la semilla con agua hasta neutralizarla.
3. A continuación, se realiza el secado por convección a una temperatura menor de 40 ºC por 48 horas; las semillas se remojan en agua por dos horas donde se desprende la cáscara por fricción y se seca nuevamente en la estufa a 40 ºC.
4. El endospermo se separa manualmente de los componentes de la semilla, se seca y se muele finamente.

2.6.3.3. Extracción por vía húmeda.

Según Martínez (2004) para la extracción de goma de tara por vía húmeda consiste en someter a la semilla a un quebrado o molido grosero, luego se mezcla con agua, se adiciona algunas veces soda cáustica (extracción alcalina) y otras veces ácido cítrico (extracción ácida). Se describe a continuación el proceso para la extracción de goma.

1. Las semillas de tara se colocan en un molino de martillos para lograr separar de manera más uniforme sus componentes.
2. Luego las semillas sometidas al quebrado se mezclan con agua y se adiciona algunas veces un medio alcalino o también un medio ácido.
3. La solución que contiene goma, cáscara y almendra se filtra en un tamiz y luego se pasa por un filtro prensa, se purifica y se concentra para eliminar el exceso de agua, luego la solución pastosa se somete a un secado por aire caliente.
4. Por último, la mezcla se somete a ebullición para extraer la goma y luego se pulveriza y se envasa.

La desventaja de este método es la coloración de la solución debido a la solubilización de la cáscara, con lo cual se obtendrá un producto coloreado y poco atractivo para su comercialización.

2.6.3.4. Extracción por vía seca.

Martínez (2004) y Pavón (2015) desarrollaron otro método para la extracción de la goma de tara por vía seca, también conocido como tratamiento térmico-mecánico, dicho proceso se lo describe a continuación.

1. Por este método las semillas son tostadas y molidas para separar la cáscara y el germen de la goma, a través de someter a la semilla a un a un shock térmico de 200 a 300 ºC, por 2 a 5 minutos hasta que el endospermo pueda separarse de los demás componentes de la semilla.
2. Luego se realiza un quebrado grosero en un molino.
3. El siguiente paso es seleccionar el endospermo y molerlo finamente.

Este método da un producto con gran cantidad de partículas insolubles en agua y con un alto contenido de impurezas.

2.6.4. Análisis de calidad de la goma de tara.

Los análisis de calidad en los alimentos son un conjunto de técnicas evaluativas, aplicados a los alimentos para asegurar que cumplan con parámetros establecidos en normativas locales e internacionales garantizando así su calidad e inocuidad. Es decir, dichos

análisis permiten determinar la calidad del producto, por lo cual se debe realizar pruebas de carácter físico-químico, microbiológico y organoléptico (MSPS, 2013).

El organismo encargado de establecer las directrices para la elaboración y control de alimentos, es el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) con el apoyo de la Agencia Reguladora del Control Sanitario (ARCSA), estas dos secretarias cumplen la función de entes regulatorios que controlan y garantizan que los alimentos cumplan con los requerimientos establecidos en las normas (González, 2016).

En el caso de la goma de tara se realiza varios análisis para comprobar la calidad, tales como: análisis físico-químicos, microbiológicos y organolépticos; con la finalidad de determinar la calidad e inocuidad de la goma para su aplicación en varias industrias, entre ellas la alimentaria.

2.6.4.1. Análisis fisco-químico.

El análisis físico-químico se denomina a la caracterización de los alimentos, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, las sustancias que están presentes en un alimento y en qué cantidad estos se encuentran, como pueden ser: proteínas, grasas minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, entre otros (Serna y López, 2010).

Serna y López (2010) determinaron que el análisis físico-químico proporciona un conjunto de herramientas que permiten caracterizar de manera confiable a un alimento desde una perspectiva nutricional y toxicológica.

A continuación, en la tabla 6 se presenta valores referenciales para determinar la calidad de la goma de tara.

Tabla 6.
Análisis de las características de calidad de la goma de tara

Análisis físico-químicos	
Características	**Rango**
Humedad	Máximo 15%
Grasas	Máximo 0,75%
Cenizas	Máximo 1,5%
Carbohidratos	< 85%
Insolubles en ácido	Máximo 2%
Solubilidad	Soluble en agua fría y agua caliente
Viscosidad	5000 – 6800 cps
pH	> 4,5

Fuente: Gallardo y Valverde (2015)

2.6.4.1.1. Humedad total.

La determinación de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesado, control y conservación de los alimentos, puesto que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido mayoritario de agua (Villegas, 2014).

Por lo tanto, la humedad es la cantidad de agua que contiene un alimento; es decir, la materia seca es la diferencia entre el peso del alimento y su contenido de agua, este último es un factor de vital importancia para la preservación del producto, un contenido alto de agua crea un ambiente propicio para la proliferación de microorganismos (Polo, 2012).

El método más utilizado para determinar el porcentaje de humedad total se describe a continuación.

Método por secado o gravimétrico.

Con el método de secado gravimétrico se obtiene el porcentaje de humedad que tiene el alimento por la pérdida de peso, donde la muestra pesada previamente se coloca al horno en condiciones específicas durante un periodo de tiempo de 24 horas, luego se pesa nuevamente la muestra; la diferencia de pesos permite determinar la humedad del producto o alimento (Villegas, 2014).

2.6.4.1.2. Proteína.

Las proteínas son macromoléculas que cumplen varias funciones en las células de los seres vivos, forman parte de la estructura de tejidos; además, desempeñan funciones metabólicas y reguladoras a saber: asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, eliminación de materiales tóxicos, regulación de vitaminas y minerales (Revista Salud Pública y Nutrición - RESPYN, 2007).

El contenido de proteínas en los alimentos se determinada a partir del contenido de nitrógeno, a través de varios métodos físicos y químicos. Sin embargo, el método Kjeldahl es la técnica más confiable para la determinación del nitrógeno orgánico en un alimento (Cabezas, 2008).

Método de Kjeldahl.

El método se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios (AOAC, 2000).

Este método puede resumirse en tres etapas: la primera es la etapa de digestión, donde el tratamiento con ácido sulfúrico en presencia con un catalizador y en ebullición transforma el nitrógeno orgánico en ion amonio; en la segunda etapa se lleva a cabo la destilación, para lo cual se alcaliniza la muestra y el nitrógeno se deprende en forma de amoniaco, luego el destilado se recoge sobre un exceso de ácido bórico; en la etapa final denominada de valoración se cuantifica el nitrógeno amoniacal, lo cual se realiza por medio de una volumetría ácido-base, empleando ácido clorhídrico o sulfúrico y como indicador una solución alcohólica de metilo (García & Fernández, 2012).

2.6.4.1.3. Fibra cruda.

Según Cabezas (2008) la fibra cruda es la parte fibrosa o indigerible de un alimento vegetal, químicamente están conformados por compuestos polímeros fibrosos carbohidratados (pectinas, gomas, mucilagos) y no carbohidratados (lignina, polímero).

Método de digestión ácida y alcalina.

El principio para la determinación de fibra bruta consiste en someter a la muestra seca a hidrólisis, una ácida (ácido sulfúrico) y otra básica (hidróxido de sodio). El residuo obtenido es secado, y posteriormente calcinado; la diferencia de peso entre el crisol con el residuo seco y el crisol con las cenizas es la fibra cruda (Polo, 2012).

2.6.4.1.4. Cenizas.

Los residuos de incineración o cenizas se refieren a los desechos que permanecen tras la combustión de los componentes orgánicos de un alimento. Eliminadas las impurezas y partículas de carbono, el residuo restante corresponde al contenido de minerales de un alimento (Polo, 2012).

La metodología para determinar la cantidad de cenizas presentes en un alimento, se describe a continuación.

Método de cenizas totales.

Se trata de un método gravimétrico que se basa en incineración de la muestra seca a 550 ºC, obteniendo como resultado cenizas o un residuo de peso constante. El residuo está constituido por óxidos, carbonatos, fosfatos y sustancias minerales (Polo, 2012).

2.6.4.1.5. Lípidos.

Son sustancias de composición química extremadamente variable; tienen la particularidad de ser insolubles en agua y solubles en solventes no polares (éter, cloroformo, benceno, etc.). Los lípidos incluyen las grasas, aceites, esteroides, ceras y compuestos relacionados. Las grasas están integradas por carbono, hidrógeno y oxígeno, pero en proporción diferente, además, aporta un elevado valor energético (Lamulle & León, 2008).

Los lípidos se los puede encontrar tanto en vegetales como en animales, muchos vegetales acumulan considerables cantidades de lípidos en los frutos y semillas, siendo las leguminosas uno de los alimentos que contiene bajo contenido de lípidos (Polo, 2012).

Métodos para determinar grasas.

Existen varios métodos para determinar grasa en los alimentos, sin embargo, el soxhlet es el más utilizado universalmente debido a la exactitud de los resultados; este método consiste en la separación sólido-líquido para la determinación del contenido graso en muestras de diferente naturaleza (Núñez, 2008).

2.6.4.1.6. Carbohidratos.

Constituyen la fuente más abundante de alimentos de la naturaleza y por lo tanto los más consumidos por los seres humanos, son compuestos orgánicos que contienen hidrogeno, oxígeno y carbono; también se considera como nutriente aportador de energía para el

organismo; y puede estar presente en 3 diferentes grupos: monosacáridos, disacáridos y polisacáridos (Lamulle & León, 2008).

Método para determinar carbohidratos por diferencia.

El contenido total de carbohidratos se calcula por diferencia teniendo en cuenta el contenido de otros macronutrientes como son: porcentaje de humedad, proteína, cenizas y grasas (Lamulle & León, 2008).

2.6.4.1.7. Insolubles en ácido.

Las cenizas insolubles en ácido son una medida de la materia arenosa presente, estando especificados en la tabla 6 los valores máximos permisibles para la goma de tara. La metodología para determinar la cantidad de insolubles en ácido presentes en una muestra, se describe a continuación (Callao, 2010).

Método de cenizas insolubles en ácido clorhídrico.

El método consiste en tratar las cenizas totales con ácido clorhídrico al 10% y calentarla durante 10 minutos, se deja reposar la muestra y luego se filtra a través de un papel filtro. Se coloca el filtrado en la cápsula y se introduce en la mufla durante 1 hora, finalmente se cuantifica las cenizas insolubles en ácido de acuerdo a la fórmula que se presenta en el anexo 4 (INEN, 2013).

2.6.4.1.8. pH.

El análisis del pH cumple la función de determinar la acidez o alcalinidad de una sustancia, e indica el porcentaje de hidrogeno contenido en ésta. En general, es un indicador del estado de un producto y tiene relación directa en procesos de alteración de alimentos, así como, en la proliferación de microrganismos (Vasco, 2008).

Los métodos utilizados para determinar el pH de una sustancia pueden ser: mediante indicadores de calor, pero para su mayor exactitud se ha recurrido a la utilización de métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros (Vasco, 2008).

2.6.4.2. Análisis organoléptico.

El análisis sensorial u organoléptico es la ciencia relacionada con el estudio de los atributos perceptibles de un producto por los órganos de los sentidos en el consumidor (vista, olfato, gusto, tacto y oído), en gran medida por la aceptación o rechazo de los alimentos por parte de los consumidores (International Organization for Standardization – ISO, 2008)

La evaluación sensorial es una herramienta altamente necesaria en el área de los alimentos, principalmente sirve para determinar la vida útil sensorial o la estabilidad durante las distintas condiciones de almacenamiento y para conocer las opiniones del consumidor (Delahunty & Murray, 2001).

Existen diferentes metodologías para evaluar la calidad organoléptica en los alimentos, uno de ellos es el uso de medidores tecnológicos, catadores expertos y los más utilizados por la industria de la alimentación, es el método de la prueba del consumidor (catación) teniendo presente la valoración sensorial con una escala hedónica numérica, para lo cual, se pregunta a un determinado número de personas la preferencia entre diferentes productos (Castañeda, 2013; Hernández, 2005).

Según Castañeda (2013) afirma que la United States Army Food Container Institute 1950 (Instituto de contenedores de alimentos del ejército de EE. UU) desarrolló una escala hedónica de nueve puntos para valorar los alimentos. Sin embargo, en la actualidad la escala tradicional, ha ido cambiando, hasta desarrollar una escala hedónica actualizada, la cual presenta 5 puntos, lo que la caracteriza por ser eficiente y de fácil uso (Liria, 2007).

Tabla 7.
Escala hedónica de cinco puntos para evaluación sensorial

Valoración	**Descripción**
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me disgusta ni me gusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

Fuente: Quitral et.al., (2015)

A continuación, se describe los parámetros sensoriales evaluados, para determinar la calidad de las gomas, tomando en cuenta tres consideraciones principales: apariencia, color y olor.

2.6.4.2.1. Color.

Es un atributo de los alimentos, el cual se valora por medio del sentido de la vista. En la industria de la alimentación la medición del color se la utiliza como parámetro para el control de calidad del producto (Bello, 2000; González & Vicente, 2007).

Por lo tanto, la importancia del color en la evaluación sensorial de goma de tara se debe principalmente a la aceptabilidad en el mercado, la cual se caracteriza por presentar un color blanco cremoso (Chacater, 2015; Galván, 2007).

2.6.4.2.2. Textura.

Es una característica sensorial de gran importancia, especialmente en la industria de los alimentos, ya que constituye un parámetro que es evaluado para determinar la aceptabilidad del producto; en el caso de las gomas este atributo se lo caracteriza a través del tacto y la vista, en función de su apariencia firme y fina como se muestra en la figura 3 (Gallardo et al., 2015 & Tercero, 2013).

Figura 3. Textura de la goma de tara en polvo
Fuente: Exandal (2019)

2.6.4.2.3. Olor.

Es la percepción, por medio de la nariz de sustancias volátiles liberados por los alimentos, esta propiedad es diferente para cada uno de ellos y en ocasiones también pueden carecer de este atributo. La goma de tara se caracteriza por no presentar ningún olor especifico que lo defina (Martínez, 2016 & Gallardo et al., 2015).

3. Materiales y métodos

3.1. Ubicación de la investigación

La fase de campo que comprende la recolección de los frutos de tara se llevó a cabo en el barrio El Portete, ubicado al noroeste del cantón Gonzanamá de la provincia de Loja; se encuentra a 4º 11´ 3´´ de latitud sur, y 79º 32´ 40´´ longitud oeste; de acuerdo a la división política, limita al norte con el cantón Catamayo, al sur con el cantón Quilanga, al este con los cantones de Loja y Catamayo, y, al oeste con los cantones de Paltas y Calvas. A continuación, en la figura 4 se presenta la ubicación geográfica del barrio El Portete.

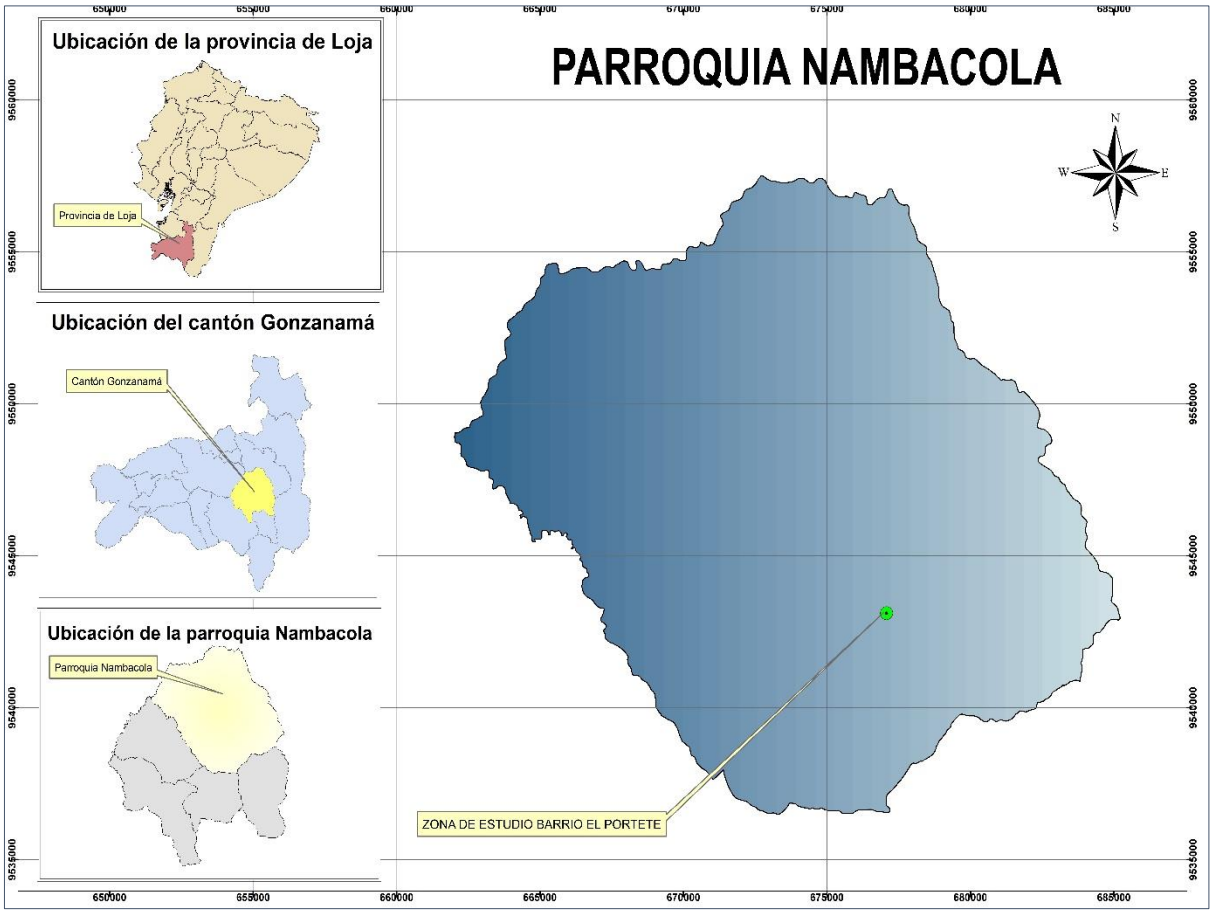

Figura 4. Ubicación geográfica de la zona de estudio
Fuente: El autor

3.2. Materiales

3.2.1. Equipos y materiales de laboratorio.

Los equipos y materiales de laboratorio necesarios para realizar la extracción y análisis de calidad de la goma de tara fueron los siguientes: vasos precipitados de 100 y 250 ml, tubos de ensayo de 10 ml, matraz de 500 y 1000 ml, balón aforado de 1000 ml, termómetro de mercurio de rango 0 a 120 ºC, pipetas graduadas de 1 y 10 ml, agitador de vidrio, balanza de

precisión marca Ohaus Scout de 600 g de precisión ± 0,1 gramos, pH-metro digital de rango de medición de pH entre 0 y 14, equipo Kjeldahl marca Velp Scientific, mufla marca Furnace modelo 1300 crisoles de porcelana y vidrio, desecador de la marca Pyrex de 3,8 litros de capacidad, estufa marca Memmert, baño maría de 100 ºC, molino Hamilton Beach modelo 80350R con capacidad para 60 gramos, papel filtro cuantitativo libre de cenizas de 11 cm, recipientes y colador de plástico.

3.2.2. Reactivos de laboratorio.

Para realizar la extracción de la goma de tara se utilizaron los siguientes reactivos: ácido sulfúrico concentrado a 72 % de la marca Fisher Chemical, indicador Mortimer: 0,016 % rojo de metilo y 0,083 % de verde de bromocresol en etanol, ácido sulfúrico a 0,255 y 0,1 N, hidróxido de sodio 0,313 N, hidróxido de sodio al 50 %, n-octanol BDH Reagents & Chemicals y agua destilada.

3.2.3. Insumos.

Para realizar el tratamiento de obtención de la goma de tara se utilizaron los siguientes productos: recipientes plásticos, papel aluminio, fundas ziploc de 1 libra marca Zipper, bolsas de papel de 2 libras de 10,5 x 20 cm, papel secante, cinta adhesiva, cuchillo marca Tramontina de 20 cm, guantes de látex y mascarillas desechables.

3.2.4. Materiales y equipos de oficina.

En la presente investigación se utilizaron los siguientes: computadora portátil, cámara fotográfica, calculadora, libreta, esferográfico, lápiz, borrador e internet.

3.3. Metodología

3.3.1. Metodología para el primer objetivo

Determinar las condiciones óptimas para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico.

3.3.1.1. Extracción de la goma de tara (Caesalpinia spinosa) por el método químico con ácido sulfúrico.

El proceso de extracción de goma de tara se realizó en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, para lo cual se utilizó el protocolo planteado por Martínez (2007) con dos modificaciones en la etapa de extracción de la goma (temperatura y tiempo de contacto), esto con la finalidad de determinar el mejor tratamiento en relación a la calidad y el rendimiento de extracción de la goma.

En la figura 5 se presenta el diagrama de flujo para la extracción de goma de tara.

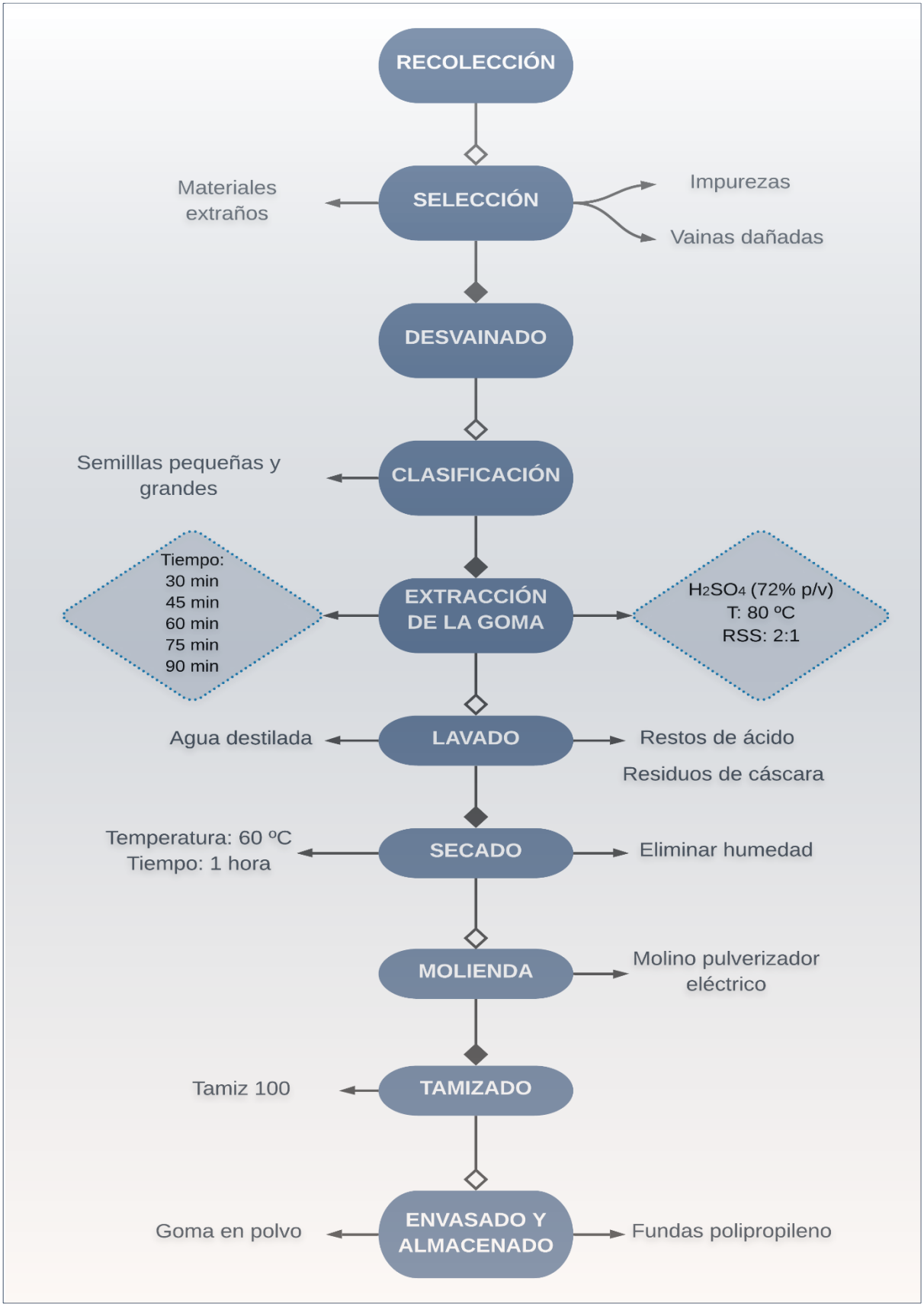

Figura 5. Diagrama de flujo para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico.
Fuente: El autor

A continuación, se describe el flujograma de la figura 5.

3.3.1.1.1. Recolección de materia prima.

Las muestras de tara utilizadas para la investigación fueron recolectadas del barrio EL Portete del cantón Gonzanamá de la provincia de Loja, se recolectó la cantidad de 10 Kg de materia prima durante los meses de enero a marzo del presente año, las cuales fueron obtenidas por muestreo, considerando las plantaciones cultivadas y silvestres de la zona, además se tomó en cuenta el estado de madurez de los frutos de tara. Por otra parte, luego de realizar las prácticas de selección, limpieza y clasificación; se utilizó la cantidad de 2 Kg para la fase experimental de los respectivos ensayos propuestos.

3.3.1.1.2. Selección.

En esta etapa se seleccionó las vainas en buen estado, separando las vainas deterioradas y materiales extraños.

3.3.1.1.3. Desvainado.

Se realizó el desvainado de forma manual para separar la cáscara y obtener las semillas de tara.

3.3.1.1.4. Clasificación.

Las semillas se clasificaron por su tamaño y peso homogéneo, esta operación permite que en la etapa siguiente permita obtener un mayor rendimiento.

3.3.1.1.5. Extracción de la goma.

Se tomó como referencia el método realizado por Martínez (2007) y Bastidas (2013). En esta etapa se efectuó una inmersión de 5 g de semilla de tara en H_2SO_4 (72% p/v); en una relación 1:2, es decir, que por cada gramo de muestra se coloca 2 ml de ácido sulfúrico.

A continuación, se colocó la muestra en el baño maría a 80 ºC para calentar la solución y desprender la cáscara; no obstante, como se comentó anteriormente durante este proceso se llevaron a cabo dos variaciones en el protocolo de extracción en relación con lo descrito en la revisión de literatura; específicamente, se modificó la variable de temperatura, ya que la bibliografía recomienda un rango entre 60 a 90ºC; en base a pruebas realizas se determinó que la mejor temperatura de extracción es de 80ºC; así mismo, se seleccionó 5 tratamientos para investigar cual es el tiempo óptimo de contacto entre semilla y solución, para lo cual se utilizó rangos de 15 minutos para cada tratamiento, tal como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8.
Tiempos de variación para la fase de extracción

Tratamientos	**Tiempo (minutos)**
T_1	30
T_2	45
T_3	60
T_4	75
T_5	90

Fuente: El autor.

3.3.1.1.6. Lavado.

En esta operación se realizó la limpieza y purificación de la goma a través de lavados sucesivos con agua destilada con el propósito de eliminar el ácido restante y los restos de cáscara carbonizada de la tara arrastrados durante la fase de extracción.

3.3.1.1.7. Secado.

Se sometió la muestra lavada previamente a un shock térmico en la estufa a 60ºC durante 1 hora, para eliminar el exceso de humedad.

3.3.1.1.8. Separación.

En esta fase se separa manualmente el endospermo o goma del cotiledón de la tara y restos de partículas que no se han logrado separar en procesos anteriores, para obtener un producto limpio de impurezas.

3.3.1.1.9. Secado de la goma.

Se introdujo la goma de tara en la estufa a 60ºC durante 1 hora, de manera disgregada para lograr un secado más uniforme y eficiente, hasta obtener un rango de humedad de 4-5%.

3.3.1.1.10. Molienda.

Esta operación consistió en someter la goma completamente seca a un triturado y pulverizado, con la finalidad de obtener polvo fino que sea atractivo para su comercialización.

3.3.1.1.11. Tamizado.

En el tamizado se obtuvo la goma de tara en polvo, para lo cual las muestras fueron filtradas por un tamiz de malla 100.

3.3.1.1.12. Envasado.

La goma de tara en polvo se envasó en bolsas herméticos de alta densidad y se almacenó para realizar los análisis de calidad correspondientes.

3.3.1.1.13. Almacenado.

La goma se almacenó en un lugar seco, donde no había fluctuaciones de temperatura y entrada de luz, esto con el objeto de evitar que el producto absorba humedad del ambiente y sufra procesos de deterioro que alteren la calidad del producto.

3.3.1.2. Análisis de calidad de la goma de tara.

Una vez evaluadas y analizadas las variables y el procedimiento para la extracción de la goma de tara según el diagrama de flujo de la figura 4, se procedió a evaluar la calidad de la goma, en base al análisis organoléptico y físico-químico.

En el análisis organoléptico se examinó los parámetros de color, olor y textura; empleando una escala hedónica de 5 puntos (ver tabla 7), y para las pruebas físico-químicas se valoró la composición nutricional (proteína, humedad total, cenizas e insolubles en ácido) y pH; los resultados obtenidos se compararon con los valores descritos en la tabla 6. A continuación, se describe los procedimientos que fueron utilizados para realizar los análisis antes señalados.

3.3.1.2.1. Análisis organoléptico.

Para este análisis se utilizó 5 personas que conocían el producto, los cuales examinaron las características organolépticas de color, olor y textura de la goma. Por lo tanto, a cada persona se le entregó una muestra de goma de tara en polvo y un registro para la evaluación de los atributos organolépticos; este último fue completado en base a una calificación complementaria para cada atributo, usando la escala hedónica numérica de cinco puntos que se presenta en la tabla 9.

Tabla 9.
Escala hedónica utilizada para la evaluación organoléptica

Valoración de la escala	**Atributos organolépticos**		
	Color	**Olor**	**Textura**
5	Blanco cremoso	Inodoro	Fina
4	Blanco amarillento	Levemente oloroso	Ligeramente fina
3	Amarillento	Ligeramente oloroso	Poco fina
2	Marrón claro	Oloroso	Gruesa
1	Marrón oscuro	Muy oloroso	Muy gruesa

Fuente: El autor

3.3.1.2.2. Análisis físico-químicos.

Para la determinación de las características físico-químicas de la goma de tara se realizaron pruebas de contenido de humedad, proteínas, cenizas, lípidos, fibra cruda, carbohidratos, insolubles en ácido y pH aplicando las siguientes metodologías:

Porcentaje de humedad.

Para determinar el contenido de humedad de la goma de tara se lo realizó a través del método gravimétrico, el cual consiste en determinar la materia seca total pesando 2 gramos de la muestra y colocándolos en crisoles de porcelana, para luego colocarlos a la estufa a 105 ºC durante 24 horas, a continuación se retiraron las muestras de la estufa y se ubicaron en un desecador hasta que alcancen la temperatura ambiente, posteriormente se pesó en una balanza analítica y se realizaron los cálculos respectivos; el proceso para determinar el porcentaje de humedad se detalla en el anexo 1.

Determinación de cenizas.

Para la determinación de este parámetro primero se pesó los crisoles de porcelana vacíos después se colocó 1 gramo de muestra triturada y se introdujo a los crisoles con la muestra en la mufla a 600 ºC, transcurrido 3 horas las muestras fueron retiradas y se colocó en un desecador para su enfriamiento, posteriormente se procedió a pesar la muestra y luego se realizaron los cálculos respectivos; igualmente el procedimiento se detalla en el anexo 2.

Determinación de proteína.

El contenido de proteína se determinó a través del método de Kjeldahl, que consiste en 3 etapas: la primera es la digestión, el cual se la realiza en presencia de ácido sulfúrico concentrado, la segunda es la destilación que se lleva a cabo en presencia de hidróxido de sodio

al 40% y finalmente la titulación que se realiza con ácido sulfúrico al 0,1 normal; la descripción de este proceso se presenta en el anexo 3.

Determinación de fibra cruda.

El procedimiento para la determinación de este componente se llevó acabo siguiendo la norma AOAC 962.09, que comprende dos fases; la primera consistió en pesar los crisoles para luego añadir 1 gramo de muestra triturada y colocarlo en el extractor de fibra, posteriormente se agregó 150 ml ácido sulfúrico y se sometió a ebullición durante 30 minutos, luego se lavó para eliminar residuos de ácido que estuviesen presentes; la segunda fase consistió en agregar 150 ml hidróxido de potasio y dejar en ebullición 30 minutos para luego lavar; finalmente, los crisoles fueron retirados del extractor y colocados en la estufa a 105°C por 8 horas. El procedimiento se detalla en el anexo 4.

Determinación de grasas.

El procedimiento para la determinación de este componente se llevó acabo siguiendo la norma AOAC 2003.06 según el método de soxhlet, el cual, comprende tres fases: hidrolisis, filtración y extracción. El proceso se lo describe detalladamente en el anexo 5.

Determinación de carbohidratos.

Para de determinar el contenido de carbohidratos se utilizó la fórmula que se presenta a continuación, en donde se tomó en cuenta el contenido de humedad, proteína, cenizas y grasas de la muestra.

% CH= 100 – (% Humedad + % Proteína + % Cenizas + % Grasas)

Determinación de insolubles en ácido.

El método consiste en tratar las cenizas totales con ácido clorhídrico y calentarla durante 10 minutos, luego se filtra la sustancia a través de un papel filtro cuantitativo libre de cenizas, seguidamente se colocó sobre una capsulas de porcelana y se las introdujo a la mufla durante 1 hora y finalmente se realizó la cuantificación de cenizas insolubles en ácido utilizando la fórmula que se presenta en el anexo 6, el cual contiene además el detalle del proceso antes mencionado.

Determinación del pH.

Para determinar el pH primero se pesó 5 gramos de goma de tara en polvo en una balanza analítica, luego se disolvió la muestra en 50 ml de agua destilada agitando constantemente durante 15 minutos, finalmente se determinó el pH a través del pH-metro, el procedimiento para su determinación se describe detalladamente el anexo 6.

3.3.2. Metodología para el segundo objetivo

Determinar el rendimiento de extracción de goma de tara.

Para determinar los rendimientos del proceso de extracción de la goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico, inicialmente se pesó las vainas de tara considerando que tengan características uniformes, luego se realizó el desvainado para obtener las semillas, a continuación se procedió a realizar el pesado y finalmente las semillas fueron sometidas al proceso de extracción que se describió en el objetivo 1; una vez obtenido los pesos se llevaron a cabo los diferentes cálculos para determinar el rendimiento de extracción.

La determinación del rendimiento de extracción de goma de tara, se efectuó tomando en cuenta el peso de las semillas, el procedimiento se detalla a continuación:

3.3.3. Determinación del rendimiento en función del peso de la semilla

Para realizar estos cálculos, se partió de los resultados obtenidos en el procedimiento para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico, con estos datos y tomando en cuenta el peso de las semillas de tara se realizó la determinación del rendimiento utilizando la siguiente fórmula:

$$R_s = \frac{P_f}{P_{i-s}} * 100\%$$

Donde:

R_s: rendimiento de extracción de goma de tara en función del peso de la semilla

P_f: peso final de goma (g)

P_{i-s}: peso inicial de semilla (g)

3.3.4. Metodología para el tercer objetivo

Elaborar un manual sobre la extracción de goma de tara por el método químico.

La elaboración de un manual sobre la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico, se llevó a cabo con la finalidad de realizar la transferencia de conocimientos sobre la metodología y los resultados de la investigación a los productores e instituciones relacionadas con la producción de tara. A continuación, se presenta la estructura del manual:

1. Tema: título de la investigación
2. Introducción: integra las partes más importantes de la problemática, justificación y bibliografía.
3. Desarrollo de la temática: constituye la metodología y los resultados de la investigación.
4. Conclusiones y recomendaciones.

4. Resultados y discusión

4.1. Determinación de las condiciones óptimas para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico

Para realizar el proceso de extracción de goma de tara y determinar las condiciones óptimas, se realizó en función del procedimiento descrito anteriormente en metodología, para lo cual, de la materia prima recolectada se utilizó 100 gramos de vainas de tara para los 5 tratamientos de extracción de la goma, es importante mencionar que todas las vainas presentaron una madurez fisiológica (coloración rojiza).

Para llevar a cabo esta fase de extracción de la goma de tara se utilizaron dos métodos de separación con el objeto de poder elegir el procedimiento más apropiado para tal propósito. Es importante mencionar que, para la selección del método de obtención de la goma de tara y la definición de las variables óptimas, se tomó en cuenta los resultados del análisis organoléptico del producto obtenido de la extracción.

El primer método que se aplicó fue el químico, para lo cual se utilizó ácido sulfúrico al 72% (p/v) a una temperatura de 80 ºC, con una proporción entre semilla y solución de 2:1, y diferentes tiempos de contacto para cada muestra cómo se describió en la tabla 8. A continuación en la figura 6 se muestran imágenes de goma de tara de los 5 tratamientos.

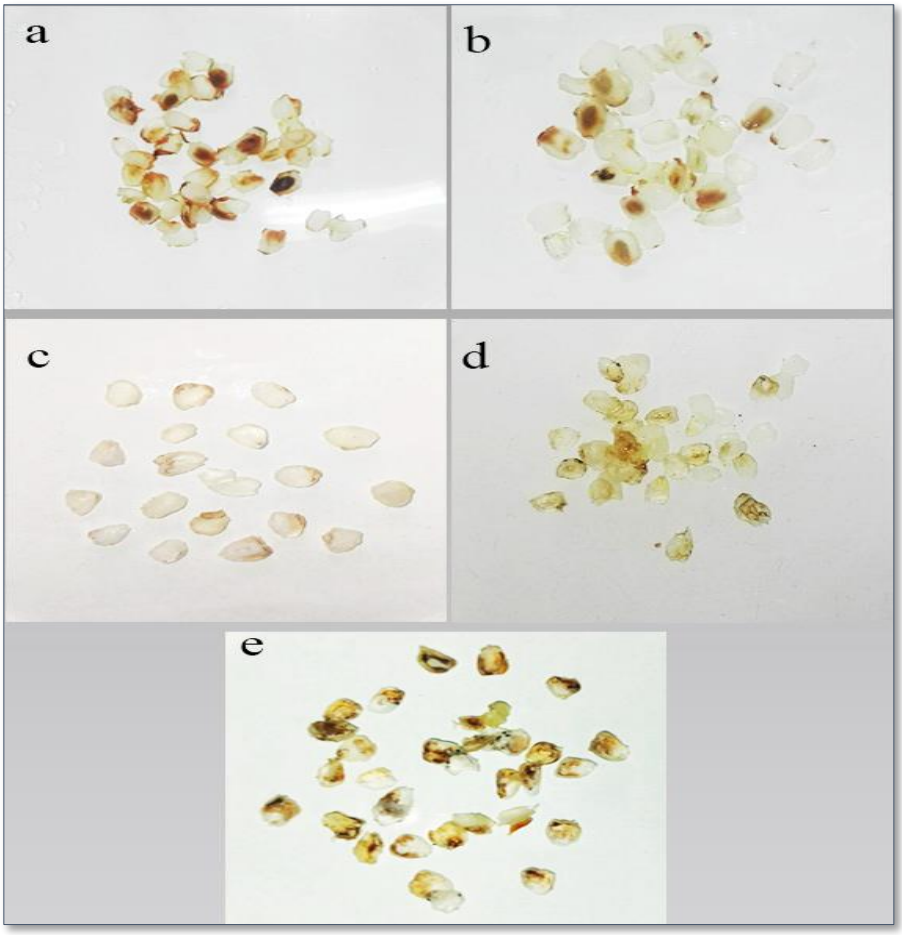

Figura 6. Tratamientos de extracción con ácido sulfúrico. Figura **a** corresponde T_1 (tiempo de extracción de 30 minutos); figura **b** pertenece a T_2 (tiempo de extracción de 45 minutos); figura **c** corresponde T_3 (tiempo de extracción de 60 minutos); figura **d** pertenece a T_4 (tiempo de extracción de 75 minutos); en la figura **e** se presenta T_5 (tiempo de extracción de 90 minutos).
Fuente: El autor.

Las figuras 6.a y 6.b muestran la goma obtenida en los tratamientos T_1 y T_2, en ellas se puede observar la presencia de restos de cáscara adheridos a la goma, lo cual afectó a las características de color y textura; como indica Martínez (2004) esto se debe a el tiempo de solubilización o tiempo de contacto entre semillas y ácido sulfúrico no es el suficiente para que el solvente lleve a cabo la hidrolisis de los puentes de hidrogeno que están uniendo las cadenas poliméricas entre la cáscara y la goma de tara.

Así mismo, en la figura 6.c se observa la imagen de goma de tara obtenida en el tratamiento T_3, en esta se puede evidenciar que la textura y el color presentan características superiores a los tratamientos T_1 y T_2, lo cual se debe a que el tiempo de solubilización fue el adecuado para llevar a cabo la hidrolisis y por lo tanto la separación entre la cáscara y la goma.

Además, en la figura 6.d y 6.e correspondientes a los tratamientos T_4 y T_5, se observó que la goma obtenida presentó un quemado químico, lo que causó que el aspecto de la goma

tornara a un color más oscuro y una textura gruesa con partículas no deseadas en su estructura. Como lo explica Martínez (2004) este comportamiento se debe: por un lado, el tiempo de solubilización entre la semilla y el ácido sulfúrico ha superado el límite máximo ocasionado que maduras químicas en el producto, además, cuando existe demasiado tiempo de contacto también se produce solubilización de pigmentos provenientes del endospermo, afectando la coloración de la goma obtenida.

Una vez analizado los resultados de extracción de la goma en los 5 tratamientos con ácido sulfúrico, se hace necesario realizar una comparación entre los mismos y determinar cuál es el mejor tratamiento, como se puede observar en la figura 6 el tratamiento T_3 fue el mejor en cuanto a la separación entre la cáscara y la goma, además, se observó mejores características de calidad en cuanto a la textura y al color.

Adicionalmente, con la finalidad de comparar otros métodos de extracción de goma y en base a la revisión bibliográfica se definió la necesidad de realizar un segundo proceso de extracción de goma con el hidróxido de sodio (NaOH), sin embargo, este reactivo no logró el objetivo deseado, debido a que no fue capaz de romper los puentes de hidrógeno que unen la semilla y la goma; más bien, existió hidratación de la goma debido a la presencia del NaOH, obteniendo un producto de baja calidad.

En general, se observa que el método de extracción de goma de tara con ácido sulfúrico presento mejores resultados en cuanto a la separación entre la cáscara y la goma, y al color y la textura de las mismas; en comparación con el método con hidróxido de sodio. Sin embargo, cuando comparamos los 5 tratamientos por el método con ácido sulfúrico se observa que el tratamiento T_3 es el mejor, el mismo que tuvo una concentración de ácido sulfúrico de 72% (p/v), una temperatura de 80ºC y un tiempo de contacto de 75 minutos.

Una vez finalizado el proceso de extracción de la goma de tara con los métodos químicos: ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, y teniendo en cuenta los resultados de extracción se definió realizar el análisis organoléptico y físico-químico del mejor tratamiento, que para esta investigación fue el tratamiento (T_3) con ácido sulfúrico a una concentración del 72% (p/v), una temperatura de 80ºC y un tiempo de contacto de 75 minutos.

4.1.1. Análisis de calidad de la goma de tara

Una vez determinados los parámetros definitivos para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico descrito en la figura 5. Se prosiguió a realizar la

evaluación de la calidad de la goma, para ello se llevó a cabo el análisis organoléptico y la caracterización químico proximal.

4.1.1.1. Análisis organoléptico.

Los resultados de los análisis organolépticos que se obtuvieron de la goma de tara, aplicando la escala hedónica de 5 puntos anteriormente descrita en la tabla 9, se presentan en la tabla 10.

Tabla 10.
Resultados del análisis organoléptico de la goma de tara en polvo

Tratamientos	**Atributos**		
	Textura	Color	Olor
T_1	2	3	5
T_2	3	4	5
T_3	5	5	5
T_4	2	2	5
T_5	1	1	5

Fuente: El autor.

En la tabla 10 se puede observar que el atributo olor tiene una calificación de 5 en todos los tratamientos, sin embargo, la textura y el color tienen comportamientos diferentes, mismo que son analizados a continuación.

En los tratamientos T_1 y T_2 se evidencia que la textura presenta valores entre 2 y 3 que corresponde a gruesa y poco fina, respectivamente; mientras que el color tuvo calificaciones de 3 y 4, equivalentes a marrón claro y amarillento, respectivamente; lo cual se debe a que durante el proceso de extracción la hidrólisis fue parcial, lo que dio como resultado que exista una separación parcial entre la cáscara y la goma, afectando a la textura del producto final. Este mismo comportamiento ha sido observado por otros investigadores, como, por ejemplo: Martínez (2004) realizó una investigación para la extracción de goma a partir de la semilla de tara y determinó que el tiempo de solubilización entre semillas y ácido sulfúrico influye a la hidrolisis entre la cáscara y la goma de tara, afectado con ello a la calidad de la goma.

En el caso del tratamiento T_3 se evidencia que el atributo de color tiene calificaciones de 5 que corresponden a fina y blanco cremoso, respectivamente; estos resultados se deben a que el proceso de extracción se realizó en las condiciones óptimas para obtener un producto sin defectos organolépticos como se observa en la figura .c. Igualmente, en literatura

encontramos algunas investigaciones que evidencia lo antes descrito, tal es así que, Martínez (2007) en su investigación utilizando la especie Acacia Tres Espinas (*Gleditsia triacanthos L.*) realizó la extracción de goma con ácido sulfúrico (72% p/v) con una temperatura de 90ºC y un tiempo de inmersión de 35 minutos, obtuvo una goma con características de color amarillo, inodora y una textura fina.

Por otro lado, en los tratamientos T_4 y T_5 se puede observar que el color presenta valores entre 2 y 1 equivalentes a marrón claro y marrón oscuro, respectivamente; mientras que la textura tuvo calificaciones de 2 y 1, que corresponde a gruesa y muy gruesa, lo cual se debe a que durante la extracción de la goma el tiempo de solubilización entre la semilla y el solvente se excedió ocasionado un quemado químico, lo que dio como resultado que la goma presente una coloración oscura y una textura gruesa; en este sentido, en bibliografía encontramos otros autores que ha observado lo mismo, por ejemplo, Sanabria (2011) determinó que este comportamiento se debe a que el ácido sulfúrico al aplicar durante un mayor tiempo disuelve e hidroliza la cáscara de la tara completamente, dejando en contacto directo con la goma, la cual por acción del solvente se hidroliza y quema el germen, propiciando pérdidas inevitables y afectando a la calidad del producto final.

Una vez analizado los resultados de las características organolépticos de la goma extraída en los 5 tratamientos con ácido sulfúrico, es necesario realizar una comparación entre los mismos y determinar cuál es el mejor tratamiento, como se puede observar en la tabla 11 el tratamiento T_3 fue el mejor en función de los atributos analizados de color, olor y textura.

Además, de acuerdo con estos análisis, la goma obtenida a través del método químico con ácido sulfúrico se encuentra dentro de los parámetros permisibles para su comercialización, que según la empresa ANICOLSA (2009), la goma de tara debe ser de un color blanco a blanco amarillento, con textura fina (100 mesh) e inodora.

En general, se observa que el tratamiento T_3 proporcionó las mejores características de color, olor y textura de la goma, y por consiguiente la pureza de la misma cumple con los estándares de calidad requeridos por los potenciales compradores (ver anexo 9). Sin embargo, debido a los resultados que hemos obtenido en el análisis organoléptico de los 5 tratamientos, se definió que solamente al tratamiento T_3 se realice el análisis físico-químico, debido a que este presentó las mejores características.

4.1.1.2. Análisis físico-químico.

Tabla 11.

Resultados del análisis físico-químico de la goma de tara

Repeticiones	**Humedad (%)**	**Proteína (%)**	**Carbohidratos (%)**	**Grasa cruda (%)**	**Fibra cruda (%)**	**Insolubles en ácido (%)**	**Cenizas (%)**	**pH**
R_1	8,21	3,27	86,39	0,05	1,17	0,05	2,08	4,90
R_2	8,22	3,26	86,40	0,05	1,13	0,10	2,07	5,20
R_3	8,34	3,26	86,35	0,05	1,30	0,10	2,10	5,60
Promedio	8,26	3,26	86,38	0,05	1,20	0,08	2,08	5,23

Fuente: El autor.

Como se observa en la tabla 11, se realizó el análisis físico-químico de la goma de tara en polvo obtenida en el tratamiento T_3 por el método químico con ácido sulfúrico, para ello se realizó 3 repeticiones a cada análisis con el objeto de comprobar los resultados de los análisis. Se muestra que el contenido de humedad promedio fue de 8,26%, por lo tanto, se aprecia que no existe grandes diferencias entre las repeticiones desarrolladas; esta humedad se debe a que durante el proceso de extracción se llevó a cabo dos procesos de secado, donde se retiró una gran cantidad de agua. Así mismo, se han realizado estudios donde se observa resultados similares a los obtenidos en la presente investigación; por ejemplo, Martínez (2007) utilizó el método de extracción química con ácido sulfúrico para obtener goma de semilla de acacia tres espinas *(Gleditsia triacanthos L.)*, e igualmente realizó el secado hasta obtener una humedad de 3,02%. Igualmente, Suárez (2003), obtuvo valores de 5,58%, al extraer la goma de algarrobo con ácido sulfúrico.

Además, González (2019) aplicando el método de precipitación alcohólica obtuvo 10,50% de humedad en la goma de tara; de igual manera, Sanabria (2011) utilizo el método térmico-tostado y reportó el valor de humedad de 5,10%. Es importante destacar, como lo indica Sanabria (2011), el contenido de humedad tiene una relación directa con el contenido de carbohidratos y proteínas lo que hace que la goma posea características hidrofílicas, y la goma absorba agua en cualquier actividad incorporándola a su estructura.

Así mismo, se observa que el contenido de carbohidratos presenta un valor de 86,38%, lo cual es debido a que la tara pertenece a la familia de las leguminosas, las cuales se caracterizan por contener una gran cantidad de carbohidratos. Igualmente, se han realizado algunas investigaciones que evidencia lo antes descrito, tal es así que, Martínez (2007) utilizando el mismo método de extracción con la especie Acacia Tres Espinas, determinó que la goma tuvo un contenido de carbohidratos del 83,01%. Es importante tomar en cuenta que el contenido de carbohidratos tiene una relación directa con la temperatura y el tiempo de solubilización y secado de la goma, ya que estas condiciones en circunstancias óptimas ayudan a conservar el contenido de carbohidratos (Ramiro, 2012).

En cuanto al contenido de proteínas extraída de la goma, se obtuvo un porcentaje de 3,26%; al compararlos con los valores obtenidos por González (2019) quien obtuvo un contenido de proteínas de 3,30%, se denota un valor respectivamente similar al obtenido en la investigación. Sin embargo, el contenido de proteínas que obtuvo Martínez (2007) fue de

4,54%. Cabe destacar que Estévez *et al*. (2004) señala que el contenido de proteínas se relaciona directamente con la extracción acida utilizada, debido a la hidrólisis molecular que causa el ácido.

Con respecto a los resultados que se obtuvieron para los demás componentes de la composición nutricional de la goma de tara en polvo, según la tabla 11 se observa que: el contenido promedio de grasas es 0,05%, fibra cruda 1,20%, cenizas 2,08%, e insolubles en ácido 0,08; igualmente, en la comparación de estos resultados con los valores obtenidos de otros autores observamos similitud en los mismos, según los datos publicados por González (2019) los valores obtenidos de la goma de tara fueron: cenizas 1,40%, fibra 2,18%, grasa 4,00%, así mismo, Sanabria (2011) en el análisis químico proximal de la goma de tara reporta un contenido de fibra 1,13%, grasa 0,42%, ceniza 5,60%. Por lo tanto, se puede determinar que el contenido de estos componentes se denota relativamente bajos, de acuerdo con Sanabria (2011), los valores obtenidos pueden atribuirse a la naturaleza de la formación de los galactomananos, procedencia de la especie, calidad del suelo, madurez de la semilla y también al tratamiento de extracción de la goma.

En la tabla 11 también se puede observar que el valor del pH de la goma de tara es 5,2, que correspondiente a una valoración de moderadamente ácido, lo cual puede ser debido a la composición química de la semilla de tara y al método de extracción utilizado, en este caso ácido sulfúrico. Así mismo, otros investigadores han realizado este análisis en la goma y han obtenido valores similares, tal es así que, Sanabria (2011) determinó que el pH de la goma de tara fue de 5,5; mientras que, en la página web de la empresa ANICOLSA (2009) la goma de tara en solución requiere que tenga valores de pH comprendidos entre: 5 a 7%.

En respecto con lo descrito anteriormente se puede deducir que los resultados fisco-químicos obtenidos en esta investigación presentan valores similares a los logrados por otros autores utilizando el mismo y otros método de extracción; sin embargo, las diferencias mínimas que se observan en los valores de los análisis realizados en relación con los logrados por los demás autores, concretamente se deban al método de extracción utilizado, por otra parte, también se deba a la presencia de algunas sustancias extrañas que puede ser de cáscara o germen que se ha arrastrado en la etapa de extracción, la madurez de la semilla y también la diferencia se puede presentar en relación a la variedad utilizada para cada investigación. No obstante, cabe recalcar que los valores de los análisis físico-químicos obtenidos en esta investigación se encuentran dentro de los rangos permisibles (ver anexo 8) para la

caracterización de la goma de tara, lo cual es indicativo de la alta pureza del producto obtenido.

4.2. Determinación del rendimiento de extracción de goma de tara

En la tabla 12 se muestra el rendimiento de extracción de goma de tara con ácido sulfúrico.

4.2.1. Determinación del rendimiento en función del peso de la semilla.

Se muestra los resultados de la goma de tara tomando en cuenta el peso de la semilla y la cantidad de producto en polvo obtenido.

Tabla 12.
Rendimientos de extracción de goma de tara con ácido sulfúrico (H_2SO_4) en función del peso de la semilla

Tratamientos	Tiempo (minutos)	Peso de la semilla (g)	Peso de la goma (g)	Rendimiento (%)
T_1	30	5	1,3	26
T_2	45	5	1,2	24
T_3	60	5	1,1	22
T_4	75	5	1,0	20
T_5	90	5	0,7	14

Fuente: El autor

Como se puede ver en la tabla 12, existe una tendencia que a medida que aumenta el tiempo de contacto entre semilla y solvente, el rendimiento va disminuyendo, como se comentó anteriormente, esto es debido a que en los tratamientos T_1 y T_2 la goma obtenida tenía presencia de residuos de cáscara de tara, lo cual incrementa el peso del producto final; mientras que, los tratamientos T_4 y T_5 presentan menores rendimientos, lo cual es debido, a que el tiempo de contacto entre la semilla y el solvente fue mayor de lo requerido, hidrolizando parte de la goma y provocando quemaduras en el producto final.

En el caso del tratamiento T_3, el rendimiento de extracción fue del 22% lo cual es un valor intermedio en comparación con los demás tratamientos; como se comentó anteriormente este resultado se debe a que el tiempo de solubilización (60 minutos), concentración del solvente (72% p/v) y temperatura (80ºC) fueron los óptimos para obtener una goma con buen rendimiento y una buena calidad.

Así mismo, otros investigadores han realizado la extracción de goma y han obtenido valores similares, tal es así que, Suárez (2003) utilizando semillas de algarrobo chileno, al extraer con H_2SO_4 obtuvo un rendimiento de 24,4% de goma; por otra parte, Hidrobo (2011) realizo la extracción de goma de tara utilizando la combinación de 65 % de concentración de ácido sulfúrico a 75 ºC, durante 15 minutos obtuvo un rendimiento de 23,13 % de goma, respecto al peso de semilla.

Además, La extracción de la goma de semilla de tara realizada por Bastidas (2013) por vía acuosa, se logró rendimientos altos de goma, siendo los parámetros o factores de extracción más adecuados: temperatura 85 ºC, grado de dilución semilla/agua 1/80 p/v, permitiendo alcanzar un rendimiento del 21,07% en base seca; igualmente, Sanabria (2011) realizó el proceso de extracción por el método térmico-tostado y obtuvo un rendimiento de goma de tara del 25,82%, con una relación arena/ semilla (en volumen) de 2:1; y una temperatura de tostado de 180°C.

Existe poca variación, entre los valores de rendimiento de la presente investigación y los encontrados en bibliografía, estas pueden ser debido a la interacción que se produce entre concentración, temperatura y tiempo de contacto utilizados en el proceso de separación, extracción y aislamiento de la goma.

4.3. Elaboración de un manual sobre la extracción de goma de tara por el método químico.

El manual sobre la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico contiene la siguiente información: tema, índice, introducción, marco metodológico, desarrollo de la temática, conclusiones, recomendaciones y bibliografía; este documento se muestra en el anexo 10.

5. Conclusiones

Las condiciones óptimas para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico fueron las siguientes: concentración de ácido sulfúrico 72 % (p/v), temperatura de 80ºC y un tiempo de contacto semilla-solvente de 75 minutos.

Se determinó que el rendimiento de extracción de goma de tara aplicando las condiciones óptimas es del 22%.

Se elaboró el manual para la extracción de goma de tara por el método químico, el mismo que tiene como finalidad transferir la información sobre la metodología y los resultados de la investigación a los productores e instituciones relacionadas con la producción y comercialización de tara y sus derivados.

Mediante los resultados obtenidos de la presente investigación se contribuirá a potenciar el cultivo y aprovechamiento de la tara (*Caesalpinia spinosa*) mediante la extracción de goma de tara, de tal forma que constituya una nueva alternativa agroproductiva para los productores agropecuarios de la provincia de Loja y del país.

6. Recomendaciones

Realizar investigaciones de otros métodos de extracción de goma de tara como por ejemplo el térmico-tostado y comparar con los resultados obtenidos en esta investigación.

Para complementar la investigación se recomienda evaluar el efecto de la temperatura y concentración del ácido en el proceso de extracción sobre la calidad y rendimiento de la goma de tara.

Evaluar el contenido de goma de tara procedente de diferentes zonas de la provincia de Loja, con la finalidad de determinar si el origen de la tara es un factor determinante del rendimiento de la extracción.

En base a las referencias bibliográficas y a las características que presenta la goma de tara, es necesario que se lleven a cabo otras investigaciones con la finalidad de aplicar este producto en varias industrias, como por ejemplo en la alimentaria y de forma específica, en desarrollar recubrimientos comestibles para frutas.

7. Bibliografía

ANICOLSA. (2009). Todo sobre la tara. *Anicolsa de Perú S.A.C.* Recuperado: de http://alnicolsa.tripod.com/

Association of Official Analytical Chemists. (2000). Association of Analytical Communities. Official Methods of Analysis. Estados Unidos

Arguello Erazo, Stalin Efrén, & Saltos Aguilar, Wilson Manuel (2017). El guarango en el cantón guano de la provincia de Chimborazo - Ecuador. Industrial Data, 20(1),43-50. [fecha de Consulta 5 de septiembre de 2020]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=816/81652135005

Bastidas, R. (2013). Extracción y caracterización de la goma de semilla de tara (Caesalpinia spinosa) provenientes de los distritos de Soraya y Vilcabamba (tesis de pregrado). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Perú. Recuperado de: http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/435.

Basurto, L. (2010). ALNICOLSA productos agroindustriales. Anicolsa de Perú. Recuperado de: http://taninos.tripod.com/taninos.html

Bello. (2000). Ciencia Bromatológica; Principios Generales de Los Alimentos. España. Editorial: Díaz de Santos. Núm. Pág. 577.

Cabezas, M. (2008). Evaluación nutritiva y nutraceútica de la mora de castilla (Rubus glaucus.) deshidratada a tres temperaturas por el método de secado en bandejas (tesis de pregrado) Universidad Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. Recuperado de: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/200

Castañeda, B., & Claudia, D. (2013). Comparación de la escala hedónica de nueve puntos con la escala hedónica general de magnitud (gLMS) utilizada por personas de dos regiones de América Latina (tesis de pregrado), Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.

Chacater, A. (2015). Aplicación de la algarroba *(Prosopis pallida)* como sustituyente en preparaciones de chocolatería periodo 2012 (tesis de pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. Recuperado de: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10785.

Controltécnica. (2020). Equipos básicos de laboratorio: [grafico]. Recuperado de: http://www.controltecnica.com/bio/equipos-basicos-de-laboratorio/.

De la Cruz Lapa, P. (2004). Aprovechamiento integral y racional de la tara Caesalpinia spinosa-Caesalpinia tinctoria. Revista del Instituto de Investigación de la facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica, 7(14), 64-73.

Murray, J. M., Delahunty, C. M., & Baxter, I. A. (2001). Descriptive sensory analysis: past, present and future. Food research international, 34(6), 461-471.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2008). Taxonomía de la tara. Recuperado de: https://www.usda.gov

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). Residuos de semillas oleaginosas - determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico ISO 735:1977, IDT. Recuperado de: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_735extracto.pdf.

EXANDAL especialistas en tara. (2019). Goma de tara: [grafico]. Recuperado de: http://www.exandal.com/goma-de-tara/.

Gobierno Autónomo descentralizado de la Provincia de Loja GADP-LOJA. (2016). Gobierno Autónomo descentralizado de la Provincia de Loja. Estudio de Mercado y Comercialización de Productos derivados de la Tara.

Gallardo, L., Gonzalo, V., & Domínguez, M. (2015). Evaluación de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa)* como retenedor de humedad en una premezcla para pan de molde (Vol. 4). 3Ciencias.

Galván Romo, L. (2007). Evaluación sensorial: quesos de oveja y cabra. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Argentina.

García, E., & Fernández, I. (2012). Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte. Universidad Politécnica de Valencia. Madrid

García Delgado, R. R. (2012). Extracción de la goma garrofin de la semilla del árbol de algarrobo Prosopis pallida, como estabilizante para la elaboración de un helado, en Santo Domingo 2010 (tesis de pregrado). Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Facultad de Ingeniería Agroindustrial.

González, C. (2016). Determinación de un perfil de calidad sensorial aplicado a bebida de almendras (Prunus amygdalus dulcis) considerando la incidencia de variaciones en el proceso de fabricación (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador. Recuperado de: http://192.188.52.94/handle/3317/6959.

González, I. (2019). Evaluación y optimización de las variables en el proceso de extracción de goma de tara (Caesalpinia spinosa) y su aplicación en la panificación. Universidad nacional de San Agustín de Arequipa (tesis de pregrado). Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Procesos. Perú. Recuperado de: http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10799.

González, A. M., & Vicente, I. (2007). El color en la industria de los alimentos. Editorial Universitaria (Cuba).

Goycochea Ricci, R. A. (2010). Evaluación de taninos y goma del fruto de la tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze provenientes de las lomas de Atiquipa (tesis de pregrado): [grafico], Arequipa-Perú. Recuperado de: http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/419.

Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. Bogotá. Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje.

Hidrobo, G. (2011). Desarrollo de un método de extracción, a escala de laboratorio, de gomas provenientes de las semillas de guarango *(Caesalpinia spinosa*), para la aplicación en la industria alimenticia (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica. Quito-Ecuador

Organización Internacional de Estandarización. (2008). Sensory Analysis. Recuperado de: https://www.iso.org/standard/38051.html.

Lamulle, M., & León, M. (2008). Determinación del porcentaje de grasa en papas fritas de los principales sitios de comida rápida de la ciudad de Cuenca (tesis de pregrado), Universidad de Cuenca. Recuperado de: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30920.

Liria, M. R. (2007). Guía para la evaluación sensorial de alimentos, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali.

Mancero, L. (2009). La tara *(Caesalpinia spinosa)* en Perú, Bolivia y Ecuador: Análisis de la cadena productiva en la región. Programa Regional ECOBONA.

Martínez, J. L. (2004). Extracción de goma de la semilla de tara *(Caesalpinia Tinctoria)*. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú. Recuperado de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_528ed6e12f8700497c8f8295981d1446.

Martínez, P. (2007). Comparación de tres métodos para la extracción de goma de la semilla de Acacia Tres Espinas *(Gleditsia triacanthos L.)* (tesis de pregrado). Universidad de Chile. Escuela de Ciencias Agronómicas. Chile.

Martínez, S. (2016). Evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de tara *(Caesalpinia spinosa)* como estabilizante a diferentes

concentraciones (tesis de pregrado), Universidad Nacional José María Arguedas. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Recuperado de: http://181.176.178.114/handle/123456789/217.

Ministerio de Salud Pública y Protección Social. (2013). Calidad e Inocuidad de los Alimentos. Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/general-tempjd/lainocuidaddealimentossuimportanciaenlacadenaagroalimentaria.pdf

Nieto, C., & Hidrobo, G. (2011). La cadena agro-productiva del guarango *(Caesalpinia spinosa Kutnze)*, elementos que resaltan su competitividad. Fundación Desde el Surco, SENESCYT. Quito, Ecuador. 46 p.

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

Pavón, J. (2015). Uso potencial de la goma de tara *(Caesalpinia spinosa)* para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Quito. Recuperado de: https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10482.

Polo, I. (2012). Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de seis variedades de leguminosas: Arveja, garbanzo, haba, lenteja, maní y soya (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Católica del Ecuador. Recuperado de: http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7111.

Quitral, V., Pinheiro, A. C., Carrera, C., Gallo, G., Moyano, P., Salinas, J., & Jiménez, P. (2015). Efecto de edulcorantes no calóricos en la calidad sensorial de jugo de naranja. Revista chilena de nutrición, 42(1), 77-82.

Revista de Salud pública y nutrición. (2007). Las proteínas en la nutrición (N. 2). *Volumen 8*(2), Articulo 2. Recuperado de: http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn

Rojas, Y. A. T., Cabeza, J. G. G., Castro, K. M. G., López, L. A. R., & Vereau, E. F. A. (2016). Efecto in vitro del aceite esencial de los frutos de *Caesalpinia spinosa* (molina) Kuntze, tara sobre la viabilidad de cultivos de Staphylococcus aureus meticilino resistente. PUEBLO CONTINENTE, 26(1), 75-87.

Sanabria, N. (2011). Extracción de goma a partir de semillas de tara *(Caesalpinia spinosa)* y evaluación de sus propiedades reológicas (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Recuperado de: http://181.65.200.104/handle/UNCP/1216

Serna, L., & López, S. (2010). Actualización del manual del laboratorio de análisis de alimentos del programa de tecnología química de la Universidad Tecnológica de Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Colombia.

SILVATEAM Perú. (2020). La goma de tara: Alternativa sana y natural [fotografía]. Recuperado de: https://www.silvateam.com/es.

Suárez, C. (2003). Utilización de dos métodos en la extracción húmeda de mucílago de semilla de algarrobo *(Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz).* Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. Santiago, Chile. 32p.

Tercero, E. (2013). Utilización del chocho en la elaboración de pasteles, postres y diseño de un recetario de la preparación y su aceptabilidad (tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/9630.

Vasco, V. (2008). Determinación de parámetros físico-químicos de zanahoria amarilla *(Dacus carota)* como base para el establecimiento de la norma de requisitos (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Escuela de Bioquímica y

Farmacia.

Villanueva, C. (2007). La Tara el oro verde de los Incas para el mundo. Ediciones AGRUM. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Villegas, W. (2014). Propuesta de una metodología para la determinación del porcentaje de humedad del clavo de olor *(Eugenia caryophyllata thunb)* por medio de destilación azeotrópica, variando tamaño de partícula y disolvente en una empresa comercializadora de especias (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Zapana, Y., & Callao, H. (2010). Evaluación de horno de incineración convencional para la determinación de cenizas en cinco variedades de quinua (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Recuperado de: http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3505.

8. Anexos

Anexo 1. Protocolo para determinación del porcentaje de humedad total de la goma de tara

- **Determinación de materia seca parcial (MSP) por el método gravimétrico**

La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa del calor. La cantidad de material residual después de eliminar la humedad, constituye la materia seca.

Equipos:

- Estufa
- Balanza analítica (aproximación a 0,5 g)
- Crisoles
- Desecador

Procedimiento:

- Los crisoles se lavan y se secan en la estufa por un tiempo de 8 horas a 105ºC, luego se enfrían en el desecador, hasta alcanzar una temperatura ambiente, para finalmente determinar su peso exacto.
- Se pesa 2 gramos de muestra y se coloca dentro del crisol.
- Se coloca los crisoles en la estufa a una temperatura de 105ºC durante 24 horas.
- Colocar las muestras en un desecador hasta que se equilibre la humedad de la muestra con la del ambiente durante 24 horas.
- Después de aproximadamente 48 pesar las muestras en la balanza analítica.

Calculo:

$$\% \boldsymbol{MS} = \frac{\boldsymbol{P_{ms}}}{\boldsymbol{P_{mas}}} \textbf{ x } \mathbf{100} \qquad \textbf{\% HH= 100 - \% MS}$$

Donde:

% MS= porcentaje de materia seca (%)

P_{ms}= peso de la muestra seca (g)

P_{mas}= peso de la muestra antes del secado (g)

% HH= porcentaje de humedad higroscópica para muestras parcialmente secas (PS)

- **Cálculo de humedad total y materia seca, para conversión a base seca**

El secado a 65°C, no elimina el agua de muy baja presión de vapor presente en la muestra, por lo que se somete a una temperatura de 105°C, con vacío parcial, durante 8 horas hasta alcanzar un peso constante.

La pérdida de peso que aquí se obtiene, indica la humedad retenida, por la muestra y relacionándola con la pérdida de peso obtenida por secado a 65°C, nos permite determinar el porcentaje total de humedad de la muestra alimenticia, aplicando las siguientes fórmulas:

$$\mathbf{H = HI + \frac{(100 - HI)\ x\ HH}{100}\%} \qquad \mathbf{MS = 100 - \%\ H}$$

Donde:

H= humedad total (%)

HI= humedad inicial (%)

HH= humedad higroscópica (%)

Anexo 2. Protocolo para determinación de cenizas

Equipos:

- Mufla
- Crisoles
- Desecador
- Balanza analítica

Procedimiento:

- Coloque los crisoles limpios y secos en la mufla a 600°C, durante una hora. Enfríelos en el desecador. Péselos.
- Pese por diferencia 1,5 a 2 gramos de muestra homogenizada en el crisol.
- Colocar en la mufla a 600°C, hasta cenizas blancas grisáceas.

Cálculos:

$$\%\ \boldsymbol{Cenizas} = \frac{\boldsymbol{peso\ de\ crisol\ muestra - peso\ crisol\ cenizas}}{\boldsymbol{peso\ de\ la\ muestra}}\boldsymbol{x\ 100}$$

Anexo 3. Protocolo para determinación de proteína en goma de tara

- **Determinación de proteínas totales: determinación del nitrógeno total por el método de Kjeldahl**

Fundamento:

Las muestras se someten a un tratamiento oxidativo con ácido sulfúrico concentrado en presencia de una mezcla catalizadora (las sales/óxidos metálicos sirven para el transporte de oxígeno con formación intermedia de oxígeno naciente; el sulfato potásico sirve para elevar el punto de ebullición, alcanzándose temperaturas de 300-400°C durante la digestión). Del sulfato amónico formado se libera el amoníaco por tratamiento alcalino y éste se transporta con ayuda de una destilación en corriente de vapor a un recipiente con ácido bórico y se realiza una titulación con una solución valorada de ácido sulfúrico. El contenido en proteína de la muestra se calcula teniendo en cuenta el contenido medio en nitrógeno de la proteína en cuestión.

Reactivos:

- H_2SO_4 concentrado p.a. (98 %)
- Pastillas catalizadoras
- NaOH 40 %
- Solución H_3BO_3 (4 %)
- Solución H_2SO_4 (0,1 N)
- Indicador Mortimer: 0,016 % rojo de metilo y 0,083% verde de bromocresol en etanol

Determinación:

- **Digestión**

Colocar 2 gramos de muestra con una precisión de ± 1 mg, en el tubo Kjeldahl de 500 ml. Agregar catalizador y 10-20 ml de H_2SO_4 concentrado. Todo el material debe estar sumergido en el ácido para que no haya pérdidas de nitrógeno. Setear la rampa de temperatura. La digestión demanda entre 1 y 2 horas.

- **Destilación**

Preparar un erlenmeyer con 25-50 ml de H_3BO_3 4 % (sobre el cual se va a recoger el NH_3 destilado) y gotas de indicador Mortimer (color rojo), y colocarlo a la salida del refrigerante cuidando que el extremo del mismo quede sumergido en la solución ácida. El equipo ira agregando la cantidad necesaria de solución de NaOH 40 % como para neutralizar el ácido sulfúrico. El indicador torna a azul cuando empieza a destilarse el NH_3 por arrastre

en corriente de vapor. Se sigue destilando hasta llegar a aproximadamente 200 ml en el erlenmeyer colector (los primeros 150 ml de destilado contienen generalmente la totalidad del NH_3).

- **Titulación**

El destilado se titula con H_2SO_4 0.1 N, hasta lograr el cambio de color por acción del indicador Mortimer al color inicial rojo.

- **Blanco**

Se debe realizar un blanco de reactivos, siguiendo las mismas indicaciones, pero sin colocar muestra en el balón.

Cálculo:

Porcentaje de proteína = $(V_{Muestra} - V_{Blanco}) \times N_{ácido} \times 1.4 \times F/g_{muestra}$

Donde:

$V_{Muestra}$ = volumen de ácido gastado en la titulación de la muestra (ml)

V_{Blanco} = volumen de ácido gastados en la valoración del blanco (ml)

$N_{ácido}$ = normalidad del ácido sulfúrico

0.014= peso del meq de nitrógeno (g)

F= factor de conversión de nitrógeno a proteína

$g_{muestra}$ = peso de la muestra (g)

Anexo 4. Protocolo para la determinación de fibra cruda en goma de tara

- **Determinación de fibra cruda**

El método se basa en la solubilización de compuestos no celulósicos a través de soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de potasio (hidróxido de sodio). Según U.S. AOAC, 15ª edición, la solución de hidróxido de potasio se reemplaza por una solución de hidróxido de sodio 0,313 + 0,005 N, (12,5 g de NaOH hasta 1000 ml con agua destilada).

Reactivos:

- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1,25% - 0,255 ± 0,005 N. (12,5 g 98 % concentrado a 1000 ml con agua destilada). Controlar la concentración por titulación.
- Hidróxido de potasio (KOH) 1,25% - 0,223 ± 0,005 N, libre de carbonato. 12,5 g hasta 1000 ml con agua destilada. Controlar la concentración por titulación.
- n-octanol como antiespumante.
- Acetona anhidra.

Procedimiento:

- Determine por separado la humedad de la muestra en un horno a 105ºC de peso constante. Enfriar el desecador.
- Pese con precisión 1 gramo de la muestra triturada (1mm aproximadamente) con aproximación de 1 mg.
- Agregue 150 ml de ácido sulfúrico, precalentar con la placa caliente para reducir el tiempo requerido para hervir.
- Agregue 3-5 gotas de n-octanol como agente antiespumante.
- Hervir 30 minutos exactamente desde el inicio de la ebullición.
- Conectar al vacío para drenar el ácido sulfúrico.
- Lave tres veces con 30 ml (crisol lleno hasta la parte superior) de agua desionizada. Conectar cada vez al aire comprimido para agitar el contenido del crisol.
- Después de drenar el último lavado, agregar 150 ml de hidróxido de potasio precalentado (KOH) 1,25 % y 3-5 gotas de antiespumante.
- Dejar hervir 30 min.

- Realice un último lavado con agua desionizada fría para enfriar el crisol y luego lave tres veces el contenido del crisol con 25 ml de acetona, revolviendo cada vez con aire comprimido.
- Retire el crisol y determine el peso seco después de secar en un horno a 105ºC durante una hora o hasta peso constante y haber dejado enfriar en un desecador. Este peso representa la fibra bruta más el contenido de ceniza.

Anexo 5. Protocolo para determinar grasas

- **Determinación de grasas por el método Soxhlet**

Fundamento:

Las grasas son compuestos orgánicos muy heterogéneos, pero que tienen en común la propiedad de ser solubles en algunas substancias denominadas solventes orgánicos, como pueden ser éter etílico, éter de petróleo, hexano, etc.

Para el análisis de grasa la muestra debe poseer una granulometría adecuada, así mismo es necesario un pretratamiento de la muestra a través de una hidrólisis (ácida o básica). La hidrólisis afecta a las paredes de la célula y desintegra las emulsiones de grasa y los enlaces de proteína y lípido.

Equipos y materiales:

- Extractor SOXHLET
- Estufa
- Sorbona
- Balones
- Núcleos de Ebullición
- Bomba de vacío
- Kitazato con embudo buchnmer

Reactivos:

- Ac. Clorhídrico Concentrado grado técnico
- Hexano p.a. / éter de petróleo/ éter etílico
- Sulfato de sodio anhidro

Procedimiento:

- **Preparación de la muestra**

Realizar homogenización previa, si es posible en el recipiente original, mediante agitación. En el caso de granos y muestras heterogéneas, se trituran las muestras hasta lograr partículas lo más finas posibles, luego trasvasar al recipiente correspondiente homogenizando bien la muestra mediante agitación antes de proceder a pesar.

- **Hidrólisis**

Se pesa 1 y 5 g de muestra en un matraz Erlenmeyer, se añade 70 ml de agua destilada y 60 ml de ácido clorhídrico concentrado grado técnico. Se somete a hidrólisis mediante calentamiento por 30 minutos a partir de que comienza a hervir.

- **Filtración**

Después de la hidrólisis se espera hasta que no exista emisión de vapores, se filtra la muestra, sobre papel filtro debidamente doblado y previamente humedecido para evitar perdida de muestra.

Se lava el matraz Erlenmeyer con agua caliente, evitando perdidas de muestra. Se lava la muestra retenida en el papel filtro hasta ausencia total de ácido clorhídrico técnico (aproximadamente con 400ml de agua caliente), se retira con cuidado el papel filtro y se coloca en una cápsula, identificando cada una de ellas con el código correspondiente a la muestra, se coloca en la estufa por 20 minutos a 130 °C.

Cuando el papel está seco y frío se introduce cuidadosamente en los dedales de celulosa, se limpió la cápsula contenedora cuidadosamente con algodón empapado en hexano para evitar perdida de grasa adherida a la cápsula.

- **Extracción**

Se tomó el peso de un balón, previamente lavado y secado a 130°C por al menos una hora. Se enciende el extractor de grasa y se abre el flujo de agua del condensador, se coloca los dedales de celulosa con la muestra en el sifón del soxhlet, se añade el solvente en los balones aproximadamente 200 Ml, se arma el equipo encajando el balón con el sifón, y estos a su vez en el condensador. La parte superior del condensador se tapona con desecante (sulfato sódico anhidro) envuelto en algodón para evitar la entrada y condensación de vapor de agua, se comenzó la extracción.

Se verificó el rango de reflujo apropiado, después de un tiempo se retira los dedales y se destila la mayor cantidad de solvente posible hasta alcanzar sequedad aparente.

Se retiran los balones del extractor de grasa y se colocan en la sorbona para finalizar la evaporación del solvente a baja temperatura, luego se llevan los balones a la estufa directamente a 130°C por 30 min para eliminar los restos del solvente y la humedad residual existente. Se lleva los balones con grasa al desecador, se enfrían hasta temperatura ambiente y se pesan.

Cálculos:

$$\%\,\boldsymbol{Grasa} = \frac{\boldsymbol{peso\ del\ matraz\ con\ grasa - peso\ del\ matraz\ vacio}}{\boldsymbol{peso\ de\ la\ muestra}}\,\boldsymbol{x\ 100}$$

Anexo 6. Protocolo para determinar insolubles en ácido

Según la norma INEM 941 describe el método para determinar el contenido de las cenizas insolubles en ácido en leguminosas, para ello, se tratan con ácido clorhídrico; se pesa el residuo no disuelto por el ácido, y su resultado corresponde a las cenizas insolubles en ácido.

Equipos:

- Cápsulas
- Mufla
- Estufa
- Desecador
- Balanza analítica

Reactivos:

- Ácido clorhídrico al 5 N

Procedimiento:

- Tratar las cenizas totales, con 25 cm³ de solución de ácido clorhídrico. Cubrir la cápsula con vidrio de reloj y colocar en el calentador, durante 10 minutos, cuidando de que su base quede en contacto directo con el vapor.
- Dejar enfriar la cápsula con el contenido y filtrar a través de un papel filtro. Lavar el papel filtro hasta que no haya reacción ácida.
- Introducir la cápsula en la mufla a 550°C ± 1°C durante una hora.
- Sacar la cápsula con las cenizas, dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg. Repetir la incineración por períodos de 30 minutos, enfriando y pesando, hasta que no haya disminución en la masa.

Cálculos:

$$\boldsymbol{Ci = \frac{Peso\ de\ cenizas\ insolubles}{peso\ crisol\ muestra - peso\ crisol\ vácio}\ x\ 100}$$

Anexo 7. Protocolo para determinar el pH de la goma de tara

- **Determinación del pH a través del pH-metro**

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, es un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion de hidrógeno.

Equipos:

- pH-metro
- Solución tampón pH=7 para calibrar
- Vasos precipitación
- Balanza analítica

Procedimiento:

- Pesar 5 g de muestra en una balanza analítica.
- Colocar la muestra pesada en 50 ml de agua destilada y agitar constantemente durante 15 minutos.
- Sumergir el electrodo unos 2 cm en el vaso precipitado y mover suavemente.
- Esperar a que la lectura se estabilice aproximadamente unos 60 segundos
- Anotar el valor que aparece en pantalla.

Anexo 8. Hoja de evaluación para análisis organoléptico de la goma de tara

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Nombre del evaluador (a)……Fecha: ……

Instrucciones: marque con una x de acuerdo a lo percibido

Atributo organoléptico	Valoración de la escala	Descripción	Resultado
Textura	5	Muy fina	
	4	Fina	
	3	Poco fina	
	2	Gruesa	
	1	Muy gruesa	

Atributo organoléptico	Valoración de la escala	Descripción	Resultado
Olor	5	Inodoro	
	4	Levemente oloroso	
	3	Ligeramente oloroso	
	2	Oloroso	
	1	Muy oloroso	

Atributo organoléptico	Valoración de la escala	Descripción	Resultado
Color	5	Blanco cremoso	
	4	Blanco amarillento	
	3	Amarillento	
	2	Marrón claro	
	1	Marrón oscuro	

Anexo 9. Características físico-químicas de la goma de tara

Ítem	Parámetro	Valor normal
1	Apariencia	Polvo blanco cremoso suelto
2	Color	Blanco cremoso
3	Olor	Polvo casi inodoro
4	Tamaño de partícula	80% a través de malla 100
5	Viscosidad (sol. 1% agua, 24h, 25ºC, spindle 64, 30 rpm)	>4500 cps
6	Humedad	15% máx.
7	Solubilidad	Soluble en agua
8	pH (sol 1%)	>4,5
9	Energía	354,4 kcal/100g
10	Carbohidratos	<85%
11	Proteína	<3,5%
12	Fibra cruda	0,4 – 1,05%
13	Grasa	<0,75%
14	Cenizas	<1,5
15	Insolubles en ácido	<2%

Anexo 10. Manual para la extracción de goma de tara *(Caesalpinia spinosa)* por el método químico con ácido sulfúrico.

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

Manual para la extracción de goma de tara (Caesalpinia spinosa) por el método químico con ácido sulfúrico

RUSBELT ALEXANDER BERMEO MACAS

Introducción……..….3

1. La tara (*Caesalpinia spinosa*) …….....4

1.1. Distribución geográfica de la tara……...5

1.2. Composición de los frutos de tara……..……6

1.3. Goma de tara……...7

1.4. Aplicaciones de la goma de tara……8

1.5. Métodos de extracción de la goma de tara……..……...9

2. Desarrollo……...……....10

2.1. Determinar las condiciones óptimas para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico……..……..……..…10

2.1.1. Extracción de la goma de tara por el método químico……..……10

2.2. Determinación del rendimiento de extracción de goma de tara……...24

3. Conclusiones…….…..……21

4. Recomendaciones……..22

5. Bibliografía……...….23

INTRODUCCIÓN

Este manual se lo realizó con el objeto transferir la información acerca de la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico a los productores e instituciones relacionadas con la producción y comercialización de tara y sus derivados. Pretende, por tanto, incentivar el uso del cultivo de la tara en la provincia de Loja, pudiendo extenderse estas recomendaciones también a otros lugares donde existe esta especie.

En la primera parte del manual se presentan las características generales de la tara; en la segunda parte, se describen los resultados y metodologías realizadas para la obtención de goma, además, de los análisis físico-químicos y organolépticos. La tercera parte incluye conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Figura 1. Árbol de tara
Fuente: Silvateam (2020)

1. LA TARA (*Caesalpinia spinosa*)

La tara de nombre científico *Caesalpinia spinosa* es una especie originario de Sudamérica perteneciente a la familia de leguminosas.

Es un árbol que puede llegar a medir hasta 12 m, está provisto de una corteza gris espinosa. La copa es irregular, poco densa y con ramas laterales y otras ascendentes (ver figura 2). Las inflorescencias son racimos de color amarillo-rojizo que miden entre 15 a 20 cm. (Martínez, 2004; Nieto & Hidrobo, 2011).

Figura 2. Árbol de tara
Fuente: De la Torre (2018)

Sus frutos son vainas explanadas de color naranja de 8 a 10 cm de largo y 2 cm de ancho aproximadamente (ver figura 2), que contienen de 4 a 7 gramos de semilla redondeadas, con un diámetro de 0,6 a 0,7 cm (Martínez, 2004; Nieto & Hidrobo, 2011)

1.1. Distribución geográfica

Figura 3. Distribución de la tara
Fuente: De la Torre (2018)

Se distribuye entre las zonas áridas de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia hasta el norte de Chile (ver figura 3). Se presenta en lugares con un promedio de 230 a 500 mm de lluvia anual característicos de climas semiáridos (De la Cruz, 2004; Martínez, 2004).

¿A nivel nacional donde se encuentra la tara?

En Ecuador la tara se encuentra, en la Región Sierra en las provincias de Chimborazo, Carchi, Imbabura y Loja en estado silvestre como se muestra en la figura 4, formando parte del matorral seco interandino (GADP-LOJA, 2016 & Mancero, 2008).

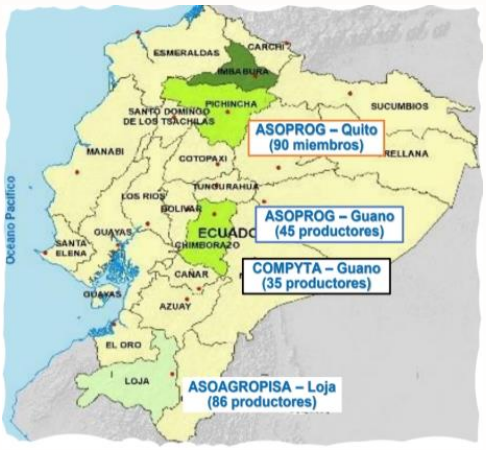

Figura 4. Distribución de la tara en Ecuador
Fuente: GADPL (2016)

1.2. Composición de los frutos de tara

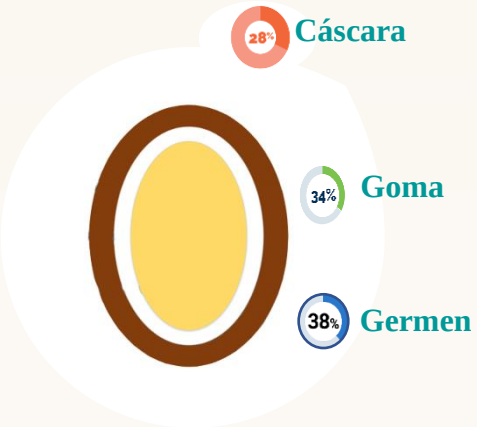

Figura 5. Semilla de tara
Fuente: Cadena agroproductiva (2011)

La vaina representa el 62 % del peso de los frutos (ver figura 6) y la semillas tienen en su composición porcentual en peso el 28 % de cáscara, 34 % de gomas y 38 % de germen (ver figura 5) (De la Cruz, 2004).

¿Importancia de los frutos de tara?

Son una fuente importante de taninos, ácido gálico, aceites y gomas empleados en grandes industrias como:

- Cosmética
- Farmacéutica
- Alimentaria
- Petrolera
- Caucho
- Papel

Figura 6. Frutos de tara
Fuente: Red Agrícola (2016)

1.3. Goma de tara

Figura 7. Vainas y semillas de tara
Fuente: Peruvian tara S.A.C (2020)

Se encuentra en el endospermo de las semillas, tienen la capacidad de retener agua y formar suspensiones coloidales, se usan en la formulación de muchos alimentos (Bastidas, 2013; Martínez, 2004 & Pavón, 2015).

¿Propiedades de la goma de tara?

Se caracteriza por ser:

- Incolora
- Insípida
- Estable
- Resistente
- Espesante
- Aglomerante
- Protectora

Figura 8. Subproductos de la tara
Fuente: EXANDAL (2019)

1.4. Aplicaciones de la goma de tara

- Industria alimenticia: lácteos, panadería, productos cárnicos y bebidas,
- Industria farmacéutica y cosmética.
- Industria papelera y textil.
- Industria cervecera.
- Alimentos para animales.

Figura 9. Productos derivados de goma de tara
Fuente: Dreamstime (2000)

¿Aplicación como recubrimientos comestibles?

Figura 10. Recubrimientos de goma de tara en fresa
Fuente: Pavón (2015)

Actualmente se está empleando para la conservación de frutas, mediante la aplicación de películas comestibles (ver figura 10), logrando reducir la pérdida de humedad y la tasa de respiración (Pavón, 2015).

1.4. Métodos de extracción de la goma de tara

La goma de las semillas de tara es extraída por diversos métodos (Martínez, 2007).

Métodos químicos	Métodos convencionales
- Ácido sulfúrico	- Térmico- tostado
- Hidróxido de sodio	- Vía húmeda

Procedimiento para la extracción de goma de tara con ácido sulfúrico

1. Se sumerge la muestra de tara en H_2SO_4 (ver figura 11), a continuación, se calienta a una temperatura de 60 y 90 ºC durante 15 y 25 minutos donde la cáscara se calcina completamente.

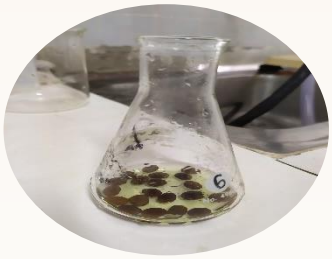

Figura 11. Semillas sumergidas H_2SO_4
Fuente: El autor

Figura 12. Lavado de la goma
Fuente: El autor

2. Se lava y se seca la goma y el cotiledón a una temperatura entre 50 a 60 ºC por 2 horas; para eliminar los restos de agua y humedad (ver figura 12).

3. Se separar el endospermo de los otros componentes aún presentes, de manera manual (ver figura 13).

Figura 13. Separación de la goma
Fuente: El autor

Figura 14. Molienda de la goma
Fuente: El autor

4. Finalmente, se muele la muestra de goma obtenida hasta disgregarla a un polvo fino (ver figura 14), para su posterior envasado y comercialización.

2. DESARROLLO

2.1. Determinar las condiciones óptimas para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico

2.1.1. Extracción de la goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico

La extracción de goma de tara se realizó en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja (ver figura 15), para lo cual se utilizó el protocolo planteado por Martínez (2007) con dos modificaciones en la etapa de extracción de la goma (temperatura y tiempo de contacto).

Figura 15. Instalaciones de la UNL
Fuente: El autor

¿Importante?

En la figura 16 se presenta el diagrama de flujo para la extracción de goma de tara:

Diagrama de flujo

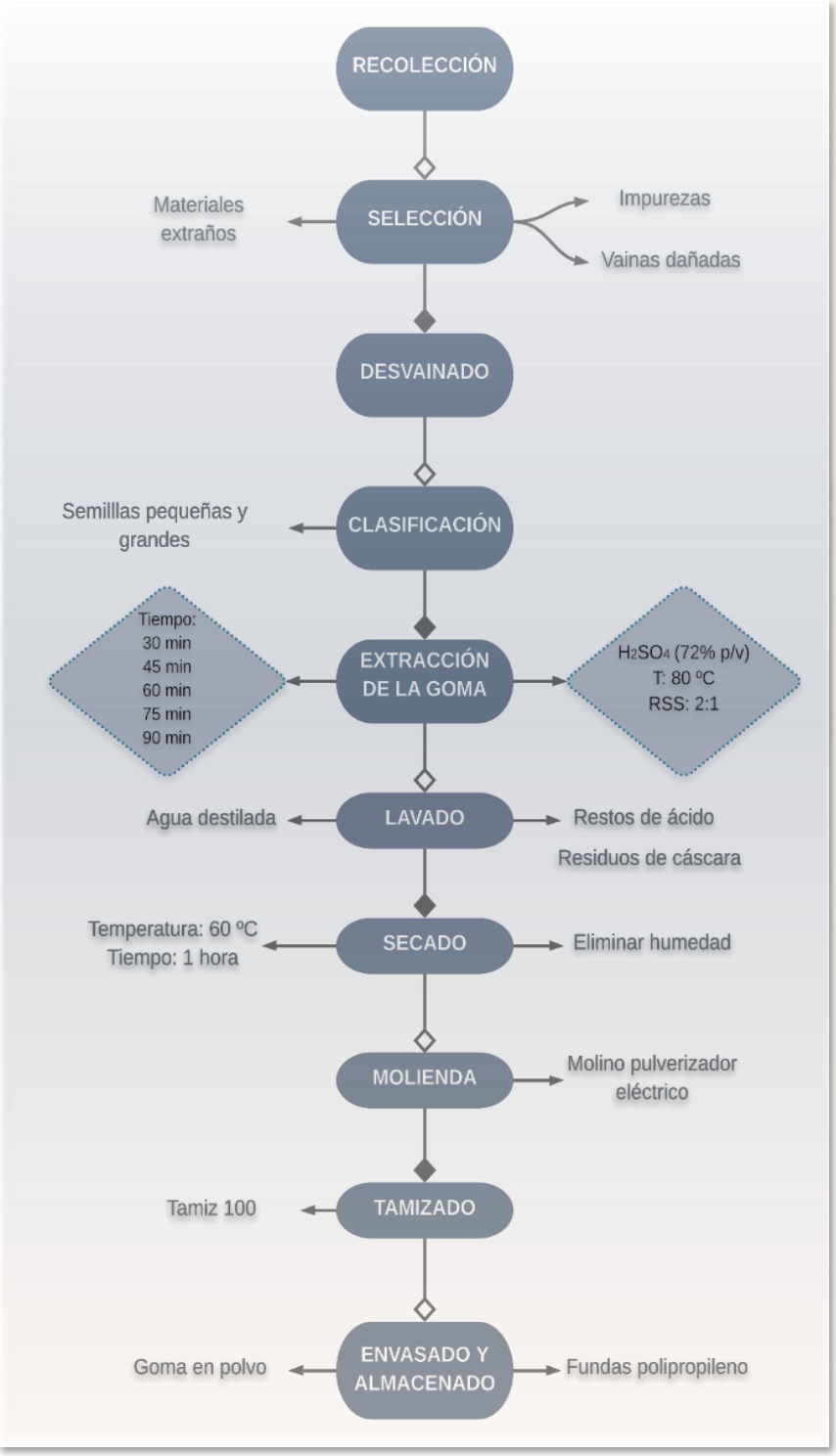

Figura 16. Diagrama de flujo para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico.
Fuente: El autor

Recolección de materia prima

Figura 17. Recolección de materia prima para la investigación.
Fuente: El autor

Se recolectó en el barrio EL Portete del cantón Gonzanamá de la provincia de Loja (ver figura 17). De la materia prima recolectada se utilizó 100 gramos de vainas de tara para los 5 tratamientos de extracción de la goma.

Selección de vainas

De los 100 gramos de vaina de tara que se seleccionó para realizar la extracción de goma, se eliminó 10 gramos de vainas que presentaban características de deterioro, entre otros; como se muestra en la figura 18.

Figura 18. Selección
Fuente: El autor

Desvainado

Figura 19. Desvainado de la materia prima

Se realizó de forma manual (ver figura 19), por lo tanto, de los 90 gramos de vainas que se seleccionó, se obtuvo un peso de 36 gramos de semillas de tara.

Clasificación

Se clasificaron por su tamaño y peso, de los 36 gramos de semilla de tara que se obtuvo en el proceso de desvainado, se eliminó una cantidad de 3 gramos de semillas que no cumplían con las características requeridas como se muestra en la figura 20, obteniendo 33 gramos de semilla clasificada (ver figura 21).

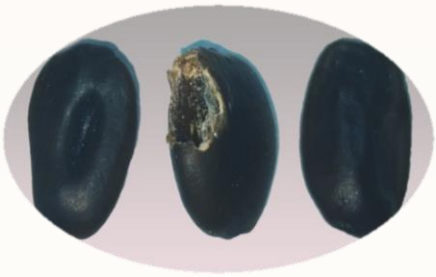

Figura 20. Semilla de tara con defectos
Fuente: El autor

Figura 21. Semilla de tara clasificadas
Fuente: El autor

Extracción de la goma

Se efectuó una inmersión de 5 g de semilla, en ácido sulfúrico al 72% (p/v) a una temperatura de 80 ºC y diferentes tiempos de contacto para cada muestra.

En la figura 22 se muestran imágenes de goma de tara de los 5 tratamientos.

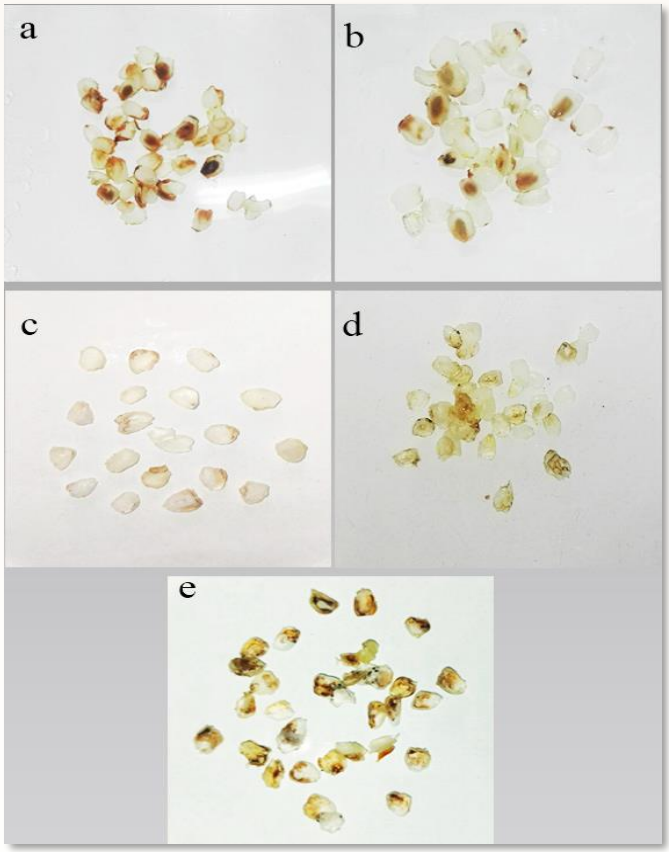

Figura 22. Tratamientos de extracción con ácido sulfúrico. Figura **a** corresponde T_1 (tiempo de extracción de 30 minutos); figura **b** pertenece a T_2 (tiempo de extracción de 45 minutos); figura **c** corresponde T_3 (tiempo de extracción de 60 minutos); figura **d** pertenece a T_4 (tiempo de extracción de 75 minutos); en la figura **e** se presenta T_5 (tiempo de extracción de 90 minutos).
Fuente: El autor.

¿Importante?

Las figuras 16.a y 16.b muestran la goma obtenida en los tratamientos T_1 y T_2, se observa la presencia de restos de cáscara adheridos a la goma, lo cual afectó a las características de color y textura.

En la figura 16.d y 16.e correspondientes a los tratamientos T_4 y T_5, se observó que la goma presentó un quemado lo que causó que el aspecto de la goma tornara a un color oscuro.

¿Mejor tratamiento?

El tratamiento T_3 fue el mejor en cuanto a la separación entre la cáscara y la goma, mismo que tuvo una concentración de ácido sulfúrico de 72% (p/v), una temperatura de 80ºC y un tiempo de contacto de 75 minutos, obteniendo, las mejores características de calidad en cuanto a la textura y al color.

Lavado

la limpieza y purificación de la goma se realizó con lavados sucesivos (ver figura 23). En cuanto a los pesos, de los 25 gramos de semillas que se sometieron al proceso de extracción se eliminó 8 gramos correspondientes a la cascara, sin embargo, durante el lavado la goma de tara al ser hidrofílica absorbió 10 gramos de agua, obteniendo 27 gramos de producto final.

Figura 23. Fase de lavado de la testa calcinada
Fuente: El autor

Secado de goma y germen

Se sometió la muestra en la estufa a 60ºC durante 1 hora (ver figura 24); así mismo, para el balance de pesos, en esta etapa se eliminó 8,39 gramos obteniendo 18,61 gramos, correspondiente al peso de la goma y el germen.

Figura 24. Fase de secado de goma y germen
Fuente: Materiales de laboratorio (2020)

Separación

Se separa manualmente el endospermo o goma del cotiledón de la tara (ver figura 25), para conseguir un producto limpio de impurezas; obteniendo 12,16 gramos de germen y 6,45 gramos de goma de tara.

Figura 25. Separación de la goma
Fuente: El autor

Secado de la goma

Figura 26. Secado de la goma
Fuente: El autor

La goma se secó a 60ºC durante 1 hora, De la misma forma, en esta fase se eliminó 1,15 gramos de agua, obteniendo 5,30 gramos de goma seca en hojuelas tal como se observa en la figura 26.

Molienda

la goma seca se trituró (ver figura 27), con la finalidad de obtener un producto con una textura fina que sea atractivo para su comercialización.

Figura 27. Molienda de la goma de tara
Fuente: El autor

Tamizado

Figura 28. Polvo de goma de tara
Fuente: El autor

Con el objeto de cumplir con los requerimientos de los potenciales compradores, para lo cual se utilizó el tamiz con la malla de 100 mesh obteniendo un polvo de goma como se muestra en la figura 28.

Envasado

Consistió en colocar el producto en fundas de polipropileno (ver figura 29), esto con la finalidad de evitar que la goma absorba humedad y altere la calidad de la misma.

Figura 29. Envasado de polvo de goma de tara
Fuente: El autor

2.2. Determinación del rendimiento de extracción de la goma de tara

En la tabla 5, se muestra los resultados de la goma de tara tomando en cuenta el peso de la semilla y la cantidad de producto en polvo obtenido

Tabla 5. Rendimientos de extracción de goma de tara con ácido sulfúrico (H_2SO_4) en función del peso de la semilla

Tratamientos	Tiempo (minutos)	Peso de la semilla (g)	Peso de la goma (g)	Rendimiento (%)
T_1	30	5	1,3	26
T_2	45	5	1,2	24
T_3	60	5	1,1	22
T_4	75	5	1,0	20
T_5	90	5	0,7	14

Fuente: El autor

En los tratamientos T_1 y T_2 la goma tenía presencia de residuos, lo cual incrementa el peso del producto; mientras que, los tratamientos T_4 y T_5 presentan menores rendimientos, lo cual es debido, a que el tiempo de contacto, provocando quemaduras en el producto final.

¿Mejor tratamiento?

El tratamiento T_3, el rendimiento de extracción fue del 22% que con un tiempo de solubilización (60 minutos), concentración del solvente (72% p/v) y temperatura (80ºC) fueron los óptimos para obtener una goma con buen rendimiento y una buena calidad.

3. CONCLUSIONES

Mediante la elaboración del manual sobre la extracción de goma de tara por el método químico se pretende transferir la información sobre la metodología de extracción a seguir; a los productores e instituciones relacionadas con la producción y comercialización de tara y sus derivados.

A través de este folleto se pretende contribuir a potenciar el cultivo y aprovechamiento de la tara (*Caesalpinia spinosa*) mediante la extracción de goma de tara, de tal forma que constituya una nueva alternativa agroproductiva para los productores agropecuarios de la provincia de Loja y del país.

Por medio de la aplicación de este manual los productores o agricultores llevaran a cabo un manejo técnico apropiado en los procesos de extracción de goma de tara, con el objeto de proporcionar un valor agregado a la especie, a través de la producción y comercialización de tara de tara, que con el apoyo de los gobiernos locales e instituciones se mejore la aplicación de estas nuevas tecnologías.

4. RECOMENDACIONES

En base a las referencias bibliográficas y a las características que presenta la goma de tara, es necesario que se lleven a cabo otras investigaciones con la finalidad de aplicar este producto en varias industrias, como por ejemplo en la alimentaria y de forma específica, en desarrollar recubrimientos comestibles para frutas.

Desarrollar planes de capacitación por parte de los gobiernos locales en cooperación con las instituciones, acerca del manejo, cosecha, postcosecha y comercialización del cultivo de tara.

Es prioritario el mejoramiento de las vías de comercialización del cultivo de tara, puesto que sus principales benefactores son los productores o agricultores de la zona, con ello coadyuvaría a mejorar la calidad de vida de ellos y sus familias.

5. BIBLIOGRAFÍA

Bastidas, R. (2013). Extracción y caracterización de la goma de semilla de tara (Caesalpinia spinosa) provenientes de los distritos de Soraya y Vilcabamba (tesis de pregrado). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Perú. Recuperado de: http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/435.

De la Cruz Lapa, P. (2004). Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa-Caesalpinia tinctoria*. Revista del Instituto de Investigación de la facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica, 7(14), 64-73.

De la Torre, L. (2018). La Tara, beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales. CONDESAN. Quito

Dreamstime. (2000). Recuperado de: https://es.dreamstime.com

EXANDAL especialistas en tara. (2019). Goma de tara: [grafico]. Recuperado de: http://www.exandal.com/goma-de-tara/.

Fundación de Investigación, Difusión y Capacitación Agropecuaria, Cadena agroproductiva del guarango. (2011). Ecuador y Perú.

Gobierno Autónomo descentralizado de la Provincia de Loja GADP-LOJA. (2016). Gobierno Autónomo descentralizado de la Provincia de Loja. Estudio de Mercado y Comercialización de Productos derivados de la Tara.

Mancero, L. (2009). La tara *(Caesalpinia spinosa)* en Perú, Bolivia y Ecuador: Análisis de la cadena productiva en la región. Programa Regional ECOBONA.

Martínez, J. L. (2004). Extracción de goma de la semilla de tara *(Caesalpinia Tinctoria)*. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú. Recuperado de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_528ed6e12f8700497c8f8295981d1446.

Martínez, P. (2007). Comparación de tres métodos para la extracción de goma de la semilla de Acacia Tres Espinas (Gleditsia triacanthos L.). Universidad de Chile. Escuela de Ciencias Agronómicas.

Nieto, C., & Hidrobo, G. (2011). La cadena agro-productiva del guarango *(Caesalpinia spinosa Kutnze)*, elementos que resaltan su competitividad. Fundación Desde el Surco, SENESCYT. Quito, Ecuador. 46 p.

Pavón, J. (2015). Uso potencial de la goma de tara *(Caesalpinia spinosa)* para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Quito. Recuperado de: https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10482.

Peruvian Tara S.A.C. (2020). Frutos de tara. Recuperado de: http://peruviantaraexportacion.blogspot.com

SILVATEAM Perú. (2020). La goma de tara: Alternativa sana y natural [fotografía]. Recuperado de: https://www.silvateam.com/es.

Red Agrícola Perú. (2016). Polvo de tara. Recuperado de: https://www.redagricola.com/cl.