



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN**  
**ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE ALIMENTOS**



---

Elaboración de un dulce de leche endulzado con jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius*).

---

Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, previa a la obtención de Título de Ingeniera en Alimentos, otorgados por la Universidad Técnica de Ambato, a través de La Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**AUTORA:** Jessica Fernanda Tonato Taco

**TUTORA:** Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

**Ambato-Ecuador**

**Septiembre - 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

### **CERTIFICA:**

Que el presente Trabajo de Titulación, ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación, bajo la Modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos Y Grados de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 24 de Julio del 2023

---

Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

C.I. 0501873954

**TUTORA**

## **AUTORIA DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Jessica Fernanda Tonato Taco, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, bajo la modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas



---

Jessica Fernanda Tonato Taco

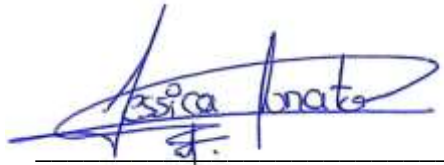
C.I. 0503493124

**AUTORA**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación, o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y realice respetando mis derechos de autor.



Jessica Fernanda Tonato Taco

C.I. 0503493124

**AUTORA**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

---

Presidente del Tribunal

---

Dr. Esteban Mauricio Fuentes Pérez

C.I.1803321502

---

Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

C.I. 1803124294

Ambato, 23 de agosto del 2023

## DEDICATORIA

*Esta tesis es dedicada primeramente a Dios por brindarme sabiduría en cada paso que dí a lo largo de la carrera y por brindarme inteligencia para culminar con una nueva etapa de mi vida.*

*A mi madre Gloria Taco que me ha brindado su apoyo incondicional en toda mi vida, el camino no ha sido fácil, ha sido bastante largo, pero siempre ha sido mi gran ejemplo de constancia y dedicación, preocupándose por darme una comida para no enfermarme, dándome sus palabras de aliento para no desvanecer, haciendo de mí una chica noble de buen corazón dispuesta a cumplir todos sus sueños.*

*A mi hermana Zhaira y mi hermano Flavio que siempre me han estado brindando felicidad, ayudándome en cualquier momento que los necesitaba, son mi motor para seguir luchando.*

*A mi abuelito Manuel que ha estado dándome buenos consejos desde niña, indicándome que la vida es complicada, pero que los sueños se cumplen y más si lo deseas de corazón.*

*A mi abuelita Aurora que ha sido como si segunda madre, ha cuidado de mí y siempre ha estado dispuesta a ver por mi bienestar, con una palabrita siempre me hacía animar y reír, aunque ya no este conmigo, desde el cielo estará feliz por ver a su nieta cumplir con una nueva etapa en su vida, sé que desde lo más alto me está dando su bendición y guiará mis pasos.*

*A Jefferson por apoyarme en los buenos y malos momentos, ayudándome a estudiar, sacándome una sonrisa, brindándome sus palabras de aliento cuando más lo necesitaba, estar para mí cuando me sentía triste, cuidarme cuando me sentía enferma, con el que he compartido viajes a Riobamba, con el que he probado comida nueva y el que me hizo que me guste la cola, gracias por las experiencias y por ser una persona maravillosa, siempre te llevare en mi corazón y en mis pensamientos.*

**Jessica Tonato**

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a mi tutora Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar por constantemente estar al pendiente, darme su apoyo y poner su confianza en mí para poder cumplir con este sueño anhelado.*

*A la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología y a sus distinguidos docentes que me han formado académicamente, brindándome sus conocimientos para lograr ser una gran ingeniera.*

*A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme sus puertas para estudiar la carrera de Alimento y así lograr formarme como una gran profesional.*

*A mi grupo de amigos Erika, Tati, Abraham, con los que hacíamos los trabajos grupales y terminábamos dejando todo al último, a Abraham por estar siempre con un chocolate endulzándote el día, a Tati por siempre hacerte acuerdo de los papeleos, a Erika por ser nuestra super jefecita, todos juntos hasta el ultimo siempre nos hemos ayudado y apoyado incondicionalmente, cuando veíamos las materias por perdida nos brindábamos palabras de aliento y decíamos que si podíamos y a la final o lográbamos, gracias por su amistad sincera los*

*Mailo y Diego con los que he compartido buenos y malos momento, siempre se quedarán en mi mente y mi corazón, especialmente a mi mejor amigo Diego que nuestra amistad es tan bonita y sincera, con el que nos reímos, nos molestamos, vamos juntos a lugares lejanos como a cabalgar, siempre estamos el uno para el otro, el que me llama a medianoche y me hace salir de mi casa para ir de fiesta, gracias por siempre cuidarme cuando ando malita e irme a ver a lugares lejanos y nunca abandonarme*

***Jessica Tonato***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORIA DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b> .....	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>MARCO TEORICO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes investigativos .....	1
1.1.1. Jícama.....	1
1.1.1.1. Taxonomía.....	2
1.1.1.2. Beneficios de la jícama.....	3
1.1.1.3. Utilización .....	5
1.1.1.4. Edulcorante.....	5
1.1.2. Leche.....	6
1.1.3. Dulce de leche.....	7
1.1.3.1. Reacción de Maillard.....	9
1.2. Objetivos .....	10
1.2.1. Objetivo General.....	10
1.2.2. Objetivos específicos .....	10
1.3. Hipótesis.....	11
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>12</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>12</b>



2.1. Materiales .....	12
2.1.1. Materia prima.....	12
2.1.2. Materiales de laboratorio y utensilios.....	12
2.1.3. Equipos .....	12
2.1.4. Reactivos.....	13
2.2. Métodos .....	13
2.2.1.1. Caracterización de jícama.....	13
2.2.1.2. Caracterización de leche .....	13
2.2.1.3. Jarabe de jícama.....	14
2.2.1.4. Dulce de leche.....	14
2.2.2. Identificación de la mejor formulación mediante análisis sensorial de las principales características del producto.....	15
2.2.2.1. Análisis Sensorial .....	15
2.2.2.2. Diseño experimental .....	15
2.2.2.3. Hipótesis .....	16
2.2.3. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y el costo de la mejor formulación obtenida por evaluación sensorial.....	16
2.2.3.1. Sólidos totales.....	16
2.2.3.2. Determinación de Humedad .....	17
2.2.3.3. Cenizas .....	17
2.2.3.4. Determinación de Grasa .....	18
2.2.3.5. Determinación de Acidez Titulable.....	18
2.2.3.6. Determinación de pH.....	18
2.2.3.7. Determinación de Densidad .....	19
2.2.3.8. Determinación de viscosidad.....	19
2.2.3.9. Análisis económico .....	21
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>22</b>

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
3.1. Análisis y discusión de resultados .....	22
3.1.1. Análisis sensorial .....	22
3.1.1.1. Sabor .....	22
3.1.1.2. Color .....	23
3.1.1.3. Textura .....	24
3.1.1.4. Olor .....	25
3.1.1.5. Aceptabilidad .....	26
3.1.3. Análisis Fisicoquímicos .....	28
3.1.4. Análisis económico .....	31
3.1.5. Verificación de hipótesis .....	32
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>33</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
4.1. Conclusiones .....	33
4.2. Recomendaciones .....	34
<b>C. MATERIALES DE REFERENCIA.....</b>	<b>35</b>
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía de jícama.....	<b>3</b>
<b>Tabla 2.</b> Contenido nutricional de jícama (100g).....	<b>4</b>
<b>Tabla 3.</b> Formulación base de dulce de leche.....	<b>15</b>
<b>Tabla 4.</b> Análisis fisicoquímicos del tratamiento destacado.....	<b>28</b>
<b>Tabla 5.</b> Valor unitario de dulce de leche.....	<b>31</b>

<b>Tabla 6.</b> Cantidad de sólidos totales del tratamiento destacado.....	<b>42</b>
<b>Tabla 7.</b> Cantidad de humedad del tratamiento destacado.....	<b>42</b>
<b>Tabla 8.</b> Cantidad de cenizas del tratamiento destacado.....	<b>43</b>
<b>Tabla 9.</b> Cantidad de acidez del tratamiento destacado.....	<b>43</b>
<b>Tabla 11.</b> Cantidad de densidad del tratamiento destacado.....	<b>43</b>
<b>Tabla 12.</b> Materiales indirectos y directos para el proceso de elaboración de la mejor formulación de dulce de leche.....	<b>44</b>
<b>Tabla 13.</b> Utensilios y equipos para el proceso de elaboración de la mejor formulación de dulce de leche.....	<b>44</b>
<b>Tabla 14.</b> Suministros utilizados en el proceso de dulce de leche.....	<b>44</b>
<b>Tabla 15.</b> Intervención del personal.....	<b>45</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Jícama ( <i>Smallanthus Sonchifolius</i> ).....	<b>1</b>
<b>Figura 2.</b> Planta de jícama ( <i>Smallanthus Sonchifolius</i> ).....	<b>2</b>
<b>Figura 3.</b> Esquema de reacción de Maillard.....	<b>10</b>
<b>Figura 4.</b> Análisis de sabor del dulce de leche.....	<b>23</b>
<b>Figura 5.</b> Análisis de color del dulce de leche.....	<b>24</b>
<b>Figura 6.</b> Análisis de textura del dulce de leche .....	<b>25</b>
<b>Figura 7.</b> Análisis de olor del dulce de leche.....	<b>26</b>
<b>Figura 8.</b> Análisis de aceptabilidad de dulce de leche.....	<b>27</b>
<b>Figura 9.</b> Índice de aceptabilidad de dulce de leche.....	<b>28</b>
<b>Figura 10.</b> Viscosidad del dulce de leche.....	<b>30</b>
<b>Figura 11.</b> Jarabe de jícama.....	<b>40</b>
<b>Figura 12.</b> Dulce de leche con jarabe de jícama.....	<b>40</b>

<b>Figura 13.</b> Análisis de grasa.....	<b>41</b>
<b>Figura 14.</b> Análisis de viscosidad.....	<b>41</b>
<b>Figura 15.</b> Análisis de ceniza y sólidos totales.....	<b>42</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

El dulce de leche es conocido por ser un alimento lácteo endulzado con aproximadamente 30 – 50 por ciento de azúcar refinada, lo cual, preocupa a los consumidores por su impacto en la salud. El presente estudio se enfocó en la fabricación de un dulce de leche endulzado en su totalidad con jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius*), con la finalidad de mejorar su valor nutricional.

Para la elaboración del dulce de leche primero se elaboró el jarabe de jícama de distintas concentraciones (49.6, 59.2, 66.1 y 87.5) de grados brix respectivamente y luego se realizó el dulce de leche con las diferentes concentraciones de jarabe. El jarabe de jícama es un edulcorante que brinda un gran contenido de minerales.

Los resultados obtenidos mostraron una diferencia significativa entre tratamientos, indicando que el jarabe de jícama si afecta las características organolépticas del producto. El tratamiento con mejor formulación en base a análisis sensorial fue el dulce de leche endulzado con jarabe de jícama concentrado al 87.5 grados brix, pues es el más aceptado por los catadores. Los valores de análisis fisicoquímicos obtenidos fueron sólidos totales 60.65 más menos 1.15 por ciento, humedad 39.24 más menos 1.72 por ciento, cenizas 2.59 más menos 0.04 por ciento, grasa 6.5 por ciento, pH 6.7 más menos 0.36, densidad 1.43 más menos 0.12 y viscosidad inicial 35000 mega pascales por segundo estos valores fisicoquímicos se encuentran en el rango establecido por normativa NTE INEN 700 a excepción de humedad y cenizas que en el producto elaborado fueron mayores.

**Palabras clave:** dulce de leche, jarabe, jícama, FOS, pardeamiento no enzimático, tubérculos andinos, productos lácteos.

## ABSTRACT

Dulce de leche is known to be a dairy food sweetened with approximately 30-50 percent refined sugar, which is of concern to consumers because of its impact on health. The present study focused on the production of a dulce de leche sweetened entirely with jicama syrup (*Smallanthus sonchifolius*), with the aim of improving its nutritional value.

To make the dulce de leche, jicama syrup was first made with different concentrations (49.6, 59.2, 66.1 and 87.5) of brix degrees respectively, and then the dulce de leche was made with the different concentrations of syrup. Jicama syrup is a sweetener that provides a high mineral content.

The results obtained showed a significant difference between treatments, indicating that jicama syrup does affect the organoleptic characteristics of the product. The treatment with the best formulation based on sensory analysis was the dulce de leche sweetened with concentrated jicama syrup at 87.5 degrees brix, as it is the most accepted by the tasters. The physicochemical analysis values obtained were total solids 60.65 plus minus 1.15 percent, moisture 39.24 plus minus 1.72 percent, ash 2.59 plus minus 0.04 percent, fat 6.5 percent, pH 6.7 plus minus 0.36, density 1.43 plus minus 0.12 and initial viscosity 35000 mega pascals per second. These physicochemical values are within the range established by NTE INEN 700, except for moisture and ash, which were higher in the processed product.

**Keywords:** dulce de leche, syrup, jicama, FOS, non-enzymatic browning, Andean tubers, dairy products.

## CAPÍTULO 1

### MARCO TEORICO

#### 1.1. Antecedentes investigativos

##### 1.1.1. Jícama

La jícama (*Smallanthus Sonchifolius*) es una fuente rica en FOS (fructoligosacáridos), procedente de las regiones andinas, es cultivada de 2100 – 3000m sobre el nivel del mar, su aspecto por fuera es café oscuro, por dentro blanca con una forma quebradiza parecida al de una pera o una papa cruda, su cáscara es áspera y gruesa, posee inulina y su rendimiento es del 12% (Huda et al., 2023).

Es originaria de Ecuador y Perú, su cultivo ha sido utilizada por los indígenas por las propiedades medicinales y nutritivas que brinda. Cuando llegaron los españoles trasladaron la planta a diversos países, como Brasil, Estados Unidos y Japón. En Ecuador su producción es en Tungurahua, Imbabura, Cañar, Cotopaxi, Azuay, Chimborazo, Loja. Normalmente este producto se consumía en fresco o se colocaba en alimentos preparados para endulzarlos, su contenido rico en FOS ha generado atención en diversos países como sustituto natural del azúcar (Narvaez, 2020).



**Figura 1.** Jícama (*Smallanthus Sonchifolius*)  
**Fuente:** (Villacrés et al., 2013)

### 1.1.1.1. Taxonomía

Sus nombres comunes son yacón, llacón, aricona, jícama o jíquima, su planta es perenne tiene 1.5-2.5 m de rango altitudinal, su altitud de producción es de 2400-3000msnm en el bosque andino, sus tallos son subangulares, cilíndricos con contenido de ramas, además su sistema radial contiene raíces carnosas con tamaño de 25 cm, internamente tiene raíces reservantes que sus características son fusiformes con peso de 50-100 g, con coloración crema y raíces fibrosas que tiene el poder de absorber los nutrientes y agua, sus tallos tardan en crecer 5 meses (**Gori et al., 2022**).

Las hojas son grandes tipo palmeadas, de coloración verde oscuro, son triangulares, sus semillas son negras, tiene flores centrales y externas, las primeras su largo mide 8 mm, son amarillas oscuras y las segundas tienen longitud de 10 a 15 mm, son anaranjadas, las apariciones de las flores empiezan aproximadamente en los 5 meses (**Narvaez, 2020**).



**Figura 2.** Planta de jícama (*Smallanthus Sonchifolius*)  
**Fuente:** (Villacrés et al., 2013)



**Tabla 1.** Taxonomía de jícama

<b>Reino</b>	<b>Plantae (Plantas)</b>
División	Magnollophyta (Con flor)
Clase	Magnolliopsida
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae (Asteráceas)
Género	Smallanthus
Especie	Sonchifolius

**Fuente:** (Narvaez, 2020)

#### **1.1.1.2. Beneficios de la jícama**

La jícama es considerada como prebiótico por la capacidad que tiene de nutrir a las bacterias benéficas y de reducir el crecimiento de bacterias dañinas que se encuentran en la flora intestinal, su capacidad antioxidante es de 144  $\mu\text{m}$  trolox/ g de muestra seca, que en la dieta será beneficiosa porque ataca los radicales libres que causan el cáncer, las cataratas y el envejecimiento. Se estima que es un rehidratante natural por el contenido de azúcares y minerales, se podría optar como opción para plantear dietas de regímenes especiales por su bajo contenido calórico que es 5.32 kcal/100 ml (**Rahim et al., 2021**).

La jícama tiene bajo contenido de grasa y calorías, la cantidad de potasio presente ayuda en la función muscular y a equilibrar electrolitos, un 80% de su contenido corresponde a oligofructanos que tienen enlaces  $\beta$  (2-1) indicando la resistencia contra hidrólisis (**Villacrés et al., 2013**). Es rica en inulina y fructooligosacáridos (FOS) quienes tienen la capacidad de atravesar el tracto digestivo sin que exista metabolismo, son naturalmente orgánicos, localizados en verduras y frutas, se utiliza como azúcares naturales, pues contiene enlaces glucosídicos y monosacáridos de 2 hasta 10 unidades, su dulzor está en un rango de 30% a 50% por lo que se puede preparar jarabes sin ningún inconveniente (**Rahim et al., 2021**).

**Rahim et al.(2021)** indican que viajan ilesos desde el intestino delgado hasta llegar al grueso, en el tracto gastrointestinal los compuestos estimulan la actividad y el crecimiento de probióticos influyendo el funcionamiento del intestino mediante fermentación, contiene menos calorías que la sacarosa por lo que son buenas para preparar dietas de diabéticos e hipocalóricas. A continuación, se detalla su contenido nutricional:

**Tabla 2.** Contenido nutricional de jícama (100g)

<b>Propiedades</b>	<b>Valor</b>
Agua	89.21 %
Azúcar	6.4 g
Minerales	3.73%
Grasa	0.2 g
Carbohidratos	15.6g
Proteína	0.7 g
Fibra	3.9 g
Potasio	200 mg
Hierro	0.6 mg
Magnesio	12 mg
Calcio	20 mg
Calorías	69 cal
Vitamina C	7.6 mg corresponde al 13% del valor recomendado a diario

**Fuente:** (Villacrés et al., 2013).

### **1.1.1.3.Utilización**

Por ser un tubérculo se usa en alimentación humana, puede consumirse de diversas maneras como en jugos, en fresco, e ensaladas, como suplemento o en polvo. En algunos países consumen el té de las hojas, reportando una disminución del estrés y presión arterial. En la parte industrial la Jícama puede usarse para la producción de panela, alcohol, refrescos por ser un edulcorante dietético, se reportan procedimientos en los cuales se exponen al sol por aproximadamente 8 días para que surja la hidrólisis e incrementar su dulzor. Las raíces y hojas suele utilizarse como forraje por la proteína que poseen (12 a 18), generan mejoras en el pelo del animal (**Narvaez, 2020**).

### **1.1.1.4. Edulcorante**

**Nicoluci et al. (2022)** menciona que a los edulcorantes se le conoce como aditivos alimentarios es decir que son aquellos componentes incorporados deliberadamente en la formulación de la producción del alimento con la finalidad de cambiar las propiedades químicas, biológicas, físicas o sensoriales, pero no las nutritivas.

**Bohórquez et al. (2021)** indica que son productos fabricados para sustituir el empleo de carbohidratos, su uso en el mercado se ha dado por décadas, pues el primero en ser descubierto fue la sacarina en 1879 y en 1901 fue insertada en el mercado, se la distingue por la capacidad de brindar dulzor de 200 a 700 veces más que el azúcar habitual. Pueden agregarse a cualquier alimento permitiendo la disminución de consumo de azúcar y manteniendo sus características de sabor y palatabilidad (**Cavagnari, 2019**).

Los edulcorantes pueden dividirse en nutritivos y no nutritivos, los primeros que son los que brindan valor energético y los últimos aportan poco o nada de energía, también puede clasificarse por la intensidad edulcorante, siendo los de baja o poca intensidad los que son menores o iguales a la sacarosa y los que tienen el poder de endulzar diez veces más que la sacarosa son denominados de alta o gran intensidad (**Nicoluci et al.,**

2022). Así mismo se tienen los no calóricos que son compuestos que pueden reemplazar el azúcar en los alimentos para reducir la ingesta de calorías (**Cavagnari, 2019**). Los nutritivos son los azúcares simples y derivados de alimentos naturales entre ellos el jarabe de maíz y en los no nutritivos se encuentran los artificiales que se dividen en sacarina, sucralosa, aspartame y los naturales divididos en taumatina, esteviol y mogrósidos, todos extraídos de plantas que suministran un sabor dulce diferente al azúcar (**Stephens et al., 2018**).

Los edulcorantes no calóricos ingresaron en las empresas de alimentos hace más de un siglo, teniendo éxito en su uso por la creencia de brindar beneficio a la salud como el de modificar el exceso de glucosa en la sangre y reducir el peso (**Bueno et al., 2019**). En el caso de los edulcorantes artificiales contienen un dulzor más intenso que otro edulcorante natural, por ello se puede consumir en cantidades menores y la ingesta calórica será baja o inexistente (**Gesteiro et al., 2018**).

**Chughtai et al. (2020)** indica que los edulcorantes artificiales poseen sabores semejantes a la glucosa, fructosa y sacarosa, los que son de intensidades altas su dulzor es de 50 a 100 veces más que la sacarosa, sin embargo, también menciona que la sacarina causa daño metabólico y digestivo al cuerpo si su consumo es frecuente.

### **1.1.2. Leche**

La leche es un producto básico que nació con la domesticación de los animales debido a que se les hizo más fácil a las personas recolectarlo para consumo propio, actualmente su consumo es mundial por el aporte de nutrientes que brinda al consumidor, haciendo que su demanda se incremente cada año (**Perin et al., 2019**).

Según **Toledo et al. (2019)** los principales componentes esenciales de la leche son grasa, lactosa, agua y proteína. Dependiendo de la genética del animal va a variar su composición, en el caso de la grasa va a desarrollarse como glóbulos con un diámetro

que va de 0,1 y 20  $\mu\text{m}$ , existiendo un aproximado de 10 billones por cada litro de leche. Su coloración es blanquecina debido a la refracción que produce la radiación luminosa al entrar en contacto con los coloidales, contiene sustancias grasas y cuatro constituyentes principales entre ellos se encuentra las proteínas, sales, lípidos y glúcidos (**Alais, 2022**).

Según **Alais (2022)** la leche dependiendo del cuidado del animal tiene distinta composición química y física, se diferencia por su alto contenido de caseína y por los ácidos volátiles, contiene una mezcla de sustancias como es la lactosa, caseínas, albuminas, los glicéridos y sales que se encuentran en distintos estados como solución, suspensión y emulsión.

Dependiendo del medio se forman ciertas fases, entre ellas se encuentra la nata que es la materia grasa agrupada ocasionada por la gravedad a temperatura ambiente, la cuajada resultado de la coagulación de la caseína por el efecto microbiano o enzimático y el suero donde contiene toda la parte soluble que fue separada del cuajo (**Alais, 2022**).

Debido a la composición que contiene la leche se desarrollaron una variedad de productos lácteos y junto a ello una cantidad de equipos variados para su fabricación, la serie de pasos para su producción, posibilita, la contaminación microbiana de la leche al momento de transportarla, por tanto el control de este tipo de microorganismos es importante para fabricar un producto de buena calidad sin ningún tipo de patógeno (**Perin et al., 2019**).

### **1.1.3. Dulce de leche**

Se denomina dulce de leche al producto fabricado a partir de la incorporación de azúcar a la leche, la misma que es calentada de manera controlada, provocando una coloración café similar al caramelo y un sabor dulce. Este producto se consume y se vende en la

mayoría de países latinoamericanos, dependiendo del país su composición y fabricación va a variar (**Vargas et al., 2021**). La concentración o grados brix adecuada se puede alcanzar mediante tratamientos térmicos o con presión negativa, la consistencia del producto es homogénea y cremosa, el sabor es bastante peculiar y no deben ser perceptibles los cristales existentes en la boca (**Silva et al., 2020**). La conservación del producto está dada por la evaporación ejercida y por la agregación de azúcar (**Silva et al., 2020**).

El dulce de leche empezó su fabricación de manera casera, con el tiempo su desarrollo en la industria avanzó rápidamente, convirtiéndose en un alimento popular por su textura, sabor y color característico debido al pardeamiento no enzimático que sufre en todo su proceso **Rodríguez et al. (2019)**, menciona que el color es el atributo más esencial de influencia sobre el consumidor. El mayor productor de dulce de leche es Argentina con un total de 100 millones de toneladas por año, de los cuales son exportadas 4 mil, seguido por Uruguay que produce más de 15 millones de toneladas y exporta 3 mil al año (**Durço et al., 2021**).

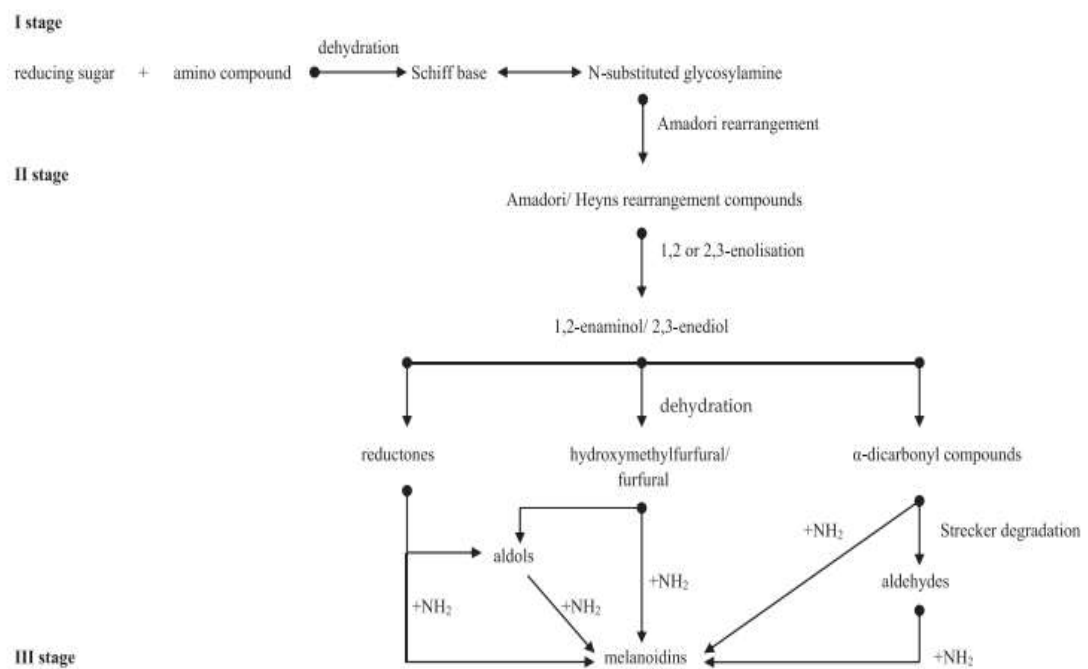
**Winter (2021)** menciona que el dulce de leche se obtiene a partir de leche de vaca, en el caso de Argentina este tipo de alimento se considera gastronomía oficial del país, el nombre cambia dependiendo del país, en el caso de Chile es denominado manjar, en México se conoce como cajeta, en Brasil y Uruguay es denominado doce de leite, etc. La grasa que tiene la leche aporta buenas características al producto debido a que contribuye en la cremosidad, apariencia, percepción en boca y suavidad (**Ledomado et al., 2021**). Se genera la reacción de Maillard para el oscurecimiento del producto, el cual provoca lactosa en alta cantidad (10.43%), su enzima(lactasa) permite formar cristales en el producto final y eso permite que las personas que tengan intolerancia a dicho carbohidrato puedan consumirla (**Francisquini et al., 2019**).

### **1.1.3.1. Reacción de Maillard**

La reacción ocasionada por la mezcla de un azúcar reductor, amina, péptido y proteínas es conocida como reacción de Maillard, estas deben encontrarse bajo algunas condiciones de temperatura, pH, actividad de agua y tiempo (**Carneiro et al., 2021**). Esta reacción genera características importantes en los alimentos, especialmente en los atributos sensoriales y fisicoquímicos, su relación directa es con el cambio de color, sabor y aroma, pero se debe tener cuidado al procesar alimentos que sean proteicos debido a que puede crearse varios compuestos tóxicos indeseables si no se tiene un adecuado control en sus condiciones (**Arias & López, 2019**).

**Arias & López (2019)** indica que las etapas para la ejecución de la reacción de Maillard se basan en condensar los azúcares reductores y los grupos aminos para crear la base de Schiff, encargado de formar un ciclo que produce glucosilamina, luego se traslada los productos condensados es decir provoca isomerización de aldosaminas a cetosas y viceversa, hasta esta parte no se manifiesta sustancias pigmentadas.

Por consiguiente surge una reacción de productos trasladados, que mediante enolización se produce la fragmentación y la deshidratación de todo el contenido de monosacáridos, ocasionando la manifestación de colores pardos y olores peculiares, finalmente existe la formación y polimerización de los compuestos coloreados, debido a que las sustancias insaturadas producidas anteriormente son polimerizadas obteniendo melanoidinas que son las responsables de cambiar el aspecto del alimento (**Arias & López, 2019**).



**Figura 3.** Esquema de reacción de Maillard  
**Fuente:** (Arias & López, 2019).

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1. Objetivo General

Elaborar un dulce de leche endulzado con jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius*).

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Desarrollar formulaciones de dulce de leche utilizando diferentes concentraciones de jarabe de jícama.
- Identificar la mejor formulación mediante el análisis sensorial de las principales características del producto.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos y el costo de la mejor formulación obtenida por evaluación sensorial



### 1.3. Hipótesis

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** Los °Brix del jarabe de jícama no afecta las propiedades sensoriales del dulce de leche

**Hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>):** Los °Brix del jarabe de jícama si afecta las propiedades sensoriales del dulce de leche

## **CAPITULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Materiales**

##### **2.1.1. Materia prima**

- Jícama
- Leche
- Bicarbonato de sodio
- Canela

##### **2.1.2. Materiales de laboratorio y utensilios**

- Olla
- Vasos de precipitación
- Matraz
- Capsulas de porcelana
- Cernidor
- Termómetro
- Refractómetro
- Desecador
- Crisol
- Butirómetro
- Picnómetro
- Bureta
- Envases de vidrio

##### **2.1.3. Equipos**

- Extractor domestico
- Estufa
- Mufla
- Cocineta Eléctrica
- Cocina Industrial
- Baño María
- Potenciómetro

- Centrifugadora
- Balanza analítica
- Viscosímetro Quimix

#### **2.1.4. Reactivos**

- Sorbato de potasio
- Pectina
- Hidróxido de sodio (0,1 N)
- Ácido sulfúrico
- Alcohol amílico
- Hipoclorito de sodio (0,1 %)

## **2.2. Métodos**

### **2.2.1. Desarrollo de formulaciones de dulce de leche utilizando diferentes concentraciones de jarabe de jícama.**

#### **2.2.1.1. Caracterización de jícama**

Las jícamas se compraron en estado maduro de color marrón claro y brix de 11.75, se seleccionaron las que tuvieron mejores condiciones, siendo estas libres de cualquier daño sea de pudrición o golpe, tamaño grande y forma redondeada para que tenga mayor facilidad de procesamiento.

#### **2.2.1.2. Caracterización de leche**

Se evaluó la calidad de la leche de acuerdo a la norma **NTE INEN 9 (2015)**, la cual indica que la leche no debe tener olores o colores desagradables, sedimentos, residuos, ni sustancias químicas, para ello se midió acidez con titulación, pH con el pH-metro y densidad a 20°C con el densímetro.

### **2.2.1.3. Jarabe de jícama**

Para la obtención del jarabe se siguió la metodología de **(Morales, 2018)**. Las jícamas se lavaron con abundante agua y se desinfectaron con hipoclorito de sodio a una concentración de 0.1% por 10 minutos. Se pesaron, pelaron y escaldaron para retrasar el pardeamiento enzimático. La extracción del jugo se realizó con un extractor doméstico y se filtró con un cedazo. Se realizó la evaporación del jugo a 60°C hasta obtener un prejarabe con una concentración de 40°Brix, el cual se filtró nuevamente. Posteriormente se sometió a calentamiento de 65°C hasta llegar a una concentración final alrededor de 49.6, 59.2, 66.1 y 87.5 °Brix respectivamente, finalmente se filtró el jarabe con un cedazo.

### **2.2.1.4. Dulce de leche**

Para la elaboración del dulce de leche se empleó las formulaciones descritas por **Maldonado (2019)** y **Pasto (2011)** con pocos cambios. La materia prima que se utilizó fue leche, bicarbonato de sodio, pectina, sorbato de potasio, canela y el jarabe de jícama con las diferentes concentraciones de °Brix. Se calentó la leche hasta alcanzar los 70°C, se colocó el 50% de leche en un recipiente junto con el jarabe de jícama de distintos °Brix, la canela, el bicarbonato de sodio y se agitó continuamente hasta disolver el jarabe. Seguidamente se tamizó eliminando cualquier impureza retenida, luego se mezcló el otro 50% de leche, se colocó el sorbato de potasio, pectina y se agitó. La cocción se realizó por aproximadamente 2-3 horas, con agitación constante para prevenir la salida de espuma del recipiente, hasta obtener alrededor de 65-70 °Brix. Para medir los °Brix se utilizó el refractómetro. Finalmente, el dulce de leche se dejó reposar hasta que llegue a 60°C, se envasó en recipientes esterilizados y almacenó a temperatura ambiente.

En la tabla 3, se puede observar una propuesta de formulación base utilizada para el dulce de leche:

**Tabla 3.** Formulación base de dulce de leche

<b>Materia prima e insumos</b>	<b>Proporción (%)</b>
Leche	100
Bicarbonato de sodio	0,08
Jarabe de jícama	20
Canela	0,1
Pectina	0,2
Sorbato de potasio	0,020

**Adaptado de:** Pasto (2011).

### **2.2.2. Identificación de la mejor formulación mediante análisis sensorial de las principales características del producto.**

#### **2.2.2.1. Análisis Sensorial**

El análisis sensorial del producto se realizó con un grupo de 25 catadores semi entrenados y no entrenados, en la sala de catación ubicado en los laboratorios de investigación (UODIDE). La evaluación utilizó una prueba afectiva (Anexo 1) con una escala hedónica estructurada de 5 puntos, en donde 1 indica que es “muy desagradable” y 5 indica que es “muy agradable”, las cualidades evaluadas serán sabor, olor, color, textura y aceptabilidad del nuevo dulce de leche.

#### **2.2.2.2. Diseño experimental**

Se estudió la mejor formulación de dulce de leche con distintos °Brix de jarabe de jícama. Se utilizó para la parte experimental un diseño de bloques completamente aleatorios con la finalidad de conocer la aceptabilidad del producto y la formulación favorita.

### 2.2.2.3. Hipótesis

**Hipótesis nula (Ho):** Los °Brix del jarabe de jícama no afecta las propiedades sensoriales del dulce de leche

**Hipótesis alternativa (Ha):** Los °Brix del jarabe de jícama si afecta las propiedades sensoriales del dulce de leche

### 2.2.3. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y el costo de la mejor formulación obtenida por evaluación sensorial

#### 2.2.3.1. Sólidos totales

Los sólidos totales se determinaron en base a la normativa (NTE INEN 014, 1984). Para lo cual se lavó y seco las cápsulas a  $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 30 min, se enfrió en el desecador y se pesó con un 0,1 mg de aproximación. Una muestra de 5g de dulce de leche se colocó en cada cápsula, se llevó a baño María. Luego las cápsulas se colocaron en la estufa a  $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 3 h. Pasado el tiempo indicado se llevó las cápsulas al desecador para enfriarlas y pesarlas. El calentamiento en la estufa y enfriamiento en el desecador se repitió cada 30 min hasta que su peso no difiera más de 1 mg. El cálculo de sólidos totales se realizó por triplicado y se utilizó para su determinación la siguiente formula:

$$s = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} \times 100$$

**Ecuación (1)**

**Donde:**

**s** = valor total de sólidos, representados en porcentaje

**m** = peso de la cápsula vacía (g)

**m<sub>1</sub>** = peso de cápsula con sólidos totales (después de desecar), g

$m_2$  = peso de cápsula con dulce de leche (antes de desecar), g

### 2.2.3.2. Determinación de Humedad

La humedad se determinó de dos maneras, mediante un analizador halógeno de humedad (infrarrojo) y de acuerdo al método indicado por **Maldonado (2019)**, donde de manera sencilla con el valor de sólidos totales se aplicó una diferencia, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$100 - \%st = \%h$$

**Ecuación 2**

**Donde:**

**st** = solidos totales

**h** = humedad

### 2.2.3.3. Cenizas

La determinación de cenizas se realizó en base a la normativa (**NTE INEN 014, 1984**). Las muestras en la cápsula resultado de la determinación de sólidos totales se calcinaron en una plancha de calentamiento y se colocaron por unos minutos encima de la puerta de la mufla, con la finalidad de que no existan pérdidas debido a la proyección provocada del material que puede producirse si se introduce la cápsula de manera directa. En la mufla se introdujo las cápsulas a  $530^{\circ} \pm 20^{\circ}\text{C}$  con lo que se obtuvo las cenizas sin ningún residuo de carbón. Esto se obtendrá por alrededor de 2 o 3 h. El cálculo de cenizas se realizó por triplicado y se utilizó para su determinación la siguiente formula:

$$C = \frac{m_3 - m}{m_2 - m} \times 100$$

### Ecuación 3

**Donde:**

**C** = valor total de cenizas, representados en porcentaje

**m** = peso de cápsula vacía (g)

**m<sub>2</sub>** = peso de cápsula con dulce de leche (antes de desecar), g

**m<sub>3</sub>** = peso de cápsula con cenizas (después de desecar), g

#### 2.2.3.4. Determinación de Grasa

La determinación de grasa se realizó en el laboratorio Laconal de la Universidad Técnica de Ambato en base al método gravimétrico, grasa con hidrólisis establecido en la norma (AOAC 2003.06, 2019).

#### 2.2.3.5. Determinación de Acidez Titulable

La Acidez se midió mediante titulación con 0.1 N de hidróxido de sodio, se tomó una muestra de 10g de dulce de leche y se diluyó con 90 g de agua destilada en un vaso de precipitación. Se utilizó la fenolftaleína al 2% como indicador, se mezcló con el hidróxido poco a poco hasta que se observó un cambio de color a rosado ligero y se anotó el gasto obtenido (AOAC 920.43, 2005). El proceso se realizó por triplicado.

#### 2.2.3.6. Determinación de pH

El pH se determinará en base a (AOAC 981.12, 1999), donde se utilizó un pH-metro digital con directa inserción del electrodo en una muestra de 10 g que se encuentre a temperatura ambiente (25°C), colocada en un vaso de precipitación, el cual nos presentó directamente la lectura de los resultados.



### 2.2.3.7. Determinación de Densidad

La densidad se determinó mediante la formula básica de masa sobre volumen utilizando una probeta y por análisis gravimétrico en donde se utilizó el método del picnómetro manteniendo el dulce de leche a una temperatura ambiente de 20°C según (AOAC 962.37). Se pesó vacío el picnómetro en la balanza, se llenó con agua destilada el picnómetro y se pesó. Se lleno el picnómetro con muestra de 10 ml de dulce de leche mezclada con 90 ml de agua destilada y se tomó su peso. El cálculo de la densidad se realizó por triplicado y se utilizó la siguiente formula:

$$Densidad = \frac{m_2 - m_1}{m_2 - m_3} * D_a$$

**Ecuación( 4)**

**Donde:**

$m_1$  = peso de picnómetro vacío

$m_2$  = peso de picnómetro con agua

$m_3$  = peso de picnómetro con dulce de leche

$D_a$  = densidad del agua (1g/ml)

### 2.2.3.8. Determinación de viscosidad

Para poder determinar la viscosidad en el dulce de leche se realizó en base a la metodología de (Parra, 2010) y (Vargas et al., 2019). Se utilizó un viscosímetro rotacional. Para lo cual se colocó la muestra del dulce de leche a temperatura de 25°C y 10 rpm, conforme pasa el tiempo los rpm fueron cambiando. Conforme a los datos que se obtuvo, se calculó la viscosidad utilizando las siguientes formulas:

- **Fuerza de cizalla**

$$\tau = \frac{\Omega}{2\pi L} (Rb^2)$$

**Ecuación (5)**

**Donde:**

$\tau$  = fuerza de cizallamiento

$\Omega$  = constante o torque del viscosímetro

$\pi$  = valor base de Pi

$L$  = Longitud que tiene el adaptador

$Rb$  = Valor contenido en el rotor

- **Valor de la constante o torque del viscosímetro  $\Omega$**

$$\Omega = 673,7 \times 10^{-7} \left( \frac{\%FS}{100} \right)$$

**Ecuación (6)**

**Donde :**

$\Omega$  = Constante o torque del viscosímetro

$\% FS$  = Lectura que se realizará en el equipo

- **Velocidad de deformación del corte o cizallamiento**

$$Y = \left( \frac{2Ra^2}{Ra^2 - Rb^2} \right) \times 2\pi N$$

**Ecuación (7)**

**Donde:**

$Y$  = Velocidad en la deformación del cizallamiento

$Ra$  = Valor obtenido del recipiente que tiene el adaptador

$Rb$  = Rotor

$\pi$  = Valor base de Pi

$N$  = Valor total de las revoluciones dadas por segundo

#### **2.2.3.9. Análisis económico**

El análisis económico indica la inversión que se utilizó para la elaboración de dulce de leche de 200 ml, utilizando la metodología de **Pasto (2011)**. Se realizó una tabla con los valores de los materiales indirectos y directos, luego se realizó otra tabla con el precio de los utensilios y equipos que se usaron en la elaboración del producto, se realizó una tercera tabla con el precio de suministros por cada hora, y del personal que participa en la producción del dulce de leche. Finalmente se realizó una tabla en donde se incluyó todos los valores revisados anteriormente y ese total se dividió para el número de envases que se obtendrá, con lo que se consiguió el valor al cual se venderá al público el producto y se conoció si es rentable para ser comercializado.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y discusión de resultados

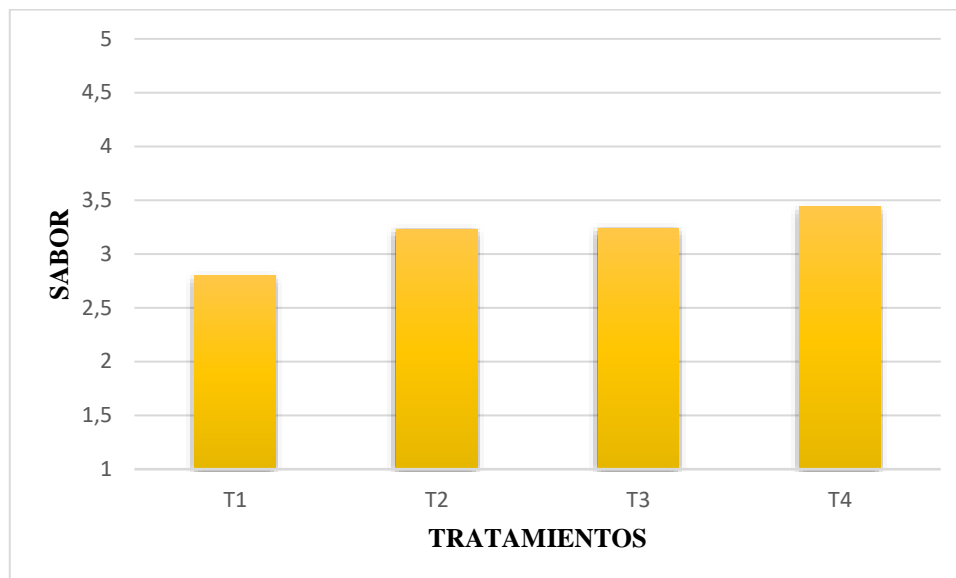
##### 3.1.1. Análisis sensorial

El Análisis sensorial es importante para la evaluación de ciertas propiedades del alimento sea antes o durante la ingestión (**Rasines, 2019**). Para la presente investigación se utilizó una escala hedónica que evaluó cada atributo en una escala desde me disgusta mucho hasta me gusta mucho. Las cuatro muestras evaluadas fueron cuatro formulaciones de dulce de leche con jarabe de jícama en concentraciones de 49.6, 59.2, 66.1 y 87.5 grados brix, y los resultados obtenidos se detalla a continuación.

##### 3.1.1.1. Sabor

El sabor es uno de los atributos más importante en análisis sensorial para verificar que el dulce de leche tenga la característica básica a dulce, sin ningún otro sabor extraño. En la figura 4 se puede observar que el T1, T2, T3, T4 tienen valores de 2.8, 3.23, 3.24, 3.44 respectivamente. El resultado obtenido en el análisis de varianza exhibe un valor de  $p = 0,2050 > 0,05$ , lo cual indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos, estableciendo que el jarabe de jícama no influye sobre el atributo sabor y con un valor cercano al 3 refleja que estos tratamientos ni les gusta, ni les disgusta a los catadores, **Malavassi et al. (2023)** menciona que las elecciones del consumidor hacia las características organolépticas depende de algunos factores como, desempeño de los órganos sensoriales de cada catador, proceso ejecutado para la obtención del producto, es decir, por la inclusión de ingredientes con el mismo porcentaje en los tratamientos no existe diferencias pero el producto puede verse afectado por el inapropiado monitoreo de cada proceso que provocaría sabores desagradables, también por la intensidad de algún ingrediente. Para este caso de investigación la jícama puede causar sabores exclusivos, las cuales ciertas personas están abiertas a

explorar y otras prefieren lo tradicional por ello están indecisos en su sabor y no les genera ni gusto, ni disgusto.

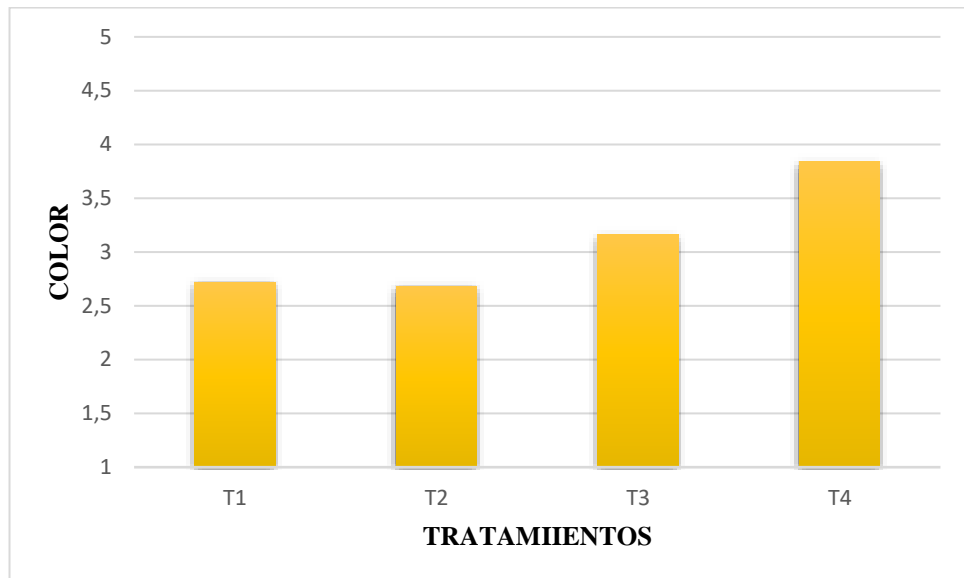


**Figura 4.** Análisis de sabor del dulce de leche

### 3.1.1.2. Color

El encargado de la coloración del dulce de leche se atribuye a las melanoidinas que provocan el color marrón esperado en el producto final (**Starowicz & Zieliński, 2019**). En este atributo se tiene el valor  $p < 0.0001 < 0.05$  el cual indica que sí existen diferencias significativas entre tratamientos, en la figura 5 se puede observar que el T4 tiene un valor de 3.84 indicando que les gusta mayoritariamente a los catadores, a comparación de T1, T2 y T3 que tienen valores de 2.72, 2.68 y 3.16 respectivamente; reflejando que los tratamientos ni les gusta, ni les disgusta. Los resultados permitieron establecer que la inclusión de jarabe de jícama si influye sobre el atributo color, estos resultados concuerdan con **Párraga et al.(2019)**, el cual menciona que es comprensible que entre tratamientos donde se varía la formulación y concentración de edulcorantes exista diferencia en su coloración. La elección del ni me gusta, ni me disgusta de los 3 primeros tratamientos puede ser ocasionado por un oscurecimiento más marcado que surge por el tiempo de cocción, hay que recordar que los tratamientos con menor concentración de jícama necesitaron mayor tiempo para alcanzar los grados

brix correctos, mientras que aquellos tratamientos con una concentración mayor de jarabe de jícama requirieron menor tiempo, permitiendo una menor coloración.



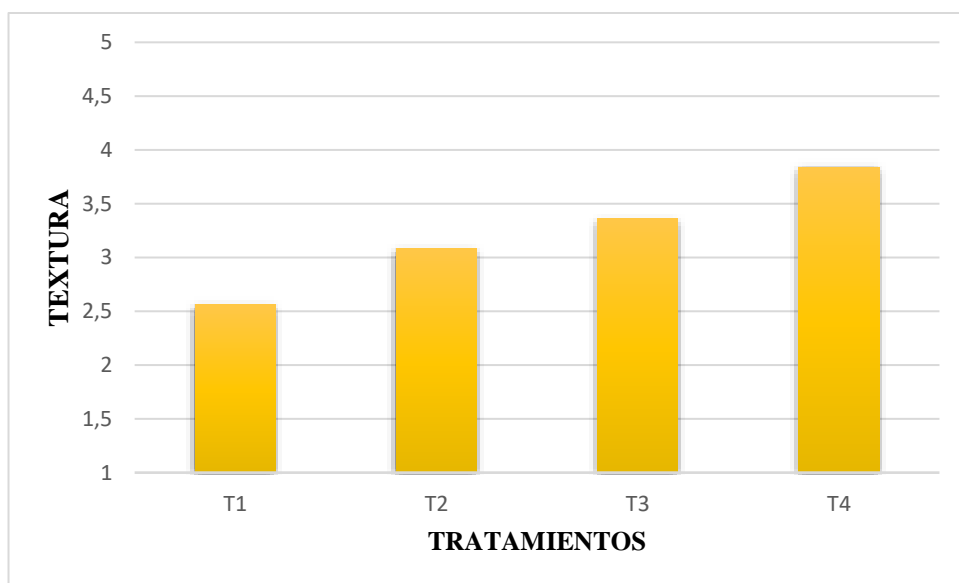
**Figura 5.** Análisis de color del dulce de leche

### 3.1.1.3. Textura

La textura es un grupo de sensaciones que el cuerpo siente cuando el alimento se contacta con la parte gustativa o al manipularlas con el tacto, pues contribuye en la aceptabilidad y calidad de nuevos productos por eso se le considera uno de los más importantes atributos (**Carneiro et al., 2021**).

A partir del análisis de varianza de los resultados obtenidos se tiene un valor de  $p = 0.0020 < 0.05$ , lo cual indica que sí existen diferencias significativas entre tratamientos, en la figura 6 se puede observar que T4 tiene un valor de 3.84 reflejando una mayor aceptabilidad de este tratamiento por parte de los catadores, a comparación de T1, T2 y T3 que tienen valores de 2.56, 3.08 y 3.36 respectivamente indicando que los tratamientos ni les gusto, ni les disgusto, con estos resultados se estableció que la inclusión de jarabe de jícama si influye sobre el atributo textura. **Malavassi et al.(2023)** menciona que las diferencias en textura de los tratamientos se deben a los ingredientes utilizados y al método de preparación de cada tratamiento, lo que concuerda con los resultados obtenidos en la investigación. La elección de ni me gusta,

ni me disgusta por parte de los catadores se debe a los sólidos solubles contenidos en el producto, pues si existe un aumento puede incrementar la posibilidad de surgir cristalización con un tamaño que es perceptible en la boca y afectar negativamente la aceptación del producto.



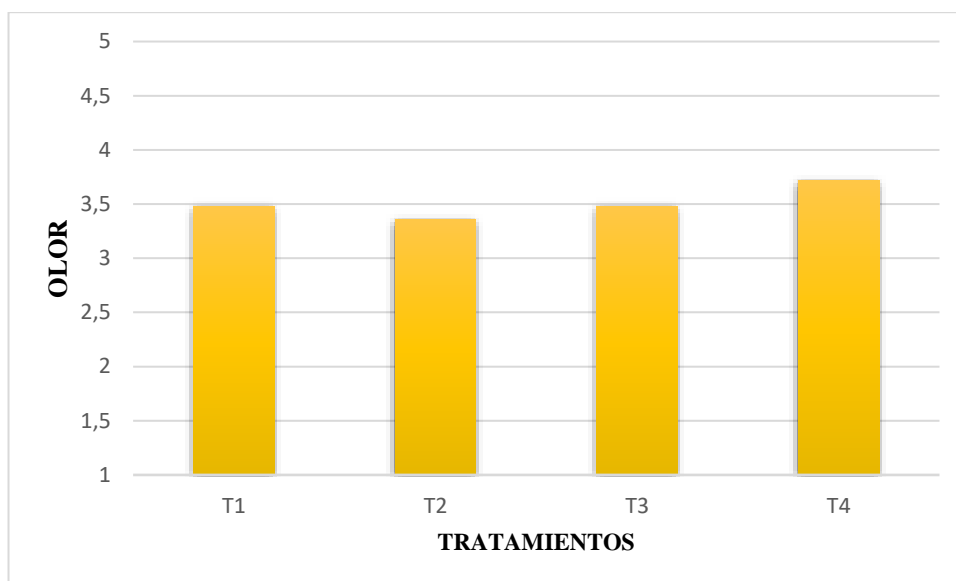
**Figura 6.** Análisis de textura del dulce de leche

#### 3.1.1.4. Olor

En figura 7 se puede observar los resultados obtenidos para los tratamientos donde el T1, T2, T3, T4 tienen valores de 3.48, 3.36, 3.48 respectivamente. El análisis de varianza realizada mostró un valor de  $p = 0,4328 > 0,05$ , lo cual, indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos, estableciendo que el jarabe de jícama no influye sobre el atributo olor. El valor cercano a 3 refleja que estos tratamientos ni les gusta, ni les disgusta a los catadores, esto puede deberse al marcado olor a tubérculo, diferenciándolo del tradicional olor a leche. Sin embargo, como todo producto nuevo necesita un tiempo de introducción hasta balancear las desventajas con los beneficios.

En el caso del tratamiento T4 se tiene 3.72 que es cercano a 4 y en escala hedónica indica que le gustó el olor del producto a los catadores, es decir el olor es característico a caramelo, un poco a canela y leche, lo cual enmascaró el olor de jarabe de jícama,

generando dulzura y un aroma apetecible, esto puede deberse al corto tiempo de cocción donde los compuestos carbonílicos que aparecen en las reacciones de Maillard no llegaron a convertirse en olores desagradables, así mismo las altas propiedades antioxidantes neutralizaron la oxidación evitando los olores rancios (**Starowicz & Zieliński, 2019**).



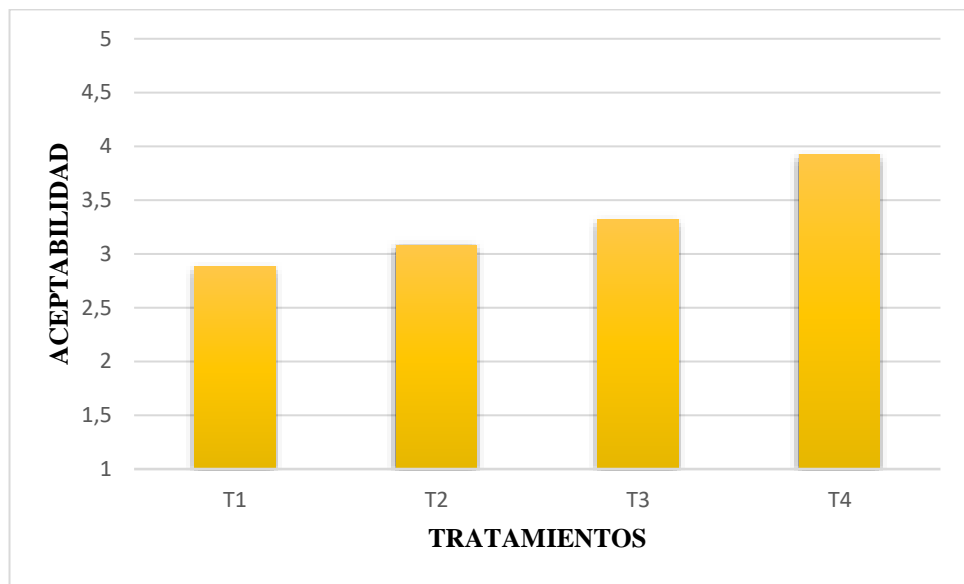
**Figura 7.** Análisis de olor del dulce de leche

### 3.1.1.5. Aceptabilidad

En la figura 8 se puede observar los resultados obtenidos, donde observamos que el tratamiento T4 presenta el mayor valor de 3.92, indicando una mayor preferencia por los catadores en comparación con los tratamientos T1, T2 y T3 que tienen valores de 2.88, 3.08, 3.32 respectivamente indicando que los tratamientos ni les gusto, ni les disgusto. El análisis de varianza mostró para aceptabilidad un valor  $p$   $0.0004 < 0.05$ , lo cual indica que si existen diferencias significativas entre tratamiento. La elección del T4 con un valor cercano a 4 es indicativo de manera real que el producto va a ser comprado y consumido, pues según **Ramírez et al. (2014)** si el atributo aceptabilidad es calificado con un valor de 4 es decir ‘‘me gusta’’, puede ser considerado un producto succulento, con calidad excelente que cumple con las expectativas de los catadores.

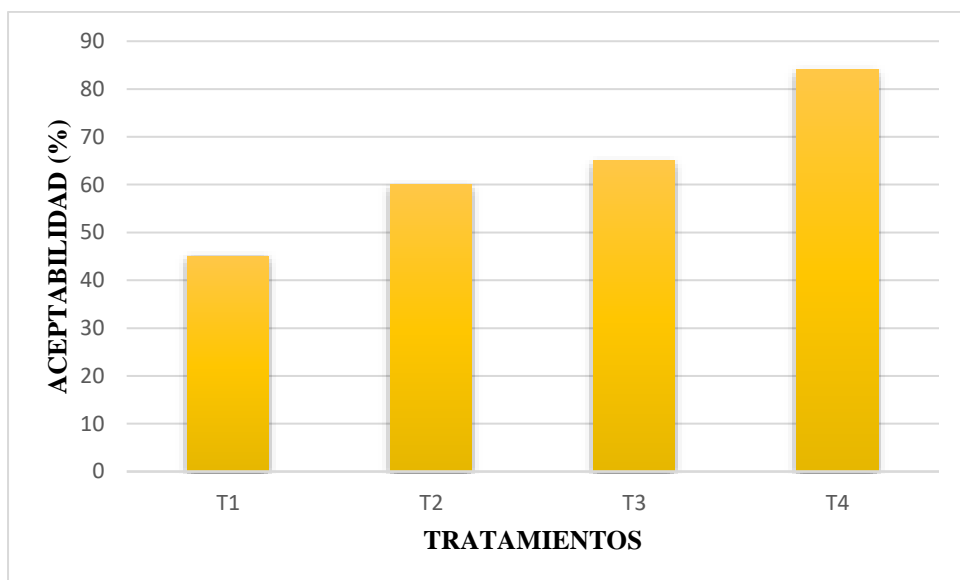


Los resultados obtenidos para los tratamientos T1, T2, T3, podría deberse a diversos factores como producto nuevo con textura, olor, sabor diferentes a los tradicionales, lo cual también es mencionado por **Párraga et al. (2019)**, por lo que les resulta más aceptable el tratamiento T4 que es mayoritariamente similar a un dulce de leche tradicional comparado con los otros tratamientos.



**Figura 8.** Análisis de aceptabilidad de dulce de leche

La aceptabilidad selecciona el mejor tratamiento de dulce de leche. En la figura 9 se observa que más del 80% de los catadores eligieron “les gusta” el tratamiento 4, por lo que se considera que el dulce de leche endulzado con jarabe de jícama de 80°Brix es el que tiene mejor formulación, el favorito y más aceptable.



**Figura 9.** Índice de aceptabilidad de dulce de leche

### 3.1.3. Análisis Físicoquímicos

**Tabla 4.** Análisis físicoquímicos del tratamiento destacado

Análisis	Valor
Sólidos totales	65.65±0.78 %
Humedad	36.25±0.73 %
Cenizas	2.59±0.04 %
Grasa	6.51 %
Acidez	N/A
pH	6.7±0.36
Densidad	1.43±0.12 g/ml

A continuación, se detalla los resultados obtenidos al realizar análisis físicoquímico (Tabla 4) en el dulce de leche con 87.5°Brix de jarabe de jícama que es el tratamiento con mejor formulación:

El pH total del dulce de leche tiene un valor de  $6.7\pm 0.36$  que coincide con el rango reportado por **Malavassi et al. (2023)**, el cual indica que el pH favorable para el producto es de 6 a 7, debido a que si sobrepasa dicho valor, las proteínas contenidas en la leche pueden precipitar por la acidez, provocando reacciones indeseadas como la inversión de sacarosa, donde existe descomposición de fructosa y glucosa, lo que da como resultado un producto desagradable, granuloso y muy arenoso.

**NTE INEN 700 (2011)** como requisito tiene que el valor mínimo de sólidos es de 25.5% y no existe un porcentaje máximo, siendo similar al valor obtenido en esta investigación, donde se tiene en sólidos totales un valor de  $65.65\pm 0.78$  % indicando que se encuentra en el rango aceptable e incluirán sólidos del jarabe y de la leche, como proteínas, grasa, azúcares, fibra, siendo positivo para el producto debido a que mientras más sólidos tenga, su viscosidad y espesor aumenta.

En titulación, no existe acidez el cual titular **Carneiro et al. (2021)** menciona que se debe al bicarbonato de sodio que se utiliza en la elaboración del producto, pues no existe un cambio de coloración porque la acidez láctica es neutralizada y mantiene la alcalinidad.

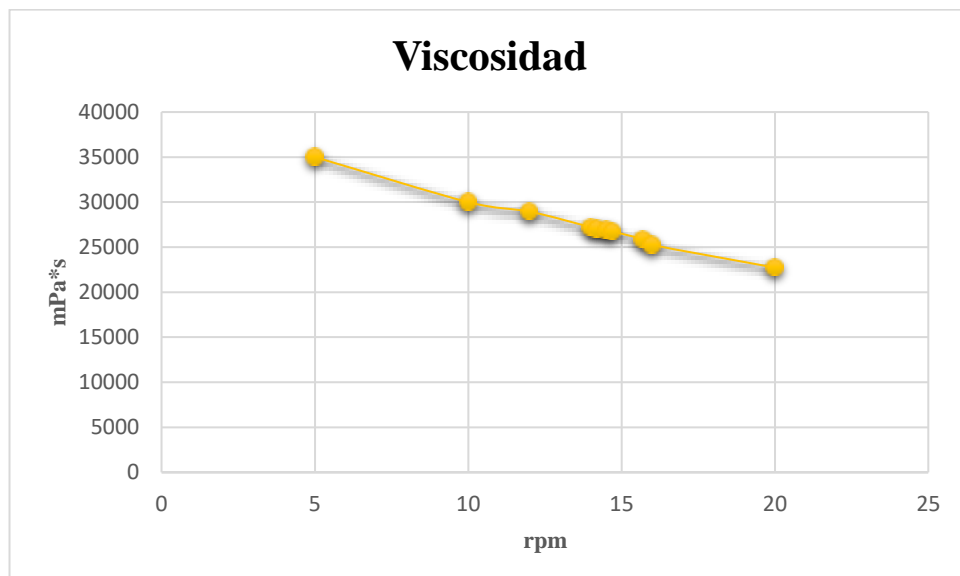
La humedad tiene un valor de  $36.25\pm 0.73$  % el cual sobrepasa el valor reportado por **Vargas et al. (2019)** quien menciona que debe tener máximo un porcentaje de 30%, este aumento de humedad que tiene el producto es por el uso de la jícama como materia prima debido a que contiene fructooligosacáridos y estos son capaces de absorber humedad lo que contribuye que el producto final tenga mayor cantidad de humedad que un dulce de leche tradicional, también se debe al mal envasado, al no utilizar envases con sellos herméticos de aluminio el producto final tiende a absorber la humedad que se encuentra en el ambiente (**Vargas et al., 2019**).

El porcentaje de cenizas que se obtuvo es de  $2.59\pm 0.04$ , lo cual no se encuentra en el valor estipulado por **Novoa (2019)** que indica que el porcentaje máximo de cenizas es de 2, el factor por el que existe este aumento de cenizas es por la materia prima, pues

la jícama en su composición natural tiene varia cantidad de nutrientes y minerales que se traspasan al producto final, por lo mismo se debe tener mucho cuidado de que no sobrepase mucho el valor estipulado porque es indicativo de que el producto contiene impurezas.

La grasa determinada fue de 6.5% el cual se encuentra en el rango mencionado por **Novoa (2019)** el cual indica que el producto debe contener grasa de 6 a 9%, a comparación de dulce de leche tradicional el valor es bajo, pero este valor dependerá de los ingredientes utilizados, debido a que de ahí se mantiene y traspasa la grasa.

La densidad es de  $1.43 \pm 0.12$  g/ml, lo cual no se encuentra en el rango estipulado por **Maldonado (2019)**, el cual muestra que la densidad del producto es de 1,29-1,31 g/ml, en el dulce de leche no existe un valor exacto de densidad, todo depende de que características se quiera dar al producto final, es importante saber que si se tiene un producto más denso, sus características va a ser el tener más espesor y menos fluidez, además la densidad aumentará conforme se agregue más cantidad de edulcorante.



**Figura 10.** Viscosidad del dulce de leche

En la figura 10 se presenta la viscosidad del dulce de leche de la formulación aceptada, donde se observa una viscosidad de 35000 (mPa\*s) cuando se utiliza 5 rpm y 22730 (mPa\*s) en 20 rpm, indicando que la viscosidad disminuye conforme aumenta la velocidad de la mezcla, esto puede deberse a las interacciones entre moléculas de grasa y azúcar por la fuerza de corte que ejerce, es decir las moléculas se moverán más rápido por la agitación, provocando una disminución en la resistencia del flujo, generando que el producto sea menos viscoso. Este comportamiento se presenta mientras la agitación exista, una vez terminada vuelve a su viscosidad inicial. No existirá un valor exacto que sea requisito para el dulce de leche, debido a que varía dependiendo la cantidad de grasa y azúcar que tiene y en sí del procesamiento (Villalobos et al., 2013).

#### 3.1.4. Análisis económico

**Tabla 5.** Valor unitario de dulce de leche

<b>Nombre</b>	<b>Costo (\$)</b>
Materiales indirectos y directos	12,48
Utensilios y equipos	0,023
Suministros	2,95
Personal	8,75
<b>Costo total</b>	<b>24,20</b>
<b>Costo unitario</b>	<b>1,21</b>

En base a análisis de costo del proceso de fabricación del producto, se obtuvo en Tabla 4 el precio para el dulce de leche con jarabe de jícama, lo cual se encuentra en \$1,21 el de 100g y el de 250g en \$3,02, comparándolo con uno comercial donde su valor es de \$2,07 el de 250 g, su precio es un poco más elevado. El costo del producto es alto debido a ciertos factores, una de ellas es la jícama que por su poca producción y tiempos de cosecha es de difícil acceso en mercados locales, también es por el tiempo de preparación del jarabe y su rendimiento bajo, aun así, el producto resulta ser

distintivo, con buenas características organolépticas por lo que su costo ligeramente alto es justificable.

### **3.1.5. Verificación de hipótesis**

La verificación de hipótesis se lo realiza en base a atributo aceptabilidad, se realiza análisis de varianza con un nivel de significancia del 0.05 el cual resultó ser mayor que p-value (0.0004) por lo que se rechaza la Hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la alternativa ( $H_a$ ) indicando que los °Brix del jarabe de jícama si afecta las propiedades sensoriales del dulce de leche.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Se desarrolló formulaciones de dulce de leche con diferentes concentraciones de jarabe de jícama que son de 59.2, 66.1, 49.6, 87.5 °Brix, el proceso de producción es similar al tradicional, pero al sustituir totalmente el azúcar existió cambios ligeros en sus características, pues en el producto que se utilizó 87.5°Brix el tiempo de cocción fue menor a comparación del que se utilizó 49.6°Brix donde fue bastante más largo, por lo que afectó directamente a su coloración y textura por lo mismo existió cierta aparición de grumos no muy agradables en el producto final.
- Con los resultados obtenidos del atributo aceptabilidad en análisis sensorial, se identificó que entre 4 tratamientos un 80% de los catadores eligió como mejor formulación el tratamiento T4 que es el dulce de leche endulzado con jarabe de jícama de 87.5°Brix, en los atributos como color y textura existieron diferencias significativas con lo que se rechazó la hipótesis nula indicando que el jarabe de jícama si afecta a las características organolépticas del producto final, en los atributos de sabor y olor no existieron diferencias significativas con lo que se aceptó hipótesis nula indicando que el jarabe de jícama no afectó las características de esos atributos.
- Se determinó los parámetros fisicoquímicos de la mejor formulación (T4) donde se obtuvo valores como sólidos totales  $60.65 \pm 1.15$  (%), humedad  $39.24 \pm 1.72$  (%), cenizas  $2.59 \pm 0.04$  (%), grasa 6.5, pH  $6.7 \pm 0.36$ , densidad  $1.43 \pm 0.12$  g/ml, viscosidad inicial 35000 (mPa\*s) a 5 rpm, y va incrementando conforme la velocidad de mezclado aumenta, cada una de ellas fueron comparadas con normativa INEN 700 y con investigaciones de distintos autores, todos se encontraron en los parámetros establecidos o recomendados a excepción de humedad y cenizas que fueron más altas.

- En costo el valor obtenido es de 1.29 por 100 g y 3.25 por 250 g de producto, comparando con dulces de leche comercial es un poco más costoso, pero este valor puede considerarse razonable, por la utilización total de jícama para endulzar el producto.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Se debe tener cuidado en la cocción del producto, es necesario revolver la mezcla a cada instante, pues al colocar el jarabe de jícama su consistencia va a cambiar, por lo que tiende a pegarse en las paredes y con ello pueden surgir gránulos en el interior.
- A medida que se espese el producto, debe ajustarse el calor a fuego medio o lento para que se vaya concentrando de a poquito y evitar que se queme, después de envasarlo es mejor ponerlo en refrigeración para que se produzca una consistencia más sólida.
- Se recomienda continuar la investigación del producto poniéndolo en práctica en personas con diabetes para observar si no existe aumento de glucosa, y a la vez en personas obesas para ver si les produce saciedad, debido a que es un beneficio que genera la jícama por los fructooligosacáridos.



## C. MATERIALES DE REFERENCIA

### BIBLIOGRAFÍA

- Alais, C. (2022). *Ciencia de la leche* (Reverte).
- AOAC 2003.06. (2019). *Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemistry. 21 ed.*
- AOAC 920.43. (2005). *Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemistry, 18th Edition.*
- AOAC 981.12. (1999). *Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemistry. 21 ed.*
- Arias, S., & López, D. (2019). Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. *Lámpsakos*, 22, 123–136. <https://doi.org/10.21501/21454086.3252>
- Bohórquez, J., Sáenz, J., Restom, J., Tatis, K., Sánchez, D., Brieva, M., Montenegro, A., & Abuabara, E. (2021). Artificial sweeteners and their role in chronic kidney disease. *Revista Colombiana de Nefrología*, 8(3), 1–12. <https://doi.org/10.22265/acnef.8.3.534>
- Bueno, N., Vázquez, R., Abreu, A., Almeda, P., Barajas, L., Carmona, R., Chávez, J., Consuelo, A., Espinosa, A., Hernández, V., Hernández, G., Icaza, M., Noble, A., Romo, A., Ruiz, A., Valdovinos, M., & Zárate, F. (2019). Review of the scientific evidence and technical opinion on noncaloric sweetener consumption in gastrointestinal diseases. *Revista de Gastroenterología de México*, 84(4), 492–510. <https://doi.org/10.1016/j.rgmex.2019.08.001>
- Carneiro, L. C. M., Pinto, C. B. dos A., Gomes, E. R., Paula, I. L. de, Pombo, A. F. W., Stephani, R., Carvalho, A. F., & Perrone, Í. (2021). A química e a tecnologia do doce de leite: uma revisão. *Research, Society and Development*, 10(11), e155101119408. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19408>
- Cavagnari, B. (2019a). Edulcorantes no calóricos: características específicas y evaluación de su seguridad. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 117(1), 1–7.

<https://doi.org/10.5546/aap.2019.e1>

- Cavagnari, B. (2019b). Non-caloric sweeteners and body weight. *Medicina*, 79(2), 115–122.
- Chughtai, M., Pasha, I., Zahoor, T., Khaliq, A., Ahsan, S., Wu, Z., Nadeem, M., Mehmood, T., Amir, R. M., Yasmin, I., Liaqat, A., & Tanweer, S. (2020). Nutritional and therapeutic perspectives of *Stevia rebaudiana* as emerging sweetener; a way forward for sweetener industry. *CYTA - Journal of Food*, 18(1), 164–177. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1721562>
- Durço, B., Pimentel, T., Pagani, M., Cruz, A., Duarte, M., & Esmerino, E. (2021). Influence of different levels of ethnocentrism of the Brazilian consumer on the choice of dulce de leche from different countries of origin. *Food Research International*, 148(July). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110624>
- Francisquini, J., Rocha, J., Martins, E., Stephani, R., Fonseca Da Silva, P., Renhe, I., Perrone, Í. T., & Fernandes De Carvalho, A. (2019). 5-Hydroxymethylfurfural formation and color change in lactose-hydrolyzed Dulce de leche. *Journal of Dairy Research*, 86(4), 477–482. <https://doi.org/10.1017/S0022029919000815>
- Gesteiro, E., Galera-Gordo, J., & González-Gross, M. (2018). Palm oil and cardiovascular health: Considerations to evaluate the literature critically. *Nutricion Hospitalaria*, 35(5), 1229–1242. <https://doi.org/10.20960/nh.1970>
- Gori, B., Ulian, T., Bernal, H., & Diazgranados, M. (2022). The hidden food basket of Latin America: an overview of Colombian edible plant diversity and its distribution. In *Catalogue of Useful Plants of Colombia* (Issue October).
- Huda, N., Jaswir, I., Romdhonah, Y., Alimuddin, A., Ahamed, T., & Nasser, N. (2023). *Proceedings of the 2nd International Conference for Smart Agriculture, Food, and Environment*.
- Ledomado, L. S., Silva, R., Guimarães, J. T., Balthazar, C. F., Ramos, G. L. P. A., Freitas, M. Q., Duarte, M. C. K. H., Neto, R. P. C., Tavares, M. I. B., Pimentel, T. C., Silva, P. H. F., Raices, R. S. L., Silva, M. C., Cruz, A. G., & Esmerino, E. A. (2021). Technological benefits of using inulin and xylooligosaccharide in dulce de leche. *Food Hydrocolloids*, 110(May 2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106158>

- Malavassi, P., Chacón, A., Víquez, D., & Cordero, M. (2023). Physicochemical and sensory characteristics of a caprine milk caramel with the inclusion of amaretto. *Agronomía Mesoamericana*, 34(2).
- Maldonado, L. A. (2019). *Efecto De Diferentes Concentraciones De Glucosa Sobre El Proceso De Elaboración Y La Calidad Del Dulce De Leche*. [http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6247/1/TESIS\\_FINAL.pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6247/1/TESIS_FINAL.pdf)
- Morales, D. (2018). *SUSTITUCIÓN DEL AZÚCAR, POR EL JARABE DE JÍCAMA EN EL YOGURT TIPO III*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8797/1/27T0397.pdf>
- Narvaez, V. (2020). *Producción de harinas de jícama ( Smallanthus Sonchifolius) para la formulación de galletas enriquecidas con harina de quínoa ( Chenopodium quinoa)*.
- Nicoluci, Í., Takehara, C., & Bragotto, A. (2022). High-Intensity Sweeteners: Trends of Use in Foods and Advances in Analytical Techniques. *Química Nova*, 45(2), 207–217. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170828>
- Novoa Castro, C. F. (2019). Arequipe o dulce de leche. *Leches Concentradas Azucaradas: De La Tradición a La Ciencia*, 65–92. <https://doi.org/10.35985/9789585522466.2>
- NTE INEN 014. (1984). Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas. *Norma Técnica Ecuatoriana, 0014*, 9.
- NTE INEN 700. (2011). Manjar o dulce de leche. Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 21. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/700.pdf>
- NTE INEN 9. (2015). Leche Cruda. Requisitos. *Norma Técnica Ecuatoriana, 0009*, 1–5. [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte\\_inen\\_009\\_6r.pdf%0Awww.inen.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_009_6r.pdf%0Awww.inen.gob.ec)
- Parra, J. (2010). *Efecto de la adición de chocolate lateado en la elaboración de manjar de leche*. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/860/1/AL431 Ref. 3277.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/860/1/AL431_Ref_3277.pdf)
- Párraga, R., Muñoz, J., Mera, M., Barre, R., & García, J. (2019). Adición de harina de amaranto (*Amaranthus caudatus* L) en la producción de dulce de leche.

*Agroindustrial Science*, 9(2), 121–126.

- Pasto, Y. (2011). "ESTUDIO DEL EFECTO DE LA SUSTITUCION DE LA SACAROSA POR STEVIA (Edulcorante Natural) EN LA ELABORACIÓN DE DULCE DE LECHE". In *Universidad Técnica De Ambato*.
- Perin, L. M., Pereira, J. G., Bersot, L. S., & Nero, L. A. (2018). The microbiology of raw milk. In *Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810530-6.00003-1>
- Rahim, M. A., Saeed, F., Khalid, W., Hussain, M., & Anjum, F. M. (2021). Functional and nutraceutical properties of fructo-oligosaccharides derivatives: a review. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 1588–1602. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1986520>
- Ramírez, J., Murcia, C., & Castro, V. (2014). Análisis de aceptación y preferencia del manjar blanco del valle. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial.*, 12(1), 20–27.
- Rasines, L. (2019). Bibliographical review on colours and their influence on sensory perception and emotional response. *Revista Espanola de Nutricion Comunitaria*, 25(1), 1–10.
- Rodríguez, A., Lema, P., Bessio, M. I., Moyna, G., Panizzolo, L. A., & Ferreira, F. (2019). Isolation and characterization of melanoidins from dulce de leche, a confectionary dairy product. *Molecules*, 24(22). <https://doi.org/10.3390/molecules24224163>
- Silva, R., Rocha, R. S., Guimarães, J. T., Balthazar, C. F., Pimentel, T. C., Neto, R. P. C., Tavares, M. I. B., Esmerino, E. A., Duarte, M. C. K. H., Freitas, M. Q., Silva, P. H. F., Cappato, L. P., Raices, R. S. L., Silva, M. C., & Cruz, A. G. (2020). Advantages of using ohmic heating in Dulce de Leche manufacturing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 65(December 2019), 102475. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102475>
- Starowicz, M., & Zieliński, H. (2019). How Maillard Reaction Influences Sensorial Properties ( Color , Flavor and Texture ) of Food Products ? *Food Reviews International*, 0(00), 1–19. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600538>

- Stephens, N., Valdez, S., Lastra, G., & Félix, L. I. (2018). Consumo de edulcorantes no nutritivos: efectos a nivel celular y metabólico. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 20(2), 185–202. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v20n2a06>
- Toledo, I., Perrone, Í., Tavares, G., Schuck, P., & De Carvalho, A. (2019). Physicochemical characteristics of raw milk. In *Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810530-6.00002-X>
- Vargas, M., Prestes, A., Miotto, M., & Prudêncio, E. (2021). Dulce de leche: Product types, production processes, quality aspects and innovations minor EDITS. *International Journal of Dairy Technology*, 74(2), 262–276. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12762>
- Vargas, S., Sepúlveda, J. U., Ciro, H. J., Mosquera, A. J., & Bejarano, E. (2019). Physicochemical, sensory and stability properties of a milk caramel spread sweetened with a glucose-galactose syrup from sweet whey. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(3), 8995–9005. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.76558>
- Villacrés, E., Quelal, M., & Alvarez, J. (2013). Nutrición, procesamiento y gastronomía de raíces y tubérculos andinos en Ecuador. *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)-Centro Internacional de La Papa*, 139. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Villalobos, A., Pineda, M., & Méndez, S. (2013). EFECTO DE LA PROPORCIÓN DE LECHE BOVINA Y CAPRINA EN. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 149–167.
- Winter, C. P. (2021). Heritage and tourism processes in the Sweet Milk Provincial Fest in Cañuelas, Argentina. *Revista Iberoamericana de Viticultura Agroindustria y Ruralidad*, 8(23), 153–170. <https://doi.org/10.35588/rivar.v8i23.4952>

## ANEXOS

### Anexo 1. Fotos del producto final



**Figura 11.** Jarabe de jícama



**Figura 12.** Dulce de leche con jarabe de jícama

**Anexo 2. Fotos del analisis fisicoquímico**



**Figura 13. Análisis de grasa**



**Figura 14. Análisis de viscosidad**



**Figura 15.** Análisis de ceniza y sólidos totales

### Anexo 3. Análisis fisicoquímico

**Tabla 6.** Cantidad de sólidos totales del tratamiento destacado

<b>REPLICA DE MUESTRA</b>	<b>SÓLIDOS (%)</b>
R1	66.54
R2	65.36
R3	65.06
<b>TOTAL</b>	<b>65.65±0.78</b>

**Tabla 7.** Cantidad de humedad del tratamiento destacado

<b>REPLICA DE MUESTRA</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>
R1	35.65
R2	37.06
R3	36.03
<b>TOTAL</b>	<b>36.25±0.73</b>



**Tabla 8.** Cantidad de cenizas del tratamiento destacado

<b>REPLICA DE MUESTRA</b>	<b>CENIZAS (%)</b>
R1	2.61
R2	2.54
R3	2.62
<b>TOTAL</b>	<b>2.59±0.04</b>

**Tabla 9.** Cantidad de acidez del tratamiento destacado

<b>REPLICA DE MUESTRA</b>	<b>ACIDEZ</b>
R1	N/A
R2	N/A
R3	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>N/A</b>

**Tabla 10.** Cantidad de pH del tratamiento destacado

<b>REPLICA DE MUESTRA</b>	<b>pH</b>
R1	6.9
R2	6.4
R3	6.7
<b>TOTAL</b>	<b>6.7±0.36</b>

**Tabla 11.** Cantidad de densidad del tratamiento destacado

<b>REPLICA DE MUESTRA</b>	<b>DENSIDAD (g/ml)</b>
R1	1.52
R2	1.30
R3	1.47
<b>TOTAL</b>	<b>1.43±0.12</b>

#### Anexo 4. Análisis de costo

**Tabla 12.** Materiales indirectos y directos para el proceso de elaboración de la mejor formulación de dulce de leche

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Valor total (\$)</b>
Leche	Lt	5	0.6	3
Bicarbonato de sodio	g	1	0.03	0.03
Jícama	g	200	0.02	4
Canela	g	1.5	0.3	0.45
Pectina	g	2	0.25	0.75
Sorbato	g	1	0.25	0.25
Envase 100ml	unitario	20	0.20	4
<b>Total</b>				<b>12.48</b>

**Tabla 13.** Utensilios y equipos para el proceso de elaboración de la mejor formulación de dulce de leche

<b>Equipos</b>	<b>Valor (\$)</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Costo al año (\$)</b>	<b>Costo al día (\$)</b>	<b>Costo de hora (\$)</b>	<b>Horas utilizadas</b>	<b>Costo de utilización (\$)</b>
Cocina	100	15	6.66	0.027	0.001	80	0.08
Refractómetro	60	10	6	0.025	0.001	80	0.08
Balanza	60	15	4	0.016	0.0006	50	0.03
Ollas	30	10	3	0.012	0.0005	80	0.04
<b>Total (\$)</b>							<b>0.023</b>

**Tabla 14.** Suministros utilizados en el proceso de dulce de leche

<b>Suministro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Consumo</b>	<b>Costo total(\$)</b>
Luz	Kw/h	0.15	3	0.45
Agua	$m^3$	0.25	4	1
Gas	kg	3	0.5	1.5
<b>Total</b>				<b>2.95</b>

**Tabla 15.** Intervención del personal

<b>Trabajador</b>	<b>Sueldo</b>	<b>Costo por día</b>	<b>Costo por hora</b>	<b>Horas por Día</b>	<b>Costo total (\$)</b>
1	280	14	1.75	5	8.75