



## **Título**

# **OBTENCIÓN DE GOMA DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*), PARA SU APLICACIÓN COMO ESPESANTE EN LA ELABORACIÓN DE HELADOS**

Trabajo de Titulación para optar al título de  
Ingeniero en Agroindustrias

### **Autor:**

Erika Stefania Hidalgo Pogo

### **Tutor:**

Dr. Ana Mejía López

Riobamba, Ecuador. 2023

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Erika Stefania Hidalgo Pogo, con cédula de ciudadanía 0605023886, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: OBTENCÓN DE GOMA DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*), PARA SU APLICACIÓN COMO ESPESANTE EN LA ELABORACION DE HELADOS certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 27 de abril 2023.



---

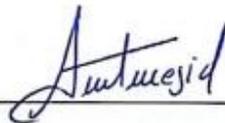
Erika Stefania Hidalgo Pogo

C.I: 060502388-6

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Dr. Ana Hortencia Mejía López catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación OBTENCIÓN DE GOMA DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*), PARA SU APLICACIÓN COMO ESPESANTE EN LA ELABORACION DE HELADOS bajo la autoría de Erika Stefania Hidalgo Pogo; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 10 días del mes de enero del 2023



---

Dr. Ana Hortencia Mejía López

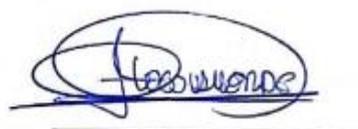
C.I:060194881-3

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación OBTENCIÓN DE GOMA DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*), PARA SU APLICACIÓN COMO ESPESANTE EN LA ELABORACION DE HELADOS, presentado por Erika Stefania Hidalgo Pogo, con cédula de identidad número 060502388-6, bajo la tutoría de Dr. Ana Hortencia Mejía López; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 27 de abril del 2023

Mgs. Víctor Hugo Valverde Orozco  
Presidente del Tribunal de Grado



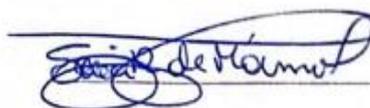
Firma

Mgs. Sebastian Roberto Guerrero  
Miembro del Tribunal de Grado



Firma

PhD. Sonia Lourdes Rodas Espinoza  
Miembro del Tribunal de Grado



Firma

# CERTIFICADO ANTIPLAGIO

## Original



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



## CERTIFICACIÓN

Que, **ERIKA STEFANIA HIDALGO POGO** con CC: **0605023886**, estudiante de la *Carrera de Agroindustria*, Facultad de **INGENIERÍA** ; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**OBTENCIÓN DE GOMA DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*), PARA SU APLICACIÓN COMO ESPESANTE EN LA ELABORACION DE HELADOS**", cumple con el **7 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el *proceso*.

Riobamba, 14 de abril de 2023

  
Mgs. Ana Mejía López  
TUTORA

## **DEDICATORIA**

A mi familia y amigos, en especial a mis padres, a mi mami Fanny Magdalena Pogo Cuenca por alentarme día con día, por darme su amor incondicional, por comprenderme y apoyarme siempre, por orar por mí y guiar mi camino. A mi papi Leónidas Ricardo Hidalgo Pita por animarme a tomar la decisión de emprender un viaje hacia otra provincia para así poder obtener mi título.

A mis hermanos Lenin, Juan, David y Fanny, por ser un apoyo incondicional y preocuparse por mí siempre.

A mi bebé que está en cielo, este logro es por ambos, espero que te sientas feliz y orgulloso.

A mis amigos que se han convertido a la larga en mi segunda familia, este proceso ha sido complicado, pero no imposible, les dedico los frutos de los resultados de esta investigación previo a titularme.

*Erika Stefania Hidalgo Pogo*

## **AGRADECIMIENTO**

En Primer lugar, quiero agradecer a Dios por guiar mi camino, por darme la fortaleza de sobrellevar todos mis problemas y mostrarme que tienen solución. Les agradezco a mis padres por confiar en mí, por todo el apoyo emocional, que han invertido en mi travesía universitaria, sin ustedes no lo hubiera logrado. A mis hermanos por tener esperanzas en mí, en especial a mi Hermana, te agradezco por el apoyo incondicional que siempre estas dispuesta a brindarme, sin ti ñaña no hubiera podido conseguir la meta anhelada.

A mis amigas y a amigo. Sara Medina, por incentivar me a seguir una carrera Universitaria, por ser incondicional, juntas hemos crecido y expandido nuestras alas para formarnos como profesionales, Mishell Arias, por creer siempre en mí, y, por formar parte de mi formación académica, Gabriela Valverde, por ayudarme a reforzar mi conocimiento y ser paciente, Cristina Vásquez, por ser empática y demostrarme que todo es posible, Jairo Parra, por incentívame a culminar mis metas.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo, a la Facultad de Ingeniería, a la carrera de Ingeniería en Agroindustrias, por la formación académica brindada la misma que ha sido de utilidad en mi trabajo de titulación. Le agradezco a la Dra. Anita Mejía López, por su paciencia, por su asesoramiento, conocimientos y dirección en el trabajo de investigación, tuve la fortuna de tenerla como docente y tutora. A la técnica de laboratorio Mgs. María Fernanda Rojas por animarme e incentivar me en el proceso de elaboración y obtención de mi trabajo de investigación.

Gracias infinitas a todas las personas que fueron partícipes de mi formación académica.

*Erika Stefania Hidalgo Pogo*

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORIA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO URKUND.....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT (Certificado original de Competencias Lingüísticas) .....	
CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	13
1.1. Antecedentes.....	13
1.2. Planteamiento del problema .....	14
1.3. Justificación .....	14
1.4. Objetivos.....	15
CAPÍTULO II. ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO .....	16
2.1.Estado del Arte.....	16
2.2. Marco teórico.....	17
CAPÍTULO III. METODOLOGIA. ....	22
3.1. Tipo de investigación. ....	22
3.2. Unidad experimental de estudio.....	22
3.3. Diseño de investigación.....	22
3.4. Técnicas de recolección de Datos .....	23
3.5. Métodos de extracción.....	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	35
5.1. Conclusiones.....	35
5.2. Recomendaciones.....	35
BIBLIOGRAFÍA .....	36
6. Bibliografía.....	36
ANEXOS.....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía del Guarango .....	17
Tabla 2 Composición fisicoquímica de la goma de Guarango.....	18
Tabla 3 Formulación del helado .....	26
Tabla 4 Rendimiento de la extracción de la goma de Guarango .....	28
Tabla 5 Análisis exploratorio de datos.....	29
Tabla 6 Análisis estadístico de Levene .....	30
Tabla 7 Análisis ANOVA .....	31
Tabla 8 Solubilidad .....	31
Tabla 9 Tiempo de solubilidad .....	31
Tabla 10 Capacidad de hinchamiento y retención del agua.....	32
Tabla 11 Viscosidad de las gomas.....	32
Tabla 12 Viscosidad del helado.....	32
Tabla 13 Caracterización del helado en función de la adición de las gomas .....	33
Tabla 14 Test de Tukey.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama de proceso helados .....	25
<b>Figura 2</b> Gráfico de medias de extracción de goma.....	29

## RESUMEN

El Guarango es una planta silvestre con gran potencial, de sus semillas se obtienen gomas, aceites y proteínas, la goma tiene muchas aplicaciones en la industria alimentaria, se usa como aditivo espesante, estabilizante, gelificante, etc., siendo una excelente alternativa para mejorar las propiedades de textura, logrando una apariencia agradable a los consumidores. En este sentido, el objetivo principal del presente proyecto de titulación fue obtener goma de guarango (*Caesalpinia spinosa*), para su aplicación como espesante en la elaboración de helados. Para la obtención de la goma se ensayaron a escala de laboratorio diferentes pruebas: extracción con NaOH al 0,75%, con cal 10%, con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 98 % y 10%, extracción por remojo en agua y extracción por tostado. Los rendimientos obtenidos fueron respectivamente 9,27%, 18,27%, 23%, 19,46%, 10,35% y 24,46%. El método de tostado presentó mayor rendimiento y consistió en tostar el grano por 5 minutos, triturar la semilla y separa la goma por tamizado. La caracterización de la goma extraída demostró cumplir con los parámetros óptimos de las gomas de grado alimenticio, siendo similar a la goma CMC en cuanto a la capacidad de hinchamiento y diferente en el tiempo de solubilidad (mayor en la goma de guarango). También se encontró que esta goma es parcialmente soluble en agua fría y completamente soluble en agua caliente. Finalmente, se aplicó la goma extraída como espesante en la elaboración de helados, realizando una comparación de su comportamiento con el CMC, se utilizó concentraciones del 0,1; 0,15 y 0,5% siendo este último porcentaje el tratamiento más idóneo obteniéndose una viscosidad de 3630,00 mPa.s mayor que el CMC, concluyendo que la implementación de la goma de guarango mejora las características de espesor en la base de la mezcla del helado por lo que puede ser implementada de manera eficiente en la elaboración de este producto.

**Palabras claves:** Guarango, goma, métodos de extracción, caracterización; helado.

## Abstract

*Guarango* is a wild plant with great potential; from its seeds, gums, oils, and proteins are obtained; the gum has many applications in the food industry; it is used as a thickening additive, stabilizer, gelling agent, being an excellent alternative to improve the textural properties, achieving a pleasant appearance to consumers. In this sense, the main objective of the current titration project was to obtain guarango gum (*Caesalpinia spinosa*) for its application as a thickener in the preparation of ice cream. To obtain the gum, different tests were tested on a laboratory scale: extraction with NaOH at 0.75%, with lime at 10%, with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> at 98% and 10%, extraction by soaking in water, and extraction by roasting. The yields obtained were 9.27%, 18.27%, 23%, 19.46%, 10.35%, and 24.46%, respectively. The roasting method presented higher yields and consisted of roasting the grain for 5 minutes, crushing the seed, and separating the gum by sieving. The characterization of the extracted gum showed that it complies with the optimal parameters of food-grade gums, similar to CMC gum in terms of swelling capacity and different solubility time (higher in guarango gum). It was also found that this gum is partially soluble in cold water and completely soluble in hot water. Finally, the extracted gum was applied as a thickener in the preparation of ice cream, making a comparison of its behavior with CMC, concentrations of 0.1, 0.15, and 0.5% were used, the latter percentage being the most suitable treatment, obtaining a viscosity of 3630.00 mPa.s higher than CMC, concluding that the implementation of guarango gum improves the characteristics of thickness in the base of the ice cream mixture so that it can be implemented efficiently in the preparation of this product.

**Keywords:** *Guarango*, gum, extraction methods, characterization, ice cream.



Reviewed by:  
Mgs. Hugo Romero  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0603156258

## CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

### 1.1. Antecedentes

Los aditivos alimentarios son de gran importancia en la industria alimentaria ya que, no solo hacen más atractivos los productos alimenticios, sino que aumentan su estabilidad y seguridad inherente. Los agentes texturizantes, emulsionantes, estabilizantes y espesantes se utilizan en la industria para modificar la textura general de los alimentos. Los espesantes, aumentan la viscosidad del alimento sin modificar otras propiedades y generalmente se utilizan en helados, productos lácteos, pasteles, pudines, mezclas de gelatina, aderezos, mermeladas, jaleas y salsas. Un ejemplo del uso de estos aditivos alimentarios es su incorporación a hidrocoloides como leches fermentadas, postres lácteos, natas y helados para estabilizarlos y espesarlos (Villano, 2016)

El guarango también conocido con el nombre de tara o vainilla es una especie arbórea, nativa de las zonas andinas. En el área agroindustrial se puede aprovechar los compuestos que poseen sus semillas, debido a que contienen sustancias como taninos, gomas, entre otros; características que permiten darles un valor agregado a diferentes productos. Así mismo la goma del espécimen de Guarango posee capacidad de retención de agua, forma suspensiones coloidales, capacidad texturizante, actúa como espesante, aglomerante, estabilizador y capa protectora, sin embargo, en el Ecuador no es aprovechada debido a la falta de conocimiento sobre su extracción y caracterización (Pazmiño, 2012).

Huamán et al (2015), indica que en algunos países como Alemania, España e Italia se utiliza la goma de Guarango en mayonesa como un emulsificante, en mermeladas, jaleas y dulces como agente gelificante, en bebidas otorga viscosidad estable, en productos lácteos como espesante, en cárnicos como preservante y lubricante, en productos deshidratados como capsulaste y dentro de la industria del papel ayuda a la retención de agua

Rodríguez et al (2020), sostienen que en los últimos años se han desarrollado los denominados espesantes de segunda gama, estos son utilizados en la industria heladera para proporcionar ciertas características como viscosidad, los cuales modifican en menor medida la apariencia visual y el sabor del líquido espesado, además de sus beneficios alimentarios.

Hernández (2014), el helado es un alimento congelado con sabor dulce, que pasa un proceso de agitación, mezcla de estabilizantes, que da como resultado de una mezcla homogénea, pasteurizada, que dependiendo del producto final que se quiera obtener tendrá determinada cantidad de aire, porcentaje de fruta, agua, crema, grasas, azúcar, estabilizante.

Estos se componen exclusivamente de gomas y, en algunos casos, pueden contener una pequeña cantidad de almidón modificado. Entre las gomas se destacan los

carragenanos (E-407) obtenidos de algas, la goma guar (E-412) conseguida de vegetales, la goma xantana (E-415) producida en la fermentación del azúcar del almidón de maíz y la goma tara (E-417) extraída del endospermo, esta última sobre la que se plantea la base de investigación bajo el nombre de goma de Guarango.

## **1.2.Planteamiento del problema**

En la actualidad, la demanda de alimentos más saludables por parte de los consumidores ha aumentado, por tanto, la industria alimentaria se ha esforzado por responder a este desafío. En este sentido, se ha prestado mucha atención a los compuestos naturales y sus bioactividades asociadas. Es por lo que surge la necesidad de buscar nuevos ingredientes y aditivos alimentarios bioactivos que se pueda utilizar para el desarrollo de nuevos productos funcionales innovadores con afirmaciones sustentadas científicamente (Gámez, 2020).

Por lo tanto, se propone realizar la obtención de la goma de guarango y aplicarlos en la elaboración de helados a fin de buscar el aprovechamiento eficiente de la semilla de guarango y la expansión de su campo de aplicación.

## **1.3. Justificación**

El interés de este estudio fue aprovechar las semillas de guarango para la extracción de goma ya que el guarango se produce en diversas partes de los Andes como: Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, Chile y Ecuador. Además, la vida útil de estas semillas puede ser hasta de 60 años y al ser una leguminosa, aporta nitrógeno al suelo (Torre, 2018).

Uno de los subproductos de la semilla de guarango suele ser la obtención de su goma, debido al alto potencial en la industria alimentaria, se suele utilizar como espesante, aglomerante, estabilizador y capa protectora. Actualmente se han realizado diversos estudios para la extracción y utilización de goma de Guarango, debido a que este aditivo se lo puede extraer químicamente o mediante manera instrumental (Torre, 2018).

Recientemente en el mercado mundial existe un creciente interés por los productos de carácter natural, y la goma de guarango es un producto con un valor agregado lo que origina promover más cultivos de Guarango y su consiguiente obtención de goma de Guarango y derivados (Gonzales, 2019)

Por todo ello, la presente investigación tiene como fin investigar los métodos de extracción de goma de Guarango como aditivo alimentario y su funcionalidad dentro de la elaboración de helados a escala laboratorio. Debido a que este hidrocoloide o goma actualmente en nuestro país no se industrializa, por falta de investigación a nivel nacional.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. *Objetivo general***

Obtener goma de guarango (*Caesalpinia spinosa*), para su aplicación como espesante en la elaboración de helados

### **1.4.2. *Objetivos específicos***

- Aplicar varios métodos a nivel de laboratorio para la obtención de goma de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) y seleccionar el que presente mejores rendimientos y características
- Evaluar la calidad de la goma extraída del Guarango (*Caesalpinia spinosa*), en base al análisis organoléptico y físico-químico
- Determinar la dosificación idónea de la goma extraída para que cumpla como espesante en la formulación del helado.

## CAPÍTULO II. ESTADO DE ARTE Y MARCO TEÓRICO

### 2.1. Estado del arte

Rojas (2020), en su investigación sobre “Evaluación fisicoquímica de goma de Tara (*Caesalpinia spinosa* Kuntze)” concluyó que el mejor resultado de extracción de la goma fue por el método de vía seca que consiste en utilizar un tostador de laboratorio a 180°C por 3 min, este da un rendimiento de 24,55%, en cambio por vía húmeda utilizó la autoclave a presión 103 Kpas y temperatura de 120 °C el mismo da un rendimiento de 23,32%.

Bermeo (2021), en su estudio “Evaluación del método químico con ácido sulfúrico para la extracción de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*)”, utiliza ácido sulfúrico al 72% (p/v) a una temperatura de 80 °C variando tiempo de inmersión observando que con un tiempo de 30 y 45 minutos la presencia de restos de cáscara adheridos a la goma, lo cual afecta a las características de color y textura, con extracción de 60 minutos fue el mejor en cuanto a la separación entre la cáscara y la goma, también, se observó mejores características de calidad en cuanto a la textura y al color, con 75 y 90 de inmersión se observó que la goma obtenida presentó un quemado químico que provocó que el aspecto de la goma tornara a un color más oscuro y una textura gruesa con partículas no deseadas en su estructura, en cuanto el rendimiento de la goma en el primer tratamiento es de 26%, en el segundo es de 24%, en el tercero es de 22%, en el cuarto es de 20% y en el quinto es de 14%.

Bastidas (2013), en su publicación “Extracción y caracterización de la goma de semilla de tara (*Caesalpinia spinosa*) provenientes de los distritos de Sora y Vilcabamba, Apurímac”, indica que, las condiciones más factibles de extracción de la goma son a temperatura de 85°C, en una dilución semilla/agua 1/80 p/v y a pH 7, con un rendimiento del 21.07% en base seca.

Martínez (2016), en su investigación sobre la evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como estabilizante a diferentes concentraciones de 0,04 % y 0,06 %, determinó que la goma en el yogurt mejoró las características fisicoquímicas y reológicas, teniendo un valor de densidad de (1,055 - 1,076g/ml), pH (4,50 - 4,57), acidez (66,0 - 71,0°D) y alcanzando una viscosidad de 0,978 - 2,040 mPas, dicha viscosidad hace referencia a que tiene capacidad espesante.

Arguello y Saltos (2017), en la publicación “ El guarango en el cantón Guano de la provincia de Chimborazo- Ecuador” concluye que existe un potencial crecimiento en la producción del Guarango en el cantón Guano, que el 94% de los encuestados manifiestan querer conformar un centro de acopio del Guarango en este cantón y que se debe potencializar y buscar que se mejoren las semillas de esta manera se busca el incremento de la producción además recomienda firmar convenios con la Universidad

Nacional de Chimborazo y Escuela Politécnica de Chimborazo, para el fortalecimiento de las distintas áreas.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Generalidades del Guarango

El Guarango, conocido también como Campeche, Vainillo, Espino, o Tara cuyo nombre científico es *Caesalpinia spinosa*, es un arbusto que se adapta a condiciones semiáridas y a suelos degradados, necesita de pocos cuidados. Se extiende por todos los Andes, desde Venezuela hasta Chile, crece desde los 50 hasta los 2,800 msnm. Este árbol tiene una vida útil de hasta 60 años y al ser una leguminosa, aporta nitrógeno al suelo (Torres,2018).

El Guarango es relativamente pequeño, llega a medir de 4 a 8 m de altura y en condiciones favorables 12 m, su raíz principal se hunde vertical e internamente en la tierra, también posee numerosas raíces laterales. Su copa es irregular, aparasolada y poco densa, por ello brinda una sombra tenue. Sus flores se colocan en racimos, sus frutos son vainas aplanadas que cambian de color: verde cuando están inmaduras, rosado a medida que va madurando, rojo parduzco o café rojizo cuando están maduras. Las vainas contienen aproximadamente 10 semillas algo aplanadas y café negruzcas cuando maduran (Torres,2018).

### 2.2.2. Taxonomía

En la tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica de la especie conocida como tara o guarango.

**Tabla 1**

*Taxonomía del Guarango*

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Espermatofita
<b>Clase</b>	Angiosperma
<b>Subclase</b>	Dicotiledónea
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Familia</b>	<i>Caesalpinacea</i>
<b>Genero</b>	<i>Caesalpinia</i>
<b>Especie</b>	<i>Caesalpinia spinosa kuntze</i>

*Nota.* Tomado de (Villena; Valderrama., 2019)

### 2.2.3. Usos de la goma de guarango

Erazo y Aguilar (2017), menciona que la goma de Guarango, tiene varias utilidades, por ejemplo, en el área alimentaria, la utilizan como espesante de alimentos, en la industria papelera, como agente retenedor de humedad, corrector de irregularidades en las prensas y calandras, en la industria farmacéutica, como un depresor del apetito,

desintegrador, agente aglutinador en tabletas y comprimidos, posee características propias de las gomas vegetales, actúa como espesante, aglomerante, estabilizador, coloide y capa protectora. Es incolora, insípida, muy estable y altamente resistente a la descomposición

#### 2.2.4. Composición química de la goma de Guarango

Bermeo (2021), indica que la composición química de la goma de Guarango posee buena solubilidad, tiene gran cantidad de galactomananos y una baja humedad, estas características les dan un plus a diferentes productos en las diferentes industrias. En la tabla 2 se recopila los datos de la composición química de la goma de tara.

**Tabla 2**

*Composición fisicoquímica de la goma de Guarango*

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Humedad	10,50
Cenizas	3,50
Fibra	2,18
Grasa	4,00
Proteína	16,40
Carbohidratos	63,42

*Nota.* Tomado de (Gonzales, 2019)

#### 2.2.5. Métodos de extracción

Los métodos de extracción de la goma de Guarango más aplicados son:

**Digestión ácida (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%),** en donde las semillas son tratadas con el ácido sulfúrico a temperatura de 60 ° C, durante 10 a 12 min, después de separarlas del ácido las semillas se colocan en agua, estas son frotadas permitiendo su limpieza, las gomas son separadas de las cáscaras, obteniendo la goma en forma de escamas las que son sometidas a secado y molienda obteniéndose como producto la goma en polvo ( Bermeo, 2021)

**Extracción con agua,** se realiza una inmersión de las semillas en agua a 70 y 90°C por 12 h, se separa manualmente la testa, goma y cotiledón, la goma se seca en estufa a 37°C hasta obtener una humedad entre 4-5% (Bastidas, 2013).

**Extracción con hidróxido de sodio (NaOH) (0,75%),** se sumerge la semilla en un medio básico (NaOH 0,75% p/v) durante una hora, a temperatura de 70 a 90 °C, se lava la semilla con agua hasta neutralizarla, se seca por convección a una temperatura menor de 40°C por 48 h; las semillas se remojan en agua por 2h donde se desprende la cáscara por fricción y se seca en la estufa a 40 °C, la goma se separa manualmente de los componentes de la semilla, se seca y se tritura (Bastidas, 2013).

**Método de molienda o abrasión**, una de las características de este método es tostar las semillas para separar la goma de la cáscara. Cuando esta se separa, se solubiliza en agua hirviendo, por 2 a 5 min hasta que el endospermo pueda separarse de los demás componentes de la semilla, luego se realiza un quebrado grosero en un molino, 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 (Gonzales, 2019).

**Tratamientos térmicos – mecánicos de extracción** Se usa un molino descascarador, tipo piedra esmeril, para el quebrado de la semilla, después del tostado, y luego se tamiza, para la separación de las partes (tegumento, endospermo y germen) (Gonzales, 2019).

### **2.2.6. Generalidades de los helados**

El helado es producto alimenticio, higienizado, edulcorado, obtenido a partir de una emulsión de grasas y proteínas, con adición de otros ingredientes y aditivos permitidos, o sin ellos, sometidos a congelamiento con batido o sin él, en condiciones tales que garanticen la conservación del producto en estado congelado o parcialmente congelado durante su almacenamiento y transporte. (NTE INEN 706,2013)

En el caso de los helados los estabilizantes se agregan a la mezcla para aumentar la viscosidad de esta, prevenir la separación de los glóbulos de grasa, minimizar el crecimiento de cristales de hielo y lactosa durante el almacenamiento, especialmente, cuando hay riesgo de fluctuaciones de temperatura y para reducir la pérdida de aire en el producto empacado. Ciertos estudios indican que los estabilizantes poseen impacto en la distribución inicial de los cristales de hielo en el helado y en el crecimiento de éstos durante las etapas de congelación y endurecimiento. Los estabilizantes también actúan mejorando la textura y la suavidad en el helado. (Duque, et al., 2017)

El porcentaje de gomas más utilizados en la producción de helados es de 0,2 a 0,5% al agregar estas concentraciones mejora la viscosidad de la base del helado, para evitar la formación de cristales de hielo en el procesamiento y almacenamiento. (Loor, 2019)

Según la NTE INEN 706 (2013) se clasifican los helados en:

**Helado de crema de leche**, A base de leche contienen grasa butírica y proteína extraída exclusivamente de la leche.

**Helado de leche**, Es un producto en función de la leche, su única fuente de grasa y proteína es la láctea.

**Helado de leche**, con grasa vegetal, las proteínas que posee este producto son exclusivas de la leche o sus derivados y parte de su grasa puede ser de origen vegetal.

**Helado de yogur**, Es a base de leche fermentada a base de microorganismos productores de ácido láctico (*Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) y probióticos.

**Helado de yogur con grasa vegetal**, Proviene de la leche o sus derivados y pueden contener grasa de origen vegetal.

**Helado no lácteo**, No posee proteína y grasa provenientes de leche o sus derivados.

**Helado de sorbete o sherbet**, A base de agua potable, puede contener o no leche o productos lácteos, frutas, productos provenientes de frutas, posee bajo contenido de grasa y proteínas, las cuales pueden ser total o en parte de origen no lácteo.

**Helado de fruta**, Se fabrica con agua potable o leche, frutas o productos a base de fruta, en una cantidad mínima del 15% m/m de fruta natural, menos del limón cuya cantidad mínima es del 5% m/m.

**Helado de agua o nieve**, Son a base de agua potable, azúcar y otros aditivos permitidos, carece de grasa y proteína, excepto de los ingredientes adicionados y puede contener frutas o productos a base de frutas.

**Helado de bajo contenido calórico**, Contenido calórico bajo, en relación con el producto normal correspondiente

### **2.2.7. Gomas aplicadas en helados**

Las gomas más utilizadas en la elaboración de helados según Duque, et al. (2017) son:

**Gelatina (E441)**, Es una mezcla de polipéptidos de alto peso molecular derivados de colágeno de los tejidos conectivos de los animales. Es eficaz a concentraciones de 0,3% a 0,5%. Es altamente soluble en agua fría, forma una formación similar a un gel.

**Goma de algarrobo (LBG) (E410)**, También se la conoce con el nombre de goma garrofín (E410), se obtiene a partir de los granos del árbol *Ceratonia siliqua*, es un estabilizante, se aplica en concentraciones muy bajas, alrededor de 0,1% a 0,2%, causa la separación de fases en las mezclas de helados, por eso se recomienda utilizarla en compañía de carragenanos y goma guar.

**Goma xantan (E415)**, Se produce por la bacteria *Xanthomonas campestris*. Es resistente a los cambios de temperatura y pH, este aditivo ofrece propiedades Pseudoplásticas a la mezcla y se diluye con facilidad, lo cual es útil para los helados suaves que se sirven a través de bombeo o extrusión.

**Goma guar (E412)**, Se extrae de las semillas de *Cyamposistetra gonolobus*. Generalmente, se requiere en concentraciones de 0,1% a 0,2%, es un estabilizante muy fuerte. Es utilizada en la industria de helados por su bajo costo y las características texturales que imparte al producto.

**Goma karaya (E416)**, Se extrae del exudado de los árboles *Sterculia urens*, situados mayoritariamente en la India. En los postres congelados, tales como sorbetes y paletas,

se utiliza en concentraciones de 0,2% a 0,4%. Controla la formación de cristales de hielo, evita el agua libre y reduce la pérdida del color, su empleo puede provocar alergias

**Goma tragacanto(E143)**, Se extrae del exudado natural de los tallos y ramas de las especies de *Astragalus gummifer Labillardier* o de especies asiáticas de *Astragalus* de la familia Leguminosae. En los helados es un estabilizante, proporciona cuerpo, textura y una gran capacidad de absorción. Se usa en concentraciones de 0.2% a 0.35%.

**Goma Salep**, Es una goma que se extrae de la molienda de tubérculos secos de orquídeas silvestres, se usa como ingrediente estabilizante en helados típicos de Irán y Turquía, tiene alto contenido de azúcar y textura gomosa. Es agregada en concentraciones altas de alrededor de 0,78% a 1% (Duque, et al, 2017).

**Carboximetilcelulosa (CMC) (E466)**, Se sintetiza en laboratorios y deriva de la celulosa, este ayuda a controlar la movilidad del agua y textura del helado para estabilizar la mezcla frente a choques térmicos, además, presenta buenos resultados en cuanto al aumento de overrun y disminución de la tasa de derretimiento (Morochó, et al, 2020).

## **CAPÍTULO III. METODOLOGIA.**

### **3.1. Tipo de investigación.**

El proyecto de investigación fue de carácter cuantitativo experimental debido a que se tiene variables medibles y ensayos experimentales aplicados en los varios métodos de extracción de la goma de Guarango, en los análisis físicos y químicos y en la elaboración de helados, el trabajo se llevó a cabo en los laboratorios de Control de Calidad y Producción de la carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo.

### **3.2. Unidad experimental de estudio**

Las semillas de guarango se obtuvieron de la Asociación “El Compita” del cantón Guano provincia de Chimborazo se ensayaron con aproximado de 3 Kg  
Diseño de investigación

### **3.3. Diseño de investigación**

Para la obtención de la goma a partir de la semilla de guarango se ensayaron varios métodos extracción, que se codificó como T (de tratamientos), según se indica a continuación:

**T1:** Método de extracción por  $H_2SO_4$  98 %

**T2:** Método de extracción por  $H_2SO_4$  10%

**T3:** Método de extracción por NaOH 0,75%

**T4:** Método de extracción por Cal 10%

**T5:** Método extracción por remojo en  $H_2O$

**T6:** Método extracción por tostado

Cada método de extracción, se realizó con el mismo peso de semilla de guarango y con tres réplicas, dando un total de 18 unidades experimentales, en éstas se determinó el rendimiento para elegir el mejor tratamiento, el mismo que se utilizó para realizar una extracción a escala piloto.

Con la finalidad de ver la funcionalidad de la goma extraída se aplicó como espesante en la elaboración de helado de frutilla, para lo cual, se elaboró la base del helado, se dividió en varias porciones y se adicionó diferentes concentraciones de la goma de guarango, paralelamente se ensayó adicionando CMC (Carboxi Metil Celulosa) que es uno de los espesantes más utilizados para alimentos como salsas, sopas, helados derivados de lácteos y productos de repostería, con el objetivo de comparar la viscosidad entre estas dos gomas, con lo mencionado las unidades experimentales y su codificación fueron.

**Control:** Helado sin aditivo espesante.

**GG1:** Helado con Goma de Guarango al 0,10 %

**GG2:** Helado con Goma de Guarango al 0,15 %

**GG3:** Helado con Goma de Guarango al 0,5 %

**CMC1:** Helado con CMC al 0,10%

**CMC2:** Helado con CMC al 0,15%

**CMC3:** Helado con CMC al 0,5%

Cada unidad experimental se llevó a cabo con tres réplicas, resultando como total 18 muestras en las que se determinó la viscosidad debido a que las gomas tienen la propiedad de absorber una parte del líquido de los alimentos y aportar una apariencia más sólida de la que adoptarían de forma natural, mejorando su textura, al aumentar la viscosidad de la mezcla sin modificar otras propiedades, como por ejemplo su sabor u olor.

### **3.4. Técnicas de recolección de Datos**

Para determinar el mejor método de extracción se consideró el rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos y para determinar la calidad de la goma, se determinaron la solubilidad, viscosidad, pH, capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de agua aerobios mesófilos, *Echerichie coli*, *Salmonella*, mohos y levaduras.

Para evaluar la efectividad en la aplicación del helado se tomaron los datos de viscosidad, caída de la primera gota, tiempo de derretimiento, acidez, pH.

### **3.5. Métodos de extracción**

#### ***3.5.1. Método de Extracción Química***

##### **Procedimientos:**

1. Se limpió las semillas de Guarango para quitarle el exceso de polvo que queda después del desvaine, se pesó 10 g de semilla en vasos precipitados de 250 ml y se colocaron para cada tratamiento 30 ml de cada uno de los reactivos indicados el diseño experimental.
2. Inmediatamente se sometieron a una temperatura de 90 °C durante 15 min.
3. Una vez que se observó que la testa de la semilla se carbonizó en el caso del  $H_2SO_4$  se procedió a lavar con un cepillo la testa carbonizada
4. En el caso de los demás tratamientos con reactivos se observó un hinchamiento de las semillas y se lavó para eliminar residuos de los reactivos utilizados
5. Se secó a una temperatura de 60 °C por 1 h, posteriormente se trituró
6. Se tamizó para separar la goma, en tamices N° 10 (100  $\mu$ ), N° 20 (850  $\mu$ ), N° 40 (425 $\mu$ )

#### ***3.5.2. Métodos de extracción Térmico - Mecánico***

##### **Procedimiento:**

1. Se procedió a limpiar las semillas de Guarango con una brocha hasta quitarle el exceso de polvo que queda después del desvaine.
2. Se pesó la muestra hasta completar 10g y después se procedió a realizar un tostado por 5 min en un tostador rotatorio, se trituro las semillas hasta observar la separación de la testa, goma y el germen.
3. Para separar la harina, testa y germen de la goma se utilizó tamices.

### 3.5.3. *Extracción a escala piloto*

#### **Procedimiento**

1. Se procedió a limpiar las semillas de Guarango con una brocha hasta quitarle el exceso de polvo que queda después del desvaine.
2. Se pesó la muestra hasta completar 1,5 kg, se tostó y después se procedió al triturado de las semillas en un molino industrial de piedra hasta observar la separación de la testa goma y el germen.
3. Para separar la harina, testa y germen de la goma se tamizó.

### 3.5.4. *Rendimiento de la extracción de la goma de Guarango en función del peso de la semilla*

Para calcular el rendimiento, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%rendimiento = \frac{\text{Peso de la goma}}{\text{Peso de la semilla}} * 100$$

### 3.5.5. *Caracterización de la goma de Guarango*

**Solubilidad de la goma.** Se pesó un 1 g de goma seca y se expuso a agua fría, agua caliente y alcohol al 72%, con volúmenes de 200 ml, con agitación constante y a temperatura de 50°C. (Torres, 2019).

**Tiempo de solubilidad.** Se colocó 1 gr de goma seca con 100, 200 y 500 ml de H<sub>2</sub>O se somete a calentamiento a 50°C se tomó el tiempo hasta observar completa disolución (Torres, 2019).

**Viscosidad.** Se determinó la densidad en solución de 0,5% en un viscosímetro Brookfield, el mismo que se programó de manera manual a 60 RPM. utilizando el rotor 3 (Escalan, 2015).

**Capacidad de hinchamiento.** Se tomó 0.2 g de goma de guarango y se colocó en un tubo de ensayo, se midió el volumen del producto, se adicionó 10 ml de H<sub>2</sub>O y se agitó, se dejó reposar durante 24 h y se midió el volumen final de la muestra (V<sub>f</sub>) (Gonzales, 2019).

Los resultados finales se expresan en ml absorbidos de H<sub>2</sub>O /g muestra; la ecuación es:

$$CH = \frac{Vf - Vo}{Pm}$$

Donde:

CH: Capacidad de hinchamiento

Vf: Volumen final f

VO: Volumen inicial

Pm: Peso de la muestra

**Capacidad de retención H<sub>2</sub>O.** Se tomó 0.2 g de goma en polvo de tamaño de partícula uniforme en un tubo, se colocó 10 ml de H<sub>2</sub>O, durante 24 h, para posteriormente centrifugarlo por 15 minutos a 1200 RPM, y se procedió a tomar el peso húmedo de la goma, se secó en estufa a 40°C, una vez seca se toma el peso final (Gonzales, 2019).

Los resultados se expresan en gramos de H<sub>2</sub>O retenida por gramo de sólido o sustancia seca (g de agua/g s.s.), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$CRA = P1 - P2$$

Donde:

P1= Peso húmedo de la goma

P2= Peso seco de la fibra

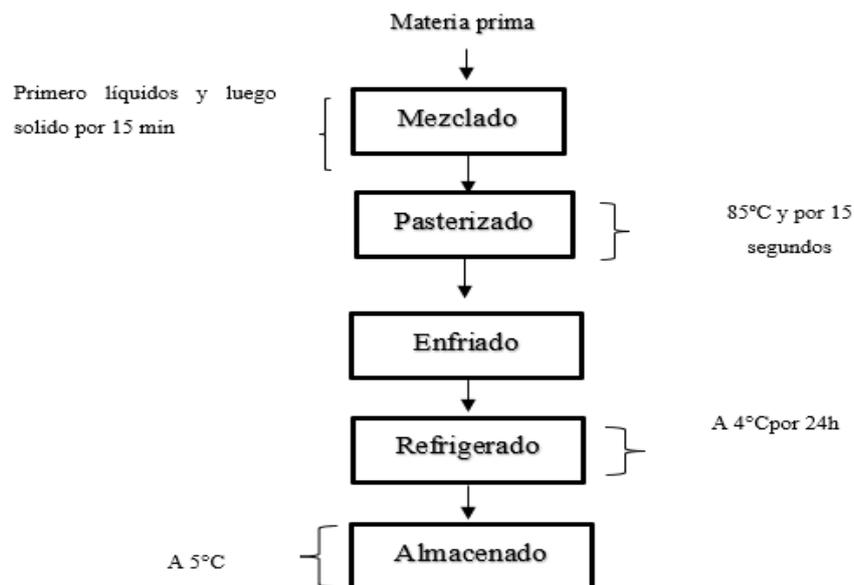
### 3.5.6. Elaboración del helado con las gomas de Guarango y CMC

#### Diagrama de proceso

En la figura 1 se puede observar el proceso de la elaboración del helado

**Figura 1**

*Diagrama de proceso helados*



Para la elaboración de los helados se utilizó el método de González y Jácome (2012), se procedió así:

1. Se utilizó como materias primas pulpa de frutilla, crema de leche, azúcar, agua, CMC y goma de guarango.
2. Se pesaron según las cantidades indicadas en la tabla 3, como se observa la única materia prima que varía son las gomas.
3. Las materias primas se mezclaron en este orden, primero los ingredientes líquidos y consecutivamente se adicionó los sólidos, estos fueron mezclados en una licuadora, posteriormente se pasteurizó la mezcla a 85°C por 15 segundos y se enfrió rápidamente la mezcla en una cámara de refrigeración a una temperatura de 4°C aproximadamente por un tiempo de 24 horas. El producto final se almacenó en un congelador a una temperatura de 5°C.

**Tabla 3**

*Formulación del helado*

<b>Ingredientes</b>	<b>Control</b>	<b>Formulación N° 1</b>	<b>Formulación N° 2</b>	<b>Formulación N° 3</b>
Pulpa de frutilla	15 g	15 g	15 g	15 g
Azúcar	15 g	15 g	15 g	15 g
Crema de leche	15 g	15 g	15 g	15 g
Agua	55 g	54,9 g	54,85g	54,5g
Espesante	0 g	0,1 g	0,15g	0,5g

### **Caracterización del helado**

**Viscosidad Helado.** Para determinar la viscosidad de helados se utilizó el viscosímetro Brookfield, en la masa antes de congelar a 60 RPM. y se variando el rotor (López, 2020).

**Caída de la primera gota del helado.** Se realizó una vez congelado el helado tomando el tiempo inicial y el tiempo que demora en caer la primera gota (Rigey, et al, 2012).

**Tiempo de derretimiento del helado.** Se determina la a través de un intervalo de tiempo fijo; desde el momento que cae la primera gota, hasta la hora de derretimiento total, a temperatura ambiente (Rigey, et al, 2012).

**Acidez del Helado.** La acidez titulable se determinó con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 706:2013, expresada en porcentaje de ácido láctico presente en helados artesanales. La temperatura de la muestra se encuentra entre 20°C y 25°C, se pesó 2g de muestra y se incorporó 50 ml de agua destilada. se colocó 3 gotas de solución indicadora de fenolftaleína, se agregó solución de hidróxido de sodio 0,1N. (López, 2020).

### **3.6. Procesamiento de datos**

Con los datos obtenidos de la experimentación se procedió con un Análisis Exploratorio de datos, ANOVA, y Prueba test de Tuckey para determinar diferencias estadísticas utilizando el software estadístico SPSS.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados y discusión

#### 4.1.1. Rendimiento de la extracción de la goma de Guarango

En la tabla 5, se indica los resultados de rendimiento de la goma de Guarango con sus respectivas repeticiones para cada método de extracción.

**Tabla 4**  
*Rendimiento de la extracción de la goma de Guarango*

Tratamiento	Repeticiones	Tiempo (min)	Peso de la semilla (g)	Peso de la goma con cascara (g)	Peso de la goma sin cascara (g)	% Rendimiento Goma con residuos de cáscara	% Rendimiento Goma sin residuos de cáscara
<b>T1</b> ( $H_2SO_4$ al 98 %)	<b>R1</b>	15	10,47	2,67	2,41	25,47	23,04
	<b>R2</b>	15	10,99	2,75	2,51	25,06	22,87
	<b>R3</b>	15	10,54	2,64	2,43	25,06	23,10
<b>T2</b> ( $H_2SO_4$ al 10 %)	<b>R1</b>	15	10,06	2,15	2,00	21,36	19,85
	<b>R2</b>	15	10,04	2,11	1,97	21,03	19,67
	<b>R3</b>	15	10,05	2,17	1,90	21,61	18,87
<b>T3</b> ( $NaOH$ al 0,75%)	<b>R1</b>	15	10,03	2,15	0,96	21,43	9,59
	<b>R2</b>	15	10,09	2,12	0,89	21,03	8,79
	<b>R3</b>	15	10,03	2,10	0,95	20,91	9,44
<b>T4</b> (Cal al 10%)	<b>R1</b>	15	10,06	2,48	1,87	24,64	18,60
	<b>R2</b>	15	10,04	2,44	1,79	24,33	17,78
	<b>R3</b>	15	10,07	2,47	1,86	24,57	18,43
<b>T5</b> ( $H_2O$ )	<b>R1</b>	15	10,10	2,76	1,07	27,36	10,58
	<b>R2</b>	15	10,19	2,68	1,07	26,25	10,45
	<b>R3</b>	15	10,26	2,85	1,03	27,73	10,01
<b>T6</b> (Tostado)	<b>R1</b>	5	10,86	2,79	2,67	25,69	24,56
	<b>R2</b>	5	10,82	2,71	2,65	25,06	24,48
	<b>R3</b>	5	10,78	2,73	2,63	25,29	24,34

Nota. El % de rendimiento de goma con residuo de cáscara se refiere a pequeñas partículas de cáscara que no son eliminadas después del proceso de extracción.

En la tabla 5, se observa que a excepción del T1 el rendimiento con residuos de cascara es muy cercano al rendimiento sin residuos de cáscara debido a que el de  $H_2SO_4$  carboniza la testa, de igual manera en el tratamiento 6 se observa que al tostar el retiro de cáscara es mejor.

#### **Análisis exploratorio de datos.**

En la tabla 5, se observan los resultados de las medias del método de extracción de las gomas.

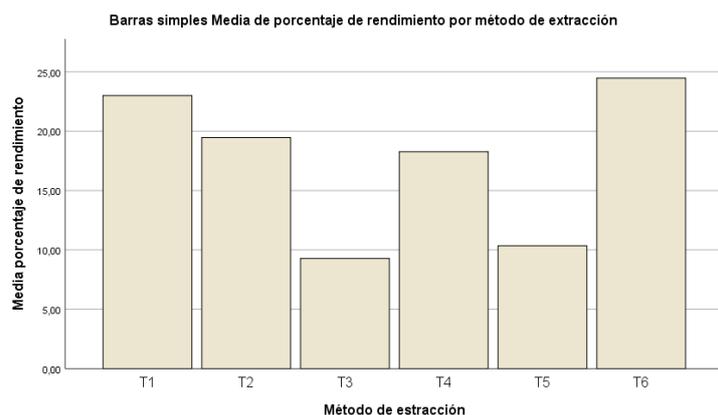
**Tabla 5**  
*Análisis exploratorio de datos*

	N	Media	Desviación	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
				Límite Inferior	Límite superior		
<b>T1</b> ( $H_2SO_4$ al 98 %)	3	23,00	0,12	22,71	23,30	22,87	23,10
<b>T2</b> ( $H_2SO_4$ al 10 %)	3	19,46	0,52	18,17	20,76	18,87	19,85
<b>T3</b> ( $NaOH$ al 0,75%)	3	9,27	0,43	8,22	10,33	8,79	9,59
<b>T4</b> (Cal al 10%)	3	18,27	0,43	17,19	19,35	17,78	18,60
<b>T5</b> ( $H_2O$ )	3	10,35	0,30	9,60	11,09	10,01	10,58
<b>T6</b> (Tostado)	3	24,46	0,11	24,18	24,74	24,34	24,56
<b>Total</b>	18	18,13	5,75	15,51	20,75	8,79	24,56

Se observa que el mayor porcentaje de rendimiento se consigue con el T6 con 24,46%, seguido del T1 con 23,00%

En la figura 2 se representan las medias de los tratamientos de extracción.

**Figura 2**  
*Gráfico de medias de extracción de goma*



El rendimiento obtenido por ácido sulfúrico se comparó con el estudio realizado por (Bermeo, 2021), donde reportó un rendimiento del 22% de goma al extraer utilizando ácido sulfúrico al 72%, mientras que el rendimiento obtenido por el método del tostado es comparable con el estudio realizado por (Rojas, 2020) que fue de 24,55%.

Para determinar si desde el punto estadístico hay diferencias significativas entre los tratamientos se realizó el siguiente análisis con:

### 1. Comprobación de supuestos

Las hipótesis para la verificación de que los datos obtenidos de la experimentación siguen una distribución normal y el supuesto de Homogeneidad son:

$H_0$ : Los datos obtenidos no siguen una distribución Normal

$H_1$ : Los datos obtenidos siguen una distribución Normal

En la tabla 6, se reporta el análisis estadístico de Levene.

**Tabla 6**

*Análisis estadístico de Levene*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
PORCENTAJE	Se basa en la media	2,888	5	12	0,061
RENDIMIENTOS	Se basa en la mediana	0,439	5	12	0,813
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,439	5	7,329	0,809
	Se basa en la media recortada	2,537	5	12	0,087

Para un nivel de significancia de P valor = 0,05 y de acuerdo con los resultados de la tabla 6 se afirma que los datos siguen una distribución Normal, debido que Sig. es mayor a 0,05.

### 2. Estadístico de prueba

Las hipótesis para este análisis son:

$H_0$ : No existen diferencias significativas entre el método de extracción utilizada y el porcentaje de rendimiento de la goma de Guarango.

$H_1$ : Existen diferencias significativas entre el método de extracción utilizada y el porcentaje de rendimiento de la goma de Guarango.

En la tabla 7, se reporta el análisis ANOVA del rendimiento, de acuerdo con los resultados, el valor Sig. fue menor a 0,05, por lo que en consecuencia se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que expresa que existen diferencias significativas entre el método de extracción utilizada y el porcentaje de rendimiento de la goma de Guarango.

**Tabla 7***Análisis ANOVA*

ANOVA					
PORCENTAJE_RENDIMIENTOS					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	606,055	5	121,211	961,823	0,000
Dentro de grupos	1,512	12	0,126		
Total	607,568	17			

**4.1.2. Caracterización de la goma de Guarango**

**Solubilidad de la Goma.** En la tabla 8, se indican los resultados de la solubilidad de la goma de Guarango en diferentes líquidos.

**Tabla 8***Solubilidad de la goma*

Medio	Solubilidad
<b>H<sub>2</sub>O fría 23°C</b>	Parcialmente soluble
<b>H<sub>2</sub>O caliente 90 °C</b>	Soluble
<b>Etanol 72%</b>	Insoluble

Se pudo observar que la goma de guarango en agua a 23°C fue parcialmente soluble, debido a que quedaron pequeños residuos de goma, mientras que en agua a 90°C no observó residuos por lo que se concluyó que es completamente soluble, sin embargo en etanol al 72% la goma tomó un aspecto de masa compacta que no se disolvió, por lo que se caracteriza como un medio insoluble, según Torres (2019), la goma de guarango es parcialmente soluble en agua fría con un 80% de su peso seco debido a que quedan residuos de goma sin diluir.

**Tiempo de solubilidad de la goma.** Se determinó el tiempo de solubilidad de la goma de guarango en comparación con la goma CMC cuyos resultados se indican en la tabla 9, en la misma se observa que el tiempo de solubilidad de las gomas estudiadas difieren significativamente, pues la goma de guarango tardó 60 minutos en disolverse totalmente, mientras que el CMC tuvo un intervalo de tiempo de 30 minutos, esto debido al tamaño de partículas pues el CMC es un polvo muy fino comparado con goma en estudio cuyo tamaño de partícula es mayor.

**Tabla 9***Tiempo de solubilidad (min) a 50 °C*

Gomas	Peso Goma (g)	Estado de la muestra	Cantidad de agua (ml)	Tiempo de solubilidad a 50 °C
GG	1,51	Seca	200	60 min
CMC	1,54	Seca	200	30 min

## Capacidad de Hinchamiento y Capacidad de retención de agua

**Tabla 10**

*Capacidad de hinchamiento y retención del agua*

Gomas	Estado de muestra	Peso de la goma(g)	Capacidad de Hinchamiento (ml absorbidos de H <sub>2</sub> O /g muestra)	Capacidad de retención de agua (g de agua/g s.s)
GG	Seca	0,2	11,17	3,21
CMC	Seca	0,2	8,22	2,19

La goma de guarango dio como resultado una capacidad de hinchamiento y de retención de agua mayor a la goma CMC.

### Viscosidad.

**Tabla 11**

*Viscosidad de las gomas*

Parámetro	Gomas	Concentración de las Gomas %		
		0,10	0,15	0,5
Viscosidad 60 RPM (mPa.s)	GG	131,00	369,33	1272
	CMC	123,50	278,00	1395,33

Bajo las condiciones de ensayo la viscosidad de la goma de guarango es superior al CMC. Bastidas (2013) menciona que existe una relación de la viscosidad en función de la concentración, temperatura y pH del medio de la dilución de goma así, la viscosidad aparente de la goma aumenta en proporción a su concentración, disminuye a medida que aumenta la temperatura y tiene una mínima variación al incrementar el pH.

#### 4.1.3. Análisis de viscosidad del helado

**Tabla 12**

*Viscosidad del helado*

Tratamientos	Concentración de las Gomas		
	0,1% rotor 2	0,15% rotor 3	0,5% rotor 4
Control	105,83 mPa.s	850,00 mPa.s	1146,67 mPa.s
CMC	278,00 mPa.s	2443,33 mPa.s	2923,33 mPa.s
GG	369,33 mPa.s	2923,33 mPa.s	3630,00 mPa.s

Nota. La viscosidad fue leída a 60 RPM. La muestra control (helado sin aditivo) se leyó en cada caso con el rotor señalado.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede afirmar que este parámetro se ve afectado directamente en función de la concentración de la goma, es decir que, la viscosidad aumenta al aumentar la concentración de goma. (Muños y Días, 2014) realizó

la medición de viscosidad del CMC, Gelatina, Carragenina a concentración de 0,55%, resultando una viscosidad entre 11700 y 13200 mPa.s, lo que refleja que la goma de guarango obtenida puede ser comparable con otras gomas comerciales y aprovechada como aditivo espesante en la formulación de helados.

**Caracterización del helado.** En la tabla 13, se puede observar los resultados de la caracterización del helado en función de la adición de las gomas.

**Tabla 13**

*Caracterización del helado en función de la adición de las gomas*

Parámetros	0,10%		0,15%		0,50%		
	Control	GG1	CMC1	GG2	CMC2	GG3	CMC3
<b>Tiempo de caída de la primera gota (horas)</b>	1,11	1,13	1,18	1,16	1,24	2,17	2,23
<b>Tiempo de derretimiento (horas)</b>	2,47	2,5	2,55	3,00	3,07	3,17	3,23
<b>Acidez (exp. ácido láctico)</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>pH</b>	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95

En el tiempo de caída de la primera gota y el tiempo de derretimiento se observa que a medida que aumenta la concentración de las gomas se retarda el tiempo de caída de la primera gota, y es directamente correlacionado con un menor porcentaje de derretimiento. Por otro lado, de acuerdo con los resultados obtenidos en torno a la acidez y pH del helado se puede concluir que no afectaron significativamente estos parámetros.

En la tabla 14, se puede observar los resultados de la prueba test de Tuckey aplicada a los parámetros de caracterización en los helados en función de la adición de la goma. Concluyendo que existe diferencias significativas entre cada grupo analizado con excepción del parámetro de acidez y pH.

**Tabla 14**

*Prueba test de Tuckey*

VARIABLE DEPENDIENTE	(I) TIPO_GOMA	(J) TIPO_GOMA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>TIEMPO_CAÍDA_PRIMERA_GOTA (horas)</b>	Control	GG	-0,00111	0,00374	0,953	-0,0105	0,0082
		GG	-0,19375	0,14501	0,392	-0,5593	0,1718
		CMC	-0,29375	0,14501	0,131	-0,6593	0,0718
	GG	Control	0,19375	0,14501	0,392	-0,1718	0,5593
		CMC	-0,10000	0,14501	0,772	-0,4655	0,2655
		Control	0,29375	0,14501	0,131	-0,0718	0,6593
<b>TIEMPO_DERRETIMIENTO (horas)</b>	Control	GG	0,10000	0,14501	0,772	-0,2655	0,4655
		GG	-0,31111*	0,09940	0,012	-0,5593	-0,0629
		CMC	0,03778	0,09940	0,924	-0,2104	0,2860
	GG	Control	0,31111*	0,09940	0,012	0,0629	0,5593
		CMC	0,34889*	0,09940	0,005	0,1007	0,5971
		Control	-0,03778	0,09940	0,924	-0,2860	0,2104
<b>ACIDEZ (ac. láctico)</b>	Control	GG	-0,34889*	0,09940	0,005	-0,5971	-0,1007
		GG	-0,00667*	0,00192	0,006	-0,0115	-0,0019
		CMC	-0,01667*	0,00192	0,000	-0,0215	-0,0119
	GG	Control	0,00667*	0,00192	0,006	0,0019	0,0115
		CMC	-0,01000*	0,00192	0,000	-0,0148	-0,0052
		Control	0,01667*	0,00192	0,000	0,0119	0,0215
<b>pH</b>	Control	GG	0,01000*	0,00192	0,000	0,0052	0,0148
		GG	-0,00667*	0,00192	0,006	-0,0115	-0,0019
		CMC	-0,01667*	0,00192	0,000	-0,0215	-0,0119
	GG	Control	0,00667*	0,00192	0,006	0,0019	0,0115
		CMC	-0,01000*	0,00192	0,000	-0,0148	-0,0052
		Control	0,01667*	0,00192	0,000	0,0119	0,0215
CMC	Control	0,01667*	0,00192	0,000	0,0119	0,0215	
	GG	0,01000*	0,00192	0,000	0,0052	0,0148	

*Nota.* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

- El método de extracción óptimo para la obtención de la goma a partir de las semillas de guarango fue el de extracción térmico-mecánico con el tostador rotario de granos durante 5 min de exposición con un rendimiento máximo del 24,56%.
- La goma de Guarango obtenida cumplió con los parámetros de evaluación de una goma alimentaria y su caracterización demostró ser comparable con otras gomas de grado alimenticio como la goma CMC.
- Se infiere que la concentración al 0,5% de goma extraída de las semillas de guarango es la más idónea en la formulación del helado como espesante debido a que se obtuvo mejores resultados en función de la viscosidad, tiempo de caída de la primera gota de y menor porcentaje de derretimiento, además no afectó el pH ni la acidez del producto final.
- Se concluye además que la concentración de la goma de Guarango es directamente proporcional a la viscosidad ya que a mayores concentraciones de la goma extraída mayor espesor del helado.

### **5.2. Recomendaciones**

- Incentivar a los agricultores de guarango de la ciudad de Guano provincia de Chimborazo a obtener la goma para ser comercializada como tal, y obtener mejores beneficios económicos
- Investigar las características de los subproductos obtenidos en el proceso de extracción de la goma de guarango como la vaina, testa, y germen para su respectivo aprovechamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

### 6. Bibliografía

- Arguello, S., & Saltos, W. (2017). *El guarango en el cantón guano de la provincia de Chimborazo*. Obtenido de Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81652135005.pdf>
- Bastidas, R. (2013). *Extracción y caracterización de la goma de semilla de tara (Caesalpinia spinosa), provenientes de los distritos de Sora y Vilcabamba, APURÍMAC*. Obtenido de [https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/435/T\\_0044.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/435/T_0044.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Norma Sanitaria que establece los Criterios microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y Bebidas de consumo humano . (2015). *Microbiología en bebidas*. Obtenido de senasa: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2015/07/CRITERIOS-MICROBIOLOGICOS-RM-591-2008-MINSA.pdf>
- Bermeo, R. (2021). *Evaluación del método químico con ácido sulfúrico para la extracción de goma de tara (Caesalpinia spinosa)*. Obtenido de Universidad Nacional de Loja facultad agropecuaria y de recursos naturales renovables carrera de Ingeniería Agrícola: <file:///D:/Users/USUARIO%202022/Desktop/TITULACION/estudios%20relacionados%20con%20la%20produccion%20de%20gomas%20de%20guarango/Rusbelt%20Alexander%20Bermeo%20Macas.pdf>
- Duque, S. J., Navas, J. S., & Stouvenel, A. R. (2017). *Estabilizantes más utilizados en helados*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/319354587\\_Estabilizantes\\_mas\\_utilizados\\_en\\_helados](https://www.researchgate.net/publication/319354587_Estabilizantes_mas_utilizados_en_helados)
- Erazo, S. E., & Aguilar, W. M. (2017). *El Gguarango en el cantón guano de la provincia de Chimborazo - Ecuador*. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/8e23/565356b492e441ed237c1d9cb42ed14a97d9.pdf>
- Escalan, 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*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria de Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1854/J11.E74-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gámez, J. (2020). *Avances en la determinación de compuestos bioactivos en alimentos*. Obtenido de Revista Cienc. Technol. Agrollanía Vol. 19 :

[https://www.researchgate.net/publication/358738872\\_AVANCES\\_EN\\_LA\\_DE\\_TERMINACION\\_DE\\_COMPUESTOS\\_BIOACTIVOS\\_EN\\_ALIMENTOS](https://www.researchgate.net/publication/358738872_AVANCES_EN_LA_DE_TERMINACION_DE_COMPUESTOS_BIOACTIVOS_EN_ALIMENTOS)

- Gonzales, G. 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*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10799/UPgoargi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, L., & Jácome, A. (2012). *Elaboración de una propuesta de mejora para el proceso productivo del Helado de crema de una empresa Manufacturera en la ciudad de Guayaquil.* Obtenido de Escuela superior politécnica del Litoral: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/41231/1/D-71507.pdf>
- Hernandez, m. a. (2014). *Desarrollo de cuatro formulaciones de helados a base de agua con bajo contenido de azúcar y enriquecidos con vitamina C*. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/09/15/Hernandez-Maria.pdf>
- Huamán, Á., & Silva, L. (2015). *Estudio de pre factibilidad para la instalación de una procesadora y exportadora de polvo y goma de tara hacia los mercados Brasileño y Alemán respectivamente*. Obtenido de Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo : [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/167/1/TL\\_HuamanChanameAngel\\_SilvaCalderonLuz.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/167/1/TL_HuamanChanameAngel_SilvaCalderonLuz.pdf)
- Loor, A. C. (2019). *Influencia de proteína aislada del suero de leche y mezclas de dos estabilizantes en la elaboración de un helado artesanal*. Obtenido de Calceta: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1068/1/TTMAI14.pdf>
- López, M. (2020). *Determinación de parámetros fisicoquímicos y la relación de ácidos grasos saturados e insaturados en helados artesanales de consumo masivo elaborados en la provincia de Tungurahua*. Obtenido de Universidad técnica de Ambato facultad de ciencias e ingeniería en alimentos y carrera de bioquímica.: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31591/1/BQ%20238.pdf>
- Martinez, 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*. Obtenido de Universidad Nacional José María Arguedas.: <https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/217/23-2016%20-%20EPIA-Martinez%20Rivas-%20EVALUACION%20DE%20LA%20VISCOSIDAD%20Y%20EL%20COLOR%20DEL%20YOGURT%20BA%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morocho, E. A., Estrella, M. D., & Peña, M. J. (2020). *Uso de Emulsificantes y Estabilizantes Para el Aumento de Overrun en Helados: Una Revisión*

- Bibliográfica*. Obtenido de Universidad san Francisco de Quito:  
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/9665/1/116939-138531-136747.pdf>
- Muños, F. P., & Días, C. V. (2014). *Efecto de la concentración de cmc, gelatina y carragenina sobre la viscosidad de la mezcla, textura, índice de derretimiento y overrun del helado de leche*. obtenido de  
[https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/547/FIA\\_145.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/547/FIA_145.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- NTE INEN 1 529-2. (1999). *Control microbiológico de los alimentos toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico*. Obtenido de Norma técnica Ecuatoriana.NTE INEN 1 529-2:99:  
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-2.pdf>
- NTE INEN 706. (2013). *Helados.Requisitos.Segunda edición*. Obtenido de  
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/706-2.pdf>
- Pazmiño, V. S. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción de Guarango (Caesalpinia spinosa) en el cantón de Guano- Chimborazo- Ecuador*. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2350/1/103384.pdf>
- Rigey, L., Posada, D., Sepulveda, J., & Restrepo, D. (2012). *Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro*. Obtenido de  
<http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v19n2/v19n2a3.pdf>
- Rodríguez, P., Álvarez, S., Fernández, M., Barroso, J., & Álvarez, C. (2020). *Espesantes comerciales clásicos y de nueva generación. Cualidades organolépticas y utilidad en las pruebas diagnósticas de la disfagia*. Obtenido de Scielo: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112020000800017](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112020000800017)
- Rojas, L. (2020). *Evaluación fisicoquímica de goma de Tara (Caesalpinia spinosa Kuntze), obtenida por métodos de extracción seco y húmedo en la región Amazonas*. Obtenido de Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Amazonas:  
<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2182/Rojas%20Puerta%20Lloni.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salvatierra, P. (2017). *Inactivación de microorganismos contaminantes naturales y Salmonella typhimurium en larvas de moscas soldado negra (Hermetia illucens) mediante tratamientos de alta presión hidroestática HHP*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia:  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/87859/SALVATIERRA%20->

%20INACTIVACI% c3%93N%20DE%20MICROORGANISMOS%20CONTA  
MINANTES%20NATURALES%20Y%20Salmonella%20typhimurium%20%2  
0E....pdf?sequence=1&isAllowed=y

Torre, L. d. (2018). *La Tara beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales* (pág. 4). Quito: CONDESAN.

Torres, A. (2019). *Comparación de la eficiencia de goma de (Caesalpinia spinosa) y Sulfato de Aluminio para mejorar la calidad del agua del Dren 2210*. Obtenido de Universidad César Vallejo :  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50302/Torres\\_SAJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50302/Torres_SAJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Valencia, S. (2016). *Efecto de recubrimientos comestibles compuestos a base de goma tara en la calidad poscosecha de frutilla (Fragaria ananassa)*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81346341009/html/>

Vilca, O. (2020). *Determinación de la viscosidad de un fluido por el método del viscosímetro rotacional de BROOKFIELD*. Obtenido de Universidad Nacional del Centro del Perú:  
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-del-centro-del-peru/fenomenos-de-transporte/viscosimetro-rotacional/13249028>

Villena, J., & Valderrama., J. S. (2019). *Variabilidad morfológica de la tara (Caesalpinia spinosa Molina). Kuntze (Fabaceae), en poblaciones naturales de Cajamarca: descriptores de fruto y semilla*. Obtenido de Araldoa:  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n2/a03v26n2.pdf>

Villano, B. (2016). *Comparación de metos de extracción de espesantes alimenticios de tres variedades de cactaceas (Cactaceae)*. Obtenido de Universidad Nacional José María Arguedas:  
[https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/283/Bladimir\\_Tesis\\_Bachiller\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/283/Bladimir_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### Anexo 1. Extracción de goma de Guarango método químico.

**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



**G**



**Interpretación:**

**A:** Agregación de los reactivos en vasos de 250 ml. **B:** Método de extracción en  $H_2SO_4$  al 98% y 10%. **C:** Método extracción en NaOH 0,72%. **D:** Método de extracción en agua. **E:** Goma extraída escama. **F:** tamizado de goma. **G:** Goma en polvo.

**Anexo 2.** Extracción de goma de Guarango método térmico-mecánico

**A**



**B**



**C**



**D**



**Interpretación:**

**A:** Tostado rotatorio. **B:** Molienda de semilla. **C:** Tamizado de la semilla quebrada. **D:** Goma en polvo.

### Anexo 3. Extracción de goma sin cáscara

A



B



C



D

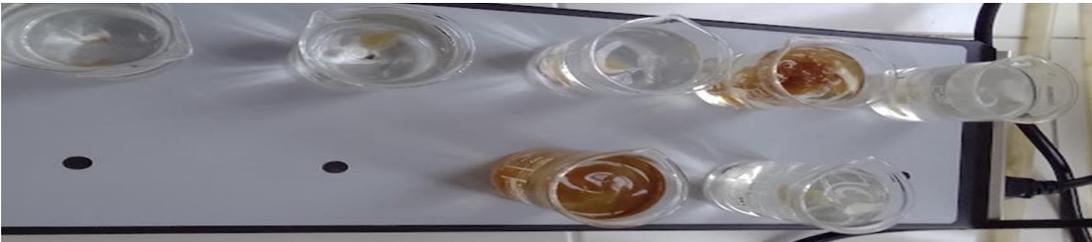


### Interpretación:

A: Triturado. B: Tamizado. C: Muestras diluidas en agua 23°C y 90°C. D: Remojo

### Anexo 4. Solubilidad y tiempo de solubilidad.

A



B



C



**D**

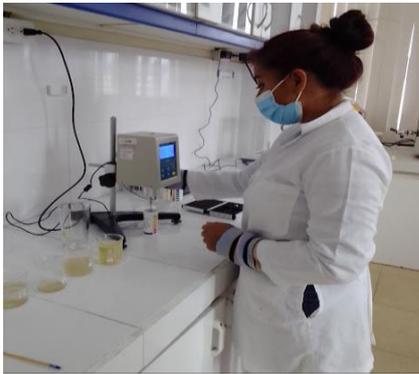


**Interpretación:**

**A:** Muestras en inmersión en agua 23°C y 90°C. **B:** Muestras diluidas en agua 23°C y 90°C. **C:** Muestras en inmersión en alcohol al 72%. **D:** Muestras insolubles al alcohol 72%.

**Anexo 5. Viscosidad**

**A**



**Interpretación:**

**A:** Toma de viscosidad de la goma de Guarango, CMC.

**Anexo 6. Elaboración de helados**

**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



### **Interpretación:**

**A:** Lavado de la frutilla. **B:** Peso de la frutilla para hacer pulpa. **C:** Pulpa de frutilla. **D:** Mezcla de ingredientes para la base de helados. **E:** Pasteurización de mezcla de los helados. **F:** Helados a partir de las concentraciones 0,1%,0,15% y 0,5% de la goma de las gomas.

### **Anexo 7. Tiempo de la caída de la primera gota (horas)**

**A**



### **Interpretación:**

**A:** Muestra caída de la primera gota

### Anexo 8: Tiempo de derretimiento (horas)

A



**Interpretación:**

A: Muestra derretimiento de helado

### Anexo 9. Acidez

A



B



**Interpretación:**

A: Titulando la acidez del helado. B: Muestra titulada

### Anexo 10. Viscosidad del helado

A



**Interpretación:**

A: Toma de viscosidad