

Evaluación del método químico con ácido sulfúrico para la extracción de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*)

Evaluation of the chemical method with sulfuric acid for the extraction of tara gum (*Caesalpinia spinosa*)

Bermeo- Macas Rusbelt Alexander¹, Ordoñez -Gutiérrez Oscar Rodrigo ², Chalco-Sandoval Wilson Rolando ^{2*}

¹Egresado Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables – UNL

²Docente Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables – UNL

*Correo electrónico: wilson.chalco@unl.edu.ec

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; tomando en cuenta esto, en la presente investigación se planteó la evaluación del método químico con ácido sulfúrico para la extracción de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*), para generar valor agregado a la especie. 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 T₃ (temperatura de solubilización 80°C, 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); el rendimiento de extracción de la goma de tara fue 22%.

Palabras claves: Solubilización, Aditivo, Rendimiento y Condiciones óptimas.

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 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 treatments 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 possible without neglecting the quality of the gum, the results show thar the T₃ treatment (solubilization temperatura 80°C, 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 was achieved 22%.

Keywords: Agro-export, Additive, Yield, Optimum conditions.

Recibido: 17 de febrero 2021

Aceptado para su publicación: 18 de marzo 2021

INTRODUCCIÓN

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 (Ali, 2012; De la Cruz, 2004; Martínez, 2004; Romero, Fernández y Robert 2012).

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 son las gomas o mucilagos; las cuales son utilizadas en el mercado como hidrocoloides alimenticios (Mancero, 2008; Arguello Erazo & Saltos Aguilar, 2017).

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 de 100 mil toneladas aproximadamente, por lo que, existe una demanda insatisfecha que corresponde al 80% (Gobierno Provincial Autónomo Descentralizado de Loja – GPADL, 2016; Nieto, C., & Hidrobo, G., 2011).

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 encargada 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 (Villanueva, 2007; (Arguello & Saltos, 2017)

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 con un precio mucho más alto de lo que actualmente se vende al Perú. 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, y obtener mejores condiciones de comercialización que mejorarían los ingresos económicos 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 precios 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:

Como objetivo general se plantea potenciar el cultivo y aprovechamiento de la tara (*C. spinosa*) mediante la extracción de goma de tara y como específicos: determinar las condiciones óptimas para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico; y, determinar el rendimiento de extracción de goma de tara.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de tara utilizadas para la investigación fueron recolectadas del barrio El Portete del cantón Gonzanamá de la provincia de Loja, 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.

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.

Extracción de la goma de tara (C. 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 – ver fig. 1), esto con la finalidad de determinar el mejor tratamiento en relación a la calidad y el rendimiento de extracción de la goma.

Figura 1. Diagrama de flujo para la extracción de goma de tara por el método químico con ácido sulfúrico.

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

Selección. En esta etapa se seleccionó las vainas en buen estado, separando las vainas deterioradas y materiales extraños. ***Desvainado.*** Se realizó el desvainado de forma manual para separar la cáscara y obtener las semillas de tara. ***Clasificación.*** Las semillas se clasificaron por su tamaño y peso homogéneo, esta operación permite que en la etapa siguiente permita obtener un mayor rendimiento.

Extracción de la goma. En esta etapa se efectuó una inmersión de 5 g de semilla de tara en H₂SO₄ (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 °C 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; en base a pruebas

realizas se determinó que la mejor temperatura de extracción es de 80 °C; 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 1.

Tabla 1.

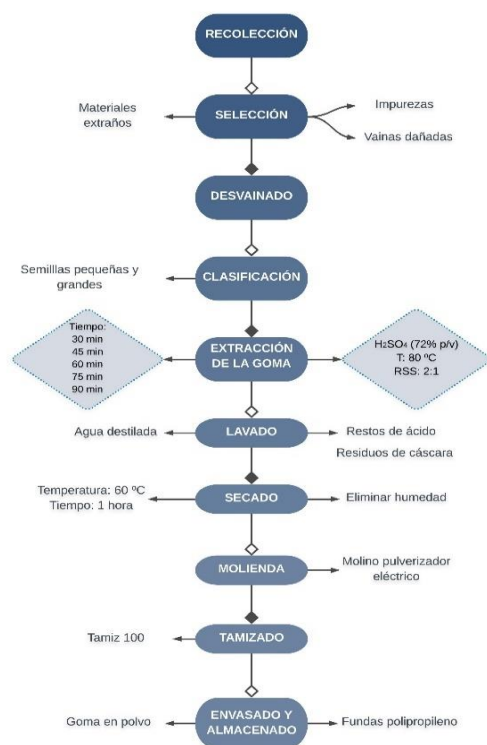
Tiempos de variación para la fase de extracción

Tratamientos	Tiempo (minutos)
T ₁	30
T ₂	45
T ₃	60
T ₄	75
T ₅	90

Fuente: El autor.

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.



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

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.

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

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.

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.

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

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.

Análisis de calidad de la goma de tara (C. spinosa)

Una vez evaluadas y analizadas las variables y el procedimiento para la extracción de la goma de tara, 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;

Evaluación del método químico con ácido sulfúrico para la extracción de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*)

empleando una escala hedónica de 5 puntos (ver tabla 2), y para las pruebas físico-químicas se valoró la composición

nutricional (proteína, humedad total, cenizas e insolubles en ácido) y pH

Tabla 2.

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	Poco fina
2	Marrón claro	Oloroso	Gruesa
1	Marrón oscuro	Muy oloroso	Muy gruesa

Fuente: El autor

Determinación del rendimiento de extracción de goma de tara

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)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados que se obtuvieron en la presente investigación sobre la evaluación del método químico con ácido sulfúrico para la extracción de goma de tara, para lo cual se utilizó como variable respuesta el porcentaje de rendimiento de extracción de goma; además, se realizó la caracterización físico-química y organoléptica del producto final con el objeto de poder comparar por un lado la calidad de la goma de tara y su rendimiento con otras metodologías e investigaciones existentes, y por otro lado, verificar el

cumplimiento de las características requeridas por los potenciales compradores del producto.

Extracción de goma de tara (*C. spinosa*) por el método químico con ácido sulfúrico

Se tomó en cuenta los resultados del análisis organoléptico del producto obtenido de la extracción.

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

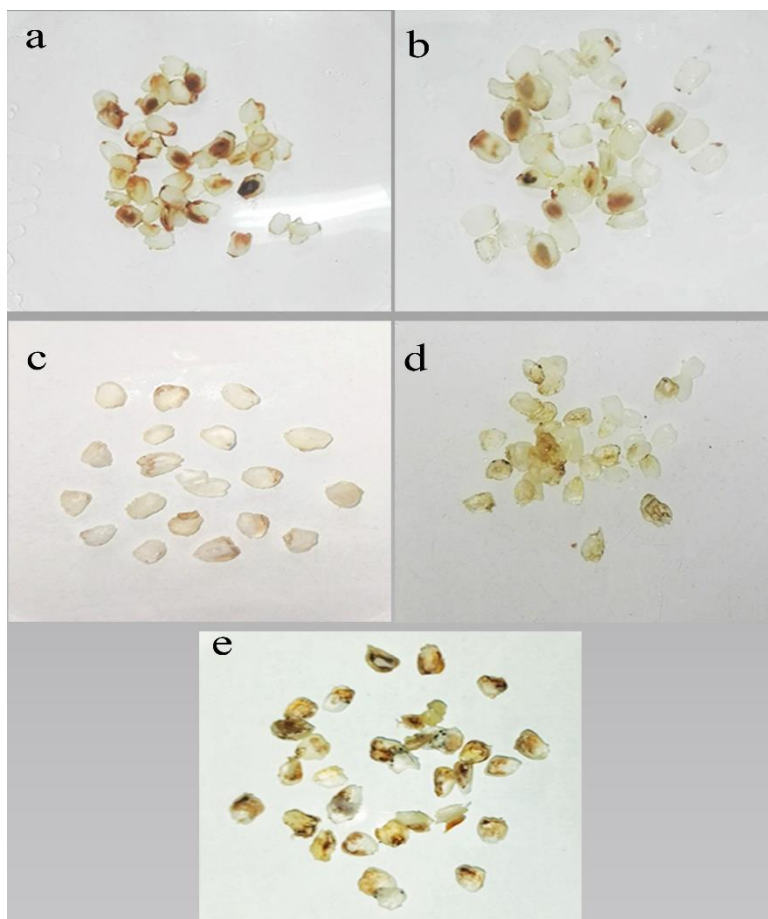


Figura 2. Tratamientos de extracción con ácido sulfúrico. Figura **a** corresponde T_1 (tiempo de extracción de 30 minutos); figura **b** pertenece a T_2 (tiempo de extracción de 45 minutos); figura **c** corresponde T_3 (tiempo de extracción de 60 minutos); figura **d** pertenece a T_4 (tiempo de extracción de 75 minutos); en la figura **e** se presenta T_5 (tiempo de extracción de 90 minutos).

Las figuras 2.a y 2.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 hidrólisis de los puentes de hidrogeno que están uniendo las cadenas poliméricas entre la cáscara y la goma de tara.

Así mismo, en la figura 2.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 hidrólisis y por lo tanto, la separación entre la cáscara y la goma.

Además, en la figura 2.d y 2.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 2 el tratamiento T₃ 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, el mismo que tuvo una concentración de ácido sulfúrico de 72% (p/v), una temperatura de 80°C y un tiempo de contacto de 75 minutos.

Análisis de calidad de la goma de tara (C. spinosa)

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 2, se presentan en la tabla 3.

En los tratamientos T₁ y T₂ 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 hidrólisis entre la

cáscara y la goma de tara, afectado con ello a la calidad de la goma.

En el caso del tratamiento T₃ 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 11.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 90 °C 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 T₄ y T₅ 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.

En general, se observa que el tratamiento T₃ 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. Sin embargo, debido a los

resultados que hemos obtenido en el análisis organoléptico de los 5 tratamientos, se definió que solamente al tratamiento T₃ se realice el análisis físico-químico, debido a que este presentó las mejores características.

Tabla 3.

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

Análisis físico-químico

Los parámetros físico-químico que se realizaron en la goma de tara en polvo fueron los siguientes: humedad total, proteína, fibra cruda, grasas, carbohidratos, cenizas, insolubles en ácido y pH, con el fin de poder

determinar y caracterizar la calidad de la goma de tara obtenida y verificar si el producto obtenido en la presente investigación cumple con los requerimientos. En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos acerca de estos análisis.

Tabla 4.

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 4, se realizó el análisis físico-químico de la goma de tara en polvo obtenida en el tratamiento T₃ 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.

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) utilizó el método térmico-tostado y reportó el valor de humedad de 5,10%. Es importante destacar, como lo indica Sanabria (2011), que 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 evidencian 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).

Con respecto a los resultados que se obtuvieron para las demás componentes de la composición nutricional de la goma de tara en polvo, según la tabla 4 se observa que: el contenido de proteína promedio es

de 3,26%, sin embargo, Benucci (2001) señala que la goma de *Gleditsia* extraída con NaOH 0,75% p/v por 10 minutos a ebullición, tiene un contenido de 5,55% de proteínas, valor similar al obtenido en la goma de tara. Grasas 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%, proteínas 3,30%, fibra 2,18%, grasa 4,00%, así mismo, Sanabria (2011) en el análisis químico proximal de la goma de tara reporta un contenido de proteína 6,22%, fibra 1,13%, grasa 0,42%, ceniza 5,60%.

En la tabla 4 también se puede observar que el valor del pH de la goma de tara es 5,2, que corresponde 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 físico-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 se encuentran dentro de los rangos permisibles para la caracterización de la goma de tara, lo cual es indicativo de la alta pureza del producto obtenido.

Determinación del rendimiento de extracción de goma de tara

Los resultados de la goma de tara obtenidos tomando en cuenta el peso de la semilla y la cantidad de producto en polvo obtenido a través del del proceso de extracción químico con ácido sulfúrico descrito en el diagrama de flujo de la figura 1, se presentan en la tabla 5.

Como se puede ver en la tabla 5, 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 (80°C) 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) realizó la extracción de goma de tara utilizando la combinación de 65 % de concentración de ácido sulfúrico a 75 °C, 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 °C, 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.

Por otro lado, (Estévez et al., 2004) en su análisis para la obtención de goma de semilla de mezquite (*Prosopis chilensis*), a través de una extracción química obtuvo un rendimiento de goma de 17,7%, así mismo Olivia, Alfaro y Palape (2010), en su investigación sobre la Evaluación del potencial tecnológico de galactomananos del endospermo de semillas de *Prosopis* sp., utilizando una extracción ácida obtuvo un rendimiento de goma del 15%

Además, Goycochea (2010) realizó una Evaluación de taninos y goma del fruto de la Tara (*Caesalpinia spinosa* Malina Kuntze), donde determino que el rendimiento de goma de tara es de 30%. También, Oliveros (2008) usando álcali extrajo goma de semillas de Algarrobo obteniendo un rendimiento de 26,21%.

Evaluación del método químico con ácido sulfúrico para la extracción de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*)

Existe una baja 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.

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

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 80°C 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%, el cual es un valor aceptable de acuerdo a las investigaciones realizadas por otros autores, como se comentó en el análisis de resultados.

Mediante la elaboración del manual sobre la extracción de goma de tara por el método químico se pretende 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 (*C. 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.

BIBLIOGRAFIA

- Ali, D. (2012). Extracción de taninos (ácido gálico) a partir del polvo de vaina de tara (*Caesalpinia spinosa*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Anicolsa. (2009). Todo sobre la tara. Anicolsa de Perú S.A.C. Recuperado de: <http://alnicolsa.tripod.com/>
- 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>.
- Benucci, C. 2001. Elaboración de un aderezo tipo salsa utilizando diferentes agentes espesantes. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 64 p.
- 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.
- Estévez AM, Sáenz C, Hurtado ML, Escobar B, Espinoza S, Suárez C (2004) Extraction methods and some physical properties of mesquite (*Prosopis chilensis (mol) stuntz*) seed gum. J. Sci. Food Agric. 84: 1487-1492.
- 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.
- 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>.
- Goycochea, R. (2010). Evaluación de taninos y goma del fruto de la tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze provenientes de las lomas de Atiquipa, Arequipa-Perú. Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/419>.
- 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
- 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.
- 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.
- 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>
- Oliva, M., Alfaro, C., & Palape, I. (2010). Evaluación del potencial tecnológico de galactomananos del

Evaluación del método químico con ácido sulfúrico para la extracción de goma de tara (Caesalpinia spinosa)

- endospermo de semillas de *Prosopis* sp. para el uso en la industria de alimentos. *agriscientia*, 27(2).
- Álcali, s. D. A. U. (2008). Departamento de Ciencia y Tecnología de los alimentos (Tesis doctoral). Universidad de los Lagos.
- Romero, N., Fernández, A., & Robert, P. (2012). A polyphenol extract of tara pods (*Caesalpinia spinosa*) as a potential antioxidant in oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(8), 951-957.
- 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.
- Villanueva, C. (2007). La Tara el oro verde de los Incas para el mundo. Ediciones AGRUM. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú