

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS

### AMBIENTALES

### CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Sustitución de sacarosa por fructuosa obtenida de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) para su aplicación en la elaboración de gomitas”.

Trabajo de titulación previa la obtención del

Título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Oliva Tatalchá Martha Isabel

TUTORA: Cadena Mafla Vanessa Elizabeth, Msc

Tulcán, 2022

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Oliva Tutalchá Martha Isabel con el número de cédula 1758486086 ha elaborado el Trabajo de Integración Curricular: “Sustitución de sacarosa por fructuosa obtenida de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) y su aplicación en la elaboración de gomitas”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



-----  
PHD. Domínguez Rodríguez Francisco Javier

**PRESIDENTE TRIBUNAL**



-----  
MSC. Cadena Mafla Vanessa Elizabeth

**TUTOR**



-----  
MSC. Rodríguez Machado Ana Lucía

**DOCENTE**

Tulcán, marzo 2022

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Oliva Tatalchá Martha Isabel con cédula de identidad número 1758486086 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....

Oliva Tatalchá Martha Isabel

AUTORA

Tulcán, 2022

**ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

Yo, Oliva Tatalchá Martha Isabel declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: “Sustitución de sacarosa por fructuosa obtenida de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) y su aplicación en la elaboración de gomitas” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



-----  
Martha Isabel Oliva Tatalchá

**AUTOR**

Tulcán, marzo 2022

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por brindarme la oportunidad de formarme como profesional al hacer uso de los laboratorios del campus que fueron de vital importancia para culminar mi investigación.*

*A mi tutora, la Msc. Vanessa Cadena por estar en todo el proceso de titulación ayudándome con sus conocimientos además por la confianza brindada al trabajar juntas en esta investigación.*

*A los docentes, el Quím. Vinicio Revelo, Lic. Anita Cerón y Ph.D Francisco Domínguez por su aporte valioso en cada etapa de mi investigación con sus conocimientos a pesar las circunstancias me permitieron culminar esta meta como profesional.*

## **DEDICATORIA**

*Esta tesis se la dedico con todo mi corazón a mis padres Carmen y Antonio que estuvieron apoyándome en todo el proceso con sus consejos, paciencia, tiempo y por formarme con reglas y libertades que al final me motivaron para alcanzar mis metas. A mi hermana María por ser mi mejor amiga y estar en los momentos más difíciles brindándome su apoyo incondicional. A mi hija Isis que desde el vientre me acompaña y motiva a seguir esforzándome por las dos al demostrar que las metas propuestas se cumplen a pesar de las circunstancias difíciles. A mi familia y en especial a mis padrinos, por estar siempre pendientes de mi motivándome a seguir con cada consejo invaluable para toda mi vida.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
I. PROBLEMA .....	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.4.1. Objetivo General .....	15
1.4.2. Objetivos Específicos .....	16
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	16
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	16
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	16
2.2. MARCO TEÓRICO .....	18
2.2.1. GENERALIDADES DE LA FRUTA DEL PAN ( <i>Artocarpus altilis</i> ).....	18
2.2.1.1. Origen y distribución .....	18
2.2.1.2. Descripción Taxonómica .....	19
2.2.1.3. Descripción Botánica .....	19
2.2.1.4. Composición nutricional .....	20
2.2.2. CLASIFICACIÓN DE CONFITES .....	20
2.2.3. GOMITAS O GOMINOLAS .....	21
2.2.3.1. Definición.....	21
2.2.3.2. Procesamiento de elaboración de gomitas .....	22
2.2.3.3. Requisitos fisicoquímicos para las gomitas .....	22

2.2.3.4.	Requisitos microbiológicos para las gomitas.....	22
2.2.4.	GELIFICANTES .....	22
2.2.4.1.	Definición.....	22
2.2.4.2.	Grenetina o gelatina .....	22
2.2.5.	AZÚCARES .....	23
2.2.5.1.	Glucosa.....	23
2.2.5.2.	Sacarosa .....	23
2.2.5.3.	Fructosa.....	23
2.2.6.	ALMIDÓN .....	24
2.2.6.1.	Amilosa .....	24
2.2.6.2.	Amilopectina.....	24
III.	METODOLOGÍA.....	25
3.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO .....	25
3.1.1.	Enfoque.....	25
3.1.2.	Tipo de investigación .....	25
3.1.2.1.	Experimental .....	25
3.2.	HIPÓTESIS .....	25
3.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	25
3.3.1.	DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	26
3.3.2.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	27
3.4.	MÉTODOS UTILIZADOS .....	28
3.3.2.	Materia prima .....	28
3.3.3.	Métodos .....	28
3.3.3.1.	Proceso de aislamiento de almidón a partir de la fruta del pan.....	28
3.3.3.2.	Proceso de obtención del jarabe de fructosa por hidrólisis enzimática del almidón en la fruta del pan .....	30
3.3.3.3.	Formulación previa a la preparación de las gomitas.....	32



3.3.3.4.	Proceso de la elaboración de gomitas .....	32
3.3.3.5.	Evaluación bromatológica de las gomitas.....	35
3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	37
3.5.1.	Diseño experimental .....	37
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1.	RESULTADOS .....	39
4.1.1.	Jarabe de fructosa de la fruta del pan ( <i>Artocarpus altilis</i> ).....	39
4.1.2.	Evaluación fisicoquímica .....	40
a)	Humedad.....	40
4.1.3.	Evaluación sensorial de las gomitas .....	41
4.1.4.	Evaluación microbiológica.....	47
4.1.	DISCUSIÓN.....	47
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
VI.	REFERENCIAS .....	51
VII.	ANEXOS.....	54

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Descripción taxonómica de la fruta del pan ( <i>Artocarpus altilis</i> ).....	19
<b>Tabla 2.</b>	Composición fisicoquímica y nutricional de la fruta del pan en cada 100 g... 20	
<b>Tabla 3.</b>	Requisitos para las gomitas .....	22
<b>Tabla 4.</b>	Requisitos microbiológicos para las gomitas .....	22
<b>Tabla 5.</b>	Operacionalización de variables.....	27
<b>Tabla 6.</b>	Formulación en porcentajes para la elaboración de gomitas con sustitución parcial de sacarosa con jarabe de fructosa de fruta de pan.....	32
<b>Tabla 7.</b>	Formulación para la elaboración de 500 g de gomitas con sustitución parcial de sacarosa con jarabe de fructosa de fruta de pan.....	32
<b>Tabla 8.</b>	Porcentaje de edulcorante a utilizar en la formulación de gomitas .....	37
<b>Tabla 9.</b>	Formulaciones de tratamientos del diseño experimental.....	38

<b>Tabla 10.</b> Rendimiento de la fruta de pan en la obtención de almidón y jarabe de fructosa .....	40
<b>Tabla 11.</b> Porcentaje de humedad de las gomitas en los diferentes tratamientos. ....	40
<b>Tabla 12.</b> Porcentajes de azúcares en las gomitas. ....	41
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza de un factor al 95% .....	41
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Tukey al 95% con respecto al atributo color. ....	42
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza al 95% de un factor. ....	42
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Tukey al 95% con respecto al atributo olor. ....	42
<b>Tabla 17.</b> Análisis de varianza al 95% de un factor. ....	43
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Tukey al 95% con respecto al atributo sabor. ....	43
<b>Tabla 19.</b> Análisis de varianza al 95% de un factor. ....	44
<b>Tabla 20.</b> Prueba de Tukey al 95% con respecto al atributo textura. ....	44
<b>Tabla 21.</b> Porcentaje de aceptabilidad de cada tratamiento. ....	45
<b>Tabla 22.</b> Análisis microbiológico de las gomitas. ....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Flujograma de proceso de aislamiento de almidón a partir de fruta de pan..	29
<b>Figura 2.</b> Flujograma de obtención del jarabe de fructosa. ....	31
<b>Figura 3.</b> Flujograma para la elaboración de gomitas .....	34
<b>Figura 4.</b> Representación gráfica de la aceptación de cada tratamiento por género.....	45
<b>Figura 5.</b> Representación gráfica de la aceptación de cada tratamiento por edades (género femenino).....	46
<b>Figura 6.</b> Representación gráfica de la aceptación de cada tratamiento por edades (género masculino) .....	46
<b>Figura 7.</b> Despulpado de la fruta del pan.....	57
<b>Figura 8.</b> Tamizado para la extracción del almidón .....	57
<b>Figura 9.</b> Decantación del almidón.....	57
<b>Figura 10.</b> Deseccación de almidón .....	57
<b>Figura 11.</b> Almidón deshidratado .....	57
<b>Figura 12.</b> Medición de pH del almidón.....	57
<b>Figura 13.</b> Hidrólisis del almidón.....	57
<b>Figura 14.</b> Centrifugación del almidón.....	57
<b>Figura 15.</b> Filtración al vacío .....	58

<b>Figura 16.</b> Jarabe fructosado .....	58
<b>Figura 17.</b> Elaboración de gomitas.....	58
<b>Figura 18.</b> Análisis de humedad desecación.....	58
<b>Figura 19.</b> Análisis humedad en crisol .....	58
<b>Figura 20.</b> Evaluación microbiológica .....	58
<b>Figura 21.</b> Placas Compac Dry para mohos y levaduras, coliformes y aerobios mesófilos .....	59
<b>Figura 22.</b> Análisis sensorial a los tratamientos de gomitas.....	59
<b>Figura 23.</b> Análisis sensorial a los tratamientos de gomitas.....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Evidencias fotográficas.....	57
<b>Anexo 2.</b> Hoja de catación para análisis sensorial .....	60
<b>Anexo 3.</b> Análisis del porcentaje de fructosa, sacarosa y glucosa en gomitas.....	62
<b>Anexo 4.</b> Normativa Técnica Ecuatoriana .....	64

## RESUMEN

La presente investigación tuvo la finalidad de evaluar el efecto de la sustitución de sacarosa por fructosa obtenida de la fruta del pan sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas en gomitas. Se inició con la extracción de almidón por licuado de 2 min y acibado para desecar en una estufa a 48 °C por 48 h, al obtener el almidón se realizó una hidrólisis enzimática de alfa-amilasa y gluco-amilasa para realizar licuefacción en una suspensión de almidón al 30 % (p/v), sacarificación a 60 °C por 16 h, refinación e isomerización. Las respectivas formulaciones en la elaboración de gomitas se realizaron en seis niveles de sustitución 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% de fructosa de la fruta del pan. El análisis sensorial se aplicó a un panel de 50 jueces no entrenados con una prueba de aceptación con escala hedónica al tratamiento sustituido por el 50 % de fructosa con mayor aceptación en textura, color, aroma y sabor. El análisis fisicoquímico se realizó a cada tratamiento por lo tanto, el porcentaje de humedad en T0 5.96%, T1 4.94%, T2 10.2%, T3 5.072%, T4 5.228% y T5 7.522% se encuentra en el rango idóneo para este tipo de producto basado en la NTE INEN 2217-2012; el T0 obtuvo un porcentaje de fructosa 0.00 %, sacarosa 50.00 % y glucosa 23.07 % mientras que el T5 fructosa 52.32 %, sacarosa 0.00 % y glucosa 21.01 %, lo que nos indica que cumple con la normativa correspondiente para la elaboración de gomitas. Al igual que el análisis microbiológico en los seis tratamientos reportó <1 UFC/cm<sup>3</sup> en mohos y levaduras, coliformes y aerobios mesófilos.

**Palabras clave:** fructosa, hidrólisis enzimática, licuefacción, sacarificación, refinación, isomerización.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to assess the effect of substituting sucrose for fructose obtained from breadfruit on the physicochemical, sensory and microbiological characteristics of gummies. It began with the extraction of starch by liquefying for 2 min and sifting to desiccate in an stove at 48 °C for 48 h, when obtaining the starch, an enzymatic hydrolysis of alpha-amylase and gluco-amylase was carried out to execute liquefaction in a suspension of starch at 30% (w/v), saccharification at 60 °C for 16 h, refining and isomerization. The respective formulations in the elaboration of gummies were made in six levels of substitution 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% of fructose of the breadfruit. The sensory analysis was applied to a panel of 50 unexperienced judges with an acceptance test with a hedonic scale to the treatment substituted by 50% fructose with greater acceptance in texture, color, aroma and flavor. The physicochemical analysis was performed on each treatment, therefore, the percentage of moisture in T0 5.96%, T1 4.94%, T2 10.2%, T3 5.072%, T4 5.228% and T5 7.522% is in the ideal range for this type of. product based on the NTE INEN 2217-2012; the T0 obtained a percentage of fructose 0.00%, sucrose 50.00% and glucose 23.07% while the T5 fructose 52.32%, sucrose 0.00% and glucose 21.01%, which indicates that it complies with the corresponding regulations for the production of gummies as well as the microbiological analysis reported in the six treatments <1 CFU/cm<sup>3</sup> in molds and yeasts, coliforms and mesophilic aerobes.

**Keywords:** fructose, enzymatic hydrolysis, liquefaction, saccharification, refining, isomerization.

## INTRODUCCIÓN

El árbol de la fruta de pan es un fruto silvestre que crece en las zonas tropicales de Ecuador por su gran biodiversidad, produce una fruta grande ovalada que aún no es explotada a causa de su desconocimiento en el área productiva a nivel nacional. Este fruto posee propiedades nutricionales como proteínas, vitaminas, azúcares y vitaminas que son de gran beneficio para el cuerpo humano. Cultivar este fruto no requiere una gran inversión económica, debido a que dicho fruto crece de forma natural dando un promedio de 700 frutos por año, por lo tanto, se puede obtener una producción rentable de jarabe de fructosa (Russián, 2019).

Los jarabes se utilizaron antes de descubrirse el azúcar por lo general estaban compuestos por agua, soluciones extractivas y zumos. En la actualidad principalmente los usan en la industria confitera y alimentos procesados, por su aporte en textura, brillo ya disminuyen la temperatura de congelación, el anticristalizante del azúcar, reguladores del dulzor, en las carnes procesadas, incrementa el pardeamiento de la carne durante la cocción (Sánchez, 2020).

En Ecuador existe poca innovación al elaborar gomitas o comúnmente considerados dulces y confites en el diseño e ingredientes, por lo tanto, solo consideran a un público determinado que son los niños y adolescentes ocasionando enfermedades como las diabetes u obesidad. Algunas empresas dedicadas a la producción de gomitas no las estiman como un producto estrella fijando a otros dulces o caramelos en primer lugar en ventas.

La presente investigación pretende establecer una formulación idónea en la elaboración de gomitas con un rendimiento estable en la producción del jarabe de fructosa a partir de fruta de pan estableciendo una alternativa de consumo en caramelos en dosis proporcionadas a personas con diabetes u obesidad con el fin de darle un valor agregado a este fruto que se promueva la investigación a nivel nacional de este fruto.

## I. PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El consumo per cápita de confitería tipo gomitas es de 2.4 kg/año donde los caramelos presentan una ingesta del 70 % y el 25 % entre gomas y chicles, por ello a nivel mundial las ventas anuales en confitería es de 219.882 billones USD, Latinoamérica 29.296 billones USD, Norteamérica 45.551 billones USD y Europa Oriental 23.749 billones USD (Pasquel, 2013). Además, la Corporación Financiera Nacional (2017) indica que en Ecuador se encuentran 23 microempresas dedicadas a la confitería y dulces con una estimación de \$ 310 mil USD mensuales.

Debido a la oferta de producción expuesta con anterioridad a nivel mundial, existe un consumo excesivo de golosinas que causan enfermedades como la diabetes. La Organización Mundial de Salud (2018) nos dice que 1.5 millones de personas mueren por estas enfermedades y se estima que el año 2030, ésta sea la séptima causa de muerte por la alta ingesta de azúcar diaria, sin aporte nutricional presente en estos productos, mayormente las consumen los niños por su agradable sabor y bajo costo. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2019) estima que 6 de cada 10 personas sufren de diabetes y obesidad, entre las provincias con mayor porcentaje de personas que sufren estos padecimientos se encuentran Santa Elena 31 %, Bolívar 23.8 %, Chimborazo 27.4 %, Imbabura 33.6 %, El Oro 30.1 %, Guayaquil 38 %, Galápagos 44.1 % y Carchi 20.5 %.

El Programa Mundial de Alimentos (2019) considera a “Ecuador en el cuarto lugar como país que sufre de desnutrición por debajo de Guatemala, Honduras y Bolivia”, países que contradictoriamente poseen mayor variedad de especies alimenticias con altas propiedades nutricionales. Esto se debe al desconocimiento de la población, como es el caso de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) que es considerada un cultivo no tradicional, cuya producción es relativamente modesta en la Amazonía y parte de la Sierra. Esta fruta cuenta con poca información de cultivo, lo cual genera desconocimiento de sus propiedades nutricionales y su uso es generalmente para dar sombra a los cultivos como naranjilla, plátano, piña, guayaba e incluso en piscicultura.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es factible obtener jarabe de fructosa de la fruta del pan para sustituir parcialmente la sacarosa en gomitas?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La fruta del pan (*Artocarpus altilis*) está inmersa en el Tratado Internacional de Plantación de Plantas y Recursos Genéticos, que al aumentar su cultivo brinda la seguridad alimentaria ya que este fruto cumple con más del 100 % del requerimiento de carbohidratos y fibra, más del 50 % de potasio y magnesio, más del 20 % de proteína, vitamina C, hierro, calcio y fósforo, y más del 8 % de vitamina B<sub>9</sub> (ácido fólico) del requerimiento diario (Russián, 2019), además crece en climas tropicales, climas idóneos existentes en Ecuador. Este fruto presenta alto contenido de fructosa y puede reemplazar a la sacarosa por su poder endulzante ya que una ingesta moderada de fructosa puede ayudar al control de glucosa en la sangre y puede ser consumida por personas con diabetes (Alonso, 2015). La fructosa es metabolizada principalmente en el hígado, no requiere insulina por lo tanto no eleva los niveles de glucosa en la sangre, la sacarosa puede ingerirse hasta el 20 %, es decir, 50 g/día y la fructosa 350 g/día que representan más del 45 % (González, 2013).

Cabe recalcar que los principales beneficiados con el cultivo de la fruta del pan son los agricultores ya que, al realizar dicha actividad, estos pueden disponer de una cosecha durante todo el año debido a que cada árbol puede llegar a producir un promedio de 700 frutos anuales con un peso aproximado de 1.3 kg de lo cual 70 % será la parte carnosa de la fruta y el 30 % corteza y semilla (Mena, 2016). Al obtener la fructosa de la fruta antes mencionada permite dar una alternativa de una golosina tipo gomita con bajo o nulo contenido de sacarosa.

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Sustituir la sacarosa por fructuosa obtenida de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) y su aplicación en la elaboración de gomitas.



### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Obtener la fructosa de la fruta del pan mediante una hidrólisis enzimática.
- Establecer proporciones de sustitución de sacarosa por fructosa en la elaboración de gomitas.
- Evaluar las propiedades sensoriales de las gomitas para elegir el mejor tratamiento.
- Realizar un análisis fisicoquímico y microbiológico al mejor tratamiento de gomitas bajo la norma NTE INEN 2217: 2000.

### 1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Es viable elaborar gomitas a partir del jarabe de fructosa de la fruta del pan?
- ¿Cuáles serían las ventajas de ofrecer una gomita sustituida parcialmente por el jarabe de fructosa de la fruta del pan en las personas con diabetes?
- ¿Las gomitas elaboradas con el jarabe de glucosa de la fruta del pan (*Artocarpus altitis*) cumplirán con las características sensoriales propias de este producto?
- ¿Los tratamientos cumplirán con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo con la norma NTE INEN 2217: 2012?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

(Chiluisa, 2015) realizó un estudio sobre el efecto de la hidrólisis enzimática en la obtención de un jarabe de glucosa y fructosa a partir del plátano maduro (*Musa Paradisiaca*), donde utilizó un diseño factorial, cuyos factores fueron la cantidad de enzima alfa-amilasa, cantidad de enzima amiloglucosidasa y la relación fruta: agua. El mejor tratamiento fue el que utilizó 0.02 g/L de amiloglucosidasa, 1: 2 fruta y agua y 0.6 g/L de alfa-amilasa. En este tratamiento obtuvo 14.76 mg/mL de fructosa, un rendimiento volumétrico del 10%, 74° Brix y 4.4 de pH. En este estudio realizó una evaluación sensorial con 54 catadores semientrenados, estos indicaron que el tratamiento tuvo un aroma frutal, sabor dulce, consistencia viscosa y color ámbar rojizo, además indicó que las cantidades de enzima no influyeron significativamente en los atributos evaluados.

(Salcedo, Montes, & Pajaro, 2009) realizaron un estudio denominado “Producción de jarabes de fructosa por medio de la hidrólisis enzimática del almidón de yuca” donde se evaluó la producción y rendimiento de un jarabe de fructosa a partir de hidrólisis enzimática de almidón de yuca. Utilizaron un diseño experimental de factor categórico completamente al azar donde se varió la concentración de almidón al 10, 20, 30, 40 y 50% p/v a partir de dos variedades de yuca. Los jarabes obtenidos presentaron concentraciones de 21.20% y 22.10% para cada variedad, el rendimiento máximo fue entre 635.86-674.71/Kg de fructosa/tonelada. La mejor variedad fue C. M Tai-8.

En la Universidad Tecnológica Equinoccial, Riofrio (2015) elaboró gomitas reducidas al 43 % de sacarosa y sin colorantes artificiales para aprovechar los nutrientes de la remolacha. Manejó 3 formulaciones 90:10, 70:30 y 50:50 (extracto: pulpa) descartando el T3 por no tener una consistencia característica del producto. Para el T1 y el T2 hubo una aceptabilidad global mediante una escala hedónica y un diseño por bloques cuya formulación T1 obtuvo un puntaje de 8.10/10 analizando los dos sabores (con saborizante y sin saborizante de mora), el diseño experimental arrojó un puntaje de 7.88/10, para el tratamiento final con una humedad de 21.69 %, proteína de 21.22 %, carbohidratos de 55.68 %, cenizas de 1.36 %, fibra de 0.06 % y grasa del 0 %. Adicional se realizó la cuantificación de sacarosa obteniendo un 10.71% y un análisis microbiológico del producto final, dando como resultado <10 ufc/g de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras.

La investigación de Villaseñor (2015) evaluó la fruta de pan (*Artocarpus Altilis*), la cuál es de importante valor energético y por su contenido en almidón, podría ser incluida en productos con requerimientos funcionales debido a la presencia de proteínas, fibra dietética, almidones y  $\beta$ -glucanos los cuales son de gran ayuda para la salud gastrointestinal. El objetivo del estudio fue evaluar nutricional y funcionalmente el almidón de fruta de pan aislado de plantaciones de la provincia de El Oro. El estudio partió por el aislamiento del almidón en la planta piloto de la Universidad Técnica de Machala, mediante el procedimiento expuesto por (Bello-Pérez, A., 2000), después las muestras fueron trasladadas a los laboratorios del departamento de Nutrición de la Universidad del Estado de Hidalgo en México. El rendimiento de almidón con relación a la fruta fue entre 42.8 y 44.2%, obtuvo 1.70% de cenizas, 17.21% de proteína, 4.3% de grasa, 10.53% de humedad, 12.29% en fibra dietética y 38.41% en almidones. En conclusión, se sugirió el almidón de la fruta de pan en la variedad (*Artocarpus Altilis*) ya

que podría ser incorporado en alimentos que requieran características funcionales en almidones resistentes  $\beta$ -glucanos.

En la Universidad Nacional de Colombia, Vidal y Páez, (2011) realizaron un estudio sobre “El proceso de obtención de jarabes edulcorantes por hidrólisis enzimática del almidón de ñame espino (*Dioscorea rotundata*)”, donde se extrajo el almidón mediante un proceso de corte (rayadura), limpieza, precipitado y secado. Se evaluó el rendimiento con relación a la materia prima inicial y la concentración de almidón. También se evaluó amilosa, amilopectina, humedad, grasas, fibra cruda y cenizas acorde con lo exigido por la norma. La hidrólisis enzimática del almidón se realizó utilizando glucoamilasa, pululanasa y  $\delta$ -amilasa en soluciones de almidón al 36 y 46% p/p; se determinó el pH, azúcares reductores (AR), azúcares totales (AT), grados Brix, humedad, y la equivalente dextrosa (ED). En la licuefacción se obtuvo un ED entre 18.81% y 22.15% (obtuvieron jarabes edulcorantes intermedios). Jarabes con un ED entre el 34-45% (baja y media conversión) en la primera sacarificación y jarabes con un ED entre el 75-79 % (alta conversión) como producto final. Estos valores demostraron que se puede utilizar el almidón de ñame espino en la elaboración de jarabes para su uso en la industria alimentaria.

Cizauskaite, et al. (2019) realizaron un estudio denominado “Natural Ingredients-Based Gummy Bear Composition Designed According to Texture Analysis and Sensory Evaluation In Vivo” en el cual se produjeron ositos de goma a base de ingredientes naturales como 4.3 g de gelatina y 6.3 g de jarabe de agave, donde el jarabe de agave influyó en la flexibilidad de la gomita, haciéndolo hasta un 27% más flexible, también le agregaron carbonato de calcio el cual influyó en los parámetros de textura como firmeza, fuerza y dureza. La evaluación sensorial se realizó a trece voluntarios entre 18 y 23 años.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. GENERALIDADES DE LA FRUTA DEL PAN (*Artocarpus altilis*)**

#### **2.2.1.1. Origen y distribución**

Según la FAO (2017), la especie *Artocarpus altilis* de la familia *Moraceae* cuyo nombre científico del árbol de pan es (*Treculia africana*), se cultiva en la región del Pacífico, pero su origen data de Oceanía. Generalmente crece en las zonas tropicales del mundo, sobre

todo en América del Sur, Asia meridional y sudoriental, el continente africano y Australia. El árbol del pan se produce para aprovechar sus frutos amiláceos.

El árbol da frutos seis años después de sembrarlo, el cual genera frutos aproximadamente durante más de 50 años. Los frutos llegan a medir entre 9 a 45 cm de longitud y el diámetro varía entre 5 y 30 cm, llegando a pesar hasta 6 kg, es de color verde y a medida que crece se torna verde amarillento, amarillo o marrón cuando está muy maduro. (FAO, 2017).

Al crecer en zonas tropicales es capaz de soportar una gran variedad de condiciones edafoclimáticas, sequías y tormentas tropicales fuertes, las condiciones óptimas en las que crece es 21-32° C de temperatura, a 600-650m de altitud y 1500-3000 mm de precipitación anual. Tienen baja producción a temperaturas de 40° C o 5° C (Mena, 2016).

### 2.2.1.2. Descripción Taxonómica

En la tabla 1 se indica la descripción taxonómica de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*).

**Tabla 1.** Descripción taxonómica de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*)

DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA	
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Hamamelidae</i>
Orden	<i>Rosales</i>
Familia	<i>Moraceae</i>
Género	<i>Artocarpus</i>
Especie	<i>Altilis</i>
Sinónimos	Fruta del pan, árbol del pan

Tomado de FAO (2017)

### 2.2.1.3. Descripción Botánica

Mena (2016) afirma que:

- **Planta:** A los 5m de altura empiezan a crecer sus primeras ramas y alcanzan hasta 15m de longitud.
- **Raíz:** Se caracteriza por tener raíces fibrosas, las cuales puede tener 10 cm de diámetro y 25 cm de longitud.

- **Tallo:** El tallo o en este caso tronco del árbol, llega a medir 1m de diámetro.
- **Hojas:** Posee hojas lobuladas que pueden medir entre 20 a 60 cm.
- **Flores:** Posee flores di sexuales o monoicas.
- **Fruto:** Es redondo u ovalado de color verde, amarillo o marrón y pulpa blanca o crema.
- **Semilla:** Normalmente no se realiza siembra por propagación de semillas si no que se realizan cortes a sus tallos o esquejes de raíz, sin embargo, son de color marrón, de textura y sabor a nuez.

#### 2.2.1.4. Composición nutricional

“La fruta del pan (*Artocarpus altilis*) tiene una pulpa carnosa y cremosa, con un 60% de almidón y más proteínas que el plátano o el ñame por lo que es muy alimenticio por su valor proteico rico en carbohidratos y contienen una buena fuente de vitaminas y minerales” (Cabrera y Castillo, 2018). En la tabla 2 se puede observar la composición fisicoquímica y nutricional de la fruta del pan.

**Tabla 2.** Composición fisicoquímica y nutricional de la fruta del pan en cada 100 g.

Composición	Pulpa (gramos)
Humedad	62.7 – 89.2
Proteínas	1.3 – 2.24
Grasas	0.1 – 0.86
Cenizas	0.56 – 1.2
Carbohidratos	21.5 – 29.5
Fibra	1.08 – 2.1
Calorías	105 – 109
Calcio	0.05
Tiamina	0.08 – 0.09
Riboflavina	0.03 – 0.07
Niacina	0.51 – 0.92
Ácido ascórbico	15.33

Tomado de Cabrera y Castillo (2018)

#### 2.2.2. CLASIFICACIÓN DE CONFITES

- Según la norma INEN 2217 productos de confitería (2012) clasifica de la siguiente manera a los productos de confitería:
- **Caramelos blandos:** Están elaborados a base de almíbares que mediante un proceso de cocción y enfriado, adquieren consistencia semisólida y son masticables, otros también llamados Toffes son caramelos blandos que tienen leche, mantequilla y grasas vegetales que le dan consistencia blanda.

- **Caramelos rellenos:** Son caramelos seas duros o blancos que poseen en su interior jarabes frutales, chocolate o cualquier alimento que realce su sabor.
- **Caramelo líquido o crema de caramelo:** Son los caramelos semilíquidos de consistencia viscosa y pegajosa.
- **Dulces dietéticos:** Son todas las golosinas elaboradas a base de edulcorantes cuya cantidad de carbohidratos como dextrosa, azúcar invertido, dextrina, etc. no es mayor al 8 % y se los elabora mediante la sustitución total o parcial de estos carbohidratos por polialcoholes como sorbitol, xilitol, etc. solos o mezclados.
- **Gomitas:** Son de textura suave, masticable, esponjosa y que al masticarla no se pega en los dientes. Está elaborada de gelatina, goma, agar, edulcorantes (glucosa, fructosa, sacarosa, edulcorantes dietéticos etc), almidón y aditivos permitidos (NTE INEN 2217, 2012).
- **Malvaviscos:** O también llamados masmelo, nube, bombón, entre otros nombres. Son gomitas que contienen albúmina lo que le da una consistencia esponjosa y plástica, estos pueden ser recubiertas por azúcar impalpable o no.
- **Pastillas o comprimidos:** Son productos obtenidos por compresión o moldeado de una mezcla de azúcares y otros alimentos según la norma que le dan las características de ser sólido o semisólido.
- **Turrone:** Son productos constituidos por una masa sólida o semisólida elaborado a base de edulcorantes (miel, azúcar, etc), albúmina, gelatina, frutas confitadas o cristalizadas, frutos secos y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos.

### 2.2.3. GOMITAS O GOMINOLAS

#### 2.2.3.1. Definición

Son de textura suave, masticable, esponjosa y que al masticarla no se pega en los dientes. Está elaborada de gelatina, goma, agar, edulcorantes (glucosa, fructosa, sacarosa, edulcorantes dietéticos etc), almidón y aditivos permitidos (NTE INEN 2217, 2012). De los ingredientes empleados para hacer las gomitas, los edulcorantes son los más importantes ya que de ellos depende la aceptación del producto y las características del producto como viscosidad, humedad y textura del mismo. Por motivos económicos y reológicos, la sacarosa es el endulzante que se utiliza con mayor frecuencia<sup>1</sup>, sin embargo, su uso presenta varios inconvenientes para la salud dado su alto índice glicémico que está correlacionado con el síndrome metabólico, diabetes mellitus, obesidad, hipertensión, caries y enfermedades cardiovasculares (Aranda et. Al; 2015).

### 2.2.3.2. Procesamiento de elaboración de gomitas

El proceso de elaboración de gomitas consiste en disolver una solución de gelatina con el jarabe de glucosa y sacarosa antes de ebullición, seguido se añade ácido cítrico, saborizantes y colorantes, luego se deposita en moldes de almidón, que luego se secan hasta alcanzar un contenido de humedad final y textura adecuada (Riofrio, 2015).

### 2.2.3.3. Requisitos fisicoquímicos para las gomitas

En la tabla 3 podemos observar los requisitos fisicoquímicos para las gomitas.

**Tabla 3.** Requisitos para las gomitas

Requisitos	Min	Max
Humedad %	10.0	25.0
Sacarosa %	-	50.0

Fuente: (NTE INEN 2217, 2012)

### 2.2.3.4. Requisitos microbiológicos para las gomitas

En la tabla 4 se encuentra los requisitos microbiológicos para las gomitas.

**Tabla 4.** Requisitos microbiológicos para las gomitas

Requisitos	N	m	M	c
Aerobios mesófilos UFC/g	3	$1.0 \times 10^4$	$1.0 \times 10^5$	1
NMP Coliformes totales/g	3	< 3	$1.0 \times 10^1$	0
Mohos y levaduras UP/g	3	$3.0 \times 10^2$	$1.0 \times 10^3$	1

Fuente: (NTE INEN 2217, 2012)

## 2.2.4. GELIFICANTES

### 2.2.4.1. Definición

Gelificante y espesantes son gomas hidrosolubles que se disuelven o dispersan en el agua, de esta manera generan la textura deseada de un producto por producir una alta viscosidad o formar geles. Para obtener estas características, algunos geles deben ser sometidos a altas temperaturas (calentamiento) y otros se gelifican en frío (FLAVORIX, 2016).

### 2.2.4.2. Grenetina o gelatina

La gelatina se obtiene a partir de tendones, cartílagos y huesos de animales, que en su formación química son ricos en aminoácidos. Esta sustancia se utiliza principalmente para la elaboración de confites, sea como agente gelatinizante o de batido. Es por ello que es el ingrediente principal en la elaboración de gomitas ya que le brinda la textura propia de

este producto, también se utiliza en marshmallow, gomitas y otros productos gomosos. (Riofrio, 2015).

### **2.2.5. AZÚCARES**

Son sustancias que tienen poder edulcorante como la sacarosa, glucosa, fructosa, maltosa, el azúcar invertido y los jarabes de glucosa y de fructosa los cuales se emplean en una gran cantidad de productos alimenticios. Estas sustancias contienen un alto contenido de hidroxilos los cuales forman puentes de hidrógeno con el agua, de esta manera la retiene, confiere viscosidad y cuerpo. Al ser dulces generan reacción de Maillard, es decir, oscurecimiento en la caramelización, fermentación y fungen como fuente de carbono (Badui, 2006).

#### **2.2.5.1. Glucosa**

Es un carbohidrato que pertenece a los monosacáridos, esta se puede encontrar en las frutas, sangre de animales, miel, etc. Es el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza, también denominada dextrosa, es utilizado como jarabe de glucosa particularmente en la elaboración de confites, extraído del almidón de cereales, principalmente el maíz y todos los alimentos que tengan un alto contenido de almidón, se lo realiza mediante hidrólisis enzimática, la desventaja de su uso es debido a ser la principal causante de enfermedades como la diabetes. (Badui, 2006).

#### **2.2.5.2. Sacarosa**

Es conocida como el azúcar de mesa, es un disacárido formado por la combinación de glucosa y fructosa, es el edulcorante más utilizado en el mundo, este producto se encuentra en un 20% en la caña de azúcar y en un 15% en la remolacha azucarera, de los cuales es mayormente extraída. (Badui, 2006).

#### **2.2.5.3. Fructosa**

Es un monosacárido, denominado también cetoheptosa, cuya estructura está formada por un grupo oxo (cetonas) y heptosa por los seis átomos de carbono. La fructosa es un edulcorante que se encuentra principalmente en frutas (es su azúcar natural), en las verduras, miel y otras plantas. Es el más dulce de todos los carbohidratos. En la industria de alimentos se utiliza en una gran variedad de productos de repostería, bebidas refrescantes, barras nutritivas, cereales, etc. (Badui, 2006).



## **2.2.6. ALMIDÓN**

De acuerdo a Villaseñor (2015), el almidón es un polisacárido, representa la principal fuente de energía del hombre, además es el polisacárido más abundante en la naturaleza. El almidón es vulnerable al ataque enzimático y reacción química, está formado por agregados semi cristalinos insolubles en agua denominados gránulos, el tamaño de los gránulos de almidón varía entre 0,5 a 100  $\mu\text{m}$ , cuya característica es de gran importancia en sus propiedades funcionales, ya que los gránulos de almidón con menor tamaño presentan mayor solubilidad y alta capacidad de adsorción de agua. Los gránulos pueden ser aplanados, esféricos o elongados, así como helicoidales. Por otro lado, los gránulos de almidón de los cereales son poliédricos o polimórficos, esféricos truncados y poligonal, etc. El almidón consiste principalmente de dos homopolímeros de  $\alpha$ -glucosa estructuralmente diferentes: la amilosa y la amilopectina (Villaseñor, 2015).

### **2.2.6.1. Amilosa**

La amilosa es un polímero lineal, producto de la condensación de D-glucopiranosas unidas por enlaces  $\alpha$  (1-4), los cuales constituyen un 99% de la molécula, mientras que los enlaces  $\alpha$  (1-6) se encuentran en 1 %. La estructura presenta algunas ramificaciones, las cuales dependen del tamaño molecular y la fuente de la cual se obtenga. Es soluble en el agua a 70-80° C. También presenta un grado de polimerización (GP) que varía entre 324 a 4920, con puntos de ramificación que van desde 9 a 20 unidades de glucosa; y con un peso molecular que va desde 1 x 10<sup>5</sup> a 1 x 10<sup>6</sup> g/mol (Villaseñor, 2015).

### **2.2.6.2. Amilopectina**

Es el principal componente en los almidones, presenta enlaces  $\alpha$  (1-4), los cuales representan un 92-96% y enlaces  $\alpha$  (1-6) en sus puntos de ramificación (4- 5 %). El peso molecular fluctúa entre 7.0 x 10<sup>7</sup> a 5.7 x 10<sup>9</sup> g/mol y las ramificaciones se localizan aproximadamente cada 15-25 unidades de glucosa. (Villaseñor, 2015).

El fraccionamiento del almidón en sus dos componentes, la amilosa y la amilopectina, puede llevarse a cabo por diferentes métodos, porque presentan características estructurales diferentes, así como también; el grado de ramificación, peso molecular y distribución de la amilosa y la amilopectina (Villaseñor, 2015).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

La investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que se realizó una fase experimental para la obtención de datos estadísticos, para ello se evaluaron las características fisicoquímicas y microbiológicas de las diferentes formulaciones (sustitución parcial de sacarosa por fructosa obtenida de fruta de pan), también de enfoque cualitativo por la evaluación sensorial de las gomitas mediante un panel de 50 catadores no entrenados para seleccionar el tratamiento con mayor aceptabilidad. La interpretación de los datos se realizó mediante el uso del paquete estadístico Minitab.

##### 3.1.2. Tipo de investigación

###### 3.1.2.1. Experimental

La investigación es de tipo experimental porque se desarrollaron varias formulaciones en relación a la cantidad de jarabe de fructosa de la fruta del pan y sacarosa en gomitas, evaluando la influencia de cada variable independiente sobre las variables dependientes (características fisicoquímicas y sensoriales) para probar o negar la hipótesis mediante pruebas de laboratorio y análisis estadístico.

#### 3.2. HIPÓTESIS

**Hipótesis nula  $H_0$ :** La sustitución de sacarosa por la fructosa obtenida de la fruta del pan no influye en las características sensoriales, fisicoquímicas, y microbiológicas de las gomitas.

**Hipótesis afirmativa  $H_1$ :** La sustitución de sacarosa por la fructosa obtenida de la fruta del pan influye en las características sensoriales, fisicoquímicas, y microbiológicas de las gomitas.

#### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

##### VARIABLES dependientes

- Características fisicoquímicas de las gomitas
- Propiedades sensoriales de las gomitas
- Características microbiológicas de las gomitas.

### **Variables independientes**

- Porcentajes de fructosa en la formulación de una gomita.
- Porcentajes de sacarosa en la formulación de una gomita.

#### **3.3.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES**

##### **Variable independiente:**

- Cantidad de fructosa 0%, 10%,20%, 30%, 40%,50 %
- Cantidad de sacarosa 50 %, 40%,30%,20%,10%,0%

**Variable dependiente:** Características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de las gomitas:

- **Características fisicoquímicas:** Contenido de humedad, sacarosa
- **Características sensoriales:** color, olor, textura, sabor,
- **Características microbiológicas:** aerobios mesófilos, coliformes totales y mohos.

### 3.3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 5.** Operacionalización de variables

Variables		Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variables Independientes	Cantidad de fructosa	Porcentaje	0%,10%,20%,30%,40%,50%	Gravimetría	Técnica usada por (2015)
	Cantidad de sacarosa		50%,40%,30%,20%,10%,0%	Gravimetría	
Variables Dependientes	Análisis fisicoquímicos	-Humedad	Máx. 25%	Gravimetría	NTE INEN 265
		-Sacarosa	Máx. 50%	HPLC	AOAC 930.36
	-Fructosa	-	-	-	
Variables Dependientes	Análisis sensorial	-Color	Escala hedónica de 5 puntos: 1 me disgusta mucho, 2 me disgusta poco, 3 no me gusta ni me disgusta, 4 me gusta poco y 5 me gusta mucho	Pruebas afectivas con escala hedónica	Hoja de catación-cuestionario.
		-Olor			
Calidad de las gomitas	Análisis microbiológico	-Textura	Máx. 1*105 UFC/g	Procedimiento de cultivo en placas compact dry.	Norma INEN 2217, MINSA y NTC 5592
		-Sabor			
		-Aerobios mesófilos	1*103 UFC/g		
		-Coliformes totales			
		-Mohos y levaduras			

### 3.4 MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1 Materia prima

La fruta del pan se adquirió de las comunidades de la Parroquia El Chical para extraer el jarabe de fructosa mediante hidrólisis enzimática y sustituir parcialmente la sacarosa por el jarabe de fructosa en una gomita, con el fin de darle un valor agregado y aprovechar la producción de fruta de pan en la comunidad. El proceso de elaboración (ensayo de formulaciones), fisicoquímico y sensoriales se realizaron en el laboratorio experimental de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi “UPEC”.

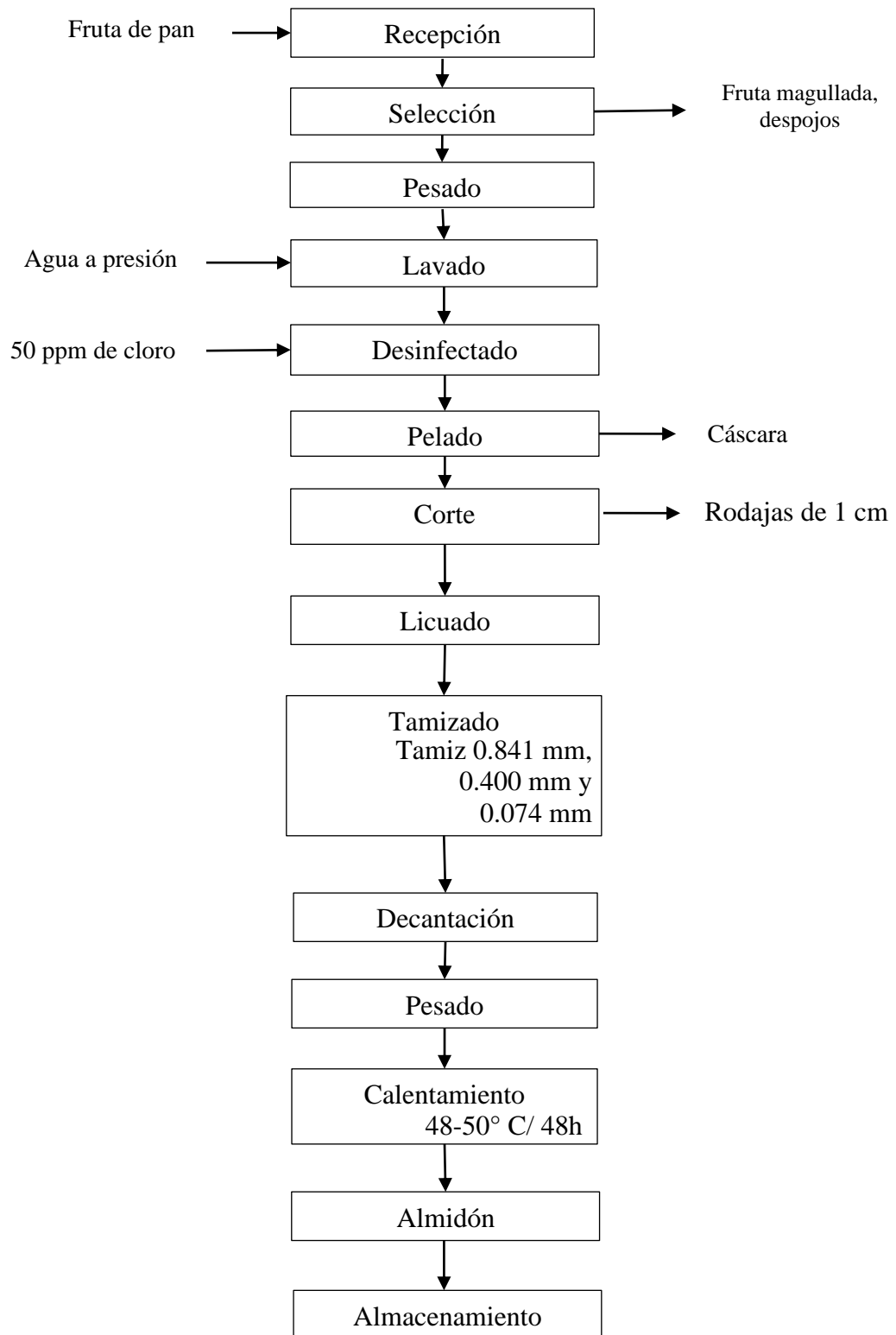
#### 3.4.2 Métodos

##### 3.4.2.1 Proceso de aislamiento de almidón a partir de la fruta del pan.

Se utilizó el método propuesto por Villaseñor (2015) para extraer el almidón de la parte carnosa de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) mediante procesos físicos en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Se siguió el siguiente procedimiento:

- **Recepción de materia prima:** La fruta del pan se adquirió en la parroquia El Chical de la provincia del Carchi sin fisuras y en su óptimo estado de madurez.
- **Pesado:** En una balanza se pesó la fruta del pan.
- **Lavado:** Agua potable con chorro a presión o inmersión.
- **Desinfección:** Con una solución de concentraciones de 15 ppm de cloro.
- **Pelado:** Se separa la cáscara y semillas de la fruta del pan.
- **Corte:** Se cortó la parte carnosa de la fruta de 1 cm.
- **Licuada:** Mediante una licuadora industrial de 20 L de capacidad a 110 V durante 2 min.
- **Acribado:** Se realizó con un tamiz de 0.841 mm, 0.400 mm, 0.149 mm y 0.074 mm para obtener el almidón.
- **Decantación:** Se realizó una decantación líquido-líquido en recipientes transparentes para observar la cantidad de almidón.
- **Pesar:** El residuo que queda en precipitación en este caso el almidón.
- **Calentamiento:** En una estufa ECOCELL B070027 a temperatura de 48 y 50 °C por 48 h.
- **Empacado:** El almidón obtenido se lo coloca en fundas de celofán.

En la figura 1 se indica el proceso de elaboración en un flujograma de procesos:



**Figura 1.** Flujograma de proceso de aislamiento de almidón a partir de fruta de pan

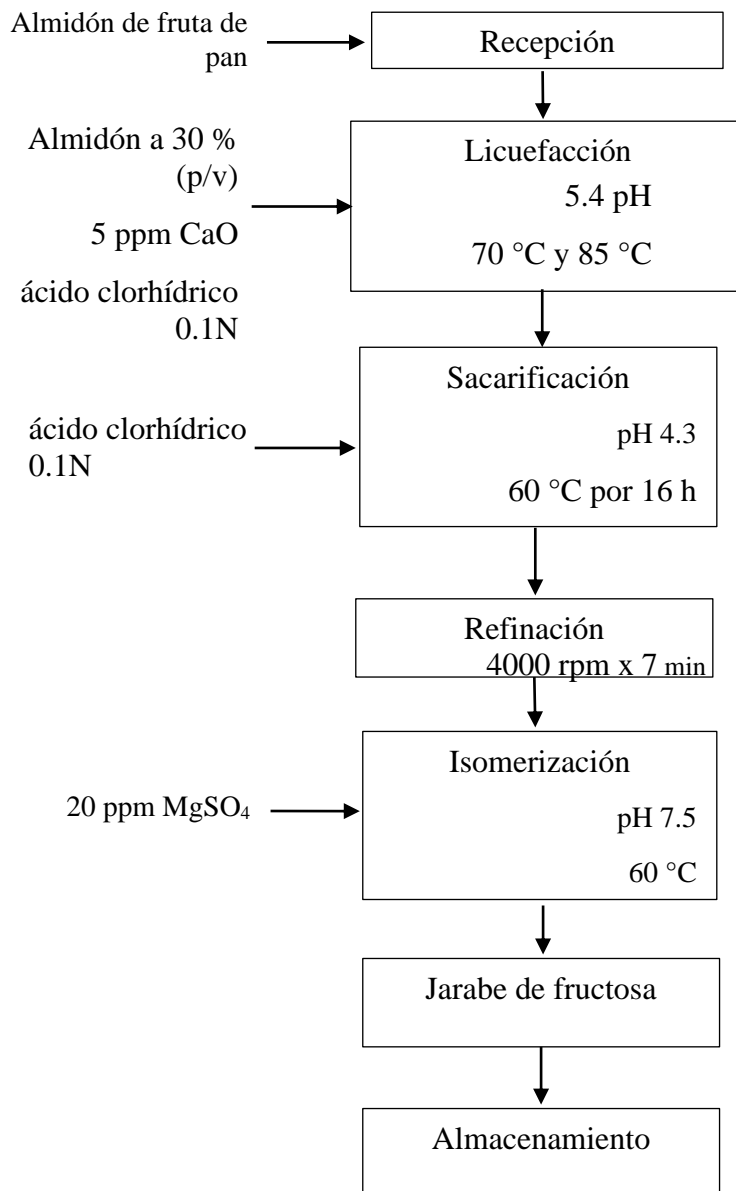
**Fuente:** Villaseñor, (2015)

### 3.4.2.2 Proceso de obtención del jarabe de fructosa por hidrólisis enzimática del almidón en la fruta del pan

Se utilizó mediante el método de Mera y Carrera (2005) para obtener jarabe de fructosa a partir del almidón de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) mediante procesos químicos y físicos en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi:

- **Recepción de materia prima:** Almidón a partir de la fruta del pan con 10 % de humedad.
- **Licuefacción:** Se realiza una suspensión de almidón al 30 % en p/v en un vaso de precipitación de 1 000 ml y se añade 5 ppm de calcio, se ajusta el pH a 5.4 con ácido clorhídrico 0.1N, al obtener la solución se colocó en baño maría a 70 °C manteniendo agitación por 20 min y se agrega la enzima alfa-amilasa, después se elevó la temperatura a 85 °C por 3 horas con agitación manual cada 10 min en un matraz para cubrir con aluminio para evitar pérdidas de agua posteriormente se dejó enfriar a temperatura ambiente.
- **Sacarificación:** Al resultado de la licuefacción se le realizó un reajuste de 500 ml de agua que perdió en dicho proceso. Además, se ajustó el pH a 4.3 con ácido clorhídrico al 0.1 N a temperatura de 60 °C a baño maría y agitación manual cada 10 min, una vez alcanzada la temperatura de 60 °C se agregó la enzima glucoamilasa y se dejó por un período de 16 h.
- **Refinación:** Los jarabes resultantes se les realizó un proceso de centrifugación a 4000 rpm durante 7 min, los residuos obtenidos se separaron mediante un proceso de decantación y posteriormente ser filtrados con papel filtro al vacío obteniendo un jarabe glucosado.
- **Isomerización:** En un vaso de precipitación se colocó 100 ml de la disolución ajustada a un pH de 7.5 y se adiciona 20 ppm de sulfato de magnesio a 60 °C. El bombeo se realiza por 150 min en recirculación.
- **Envasado:** Se coloca en un recipiente aséptico el jarabe fructosado obtenido del proceso.

En la figura 2 se indica el proceso mediante un flujograma de procesos:



**Figura 2.** Flujograma de obtención del jarabe de fructosa.

**Fuente:** Mera y Carrera, (2005)



### 3.4.2.3 Formulación previa a la preparación de las gomitas

En la tabla 6 se establece la formulación en porcentaje para la elaboración de gomitas.

**Tabla 6.** Formulación en porcentajes para la elaboración de gomitas con sustitución parcial de sacarosa con jarabe de fructosa de fruta de pan.

Ingredientes	Testigo (%)	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%)	T5 (%)
Gelatina sin sabor (250 bloom)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Agua (dilución de la gelatina)	13	13	13	13	13	13
Azúcar (sacarosa)	50	40	30	20	10	0
Jarabe de fructosa	0	10	20	30	40	50
Jarabe de glucosa	21	21	21	21	21	21
Agua	10	10	10	10	10	10
Ácido cítrico	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Colorante	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Nota:** Los valores están en referencia a porcentaje

Con base en los porcentajes establecidos en la tabla 6, se establecieron las cantidades de ingredientes para la elaboración de 500 gramos de gomitas para cada tratamiento como se indica en la tabla 7.

**Tabla 7.** Formulación para la elaboración de 500 g de gomitas con sustitución parcial de sacarosa con jarabe de fructosa de fruta de pan.

Ingredientes	Testigo (g)	T1 (g)	T2 (g)	T3 (g)	T4 (g)	T5 (g)
Gelatina sin sabor (250 bloom)	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
Agua (dilución de la gelatina)	65	65	65	65	65	65
Azúcar	250	200	150	100	50	0
Jarabe de fructosa	0	50	100	150	200	250
Jarabe de glucosa	105	105	105	105	105	105
Agua	50	50	50	50	50	50
Ácido cítrico	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Colorante	1	1	1	1	1	1
<b>Total</b>	<b>500.00</b>	<b>500.00</b>	<b>500.00</b>	<b>500.00</b>	<b>500.00</b>	<b>500.00</b>

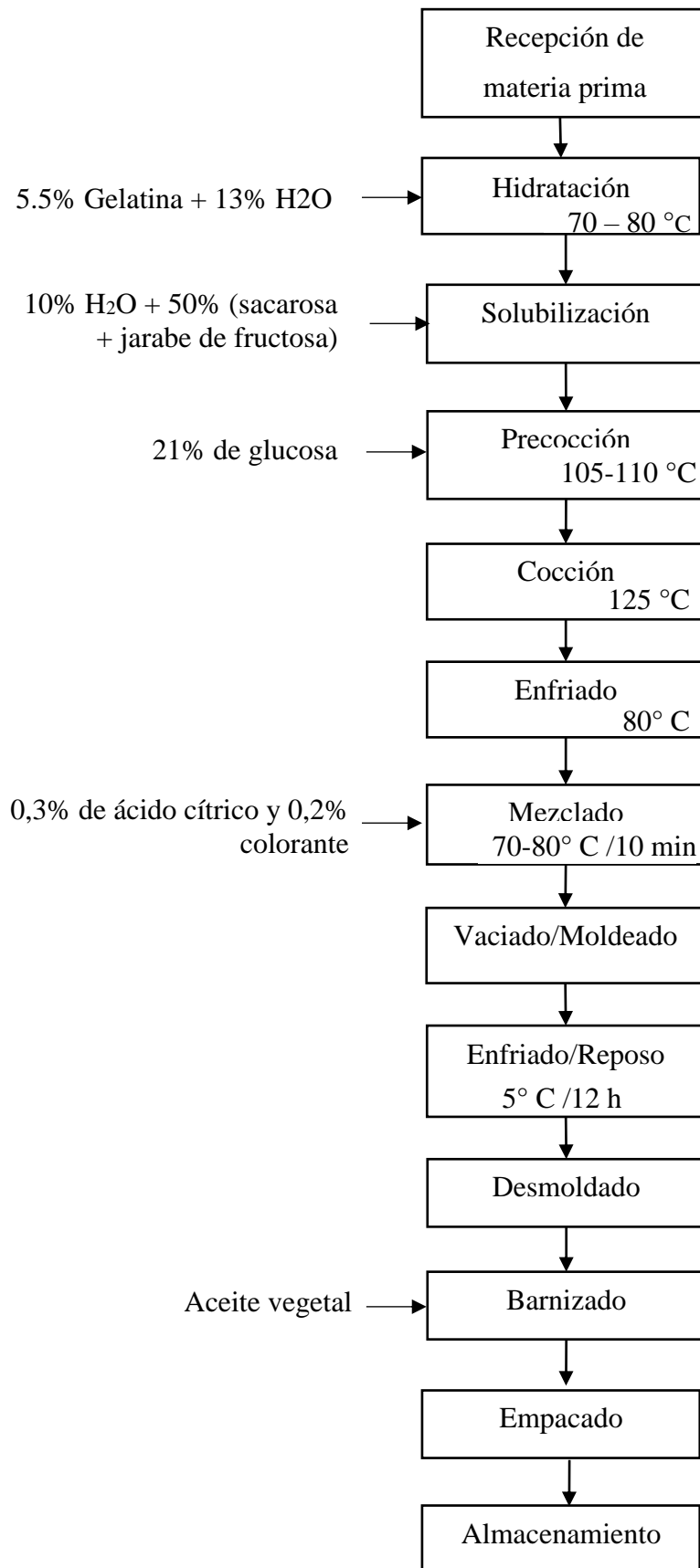
**Nota:** Los valores están en referencia a gramos

### 3.4.2.4 Proceso de la elaboración de gomitas

- **Recepción de Materia Prima:** Recolección de todos los ingredientes del jarabe fructosa de la fruta del pan, sacarosa, jarabe de glucosa, gelatina de 270 bloom, agua, ácido cítrico y colorante.
- **Dosificado:** Se pesó cada ingrediente para cada tratamiento.

- **Hidratación:** Se calienta el agua hasta 70-80 ° C y se diluye 27.5 gramos de gelatina.
- **Solubilización:** Se mezcla el 10% de agua, y el 50% sacarosa y jarabe de fructosa a una temperatura de 40-80° C. Al agua se le va adicionando poco a poco la sacarosa y jarabe de fructosa a medida que aumenta la temperatura (esto se da ya que la solubilidad aumenta con la temperatura) en este proceso hay que solubilizar bien el azúcar para evitar la recristalización.
- **Precocción/ Cocción:** A la anterior mezcla se agrega el 21 % de glucosa y se eleva la temperatura a 105 - 110° C, luego se deja cocer hasta llegar a 125 °C.
- **Enfriado:** Se deja enfriar la mezcla a 80° C y se agrega la gelatina hidratada.
- **Mezclado:** Una vez mezclado los edulcorantes con la gelatina se agrega los últimos ingredientes como es el 0.3 % de ácido cítrico y 0.2 % de colorante.
- **Vaciado/ Moldeado:** Se esparce aceite en el molde con una brocha o spray para evitar que se adhieran las gomitas al molde y se agrega la mezcla.
- **Enfriado:** Se mantiene a 5 °C por 12 horas en los moldes respectivos para adquirir la forma deseada.
- **Desmoldeado:** Se retira las gomitas de los moldes.
- **Barnizado:** Se aplica aceite vegetal a cada gomita.
- **Empacado:** Se colocaron en fundas de celofán.
- **Almacenamiento:** Se mantienen a una temperatura aproximada de 12 °C

En el flujograma de procesos de la figura 3 se resume el proceso de elaboración:



**Figura 3.** Flujograma para la elaboración de gomitas

**Fuente:** Camavilca y Gamarra (2019)

### 3.4.2.5 Evaluación bromatológica de las gomitas

#### *Análisis sensorial de las gomitas*

El análisis sensorial se realizó con 50 catadores no entrenados y se aplicó mediante una prueba de preferencia con escala hedónica de 5 puntos: 1 me disgusta mucho, 2 me disgusta poco, 3 no me gusta ni me disgusta, 4 me gusta poco y 5 me gusta mucho para evaluar al mejor tratamiento en color, sabor, olor y textura de lo cual también se definió el grado de aceptación.

#### *Evaluación fisicoquímica*

##### 1. Determinación de humedad

Se determinó mediante una estufa para eliminar la humedad por secado al vacío con los siguientes materiales:

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Estufa
- ✓ Mortero
- ✓ Cápsula
- ✓ Desecador
- ✓ Pinzas

##### **Procedimiento:**

Primero se debe triturar la muestra en el mortero para colocar en la cápsula 5 g de las gomitas y llevar a la estufa hasta alcanzar una temperatura de 60 – 70 °C por 2h, se retira con pinzas la cápsula para dejar enfriar en el desecador con repeticiones de cada hora. Se calcula mediante la siguiente formula:

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

Donde

% H: Porcentaje de humedad

m1: muestra antes de calentar

m2: muestra después de calentar

m: masa de la muestra

## **2. Determinación de sacarosa, fructosa y glucosa**

Se realizó mediante el método de HPLC (cromatografía líquida de alta eficacia o high performance liquid chromatography) que es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla que consiste en una fase estacionaria no polar (columna) y una fase móvil. Estas interacciones químicas, determinan la separación de los contenidos en la muestra ya que permite separar y cuantificar: fructosa, glucosa, sacarosa, maltosa, lactosa y azúcares totales.

### **Equipos**

- Balanza analítica
- Plato de agitación y calentamiento
- Baños de agua o baño maría
- Baño ultrasónico digital
- Molino Multiuso
- Centrífugas
- Vórtex

### **Insumos**

- Balones aforados
- Matraces Erlenmeyer
- Embudos y Papel filtro
- Vasos de precipitado
- Filtros para jeringa
- Viales para HPLC
- Botellas para solventes

## **3. Determinación de análisis microbiológico**

Se realizó en las instalaciones de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, siguiendo parámetros de la norma NTE INEN 2217: 2012 de productos de confitería, mediante la utilización de Placas Compact Dry para la determinación de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras.

### 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.5.1. Diseño experimental

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un diseño completamente al azar de un factor con un nivel de significancia del 95%, donde el factor a tomar en cuenta será, el % de jarabe de fructosa de fruta de pan + % de sacarosa.

En la tabla 8 se indican los 6 tratamientos y el tamaño de unidad experimental que es 500 g de gomitas.

**Tabla 8.** Porcentaje de edulcorante a utilizar en la formulación de gomitas

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	FORMULACIÓN
T0 (testigo)	3	50% Sacarosa
T1	3	40% Sacarosa +10% Fructosa
T2	3	30% Sacarosa + 20% Fructosa
T3	3	20% Sacarosa + 30% Fructosa
T4	3	10% Sacarosa + 40% Fructosa
T5	3	50% Fructosa

Se obtuvieron:

- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones:3
- Número de unidades experimentales: 18
- Unidad experimental: cada unidad experimental constó de 500 g de gomitas.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor y se determinó si se acepta o se rechaza la hipótesis nula mediante el valor de p, además se utilizó una prueba de comparaciones múltiples para el análisis de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales, se realizó mediante la prueba Tukey con el 95 % de confianza para comparar las medias entre tratamientos. El paquete estadístico para el análisis que se utilizó fue Minitab.

### 3.5.1.1. Formulaciones

Se realizaron 6 tratamientos con la sustitución parcial de sacarosa por fructosa de fruta de pan, los cuales están descritos en la tabla 9.

**Tabla 9.** *Formulaciones de tratamientos del diseño experimental.*

Tratamientos	Esquema del experimento	R	TUE
T0	5.5% (27.5 g) de gelatina + 13% (65 g) de agua para diluir la gelatina + 50% (250 g) sacarosa + 21% (105 g) jarabe de glucosa + 10% (50 g) de agua + 0,3% (1.5 g) ácido cítrico + 0.2% (1 g) colorante.	3	500 g
T1	5.5% (27.5 g) de gelatina + 13% (65 g) de agua para diluir la gelatina + 40% (200 g) sacarosa + 10% (50 g) jarabe de fructosa+ 21% (105 g) jarabe de glucosa + 10% (50 g) de agua + 0.3% (1.5 g) ácido cítrico + 0.2% (1 g) colorante.	3	500 g
T2	5.5 % (27.5 g) de gelatina + 13% (65 g) de agua para diluir la gelatina + 30% (150 g) sacarosa + 20% (100 g) jarabe de fructosa+ 21% (105 g) jarabe de glucosa + 10% (50 g) de agua + 0.3% (1.5 g) ácido cítrico + 0.2% (1 g) colorante.	3	500 g
T3	5.5 % (27.5 g) de gelatina + 13% (65 g) de agua para diluir la gelatina + 20% (100 g) sacarosa + 30% (150 g) jarabe de fructosa+ 21% (105 g) jarabe de glucosa + 10% (50 g) de agua + 0.3% (1.5 g) ácido cítrico + 0.2% (1 g) colorante.	3	500 g
T4	5.5 % (27.5 g) de gelatina + 13% (65 g) de agua para diluir la gelatina + 10% (50 g) sacarosa + 40% (200 g) jarabe de fructosa+ 21% (105 g) jarabe de glucosa + 10% (50 g) de agua + 0.3% (1.5 g) ácido cítrico + 0.2% (1 g) colorante.	3	500 g
T5	5.5% (27.5 g) de gelatina + 13% (65g) de agua para diluir la gelatina + 50% (250 g) jarabe de fructosa+ 21% (105 g) jarabe de glucosa + 10% (50 g) de agua + 0.3% (1.5 g) ácido cítrico + 0.2% (1 g) colorante.	3	500 g

**Nota.** T.U.E = Tamaño de la unidad experimental

### 3.5.1.2. *Determinación del Rendimiento*

Para el cálculo del rendimiento de almidón se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% R = \frac{P_i}{P_F} * 100$$

Donde:

R= Rendimiento (%)

$P_i$ = Peso inicial (kg)

$P_F$ = Peso final (L)

### 3.5.1.3. *Determinación de costos*

Se identificaron los costos fijos y costos variables en el proceso de elaboración de gomitas, además para la determinación del precio unitario se aplicó la siguiente ecuación:

$$Pu = \frac{\text{Costo Fijos} + \text{costos variables}}{\text{unidades de producción}}$$

El precio de venta se estableció en base al precio unitario y la utilidad que se desee generar, en este caso 30%, para el cálculo se aplicó la siguiente ecuación:

$$Pv = \frac{\text{Precio unitario}}{(1 - \% \text{ de utilidad})}$$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se describen los resultados obtenidos en la investigación “Sustitución de sacarosa por fructosa obtenida de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) y su aplicación en la elaboración de gomitas” así como la discusión de los mismos.

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Jarabe de fructosa de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*)

##### a) Rendimiento del jarabe de fructosa a partir del almidón de la fruta de pan

En la tabla 10 se puede observar que a partir de una mezcla de agua y fruta 1:1, en total 60 kg, se obtuvo un rendimiento del 8.33% en el proceso para obtener de almidón, de cuya cantidad se logró el 40% de rendimiento en obtención de jarabe de fructosa, sin embargo, solo representa el 3.33% de los 60 kg de materia prima utilizados para su obtención como se indica en la tabla 10.



**Tabla 10.** Rendimiento de la fruta de pan en la obtención de almidón y jarabe de fructosa

Kg de fruta	Kg de agua	Suma	Kg de almidón	Rendimiento	Kg de jarabe de fructosa	Rendimiento
30	30	60	5	8.33 %	2	3.33 %

#### b) Características fisicoquímicas y sensoriales del jarabe de fructosa

El jarabe de fructosa alcanzó un pH de 4.3 y 74° Brix, fue de un color amarillento y sabor dulce.

#### 4.1.2. Evaluación fisicoquímica

Las pruebas realizadas son en base a lo que establece la norma INEN 2217.

##### a) Humedad

Para la obtención de humedad se siguió el procedimiento establecido en la norma INEN 265, en la tabla 20 se observa que los valores varían entre 4.94% y 10.2% los cuales están dentro de lo establecido por la norma INEN 2217.

**Tabla 11.** Porcentaje de humedad de las gomitas en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	% Humedad	Humedad según INEN 2217-2012
T0	5.96	Máximo 25%
T1	4.94	
T2	10.2	
T3	5.072	
T4	5.228	
T5	7.522	

##### b) Azúcares

Este análisis se lo realizó al mejor tratamiento obtenido de la evaluación sensorial (T5) y al testigo (T0).

Como se puede observar en la tabla 21 el tratamiento testigo o el T0, obtuvo 50.09% de sacarosa, 0% de fructosa y 23.07% de glucosa, mientras que el tratamiento 5 presentó 52.32% de fructosa, 0% de sacarosa y 21.01% de glucosa. Según la norma INEN 2217, las gomitas pueden tener un máximo de 50% de sacarosa, en el caso de T0, supera con casi una décima el valor permitido. Mientras que con respecto al porcentaje de fructosa no existe un rango máximo permitido ya que es un azúcar que se considera saludable.

**Tabla 12.** Porcentajes de azúcares en las gomitas.

Tratamientos	Fructosa	Sacarosa	Glucosa
T0	0,00%	50.00%	23.07%
T5	52.32%	0.00%	21.01%

#### 4.1.3. Evaluación sensorial de las gomitas

El análisis sensorial se realizó con 50 catadores no entrenados en el que se evaluaron los siguientes atributos: color, olor, textura, sabor y aceptación general con una prueba de aceptación de escala 1 a 5. Para el análisis de los resultados se aplicó un ANOVA de un factor y prueba de Tukey al 95% de confianza.

##### a) Color

Como se observa en la tabla 11 el valor de p es de 0.001, es decir, menor a 0.05 indicando que existen diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento, esto se debe a la influencia del color amarillento del jarabe de fructosa, ya que a medida que se agregó el tono de las gomitas tomó mayor intensidad.

**Tabla 13.** Análisis de varianza de un factor al 95%

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTOS	5	35.26	7.051	4.39	0.001
Error	294	471.74	1.605		
Total	299	507.00			

En la tabla 12 se pueden observar las comparaciones de las medias de cada tratamiento aplicando la prueba de Tukey al 95% de significancia. De acuerdo al valor de p calculado en la tabla 11 existen diferencias significativas entre los tratamientos, cuyos resultados indican que el tratamiento 1 (40% Sacarosa +10% fructosa) fue el de mayor aceptación por los catadores con respecto al color con una media de 3.94, que sería “me gusta poco”, seguido del tratamiento 5 (50% fructosa) 3.92, y T0 (50% sacarosa) 3.6, cuyos resultados no presentan diferencias significativas. Por otro lado, los tratamientos antes mencionados difieren de los tratamientos T2 (30% Sacarosa + 20% Fructosa) con una media de 3.22, así como T4 (10% sacarosa +40% fructosa) 3.18 y T3 (20% sacarosa + 30% fructosa) 3.12, los cuales indicaron “ni me gusta ni me disgusta” el color de las gomitas.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey al 95% con respecto al atributo color.

TRATAMIENTOS	N	Media	Agrupación	
T1	50	3,940	A	
T5	50	3,920	A	
T0	50	3,600	A	B
T2	50	3,220	A	B
T4	50	3,180		B
T3	50	3,120		B

*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### b) Olor

De acuerdo al análisis de varianza, en la tabla 13 se observa que el valor de p es igual a 0.001, cuyo valor es menor a 0.05, es decir, existe diferencia significativa entre los tratamientos, este resultado se debe a la influencia del aroma agradable del jarabe de fructosa.

**Tabla 15.** Análisis de varianza al 95% de un factor.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTOS	5	23.31	4.662	4.41	0.001
Error	294	310.46	1.056		
Total	299	333.77			

En la tabla 14 se pueden observar las comparaciones de medias de cada tratamiento aplicando la prueba de Tukey al 95% de significancia. De acuerdo al valor de p calculado en la tabla 13 existen diferencias significativas entre los tratamientos, cuyos resultados indican que el T5 fue el de mayor aceptación por los catadores con respecto al olor con una media de 3.86, que sería “me gusta poco”, seguido de T1 3.38 que indica que “ni les gusta ni les disgusta” cuyos resultados no presentan diferencias significativas. Por otro lado, los tratamientos antes mencionados difieren de los tratamientos T0 con una media de 3.24, así como T3 y T2 3.12 y T4 3.02 lo cuales indicaron “ni me gusta ni me disgusta” el olor de las gomitas.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey al 95% con respecto al atributo olor.

TRATAMIENTOS	N	Media	Agrupación	
T5	50	3.860	A	
T1	50	3.380	A	B
T0	50	3.240		B
T3	50	3.120		B
T2	50	3.120		B
T4	50	3.020		B

*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### c) Sabor

De acuerdo al análisis de varianza, en la tabla 15 se observa que el valor de p es igual a 0.014, cuyo valor es menor a 0.05, es decir, existe diferencia significativa entre tratamientos. Este resultado se debe al sabor agradable del jarabe de fructosa de fruta de pan, ya que no es tan intenso como el azúcar (sacarosa) y su dulzor es similar a la miel de abeja.

**Tabla 17.** Análisis de varianza al 95% de un factor.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTOS	5	18.43	3.685	2.90	0.014
Error	294	373.16	1.269		
Total	299	391.59			

En la tabla 16 se puede observar las comparaciones de medias de cada tratamiento aplicando la prueba de Tukey al 95% de significancia. De acuerdo al valor de p calculado en la tabla 15 existen diferencias significativas entre tratamientos, cuyos resultados indican que el T5 fue de mayor aceptación por los catadores con respecto al sabor con una media de 3.80, seguido del T0 3.52 que sería “me gusta poco”, T1 3.50, T2 3.28 y T3 3.24 que indican que “no les gusta ni disgusta” estos resultados no presentan diferencias significativas. Por otro lado, el tratamiento T5 difiere del T4 que tiene una media de 3.02.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey al 95% con respecto al atributo sabor.

TRATAMIENTOS	N	Media	Agrupación
T5	50	3,800	A
T0	50	3,520	A B
T1	50	3,500	A B
T2	50	3,280	A B
T3	50	3,240	A B
T4	50	3,020	B

*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### d) Textura

De acuerdo al análisis de varianza, en la tabla 17 se observa que el valor de p es igual a 0.000, cuyo valor es menor a 0.05, es decir, existe diferencia significativa entre tratamientos. En este caso la textura se ve influenciada por la viscosidad del jarabe de fructosa, lo cual le da mayor homogeneidad a la mezcla al elaborar las gomitas.

**Tabla 19.** Análisis de varianza al 95% de un factor.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTOS	5	43.72	8.744	5.67	0.000
Error	294	453.56	1.543		
Total	299	497.28			

En la tabla 18 se pueden observar las comparaciones de medias de cada tratamiento aplicando la prueba de Tukey al 95% de significancia. De acuerdo al valor de p calculado en la tabla 17 existen diferencias significativas entre tratamientos, cuyos resultados indican que T5 fue de mayor aceptación por los catadores con respecto a la textura, con una media de 3.82, seguido de T1 3.62 que sería “me gusta poco”, T2 3.30, T3 3.28 y T0 3.28 que indican que “no les gusta ni disgusta” estos resultados no presentan diferencias significativas. Por otro lado, el T5 difiere del T4 que tiene una media de 2.60, siendo el valor más bajo obtenido en el total de atributos evaluados.

**Tabla 20.** Prueba de Tukey al 95% con respecto al atributo textura.

TRATAMIENTOS	N	Media	Agrupación	
T5	50	3.820	A	
T1	50	3.640	A	
T2	50	3.300	A	B
T3	50	3.280	A	B
T0	50	3.280	A	B
T4	50	2.600	B	

*Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

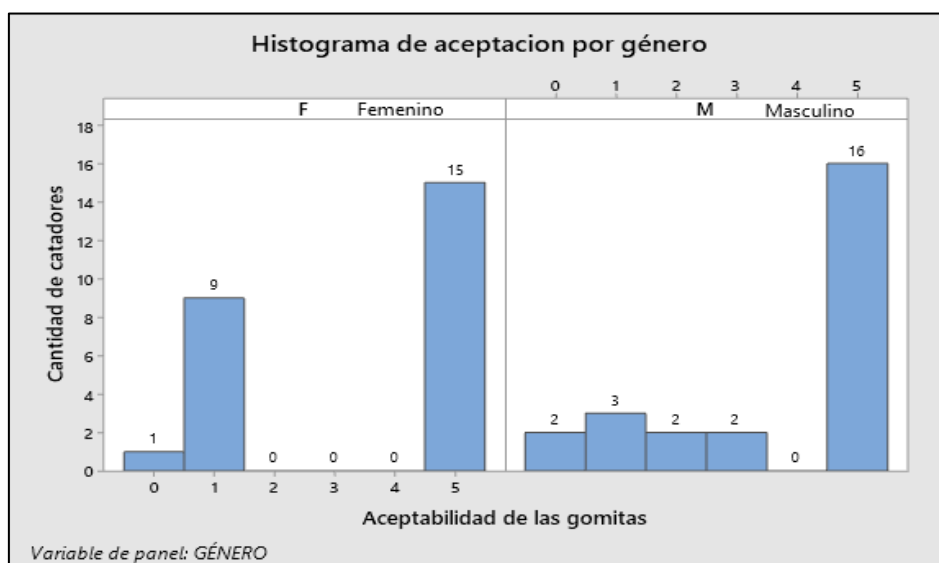
#### e) Aceptabilidad

Como se puede observar en la tabla 19, de un total de 50 catadores, 25 mujeres y 25 hombres, el 62% indicó que el tratamiento más aceptable fue el T5 donde se sustituyó totalmente sacarosa por jarabe de fructosa (50%), seguido de los tratamientos: T1 (24%), T0 (6%), T2 y T3 (4%) y T4 (0%) siendo este último el menos aceptado por los catadores.

Como se puede observar en la figura 4, de 50 catadores, 25 fueron mujeres y 25 fueron hombres, cuyos resultados mostraron que 15 de 25 mujeres indicaron que el tratamiento más aceptado fue el T5, 9 indicaron que el T1 y una mujer indicó que fue el T0, por otro lado, con respecto al género masculino hubo mayor variación en sus respuestas, puesto que, de 25 hombres, 16 indicaron que el más aceptable fue el T5, 3 indicaron que el T1, 2 (T2), 2 (T3) y 2 indicaron que el T0.

**Tabla 21.** Porcentaje de aceptabilidad de cada tratamiento

Tratamiento	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje
T0	2	1	3	6
T1	3	9	12	24
T2	2	0	2	4
T3	2	0	2	4
T4	0	0	0	0
T5	16	15	31	62
Total	25	25	50	100



**Figura 4.** Representación gráfica de la aceptación de cada tratamiento por género

En la figura 5 se observa la aceptabilidad de los tratamientos con relación a la edad de los catadores de género femenino, las 25 catadoras tienen entre 21 y 47 años de edad. De las once catadoras entre 21 y 27 años de edad, cinco indicaron que el mejor tratamiento fue T1, cinco indicaron que el T5 y uno indicó que el T0, de siete catadoras entre 28 y 32 años, cuatro indicaron que el mejor fue el T5 y tres que fue el T1, de cinco catadoras entre 33 y 42 años indicaron que el mejor tratamiento fue el T5 y finalmente, dos de 43 y 47 años, una indicó que el mejor fue el T1 y otra que el mejor fue el T5.

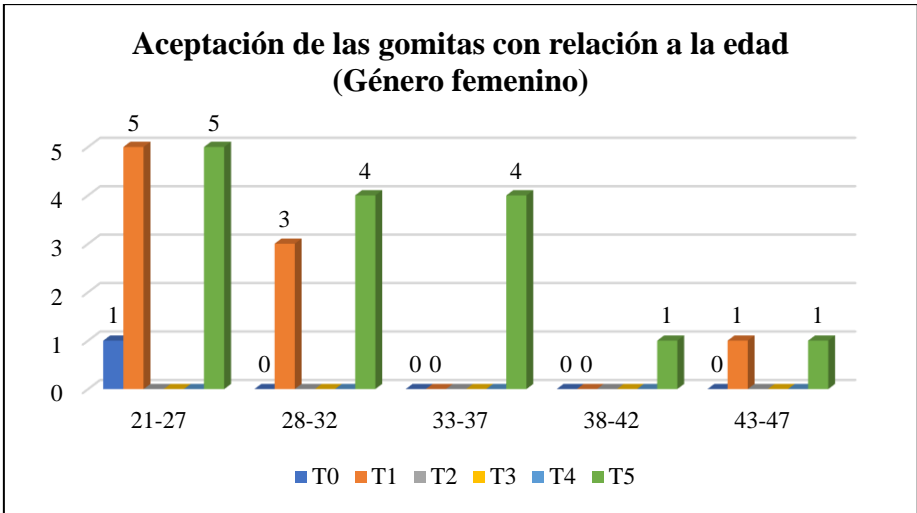


Figura 5. Representación gráfica de la aceptación de cada tratamiento por edades (género femenino)

En la figura 6 se observa la aceptabilidad de los tratamientos con relación a la edad de los catadores de género masculino, los 25 catadores tienen entre 21 y 58 años de edad. De los 9 catadores entre 21 y 27 años de edad, seis indicaron que el mejor fue el T5, tres indicaron que los tratamientos T0, T2 y T3, de cinco catadores entre 28 y 32 años, dos indicaron que el mejor fue el T5 y tres que fueron los tratamientos T0, T2 y T3, tres catadores entre 33 y 42 años indicaron que el mejor tratamiento fue el T5, de cinco catadores entre 38 y 42 años, dos indicaron que el T1 y tres que el T5, finalmente un catador de 52 años indicó que el mejor tratamiento fue el T5.

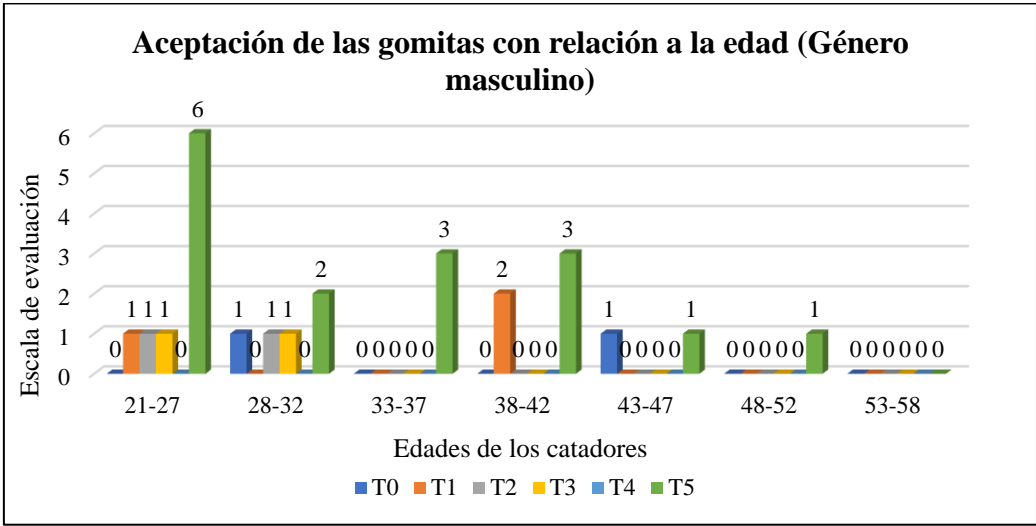


Figura 6. Representación gráfica de la aceptación de cada tratamiento por edades (género masculino)

Con respecto a los resultados presentados en las figuras 5 y 6 se puede indicar que hubo mayor cantidad de catadores de edad entre 21 y 37 años, donde se obtuvo mayor aceptación del tratamiento 5, además hubo catadores mayores a 40 años ya que las

gomitas son una golosina que puede ser consumida por personas que no pueden consumir productos que poseen altos niveles de azúcar.

Con respecto a la evaluación sensorial se determinó que el tratamiento más aceptado con respecto a olor, sabor, textura y aceptabilidad fue el tratamiento 5, siendo este el que se elaboró con mayor porcentaje de fructosa, demostrando que puede ser un buen sustituto de la sacarosa a la hora de elaborar gomitas.

#### 4.1.4. Evaluación microbiológica

De acuerdo a la tabla 22 se puede observar que todos los tratamientos cumplen con los parámetros de calidad establecidos por la norma INEN 2217.

**Tabla 22.** Análisis microbiológico de las gomitas

Parámetros analizados (UFC/cm <sup>3</sup> )	T0	T1	T2	T3	T4	T5	Norma INEN 2217
Aerobios mesófilos	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1 * 10 <sup>5</sup> UFC/cm <sup>3</sup>
Coliformes totales	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 3 UFC/ cm <sup>3</sup>
Mohos y levaduras	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1 * 10 <sup>3</sup> UFC/ cm <sup>3</sup>

### 4.1. DISCUSIÓN

Esta investigación se realizó con la finalidad de determinar si es factible obtener jarabe de fructosa de la fruta del pan y su sustitución de la sacarosa en la elaboración de gomitas.

En la producción del jarabe de fructosa de fruta de pan se tuvo un rendimiento del 3.3%, siendo un valor inferior al obtenido por (Chiluisa, 2015) quien presentó 10% a partir de almidón de plátano maduro, así como Salcedo, Montes, & Pajaro, (2009) quienes obtuvieron 21.20% y 22.10% de jarabe de fructosa a partir de dos tipos de yuca, demostrando que el contenido de almidón de la fruta de pan es menor al del plátano maduro y yuca, en esta investigación se obtuvo un rendimiento del 8.33% en la obtención de almidón.

Con respecto al pH, el jarabe mantuvo un valor de 4.3, cuyo costo es un factor de calidad y control de los jarabes, al tener un pH bajo, favorece al jarabe al mantener estable su color durante largos periodos de almacenamiento, el valor fue similar al obtenido por (Chiluisa, 2015) 4.4, e inferior al obtenido por Salcedo, Montes, & Pajaro, (2009), quienes obtuvieron un pH de 6,5. Por otro lado, el valor de grados brix fue de 74°, similar al obtenido por (Chiluisa, 2015) quien obtuvo entre 71 y 75°, de acuerdo al autor, un jarabe



debe tener más de 70° brix, de manera que el jarabe obtenido en este estudio cuenta con las características adecuadas.

De acuerdo a la norma (NTE INEN 2217, 2012) las gomitas son productos a base de gelatina, goma, agar, edulcorantes (glucosa, fructosa, sacarosa, edulcorantes dietéticos etc), almidón y aditivos permitidos, estas son de textura suave, masticables, esponjosas y con poca cohesividad. En este estudio, una vez obtenido el jarabe de fructosa, se elaboraron gomitas sustituyendo de manera parcial y total, la fructosa por sacarosa.

Con respecto al porcentaje de humedad, la norma (NTE INEN 2217, 2012) establece que las gomitas deben tener un máximo de 25% de humedad, en esta investigación se obtuvo un valor de 4.94% T1, 5.072% T3, 5.228% T4, 5.956% T0, 7.522% T5 y 10.2% T2 (tabla 20), siendo valores que están dentro lo que establece la norma el cuál varía entre 3-25%, si la humedad es menor a 3, ya no sería una gomita sino un caramelo duro, sin embargo, (Grijalva, 2012) menciona que la humedad permitida varía entre 10 a 25%, en este caso solo el T2 estaría dentro del rango permitido, por lo cual se deberían realizar correcciones en la formulación con respecto a la cantidad de sacarosa y fructosa ya que, de acuerdo a (Saá, 2016), el contenido de edulcorante de las gomitas influye directamente en la humedad de las mismas debido a la deshidratación osmótica que se genera.

También el tipo de gelatina y su cantidad, ya que ésta le da estabilidad y al ser disuelta en agua, tiene un impacto en la humedad y la actividad de agua, lo cual influye en la dureza, masticabilidad, viscosidad y el posible crecimiento de microorganismos. Cizauskaite, et al., (2019). Según (Ergun, Lietha, & Hartel, 2010) el jarabe de fructosa actúa como un humectante, reduce la  $A_w$  de la goma y promueve la retención del agua para darle humedad al dulce, si existe baja humedad en la goma, esta tendrá más dureza.

Con respecto al análisis del porcentaje de azúcares (tabla 21), se evaluaron T0 (gomitas con 50% sacarosa) y T5 (gomitas con 50% jarabe de fructosa), de acuerdo a la norma (NTE INEN 2217, 2012) el límite máximo de sacarosa permitido es de 50%, en el caso de T5, se tiene un porcentaje de 52.32%, con respecto a este edulcorante no existe registro de un límite máximo ya que se caracteriza por ser un edulcorante más saludable (Pérez, Serralde, & Meléndez, 2007), por otro lado, los tratamientos también presentan entre 21 y 23% de glucosa, ya que se tomó como referencia la formulación establecida por Camavilca y Gamarra (2019) donde se utilizaba 21% de glucosa en las formulaciones. Según (Burg, 1998) existen algunas ventajas de utilizar jarabes de fructosa en la

elaboración de gomitas, tales como proporcionar un excelente control de la cristalización de la sacarosa y la textura de la goma, tiene un sabor limpio que realza los sabores así como una excelente estabilidad del color, sin embargo, un exceso puede generar pegajosidad.

En la evaluación sensorial realizada por 50 catadores, en las características de sabor, olor, textura y aceptabilidad el mejor tratamiento fue el T5 donde se realizó la sustitución total de sacarosa por el jarabe de fructosa, de acuerdo a (Jiménez & Ordoñez, 2021) la fructosa en forma de jarabe se utiliza en bebidas, golosinas y otros alimentos ya que ayuda a modificar el sabor final del producto, haciéndolo más apetecible y comercial, con respecto al atributo color, el tratamiento más aceptado fue el T1, en el cuál se utilizó 40% de sacarosa + 10% de fructosa. Por otro lado, es importante mencionar que tanto la sacarosa como la fructosa aportan 4Kcal/g, sin embargo, el poder edulcorante de la fructosa es de 173 y el de la sacarosa es de 100, de tal forma que el uso de la misma cantidad de los dos edulcorantes permite que la gomita sea más dulce con el jarabe de fructosa que con la sacarosa, siendo un factor clave para la aceptación de la gomita.,

De acuerdo al análisis microbiológico se comprobó que las gomitas fueron realizadas con buenas prácticas higiénicas ya que en las evaluaciones de mohos y levaduras, aerobios mesófilos y coliformes se obtuvieron resultados de  $<1$  UFC/cm<sup>3</sup> lo cual se denominaría también como ausencia, cuyo valor está dentro de lo establecido por la norma (NTE INEN 2217, 2012), además estos valores son similares a los obtenidos por Martínez, et al., (2016) quienes usaron miel multiflora y uniflora en la elaboración de gomitas y obtuvieron ausencia de los microorganismos antes mencionados.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Los tratamientos realizados con base en la normativa ecuatoriana NTE INEN 2217 cumplen con los requerimientos establecidos en cuanto a la humedad ya que presentaron un porcentaje menor al 25%, los azúcares se encuentran en un porcentaje del 50% aproximadamente.
- Al realizar el análisis sensorial a los 6 tratamientos establecidos en esta investigación el tratamiento que presentó mayor aceptabilidad en cuanto al sabor, textura y olor fue el T5 sustituido por el 50 % de fructosa.

- El análisis microbiológico realizado al tratamiento con mayor aceptación T5, cumplió con los requerimientos establecidos en la norma NTE INEN 2217 en cuanto a moho y levaduras, aerobios mesófilos y coliformes presentando  $< 1 \text{ UFC/cm}^3$  demostrando que dicho producto fue realizado bajo parámetros de calidad e inocuidad haciéndolo apto para el consumo.
- Si se acepta la hipótesis nula debido a que la sustitución de fructosa obtenida de la fruta del pan no influye en la calidad de las gomitas.

## **RECOMENDACIONES**

- En la extracción de almidón a partir de la fruta del pan es recomendable que el fruto haya alcanzado mayor índice de madurez junto a un peso adecuado para evitar pérdidas en la pulpa con un rendimiento adecuado.
- Se recomienda no dejar reposar la fruta una vez recolectada para evitar pardeamiento enzimático ya que se pierde gran parte del almidón en el proceso de decantación obteniendo un almidón con una tonalidad oscura la cual no es apta para la extracción de fructosa.
- Se recomienda realizar nuevas investigaciones en las formulaciones para la elaboración de gomitas sustituyendo sacarosa por fructosa de la fruta del pan a nivel de industria alimentaria como nueva alternativa de golosinas a personas con problemas de diabetes y obesidad con una ingesta adecuada.
- Para nuevas investigaciones en la elaboración de gomitas sustituidas parcialmente por fructosa se recomienda realizar un análisis sensorial a personas menores de 18 años para conocer su aceptabilidad ya que su consumo es muy alto en estas edades.
- Se recomienda realizar un estudio económico al mejor tratamiento de gomita a base de fructosa para de esta forma evaluar si es competitiva en el mercado con otras gomitas comerciales ya que en este estudio se hicieron prototipados obteniendo materias primas con un valor de 21.73 USD, costos directos de 13 horas trabajadas con un sueldo de 400 USD con un total de 32.50 USD, costos indirectos un valor de 10.12 USD, con unidades de producción de 4 paquetes de 50 g con un valor de 4.37 USD, que al comparar con otras gomitas como Trolli neo con un valor de 1.10USD, lo cual nos indica que no es competitiva en el mercado.

## VI. REFERENCIAS

- Alonso, J. (2015). Edulcorantes naturales. *La Granja*, 12(2), 3-12.
- Álvarez, C. (2016). Proceso de obtención de harina de frutipan (*Artocarpus altilis*) y su utilización en pan de molde (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. (5ta Ed.). México: Pearson.
- Cabrera, E y Castillo, J. (2018). Aprovechamiento de la fruta del árbol de pan (*Artocarpus altilis*) para la obtención de un derivado alimenticio (harina). *Revista Investigación e Innovación en Ingenieros*, 6(2), 30-46.
- Camavilca, J y Gamarra, M. (2019). Efecto de la adición de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) y tumbo (*Passiflora mollissima*) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.
- Carvajal, L. (2007). Pulpas de frutas tropicales. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquía.
- Chota, A. (2019). Determinación de las características fisicoquímicas y sensoriales de gaminolas con diferentes dosis de pulpa Noni (*Morinda citrifolia* L.) y Camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en Pucallpa (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- Daley, O., Roberts-Nkrumah, L y Alleyne, A. (2020). Morphological diversity of breadfruit *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg in the Caribbean. *Scientia Horticulturae*. 266, 109278.
- FLAVORIX. (2016). Gelificantes y espesantes. Recuperado de: <http://flavorix.com/productos/productos-auxiliares/estabilizantes/gelificantes-y-espesantes/>
- FAO (2017). Cultivos tradicionales. Recuperado de: <http://www.fao.org/traditional-crops/breadfruit/es/>
- Fonseca, H; Llive, K y Negrete, T. (2020). Elaboración de una golosina tipo gomita a base de extracto de zapallo y pulpa de maracuyá con adición de inulina (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.

- Gomes, N., Feitosa, J., Alves, F., Silva, F., Pinto, M., Monteiro, A y Moreira, R. (2019). Protein fraction from *Artocarpus altilis* Pulp exhibits antioxidant properties and reverses anxiety behavior in adult zebrafish via the serotonergic system. *Journal of functional foods*, 66, 103772.
- INEN 2217. (2000). Productos de confitería. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrónes. Requisitos. Quito, Ecuador.
- INEC. (2019). Indicadores de salud y nutrición de la población Ecuatoriana del 2018. Quito: Dirección de Innovación en métricas y metodologías.
- Mena, G. (2016). Análisis de tres índices de madurez del fruto de pan (*Artocarpus altilis*) para el aprovechamiento de sus semillas en la elaboración de un snack (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- OMS. (2018). La OPS y OMS instan a reducir el consumo de azúcares en adultos y niños. Recuperado de: [https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1523:la-ops-y-oms-istan-a-reducir-consumo-azucare-en-adultos-y-ninos&Itemid=360](https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=1523:la-ops-y-oms-istan-a-reducir-consumo-azucare-en-adultos-y-ninos&Itemid=360)
- Pasquel, B. (2013). Desarrollo de una gomita masticable de mora (*Rubus glaucus*) fortificada con carbonato de calcio (Tesis de grado). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Riofrio, D. (2015). Elaboración de gomitas en base a pulpa de remolacha (*Beta vulgaris* L.) (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Rodríguez, et al (2016). Elaboración de golosinas tipo gomita bajas en azúcar adicionadas con extractos de verduras. *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos*. 1(1), 751-755.
- PMA. (2019). Desnutrición, sobrepeso y obesidad. Recuperado de: <https://es.wfp.org/noticias/la-desnutricion-el-sobrepeso-y-la-obesidad>
- Russión, T. (2019). Conocimiento popular de *Mammea americana* y *Artocarpus altilis* en el municipio de Zamora, del estado Falcón en Venezuela. *Scielo*. 46(3), 49-57.

- Sánchez, E. (2020). Obtención de jarabe azucarado mediante hidrólisis enzimática a partir de la yuca (*Manihot esculenta*). (Tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.
- Turi et al. (2015). Breadfruit (*Artocarpus* spp.): A Traditional Crop with the Potential to Prevent Hunger and Mitigate Diabetes in the Tropics. *Trends in Food Science & Technology*. doi: 10.1016/j.tifs.2015.07.014.
- Villaseñor, D. (2015). Evaluación nutricional y funcional de almidón de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) como potencial componente en alimentos en la provincia de El Oro (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- Vidal, C y Páez, G. (2011). Producción de jarabes edulcorantes por hidrólisis enzimática del almidón de Ñame variedad (*Dioscorea rotundata*). *Revista Especializada en Ingeniería de Procesos en Alimentos y Biomateriales*. 5(1), 71-85.
- González, A. (2013). Salud mental: Relación entre la caries dental y el consumo de alimentos. *Nutrición hospitalaria*. 28(4), 64-71.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la Predefensa

	<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b> FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS	
<b>ACTA</b>		
<b>DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR:</b>		
<b>NOMBRE:</b> Oliva Tutalchá Martha Isabel	<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> 1758486086	
<b>NIVEL/PARALELO:</b> 0	<b>PERIODO ACADÉMICO:</b> Nov 2021 - Mar 2022	
<b>TEMA DEL TIC:</b>	Sustitución de sacarosa por fructuosa obtenida de la fruta del pan ( <i>Artocarpus altilis</i> ) para su aplicación en la elaboración de gomitas	
Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:		
<b>PRESIDENTE:</b>	PHD. Domínguez Rodríguez Francisco Javier	
<b>DOCENTE TUTOR:</b>	MSC. Cadena Mafía Vanessa Elizabeth	
<b>DOCENTE:</b>	MSC. Rodríguez Machado Ana Lucía	
De acuerdo al artículo 32. Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:		
<b>EDIFICIO DE AULAS 4</b>	<b>AULA:</b>	102
<b>FECHA:</b>	14/03/2022	
<b>HORA:</b>	09H00	
Obteniendo las siguientes notas:		
1) Sustentación de la predefensa:		5,00
2) Trabajo escrito		2,50
<b>Nota final de PRE DEFENSA</b>		<b>7,50</b>
Por lo tanto:	<b>APRUEBA CON OBSERVACIONES</b>	; debiendo acatar el siguiente artículo:
Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.		
Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el 14/03/2022		
 PHD. Domínguez Rodríguez Francisco Javier <b>PRESIDENTE</b>		
 MSC. Cadena Mafía Vanessa Elizabeth <b>DOCENTE TUTOR</b>	 MSC. Rodríguez Machado Ana Lucía <b>DOCENTE</b>	
<b>Adj.:</b> Observaciones y recomendaciones		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Martha Isabel Oliva Tatalchá				
<b>TOPIC:</b> "Sustitución de sacarosa por fructosa obtenida de la fruta del pan ( <i>Artocarpus altilis</i> ) para su aplicación en la elaboración de gomitas"				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	<b>TOTAL 9</b>		





**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.**

**Autor:** Martha Isabel Oliva Tualchá  
**Fecha de recepción del abstract:** 27 de marzo de 2022  
**Fecha de entrega del informe:** 27 de marzo de 2022

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



**Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc.  
Coordinador del CIDEN**

**Anexo 3. Evidencias fotográficas**



**Figura 7.** Despulpado de la fruta del pan



**Figura 8.** Tamizado para la extracción del almidón



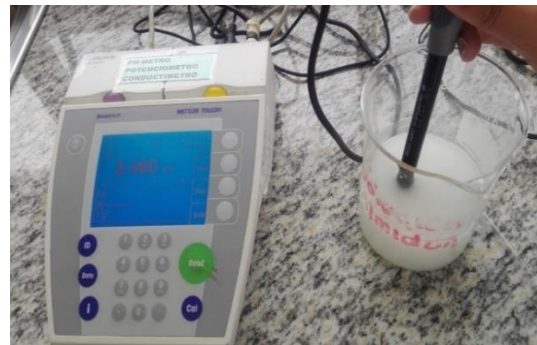
**Figura 9.** Decantación del almidón



**Figura 10.** Dsecación de almidón



**Figura 11.** Almidón deshidratado



**Figura 12.** Medición de pH del almidón



**Figura 13.** Hidrólisis del almidón



**Figura 14.** Centrifugación del almidón



*Figura 15. Filtración al vacío*



*Figura 16. Jarabe fructosado*



*Figura 17. Elaboración de gomitas*



*Figura 18. Análisis de humedad desecación*



*Figura 19. Análisis humedad en crisol*



*Figura 20. Evaluación microbiológica*



**Figura 21.** Placas Compac Dry para mohos y levaduras, coliformes y aerobios mesófilos



**Figura 22.** Análisis sensorial a los tratamientos de gomitas



**Figura 23.** Análisis sensorial a los tratamientos de gomitas



**Universidad Politécnica Estatal del Carchi**  
**Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales**  
**Escuela de Alimentos**

**Edad:** \_\_\_\_\_ **Género:** Femenino \_\_\_\_\_ Masculino \_\_\_\_\_

La siguiente evaluación sensorial se desarrollará con el fin de complementar la investigación denominada “Obtención del jarabe de fructosa de la fruta del pan (*Artocarpus altilis*) mediante hidrólisis enzimática como sustituto parcial de sacarosa en gomitas”

**Instrucciones:**

- Limpiar su paladar con agua antes y después de degustar cada muestra y marcar con una X el cuadro indicando el grado de preferencia.
- Antes de la degustación proceder a analizar el color en las muestras que se encuentran en el centro de la mesa.
- Continuar con la evaluación de olor, sabor y textura en el panel asignado.

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho

<b>Código de muestra</b>	<b>Atributo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
106	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
380	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
135	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
290	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					
345	Color					
	Olor					
	Sabor					

	Textura					
146	Color					
	Olor					
	Sabor					
	Textura					

**Muestra de aceptación**\_\_\_\_\_

**Observaciones:**

---



---



---



---



---

**¡Muchas gracias por su colaboración!**

Anexo 5. Análisis del porcentaje de fructosa, sacarosa y glucosa en gomitas



**INFORME DE RESULTADOS N° S2021-58-283**

FECHA: 2021-10-12  
CLIENTE: Isabel Oliva  
DIRECCIÓN: Cda Padre Carlos  
Tulcan

ORDEN: SN  
PRODUCTO: Gomitas  
ID CLIENTE: Muestra 1  
CANTIDAD: 30g  
PROCEDENCIA: No determinada  
MUESTREO POR: Cliente

RECIBIDO: 2021-10-06  
ANALIZADO: 2021-10-07  
COMPLETADO: 2021-10-12

ENSAYO REALIZADO	METODO	RESULTADO	UNIDAD
Glucosa	HPLC	23,07	%
Fructosa	HPLC	0,00	%
Sacarosa	HPLC	50,09	%

\*\*Fin de los resultados analíticos\*\*

Notas: Los resultados mostrados en este informe de ensayos específicamente se refieren a la muestra(s) analizada según se ha recibido a menos que se indique lo contrario. El presente informe no podrá ser reproducido parcialmente o en su totalidad sin la aprobación escrita de Simetric.

Firma autorizada



FRANKLIN  
EDISON TERAN  
EUMELA

Franklin Teran  
Responsable de Calidad

Página 1 de 1



**INFORME DE RESULTADOS N° S2021-58-284**

FECHA: 2021-10-12  
 CLIENTE: Isabel Oliva  
 DIRECCIÓN: Cda Padre Carlos Tulcan

ORDEN: SN  
 PRODUCTO: Gomas  
 ID CLIENTE: Muestra 2  
 CANTIDAD: 30g  
 PROCEDENCIA: No determinada  
 MUESTREO POR: Cliente

RECIBIDO: 2021-10-06  
 ANALIZADO: 2021-10-07  
 COMPLETADO: 2021-10-12

ENSAYO REALIZADO	METODO	RESULTADO	UNIDAD
Glucosa	HPLC	21,01	%
Fructosa	HPLC	52,32	%
Sacarosa	HPLC	0,00	%

\*\*\*Fin de los resultados analíticos\*\*\*

Notas: Los resultados mostrados en este informe de ensayos específicamente se refieren a la muestra(s) analizada según se ha recibido a menos que se indique lo contrario. El presente informe no podrá ser reproducido parcialmente o en su totalidad sin la aprobación escrita de Simetric.

Firma autorizada



FRANKLIN  
 EDISON TERAN  
 Responsable de Calidad

Página 1 de 1





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

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS DE CONFITERÍA. CAMELOS, PASTILLAS, GRAGEAS, GOMITAS Y TURRONES. REQUISITOS.	NTE INEN 22:17:2012 Primera revisión 2012-07
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos y características que deben cumplir los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrones.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrones; se incluye a los dietéticos.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 Caramelos. Son productos de consistencia sólida o semisólida que se obtienen del cocimiento de un almibar de azúcares y agua, y que pueden contener o no otras sustancias y aditivos alimenticios permitidos.</p> <p>3.1.2 Caramelos duros. Son productos elaborados a base de azúcares en forma de almibar, que adquieren una consistencia sólida y quebradiza al enfriarse.</p> <p>3.1.2.1 Chupetes o paletas. Son caramelos duros, rellenos o no, recubiertos o no que tienen incorporado un soporte no comestible de material autorizado por la autoridad sanitaria competente (madera, plástico, cartón, etc.)</p> <p>3.1.3 Caramelos blandos. Son productos fácilmente masticables elaborados a base de azúcares en forma de almbares, que adquieren una consistencia semisólida, gelatinosa o pastosa, cuando están fríos.</p> <p>3.1.3.1 Toffees. Son caramelos blandos elaborados a base de un almibar de azúcares y leche, que pueden contener manteca u otra grasa comestible.</p> <p>3.1.4 Caramelos rellenos. Son caramelos duros o blandos que contienen en su interior ingredientes líquidos, sólidos o semisólidos de grado alimentario.</p> <p>3.1.6 Caramelos recubiertos. Son caramelos duros o blandos con o sin relleno, recubiertos por una capa de azúcar o chocolate.</p> <p>3.1.8 Caramelo líquido o crema de caramelo. Son los caramelos que mantienen una consistencia viscosa, semilíquida o líquida al enfriarse y dispensarse durante su uso.</p> <p>3.1.7 Grageas. Son confites formados por un núcleo de almendras, avellanas, mani, frutas, chocolate y otros similares o bien, por una pasta de dichos productos molidos como azúcares; dicho núcleo está recubierto por una capa de azúcar o chocolate, abrigantada o no, y pueden contener otras sustancias y aditivos alimenticios permitidos.</p> <p>3.1.8 Pastillas o comprimidos. Son productos obtenidos por compresión o moldeado de una mezcla de azúcar en polvo adicionada de gomas, dextrinas o estearatos y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos; pueden ser recubiertos o no.</p> <p>3.1.8 Gomitas. Son productos obtenidos por mezcla de gomas naturales, gelatinas, pectina, agar-agar, glucosa, almidón, azúcares y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p><b>DESCRIPTORES:</b> Tecnología de los alimentos; azúcar; productos de azúcar; almidón; productos de confitería; dulces; confites; caramelos; pastillas; grageas; gomitas; turrones; requisitos.</p>		

**3.1.9.1 Malnaviscos (marshmelows).** Son gomitas que contienen albúmina lo que le da una consistencia plástica y esponjosa, recubiertas o no.

**3.1.10 Tumones.** Son productos constituidos por una masa sólida o semisólida elaborado a base de un almibar de azúcar refinada o no, glucosa, miel de abejas, albúmina, gelatina, frutas confitadas o cristalizadas, frutos secos (ajonjolí, mani, almendras, avellanas, nueces, etc.), y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos, pueden ser recubiertos o no.

**3.1.10.1 Tumón duro.** Es el tumón de consistencia dura y quebradiza que puede tener o no frutos secos tostados (ajonjolí, mani, almendras, avellanas, nueces, etc.) y/o frutas confitadas distribuidas en la masa.

**3.1.10.2 Tumón blando.** Es el tumón de consistencia semisólida que puede o no tener frutos secos tostados (ajonjolí, mani, almendras, avellanas, nueces, etc.) y/o frutas confitadas distribuidas en la masa.

**3.1.11 Dulces dietéticos.** Son los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y tumones cuyo contenido de carbohidratos (dextrosa, azúcar invertido, disacáridos digeribles, almidones, dextrina) no es mayor al 8 %. La sustitución total o parcial de estos carbohidratos puede ser hecha por polialcoholes (sorbitol, manitol, maltitol, xilitol, etc) solos o mezclados.

#### 4. CLASIFICACIÓN

4.1 Los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y tumones de acuerdo a la naturaleza de sus ingredientes y a su proceso de fabricación se clasifican en:

##### 4.1.1 Caramelos

###### 4.1.1.1 Caramelos duros

- a) simples,
- b) rellenos,
- c) recubiertos,
- d) rellenos y recubiertos.

###### 4.1.1.2 Caramelos blandos

- a) simples,
- b) rellenos,
- c) recubiertos,
- d) rellenos y recubiertos.

###### 4.1.1.3 Caramelo líquido o crema de caramelo

##### 4.1.2 Pastillas o comprimidos

##### 4.1.3 Grageas

##### 4.1.4 Gomitas

- a) simples,
- b) recubiertas,

###### 4.1.4.1 Malnaviscos

- a) simples,
- b) recubiertos,

(Continúa)

**4.1.6 Turrones****4.1.6.1 Turrones duros**

- a) simples,
- b) rellenos,
- c) recubiertos,
- d) rellenos y recubiertos,

**4.1.6.2 Turrones blandos**

- a) simples,
- b) rellenos,
- c) recubiertos,
- d) rellenos y recubiertos.

**4.1.8 Dulces dietéticos**

- a) caramelos,
- b) pastillas,
- c) grageas,
- d) gomitas,
- e) turrones.

**6. DISPOSICIONES GENERALES**

6.1 El producto al ser evaluado sensorialmente debe tener color, sabor y olor característicos. No debe presentar rancidez, debe estar libre de restos de insectos y de material extraño.

6.2 El producto al ser analizado no debe presentar deterioro físico, químico ni microbiológico.

6.3 En la elaboración de caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrones se podrá utilizar edulcorantes nutritivos como: azúcar refinado, azúcar sin refinar, jarabe de glucosa, azúcar invertido, miel o fructosa.

6.4 Se recomienda que los productos contemplados por las disposiciones de la presente norma se preparen y manipulen de conformidad con lo establecido en la legislación nacional vigente sobre Buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados.

6.5 Los productos que se usen como relleno y recubrimiento deben cumplir con las especificaciones de su norma correspondiente.

**8. REQUISITOS****8.1 Requisitos específicos**

8.1.1 *Requisitos para los caramelos duros.* Los caramelos duros deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 1.

TABLA 1.

Requisito	Contenido máximo	Método de ensayo
Humedad, % (en fábrica)	3,0	NTE INEN 265
Sacarosa, %	90,0	AOAC 930.36
Azúcares reductores, %	23,0	AOAC 31.037

(Continúa)

6.1.2 *Requisitos para los caramelos blandos.* Los caramelos blandos deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 2.

TABLA 2.

Requisito	Toffees		Caramelos blandos		Método de ensayo
	Min	Max	Min	Max	
Humedad, %		10,0		10,0	NTE INEN 265
Sacarosa, %	-	65,0	-	65,0	AOAC 930.36
Grasa total, %	3,0	-	3,0	-	NTE INEN 12, Método Röse Gottlieb
Proteína, % (% N x 6,38)	2,5	-	-	-	AOAC 920.176

6.1.3 *Requisitos para los caramelos líquidos.* Los caramelos líquidos o crema líquida deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

TABLA 3.

Requisito	Contenido máximo	Método de ensayo
Sacarosa, %	65,0	AOAC 930.36

6.1.4 *Requisitos para las pastillas.* Las pastillas deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 4.

TABLA 4.

Requisito	Contenido máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5,0	NTE INEN 265

6.1.5 *Requisitos para las grageas.* Las grageas deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 5.

TABLA 5

Requisito	Contenido máximo	Método de ensayo
Humedad, %	10,0	NTE INEN 265

6.1.6 *Requisitos para las gomitas.* Las gomitas deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 6.

TABLA 6.

Requisito	Min	Max	Método de ensayo
Humedad, %	-	25,0	NTE INEN 265
Sacarosa, %	-	50,0	AOAC 930.36

6.1.7 *Requisitos para los tumores.* Los tumores deben cumplir con los requisitos especificados en las tablas.

(Continúa)

TABLA 7.

Requisito	Min	Max	Método de ensayo
Humedad, %	-	20,0	NTE INEN 265
Azúcares Totales, %			
- Simples	-	90,0	AOAC 31.037
- Rellenos y/o recubiertos	-	75,0	AOAC 31.037
Recubrimiento, % *	-	30,0	Por diferencia de peso, luego de haber retirado el recubrimiento
Frutos secos y/o fruta confitada, % **	9,0	-	Por diferencia de peso, luego de haber separado los frutos secos y/o fruta confitada

\* Si el turrón tiene recubrimiento  
 \*\* Si el turrón contiene frutos secos y/o fruta confitada

8.1.8 **Requisitos microbiológicos.** Los productos contemplados en esta norma deben cumplir con los requisitos microbiológicos especificados en la tabla 8.

TABLA 8. Requisitos microbiológicos

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
NMP Coliformes fecales/g	5	< 3	-	0	NTE INEN 1529-8
Mohos y levaduras, UFC/g:					
- caramelos duros, caramelos líquidos	5	$5,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10
- caramelos blandos y toffees	5	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10
- pastillas, o comprimidos	5	$2,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10
- grapeas y tumones	5	$1,0 \times 10^2$	-	0	NTE INEN 1529-10
- gomitas	5	$3,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10
Estafilococos aureus UFC/g*		< $1,0 \times 10^1$	-	0	NTE INEN 1529-14

\* Este parámetro se debe evaluar únicamente en toffees y tumones

UFC = unidades formadoras de colonias  
 NMP = número más probable

Donde:

- n = número de unidades de muestra
- m = nivel de aceptación
- M = nivel de rechazo
- c = número de unidades defectuosas que se aceptan

8.1.9 El relleno de los confites en general no podrán ser menores:

- a) 8 % de la masa del producto, para rellenos líquidos;
- b) 6 % de la masa del producto, para rellenos sólidos.

8.1.10 **Aditivos alimentarios.** Se permite el uso de los aditivos enlistados en la NTE INEN 2074.

8.1.11 **Contaminantes.** Los límites máximos permitidos de metales tóxicos en los productos de confitería en general, serán los que se especifican en la tabla 9.

TABLA 9. Límites máximos permitidos para metales tóxicos

Metales tóxicos	Límites máximos, mg/kg	Método de ensayo
Arsénico, como As	0,2	NTE INEN 269
Plomo, como Pb	0,1	NTE INEN 271

(Continúa)

## 8.2 Requisitos complementarios

### 8.2.1 Almacenamiento y transporte

8.2.1.1 Las condiciones de almacenamiento y transporte deben cumplir con las normas higiénicas sanitarias vigentes.

8.2.2 Las unidades de comercialización de este producto deben cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

## 7. INSPECCIÓN

### 7.1 Muestreo

7.1.1 Las muestras se deben tomar en un lugar protegido y no expuesto a la lluvia, al calor, al aire, al polvo o al hollín.

7.1.2 Los instrumentos de muestreo se deben limpiar y secar antes y después de su uso; para el caso de las muestras para análisis microbiológico los instrumentos deben ser esterilizados.

7.1.3 Se deben tomar precauciones para proteger el producto que se está muestreando, las muestras, los instrumentos de muestreo y los recipientes para guardar las muestras, contra cualquier posible contaminación.

7.1.4 Las muestras se deben colocar en recipientes limpios y secos, los cuales deben ser de tamaño apropiado para que se llenen completamente de muestra, teniendo la precaución de que esta no quede apretada.

7.1.6 Cada unidad de muestreo se debe sellar herméticamente después de llenada, y luego debe rotularse con la información completa sobre la muestra y el muestreo; esta información debe incluir lo siguiente: fecha de muestreo, número de código o de lote, lugar del muestreo, nombre del fabricante y cualquier otro aspecto que se considere importante.

7.1.8 Las muestras deben almacenarse de tal manera que no sufran cambios o alteraciones.

7.1.7 El número de recipientes para formar la muestra global se indica en la tabla 10, para el análisis microbiológico se tomará mínimo 3 muestras por lote.

TABLA 10.

Tamaño de lote (N)	Tamaño de muestra (n)	
	Presentación menor a 600 g	Presentación mayor a 600 g
Hasta 25	5	3
26 a 100	6	4
101 a 300	9	5
301 a 500	12	7
más de 500	15	9

7.1.8 La selección de las unidades de muestreo de un lote se debe hacer al azar y de manera que se tengan unidades de todas las partes del lote; para este propósito se debe emplear una tabla de números al azar. Si no se dispone de dicha tabla se puede adoptar el procedimiento siguiente: se numeran las unidades 1, 2, 3, ..., r comenzando por cualquier unidad y en el orden que se desee y cada enésima unidad constituirá la unidad de muestreo a seleccionar. El valor de "r" resulta de dividir el tamaño del lote (N), para el número de unidades de muestreo a seleccionar (n).

7.1.9 Toma de muestras para el análisis microbiológico. Las muestras para el análisis microbiológico deben ser rotuladas con toda la información relacionada con el muestreo y ser trasladados lo antes posible al laboratorio respectivo para sus análisis correspondientes.

(Continúa)

7.1.10 Toma de muestras para el análisis físico y químico. De cada unidad de muestreo que se selecciona se sacan cantidades aproximadamente iguales para hacer una muestra compuesta de 1 kg. Esta muestra se divide en tres partes iguales, se transfiere a recipientes secos y limpios, se sellan herméticamente y se rotulan como se indica en 7.1.5. Una de estas muestras compuestas debe ser para el fabricante, la otra para el laboratorio donde se realizan los análisis y la tercera es una contra muestra.

7.1.11 Cuando las unidades de muestreo contengan confites de diferentes clases, en un mismo envase; los confites de cada clase se deben separar y la unidad de muestreo para cada clase se debe extraer como se indica en 7.1.8.

7.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el lote si todas las muestras analizadas cumplen con los requisitos especificados en la presente norma; caso contrario se rechaza el lote.

## 8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 Los productos de confitería deben expendirse en envases asépticos, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

8.2 Los productos de confitería deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

8.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

8.4 Pueden utilizarse embalajes en diversas formas o figuras para contener y presentar el producto.

## 9. ROTULADO

9.1 El Rotulado de este producto debe cumplir con los requisitos establecidos en el RTE INEN 022.

NOTA: Los requisitos se verificarán con los métodos de ensayo de las Normas Técnicas Ecuatorianas, en caso de que estas no existan se utilizarán los métodos de la AOAC en su última edición.

(Continúa)