



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE GOMA DE TARA
(*Caesalpinia spinosa* Kuntze) OBTENIDA POR MÉTODOS
DE EXTRACCIÓN SECO Y HÚMEDO EN LA REGIÓN
AMAZONAS**

Autor: Bach. Lloni Rojas Puerta

Asesor :MsC. Segundo Víctor Olivares Muñoz

Co-asesor: Ing. Juan Carlos Neri Chávez

Reg.(...)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A DIOS

Por la vida, la salud, la familia y por el regalo de ser parte ella, ya que todo lo que existe viene de él.

A MIS PADRES

Alejandro Rojas Rojas y Sofía Puerta Rojas, en la eternidad; porque son mi mayor inspiración; a mi padre que no conocí, que en su forma de pensar fue su deseo siempre que sus hijos tengan mayores logros y a mi madre que con su ejemplo y sabiduría, me enseñó a ser perseverante para seguir adelante.

A MIS HERMANOS

Ángel, Sixta, José, Celia, Elsa y Neli porque que son el mayor regalo que Dios me ha dado.

Lloni Rojas Puerta

AGRADECIMIENTO

A Dios por acompañarme en todo momento, por darme la fortaleza, la oportunidad de conocer esta fase de mi vida y que espero sea mucho más.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) y a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (FICA), por haber facilitado al laboratorio de Biotecnología, laboratorio Tecnología de Alimentos y Laboratorio de Ingeniería Agroindustrial.

Al Instituto de Investigación y Desarrollo de Ceja de Selva (INDES). Donde se viene ejecutando el proyecto de “Recubrimiento comestible natural a base de goma de tara (*Caesalpinia spinosa* Kuntze) para prolongar la vida útil de frutas nativas y hortalizas comerciales” BIOPOLIMERO de Contrato N°124-2018-FONDECYT-BM-IADT-SE el cual enmarca esta investigación y apoyo financiero. Por haber facilitado los laboratorio de Fisiología y Bromatología Vegetal (FISIOBVEG) y Laboratorio de Suelos y Aguas (LABISAG).

A mis hermanos Ángel, Sixta, José, Celia, Elsa y Neli, porque han sido el soporte, en todos los aspectos de mi formación profesional, con su ayuda incondicional con los que estoy muy agradecido y a Merbelita Yalta quien siempre está apoyándome en todo momento.

A Mis tíos, Calixto Rojas, y Espesaria Puerta; a mis primos Abel Rojas y Ebert Rojas.

A mis amigos Marlo E. Linares, Milton R. Esamat, Waldir Huamán, Ever Arteaga, Exequiel Díaz, Pati Ll. Mori, María N. Álvares y Rosita Cruz, por su apoyo valioso en la ejecución del proyecto.

A mi asesor Segundo Víctor Olivares Muñoz por su apoyo en la elaboración y corrección del informe de investigación.

A la Sra. Marleny Ángeles, Técnica de laboratorio de la UNTRM quien gustosamente me ha apoyado en los procedimientos de realización de mi investigación.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

DR. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

DR. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

DRA. FLOR DE TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de Investigación

M.SC ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **EVA- LUACIÓN FISICOQUÍMICA DE GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa* Kuntze) OBTENIDA POR MÉTODOS DE EXTRACCIÓN SECO Y HÚMEDO EN LA REGIÓN AMAZONAS**; del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

Lloni Rojas Puerta.

El suscrito da el **visto bueno** al informe de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al Tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación.

Chachapoyas, 14 de Mayo de 2020



Segundo Víctor Olivares Muñoz

Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS

Investigador de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa* Kuntze) OBTENIDA POR MÉTODOS DE EXTRACCIÓN SECO Y HÚMEDO EN LA REGIÓN AMAZONAS**; del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

Lloni Rojas Puerta.

El suscrito da el **visto bueno** al informe de la tesis mencionado, dándole pase para que sea sometida a revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al Tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación

Chachapoyas, 14 de Mayo de 2020



Juan Carlos Neri Chávez

Ing. Investigador del INDES-CES

JURADO EVALUADOR



Ms. ROBERT JAVIER CRUZALEGUI FERNÁNDEZ

Presidente



MsC. GROBERT AMADO GUADALUPE CHUQUI

Secretario



Ms. ROBERTO CARLOS MORI ZABARBURU

Vocal

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS PARA OBTENER
TITULO PROFESIONAL**

Yo, Lloni Rojas Puerta, identificado con DNI N° 45393185, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

Soy autor de la tesis titulada: **Evaluación fisicoquímica de goma de tara (*Caesalpinia spinosa kuntze*) obtenida por métodos de extracción seco y húmedo en la Región Amazonas**

La misma que presento para optar: Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

- I. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- II. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- III. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- IV. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 14 de Mayo de 2020



Firma del tesista

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 3-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 17 de JULIO del año 2020, siendo las 18:00 horas, el aspirante LLONI ROJAS PUERTA

defiende en sesión pública la Tesis titulada: EVALUACIÓN FISIQUÍMICA DE GOMA DE TARA (Caesalpinia spinosa Kuntze) OBTENIDA POR MÉTODOS DE EXTRACCIÓN SECO Y HÚMEDO EN LA REGIÓN AMAZONAS

para obtener el Título Profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL
a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:



Presidente : Ms. ROBERT JAVIER CRUZALEGUI FERNÁNDEZ
Secretario : MSc. GORBERT AMADO GUADALUPE CHUQUI
Vocal : Ms. ROBERTO CARLOS MORI ZABARBUEN

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 19:22 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	v
VISTO BUENO DEL CO - ASESOR.....	vi
JURADO EVALUADOR.....	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	viii
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MATERIALES Y MÉTODOS	17
2.1. Materiales.....	17
2.2 Métodos	17
2.2.1. Diseño Experimental.....	17
2.2.2. Técnicas e instrumentos.....	17
2.2.3. Procedimiento	20
2.3. Análisis de datos	20
III.RESULTADOS.....	21
IV.DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES.	30
VI.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Arreglo experimental.....	17
Tabla 2. Análisis de rendimiento de la goma de <i>C. spinosa</i>	35
Tabla 3. Análisis de pH de goma de <i>C. spinosa</i>	35
Tabla 4. Análisis de cenizas de goma de <i>C. spinosa</i>	36
Tabla 5. Análisis de CRA (capacidad de retención de agua) de goma de <i>C. spinos</i>	36
Tabla 6. Análisis de viscosidad de goma de <i>C. spinos</i>	37
Tabla 7. Análisis de metales pesados de goma de <i>C. spinosa</i>	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento (%) de goma de <i>C. spinosa</i> según método de extracción	21
Figura 2. Rendimiento (%) de goma de <i>C. spinosa</i> según el lugar de procedencia.....	21
Figura 3. Acidez iónica (pH) de goma de <i>C. spinosa</i> según método de extracción.....	22
Figura 4. Acidez iónica (pH) de goma de <i>C. spinosa</i> según lugar de procedencia.....	22
Figura 5. Cantidad de cenizas (%) de goma <i>C. spinosa</i> según el método de extracción	23
Figura 6. Cantidad de cenizas (%) de goma de <i>C. spinosa</i> según lugar de procedencia	23
Figura 7. CRA (%) de goma de <i>C. spinosa</i> según método de extracción	24
Figura 8. CRA (%) de goma de <i>C. spinosa</i> según lugar de procedencia.....	24
Figura 9. Viscosidad de goma de <i>C. spinosa</i> según método de extracción	25
Figura 10. Viscosidad de goma de <i>C. spinosa</i> según lugar de procedencia.....	25
Figura 11. Metales pesados de goma de <i>C. spinosa</i> según método de extracción.....	26
Figura 12. Metales pesados de goma de <i>C. spinosa</i> según lugares de procedencia.....	26
Figura 13. Obtención granos de <i>C. spinosa</i>	38
Figura 14. Extracción de goma de <i>C. spinosa</i> por el método seco	38
Figura 15. Extracción goma de <i>C. spinosa</i> por el método de húmedo.....	38
Figura 16. Pulverizado de muestra obtenida de 2 métodos y 4 lugares de procedencia..	42
Figura 17. Goma de <i>C. spinosa</i> en harina obtenida por los dos métodos de extracción.	42
Figura 18. Análisis de la goma de <i>C. spinosa</i>	43

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar las características fisicoquímicas de goma de tara (*Caesalpinia spinosa* Kuntze) obtenida por métodos de extracción seco y húmedo en la Región Amazonas. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial (4A*2B) donde el factor A: lugar de procedencia (A1: Achamaqui, A2: Shipasbamba, A3: Sonche, A4: Yerbabuena) y factor B: métodos de extracción (B1: seco y B2: húmedo). Se midió rendimientos, acidez iónica, (pH), viscosidad, cenizas, capacidad de retención de agua (CRA) y concentración de metales pesados (CMP). Los resultados muestran un rendimiento entre 23,32 a 24,55 %, pH entre 6,0 a 6,26, cenizas entre 0,81 a 1,67 %, viscosidad 708 a 4477 Cp., CRA entre 1155 a 1346 % y CMP: arsénico menor a 0,035 ppm, cadmio 0,01 ppm y plomo menores a 0,045 ppm. Según el análisis de varianza y comparaciones múltiples según la prueba tukey ($p < 0,05$) la goma de tara obtenida en relación a los lugares de procedencia no presentó diferencias significativas, mientras que según los métodos de extracción se ha encontrado diferencias significativas; determinándose que el método seco es mejor.

Palabras claves: *Caesalpinia spinosa*, métodos de extracción y metales pesados

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the physicochemical characteristics of tara gum (*Caesalpinia spinosa* Kuntze) obtained by dry and wet extraction methods in the Amazonas Region. A completely randomized design (DCA) was used with a factorial arrangement (4A * 2B) where factor A: place of origin (A1: Achamaqui, A2: Shipasbamba, A3: Sonche, A4: Yerbabuena) and factor B: Extraction methods (B1: dry and B2: wet). Yields, ionic acidity, (pH), viscosity, ash, water retention capacity (CRA) and concentration of heavy metals (CMP) were measured. The results show a yield between 23,32 to 24,55 %, pH between 6,0 to 6,26 ash between 0,81 to 1,67 %, viscosity 708 to 4477 Cp., CRA between 1155 to 1346 % and CMP: arsenic less than 0,035 ppm, cadmium 0,01 ppm and lead less than 0,045 ppm. According to the analysis of variance and multiple comparisons according to the tukey test ($p < 0.05$), the tara gum obtained in relation to the places of origin did not present significant differences, while according to the extraction methods significant differences were found; determining that the dry method is better.

Keywords: *Caesalpinia spinosa*, extraction methods and heavy metals

I. INTRODUCCIÓN

La tara es una planta de la familia de las leguminosas cuyo nombre científico es *Caesalpinia spinosa*. Es una planta originaria del Perú, utilizada desde la época pre-hispánica en la medicina popular. El fruto es una vaina que está formada por polvo (45 %), pepa (33 %) y fibra (22 %), a partir de los frutos se pueden obtener numerosos productos de uso industrial y doméstico (MINCETUR, 2007). Esta vaina es chata, explanada e indehiscentes, de color rosastro, de sabor amargo y astringente, que contiene entre 4 y 7 semillas de grandes dimensiones. Estas últimas están formadas por el endospermo (22 % en peso), el germen (40 %) y el pericarpio (38 %) (Silvateam Peru Sac, 2019).

La goma de tara se encuentra clasificada dentro del Codex Alimentarius con el N° 417 del Sistema Internacional de Numeración (SIN) (CXS-192, 2019, pág. 213), mientras que en Europa se encuentra codificada como aditivo alimentario con el código E417 (A.bd dalla, Sen y el-Naggar, 2012 p, 478 citado por Pavón, 2015).

Los galactomananos se extraen del endospermo de las semillas después de la molienda, la eliminación de la cáscara y los pasos de tamizado. Son polisacáridos industriales que están aislados comercialmente de las semillas de las plantas de Guar, Algarroba, Fenogreco y tara (Kontogiorgos, 2018). La goma de tara es un polímero natural no gelificante que puede formar un gel termo-reversible cuando se mezcla con K-Carragenina o goma de Xantano y puede exhibir propiedades viscosas en lugar de propiedades elásticas en bajas concentraciones (Wu, Ding y He, 2017). La comprensión de los comportamientos de gelificación es beneficiosa para la aplicación diversificada y de valor agregado de la goma de tara en las industrias alimentarias y químicas (Wu, Ding, Jia, y He, 2015). Estructuralmente se le considera un biopolímero formado por monómeros de Manosa y Galactosa (M / G), en relación de 3: 1 (Williams, 2016), en concentraciones del 1%, la goma de tara logra valores de viscosidad adecuados para su uso como película o recubrimiento (Barreda, 2016). Estos galactomananos por su estructura ramificada, forman soluciones acuosas cinco veces más viscosas que la del almidón a la misma concentración (Siccha y Lock, 1992, p. 173).

Según Melo, Glorio, y Tarazona, (2013) en su investigación efecto de la madurez en los componentes de valor comercial (taninos y goma) de *C. spinosa* de dos lugares de procedencia en Lima (Pachacamac y Huari), mencionan que el tiempo para la recolección

de la vaina de tara se encuentra entre el quinto y sexto mes después de la floración, momento que obtuvieron un nivel mayor en goma, baja humedad y máximo color, Además Guerrero, (2011) determinó para la extracción de goma, el momento más apropiado de recolección, son los frutos con las características de la vaina, de color fucsia. No existen investigaciones realizadas en goma tara de sus características fisicoquímicas en la región amazonas, por lo tanto, la investigación tiene como objetivo principal, evaluar las características fisicoquímicas de goma de tara (*Caesalpinia spinosa* Kuntze) obtenida por métodos de extracción seco y húmedo en la Región Amazonas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

- **Material biológico:**

Semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*)

- **Reactivos:**

Ácido nítrico al 65,60 %

2.2 Métodos

2.2.1. Diseño Experimental

Se utilizó un DCA (diseño completamente al azar) con un arreglo factorial (4A*2B). Siendo el factor A: lugar de procedencia (A₁: Achamaqui, A₂: Shipasbamba, A₃: Sonche, A₄: Yerbabuena); factor B: métodos de extracción (B₁: seco y B₂: húmedo); 8 tratamientos, 3 réplicas con un total de 24 unidades experimentales.

Tabla 1. Arreglo experimental

Factor A (Procedencia)	A ₁		A ₂		A ₃		A ₄	
Factor B (métodos de extracción)	B ₁	B ₂						

2.2.2. Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron con la finalidad de evaluar las características fisicoquímicas de la goma de *C. spinosa* fueron las siguientes:

Recolección de la muestra

Para la recolección de muestras se utilizó un carrizo por el tamaño que tiene para desprender los frutos de la parte alta de la planta. Los frutos caídos se seleccionaron a mano, considerando el color fucsia, tamaños de 4 a más cm de longitud, los granos que estén bien marcados en toda la vaina, en costales de 50 kg, rotulado de acuerdo al lugar de procedencia.

Obtención de granos

Se golpeó la vaina de tara con un listón, para romper y liberar los granos (técnica trillada artesanal), luego en una zaranda con orificios de 5,5 mm se eliminó los granos de menor tamaño junto al polvo de la cascara. Para limpiar las semillas de los residuos de la vaina, se utilizó una malla de 10 mm y se seleccionó manualmente las muestras considerando el color marrón característico y sanidad del grano.

Extracción de la goma de tara

- Método de extracción húmedo

La obtención de goma por el método de extracción seco, se realizó en el laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal (FISIOBVEG) en un tostador de laboratorio (ADVA20) a 180 °C con 20 de presión por 3 minutos cada muestra de 100 g que se tostó.

- Método de extracción seca

La obtención de goma por el método de extracción húmedo se realizó en el laboratorio de Biotecnología Agroindustrial en un autoclave a presión 103 Kpas y temperatura de 120 °C, ambos constantes, por un tiempo de 15 min cada muestra de 100 g que se sometió a presión.

Evaluación fisicoquímica de la goma de *C. spinosa*

Las muestras obtenidas fueron evaluadas:

• Rendimiento

Para determinar el rendimiento, se efectuó el porcentaje peso a peso (% p/p), según (Quimicas.net, 2018). Se calculó con la siguiente formula:

$$\%P/P = \frac{P_f}{P_0} * 100$$

Donde:

% P/P = Porcentaje peso a peso

P_f = Peso final de la muestra (g)

P_0 = Peso inicial de la muestra (g)

- **Potencial de hidrógeno (pH)**

Se efectuó por el método potenciométrico para la determinación del pH en almidones y féculas por homogenización según NTP 209.069 (2018), con un potenciómetro con electrodo de vidrio (pHmetro HANNA).

- **Cenizas**

Se determinó por método de calcinación (cenizas totales) (Kirk *et al.*, 2003). Las muestras fueron calcinadas con una cocina eléctrica, hasta que no desprenda humo. Luego se colocó en mufla (THERMCONCEPT), se dejó enfriar en el desecador no tapándolo completo hasta que la temperatura se estabilice a temperatura ambiente, luego pesar y calcular todas las muestras.

- **Concentración de metales pesados**

Se determinó por el método de Espectrometría de emisión atómica, utilizado para la identificación y la determinación cuantitativa de los elementos de la tabla periódica, descrita por Skoog, Holler, y Crouch, (2008), en un Espectrofotómetro de emisión atómica (4100 NPA), utilizando ácido nítrico a 65.60% reactivo que nos permite identificar los metales, análisis realizado en el laboratorio de agua y suelos (LABISAG).

- **Viscosidad**

Se determinó por el método del viscosímetro rotativo, preparando 1 % de muestra en 100 ml de agua destilada a una temperatura entre 20 a 25 °C de acuerdo a la NTP 311.609-1 (2018); en un reómetro rotacional (ANTON PAR), en laboratorio de Biotecnología.

- **Capacidad de retención de agua (CRA)**

Se midió por el método de centrifugación, (TP-Laboratorio químico, 2019) según Valencia y Román, (2006, p. 56), En el laboratorio de Tecnología de Alimentos en la Centrífuga Universal (MPW-251).

$$\% \text{ C. R. A} = \frac{P_1 - P_0}{P_0} * 100$$

Donde:

% C.R.A = Porcentaje de capacidad de retención de agua

P₁ = Peso final de la muestra (sedimento) (g)

P₀ = Peso inicial de la muestra (g)

2.2.3. Procedimiento

Las muestras fueron recolectadas del caserío Achamaqui, del centro poblado Yerbabuena y distrito San Juan del Sonche pertenecientes a la provincia de Chachapoyas y distrito de Shipasbamba perteneciente a la provincia de Bongará. Las vainas de la tara, fueron trasladadas a la UNTRM, para ser sometidos a trillado, tamizado, limpieza y selección de los granos.

Obtención de goma de *C. spinosa*

- Las muestras de granos de *C. spinosa* se sometieron a calor, para que la cáscara se abra o se resquebraje. Luego se molió manualmente en una máquina para moler granos, tamizado con un filtro de tejido nylon de 2 mm para eliminar los restos de cáscara juntamente con el germen, selección y limpieza del endosperma.
- Las muestras de granos *C. spinosa* se pusieron en autoclave por 15 min, luego remojado por 48 horas cambiando el agua constantemente, una vez pasado este tiempo se separó manualmente el endosperma del germen y la cáscara. Este endosperma se secó en estufa a 37 °C hasta que la humedad sea menor al 10 %.

Se desmenuzó a los pellets de goma de *C. spinosa* obtenidas por los dos métodos en un pulverizador de granos. Se obtuvo goma de *C. spinosa* en harina tamizándolo en una malla de 149 um (malla mesh 100). Luego se calculó el rendimiento y se evaluaron el pH, cenizas, viscosidad, CRA y CMP.

2.3. Análisis de datos

Para el análisis de datos se realizó con análisis de varianza (ANOVA) al 5 % de significancia (95 % de nivel de confianza y un 5 % de margen de error), para determinar si el factor A: Lugares de procedencia y el factor B: métodos de extracción tiene interacciones respecto a la variable respuesta: caracterización físico química de la goma de *C. espinosa*; empleando el software estadístico Stat graphic y Excel 2013.

III. RESULTADOS

Medición del Rendimiento (%)

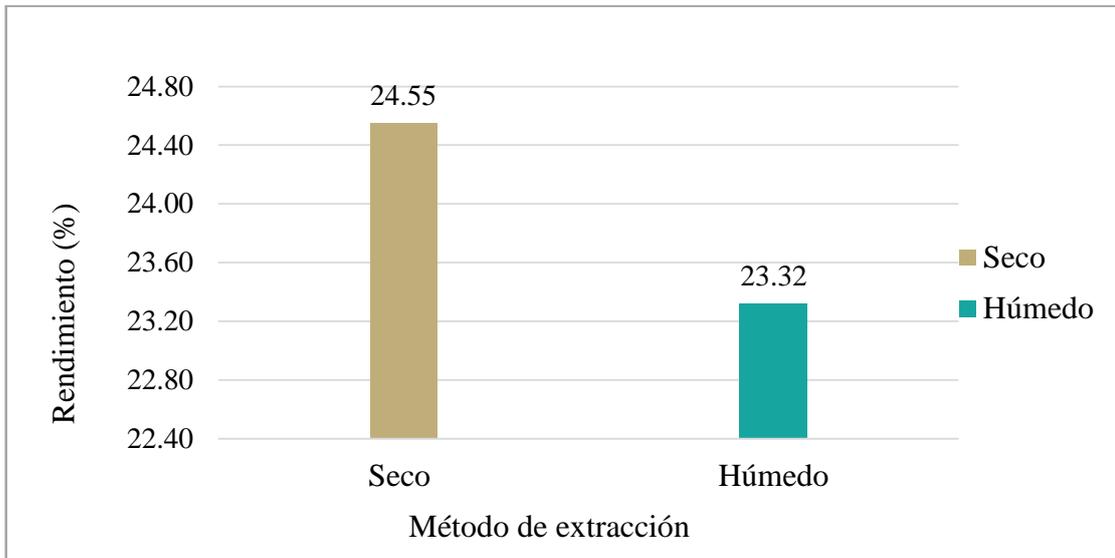


Figura 1. Rendimiento (%) de goma de *C. spinosa* según método de extracción

En la figura 1, se observa que existe mayor rendimiento por el método de extracción seco con 24,55 % respecto al método húmedo con 23,32 %. Para los lugares de procedencia (figura 2), el mayor rendimiento se obtuvo del caserío de Achamaqui con 24,30 % y el menor el distrito de Sonche con 23,33 %. Se encontró diferencias significativas según la prueba tukey al 5 % de significancia ($p < 0,05$) para métodos de extracción; sin embargo no se encontró diferencias significativas según análisis de varianza ($p > 0,05$), en el rendimiento para el lugar de procedencia (tabla 2).

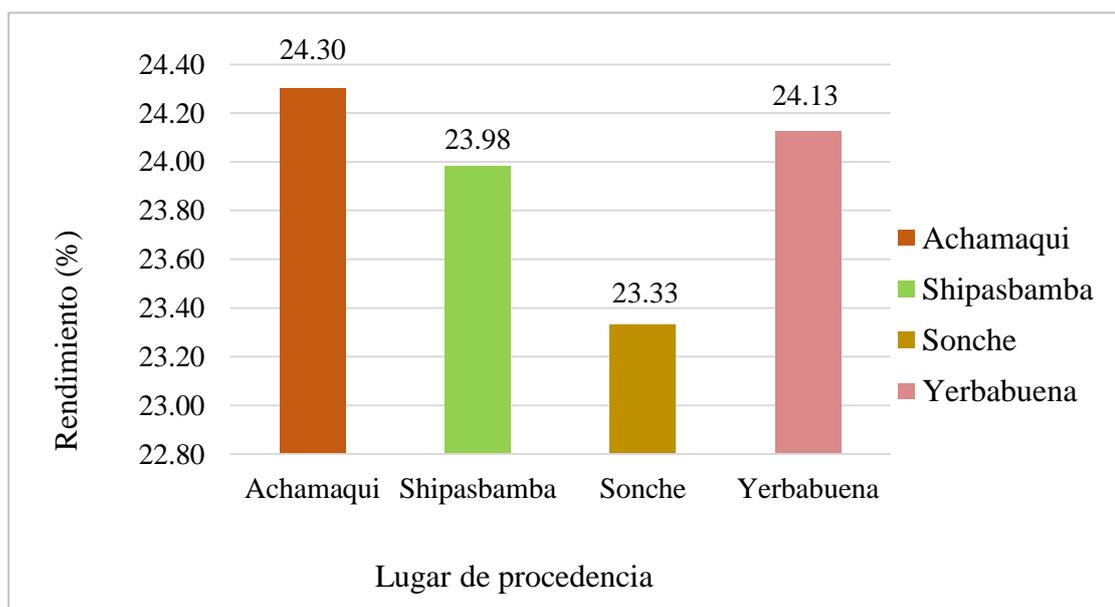


Figura 2. Rendimiento (%) de goma de *C. spinosa* según el lugar de procedencia

Medición de potencial de hidrogeno (pH)

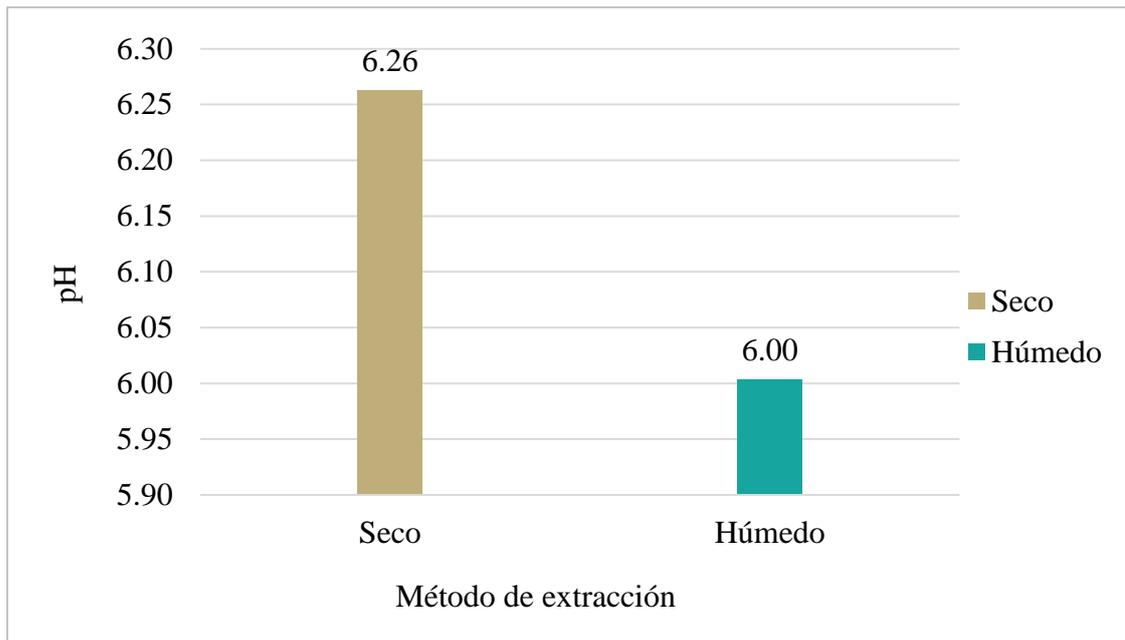


Figura 3. Acidez iónica (pH) de goma de *C. spinosa* según método de extracción

En la figuras 3, se observa que existe diferencias mínima entre el pH del método seco con 6,18 respecto al pH del método húmedo con pH 6,00. Los lugares de procedencia (figura 4), el pH mayor lo presentó, el centro poblado Yerbabuena con 6,18 y el menor el distrito de Sonche con un pH 6,11 por lo que no se encontró diferencias significativas el pH en ninguno de los factores ($p > 0,05$) de acuerdo al análisis de varianza (tabla 3).

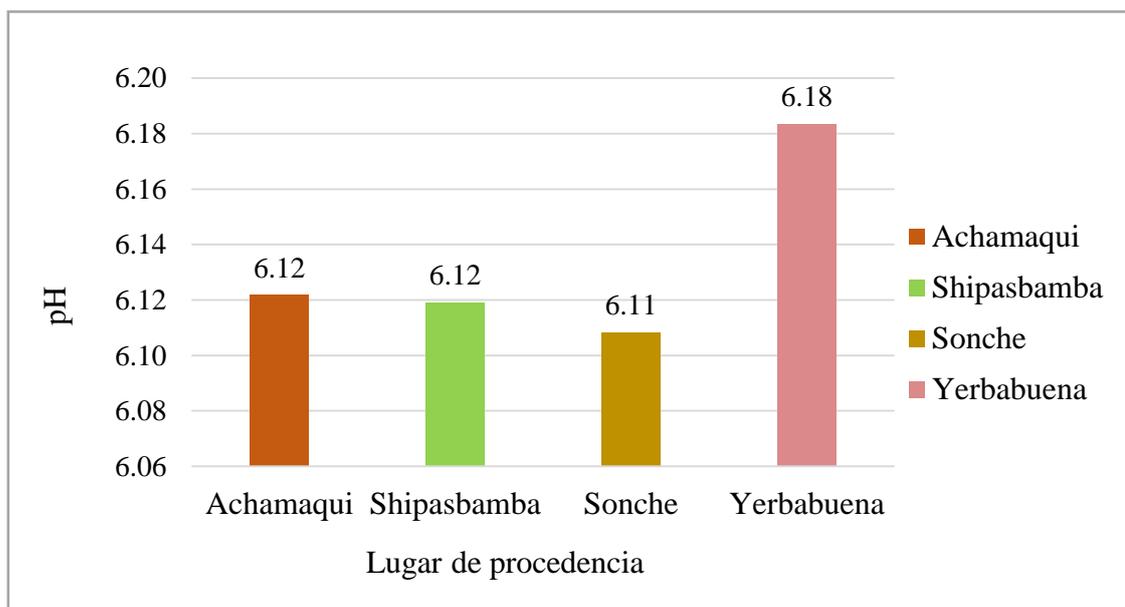


Figura 4. Acidez iónica (pH) de goma de *C. spinosa* según lugar de procedencia

Medición de cenizas (%)

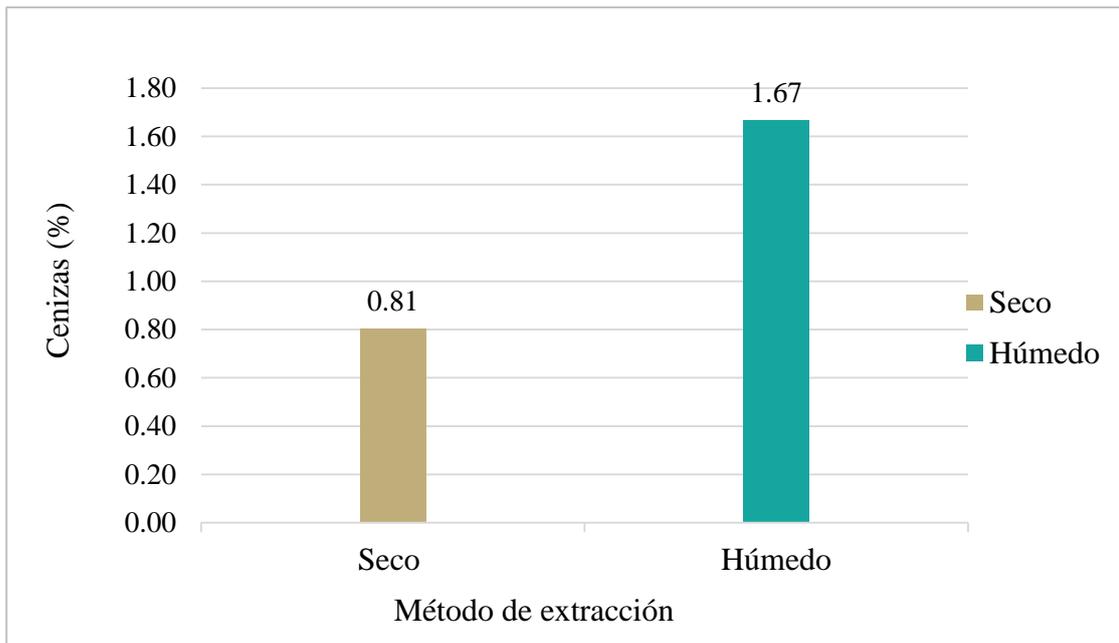


Figura 5. Cantidad de cenizas (%) de goma *C. spinosa* según el método de extracción

En la figura 5, se observa la cantidad de 0,81 % de cenizas para el método seco, mientras que para el método húmedo 1,67 %. Para el lugar de procedencia el mayor contenido de cenizas fue para centro poblado de Yerbabuena con 1,35 % y el menor al distrito de soche con 1,13 % (figura 6). Se encontró diferencias significativas mediante la prueba tukey al 5 % de significancia ($p < 0.05$), mientras que para el lugar de procedencia no se encontró diferencias significativas según análisis de varianza. (Tabla 4).

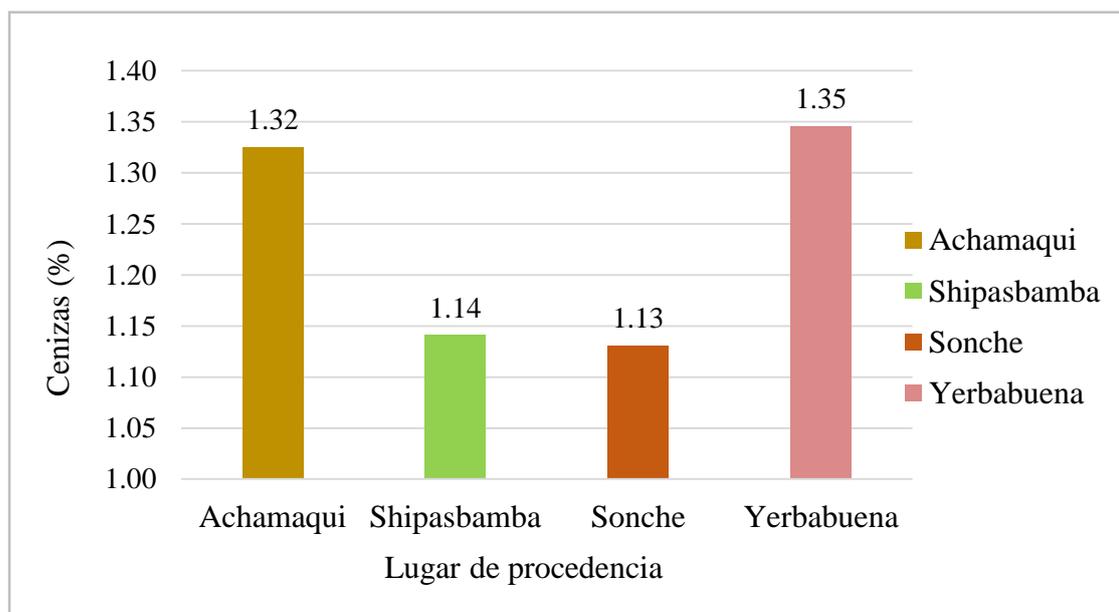


Figura 6. Cantidad de cenizas (%) de goma de *C. spinosa* según lugar de procedencia

Medición de capacidad de retención de agua (CRA)

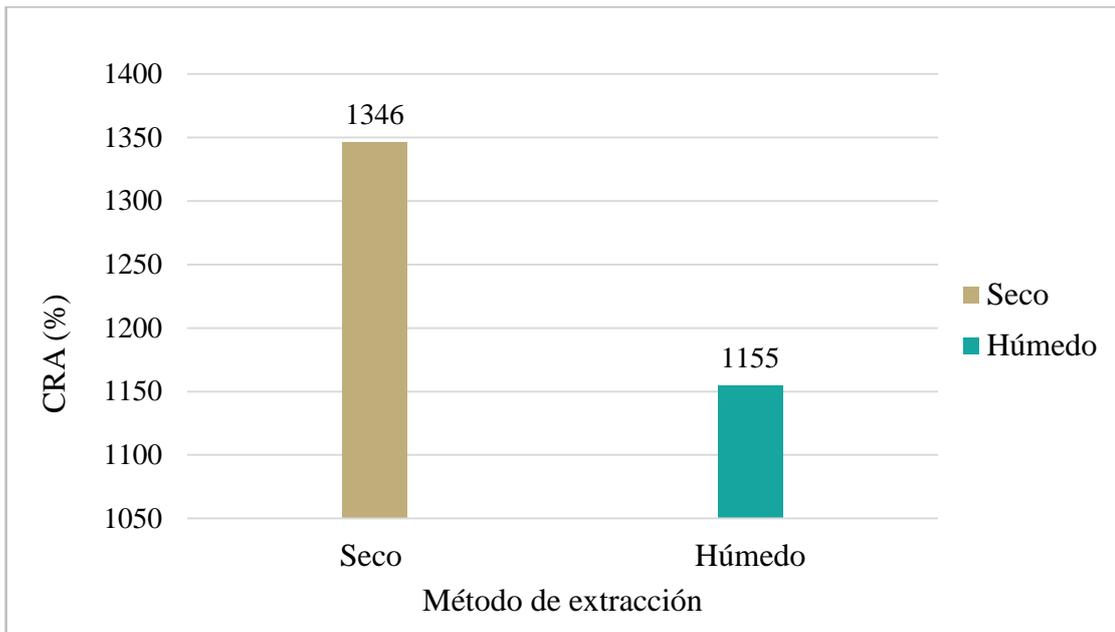


Figura 7. CRA (%) de goma de *C. spinosa* según método de extracción

Los métodos de extracción ni los lugares de procedencia (tabla 5) se ha encontrado diferencias significativas según el análisis de varianza al 5 % de significancia ($p < 0,05$). sin embargo en la figura 7, se observa un 1346 % de CRA mientras que para el método húmedo un 1153 % de CRA. Para los lugares de procedencia el centro poblado de yerbabuena se obtuvo mayor CRA con 1283 % y el distrito de Sonche menor CRA 1227 % (figura 8).

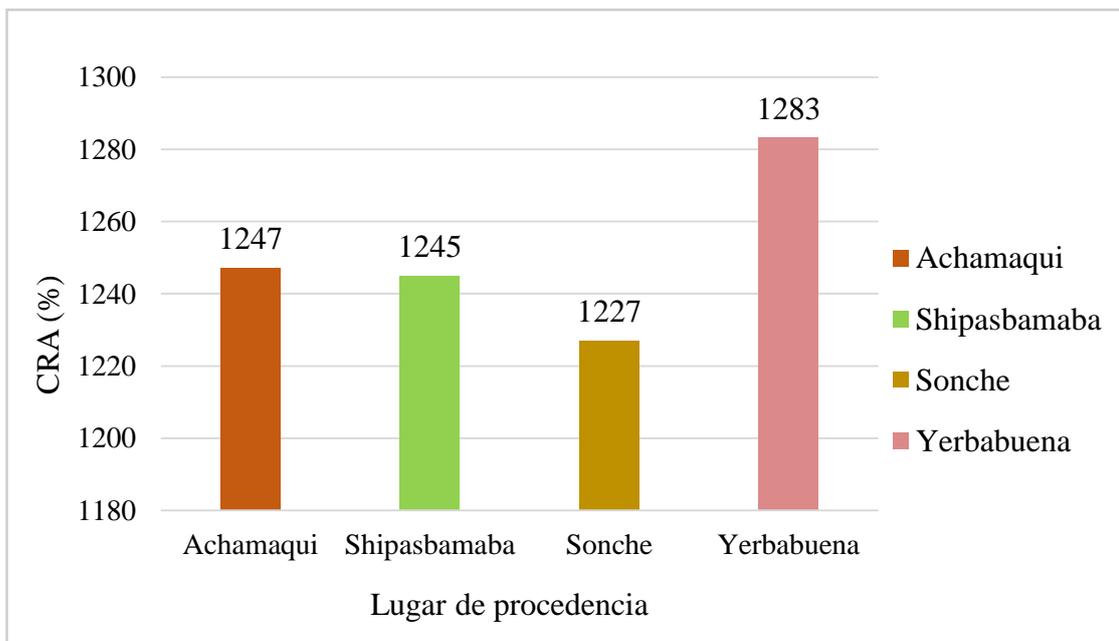


Figura 8. CRA (%) de goma de *C. spinosa* según lugar de procedencia.

Medición de Viscosidad (Cp.)

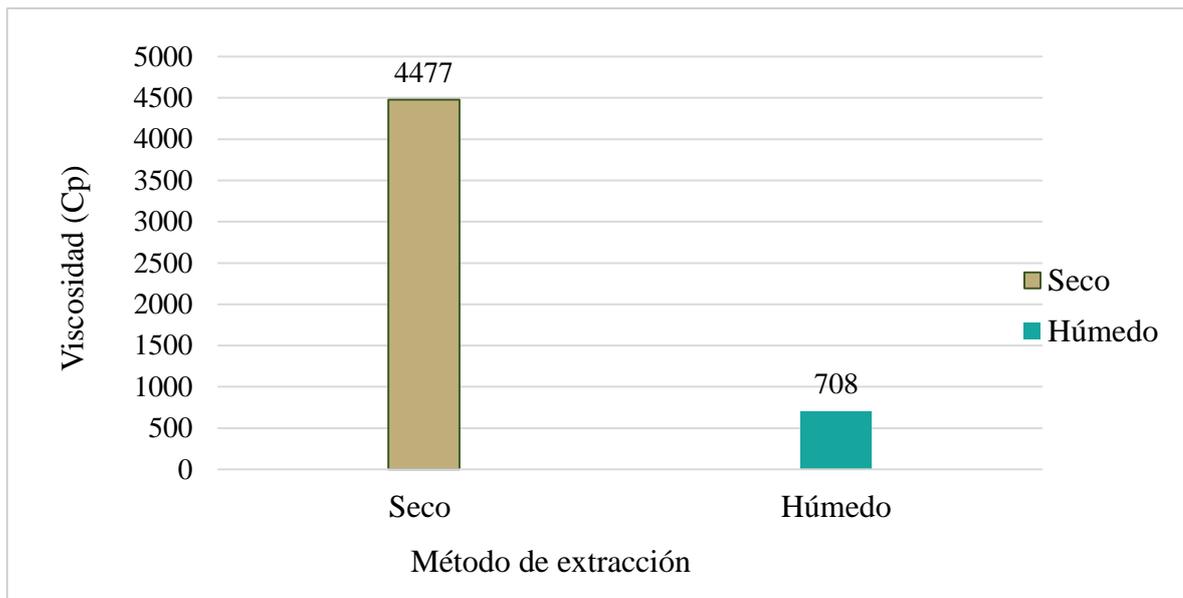


Figura 9. Viscosidad de goma de *C. spinosa* según método de extracción

En la figura 9, se observa la viscosidad para el método de extracción seco 4477 cp. de viscosidad respecto al método de extracción húmedo con 708 cp. En los lugares de procedencia se obtuvo mayor viscosidad del distrito de Sonche con 2758 cp., y al con menor viscosidad al caserío de Achamaqui con 2459 cp. La viscosidad de goma de *C. spinosa* para el método de extracción se ha encontrado diferencias significativa mediante la prueba tukey (al 5 % de significancia ($p < 0,05$), mientras que para los lugares procedencia no se ha encontrado diferencias significativas según análisis de varianza (tabla 6).

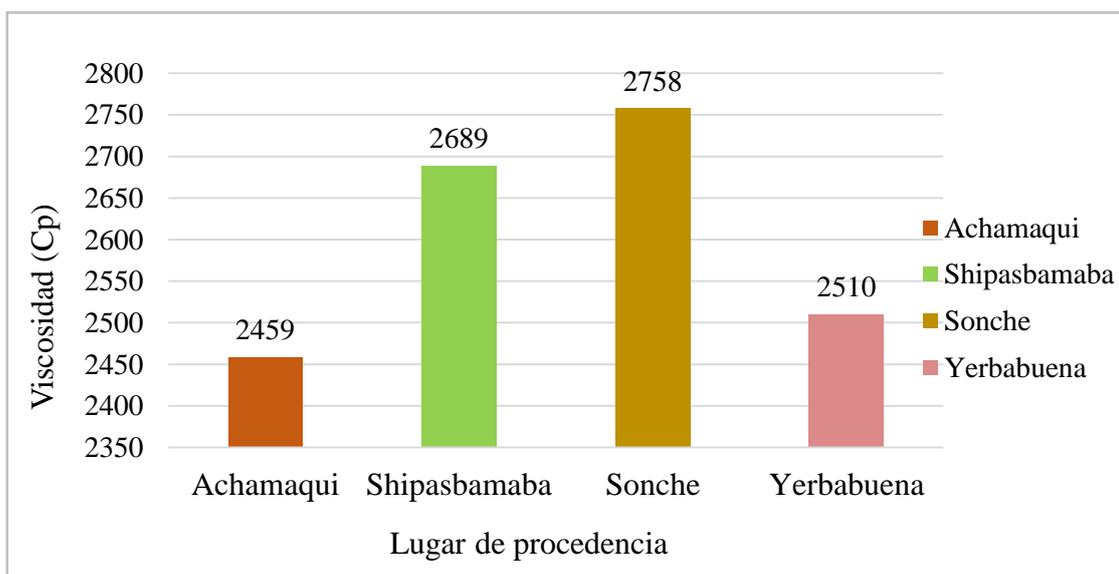


Figura 10. Viscosidad de goma de *C. spinosa* según lugar de procedencia

Medición de metales pesados (ppm)

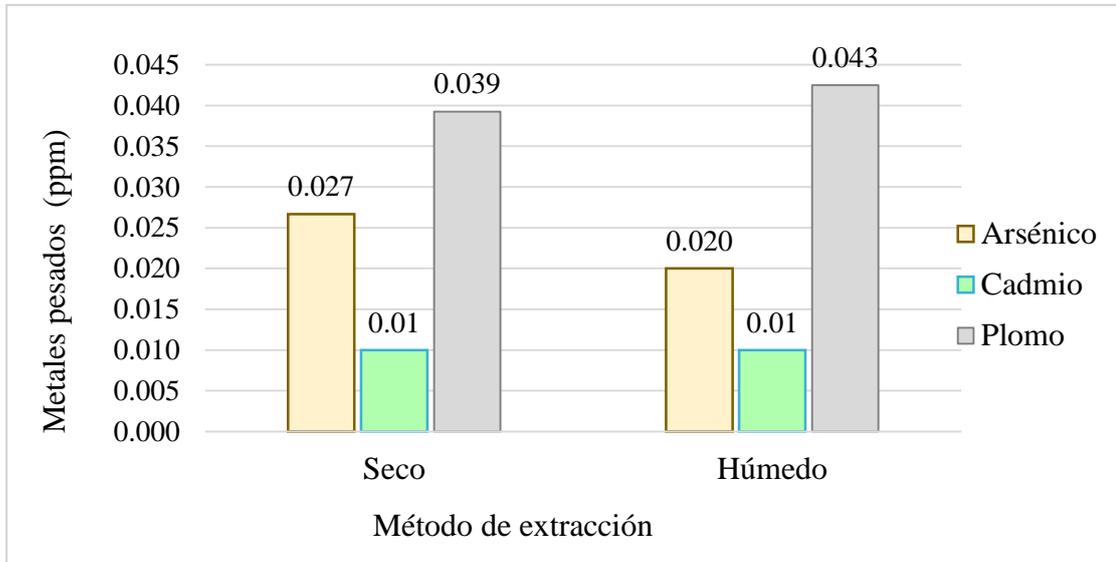


Figura 11. Metales pesados de goma de *C. spinosa* según método de extracción

En la figura 11, nos muestra para el arsénico, cadmio y plomo valores cercanos entre métodos de extracción. Para los lugares de procedencia (tabla 12), tampoco se observa demasiadas diferencias entre sí. No encontrado diferencias significativas según análisis de varianza para el método de extracción ni lugares de procedencia respecto al arsénico y cadmio, mientras que para el plomo tanto para en el método de extracción y lugar de procedencia se encontró diferencias significativas mediante la prueba tukey al 5 % de significancia ($p < 0,05$) (tabla 7).

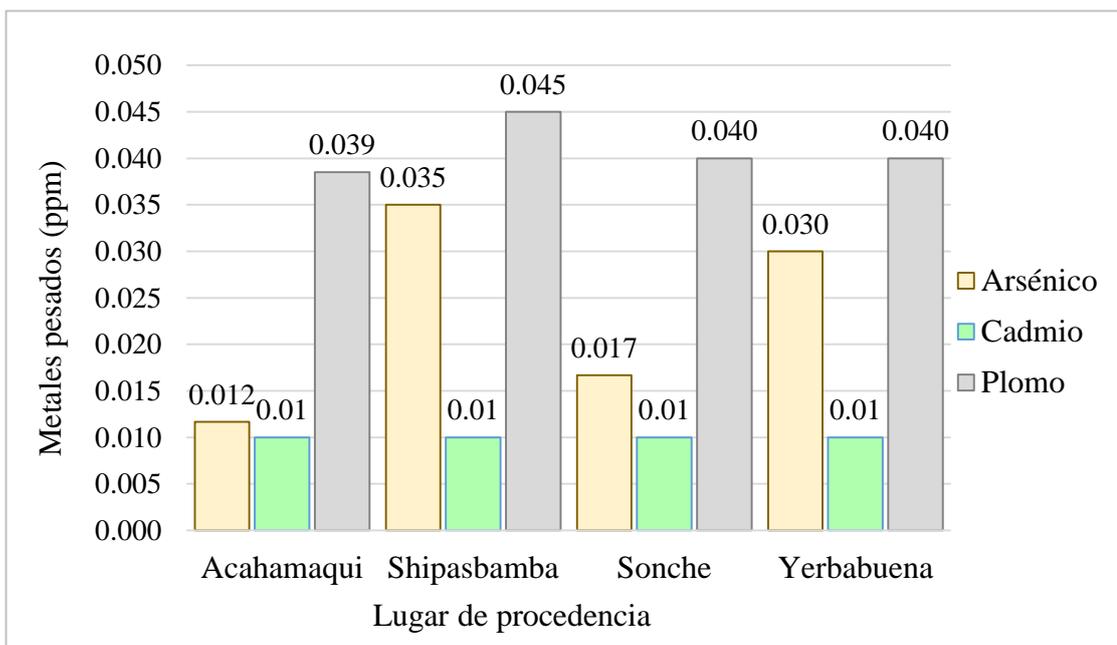


Figura 12. Metales pesados de goma de *C. spinosa* según lugares de procedencia

IV. DISCUSIÓN

Para la obtención de goma de *C. spinosa* se emplea los métodos de extracción seco, húmedo y químico, utilizados por diversos investigadores. Los resultados en esta investigación del rendimiento de goma *C. spinosa* por el método de extracción seco fue de 24,55 %, sometido a 180 °C por 3 minutos en un tostador de laboratorio. En cuanto al lugar de procedencia el mayor rendimiento fue para Achamaqui con un 24,3 %, mientras que Sonche obtuvo menor rendimiento con un 23,33 % (figura 1 y 2), estos valores son cercanos a los obtenidos por Sanabria (2011) quien determino que el método adecuado para la extracción de goma, es por el método térmico-tostado con un rendimiento de 25,82 %, a una temperatura de tostado de 180 °C por 3 minutos con agitación constante, la diferencia puede atribuirse a condiciones de cultivo y cosecha de la tara.; sin embargo, Castro y Lazo (2015) consiguieron mejores resultados de mucílago hidratado de las semillas de tara, un rendimiento de 50,07 % por el método de extracción húmeda sometiendo a ebullición con fuego lento por 15 minutos, luego purificándole con alcohol al 96 ° cuya diferencia podría deberse a que en esta investigación se obtuvo goma de tara en harina tratado a 120 °C por 15 minutos en autoclave (figura 9) con un rendimiento de 23,32 % sin embargo las propiedades fisicoquímicas sostienen la calidad de la goma obtenida. Fuentes, (1998) citado por Escalante, (2015) también menciona que el para obtención de la goma por vía seca es someter las semillas a expansión a alta temperatura y alta presión donde se consigue un desprendimiento de la goma de los demás componentes de la semilla (almendra y cáscara) al producirse la descompresión; mientras que Hidrobo (2011) obtuvo mejor resultado con el método de extracción química en la obtención de goma *C. spinosa*, por acción del ácido sulfúrico, a 75 °C por 15 min en solución y 65 % de concentración ácida. Bajo estas condiciones, se alcanzó un rendimiento del 23,1 %. Este último método no ha sido aplicado en esta investigación, por los residuos que podría quedar en la goma de *C. spinosa* por tratarse de un aditivo alimentario.

El pH de una solución al 1 % de goma de tara fluctúa entre 5,0 y 7,0. Las soluciones de esta goma tienen una acción buffer y son muy estables a pH entre 4,0 a 10,5. La hidratación más rápida ocurre entre pH 7,5 y 9,0 (Basurto, 2003 citado por Ramírez, 2006, pág. 6). Los resultados obtenidos para el método de extracción y el lugar de procedencia se encuentran en un pH de 6,0 hasta 6,2 respectivamente, (figura 3 y 4).

La cantidad de cenizas debe ser menor a 1,5 % que son materiales insolubles en ácido de acuerdo a las especificaciones de la unión europea E-417 (ANICOLSA, 2009; Molinos Asociados, 2012 citado por Silva, 2016, pág. 4). Los resultados de cenizas conseguidos por el método de extracción seco de 0,81 % y para el método de extracción 1,67 %, este nivel podría deberse a la permanencia en el agua y restos de cascara, ya que en el procedimiento de obtención del endosperma por este método requiere bastante destreza. Los lugares de procedencia en cambio registran como máximo 1,35 % (figura 5 y 6), por el método de extracción seco muestra casi igual contenido a las muestras analizadas por Layango, Valverde & Mayaute, (2014) que obtuvieron un porcentaje de cenizas de 0,857 %.

La goma de semilla de tara tiene una alta capacidad de hidratación respecto a la alfa celulosa (Vilcanqui, 2013), mostrando en esta investigación una alta capacidad de retención de agua (figura 7 y 8) con niveles de 13.4 veces de absorción de agua representando 1346 % de CRA por el método seco, 11.6 veces de absorción de agua representando 1155 % de CRA por el método húmedo. Los lugares de procedencia con 12.8 veces de absorción de agua representando un 1282 % de CRA de las muestras obtenidas de Yerbabuena y con el menor índice de absorción de agua con 12.3 veces su peso inicial representando la CRA con 1227 % para las muestras de Sonche. Esta alta capacidad de absorber agua según Boatella, (2004) citado por Gonzales, (2019, pág. 28) estas gomas de origen vegetal se da hasta 100 veces su peso inicial de muestra y tienen como principal función retener agua en alimentos, como consecuencia de sus características para formar enlaces con el agua a través del puente hidrógeno (Villanueva, 2007 citado por Goycochea, 2010, pag. 25).

Las dispersiones de goma de *C. spinosa* depende de la temperatura, tiempo, concentración, pH, velocidad de agitación y tamaño de la partícula del polvo. Esta goma tiene una gran capacidad de absorción de agua formando suspensiones viscosas con solubilidad de 60 % en agua a 25 °C, alcanzando su total dispersión a 98 °C; en agua fría la viscosidad máxima se logra en 1 a 4 horas. Cuando se calienta se transforma en una dispersión viscosa que mantiene sus propiedades luego de enfriar. Es insoluble en solventes orgánicos (Quim y Tanec, 2003 citado por citado por Ramírez, 2006, pág. 6). La solución acuosa al 1 % de goma de *C. spinosa* puede variar en un rango amplio, algunos investigadores

mencionan viscosidades desde 2000-3600 cp., cuya propiedad es muy estable al rango del pH de 3 a 7,5 (Picout *et al.*, 2002, citado por Vilcanqui, 2018, pág. 25). También hay especificaciones de goma *C. spinosa* en polvo se encuentra entre 5000 a 6800 cp evaluadas a 20 °C (Cabello, 2009 y villanueva, 2007 citado por Pavón, 2015, pág. 8). En tanto a lo mencionado, la viscosidad analizada con el equipo viscosímetro rotacional (aton paar), se determinó mayor rendimiento para el método de extracción seco con 4670 Cp, estando dentro del parámetro de calidad en viscosidad mencionados por los investigadores en relación al método de extracción húmedo con 708 cp, (figura 9). Al distrito de Sonche con viscosidad de 2758 Cp., en promedio, teniendo mínimas diferencias respecto a los demás lugares de procedencia (Achamaqui, Shipasbamba y yerba buena) (figura 10), otros mencionan que la goma de *C spinosa* tiene viscosidades desde 3500 hasta 5000 Cp. encontrándose entre las gomas guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) y goma de algarrobo (*Ceratonia siliqua*) (BeMiller, 2018), por lo tanto se podría afirmar que la goma de tara en la en la región Amazonas presenta condiciones adecuada para su uso.

Algunos de los requisitos de los contaminante para la goma de *C. spinosa* son los siguientes: Arsénico: menor a 3 mg/kg, plomo menor a 5 mg/kg, cadmio menor a 1 mg/kg, metales pesados (como pb) menores a 20 mg/kg, si los residuos contaminantes están por debajo de los niveles mencionados anteriormente, entonces prácticamente todos los mercados en todo el mundo son accesibles (Globally Cool, 2017). Los metales pesados analizados por los método de extracción y lugar de procedencia (figura 11 y 12), el arsénico, cadmio y plomo muestran resultados de (0,027; 0,01 y 0,045 ppm respectivamente) por debajo de lo que se mencionas la norma europea (RGTO (UE) 257/2010, 2010).

V. CONCLUSIONES.

Las características fisicoquímicas (rendimiento, pH, cenizas, CRA, viscosidad y metales pesados) de goma de tara obtenida por métodos de extracción seco y húmedo en la región amazónicas:

El rendimiento para el método de extracción seco se obtuvo un 24,55 % y por el método de extracción húmedo un 23,32 %. Según el lugar de procedencia no se encontró diferencias significativas los porcentajes obtenidos.

El pH de la goma de *C. spinosa*, el lugar de procedencia, ni el método de extracción mostró diferencias significativas encarándose en un rango de pH 6,0 a 6,2.

El método de extracción seco mostró un porcentaje de 0,81 % de cenizas, menor que el método de extracción húmedo con 1,67 %. El lugar de procedencia no existe diferencias significativas de las muestras analizadas.

El método de extracción ni el lugar de procedencia tiene diferencias significativas o influencia en la CRA. Y se obtuvo un 13.4 de absorción de agua representando un 1330% de CRA y mínimo 11.6 de absorción de agua con 1155% el CRA de las muestras analizadas

La viscosidad de goma de *C. spinosa* por el método de extracción seco se obtuvo en promedio de 4477 cp. y por el método de extracción el húmedo con 708 cp. El lugar de procedencia no se encontró diferencias significativas.

La concentración de metales pesados analizados por los métodos de extracción y lugares de procedencia, no mostraron diferencias significativas, como tampoco se encontró alguna cantidad mayor a lo permitido al Codex Alimentarius.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANICOLSA Perú S.A.C. (2009). *Goma de tara*. Obtenido de <http://alnicolsa.tripod.com/goma.htm>.
- Barreda Molina, A. (2016). *Elaboración y evaluación de películas comestibles a base de almidón de maíz (Zea mays. L) añadiendo goma de tara y xantán*. Tesis de grado, Arequipa-Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3216>
- BeMiller, J. N. (2018). *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists* (Tercera edición ed.). West Lafayette, Indiana, USA. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812069-9.00009-1>
- Castro Aliaga, E. A., & Lazo Portugal, R. A. (2105). *Elaboración de películas a base de Aloe barbadensis miller (sábila) y de Caesalpinia spinosa kuntze (tara) con espesantes y plastificantes como protector de fragaria x ananassa duchesne(fresa)*. Tesis de grado, Arequipa-Peru. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_0a7c314946b9b305dd621749af6aa36b/Details
- CXS-192. (2019). *FAO*. Obtenido de OMS: http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf
- Escalante Varona, A. (2015). *Aplicación de un recubrimiento comestible de goma de tara (Caesalpinia spinosa molina kuntze) sobre fresas (Fragaria ananassa cv. aromas) para prolongar su conservación*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado, Lima-Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1854>
- Globally Cool, I. B. (20 de abril de 2017). *issuu*. Obtenido de Centro de Comercio para el Desarrollo - Enabel:https://issuu.com/tradefordevelopmentcentre/docs/tara_gum_espagnol/6
- Gonzales Aragon, G. (2019). *Evaluación y optimización de las variables en el proceso de extracción de goma de tara (Caesalpinia spinosa) y su aplicación en la panificación*. Tesis de postgrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa-Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10799>
- Goycochea Ricci , R. (2010). *Evaluación de taninos y goma del fruto de la Tara Caesalpinia spinosa (Malina) Kuntze provenientes de las lomas de Atiquipa*.

Tesis de grado , Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias Forestales , Lima-Perú.

- Guerrero Sosa, R. E. (2011). *Determinación de la viabilidad y su correlación con el contenido de goma y tanino en la especie Caesalpinia spinosa*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina., Departamento Académico de Manejo Forestal, Lima-Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1669>
- Hidrobo Unda, G. C. (2011). *Desarrollo de un método de extracción, a escala de laboratorio, de gomas provenientes de las semillas de guarango (Caesalpinia spinosa), para aplicación en la industria alimenticia*. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Quito-Ecuador: QUITO / EPN . Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/407>
- Jaimes Morales, J. D., Alonso Restrepo, D., & Acevedo Correa, D. (24 de Abril de 2014). Preparación y determinación de las propiedades funcionales del concentrado proteico de trupill (*Prosopis juliflora*). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Vol 12*(No. 1 (144-152)), 148. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a17.pdf>
- Kirk , R., Sawyer , R., & Egan, H. (2003). *Composición y análisis de alimentos de Pearson* (segunda ed.). México: CECSA. doi:ISBN 13: 9789682612640
- Kontogiorgos, V. (2018). Galactomannans (Guar, Locust Bean, Fenugreek, Tara). *Encyclopedia of Food Chemistry*. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21589-8>
- Layango Gallardo, H., Valverde Gonzalo, K., & Mayaute Dominguez, Y. (2014). *Evaluación de goma de tara(Caesalpinia spinosa) como retenedor de humedad en una premezcla para pan de molde*. Tesis de pregrado, Universidad nacional del Callao, Facultad de Ingeniería pesquera y Alimentos, Lima-Callao.
- Martínez Ramos, J. L. (2004). *Extracción de goma de la semilla de tara (Caesalpinia Tinctoria)*. Tesis de grado, Universida Nacional de Ingeniería, Lima-Perú. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/8862>
- Melo Ferrari, M., Glorio Paulet, P., & Tarazona Reyes, G. (2013). Efecto de la madurez en los componentes de valor comercial (taninos y goma) de tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. *Revista de la Sociedad Química del Perú, vol.79* (no.3). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810634X2013000300004

- MINCETUR. (Enero de 2007). *Plan operativo de la tara de la Región Amazonas*.
Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/27682.PDF>
- NTP 209.069. (2018). *Almidones y féculas. determinación del pH*. Lima-Perú: INACAL_2018.
- NTP 311.609-1. (2018). *Determinación de la viscosidad aparente de los fertilizantes en suspensión : Método del viscosímetro rotativo*. Lima-Perú: INACAL-2018.
- Pavón Vargas, D. J. (2015). *Uso potencial de la goma de tara (Caesalpinia spinosa), para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos*. Tesis de grado, Quito-Ecuador.
- Quimicas.net. (2018). *Porcentaje Peso a Peso (%P/P) en disoluciones*. Obtenido de <https://www.quimicas.net/2015/05/porcentaje-peso-peso-pp-endisoluciones.html>
- Ramírez Aravena, M. (2006). *Elaboración de un postre lácteo con incorporación de gomas de algarrobo (Prosopis chilensis (Mol) Stuntz) y tara (Caesalpinia spinosa)*. Tesis de Grado, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago-Chile.
- RGTO (UE) 257/2010. (25 de marzo de 2010). (D. o. Europea, Editor) Obtenido de <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:080:0019:0027:ES:PDF>
- Sanabria Pérez, N. R. (2011). *Extracción de goma a partir de semillas de tara (Caesalpinia spinosa) y evaluación de sus propiedades reológicas*. Tesis de grado, Universidad nacional del centro del Perú, Facultad de ingeniería en industrias alimentarias, Huancayo-Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1216>
- Siccha, A., & Lock de Ugaz, O. (1992). Hidrocoloides. *Revista de Química*, iv(02).
- Silva Berrospi, L. J. (2016). *Estudio de prefactibilidad para una empresa dedicada a la exportación de polvo de tara, goma de tara y la producción de una gama de productos naturales medicinales derivados de la tara*. Tesis de grado, Pontificia universidad católica del Perú, Facultad de ciencia e ingeniería, Lima-Perú.
- Silvateam Peru Sac. (2019). *Silvateam*. Obtenido de <https://www.silvateam.com/es/productos-y-servicios/aditivos-alimentarios/goma-de-tara.html>
- Skoog, D., Holler, F., & Crouch, S. (2008). *Principios de análisis instrumental* (Sexta ed.). (S. C. González, Ed., & M. B. Anzures, Trad.) Cruz Manca, Santa Fe, México, D.F: Cengage Learning. doi:ISBN-13: 978-607-481-390-6

- TP-Laboratorioquimico. (2019). *Portal de Contenidos Educativos de Química General y Laboratorio Químico*. Obtenido de Procedimientos Básicos de Laboratorio: <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/procedimientos-basicos-de-laboratorio/centrifugacion.html>
- Valencia G., F. E., & Román M., M. O. (31 de 10 de 2006). Caracterización fisicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria. *VITAE, Revista de la Facultad de Química farmacéutica*, 54-60.
- Vilcanqui Pérez, F. (2018). “*Propiedades funcionales y fisiológicas de dietas con fibra soluble (Goma de Tara) e insoluble (Hojas de Agave) en ratas holtzman*”. Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria la Molina, Escuela de posgrado, Lima-Perú.
- Williams, P. A. (2016). Gums: Properties and Uses. *Encyclopedia of Food and Health*. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00364-0>
- Wu, Y., Ding, W., & He, Q. (2017). The gelation properties of tara gum blended with κ -carrageenan or xanthan. *Food Hydrocolloids*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.11.018>
- Wu, Y., Ding, W., Jia, L., & He, Q. (2014). The rheological properties of tara gum (*Caesalpinia spinosa*). *Food Chemistry*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.083>

ANEXOS

7.1. Tablas de resultados de análisis estadísticos

Tabla 2. Análisis de rendimiento de la goma de *C. spinosa*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDI	24	0,68	0,54	3,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,71	7	2,67	4,78	0,0046
Método de extracción	9,12	1	9,12	16,32	0,0009
Lugar de procedencia	3,23	3	1,08	1,93	0,1662
Método de extracción*lugar.	6,36	3	2,12	3,80	0,0313
Error	8,94	16	0,56		
Total	27,65	23			

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS=0,64684

Error: 0,5586 gl: 16

Método de extracción	Medias	n	E.E.	
1	24,55	12	0,22	A
2	23,32	12	0,22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 3. Análisis de pH de goma de *C. spinosa*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PH	24	0,09	0,00	8,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,46	7	0,07	0,23	0,9704
Método de extracción	0,40	1	0,40	1,43	0,2490
Lugar de procedencia	0,02	3	0,01	0,02	0,9946
Método de extracción*lugar.	0,04	3	0,01	0,05	0,9868
Error	4,52	16	0,28		
Total	4,98	23			

Tabla 4. Análisis de cenizas de goma de *C. spinosa*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZAS	24	0,71	0,59	28,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,78	7	0,68	5,67	0,0020
Método de extracción	4,45	1	4,45	36,92	<0,0001
Lugar de procedencia	0,24	3	0,08	0,67	0,5854
Método de extracción*lugar	0,09	3	0,03	0,25	0,8611
Error	1,93	16	0,12		
Total	6,71	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30047

Error: 0.1205 gl: 16

Método de extracción	Medias	n	E:E
2	1,67	12	0,10 A
1	0,81	12	0,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 5. Análisis de CRA (capacidad de retención de agua) de goma de *C. spinosa*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CRA	24	0,05	0,00	42,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	231855,52	7	33122,22	0,11	0,9963
Método de extracción	219298,75	1	219298,75	0,76	0,3963
Lugar de procedencia	9962,65	3	3320,88	0,01	0,9982
Método de extracción*lugar.	2594,12	3	864,71	3,0E-03	0,9998
Error	4617706,94	16	288606,68		
Total	4849562,46	23			

Tabla 6. Análisis de viscosidad de goma de *C. spinosa*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VIS	24	0,96	0,94	17,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	84917851,36	7	12131121,62	56,45	<0,0001
Método de extracción	84156991,30	1	84156991,30	391,63	<0,0001
Lugar de procedencia	364658,00	3	121552,67	0,57	0,6455
Método de extracción*lugar.	396202,06	3	132067,35	0,61	0,6154
Error	3438264,14	16	214891,51		
Total	88356115,50	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=401,19033

Error: 214891,5090 gl: 16

Método de extracción	Medias	n	E.E.	
1	4476,58	12	133,82	A
2	731,43	12	133,82	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 7. Análisis de metales pesados de goma de *C. spinosa***Tabla 7.1. Arsénico**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ARSENICO	24	0,24	0,00	134,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,9E-03	7	7,0E-04	0,71	0,6619
Método de extracción	2,7E-04	1	2,7E-04	0,27	0,6104
Lugar de procedencia	2,2E-03	3	7,2E-04	0,73	0,5483
Método de extracción*lugar.	2,5E-03	3	8,3E-04	0,84	0,4897
Error	0,02	16	9,9E-04		
Total	0,02	23			

Tabla 7.2. Cadmio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cadmio	24	sd	sd	0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	7	0,00	sd	sd
Método de extracción	0,00	1	0,00	sd	sd
Lugar de procedencia	0,00	3	0,00	sd	sd
Método de extracción*lugar.	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	16	0,00		
Total	0,00	23			

Tabla 7.3. Plomo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PLOMO	24	0,83	0,75	5,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,2E-04	7	4,5E-05	10,86	<0,0001
Método de extracción	6,7E-05	1	6,7E-05	16,00	0,0010
Lugar de procedencia	1,5E-04	3	5,0E-05	12,00	0,0002
Método de extracción*lugar.	1,0E-04	3	3,3E-05	8,00	0,0018
Error	6,7E-05	16	4,2E-06		
Total	3,8E-04	23			

Test: tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 00177

Error: 0, 0000 gl: 16

Método de extracción	Medias	n	E.E.	
2	0,04	12	5,9E-04	A
1	0,04	12	5,9E-04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

6.6. Panel fotográfico



Cosecha de la vaina de *C. spinosa*



Trillado de la vaina de *C. spinosa*



Tamizado de granos de *C. spinosa*



Selección de granos de *C. spinosa*

Figura 13. Obtención granos de *C. spinosa*



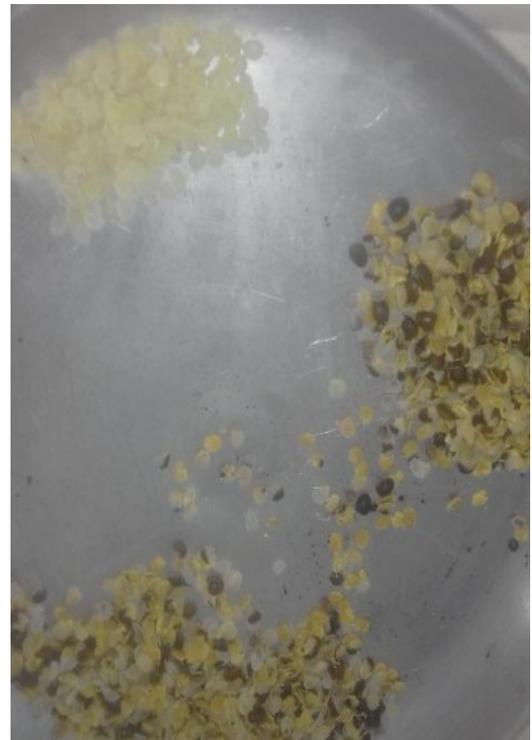
Tostado de los granos de *C. spinosa*



Molienda de los granos tostados de *C. spinosa*



Goma con los demás componentes



Selección de a goma de *C. spinosa*

Figura 14. Extracción de goma de *C. spinosa* por el método seco



Autoclavado de granos de *C. spinosa*



Remojado de granos de *C. spinosa*



Selección se la goma de *C. spinosa*



Secado de goma de *C. spinosa*

Figura 15. Extracción goma de *C. spinosa* por el método de húmedo



Figura 16. Pulverizado de muestra obtenida de 2 métodos y 4 lugares de procedencia



Selección se la goma de *C. spinosa*



Tamizado de la goma de *C. spinosa*

Figura 17. Goma de *C. spinosa* en harina obtenida por los dos métodos de extracción



Análisis de pH de goma de tara



Análisis de Viscosidad de goma de tara



Análisis de CRA de goma de tara



Análisis de Metales pesados de goma de tara

Figura 18. Análisis de la goma de *C. spinosa*