



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**Título**

“Obtención del extracto de jícama (*Smallanthus Sonchifolius*) para la elaboración de confites tipo masticable”

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial**

**Autor:**

García Revelo Lisette Karolina

**Tutor:**

Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz PhD.

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Lisette Karolina García Revelo**, con cédula de ciudadanía **1400877013**, autora del trabajo de investigación titulado: **Obtención del extracto de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para la elaboración de confites tipo masticables**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Así mismo, 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 autora de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 2024.



Lisette Karolina García Revelo

C.I: 1400877013

## **DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz PhD adscrito a la Facultad de Ingeniería por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: "OBTENCION DEL EXTRACTO DE JICAMA (*Smallanthus Sonchifolius*) PARA LA ELABORACION DE CONFITES TIPO MASTICABLE", bajo la autoría de Lisette Karolina García Revelo con CC: 1400877013; 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 29 días del mes de febrero de 2024.



---

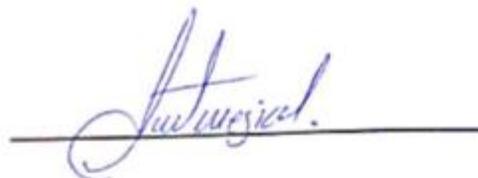
Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz PhD  
C.I: 0601436751

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

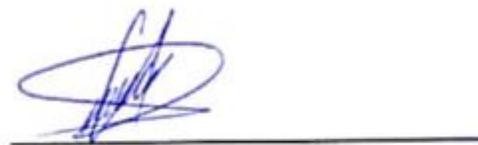
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Obtención del extracto de jícama (*Smallanthus Sonchifolius*) para la elaboración de confites tipo masticables**” por **Lisette Karolina García Revelo**, con cédula de identidad número **1400877013**, bajo la tutoría de Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz; 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 06 de marzo del 2024

Ana Mejía López, Mgs.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ana Mejía López', written over a horizontal line.

Diego Moposita Vásquez, Mgs.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diego Moposita Vásquez', written over a horizontal line.

Dario Baño Ayala, PhD.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Dario Baño Ayala', written over a horizontal line.



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

*en movimiento*



UNACH-RGF-01-04-08.15  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

# CERTIFICACIÓN

Que, la Srta. Lisette Karolina García Revelo con CC: 1400877013, estudiante de la Carrera de Agroindustria, Facultad de Ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "OBTENCION DEL EXTRACTO DE JICAMA (*Smallanthus Sonchifolius*) PARA LA ELABORACION DE CONFITES TIPO MASTICABLE", cumple con el 3 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio TURNITIN, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 29 de Febrero del 2024



PAUL STALIN  
RICAURTE ORTIZ

---

Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz. PhD.  
**TUTOR**

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a todas aquellas personas que me dieron sus palabras de aliento para seguir con este camino, aquellas que siempre me dieron su apoyo para continuar y no decaer, esencialmente a Dios que supo mantenerme firme y guiar mis pasos; a mis padres que con su cariño, esfuerzo y comprensión supieron darme esas palabras de apoyo y el cálido abrazo ante los momentos de tristeza y desesperación para poder superarme y continuar ante la adversidad para lograr mis metas propuestas y demostrarme que todo sacrificio y esfuerzo a la final tiene su recompensa.*

*-Carpe diem quam minimun credula  
postero*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mis padres, Paco García y Vianney Revelo, por ser un pilar fundamental en mi educación, por darme apoyo incondicional para seguir adelante ante cualquier adversidad, por inculcarme el valor de la perseverancia y apoyarme hasta conseguir mis propósitos, a Dios por ser guía en mi camino, darme la fortaleza y el espíritu para continuar, a los docentes que han contribuido día a día en mi educación y a mi tutor de tesis, el ing. Paul Ricaurte por la paciencia, la dedicación y empeño para el desarrollo de este trabajo de investigación.*

## ÍNDICE GENERAL

**DECLARATORIA DE AUTORÍA**

**DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR**

**CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**CERTIFICADO ANTIPLAGIO**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	16
1.2 PROBLEMA.....	17
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	17
1.2 OBJETIVOS .....	18
<b>CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1 ESTADO DEL ARTE.....	19
2.2 MARCO TEÓRICO .....	20
2.2.2 Taxonomía.....	20
2.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos .....	21
2.2.5 Control fitosanitario.....	21
2.2.6 Rendimientos .....	21
2.2.7 Condiciones de almacenamiento .....	21
2.2.8 Composición química del tubérculo.....	22

2.2.9 Fructanos .....	23
2.2.10 Propiedades .....	23
2.2.11 Usos Gastronómicos.....	24
2.2.12 Métodos de extracción.....	24
2.2.13 Métodos de Concentración .....	26
2.2.14 Pardeamiento Enzimático .....	26
2.2.15 Edulcorante.....	27
2.2.16 Confites .....	27
2.2.17 Clasificación de los confites.....	27
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
3.1 Tipo de Investigación.....	29
3.2 Tamaño de muestra y unidad experimental .....	29
3.3 Diseño de Investigación .....	29
3.4 Técnicas de recolección de datos.....	30
3.5 Métodos de análisis .....	30
3.6 Procesamiento de datos.....	33
3.7 Procedimiento para la obtención del extracto .....	33
3.8 Procedimiento para la elaboración del confite masticable con el extracto de jícama .....	34
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Rendimiento total de los métodos de concentración. ....	37
4.2 Caracterización del extracto de jícama.....	39
4.3 Aplicar el extracto en la elaboración de un confite masticable .....	39
4.4 Análisis de test de aceptabilidad .....	40
4.5 Pruebas físico- químicos del confite.....	41
4.6 Análisis Microbiológicos.....	42

<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
CONCLUSIONES .....	43
RECOMENDACIONES .....	44
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Taxonomía.....	20
<b>Tabla 2</b> Composición química proximal de la raíz de jícama .....	22
<b>Tabla 3</b> Composición química de la jícama en 100 g de raíz fresca sin cascara .....	22
<b>Tabla 4</b> Clasificación de los confites .....	27
<b>Tabla 5</b> Métodos y fundamentos de los análisis fisicoquímicos para el extracto de jícama...	31
<b>Tabla 6</b> Técnicas y fundamentos para el análisis de un confite tipo masticable.....	31
<b>Tabla 7</b> Requisito para confite masticable.....	32
<b>Tabla 8</b> Análisis microbiológicos .....	32
<b>Tabla 9</b> Rendimiento de concentración del jarabe de jícama.....	37
<b>Tabla 10</b> <i>Análisis de normalidad para los métodos de extracción</i> .....	38
<b>Tabla 11</b> Análisis ANOVA .....	38
<b>Tabla 12</b> Media y error estándar para el mejor método.....	38
<b>Tabla 13</b> Caracterización físico química del extracto .....	39
<b>Tabla 14</b> Fórmula para la elaboración de los tratamientos .....	40
<b>Tabla 15</b> Valor promedio de los parámetros en cada tratamiento .....	41
<b>Tabla 16</b> Análisis fisicoquímicos del confite masticable.....	42
<b>Tabla 17</b> Análisis Microbiológicos.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Diagrama de proceso ..... 36

**Figura 2** Diagrama de telaraña comparativa de los tratamientos T1, T2, T3 ..... 41

## RESUMEN

En la actualidad, las enfermedades crónicas como: la diabetes y la obesidad involucran a un alto índice poblacional en Ecuador, una de las causas más grandes es la mala alimentación, donde influye de sobremanera la cantidad de azúcares añadidos, por ello se ha ejecutado la sustitución de un aditivo que suplente de manera parcial la sacarosa presente en el desarrollo de un confite masticable, debido a que la jícama posee azúcares no reductores (fructooligosacáridos) y presenta características prebióticas. Este proyecto se desarrolló siguiendo una metodología experimental y cuantitativa, donde se eligió el mejor método de extracción, siendo el más óptimo la Extracción Mecánica, además, a través de la comparación de 3 métodos de concentración, siendo el de mayor rendimiento la concentración por rotavapor (M2), el cual se ejecutó a través de procesos de extracción acuosa de la jícama mediante movimientos abrasivos. Además, se evaluó las características del jarabe. Para la incorporación del extracto en los confites se formularon 3 tratamientos, donde se estableció que el tratamiento 2 (T2 99.97 % extracto de jícama y 0.03 % Sucralosa) fue el más aceptado por un panel de 60 catadores no expertos, datos que se analizaron mediante un diagrama de telaraña mediante una comparativa de sus características organolépticas.

**Palabras claves:** Jícama, métodos de extracción y concentración, FOS, confite

## Abstract

Currently, chronic diseases such as diabetes and obesity involve a high population rate in Ecuador, and one of the biggest causes is poor diet, where the quantity of added sugars greatly influences. Therefore, substituting an additive that partially replaces the sucrose present in the development of a chewy candy has been carried out because jicama has non-reducing sugars (fructooligosaccharides) and has prebiotic characteristics. This project was developed following an experimental and quantitative methodology, where the best extraction method was chosen, the most optimal being Mechanical Extraction (E1); in addition, through the comparison of 3 concentration methods, the highest performance being concentration by rotary evaporator (M2), which was carried out through aqueous extraction processes of jicama using abrasive movements. In addition, the characteristics of the syrup were evaluated. For the incorporation of the extract in the confections, three treatments were formulated, where it was established that treatment 2 (T2 99.97% jicama extract and 0.03% Sucralose) was the most accepted by a panel of 60 non-expert tasters, data that were analyzed using a spider web diagram through a comparison of its organoleptic characteristics.

**Keywords:** Jicama, extraction and concentration methods, FOS, confit.



JENNY ALEXANDRA  
FREIRE RIVERA

Reviewed by:  
Lic. Jenny Freire Rivera  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0604235036



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

### 1.1 ANTECEDENTES

Los extractos vegetales juegan un papel importante basándose en las tendencias de alimentación saludable, debido a que se puede obtener importantes beneficios nutraceuticos de la planta, además, pueden contar con distintos metabolitos primarios y secundarios, así como implementarlos en las industrias como alimento funcional. En la fabricación de alimentos, los diversos extractos son utilizados con diferentes objetivos como: saborizante, antioxidante, endulzante o diferentes aditivos que ayudan a obtener una alternativa más natural (Tech, 2020).

Para la obtención del extracto en una planta es necesario tener en consideración la presencia de diversos compuestos en diferentes partes de una planta, además de la variabilidad de la cantidad del compuesto, también se debe considerar que la proporción de un extracto puede ser superior a la existente en la planta extraída (Silvia, 2017).

La jícama (*smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo originario de centro américa y México, que fue introduciendo de manera progresiva en países andinos como Perú, Ecuador y Bolivia desde tiempos pre-hispánicos, y ha sido consumida por sus características nutricionales (Mina, 2016).

En Ecuador, su consumo y comercialización, ha sido limitado, debido a la escasa información de los beneficios nutricionales a cerca del tubérculo, teniendo como consecuencias la disminución de cultivos y por tanto una baja en la economía transversal de zonas dedicadas a su producción, los cultivos se los puede encontrar en provincias como: Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja, entre otros lugares de la Sierra, sin embargo su venta y demanda no se comparan con otros tubérculos como la yuca y papa (Mina, 2016).

La jícama es un alimento que posee un alto índice nutricional, estudios demuestran la presencia de fructooligosacáridos (FOS), un considerable contenido de inulina, compuestos fenólicos e incluso la presencia de algunos aminoácidos esenciales en el tubérculo; además de ser un producto con un bajo aporte calórico, que proporcionar calorías inferiores a la sacarosa, excelentes para las dietas hipocalóricas y dietas para diabéticos (Correa, 2022).

La investigación mantienen como enfoque aprovechar el tubérculo mediante su extracción, para emplearla como un endulzante natural debido a que la jícama contiene fibras solubles de bajo contenido calórico, que cumpla la función de reemplazar parcialmente los azúcares añadidos en un producto como el confite masticable que contiene una gran cantidad de propiedades hipoglucemiantes, prebióticas y nutricionales, de esa forma se logra dar al consumidor una nueva alternativa alimenticia que se pueda emplear en la dieta de personas con enfermedades crónicas como la diabetes, el sobrepeso y obesidad. El consumo de FOS tiene acciones de disminuir los niveles de grasa y azúcar en la sangre, en consecuencia, inhiben la lipogénesis hepática, reduciendo el riesgo de arterosclerosis y normalizando la presión (Correa,

2022).

## **1.2 PROBLEMA**

Uno de los grandes problemas que enfrenta la sociedad ecuatoriana con referencia a la alimentación, es la cantidad de azúcares añadidos presentes en los diferentes productos comestibles, principalmente en los confites existentes en los mercados que en su gran mayoría son consumidos por infantes y jóvenes, sumado a un mal estilo de vida puede desencadenar a largo plazo en enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes y la obesidad. En Latino América, una de las enfermedades con mayor índice de mortalidad es la diabetes, responsable de la muerte de 284000 personas en el año 2019, para el 2022 se reporta la cifra de 62 millones de personas diagnosticadas con esta enfermedad, pero estas no son las cifras reales, tomando en cuenta que existe un grupo alrededor de un 40 % que no son conscientes que viven con este padecimiento, además, se toma en consideración una incidencia del 1,7 % en personas con una rango de edad de 10 a 59 años, sin embargo, una patología que va consecuente a esta enfermedad es la obesidad, la cual afecta a 3 de cada 10 niños edad escolar (OPS, 2022).

Adicionalmente, estas enfermedades vienen acompañadas de costosos tratamientos que implica grandes sumas de dinero, siendo un 23 % de un sueldo mensual, el gasto de un paciente con este padecimiento en inulina, compuesto esencial para estabilizar dicha enfermedad; además el gasto puede ir entre quinientos cincuenta y cuatro dólares a veintitrés mil doscientos cuarenta y ocho dólares por paciente y según el grado de enfermedad, los cuales en la mayoría de casos podemos prevenir, según la página oficial del ministerio de salud pública del ecuador en el año 2021 (MSP, 2021).

## **1.1 JUSTIFICACIÓN**

La jícama es un tubérculo andino que progresivamente está siendo olvidada por la población, sin embargo, existe un gran porcentaje en la sociedad que desconoce sus propiedades nutraceuticas ya que es considerado un alimento funcional, Existen estudios que hablan a cerca de la disminución del índice lipídico y glucémico en la sangres a través de la ingesta de este tubérculo como es el caso de Lomas Montesdeoca (2017) menciona que se pudo comprobar el control o disminución del índice glucémico en un grupo de personas diabéticas de 40 a 49 años, por otra parte al ser un alimento de bajo aporte energético o sin calorías, es beneficioso en la aplicación de dietas hipocalóricas, las cuales son de utilidad para personas con trastornos como la obesidad, asimismo es un alimento no digerible por nuestro sistema, por tal motivo sirve como prebiótico. La jícama a diferencia de otros tubérculos no almacena hidratos de carbono, sino azúcares en forma de fructooligosacáridos que forman parte de fibras solubles de baja densidad calórica, tiene un contenido fenólico que actúa como antioxidante, en general presenta un gran valor nutraceutico. Por tal motivo es de imperiosa necesidad aprovechar este producto, de tal forma que se genera los procesos idóneos para obtener los grandes beneficios que representa la jícama de manera más rápida y de forma que se pueda obtener los mecanismos

correctos para implantarla al mercado (Correa, 2022).

Por tal razón, este trabajo de investigación pretende dar una alternativa de consumo al jarabe de jícama (*smallanthus sonchifolius*) implementado en un confite tipo masticable, con el objetivo de contribuir en la disminución del consumo de azúcares refinados o edulcorantes artificiales y poder reemplazarlos en productos de alto índice en sacarosa de manera que se pueda dar una opción más saludable, para aquellas personas que se inclinan por una dieta saludable o quienes padezcan de alguna enfermedad, a la vez de fomentar el consumo de alimentos que aporten nutrientes e incentivar al rescate de cultivos ancestrales nativos de la zona interandina.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 General**

- Obtener el extracto de jícama (*smallanthus sonchifolius*) para la elaboración de confites tipo masticables

### **1.2.2 Específicos**

- Determinar el método más adecuado para la obtención del extracto de jícama
- Realizar la caracterización del extracto
- Aplicar el extracto en la elaboración de un confite masticable
- Determinar la aceptabilidad del confite masticable con la aplicación de un panel de catación sensorial.

## CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

### 2.1 ESTADO DEL ARTE

Romero (2018) indica en “Estudio comparativo químico de extractos de *Corynaea crassa* por los métodos de maceración y percolación” que se denomina extracción sólida – líquido a la separación de una o más compuestos a partir de matrices vegetales, para ello se puede encontrar una serie de métodos de extracción, los cuales implica el uso de diversos solventes dependiendo de la planta a tratar, entre ellos se puede destacar la extracción mecánica, por percolación, digestión, decocción, macerado etc. Se puede mencionar que el rendimiento del extracto varía dependiendo de la zona de la planta que fue trabajada debido a sus diferentes estructuras vegetales.

Según Ulloa Martinez, E. F. (2023) a través de su trabajo de investigación “Efecto hipoglucemiante del extracto etanólico de la raíz de *smallanthus sonchifolius* (yacón) en ratas diabéticas” demostró la presencia compuestos como fenoles, taninos, alcaloides en pequeñas porciones en el extracto de jícama, además trabajó con ratas diabéticas, las cuales las dividió en 6 grupos, se aplicó dosis de 50, 250 y 500 mg/kg a las agrupaciones 4, 5 y 6 durante dos días. Se tuvo resultados favorable puesto que, si hubo una reducción de glicemia, en especial las ratas con dosis de 500 mg/kg.

González Rodríguez, N. C. (2021) menciona en “Evaluación del efecto prebiótico del extracto de yacón (*smallanthus sonchifolius*) en la viabilidad de lactobacillus sp bajo condiciones gastrointestinales humanas simuladas in vitro” se evaluó la factibilidad del efecto prebiótico del extracto junto a cepas de lactobacillus sp, a través de dos medios. En condiciones de un pH de 2.0 y 3 % de sales biliares durante 24 horas, se comprobó que hubo una duplicación en la cinética de crecimiento, demostrando así el efecto prebiótico de la jícama, incrementando la biomasa y disminuyendo el tiempo de crecimiento.

De acuerdo a Dionísio et al. (2020) en el estudio “Effect of yacon syrup on blood lipid, glucosa and metabolic endotoxemia in healthy subjects: A randomized, double-blind, placebo-controlled pilot trial” se buscó comprobar los efectos del jarabe de jícama en el índice lipídico en la sangre, el nivel de glucosa y la endotoxemia metabólica, con la ingesta de una dosis diaria de ~ 8.74 g FOS/d en personas sanas por un tiempo de dos semanas, donde se comprobó que no hay cambio significativo en los parámetros determinados, sin embargo, se planteó que con un mayor consumo diario que el dispuesto anteriormente, se podría presentar resultados positivos en la disminución del índice glucémico y lipídico o a su vez, un mayor lapso de tiempo de consumo, por otro lado, la microbiota presente en el humano, aprovecha la ingesta de FOS para su crecimiento, de manera que, minimizan la reproducción de bacterias patógenas, además, la fermentación resultante entre la interacción entre la bifidobacterium y los FOS producen ácidos grasos de cadena corta, los cuales generan una regularización en el metabolismo de los lípidos y la glucosa.

Rogers et al. (2021) en el estudio “The effects of low-calorie sweeteners on energy intake and body weight: a systematic review and meta-analyses of sustained intervention studies” indican que los edulcorantes bajos en calorías o sin calorías, provocan un menor aumento de glucosa en sangre en comparación con los azúcares, por tanto, una menor ingesta de azúcar podría inducir una disminución del índice glucémico.

Según Vargas (2019) mencionan en “Diseño de un endulzante natural en polvo bajo en calorías a partir de la liofilización del jarabe de jícama (*smallanthus sonchifolius*)” la factibilidad de un diseño de un endulzante en polvo con características nutracéuticas, el cual su proceso se basa en la incorporación del jugo de jícama para concentrar sus azúcares a 20 °Brix, para proceder a una liofilización y obtener un endulzante en polvo soluble en agua, comparable con endulzantes naturales como la estevia.

Según Mendez et al. (2019) en el estudio “Desarrollo y caracterización de un helado dietético a base de jícama (*smallanthus sonchifolius*) con características funcionales” buscó la realización de un helado dietético a base de jarabe de jícama, mediante 4 tratamientos con diferentes porcentajes de edulcorante, además de análisis físico-químicos, proximal y FOS, donde el tratamiento con 100 % de edulcorante de jarabe de yacón presentó datos como una humedad de 72 %, grasa 2,4 %, carbohidratos 19,60 % y pruebas biológicas que dan a conocer buenas características de calidad proteica y su regulación digestiva, sin olvidar un aporte de 38.72 % de FOS sobre 100 g del jarabe.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Generalidades Jícama (*smallanthus sonchifolius*)

Es una planta perteneciente a la clase herbácea perenne, un tubérculo en forma globulosa, sabor dulce y jugosa similar a una fruta, en la cual su forma de consumo se lo realiza en crudo o en varios platillos complementarios, como la mashua, melloco y oca (Narváez, 2020).

### 2.2.2 Taxonomía

En la Tabla 1 se presenta la taxonomía que compone a la jícama.

**Tabla 1**

*Taxonomía*

Categoría	Nombre
Reino	Plantae
División	Magnolophyta
Clase	Magnolliopdida
Orden	Asterales
Familia	Asterales
Género	Smallanthus

*Nota:* Tomado de Robinson, 2019

### **2.2.3 Descripción Morfológica**

La jícama es una planta compacta que mediante el engrosamiento del tallo forma la cepa del tubérculo, en esta zona podemos encontrar sustancias de reserva como los fructooligosacáridos y carbohidratos simples (Cabrera Risco & Ruiz Pérez, 2019). Las funciones básicas son: adherir la planta al suelo y la adsorción de agua y nutrientes necesarios, además, se puede mencionar que las raíces reservantes o tuberculosas son de mayor importancia, engrosadas y fusiformes, son las encargadas de almacenar FOS y azúcares simples (Méndez L. C. & Pineda, 2018).

### **2.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos**

Crece en temperaturas medias anuales de 14 a 20 °C, debido a que temperaturas menores a 10 °C retardan el crecimiento de la planta y si la temperatura alcanza valores mayores a 26 °C no se tendrá la humedad necesaria en el suelo para la formación de la planta (Narváez, 2020).

Se requiere de suelos porosos como los franco-arenosos, franco limo arenosos o franco arcillo arenoso, con un pH de 6 a 7,5 y con buena retención de agua (Minagri M. d., 2019).

### **2.2.5 Control fitosanitario**

Según Minagri (2019) “Las plagas más comunes del cultivo son: araña roja (*Tetranychusurticae*), pulgón rojo (*Myzus nicotianae*) y mosca minadora (*Liriomyza sp.*)”. La enfermedad de mayor amenaza es la pudrición de las raíces ocasionada por *Fusarium sp.*

### **2.2.6 Rendimientos**

La alta productividad es una de las características en este tipo de cultivo, ya que presentan un rendimiento de 28 toneladas a 100 toneladas por hectárea y 23 unidades por cada raíz (Narváez, 2020).

### **2.2.7 Condiciones de almacenamiento**

El mantener la tierra adherida a las raíces es de suma importancia, debido a que ayuda a conservar la humedad propia del tubérculo, ya que es un alimento con un porcentaje superior al 60 % de agua, lo que ayudará a su preservación durante 7 días sin cambio en sus características organolépticas y aproximadamente con la pérdida de la mayoría de sus características en un tiempo de cuatro semanas, además se recomienda su almacenamiento en condiciones de refrigeración 0 a 8 °C (Correa, 2022).

Según Morales (2018) menciona que un método adecuado para conservar las características del tubérculo es la refrigeración a una temperatura de 7 °C y procurando un flujo de aire adecuado para evitar que los gases que se generen por la respiración no degraden a las raíces.

### 2.2.8 Composición química del tubérculo

Estrada (2018) dice que, la composición proximal de la jícama en su mayoría se encuentra entre 70 a 93 % de agua, lo restante en la parte sólida se encuentran los carbohidratos como fructanos o fructooligosacáridos entre el 40 y 70 % y azúcares simples (sacarosa, fructosa y glucosa) 15 a 40 %, mientras tanto Méndez, et al, (2019) menciona que la cantidad de FOS contenida en la raíz de jícama de un 60 a 70 % en base seca que aporta un valor de 1.5 K/cal, que además cuentan con propiedades especiales como su rango de pH de 7- 4, una buena retención de agua, una estabilidad en altas y bajas temperaturas y la capacidad de dulzor de un tercio de la sacarosa. A continuación, en las tablas 2 y 3 se indica la composición química de la jícama en raíces crudas.

**Tabla 2**

*Composición química proximal de la raíz de jícama*

Parámetros	%
Proteína	3.33
Humedad	89.21
Cenizas	3.73
Fibras	5.52
Extracto etéreo	0.62

*Nota.* Tomado de (Narváez, 2020).

**Tabla 3**

*Composición química de la jícama en 100 g de raíz fresca sin cascara*

Compuesto	Unidad	Rango
Energía	kcal	14.0 – 54.0
Agua	g	86.6 – 90.0
Proteína	g	0.1 – 0.5
Grasa	g	0.3 – 12.6
Carbohidratos	g	12.5 – 23.65
Oligofructosa (OF)	g	6.0 – 19.0
Azúcares simples	g	1.5 – 4.0
Fibra	g	0.5 – 4.1
Ceniza	g	0.3- 0.67
Calcio	mg	6.0 – 23.0
Fósforo	mg	21.0 – 25.4
Hierro	mg	0.3 – 0.42
Potasio	mg	185.0 – 295.0
Retinol	mg	12.0 – 12.8
Tiamina	mg	0.02 – 0.03
Riboflavina	mg	0.11 – 0.13

**Continuación...**

<b>Compuesto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rango</b>
Niacina	mg	0.34 – 0.36
Ácido ascórbico	mg	12.3 – 13.6

*Nota.* mg = miligramo, g = gramo, Kcal = kilo calorías.

Tomado de (Narváez, 2020).

### **2.2.9 Fructanos**

La jícama se distingue de otros tubérculos, debido a que no almacenan hidratos de carbono como el almidón, ya que está conformado por fructanos que son compuestos a partir de la fructuosa derivados de la molécula de sacarosa, son solubles en agua y se clasifican en dos grupos: digeribles formados por enlace  $\alpha$  y los no digeribles por enlaces  $\beta$  (Montenegro, 2017).

Actúan como un edulcorante de densidad energética baja, debido a que las enzimas digestivas no los hidrolizan por tanto disminuyen su contenido calórico, con lo cual puede llegar a ser consumido por personas con enfermedades como la obesidad o la diabetes (Narváez, 2020).

Los FOS contienen un nivel de dulzor entre el 30 % al 65 % del poder edulcorante de la sacarosa, una resistencia térmica hasta 120 ° C y un pH de 4, gracias a estas características es posible conservar los fructooligosacáridos y puedan ser utilizados en procesos de formación de cristales, retención de agua o fibra dietética soluble en la industria de alimentos, además, la acción de los FOS ayuda al momento de reducir los niveles de azúcar y grasa en la sangre, de manera que inhibe enfermedades como litogénesis hepática, mejorando la presión (Olarte & Rojas, 2022).

### **2.2.10 Propiedades**

Los FOS trabajan como alimento prebiótico, debido a su composición de fibra soluble de bajo aporte calórico, que mediante su ingesta aporta varios beneficios para la salud, como en el caso de personas con padecimientos tales como el estreñimiento, ya que influye en la multiplicación de bifidobacterias por tanto disminuye el tiempo de tránsito intestinal, mejorando su metabolismo y el tiempo de las deposiciones, lo que da como resultado un equilibrio en el intestino y consecuente la desinflamación y prevención de enfermedades catastróficas como el cáncer de colón. (Narváez, 2020). Además, Estrada (2018) menciona que el efecto bifidogénico servirá para mejorar la microflora intestinal benéfica (bífidobacterium y lactobacillus) de manera que ayudará al equilibrio en el intestino, lo que implica una mayor absorción de minerales, protección en el intestino por medio de la eliminación de microorganismos patógenos y una mejora en el metabolismo, lo que provoca una sensación de saciedad.

Los fructooligosacáridos presentan beneficios para personas con trastornos de obesidad, todo esto gracias a la acción de la inulina y FOS que es producida por el tubérculo. A partir de este contexto, se menciona como estimulante en la síntesis del complejo B, además de antioxidante, contiene gran cantidad de compuestos fenólicos como el ácido clorogénico, reductor de colesterol y triglicéridos con propiedades diuréticas (Narváez, 2020).

Según Méndez L. C. & Pineda (2018) la jícama tiene un contenido total de fibra alrededor de 45 g/100 g de muestra, de los cuales 35 g son fructanos de tipo inulina y los 10 g restantes son polisacáridos celulósicos y no celulósicos. Se puede mencionar que las raíces de jícama son beneficiosas debido a los diversos compuestos fenólicos como lo son ácido clorogénico, ácido ferúlico y ácido cafeíco que promueven la actividad antioxidante, además mediante el extracto ayuda a controlar y reducir los niveles glucosa y lípidos de las personas en la sangre.

### **2.2.11 Usos Gastronómicos**

López (2019) indica que en la actualidad el poco conocimiento hacia el tubérculo ha provocado un bajo desarrollo hacia su uso gastronómico, por ende, las recetas existentes en su mayoría tienen poca complejidad y se basan en el tubérculo crudo, troceado o rallado en platillos simples y algunos ejemplos de ello son:

- Jugo de jícama
- Bol de desayuno endulzado con jarabe de jícama
- Sorbete de jícama, limón mandarina e ishpingo
- Smoothie de jícama y frutas tropicales

### **2.2.12 Métodos de extracción**

Extracción Mecánica.

Método mediante el cual permite obtener de los tejidos vegetales los principios activos de interés disueltos en los fluidos, para ello es necesario aplicar movimientos abrasivos o de presión, otra manera de aplicar este método es a través de cortes provocando la caída de fluidos vegetales (Amaguaña Rojas, F. J., & Churuchumbi Rojas, E., 2018).

Extracción por Maceración.

Consiste en la obtención de uno o varios principios activos de una masa vegetal cruda de interés, mediante el empleo un solvente por un tiempo determinado, el cual va en función del tipo de masa vegetal que se desea trabajar. Es importante que durante el proceso se proteja de la luz para evitar que la exposición altera alguna sustancia que desencadene en una reacción no deseada, al finalizar el tiempo de maceración es importante realizar un lavado de la torta obtenida con el solvente usado, para posterior prensarla o centrifugarla con el fin de conseguir

la mayor cantidad del extracto (Tituaña, 2013).

Para obtener un favorable contacto superficial entre solvente y materia vegetal es necesario reducir el tamaño de partícula de tal modo que se pueda recubrir de una mejor manera con el solvente, para ello se puede pulverizarlo para generar una mayor superficie de contacto, también es recomendable que este proceso se lo replique a temperatura ambiental y para una mayor homogenización se agite frecuentemente. Se debe de tomar en cuenta la protección de la luz solar hacia el macerado, ya que si existen sustancias foto lábiles se corre el riesgo de que se logren descomponer. Se recomienda un lavado con el solvente restantes después de realizar la maceración, servirá para aprovechar al máximo el extracto (Angulo Alcívar, M. C., & Cedeño Rodríguez, J. K., 2023).

Extracción por Percolación.

Mediante el uso de percoladores, el cual hace referencia a un recipiente cilíndrico o cónico, permite el paso controlado de un solvente por un material poroso de manera controlada en contacto con un tejido vegetal pulverizado del cual se desea obtener su extracto con metabolitos activos, para ello es necesario humedecer el material vegetal con anterioridad para una mayor porosidad en las células vegetales (Amaguaña Rojas, F. J., & Churuchumbi Rojas, E., 2018).

El solvente a utilizar puede ser uno alcohólico o hidroalcohólico, este va a alcanzar concentraciones crecientes debido a que el material vegetal va estar bañado por nuevas proporciones de solvente, de manera que se va repartiendo de forma progresiva sus componentes, se debe tomar en consideración que no se va a producir una saturación completa del solvente además de algunos factores como tiempo de exposición de la materia vegetal con el solvente y la relación del rendimiento entre la masa vegetal y el extracto obtenido (Romero Hervas, 2019).

Extracción por Difusión.

Para el empleo de este método es necesario la fragmentación de la masa vegetal de interés en cortes de 6 mm de longitud y 1.2 a 1.15 mm de espesor, para poder comenzar con el proceso de extracción es necesario la propulsión de chorros de agua caliente en sentido contrario a la corriente para obtener de manera parcial los azúcares, además es necesario tomar en cuenta que la membrana de la célula es permeable y permite el paso de sustancias de interés hidrosolubles, caso contrario es semipermeable el citoplasma donde se observará el paso de sustancias de interés de manera lenta y dificultosa, por ello, se aplica calor a la pulpa a una temperatura de 60 °C para un extracción relativamente completa, además hay que considerar el paso de otras sustancias no requeridas, por ese motivo se genera una depuración empleando el reactivo cal a una temperatura de 85 a 90 °C para coagular las proteínas y las sustancias no azucaradas. Para poder generar una limpieza de estas sustancias se emplea una doble saturación

con CO<sub>2</sub> para que junto a la cal precipite en forma de CaCO<sub>3</sub> y absorba todos los compuestos no deseados, consiguiente se realiza una filtración por presión y una al vacío eliminando dichas sustancias. Una vez obtenido el jugo sin impurezas, es necesario concentrar los jugos azucarados para poder obtener el jarabe (Caicedo Rivas, 2019).

### **2.2.13 Métodos de Concentración**

#### Concentración por evaporación a presión Atmosférica

Consiste en la utilización de un extractor de alimentos, donde se van a realizar acciones de compresión al tubérculo de tal forma que se pueda extraer sus jugos. Los líquidos obtenidos se someten a una concentración por evaporación a una temperatura inicial de 70 °C por 20 min para aumentar la intensidad hasta los 85 - 90 °C constante hasta obtener el resultado deseado (Mina, 2016).

#### Rotavapor.

La forma de trabajo de este equipo se basa en eliminar un disolvente orgánico de una muestra mediante la destilación a una presión reducida para poder obtener el compuesto deseado, el sistema de rotavapor consta de un sistema de refrigeración y una llave para el inicio del sistema de vacío, seguido se encuentra un juego de tubos cilíndricos de vidrio que se conectan directamente con el matraz previamente preparado con la mezcla y junto a este el motor de rotación, lo que permite la agitación en la muestra (Verdín, 2019), por ello una vez obtenida la parte acuosa de la jícama se prepara para colocar en el rotavapor, el cual se recomienda aplicar una temperatura de 85 °C por un tiempo de 65 minutos (Estrada, 2018).

#### Destilación.

Se basa en un dispositivo de cambio de temperaturas, debido a que por un extremo entra vapor, el cual pasa por una serie de cambios, para finalmente salir en forma de líquido, por ello la destilación es un proceso mediante el cual se puede separar disoluciones líquido-líquido a través de sus distintos puntos de ebullición, donde la mezcla más volátil será la primera en evaporizarse (Hidalgo, s.f.).

### **2.2.14 Pardeamiento Enzimático**

Durante las etapas iniciales de la obtención del extracto de jícama se presenta un proceso enzimático que produce un pardeamiento y oxidación, producto de la presencia de contenido fenólico como lo son el ácido clorogénico y ácido cafeico, así mismo la acción endógena por parte de la polifeniloxidasas (PPO) (Kina, 2016). Por otro lado, Garzón-García et al. (2018) menciona que la acción de la enzima polifeniloxidasas ocurre a temperaturas aproximadas de 20 a 30 °C donde se da una cinética en la degradación del color. Además, según Manrique & Párraga (2015) comenta que en las operaciones de lavado y corte es donde entran en acción las

enzimas responsables del pardeamiento ya que se provoca la fragmentación celular de los tejidos vegetales y da como resultado el contacto entre enzimas (polifeniloxidasas) y sustratos (fenoles) donde va a ocurrir una catálisis de la oxidación de fenoles a quinonas y luego en melaninas responsables de la coloración oscura.

Para poder combatir dichos efectos se han desarrollado diferentes técnicas, una de las más antiguas utilizadas es la cal (óxido de calcio) y el calor (Kina, 2016). Por otro lado, en la actualidad el uso del escaldado y la aplicación de ácidos tales como el ácido ascórbico, ácido cítrico o la combinación de ambos, ha sido una buena forma de prevenir el pardeamiento enzimático (Garzón-García et al., 2018).

### 2.2.15 Edulcorante

Aditivo en la industria alimentaria que aporta dulzor en los alimentos, pero que proporciona menos calorías que el azúcar común, existen edulcorantes calóricos que proporcionan 4 kcal/g y como ejemplo podemos mencionar a la sacarosa, la fructosa, la glucosa y la lactosa, y no calóricos que aportan menos de 1 kcal/g como en el caso del acesulfame K, la sucralosa (Morales Durán, 2018).

### 2.2.16 Confites

Según Bustamante (2020) nos dice que, “Los productos de confitería son aquellos que contengan azúcares junto con otros aditivos autorizados y se someten a procesos térmicos”.

### 2.2.17 Clasificación de los confites

En la Tabla 4 se observa la clasificación de los confites según la normativa NTE INEN 2217:2012

**Tabla 4**  
*Clasificación de los confites*

Clasificación de Confites		
Tipo	Clasificación	Descripción
Caramelos	Caramelos duros	De consistencia sólida y quebradiza al enfriarse, los cuales son elaborados en base a azúcar
	Caramelos blandos	De consistencia semi- sólida, gelatinosa o pastosa a base de azúcar de fácil masticabilidad,
	Caramelos líquido o crema de caramelo	De consistencia viscosa, blanda o dura que contiene en su interior sustancias líquidas, semi-líquida o sólida.

**Continuación...**

<b>Clasificación de Confitos</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>
Pastillas	Pastillas o comprimidos	Obtenidos a partir de comprimidos de una mezcla entre azúcar y gomas, dextrinas o estearatos; pueden ser recubiertas o no
Grageas	Grageas	En su centro puede contener chocolates, frutas o frutos secos
Gomitas	Gomitas	Elaborados a partir de gelatinas, pectinas, gomas, glucosa, agar-agar, almidón, azúcares y otras sustancias permitidas.
Malvaviscos	Malvaviscos	De consistencia similar a las gomitas que puede contener albumina que aporta una consistencia plástica y esponjosa.
Turrone	Turrone	Constituidos a partir de un almíbar de azúcar, miel, glucosa, albumina, gelatina, frutos confitados, secos o cristalizados.
	Turrone duros	De consistencia quebradiza pero dura que puede o no contener frutos.
	Turrone blandos	De consistencia semi-sólida que puede o no contener frutos.

*Nota:* Adaptado de la norma NTE INEN 2217:2012

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.**

### **3.1 Tipo de Investigación**

La investigación fue de carácter experimental y cuantitativa, experimental debido a los ensayos realizados para la obtención del extracto de jícama y de los confites masticables y cuantitativa por la manipulación de variables medibles obtenidas en los análisis para la caracterización del jarabe y confites.

La parte experimental se realizó en los laboratorios de la carrera de Agroindustrias, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

### **3.2 Tamaño de muestra y unidad experimental**

Se trabajó con alrededor de 6.0651 kg de jícama obtenidos en el mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba.

La unidad experimental fue el extracto de jícama

### **3.3 Diseño de Investigación**

Para la obtención del extracto de jícama primeramente se obtuvo el jugo de las raíces y posteriormente se concentró mediante la evaporación del agua utilizando los siguientes métodos:

**M1:** Concentración por evaporación a punto de ebullición y a presión atmosférica

**M2:** Concentración por evaporación al vacío utilizando un Rota-vapor

**M3:** Concentración por evaporación mediante destilación

La experimentación se realizó por triplicado, y para elegir el mejor método se consideró el rendimiento.

Se realizó análisis físico químico con el fin de realizar una caracterización del extracto.

Seguidamente se procedió a incorporar el jarabe obtenido en la formulación de un confite masticable en reemplazo del azúcar convencional que normalmente se le agrega a ese tipo de productos, para ello se lo complementó con un azúcar de baja densidad calórica como lo es la sucralosa, debido a su poder de dulzor que es 300 a 400 veces mayor que el de la sacarosa por lo que se requiere de en dosis muy bajas. Se ejecutaron tres tratamientos con la siguiente codificación:

**T1:** 100 % extracto de jícama.

**T2:** 99.97 % extracto de jícama + 0.03 % Sucralosa.

**T3:** 99.98 % extracto de jícama + 0.02 % Sucralosa.

Se elaboró 60 unidades de confite masticable por cada tratamiento los cuales fueron empleados en una prueba sensorial para determinar el de mayor porcentaje de aceptación por la población encuestada. Posteriormente, se realizó un análisis microbiológico y físico- químico del tratamiento seleccionado según la normativa NTE INEN 2217:2012

### **3.4 Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos utilizadas fueron:

- **Medición:** Se ha utilizado para obtener datos cuantitativos sobre el rendimiento, la composición y las propiedades organolépticas del extracto y del confite masticable.
- **Experimentación:** Se ha utilizado para comparar los diferentes métodos de concentración y las diferentes formulaciones de caramelo.

Mediante la medición final del rendimiento obtenido de cada método de extracción se realizó una tabla comparativa para los cuales se evaluaron los diferentes resultados de cada método, seleccionando el más eficiente. Seguidamente se analizaron: Acidez, pH, sólidos solubles, humedad, sólidos totales, azúcares.

Para la obtención del mejor tratamiento del producto se realizó una prueba de aceptabilidad hedónica con ayuda de un panel de 60 catadores no entrenados, número recomendado para pruebas que buscan determinar qué tan aceptado es un producto por parte del consumidor sin entrenamiento. Dicha prueba está basada en el libro “Evaluación Sensorial de los Alimentos” escrita por la Dra. C. Julia Espinosa Manfugás en el año 2007.

### **3.5 Métodos de análisis**

Se considera la norma CXS 212-1999 que establece los requisitos para la elaboración de caramelos, define los ingredientes que pueden ser utilizados en la elaboración de caramelos, establece una lista de aditivos alimentarios que pueden ser utilizados, incluyendo colorantes, conservantes, antioxidantes, agentes acidificantes, agentes espesantes y emulsionantes, así como los métodos de análisis.

También se considera la norma NTE INEN 2217:2012 Primera revisión que establece los requisitos y características que deben cumplir los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone

En la Tabla 5 y 6 se muestran los diferentes parámetros que se determinaron en esta investigación.

**Tabla 5***Métodos y fundamentos de los análisis fisicoquímicos para el extracto de jícama*

<b>Parámetro</b>	<b>Métodos</b>	<b>Objetivo</b>
pH	Potenciometría	Indicador del nivel de alcalinidad o acidez que puede presentar un alimento, es importante su control debido a que los alimentos tienden a reaccionar de diferente manera en un entorno ácido o alcalino.
Acidez	Volumetría	Mide de manera cuantitativa la concentración de un ácido en una disolución, debido que puede influir de manera directa en ciertas características de algunos alimentos
Humedad	Gravimetría	Se fundamenta en la pérdida de peso al secado, muy necesario el control de humedad, pues se utiliza para controlar la proliferación de microorganismos no deseados, así como mejorar y controlar de mejor manera los proceso.
Sólidos solubles	Refractometría	Los sólidos solubles están compuestos por azúcares, sales, ácidos y otros compuestos solubles en agua, a través del refractómetro es posible determinar el contenido de sacarosa disuelta en un líquido (Cazar 2016).
Cenizas	Gravimetría	Proceso para la determinación de minerales o parte no orgánica presente
Azúcares totales	Cromatografía Líquida	Su objetivo es poder identificar de manera analítica sustancias específicas de interés, para purificarlas y cuantificarlas de mezclas con un grado de especificidad
Sólidos Totales	Gravimetría	Mediante el método de desecación, que se basa en el porcentaje de pérdida de agua, de manera de poder conocer la cantidad de materia sólida.

**Tabla 6***Técnicas y fundamentos para el análisis de un confite tipo masticable*

<b>Parámetro</b>	<b>Métodos</b>	<b>Objetivo</b>
Humedad	Gravimetría	Se fundamenta en un secado en estufa de 105 °C hasta peso constante, para proceder a un secado en condiciones estandarizadas.
Sacarosa	Cromatografía líquida	A través de una análisis de cromatografía de gases se puede determinar el porcentaje de sacarosa.

En las tablas 7 y 8 se indican los requisitos que debe cumplir los confites masticables

**Tabla 7**  
*Requisito para confite masticable*

Requisito	Unidad	Limite	
		Mínimo	Máximo
Humedad	%	-	25.0
Sacarosa	%	-	50.0

*Nota:* Tomado de norma NTE INEN 2217:2012, tabla 9

**Tabla 8**  
*Análisis microbiológicos*

Requisito	n	m	M	C	Método de ensayo
NMP Coliformes fecales UFC/g	3	<3	1x10 <sup>1</sup>	0	NTE INEN 1529-6
Mohos y levaduras, UFC/g:	5	3,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	1	NTE INEN 1529-10

*Nota:* Tomado de NTE INEN 2217:2012. Tabla 10

### Fórmulas empleadas en los cálculos de los análisis físico – químicos

#### 1. Acidez

$$\% \text{ Acidez}_{(A.C)} = \frac{VT * NT * P. eq_{AC} * 0,1}{Wm}$$

Donde:

$V_T$  = Volumen de titulante (ml)

$N_T$  = Normalidad titulante

$P. eq_{ac}$  = Peso equivalente de ácido cítrico

$W_m$  = Peso muestra (g)

#### 2. Humedad

$$\% \text{ de humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} * 100$$

Donde:

$m$  = Peso del crisol vacío (g)

$m_1$  = Peso del crisol más muestra húmeda (g)

$m_2$  = Peso del crisol más muestra seca (g)

### 3. Cenizas

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P2 - P}{P1 - P} * 100$$

Donde:

$P$  = *Peso del crisol*

$P1$  = *Peso del crisol más la muestra*

$P2$  = *Peso del crisol más cenizas*

### 4. Recuento de UFC/g

$$\text{Número UFC} = \frac{Ec}{V * 1.1 * d}$$

Donde:

$d$  = *primera dilución*

$V$  = *Volumen utilizado del inóculo (ml)*

$\Sigma c$  = *suma del número total de colonias con dos diluciones sucesivas*

### 5. Rendimiento

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{extracto de jícama}}{\text{Jugos de la jícama}} * 100$$

### 3.6 Procesamiento de datos

Con el objetivo de determinar el mejor método de concentración, se procedió a realizar un análisis estadístico de los resultados mediante un Diseño Completo al Azar utilizando el software SPSS, para lo cual se utilizó un análisis exploratorio de datos y se determinó el estudio ANOVA. Posteriormente, se realizó una comparación de medias (Tukey) para comprobar si existían diferencias significativas entre los métodos.

Adicionalmente, se implementó diagramas de telaraña para poder realizar una comparativa de los tratamientos para definir cuál es el mejor, a través del estudio de las diferentes características organolépticas del producto

### 3.7 Procedimiento para la obtención del extracto

1. En primera instancia se desinfectó la zona de trabajo con la ayuda de alcohol etílico al 70 %, al igual que todos los materiales y equipos a ocupar en los diferentes procesos.
2. La cantidad de materia prima receptada fue de 1039.2 kg Jícama, clasificando a las de mejores características físicas para la experimentación.
3. Los residuos inorgánicos como tierra, hojas o filamentos secos del tubérculo se eliminaron a través de un lavado con agua potable a una presión baja y ejecutando movimientos circulares con un cepillo de cerdas suaves, tomado en consideración evitar crear lesiones

en el fruto.

4. Se escaldó la jícama por 5 min a 70 °C en una olla de acero inoxidable con capacidad de 3 litros con el fin de ablandar su estructura y retirar su cascara, seguidamente se troceó en cubos de aproximadamente 1 cm de grosor con un cuchillo de acero inoxidable colocándolos en una solución al 0.2 % de ácido ascórbico a 92 °C por 10 minutos para retardar el pardeamiento enzimático.
5. La extracción del jugo se realizó en una licuadora marca Oster agregando 550 ml agua por kg de raíz luego se realizó un proceso de tamizaje en un tamiz de 100 µm para separar la parte solidada, finalmente se obtuvo un total de 1080 ml de jugos de jícama, los cuales se dividieron en tres partes para poder concentrar por diferentes métodos los cuales fueron:

**Concentración por evaporación a presión atmosférica:** el jugo de jícama se sometió a acción térmica constante de 70 °C por 20 min para luego aumentar la temperatura a 90 °C hasta obtener una sustancia viscosa con un valor de 65 °Brix.

**Concentración en el Rotavapor:** En un matraz giratorio se adicionó 150 ml de jugo de jícama, se coloca en el baño de calentamiento a 85°C y se acoplo al condensador y al sistema de vacío para crear un ambiente de presión reducida y se dejó durante 65 minutos.

**Concentración por Destilación:** Se colocó 150 ml del jugo de jícama en el matraz del equipo, se sometió a temperaturas de 95 - 100 °C.

6. El extracto obtenido en envasó herméticamente y se procedió a refrigerar a una temperatura 7 °C para su conservación.

### **3.8 Procedimiento para la elaboración del confite masticable con el extracto de jícama**

**Recepción materias primas:** Los ingredientes para la preparación del confite fueron: jarabe de glucosa, jarabe de jícama, ácido cítrico, colorante y saborizantes vegetales, grenetina, CMC, Sucralosa, sal y agua.

**Pesado:** Mediante un cálculo previamente realizado, se obtuvieron las cantidades correspondientes para cada ingrediente las cuales fueron medidas a través de una balanza gramera digital marca Radwag y una balanza analítica marca OHAUS.

**Mezcla 1:** En una olla de acero inoxidable con una capacidad de un litro se procedió a colocar 40.49 ml de agua, más los 20.2427 g de azúcares entre jarabe de jícama y sucralosa dependiendo del tratamiento, donde se procedió a mezclar hasta obtener una sustancia homogénea

**Mezcla 2:** Se disolvió en 5.06 ml de agua: 1.01 g de ácido cítrico, 0.10 g de sal, los saborizantes y colorante de su preferencia, hasta tener una mezcla homogénea.

**Tratamiento Térmico:** En una estufa se colocó la mezcla 1 y se añadió 27.83 g de glucosa de maíz, con un batido constante hasta alcanzar una temperatura de 90 °C, en ese punto se agregó los 4.75 g de grenetina previamente hidratada sin olvidarse de homogenizar los ingredientes y alcanzar nuevamente los 90 °C de temperatura.

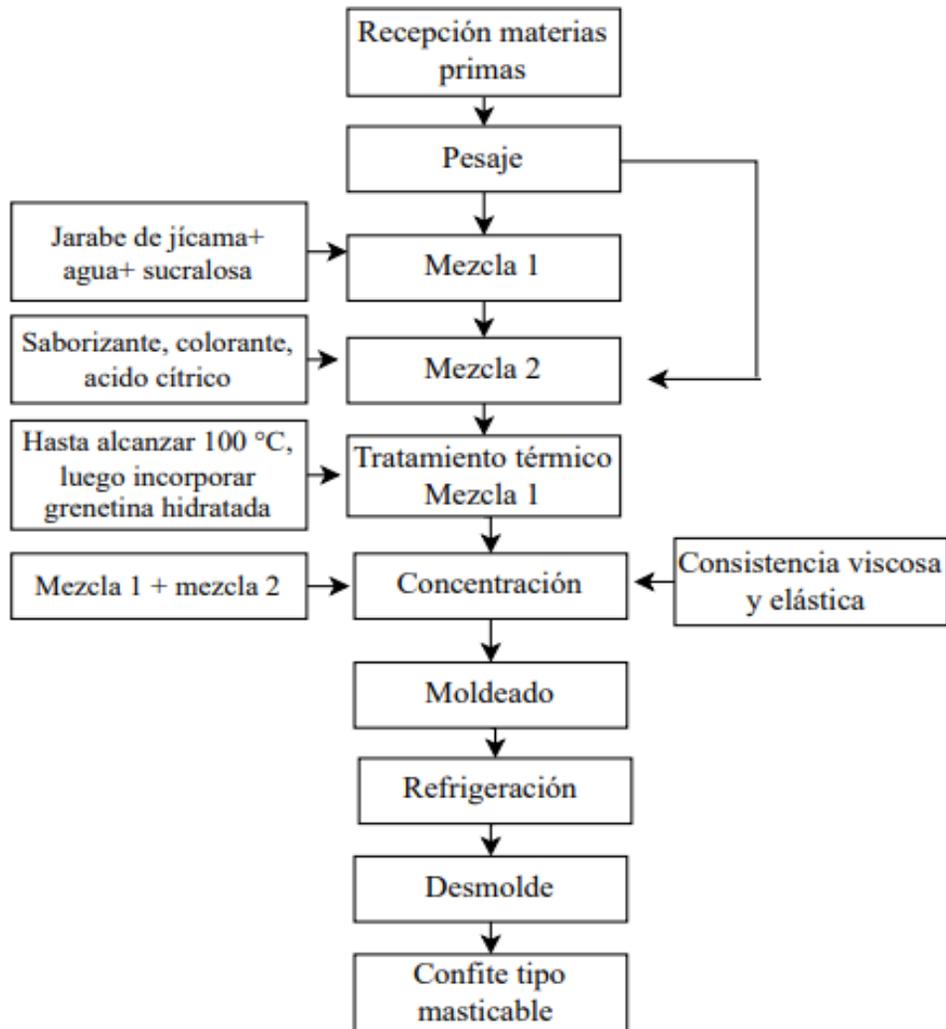
**Incorporación:** La mezcla 2 se añadió a los azúcares en cocción cuando estos alcanzaron una temperatura de 90 °C, se batieron para poder homogenizar los ingredientes hasta que alcancen un rango de temperatura de entre 128 - 130 °C o 70 a 80 °Brix.

**Moldeado:** La mezcla obtenida se vació en moldes de silicón previamente engrasados, esto permitió que la mezcla tome diversas formas llamativas.

**Refrigeración:** El producto debe llegar a una temperatura de 10 a 14 °C durante de 12 horas, para que pueda tomar una excelente consistencia y poder obtener así un confite endulzado con extracto de jícama.

En la figura 1 se indica el diagrama del proceso para la elaboración del confite.

**Figura 1**  
*Diagrama de proceso*



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Rendimiento total de los métodos de concentración.

En la Tabla 9 se observa cuáles fueron los resultados del rendimiento final obtenido con respecto a cada método al llegar al valor de 65 °Brix como parámetro general y sus respectivas repeticiones del extracto jícama, esto en base a la cantidad inicial del jugo de jícama y el extracto final obtenido.

**Tabla 9**

*Rendimiento de concentración del jarabe de jícama*

Método	Repeticion	Tiempo (min)	Jugo de jícama (ml)	Sólidos solubles (°Brix)	Extracto (ml)	Rendimiento (%)
<b>M1</b> (Evaporación a presión atmosférica)	R1	78	500	65	17	3.4
	R2	78	500	65	17.5	3.5
	R3	78	500	65	16	3.2
<b>M2</b> (Rotavapor)	R1	65	150	65	11	7.33
	R2	65	150	65	10.9	7.27
	R3	65	150	65	11.1	7.4
<b>M3</b> (Destilación)	R1	84	150	65	9	6
	R2	84	150	65	8.6	5.8
	R3	84	150	65	9.3	6.2

*Nota:* M1, M2, M3= designación utilizada para cada método de concentración. R1, R2, R3= Designación utilizada para el número de repeticiones.

Se puede observar que el M2 es el método con mayor índice de rendimiento debido a que al momento de someter la muestra a condiciones de vacío, permite obtener los resultados esperados con mayor facilidad en un menor tiempo y temperatura; por otro lado, los datos obtenidos del M3 no son muy alejados del M2, esto puede deberse a que se trabajó en condiciones similares al rotavapor a excepción por la presión al vacío.

### Comprobación de supuestos

En la Tabla 10 se observa el análisis de comprobación de supuestos para determinar si los datos obtenidos siguen una distribución normal (Son paramétricos).

Se demuestra que los datos obtenidos siguen una distribución normal, debido a que nivel de significancia (0.05) es menor al valor P, por tal razón, los datos obtenidos de cada método son paramétricos.

**Tabla 10***Análisis de normalidad para los métodos de extracción*

Método	Valor P	Decisión
M1	0.277	Los residuos de la variable son normales
M2	0.306	Los residuos de la variable son normales
M2	0.852	Los residuos de la variable son normales

*Nota:* Se aplicó una prueba de bondad de ajuste (Shapiro Wilk); M1, M2, M3= designación utilizada para cada método

**Análisis de Varianza**

Se implementó un análisis de varianza ANOVA indicada Tabla 11, donde se comprobó si existe o no una diferencia significativa entre las medias de cada método implementado

**Tabla 11***Análisis ANOVA*

Método	P valor	ANOVA
		Decisión
M1	0.000	Existen diferencias significativas
M2		entre las medias de los métodos 1, 2 y 3
M3		

*Nota:* M1, M2, M3= designación utilizada para cada método

Debido a que el valor P fue menor al nivel de significancia (0.05), se determinó que existen diferencias significativas entre los diferentes métodos de extracción en comparación a los valores del rendimiento final de cada método en el extracto de jícama.

Para determinar el mejor tratamiento se utilizó el estadístico TUKEY para realizar la comparación de pares de medias mediante el cual se escogió el método con mayor promedio descrito en la tabla 12

**Tabla 12***Media y error estándar para el mejor método*

TUKEY	
Métodos	Media $\pm$ SD
M1	3.36 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>
M2	7.33 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>
M3	6.00 $\pm$ 0.20 <sup>b</sup>

*Nota:* SD =Desviación estándar

A través de la comparación de medias por el estadístico Tukey se denotó que el método con mayor rendimiento fue M2, puesto que su valor fue superior en comparación a M1 y M3.

## 4.2 Caracterización del extracto de jícama

El extracto de jícama presentó características organolépticas como un sabor dulce con un toque ligeramente ácido y una tonalidad marrón amarillenta. Su caracterización físico-química se presenta en la Tabla 13.

**Tabla 13**  
*Caracterización físico química del extracto*

Características	Unidad	Valor
pH	---	5.48
Ceniza	%	1.927
Acidez titulable	% <i>exp. en ácido cítrico</i>	1.175
Sólidos Solubles	° Brix	65
Humedad	%	24.05
Sólidos totales	%	75.95
Azúcares Totales	%	40.12

**NOTA.** - =Ausencia de valores o unidades

Al haber analizado las características del jarabe se puede mencionar que la acidez y el pH corresponden a valores óptimos, debido a que un pH menor a 4 resultaría en la despolimerización de los FOS y mayores a 7 tendría como consecuencia el inicio del pardeamiento enzimático (Estrada, 2018), en la tabla 13 se ve reflejado una humedad del 24.05 % y sólidos totales al 75.95 %, se puede observar que se alcanzó un valor óptimo de endulzante total de 40.12 % donde se puede encontrar FOS, sacarosa, glucosa y fructosa.

Chávez (2020) presenta valores de humedad 29.61 %, ceniza 2.06 % y azúcares totales 66.14 % sin embargo, en el estudio de Chávez, (2020) recomienda reposar las raíces de jícama al sol para poder elevar su nivel de dulzor, pero Estrada, (2018) afirma que una exposición de ese nivel ayudaría para que se genere una despolimerización de los azúcares reductores a azúcares simples.

## 4.3 Aplicar el extracto en la elaboración de un confite masticable

Para la elaboración de confites masticable se diseñaron 3 tratamientos a partir de diferentes concentraciones del endulzante del extracto de jícama y una pequeña porción de la sucralosa y conservando la misma cantidad de los otros ingredientes en cada tratamiento como se indica en la tabla 14.

**Tabla 14***Fórmula para la elaboración de los tratamientos*

	<b>T1</b> <b>100 % extracto de</b> <b>jícama</b> <b>(g)</b>	<b>T2</b> <b>99.97 % extracto de</b> <b>jícama + 0.03 %</b> <b>Sucralosa (g)</b>	<b>T3</b> <b>99.98 % extracto de</b> <b>jícama+ 0.02 %</b> <b>Sucralosa (g)</b>
Jarabe de jícama	20.24	20.237	20.239
Sucralosa	0.00	0.0030	0.0020
Glucosa de maíz	27.83	27.83	27.83
Grenetina	4.55	4.55	4.55
Ácido cítrico	1.01	1.01	1.01
Colorante vegetal	0.20	0.20	0.20
Saborizante vegetal	0.51	0.51	0.51
Agua	40.49	40.49	40.49
Sal	0.10	0.10	0.10
Agua Mezcla	5.06	5.06	5.06
CMC	0.001	0.001	0.001

**NOTA:** Agua mezcla = Agua normal purificada, que se denominó así, como diferenciador, debido a que será utilizada en un proceso adicional de mezcla. Formulación establecida para 100 g de producto final.

#### **4.4 Análisis de test de aceptabilidad**

Se realizó un análisis de aceptabilidad de tipo afectiva con una escala hedónica, donde se buscó determinar los gustos y preferencias frente al confite tipo masticable endulzado con el extracto de jícama (*Smallanthus Sonchifolius*), a través de tres tratamientos codificadas de la siguiente manera: T1 (C482), T2 (S361), T3 (P613), frente a un panel de catadores no expertos de 60 personas entre mujeres y hombres, donde se evaluaron variables como: color, sabor, olor y textura del producto mediante la escala de likert: 1 (muy malo), 2 (malo), 3 (ni me gusta, ni me desagrada), 4 (bueno) y 5 (muy bueno), mismos datos que se observa en la tabla 15. Estas acciones fueron ejecutadas en las instalaciones de la Universidad Nacional de Chimborazo, en la Facultad de Ingeniería en la Carrera de Agroindustria. El test utilizado para el análisis de aceptabilidad se observa en el Anexo 5.

A través de los resultados obtenidos de las 60 encuestas aplicadas, se desarrolla una comparativa entre el promedio de cada tratamiento mediante los parámetros a estudiar, para ello se aplica un diagrama de telaraña o gráfica radial que se visualiza en las figuras 2, 3, 4 y 5

**Tabla 15**

*Valor promedio de los parámetros en cada tratamiento*

	<b>T1 (C482)</b>	<b>T2 (S361)</b>	<b>T3 (P613)</b>
<b>Color</b>	4.33	4.18	4.03
<b>Sabor</b>	3.5	4.03	3.72
<b>Textura</b>	3.82	4.1	3.73
<b>Olor</b>	3.47	3.65	3.65

**Nota.** Los datos fueron obtenidos de las puntuaciones de las 60 encuestas aplicadas

**Figura 2**

*Diagrama de telaraña comparativa de los tratamientos T1, T2, T3*



Al analizar los distintos gráficos, se puede mencionar que el T3 es inferior en comparación con el resto de tratamientos, esto debido que su valoración en los parámetros olor, textura y sabor van de un rango de 3.5 a 3.7, siendo únicamente rescatable la variable color con un valor de 4.1; así mismo, en T1 se denota que las características textura sabor y olor poseen valores inferiores a 4. Por otro lado, se observa que el T2 es el tratamiento más destacable en cuanto al rango de calificaciones, debido a que logró valores superiores a 4 en los parámetros de sabor, color y textura, mientras tanto en olor posee un valor de 3.65, similar al obtenido en el T3.

#### **4.5 Pruebas físico- químicos del confite**

A través de la normativa establecida por la NTE INEN 2217:2012 primera revisión. Productos de confiterías. Caramelos, pastillas, grajeas, gomitas y turrone, se logró la realización de pruebas físico-químicas de humedad y sacarosa como análisis de control en el

producto, los cuales arrojaron los siguientes resultados descritos en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Análisis físicoquímicos del confite masticable*

Parámetros	Unidad	Min	Max	Valor
Humedad	%	-	25.00	17.8
Sacarosa	%	-	50.00	N/A

**Nota:** N/A= no aplica, - = no existe un valor, Max= valor máximo permisible, Min= valor mínimo permisible.

Mediante el análisis de las características del confite, se demostró que se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa, por ende, cumple con las características de un confite tipo masticable apto para el consumo, además, se puede mencionar que no existe un valor de presencia de sacarosa debido a que se reemplazó el azúcar común por el extracto de jícama.

#### 4.6 Análisis Microbiológicos

Mediante la normativa NTE INEN 2217:2012 que determina los requisitos microbiológicos correspondientes a productos de confitería. caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone, en la cual se puede comparar con los resultados obtenidos en las muestras del confite tipo masticable endulzado con el extracto de jícama que se observa en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Análisis Microbiológicos*

Tratamiento 2 (S361)	Recuento Coliformes Fecales (UFC/ml)	Limite Max. Permisible	Recuento de hongos y levaduras (UFC/ml)	Limite Max. Permisible
1	Ausencia	-	Ausencia	$1,0 \times 10^3$
2	Ausencia	-	1	$1,0 \times 10^3$
3	Ausencia	-	Ausencia	$1,0 \times 10^3$

**Nota:** UFC/ml = Unidades formadoras de colonias/ mililitro; - = no existe un valor

La prueba de recuento de Coliformes fecales y el recuento de hongos y levaduras determinó que las muestras se encuentran dentro de los límites establecidos según la norma antes mencionada.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- A través de distintos procesos de concentración (Térmica, rota-vapor y destilación) se logró obtener el jarabe de jícama, para lo cual fue indispensable tomar en cuenta las distintas etapas críticas del proceso como: el pardeamiento enzimático y la concentración de azúcares, hecho determinante para poder obtener los siguientes resultados: M1 con un rendimiento de 3.36 %, al M2 con 7.33 % y al M3 con 6 %, demostrando que el método más eficiente fue la extracción M2 (Rotavapor).
- Se caracterizó el extracto de jícama, donde se comprobó un porcentaje de 24.05 % de humedad, un pH de 5.48, una acidez titulable de 1.175 % expresada en ácido cítrico, sólidos totales con un porcentaje de 75.95 %, 65 °Brix y un total de ceniza de 2.92 %. También presentó características organolépticas como un sabor dulce con toques ligeramente ácidos, una tonalidad marrón amarillenta y de consistencia viscosa.
- Se realizaron 3 formulaciones de confites tipo masticable, en las cuales se reemplazó de manera parcial los azúcares convencionales por un extracto dulce con bajo aporte calórico, en cada tratamiento se distribuyeron diferentes cantidades de sucralosa y el extracto de jícama: T1 100 % extracto de jícama; T2 99.97 % extracto de jícama + 0.03 Sucralosa; T3 99.98 % extracto de jícama+ 0.02 % Sucralosa, para de esta manera poder determinar la aceptabilidad del producto, mediante la aplicación de pruebas sensoriales a través de un panel de 60 catadores no entrenados, que evaluaron variables organolépticas como olor, color, textura y sabor del confites, donde se pudo obtener una serie de datos numéricos, que, a través de análisis en diagramas de telaraña, se identificó que el tratamiento T2 fue el más aceptado frente a los tratamientos T1 y T3.

## **RECOMENDACIONES**

- En la obtención del jarabe de jícama, un subproducto no aprovechado es el bagazo residual del tubérculo, los cuales contienen gran cantidad de fibra dietética, fibra cruda, proteína y otros componentes, los mismos que son desechados sin ser consciente del valor nutricional que contiene, es por ello que se recomienda un plan de manejo para la utilización adecuada de ese residuo, con el cual se pueda generar un subproducto de valor a la sociedad donde se dé a conocer las propiedades nutricionales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, R., González, H., & Montenegro, A. (2019). Extracción y determinación del contenido de fructanos del tipo inulina del yacón (*Smallanthus sonchifolius*): esquema tecnológico para su producción industrial. *SciELO*, Vol. 39(no.1), 8. doi:ISSN 2224-6185
- Amaguaña Rojas, F. J., & Churuchumbi Rojas, E. F. (2018). Estandarización fitoquímica del extracto de caléndula (*Calendula officinalis*).
- Angulo Alcívar, M. C., & Cedeño Rodríguez, J. K. (2023). *Evaluación de dos métodos de extracción a partir de tres plantas silvestres por dos tipos de cromatografía* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
- Arvizu, D., Rodriguez, G., Montes, N., Alemán, S., Soler, A., Montes, N., & Tellez, L. (2016). Determinación y cuantificación de azúcares totales en jarabes de sorgo dulce y cañero y una variedad experimental. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Vol. 1( No. 2), 6. doi:679-684
- Bustamante, M., & Iturralde, M. (2020). *Elaboración de gomitas confitadas a partir de mucílago del melloco (*Ullucus tuberosus*)* (Doctoral dissertation, Tesis de Grado. Universidad de Ecuador, Guayaquil–Ecuador).
- Cabrera, B., & Ruiz, T. (2018). Elaboración de una bebida energizante a base de plantas naturales Yacon (*Smallanthus Sonchifolius*), Aguaymanto (*Physalis Peruviana*) y guaraná (*Paullinia Cupana*). *Facultad de Ingeniería Agroindustrial*, 35. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3406/49258.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>
- Caicedo Rivas, Y. G. (2019). Tiempo y temperatura de deshidratación de la remolacha (*Beta vulgaris*) en las características físico-químicas del edulcorante (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
- Cazar Villacís, I. M. (2016). *Análisis físico-químico para la determinación de la calidad de las frutas* (Bachelor's thesis, PUCE).
- Chávez, J. (2020). Elaboración y caracterización de un jarabe de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) procedente de la provincia de Huancabamba. Ingeniería Industrial. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Piura. Piura. Perú.
- Chiluisa, A. B. M. (2015). Estudio del efecto de la hidrólisis enzimática en la obtención de un jarabe de glucosa y fructosa a partir del plátano maduro (*Musa paradisiaca*) (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Carrera de Ingeniería en Alimentos).

Cloud Software Group Inc. (18 de 02 de 2022). *TIBCO*.  
Obtenido de <https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-analysis-of-variance-anova>

Colección: Resultado de la investigación. (2019). Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica con software SPSS, MINITAB Y EXCEL. Eidec.

Contreras, E., & Purisaca, J. (2018). *Repositorio UNS*. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3060/47077.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>

Correa, E. (2022). *Repositorio Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/26160/1/UCE-FCQ-CQA-CORREA%20ESTE FFANY.pdf>

ESTRADA, L. G. R. (2018). ELABORACIÓN DE JARABE RICO EN FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS A PARTIR DE YACÓN PRODUCIDO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA: Proyecto de Grado (Modalidad Investigación aplicada). *Repositorio UAJMS*.

Garzón-García, A. M., Dussán-Sarria, S., & Melo-Sevilla, R. E. (2018). Estudio de la Variación de Parámetros de Color del Yacón utilizando un Prototipo de Medición de Color y Temperatura. *Información tecnológica*, 29(6), 75-82.

González Rodríguez, N. C. (2021). Evaluación del efecto prebiótico del extracto de yacón (*smallanthus sonchifolius*) en la viabilidad de *lactobacillus* sp bajo condiciones gastrointestinales humanas simuladas in vitro.

HIDALGO, J. R. (s.f.) OPERACIONES FÍSICAS, BÁSICAS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS.

Kina Noborikawa, M. (2016). Optimización de los procesos de extracción de fructooligosacáridos y clarificación del extracto acuoso de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl.).

López Yáñez, G. A. (2019). *Estudio del yacón o jícama andina: historia, usos y conocimiento colectivo* (Bachelor's thesis, Quito).

Mendez, A. S., Malpica, E., Rojas, T., Palacios, G., Paitan, E., Carhuallamqui, S., & Norabuena, E. (2019). Desarrollo y caracterización de un helado dietético a base de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) con características funcionales. *FUNCTIONAL FOOD*

*SCIENCE AND TECHNOLOGY JOURNAL*, 1(2), 163-172.

Méndez, L. C., & Pineda, A. M. C. (2018). Yacón como planta promisoría en el manejo de enfermedades. *Investigaciones andinas*, 20(36), 145-157.

Mina, J., Rivas, C., & Torres, F. (2016). Efectos de la sustitución total y parcial de sacarosa por oligosacáridos extraídos a partir de jícama en la elaboración de productos de panadería. *Tierra Infinita*, 2(1), 88-100.

Ministerio de agricultura y riego - Perú. (2019). *INIA - Instituto Nacional de Innovación Agraria*. Obtenido de <http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1056/1/Manual%20de%20manejo%20agron%20del%20yac%20sonchifolius%2028Poepp.%20%26%20Endl.%29%20H.%20Robinson%29..pdf>

Minitab LLC. (2022). *Soporte de Minitab 21*. Obtenido de

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/statistical-modeling/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>

MSP (2021). Ministerio de Salud: prevención y autocuidado son claves para controlar la diabetes. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/ministerio-de-salud-prevencion-y-autocuidado-son-claves-para-controlar-la-diabetes/>

Montenegro Cepeda, A. C. (2017). *Determinación del contenido de inulina en el yacón (Smallanthus sonchifolius) y diseño del proceso de extracción* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

NARVAEZ. G. L. V. (2020). *PRODUCCIÓN DE HARINA DE JÍCAMA (Smallanthus sonchifolius) PARA LA FORMULACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDA CON HARINA DE QUÍNOA (Chenopodium quinoa Willd)* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).

NTE INEN 2217:2012. (2012). Obtenido de Norma Técnica Ecuatoriana: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2217-1.pdf>

Olarte Pardo, D. C., & Rojas Otálora, J. (2022). *Desarrollo de un endulzante natural a base de yacón (Smallanthus Sonchifolius) dirigido a personas con limitaciones en la ingesta de azúcar convencional y propuesta para su proceso de producción* (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).

OPS. (14 de noviembre de 2022). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de <https://www.paho.org/es/noticias/11-11-2022-numero-personas-con-diabetes-americanas-se-ha-triplicado-tres-decadas-segun>

- Rosales Cornejo, Y., & Pinto Maguiña, L. G. (2017). Comparación de dos métodos tecnológicos para obtención de miel de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) utilizando un concentrador a presión de vacío y una marmita a presión atmosférica.
- Robison, H. (2019). Manual de manejo agronómico del yacón. Ministerio de Agricultura y Riego, 13.
- Rodríguez, L., Bello, L., & Hernández, J. (09 de Junio de 2015). Scientific Electronic Library Online. Obtenido de Obtencion de jarabe fructososo a partir de almidón de plátano: [www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442008000500011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442008000500011&script=sci_arttext)
- Romero Hervas, W. A. (2019). Estudio comparativo químico de extractos de *Corynaea crassa* por los métodos de maceración y percolación (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas). <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39988>
- Silvia, C. (2014). “Uso de Extractos Vegetales Acuicos como Estrategia Alternativa para el Control Poscosecha de *Monilinia Fructicola*, Agente Responsable de la Podredumbre Morena de los Frutales de Carozo” [ Tesis de grado, Universidad Nacional de Cuyo]. [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/6465/tesislicenciaturabromatologia-monardez-2014.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6465/tesislicenciaturabromatologia-monardez-2014.pdf)
- Ulloa Martinez, E. F. (2023). Efecto hipoglucemiante del extracto etanólico de la raíz de *Smallanthus sonchifolius* (yacón) en ratas diabéticas.
- Tituaña, G. (2013). Estudio Del Proceso de Obtención de Extractos de Plantas Medicinales Cultivadas Por La Asociacion Flor de Campo En La Estancia y Mushukwiñary En Tambalo de Pasa Para Promover Su Desarrollo. Unuversidad Técnica de Ambato. FCIAL, trabajo de investigación.
- Torrez, D. L. (2017). Valorizacion de la raiz de yacon: Obtencion de un jarabe rico en fructooligosacaridos. Universidad Privada Boliviana, Vol 1(N7), 12. doi:ISSN 2518-4431
- Zardini, E. (1991). Ethnobotanical notes on “Yacon,” *polymnia sonchifolia* (Asteraceae). *Economic Botany*, 85.
- Tech, T. f. (2020). Extractos vegetales: la evidencia de su actividad. <https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/extractos-vegetales-la-evidenciade-su-actividad/>
- Vargas Roa, A. (2019). Diseño de un endulzante natural en polvo bajo en calorías a partir de la liofilización del jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Universidad de los Andes.
- Zardini, E. (1991). Ethnobotanical notes on “Yacon,” *polymnia sonchifolia* (Asteraceae). *Economic Botany*, 45(1), 72-85.

## ANEXOS

### Anexo1: Fotografías obtención extracto de jícama



Ilustración 1:  
Selección del tubérculo



Ilustración 2:  
Primer pesaje



Ilustración 3:  
Escaldado



Ilustración 4  
Segundo pesaje



Ilustración 5:  
ácido ascórbico



Ilustración 6:  
Troceado



Ilustración 7:  
Primer filtrado



Ilustración 8:  
Concentración M1

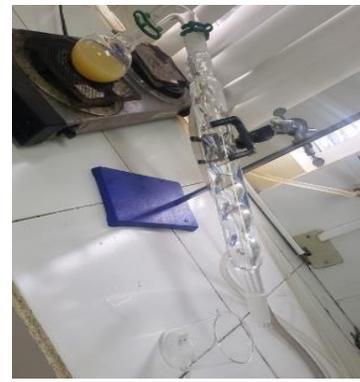


Ilustración 9:  
Destilación M

## Anexo 2: Análisis Físico- químicos y microbiológicos



Ilustración 10:  
Muestra jarabe jicama



Ilustración 11:  
Análisis de cenizas



Ilustración 12:  
Muestras secas



Ilustración 13:  
Pesaje de muestras



Ilustración 14:  
Análisis acidez

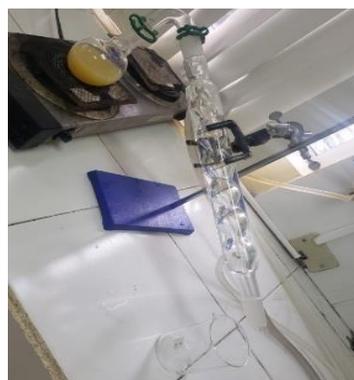


Ilustración 15:  
Destilación

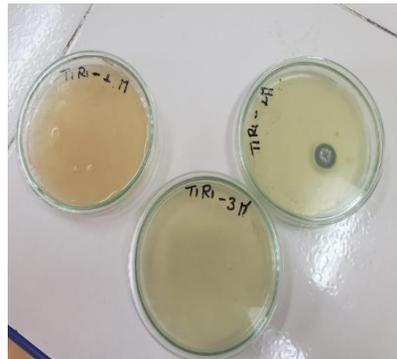
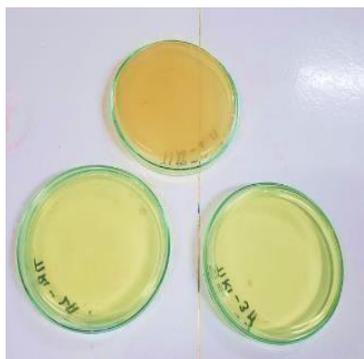


Ilustración 16-17: Análisis microbiológico



Ilustración 18: Rotavapor



Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2217:2012**

**Primera revisión**

---

**PRODUCTOS DE CONFITERÍA. CAMELOS, PASTILLAS,  
GRAGEAS, GOMITAS Y TURRONES. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

CONFECTIONERY PRODUCTS. CANDIES, PILLS, SUGAR COATED, GUMS AND NOUGATS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

**DESCRIPTORES:** Tecnología de los alimentos, azúcar, productos de azúcar, almidón, productos de confitería, dulces, confites, caramelos, pastillas, grageas, gomitas, turrones, requichos.  
AL 02.09-401  
CDU: 664.14  
CIS: 3119  
ICS: 67.180.10

**Anexo 4: CXS 212-199**

# CODEX ALIMENTARIUS

NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



Organización  
Mundial de la Salud

E-mail: [codex@fao.org](mailto:codex@fao.org) - [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org)

## NORMA PARA LOS AZÚCARES<sup>1</sup>

CXS 212-1999

Adoptada en 1999. Enmendada en 2001 y 2019.

---

<sup>1</sup> Esta Norma reemplaza las normas para el azúcar blanco, azúcar en polvo, azúcares blancos, dextrosa anhidra, dextrosa monohidrato, dextrosa en polvo, jarabe de glucosa, jarabe de glucosa deshidratada, lactosa y fructosa.

Anexo 5: Ficha de evaluación sensorial



|  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**



**DATOS PERSONALES:**

Género:                      Masculino \_\_\_                      Femenino: \_\_\_

La siguiente evaluación sensorial tiene como objetivo calificar e identificar los gustos e inclinaciones sobre un confite tipo masticable endulzado con un extracto de jicama para determinar el mejor producto mediante una escala numérica del 1 al 5, donde 1 es muy malo y 5 muy bueno que será señalado con una X en el lugar correspondiente. De antemano se agradece su colaboración.

Método Sensorial						
Codigo Tratamiento	Característica sensorial	Escala numérica de evaluación				
		5	4	3	2	1
C482	Color					
	Olor					
	Textura					
	Sabor					
S361	Color					
	Olor					
	Textura					
	Sabor					
P613	Color					
	Olor					
	Textura					
	Sabor					

Anexo 6: Análisis Laboratorio EcuChemL



**EcuChemLab**  
Laboratorio Químico y Microbiológico del Ecuador

**INFORME DE RESULTADOS**

INF.AFQ.18916a

**DATOS DEL CLIENTE**

Clientes:	LISETTE KAROLINA GARCIA REVELO
Dirección:	SANGOLQUI
Teléfono:	0969371604

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Nombre de la Muestra:</b>	JARABE DE JICAMA	<b>Lote:</b>	X
<b>Tipo de muestra:</b>	JARABE	<b>Fecha elaboración:</b>	07-MARZO-2023
<b>Muestreado por:</b>	CLIENTE	<b>Fecha vencimiento:</b>	07-SEP-2023
<b>Color:</b>	CARACTERISTICO	<b>Contenido declarado:</b>	48.10ml
<b>Olor:</b>	CARACTERISTICO	<b>Contenido concentrado:</b>	48.10ml
<b>Estado:</b>	LIQUIDO	<b>Fecha de recepción:</b>	2023-03-20
		<b>Hora de recepción:</b>	15:36:31
		<b>Fecha análisis:</b>	2023-03-23
		<b>Fecha entrega:</b>	2023-03-23

**RESULTADOS FISICOQUIMICOS**

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE
*SOLIDOS TOTALES	75,95	%	PA-FQ-182	AOAC 920.151	---
*AZUCARES TOTALES	40,12	%	PA-FQ-39	AOAC 977.20 Modificado	---

Nota 1: La información de datos del cliente y de la muestra que afecte a la validez de resultados es proporcionada y exclusiva responsabilidad del cliente y no representa responsabilidad para EcuChemLab Cia. Ltda.  
 Nota 2: Sin la aprobación escrita del Laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad.  
 Nota 3: Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.  
 Nota 4: El resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por laboratorio, EcuChemLab Cia. Ltda., se responsabiliza exclusivamente de los análisis.

  
Guim. Ajm. Jenny Robalno  
JEFE SECCION INSTRUMENTAL

  
Dr. Bradimir Acosta  
GERENTE GENERAL

Los Rumbos 965 y Pía Curay, Miraflores  
Valle de Los Chillos - Quito - Ecuador  
Telf: 023814710, 0983182078 | email: info@ecuachemlab.com.ec

Orden de Trabajo: 18916a  
R-03-4.1/Ed.03