

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

## POSGRADO



## MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Capacidad antioxidante de una bebida de pepino (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*), como endulzante natural

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Autor: Milton Orlando Reyes Acero

Tutora: María Teresa Pacheco Tigselema

Tulcán, 2024

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el maestrante Reyes Acero Milton Orlando con el número de cédula 1001587045 ha elaborado el trabajo de titulación: “Determinación de la capacidad antioxidante de una bebida a base de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como endulzante natural.”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas en la Codificación del reglamento de Régimen Académico y de estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi con RESOLUCIÓN N° 171-CSUP- 2023, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.

.....

Pacheco Tigselema María Teresa

**TUTORA**

Tulcán, septiembre de 2024

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Yo, Reyes Acero Milton Orlando con cédula de identidad número 1001587045 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal, y que los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....  
Reyes Acero Milton Orlando  
**AUTOR**

Tulcán, septiembre de 2024

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Reyes Acero Milton Orlando declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Determinación de la capacidad antioxidante de una bebida a base de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como endulzante natural” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

.....  
Reyes Acero Milton Orlando  
AUTOR

Tulcán, septiembre de 2024

## **AGRADECIMIENTO**

Manifiesto mi profundo agradecimiento a quienes me guiaron y colaboraron en la presente investigación:

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Centro de Posgrado y Laboratorios; a todos y cada uno de mis distinguidos catedráticos, gracias por los valiosos conocimientos impartidos. A la Dra. María Teresa Pacheco, por su amistad, su guía y aporte científico durante la realización de este trabajo.

Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), departamento de Nutrición y Calidad de Alimentos de la Granja Santa Catalina, y al Laboratorio de Microbiología General de Universidad Central del Ecuador.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Susy y a mis hijos Leyre Nerea y John Ander, quienes me apoyaron de forma incondicional durante esta trayectoria estudiantil; a ellos con todo mi amor les dedico esta obra.

## ÍNDICE

INDICE DE CONTENIDOS.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN .....	15
ABSTRACT.....	15
1. PROBLEMA.....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Preguntas de Investigación .....	17
1.3. Objetivos de investigación .....	17
1.3.1. Objetivo General .....	17
1.3.2. Objetivos Específicos .....	18
1.4 Justificación .....	18
CAPÍTULO II.....	21
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	21
2.1. Antecedentes .....	21
2.2. Marco teórico.....	26
2.6. Marco Legal.....	39
CAPÍTULO III .....	44
3. METODOLOGÍA .....	44
3.1. Descripción del área de estudio/Grupo de estudio.....	44
3.2. Enfoque y tipo de investigación .....	45
<b>3.2.1. Enfoque</b> .....	45
<b>3.2.2. Tipo de Investigación</b> .....	45
3.3. Definición y operacionalización de variables.....	46

<b>3.3.1 Definición de variables</b> .....	46
3.4. Procedimiento.....	48
REFERENCIAS .....	79
ANEXOS .....	84
Anexo 1 Tablas de Datos.....	78
Anexo 2 Ficha de cata para la evaluación sensorial.....	80
Anexo 3 Ejemplo de Valoración descrita por los jueces.....	82
Anexo 4 Resultados de la Capacidad Antioxidante de la bebida de pepino dulce y yacón a los 0 días y 20 días de almacenamiento a 4 °C.....	83
Anexo 5 Resultados de los análisis microbiológicos de la bebida de pepino dulce y yacón.....	84
Anexo 6 Ficha Técnica de la tapa Twist-off.....	85
Anexo 7 Ficha Técnica del envase de vidrio de 300mL.....	86
Anexo 8 Fotografías.....	88



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características fisicoquímicas del yacón, variedad cultivada en Ecuador (INIAP-ECU-1247).....	23
Tabla 2 Contenido fenólico total ( $\mu\text{g/g dm}$ ) del yacón y de otros tubérculos andinos (HPLC-DAD-ESI/MS <sup>n</sup> ).....	23
Tabla 3 Carbohidratos solubles en agua observados en el yacón mediante GC-FID.....	25
Tabla 4 Propiedades del pepino dulce.....	30
Tabla 5 Taxonomía del pepino dulce.....	31
Tabla 6 Composición química promedio del yacón en 100g de alimento fresco.....	33
Tabla 7 Clasificación de prebióticos según su grado de polimerización.....	33
Tabla 8 Requisito fisicoquímicos para bebidas de frutas.....	41
Tabla 9 Requisitos microbiológicos para bebidas de frutas.....	41
Tabla 10 Descripción de los tratamientos aplicados para elaborar la bebida de pepino dulce y yacón .....	44
Tabla 11 Grados de libertad del ANOVA aplicado a los resultados del análisis sensorial .....	52
Tabla 12 Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo Color por tratamiento....	53
Tabla 13 Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo Aroma por tratamiento...55	
Tabla 14 Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo sabor por tratamiento.....57	
Tabla 15 Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo Dulzor por tratamiento...59	
Tabla 16 Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo Consistencia por tratamiento.....	61
Tabla 17 Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo Aceptabilidad general.....63	
Tabla 18 Sumatorias totales, medias y desviación estándar de los parámetros de las bebidas de pepino dulce y yacón .....	66
Tabla 19 Capacidad antioxidante por el método DPPH al mejor tratamiento con mayor aceptación sensorial.....	67
Tabla 20 Parámetros fisicoquímicos del pepino dulce y yacón.....	68
Tabla 21 Valores de pH a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón del tratamiento con mayor aceptación sensorial.....	69

Tabla 22 Valores de °Brix a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón del tratamiento con mayor aceptación sensorial.....	70
Tabla 23 valores de pH y °Brix del tratamiento con mayor aceptación sensorial.....	72
Tabla 24 Análisis microbiológico del tratamiento con mayor aceptación sensorial.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura química del fructooligosacárido 1-kestosa.....	21
Figura 2 Estructura química del fructooligosacárido Nystosa.....	22
Figura 3 Grupos de compuestos fenólicos observados en el yacón frente a otros tubérculos, mediante HPLC-DAD-ESI/MS <sup>n</sup> .....	24
Figura 4 Fructooligosacáridos (FOS) observados en el yacón mediante GC- FID.....	24
Figura 5 Planta y fruto del pepino dulce .....	29
Figura 6 Planta de yacón y fruto de yacón.....	32
Figura 7 Clasificación de fructooligosacáridos (FOS) según el número de unidades manométricas.....	35
Figura 8 Ubicación del trabajo de investigación.....	43
Figura 9 Diagrama de Flujo del Proceso aplicado para la elaboración de la bebida de pepino dulce y yacón.....	48
Figura 10 Medición del pH.....	49
Figura 11 Medición del °Brix.....	49
Figura 12 Análisis sensorial.....	50
Figura 13 Comparación de medias para el Color.....	54
Figura 14 Figura de Caja y Bigote.....	54
Figura 15 Comparación de medias para el Aroma.....	55
Figura 16 Figura de Caja y Bigote.....	56
Figura 17 Comparación de medias para el Sabor.....	57
Figura 18 Figura de Caja y Bigote.....	58
Figura 19 Comparación de medias para el Dulzor.....	59
Figura 20 Figura de Caja y Bigote.....	60
Figura 21 Comparación de medias para la Consistencia.....	62
Figura 22 Figura de Caja y Bigote.....	62
Figura 23 Comparación de medias para la Aceptabilidad.....	64
Figura 24 Figura de Caja y Bigote.....	64
Figura 25 Resultados obtenidos del análisis de la capacidad antioxidante con el método DPPH.....	67
Figura 26 Figura donde se refleja los valores de pH a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón.....	70

Figura 27 Figura donde se refleja los valores de °Brix a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón .....71

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Tablas de datos .....	82
Anexo 2 Fichas de catación para la evaluación sensorial .....	85
Anexo 3 Ejemplo de Valoración dexcrita por los jueces.....	87
Anexo 4 Resultados del análisis de la Capacidad Antioxidante .....	88
Anexo 5 Resultados del análisis microbiológico .....	89
Anexo 6 Ficha técnica de la tapaTwist oof.....	90
Anexo 7 Ficha técnica del envase de vidrio de 300mL.....	91
Anexo 8 Fotografías del proceso de elaboración de la bebida de pepino dulce y yacón .....	93

## RESUMEN

El principal objetivo de este estudio fue determinar la capacidad antioxidante (AC) de una bebida elaborada a base de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) sin endulzantes añadidos, para lo cual se elaboró la bebida con varias formulaciones, teniendo como variables independientes la cantidad de pulpa de pepino dulce y pulpa de yacón. Se analizó el pH, los sólidos solubles (°Brix), la calidad sensorial de las bebidas (empleando una escala hedónica de 5 puntos, con ayuda de 24 jueces semientrenados que evaluaron el color, aroma, sabor, dulzor, consistencia y aceptabilidad), y la calidad microbiológica. Se aplicó un ANOVA y la prueba de Kruskal Wallis en el Software Statgraphics Centurión para elegir el mejor tratamiento. El color de la bebida presentó diferencia significativa, y el tratamiento T3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%) presentó la mejor aceptabilidad general ( $p < 0,05$ ). Según el método DPPH el T3 presentó una AC de 1,205  $\mu\text{mol Trolox/mL}$  al momento de su elaboración, valor que aumentó ligeramente a 1,375  $\mu\text{mol Trolox/mL}$  a los 20 días de almacenamiento; siendo el primer estudio sobre AC en este tipo de bebida. Esta bebida presentó 4,29 °Brix, un pH de 7,13 y menos de 10 Ufc/mL de coliformes totales, *E. coli* (método M-GO-MI-03/AOAC 991-14 modificado), y mohos y levaduras (método M-GO-MI-03/AOAC 997-02 modificado), cumpliendo con lo establecido en la normativa (INEN 380, INEN 389). La bebida mostró buena aceptabilidad sensorial, pese a poseer una cantidad de °Brix bastante menor a la observada en jugos de otras frutas naturales sin y con endulzantes añadidos; habiendo desarrollado una bebida agradable, apta para el consumo, de bajo poder calórico y con propiedades antioxidantes.

**Palabras clave:** bebida natural, capacidad antioxidante, pepino dulce, yacón, DPPH.

## ABSTRACT

The main objective of this study was to determine the antioxidant capacity (AC) of a beverage made from eco-purple sweet cucumber (*Solanum muricatum*) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) without added sweeteners. For this purpose, the beverage was prepared with several formulations, having as independent variables the amount of sweet cucumber pulp and yacon pulp. The pH, soluble solids (°Brix), sensory quality of the beverages (using a 5-point hedonic scale, with the help of 24 semi-trained judges who evaluated the color, aroma, flavor, sweetness, consistency and acceptability), and microbiological quality were analyzed. An ANOVA and the Kruskal Wallis test were applied in the Statgraphics Centurion Software to choose the best treatment. The color of the beverage showed a significant difference, and the T3 treatment (sweet cucumber pulp 30% and yacon pulp 40%) showed the best overall acceptability ( $p < 0.05$ ). According to the DPPH method, T3 presented an AC of 1.205  $\mu\text{mol Trolox/mL}$  at the time of its elaboration, a value that increased slightly to 1.375  $\mu\text{mol Trolox/mL}$  after 20 days of storage; being the first study on AC in this type of beverage. This drink presented 4.29 °Brix, pH of 7.13 and less than 10 CFU/mL of total coliforms, *E. coli* (modified M-GO-MI-03/AOAC 991-14 method), and molds and yeasts (modified M-GO-MI-03/AOAC 997-02 method), complying with the provisions of the regulations (INEN 380, INEN 389). The beverage showed good sensory acceptability, despite having a °Brix amount considerably lower than that observed in other natural fruit juices with and without added sweeteners; having developed a pleasant beverage, suitable for consumption, with low caloric power and antioxidant properties.

**Keywords:** natural drink, antioxidant capacity, sweet cucumber, yacon, DPPH.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema

Se estima que la tercera parte del total de alimentos producidos en el mundo se desperdicia, lo cual equivale a aproximadamente 1 300 millones de toneladas al año, mientras al mismo tiempo, cerca de 1000 millones de personas sufren de hambre y desnutrición (FAO, 2019). Contradictoriamente, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) menciona que existen aproximadamente 672 millones de adultos obesos, 124 millones de menores obesos y 40 millones de niños con sobrepeso, debido al consumo de alimentos procesados (MSP, 2020).

Otra enfermedad alarmante es la diabetes. En Ecuador, la incidencia de diabetes es del 12 % en personas en edades en torno a los 60 años (Díaz, 2016). La alta incidencia de enfermedades alimentarias, han motivado hacia la demanda de alimentos de alto valor nutricional, y que además pueden ayudar a evitar problemas de salud, o mejorar la calidad de vida del consumidor (FAO, 2017).

En este sentido, existe evidencia de que consumir frutas y verduras como parte de una dieta saludable baja en grasas, azúcares y sal, puede evitar el incremento de peso y disminuir el riesgo de obesidad (OMS, 2019). No obstante, pese al intento de mejorar los hábitos alimenticios en las personas, el consumo de bebidas azucaradas artificiales, aún se observa en el tercer lugar entre los veinte productos alimenticios de mayor demanda (Segovia, 2016).

Al respecto, no todas las frutas y tubérculos son de amplio conocimiento y aprovechamiento industrial, tal es el caso del pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), materias primas que



contienen compuestos fenólicos y/o fibra dietética (Fructooligosacáridos) con importante potencial funcional (Blanco Blasco et al., 2002; Hermann y Heller, 1997; Pacheco et al., 2019, 2020; Corzo et al., 2015); y que además podrían representar una fuente de antioxidantes importantes y carbohidratos de bajo poder calórico.

En contraste, la seguridad de las bebidas endulzadas con edulcorantes artificiales sigue siendo cuestionada por las autoridades reguladoras, y su consumo va en descenso por parte de quienes prefieren lo natural (Gavilán, 2016). Debido a lo mencionado, esta investigación tuvo por objetivo, desarrollar una nueva bebida elaborada a base de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como endulzante natural, para finalmente evaluar su capacidad antioxidante y su aceptabilidad sensorial.

## **1.2. Preguntas de Investigación**

- ¿La bebida elaborada a base de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) tiene capacidad antioxidante?
- ¿La bebida formulada con diferentes concentraciones de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) tiene aceptación sensorial?
- ¿La bebida a base de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) posee propiedades fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas, para considerarse una bebida recomendable para el consumo?

## **1.3. Objetivos de investigación**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Establecer la capacidad antioxidante de una bebida elaborada a base de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Seleccionar la formulación más adecuada para desarrollar una bebida a base de pepino dulce y yacón, de buena aceptabilidad sensorial.
- Analizar fisicoquímicamente (pH y °Brix) y microbiológicos (mohos y levaduras), a la mejor bebida desde el punto de vista sensorial.
- Identificar el mejor tratamiento desde el punto de vista sensorial de la bebida a base de pepino dulce y yacón, empleando el método 2,2-difenil -1-picrilhidrazilo (DPPH).
- Determinar la capacidad antioxidante la bebida a base de pepino dulce y yacón, de acuerdo con el mejor tratamiento.

### 1.4 Justificación

Según la Constitución de La República del Ecuador (Publicada en el Registro Oficial 449 Del 20 de octubre del 2008), **Art. 32.-** *La salud es un derecho que garantiza el Estado, vinculado al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustenta el buen vivir. Así como también, se debe garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas, y emprender proyectos para reducir la malnutrición y desnutrición, impulsar buenos hábitos alimenticios, y promover el desarrollo de nuevos alimentos saludables, aportando a la soberanía alimentaria (Plan Nacional de Desarrollo, 2021-2025); por lo tanto, este trabajo busca desarrollar una nueva bebida con propiedades saludables que además contribuya al aprovechamiento de especies vegetales subutilizadas.*

El pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado, está compuesto por antioxidantes, como el beta caroteno que estabiliza la presión arterial, alivia

trastornos hepáticos, previene la diabetes, ayuda a regularizar los niveles de azúcar en la sangre; sus polifenoles llamados lignanos (pinoresinol, lariciresinol y secoisolariciresinol), podrían reducir el riesgo de padecer cáncer (Herraiz et al., 2016).

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta aún sin un rubro económico significativo para la agricultura del país, pues al ser un cultivo no tradicional, su cultivo a nivel nacional es aún escaso.

Los fructooligosacáridos (FOS) nutren selectivamente a las bacterias benéficas de la microflora intestinal, y favorecen el metabolismo sistémico de los lípidos, ayudan a disminuir el nivel de colesterol, fosfolípidos y triglicéridos en el suero sanguíneo (Manrique et al., 2003).

En estudios llevados a cabo por Pacheco et al. (2020), mediante GC-FID de TMS-oximas de carbohidratos solubles presentes en yacón (*S. Sonchifolius*, var. INIAP-ECU-1247), se observó que la concentración de FOS en este tubérculo (kestosa + nistosa + fructosilnistosa+ difructosil-nistosa) (43,82 g FOS/100 g dw) fue ligeramente inferior a la observada en el yacón cultivado en Brasil (52,2 g FOS/100 g dw) (Grancieri et al., 2017), sin embargo, este contenido es similar al presente en las fuentes convencionales de FOS, como la alcachofa de Jerusalén (30 – 50 g FOS/100 g dw) (Long, Shao, Liu, Liu y Liu, 2016) y raíz de achicoria (35,7 – 40,6 g FOS/100 g ps) (Moshfegh, Friday, Goldman y Chug Ahuja, 1999); por lo que, esta variedad de yacón (*S. sonchifolius*, var. INIAP-ECU-1247) puede ser considerada una buena fuente de estos importantes prebióticos. El contenido de FOS observado en yacón de otras variedades se encuentra en el rango de 0,7 a 13,2 % (Caetano et al., 2016).

Al existir una tendencia mundial hacia el consumo de productos naturales y dietéticos, se contempla al yacón (*S. sonchifolius*) como una alternativa saludable para desarrollar nuevos alimentos.

La demanda mundial de edulcorantes naturales no calóricos se ha incrementado en los últimos años agravando problemas de diabetes y obesidad (Polanco, 2011). Azúcares como glucosa, fructosa, son compuestos que pueden contribuir al desarrollo de sobrepeso, obesidad, caries dentales, entre otros (Organización Panamericana de la Salud Ecuador, 2020).

Por todo lo mencionado, la presente investigación plantea aprovechar las materias primas no tradicionales como el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), y el pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado que se produce en la provincia de Imbabura (sector del Valle del Chota) y en la provincia del Carchi (cantón Bolívar) (Gordillo et al., 2012), para la elaboración de una bebida saludable.

## **CAPÍTULO II**

### **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes Generales**

Valverde (2019) define como bebidas azucaradas a aquellas que no contienen alcohol, incluidos los refrescos. La Comisión de Salud Pública de Boston (2010) agrega que los refrescos, bebidas de frutas, té, endulzados, bebidas con café, bebidas energéticas, leche endulzada o derivados de la misma, o cualquier otro tipo de bebida a la que se le ha añadido azúcar son consideradas bebidas azucaradas. La Asociación Americana de Salud, señala que el consumo de bebidas con alto contenido de azúcar se encuentra relacionada con 180 000 muertes en todo el mundo, desatando enfermedades como: el síndrome metabólico, hipertensión arterial, aumento de peso, de obesidad y enfermedades del corazón, entre otras enfermedades (ONU, 2016).

La OMS (2016) declara que la ingesta de azúcares libres como las bebidas azucaradas, es fuente de calorías innecesarias especialmente para niños, adolescentes y adultos jóvenes, originando el aumento de obesidad y diabetes. Además, recomienda que adultos y niños reduzcan su ingesta diaria de azúcares libres a menos del 10% de calorías totales; aunque es recomendable que se haga una reducción aún mayor, al menos al 5% aproximadamente. Contradictoriamente, en Ecuador un gran número de consumidores de bebidas endulzadas, desconocen sobre sus fatales consecuencias para la salud, desatando descontento por parte de los organismos reguladores hacia el consumo de dichas bebidas, las cuales muchas veces, además, no se hallan elaboradas de acuerdo a lo exigido por la normativa de calidad (Obando, 2018).

A nivel mundial, la innovación tecnológica en la industria alimentaria, se ha venido incrementando, con énfasis en el cuidado de la salud, lo cual ha dado

como resultado una revalorización de dietas alimenticias a base de frutas, vegetales, y tubérculos no tradicionales.

### 2.1.2. Antecedentes investigativos

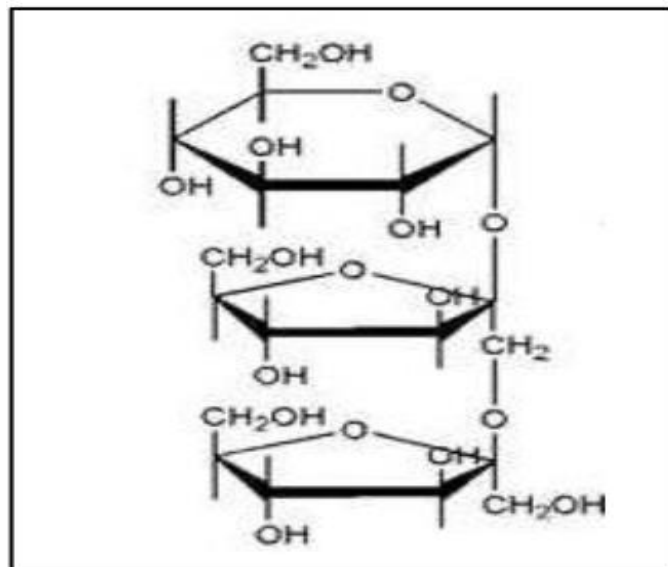
*Lachaman et al. (2003)* manifiestan que los fructooligosacáridos presentes en la naturaleza son: 1-kestosa (GF<sub>2</sub>) (Figura 1), nistosa (GF<sub>3</sub>) (Figura 2) y 1-β-fructofuranosil nistosa (GF<sub>4</sub>), siendo 1-kestosa (GF<sub>2</sub>), nistosa (GF<sub>3</sub>) los componentes más abundantes (*Yun, 1996*).

#### 1-Kestose

Es un trisacárido (GF<sub>2</sub>) formado por una molécula de glucosa y dos moléculas de fructosa unidas por enlaces glicosídicos. (*Rivero et al., 2001*)

#### Figura 1.

*Estructura química del fructooligosacárido 1-kestosa*



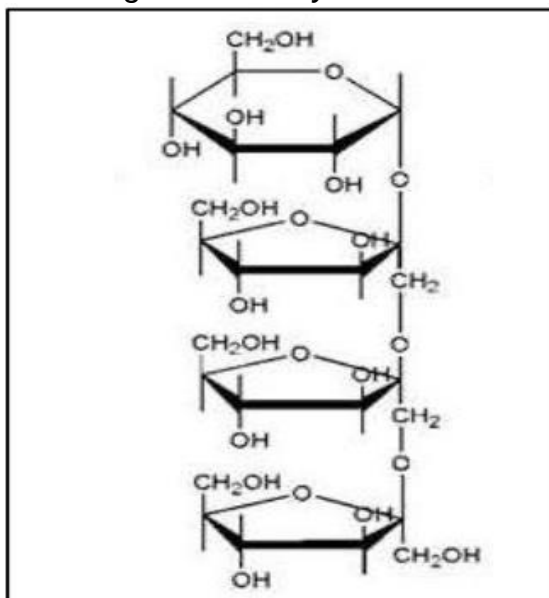
Wolf et al., 2009

#### Nystose

Es un tetrasacárido (GF<sub>3</sub>) formado por una molécula de glucosa y tres moléculas de fructosa unidas por enlaces glicosídicos. (*Rivero et al., 2001*)

**Figura 2.**

*Estructura química del fructooligosacárido Nystosa*



Wolf et al., 2009

*Pacheco et al. (2019)* caracterizaron 5 tubérculos Andinos cultivados en Ecuador incluyendo el yacón (Tabla 1). Los compuestos fenólicos observados en el yacón (Tabla 2, Figura 3) correspondieron al grupo de derivados hidroxicinámicos; estos compuestos han mostrado actividad anti proliferativa en numerosas líneas celulares cancerosas en modelos con animales (Roleira et al., 2015). En el caso del yacón, no se observó presencia de almidón (Pacheco et al., 2020); no obstante, Pacheco et al. (2020) pudieron observar un importante contenido de fructooligosacáridos (FOS) en el yacón (kestosa + nistosa + fructosil - nistosa + difructosil - nistosa = 43,20 g FOS/100 g dw) (Figura 4, Tabla 3); este contenido fue ligeramente inferior al observado en yacón cultivado en Brasil (52,2 g FOS/100 g dw) (Grancieri et al., 2017); pero a la vez, fue similar al de la alcachofa de Jerusalén (30-50 g FOS/100 g dw) (Long, et al., 2016) y raíz de achicoria (35,7-40,6 g FOS/100g dw) (Moshfegh et al. 1999), consideradas importantes fuentes de FOS a nivel industrial; por lo que, se señaló que el yacón (*S. sonchifolius*, var. INIAP-ECU-1247) puede considerarse una buena fuente de estos prebióticos.

**Tabla 1.**

*Caracterización fisicoquímica del yacón, variedad cultivada en Ecuador (INIAP-ECU-1247).*

<b>Parámetro</b>	<b>Yacón (<i>S. sanchifolius</i> var. INIAP-ECU-1247)</b>
°Brix	12,00 ± 0.2
pH	6,10 ± 0.2
Aw	0,97 ± 0.05
DM (g/100g fw)	12,00 ± 0.2
Grasa (g/100g dw)	150 ± 0.2
Proteína cruda (g/100g dw)	4,20 ± 0.2
Carbohidratos totales (g/100g dw)	85,00 ± 0.1
Carbohidratos reductores (g/100g dw)	8.80 ± 0.1
TDF (g /100g dw)	10,00 ± 0.2
IDF (g/100g dw)	8.8 ± 0.1
SDF (g/100g dw)	1,50 ± 0.2
Ceniza (g/100g dw)	2,90
Na (mg/100g dw)	17,00
Mg (mg/ 100 g dw)	80,00
P (mg/ 100 g dw)	93,00
K (mg/ 100 g dw)	2640,00
Ca (mg/ 100 g dw)	71,00
Fe (mg/ 100 g dw)	1,30
TPC (mg GAE /100g dw)	3380,00 ± 0.0
AC DPPH (mM de Trolox/100g dw)	4,40 ± 0.0
TCC (mg/100g dw)	0,14 ± 0.02
TAC (mg/100g dw)	14,00 ± 1.1
Vitamina C (mg/100g dw)	55,00 ± 0.2

Pacheco et al., 2019.

**Tabla 2.**

*Contenido fenólico total del yacón y de otros tubérculos andinos (HPLC-DAD-ESI/MS<sup>n</sup>).*

<b>Tubérculo</b>	<b>Contenido fenólico (µg/g dm)</b>
Yacón	2166,66 ± 58.59 <sup>d</sup>
Mashua	88,16 ± 3.51 <sup>ab</sup>
Melloco	40,80 ± 1.95 <sup>a</sup>

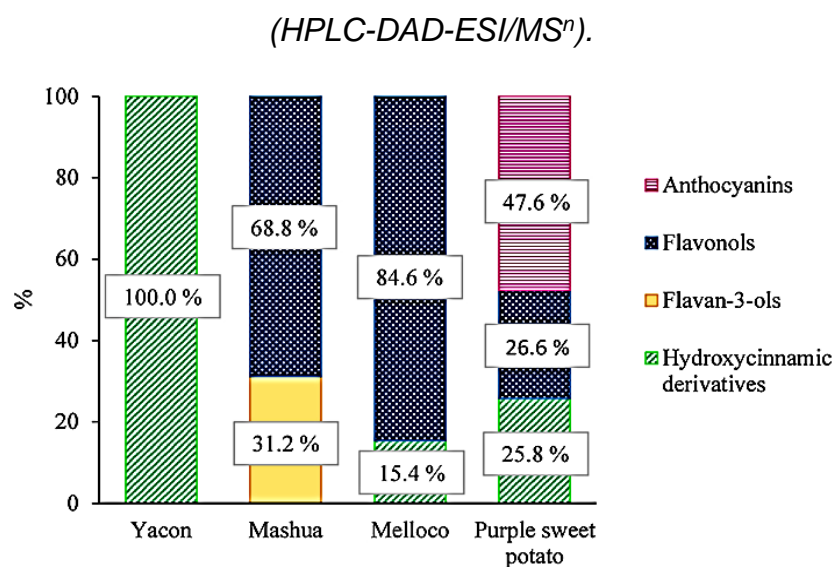


dm: materia seca.

Pacheco et al., 2019.

**Figura 3.**

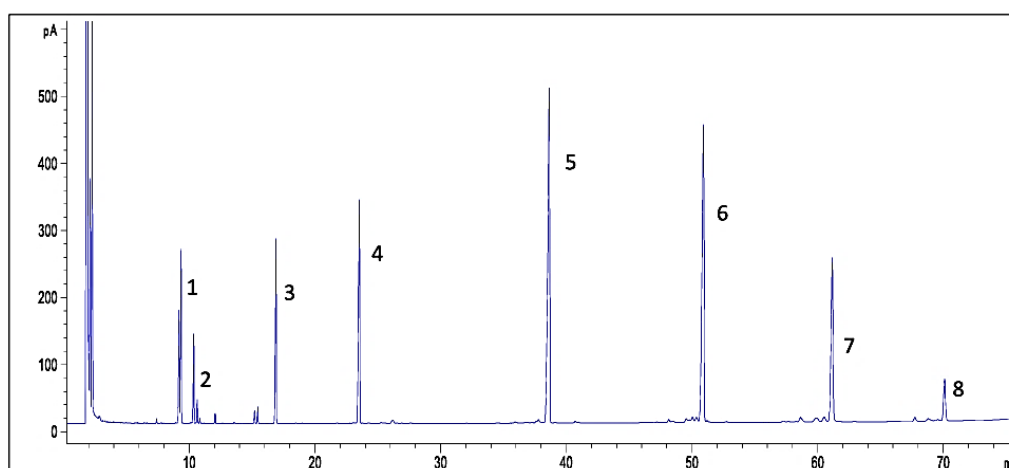
Grupos de compuestos fenólicos observados en el yacón frente a otros tubérculos



Pacheco et al., 2019.

**Figura 4.**

Fructooligosacáridos (FOS) observados en el yacón mediante GC-FID.



Perfil cromatográfico obtenido usando GC-FID de TMS-oximas de carbohidratos solubles presentes en yacón. 1: fructosa, 2: glucosa, 3: patrón interno ( $\beta$ -fenil glucósido), 4: sacarosa, 5: kestosa, 6: nistosa, 7: fructosil-nistosa, 8: difructosil-nistosa.

Pacheco et al., 2020.

**Tabla 3.***Carbohidratos solubles en agua, observados en el yacón mediante GC-FID.*

Carbohidrato soluble	Contenido (g/100 g dm)
Fructosa	4,70 ± 0.2
Glucosa	41,80 ± 0.3
Sacarosa	7,50 ± 0.2
Kestosa	17,00 ± 0.2
Nistosa	16,00 ± 0.4
Fructosil-nistosa	8,60 ± 0.2
Difructosil-nistosa	1,60 ± 0.1
Total	57,20
Total FOS	43,20

Pacheco et al., 2020.

## 2.2. Marco teórico

En Ecuador, erróneamente se suele usar el término jícama (*Pachyrhizus erosus*), para referirse al yacón (*Smallantus sonchifolius*). La jícama es un tubérculo cultivado en México, principalmente fuente de inulina (Park et al. 2016), más no de FOS, como ocurre con el yacon.

Por otro lado; debido a las propiedades de materias primas vegetales, diversos investigadores han aplicado diversas frutas y tubérculos en la elaboración de productos alimenticios, como son las bebidas refrescantes y otros.

Sulca (2015) desarrolló una bebida baja en calorías a base de durazno (*Prunus persica*) y extracto de soya (*Glycine max Merr*), ejecutando una secuencia de operaciones como recepción de la materia prima, para identificar la calidad del producto en base al análisis organoléptico, posterior a ello se realizaron el pesado y selección con el fin de desechar la fruta que se hallaba en mal estado, a continuación realizó una desinfección y lavado para posteriormente escaldar, envasar y obtener así los resultados fisicoquímicos de la pulpa de durazno, con un pH de  $4,5 \pm 0,3$ , como mejor rendimiento: 74,46%, y contenidos de humedad

de  $81,2 \pm 0,2$  %, cenizas:  $0,47 \pm 0,05$ %, proteína: 0,89%, grasa: 0,22%, °Brix:  $17,5 \pm 0,5$ , acidez titulable expresado como ácido cítrico  $0,32 \pm 0,03$ %.

Riquero (2014) desarrolló colados, néctar y conservas a base de pepino dulce (*Solanum muricatum*), con el objetivo es impulsar la industrialización y hacer análisis fisicoquímicos y microbiológicos para garantizar la inocuidad del producto, obteniéndose los siguientes resultados: 11 °Brix, 0,28% de acidez y un pH de 3,40, resultados que comparó con estándares de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2337. Posteriormente, analizó la captación de radicales libres, observando un 93 % de inhibición.

Hernández (2013) elaboró una mermelada baja en calorías usando yacón, con diferentes frutas. 50% de Jícama y 50% de Mora, 50% de Jícama y 50% de Manzana, 70% de Jícama y 30% de Tomate de árbol, 50% de Jícama y 50% de Uvilla y 70% de Jícama y 30% de Pepino, donde se observó que la aceptación sensorial de la mermelada de yacón y tomate de árbol obtuvo la mejor puntuación, recomendado la utilización de este tubérculo en la elaboración de productos alimentarios.

Moreno et al., (2003) prepararon cuatro néctares tratados de forma diferente con ácido ascórbico (I: 0%; II: 0,5%; III: 1,0%; y IV: 1,5%) combinando 1 litro de pulpa y 4 litros de agua. El néctar pasteurizado a 60°C por un tiempo de 30 min se almacenó a temperatura de  $7,0 \pm 1,0$  °C. La cantidad de bacterias mesófilas fue  $< 1200$  UFC/ml, recuento de mohos y levaduras  $< 10$  UFC/ml, coliformes totales NMP/ml  $< 3$ .

Jiménez (2011) en Colombia, en su propuesta de cultivo y aprovechamiento sostenible de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) (Poepp. y Endel), analizó técnicas de cultivo, y formas de uso como alternativas para el tratamiento de los problemas alimentarios y económicos del país.

En base a lo observado en la bibliografía, no se ha considerado hasta el momento, la utilización del yacón, junto con el pepino dulce, para el desarrollo

de una bebida de frutas, que por la presencia de yacon (fuente de FOS y compuestos fenólicos) pueda considerarse de bajo poder calórico, con posible potencial antioxidante.

## **2.3. Materias Primas**

### **2.3.1. Pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado**

El pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado se caracteriza por su jugosidad y deliciosa dulzura, y tiene muchas características que lo hacen popular entre los consumidores. Su nombre científico fue dado en 1789 por William Ayton de Royal Botanic Gardens, Kew. Sus frutas se pueden comer como postres, en ensaladas y jugos. En Colombia, Perú y Ecuador se plantan de manera tradicional y se usa como hortaliza para la preparación de ensaladas, o para consumo directo como fruta (Gammarra y Rodríguez, 2019).

Otro detalle importante de la fruta es que contiene componentes nutricionales específicos que agregan valor a sus propiedades, ya que no solo es un producto con buen sabor y composición, sino que también contiene ingredientes necesarios para la salud. Según investigaciones realizadas, los pepinos dulces tienen propiedades nutricionales como propiedades antioxidantes, antidiabéticas, antiinflamatorias y antitumorales (Arteaga Cruz, 2019).

Originario de la región de los Andes, se cultivaba y conocía desde antes de la llegada de los conquistadores, y cultivos como el tomate y la papa superaron la presión de los conquistadores sobre las solanáceas, lo que resultó en la adopción y difusión de estos cultivos a lo largo del camino en la región andina, esto no ha sucedido con los pepinos dulces, que siguen cultivándose tradicionalmente en sus lugares de origen y se desconoce en su totalidad en el resto del mundo el cultivo de este producto, se encuentra en varios países, entre ellos Perú, Ecuador, Bolivia y Colombia.

Carchi es uno de los centros de producción del pepino dulce. La parroquia Los Andes, que está en la jurisdicción del cantón Bolívar, también tiene registradas

plantaciones de este fruto originario de los andes. Parte de la cosecha se exporta a Estados Unidos; entre enero y febrero 2022, se exportó 900 kg de pepino dulce. Para cultivar la fruta los agricultores se enfocan en usar materiales orgánicos y semillas adecuadas para mejorar la calidad. Se intenta que el producto esté libre de agroquímicos y se pueda comer en fresco (Villón, 2021).

Uno de los productos que ha ganado reconocimiento en los mercados internacionales es el pepino dulce, que es una fruta que se cultiva en la sierra o zona interandina, según el Banco Central del Ecuador en el año 2021 se han exportado unas 52 toneladas, equivalente a la partida arancelaria de pepinos frescos, siendo la provincia de Carchi la más importante con 150 productores de este fruto.

De forma general se puede decir que son pocas las enfermedades, y muchas las plagas y que pueden atacar al pepino dulce, por ejemplo:

- La araña roja (*Tetranychus urticae*), difícil de controlar en invernaderos en épocas de calor.
- La mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*), afecta principalmente a los cultivos de invernadero.
- Pulgones (varias especies).
- El escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*).
- Las moscas minadoras (*Liriomyza trifolii*, *Tuta absoluta*).

### 2.3.1.1. Taxonomía y morfología del pepino dulce

Los pepinos dulces son esféricos grandes, algunos son alargados y conservan su rasgo redondo. El color de fondo característico es verde claro o verde medio, con pocas vetas de color púrpura claro (Espinoza y Arteaga, 2019).

**Familia:** Solanácea

**Nombre científico:** *Solanum muricatum*

**Planta:** Perenne, pero generalmente cultivada como anual.

**Sistema radicular:** Es muy ramificado y superficial. Puede alcanzar una profundidad de 60 cm, con un 75% de enraizamiento en los primeros 45 cm. Abundantes raíces umbilicales se forman en condiciones de alta humedad.

Esto hace que la propagación por esquejes o pequeñas estacas sea muy fácil.

**Tallo:** Herbáceos, pero sus bases se vuelven marrones con el tiempo. Según la variedad son de color verde, aunque en algunos casos adquieren un tono púrpura más oscuro con una ligera pigmentación en los nudos. Los tallos son redondos y tienen la capacidad de producir raíces adventicias en los entrenudos cuando se exponen a un sustrato húmedo (Jana et al., 2020).

**Hojas:** Suelen ser simples y lanceoladas, aunque no es raro encontrar hojas de 3 a 7 folíolos (Figura 3). Su tamaño suele oscilar entre los 10 y los 12 cm, pero pueden alcanzar los 30cm (Jana et al., 2020).

**Flores:** Sus flores son hermafroditas y se presentan en racimos, generalmente solitarias, aunque a veces son compuestas y tienen corola pentagonal, generalmente de 5 a 20 flores por racimo. Los pétalos son blancos con vetas moradas, aunque algunas variedades tienen flores completamente blancas, mientras que en otras se encuentran cubiertas totalmente.

**Fruto:** Los pepinos dulces son bayas carnosas de doble corazón de acuerdo al eco tipo, encontrándose tipos redondeados, ovoides y alargados. Tienen semillas, aunque existen variedades partenocarpías en mayor o menor grado. Suelen ser de color amarillo dorado y con vetas moradas, pero el color varía según la variedad y las condiciones ambientales, especialmente a la luz ya la temperatura. En algunos casos las vetas cubren todo el fruto, mientras que en otros no hay vetas (Figura 5). Al madurar la fruta el color de la pulpa varía según la variedad y las condiciones ambientales, desde colores amarillo dorado hasta casi blanquecino (Torrent, 2014).

#### **Figura 5.**

*Planta y fruto de pepino dulce.*



### 2.3.1.2. Propiedades nutricionales del pepino dulce

Algunas propiedades que le caracterizan al pepino dulce son el contenido de sólidos solubles y el ácido ascórbico. Es alto en contenido de agua, potasio, y bajo en calorías.

Es importante señalar que su contenido en vitamina C, es superior a la mayoría de los frutos, incluso al de los cítricos, lo cual depende del genotipo, método de cultivo y condiciones ambientales, como se describe en la Tabla 4 (Torrent Silla, 2014).

**Tabla 4.**

*Propiedades del pepino dulce*

<b>Componente</b>	<b>100g</b>	<b>Componente</b>	<b>100g</b>
Calorías	26,00	P (mg)	10.00
Agua (g)	92,30	Fe (mg)	0.30
Proteínas (g)	0,30	Vitamina A (mg)	3.17
Carbohidratos (g)	7,00	Vitamina B1 (mg)	0.04
Fibra (g)	0,50	Vitamina B2 (mg)	0.05
Cenizas (g)	0,40	Niacina (mg)	0.58
Ca (mg)	30,00	Vitamina C (mg)	29.70

Torrent Silla, 2014.

### 2.3.2. Yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Chuquizuta, Góngora (2014), afirma que el yacón, con nombre científico *Smallanthus sonchifolius*, es una planta originaria de la región andina que fue domesticada, cultivada y consumida por los antiguos peruanos antes de la época inca.

Jiménez, (2017), como lo citan Hudasara y Viana (2015), sugiere que la palabra yacón se deriva del quechua, que significa Yakku “insípido” y Unu “agua”. Tiene diferentes nombres dependiendo del país o región. En Brasil se le conoce como papa de dieta, en Perú y Ecuador se le llama ajicama y en Estados Unidos se le llama yacon fresa.

#### 2.3.2.1. Taxonomía

La taxonomía del pepino dulce se describe en la Tabla 5.

**Tabla 5.**

*Taxonomía del pepino dulce (Solanum muricatum)*

---

Reino	Vegetal
Subreino	Embriobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Mangoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Asteroideae
Tribu	Heliantheae
Género	Smallanthus
Especie	Sonchifolius
Nombre Científico	<i>Smallanthus sonchifolius</i>

---

Muñoz, 2014.



El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se cultiva como un cultivo herbáceo perenne, pero también como un vegetal anual. Las raíces tuberosas emergen irregularmente de tallos ramificados formados por rizomas cortos y gruesos (Figura 6). El incremento de carbohidratos es causado por la proliferación de tejido parenquimatoso en la corteza de la raíz (Hermann y Heller 1997). Los tubérculos de raíz tienen un sabor dulce como el de las manzanas y las peras, éstos se utilizan principalmente para el consumo de alimentos frescos (Manrique, et al., 2005).

**Figura 6.**

*Planta de Yacón y frutos de yacon*



Jianjun Chen, UF/IFAS.

Las plantas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) crecen de manera óptima entre 17,5 °C y 26,5 °C (Silva, et al., 2018), y pueden soportar temperaturas tan altas como 40,5 °C y tan bajas como 0°C. La cosecha toma alrededor de 180 días desde la siembra hasta la madurez comercial (Fernández et al., 2006). La planta puede desarrollar en tamaño hasta 2,0 metros de altura (Wagner et al., 2019), y tiene tricomas en el tallo y las hojas (Lachman et al., 2007).

El yacón es cultivado desde Venezuela hasta el norte de Argentina, a una altitud de 3300 metros sobre el nivel del mar (msnm). En los últimos años se ha reportado que Venezuela y Colombia ya no están produciendo, por lo que el área sembrada se reducirá a Ecuador, Perú, Bolivia, y a otros países al norte de Argentina (Tapia y Fries, 2007).

La mayor parte del peso de yacón es agua y carbohidratos, con muy poca grasa y proteínas (Tabla 6). Lo más importante de este alimento son sus carbohidratos, los fructooligosacáridos (FOS). Los fructooligosacáridos son compuestos funcionales del grupo de los prebióticos que tienen un sabor dulce pero no son digeridos ni absorbidos por el organismo, por lo que son aptos para su uso en personas con diabetes o enfermedades relacionadas (Tapia y Fries, 2007).

**Tabla 6.**

*Composición química promedio del yacón en 100 g de alimento fresco*

<b>Composición Química</b>	<b>Yacon</b>
Energía (Kcal)	54,00
Humedad (%)	86,60
Proteína (%)	0,30
Grasa (%)	0,30
Carbohidratos (%)	12,30
Fibra (%)	0,0003

Tapia y Fries, 2007.

La raíz de yacón contiene entre el 83% a 90% de agua, y contiene un 90% de carbohidratos de los cuales un 50% a 70% son fructooligosacáridos (FOS), y los carbohidratos restantes están compuestos por sacarosa, fructosa y glucosa. Sin embargo, esta composición química depende del cultivo, de la variedad, época de siembra, recolección y cosecha, así como también el tiempo y temperatura en pos cosecha, etc. (Seminario, et al., 2003).

### **2.3.2.2. Carbohidratos aceptados como prebióticos**

Los prebióticos de mayor aplicación son la inulina, los fructooligosacáridos (FOS), galactooligosacáridos (GOS) y la lactulosa, los mismos que se detallan a continuación (Tabla 7).

**Tabla 7.**

*Clasificación de prebióticos según su grado de polimerización.*

Prebiótico	Grado de polimerización	Nombre Comercial	Producción	
			Tm/año	Enzima utilizada
Inulina (Fru) <sub>n</sub> -Glc	n= 2-60	Raftiline	> 20000	Extracción directa
FOS				
Oligofructosa (Fru) <sub>n</sub> -Glc	n= 2-9	Raftilosa	12000	Fructosiltransferasa Inulinasa
GOS (Gal) <sub>n</sub> -Glc				
Lactulosa Gal-Glc	n= 2-5	Oligomate 50	15000	β Galactosidasas
Glc				
		MLS-50	20000	catalizador básico

Roberfroid, 2007.

### 2.3.2.3. Fructooligosacáridos (FOS)

Fernández et al., (2013) determinaron que los fructooligosacáridos (FOS) son componentes importantes de la raíz tuberosa del yacón (*Smallantus Sonchifolius*), también conocidos con el nombre de oligofructanos u oligofructosa. Pertenecen a la clase de azúcares de los fructanos, su estructura es un esqueleto de unidades de fructosa unidas entre sí por enlaces glucosídicos β (2-1) y β (2-6), tienen efectos nutricionales y prebióticos beneficiosos para la salud.

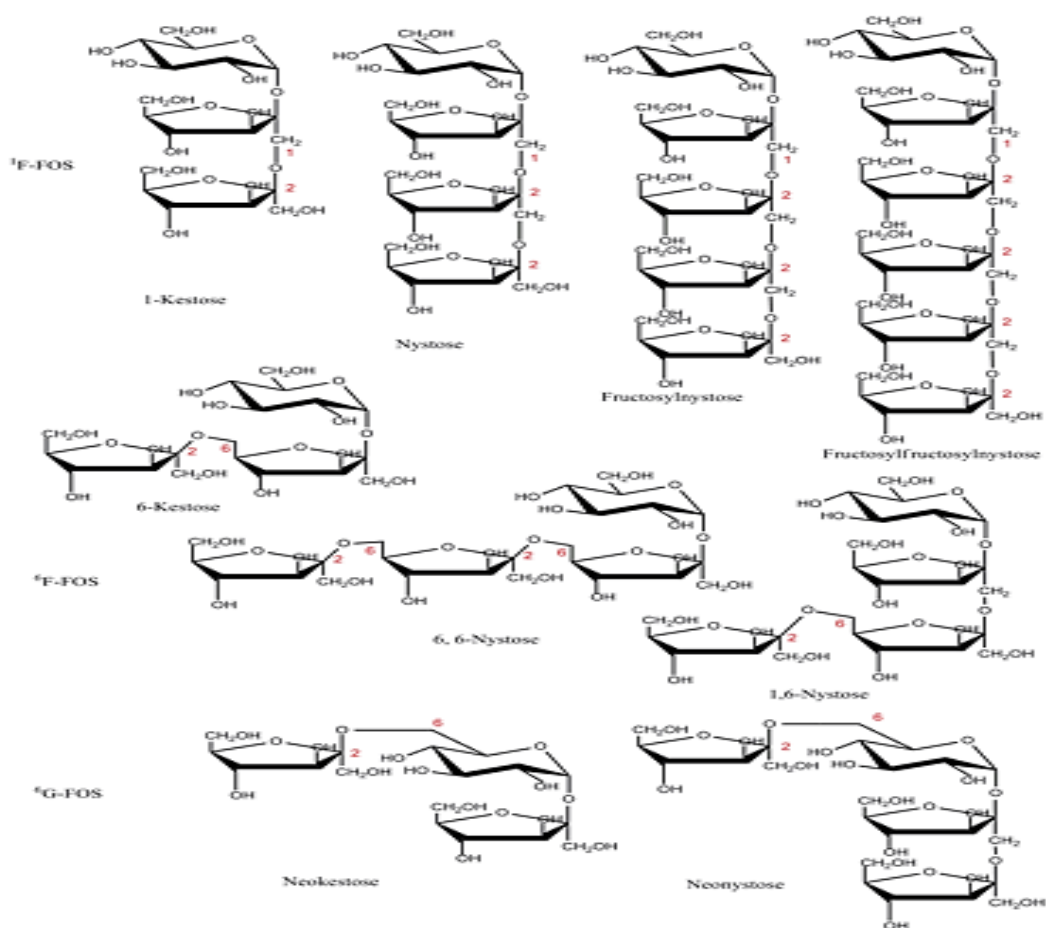
Los FOS no aumentan los niveles de azúcar en la sangre, por lo que pueden utilizarse como sustitutos en la dieta diaria de los diabéticos. Los fructanos más importantes en la industria agroalimentaria son los oligosacáridos y la inulina, ambos son mezclas de fructanos de varios tamaños sin una composición clara, es importante señalar que la diferencia entre los oligosacáridos y la inulina radica en el número de moléculas de fructosa contenidas en estas cadenas. En la inulina este número varía de 2 a 60, en tanto que las cadenas de FOS son más pequeñas y varían por lo general de 2 a 9 (Tabla 7).

A pesar de las diferencias, los fructooligosacáridos y la inulina tienen casi el mismo efecto fisiológico en quienes lo consumen, por que aportan solo una cuarta parte de las calorías de los carbohidratos ordinarios, son considerados

fibra dietética y se utilizan como materia prima para la producción de alimentos funcionales. Los FOS son bien solubles en agua, son muy estables a bajas temperaturas, son estables en el rango de pH de 4,0 a 7,0 (Mussatto & Mancilha, 2007) son ligeramente dulces (30% a 50% del poder edulcorante de la sacarosa), que puede utilizarse como sustituto de bajo en calorías del azúcar común (Torres, 2004; Chávez, 2007). El yacon carece de inulina, pero posee fructooligosacáridos (Manrique et al., 2004).

**Figura 7.**

*Clasificación de fructooligosacáridos (FOS) según el número de unidades monoméricas.*



Molinari, M. L. 2011.

#### 2.3.2.4. Propiedades funcionales

Zambrano (2014), enfatizó que los fructooligosacáridos (FOS) son compuestos no digeribles, de bajo valor calórico (4-10 KJ/g), a los que se atribuye la

capacidad de reducir los niveles de glucosa en la sangre. Según Seminario, Valderrama y Manrique (2003), parece ser que los fructooligosacáridos son agentes restauradores de la microflora intestinal, ya que un grupo de bacterias putrefactivas (bacteroides, fusobacterium, clostridium, etc.) habitan en el colon, promoviendo el crecimiento intestinal de hongos, levaduras y otras bacterias patógenas (*Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, etc.), responsables directas de la producción de toxinas y compuestos cancerígenos; mientras que el consumo de FOS previene la propagación de las bacterias putrefactivas y nocivas, porque los FOS llegan a la microflora intestinal, donde interactúan con *Bifidobacterium* y *Lactobacilos*, formando ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta (butirato, propionato y acetato) como consecuencia de su degradación por las bacterias beneficiosas, lo que bajan el pH en el colon, y ayuda a evitar la propagación de bacterias patógenas (Roberfroid, 2007). Además los FOS promueven el crecimiento de bacterias beneficiosas, las cuales compiten con las bacterias patógenas, por sitios activos en el intestino grueso, evitando así su colonización (Coussement, 1999).

#### **2.3.2.5. Capacidad antioxidante**

Los antioxidantes son compuestos que previenen o neutralizan el daño causado por la oxidación fisiológica normal. La determinación de la capacidad antioxidante de los alimentos es importante para predecir su potencial antioxidante in vitro de los mismos antes del consumo; también permite determinar u obtener la protección contra la oxidación y el deterioro de los productos alimenticios, lo que reducirá la calidad y valor nutricional (Sánchez-Moreno, 2002).

##### **2.3.2.5.1. Métodos de evaluación de la capacidad antioxidante**

Existen diversos métodos para determinar la capacidad antioxidante. Entre ellos se pueden mencionar el uso del 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), ácido 2,2, azinobis (3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS), la reacción con el óxido nitroso, dicloridrato de N, N-Dimetilp-fenilendiamina (DMPD), generación de radicales peróxilo, superóxido e hidroxilo, y otros. El método utilizado en la presente investigación es el DPPH.

El poder antioxidante del extracto de un fruto se puede expresar en la función del porcentaje de DPPH, la reducción del reactivo es midiendo la disminución de la absorbancia, para evitar esta situación se considera la capacidad antioxidante de una muestra expresada en CI50 (concentración mínima necesaria para inhibir al 50% el DPPH). Mientras menor sea el valor de IC50 mayor va a ser la capacidad antioxidante (Kuskoski et al., 2005).

#### **2.4. Bebida de frutas**

En la actualidad los consumidores buscan nuevas tendencias en bebidas que ayuden a mejorar su estado de salud (Derkyi et al., 2018).

Los antioxidantes son sustancias que se encargan de los radicales libres dentro del cuerpo. Los radicales libres son moléculas dañinas que pueden provocar infecciones, cáncer, etc. Durante el procesamiento de alimentos, el contenido de nutrientes cambia de diferentes maneras. Las vitaminas son sensibles a la temperatura, el tiempo, el oxígeno, la luz, el pH, etcétera. Los metales como el hierro o el cobre pueden actuar como catalizadores si se utilizan durante la preparación de alimentos. La más sensible de todas es la vitamina C; se destruye fácilmente durante el procesamiento y almacenamiento. Aparte de las condiciones mencionadas anteriormente, las vitaminas C también son inestables cuando se trata de enzimas y concentración de sal o azúcar. Sin embargo, es estable en condiciones ácidas, lo que, por ejemplo, la vitamina A no lo es. Cuando las frutas y verduras se procesan o, por ejemplo, se pelan, también se pueden perder minerales (Derkyi et al., 2018).

## **2.5. Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial es una técnica de medición que tiene la capacidad de apreciar los sentidos para reaccionar ante los estímulos fisicoquímicos que nos van a presentar los alimentos, permitiendo medir, analizar e interpretar las reacciones del ser humano al percibir sus características. Estos estímulos son comparados en el cerebro con estímulos almacenados durante experiencias previas, y luego son transformados posteriormente en conceptos que permiten al ser humano evaluar y emitir un juicio acerca de la calidad sensorial de un producto (Medina, 2013).

### **2.5.1. Propiedades sensoriales**

El análisis sensorial permite evaluar las propiedades físicas de las materias primas y productos terminados, éste análisis se lo realiza por medio de los órganos de los sentidos con la ayuda de jueces quienes utilizan encuestas para medir los atributos de: color, olor, sabor y aroma, con el fin de categorizar los productos terminados que van a ser comercializados (Moreno et al, 2004)

## **2.6. Marco Legal**

### **2.6.1. Constitución de la República del Ecuador**

El presente trabajo se encuentra enmarcado dentro de la Constitución de la República del Ecuador (Registro Oficial 449 del 20 de octubre del 2008), la misma que establece el derecho a la alimentación y seguridad alimentaria.

**Art. 13.-** *Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.*

**Art. 32.-** *La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustenta el buen vivir.*

**Art. 281.-** *La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente.*

### **2.6.2. Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria**

Es importante señalar que la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, mediante el cumplimiento garantiza la producción agroalimentaria con productos sanos, saludables y nutritivos.

**Art. 1.- Finalidad.-** *Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente. El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental.*

### **2.6.3. Ley orgánica de salud**



Durante la elaboración de este producto se respaldará en la Ley Orgánica de Salud, publicada en el Registro Oficial Suplemento Nro. 423 de 22-dic.-2006, Última modificación: 23-oct.-2018, con el propósito de garantizar alimentos procesados variados, sanos e inocuos con la finalidad de proteger la salud de la población.

**Art. 137.-** *Están sujetos a la obtención de notificación sanitaria previamente a su comercialización, los alimentos procesados, aditivos alimentarios, cosméticos, productos higiénicos, productos nutracéuticos, productos homeopáticos, plaguicidas para uso doméstico e industrial, y otros productos de uso y consumo humano definidos por la Autoridad Sanitaria Nacional, fabricados en el territorio nacional o en el exterior, para su importación, comercialización y expendio.*

#### **2.6.4. Reglamento de etiquetado de alimentos procesados para consumo humano**

Con la finalidad de regular y controlar el etiquetado de los alimentos procesados para el consumo humano, es dar a la población una información oportuna, clara, precisa y no engañosa sobre el contenido y características del alimento.

**Art. 4.-** *El idioma de la información del etiquetado de los alimentos procesados para el consumo humano estará conforme a lo establecido en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022 de Rotulado de Alimento procesados Alimenticios, Procesados, Envasados y Empaquetados y podrá además utilizarse lenguas locales predominantes, en términos claros y fácilmente comprensibles para el consumidor al que van dirigidos.*

**Art. 5.-** *El etiquetado de los alimentos procesados para el consumo humano, se ajustará a su verdadera naturaleza, composición, calidad, origen y cantidad del alimento envasado, de modo tal que se evite toda concepción errónea de sus cualidades o beneficios y estará fundamentada en las características o especificaciones del alimento, aprobadas en su Registro Sanitario.*

### 2.6.5. Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE-INEN 2337:2008)

Los jugos procesados deben cumplir con los requisitos establecidos en la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2337:2008. Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos (Tabla 8 y 9).

**Tabla 8.**

*Requisitos fisicoquímicos para bebidas de fruta.*

Requisitos	Parámetros	Método de ensayo
pH	< 4,5	NTE INEN 389
° Brix	< 50%	NTE INEN 2337

INEN, 2008.

**Tabla 9.**

*Requisitos microbiológicos.*

Requisitos	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes /cm <sup>3</sup>	3	<3	--	0	NTE INEN 1529 - 6
Recuento de Mohos y levaduras UFC/cm <sup>3</sup>	3	<10	10	1	NTE INEN 1529 - 10

INEN, 2013

Donde:

NMP = número más probable

UP = unidades propagadoras

n = número de unidades

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

c = número de unidades permitidas entre m y M

### 2.6.6. Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados

La **NORMATIVA TÉCNICA SANITARIA SUSTITUTIVA PARA ALIMENTOS PROCESADOS, PLANTAS PROCESADORAS, ESTABLECIMIENTOS DE DISTRIBUCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y TRANSPORTE DE ALIMENTOS**

PROCESADOS Y DE ALIMENTACIÓN COLECTIVA, RESOLUCIÓN ARCSA-DE-2022-016-AKRG, Registro Oficial Suplemento 234-4S, de 20-01-2023.

Anexo 1, numeral 8. Operaciones de Producción, VIII.- *Control de Procesos.* - *El proceso de fabricación debe estar descrito claramente en un documento donde se precisen todos los pasos a seguir de manera secuencial (llenado, envasado, etiquetado, empaque, otros), indicando además controles a efectuarse durante las operaciones y los límites establecidos en cada caso.*

## CAPÍTULO III

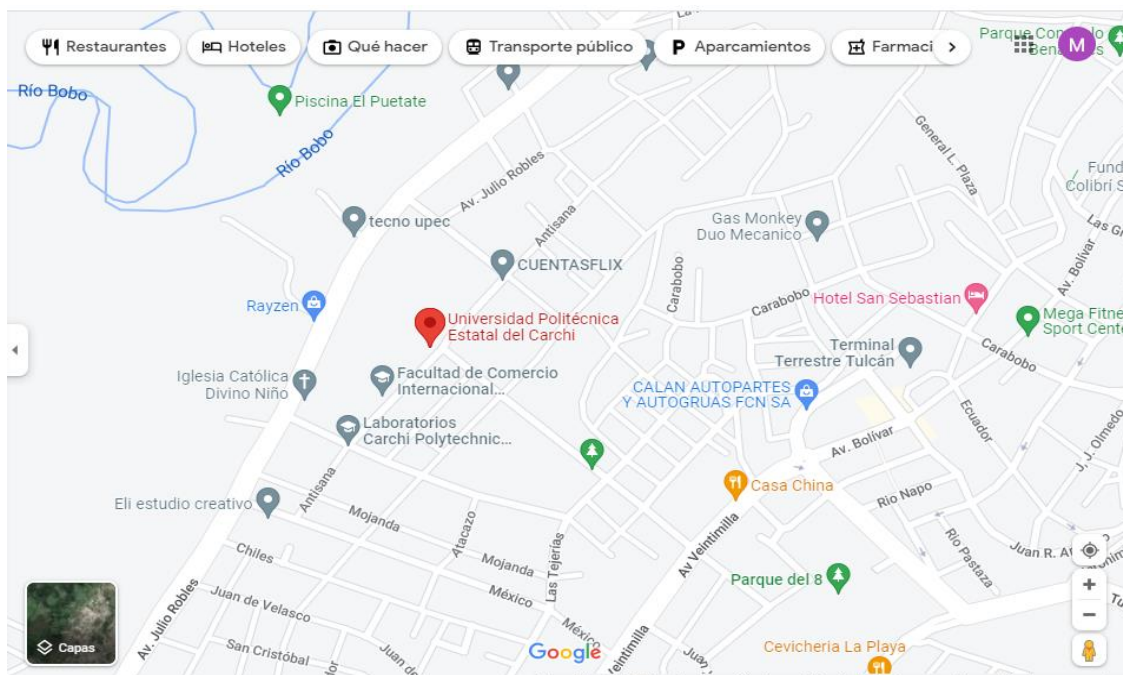
### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Descripción del área de estudio/Grupo de estudio

El presente trabajo de investigación se ha realizado en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, en la provincia del Carchi, Cantón Tulcán, parroquia Tulcán (Antisana S/N interacción Sangay), altitud: 2900 m.s.n.m.( Figura 8), en los Laboratorios de Análisis e Investigación en Alimentos – LSAIA del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina (Nutrición y Calidad de Alimentos) y en el Laboratorio de Microbiología (Facultad de Ciencias Químicas) de la Universidad Central del Ecuador.

#### Figura 8.

*Ubicación del trabajo de investigación obtenida de google maps (2023).*



El pepino dulce y el yacón se adquirieron en el Mercado Amazonas de la Ciudad de Ibarra.

## **3.2. Enfoque y tipo de investigación**

### **3.2.1. Enfoque**

El enfoque del presente estudio es cuantitativo, puesto que se han obtenido resultados numéricos sobre la calidad sensorial; y características microbiológicas, fisicoquímicos, capacidad antioxidante de la bebida elaborada con el mejor tratamiento a nivel sensorial, partiendo de diversas combinaciones de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

Se preparó una bebida de pepino dulce y yacon que cumpla con las Normativas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 380, NTE INEN 389, NTE INEN 380, NTE INEN 1 529-6, NTE INEN 1 529-10, y así garantizar la salud del consumidor.

### **3.2.2. Tipo de Investigación**

#### **3.2.2.1. Investigación Experimental**

La investigación es de tipo experimental, teniendo en cuenta lo descrito por Arquero et al., 2009: un experimento es una situación simulada en la que se modifican voluntariamente variables independientes para comprobar cómo afectan a una o a algunas variables dependientes.

La investigación experimental, parte de la combinación de diferentes concentraciones de pepino dulce y yacón para la obtención de la bebida, se continuó con el análisis sensorial, con los análisis fisicoquímicos, con la determinación de la capacidad antioxidante y la calidad microbiológica del mejor tratamiento.

#### **3.2.2.2. Diseño Experimental**

Se aplicó un diseño experimental de tipo A x B, con dos réplicas, planteado en base a un ensayo preliminar.

El modelo matemático del diseño A x B es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + Ai + Bj + (AB)ij + R_k + E_{ijk}$$

Donde:

*i* = observaciones del factor A

*j* = observaciones del factor B

*k* = interacción

*E* = error aleatorio

### **3.3. Definición y operacionalización de variables**

Las dos variables independientes de este estudio fueron cantidad de pulpa de pepino y cantidad de pulpa de yacón, cada una con niveles diferentes (porcentajes de utilización).

#### **3.3.1 Definición de variables**

##### **3.3.1.1. Variables independientes**

Factor A: Cantidad de pulpa de pepino.

a1: 30%

a2: 40%

Factor B: Cantidad de pulpa de yacon.

b1: 20%

b2: 30%

b3: 40%

Se utilizó pectina como estabilizante, ácido cítrico para evitar el pardeamiento enzimático, sorbato de potasio como conservante y vainilla natural como saborizante. El porcentaje restante de 100 fue completado con agua purificada. La formulación aplicada en cada tratamiento se detalla en la Tabla 10.

#### **Tabla 10.**

*Tratamientos aplicados para elaborar la bebida de pepino dulce y yacón.*

Tratamiento	Código	Descripción	Componentes adicionales	Total
1	a1b1	Pulpa de pepino dulce (30%), pulpa de yacón (20%)	Pectina (1,5%), ácido cítrico (0,2%), saborizante (0,01%), sorbato de potasio (0,03%), agua (48.26%)	100%
2	a1b2	Pulpa de pepino dulce (30%), pulpa de yacón (30%)	Pectina (1,5%), ácido cítrico (0,2%), saborizante (0,01%), sorbato de potasio (0,03%), agua (38.26%)	100%
3	a1b3	Pulpa de pepino dulce (30%), pulpa de yacón (40%)	Pectina (1,5%), ácido cítrico (0,2%), saborizante (0,01%), sorbato de potasio (0,03%), agua (28.26%)	100%
4	a2b1	Pulpa de pepino dulce (40%), pulpa de yacón (20%)	Pectina (1,5%), ácido cítrico (0,2%), saborizante (0,01%), sorbato de potasio (0,03%), agua (38.26%)	100%
5	a2b2	Pulpa de pepino dulce (40%), pulpa de yacón (30%)	Pectina (1,5%), ácido cítrico (0,2%), saborizante (0,01%), sorbato de potasio (0,03%), agua (28.26%)	100%
6	a2b3	Pulpa de pepino dulce (40%), pulpa de yacón (40%)	Pectina (1,5%), ácido cítrico (0,2%), saborizante (0,01%), sorbato de potasio (0,03%), agua (18.26%)	100%

### 3.3.1.2. Variables dependientes

Calidad sensorial

pH

°Brix

A la bebida elaborada con el mejor tratamiento según la evaluación sensorial, se aplicaron análisis microbiológicos (coliformes totales, mohos y levaduras) y de capacidad antioxidante (por el método DPPH), al inicio y al final de 20 días de almacenamiento en refrigeración (4 °C).

### **3.4. Procedimiento**

#### **a. Elaboración de la bebida**

Se siguió el procedimiento descrito en la Figura 9.

Los controles y análisis se registraron según la ficha de datos del Anexo 1.

#### **Recepción de la Materia prima**

Durante la recepción de la materia prima (pepino dulce y yacón), se verificó que se encuentren en excelentes condiciones de calidad observando sus colores característicos de maduración comercial.

#### **Pesado**

Se pesó la materia prima (pepino dulce y yacón), con el fin de distribuir las porciones con diferentes pesos dependiendo del tratamiento al cual será sometida.

#### **Lavado**

El pepino dulce y el yacón se sometieron a un lavado para eliminar las impurezas presentes en la corteza.

#### **Pelado**

En esta operación, la eliminación de la corteza del pepino dulce y del yacón se realizó de forma manual con la ayuda de un pelador doméstico. Con forme se pelan las materias primas, éstas se sumergieron rápidamente en agua con ácido cítrico para evitar la oxidación de acuerdo con la cantidad correspondiente a cada tratamiento (Tabla 10).

#### **Cortado**

Las materias primas se trocearon en cubos de aproximadamente 2 cm, con la finalidad de facilitar el triturado.

#### **Inmersión**



Una vez peladas y troceadas las materias primas, se sumergieron rápidamente en agua con ácido cítrico para evitar la oxidación de acuerdo con la cantidad correspondiente a cada tratamiento (Tabla 10)

### **Triturado**

Para la trituración de las materias primas se utilizó una licuadora doméstica, esta contiene cuchillas en forma de hélice que permite triturar los alimentos. La pulpa fue refrigerada a 4°C.

### **Mezcla**

Se mezcló la pulpa con la pectina, el sorbato de potasio y el saborizante en las cantidades respectivas según cada tratamiento.

### **Pasteurización**

Con el objetivo de eliminar la carga microbiana el producto fue llevado a un proceso de pasteurización a una temperatura de 63°C por un tiempo de 30 minutos.

### **Análisis**

Se midió el pH y el °Brix de la bebida elaborada. La bebida se almacenó en refrigeración para su análisis sensorial.

### **Envasado**

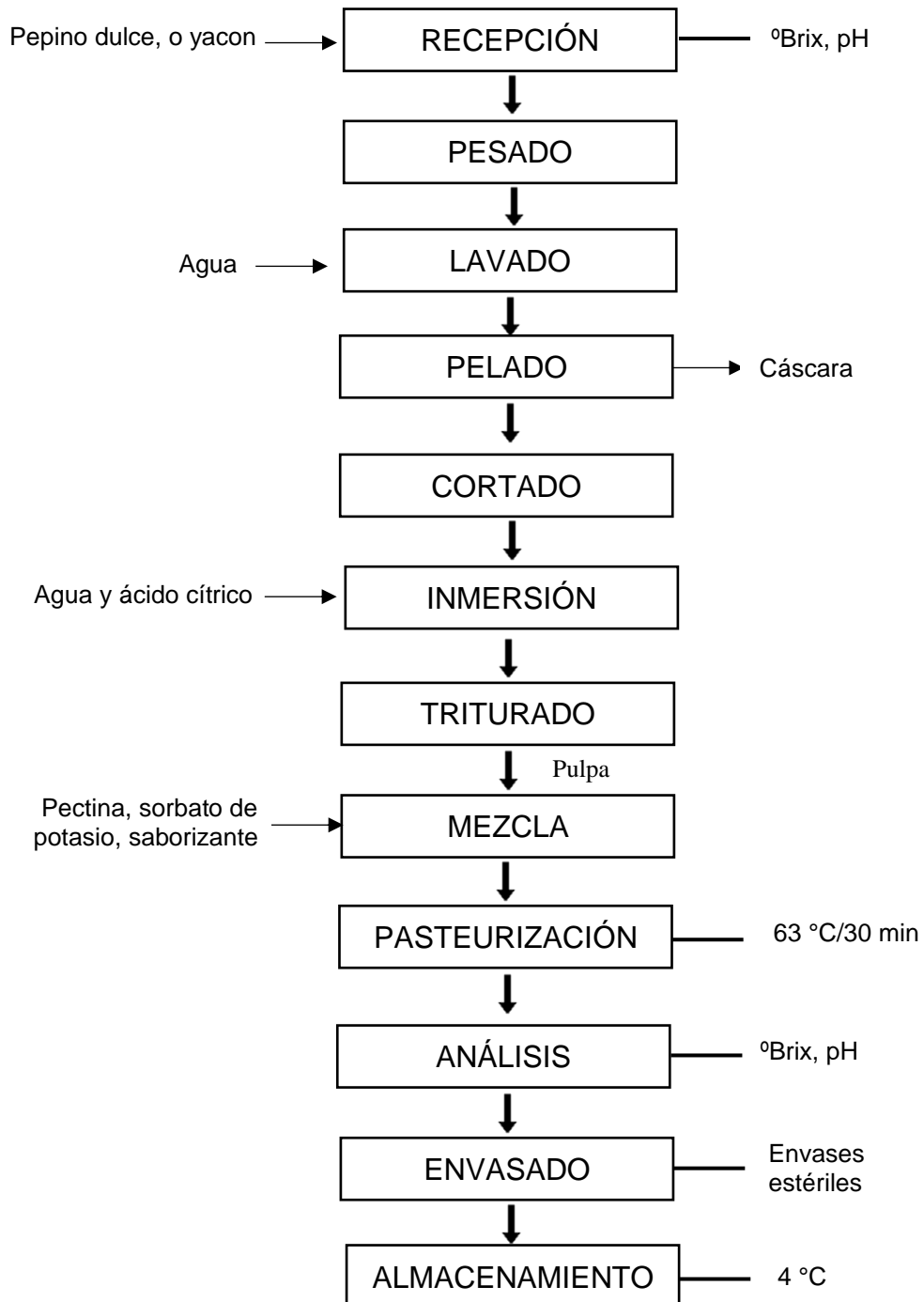
La bebida se envasó en recipientes estériles de vidrio, con la tapa twist off sobrepuesta para desfogar el aire del espacio de cabeza y lograr un vacío que ayudara a la conservación. (Anexos 6,7 y 8)

### **Almacenamiento**

La mejor bebida elaborada según los atributos sensoriales fue mantenida en refrigeración a 4 °C para su análisis de pH, sólidos solubles (°Brix), recuento microbiológico y análisis de la capacidad antioxidante empleando 2,2-difenil -1-picrilhidrazilo (DPPH).

**Figura 9.**

*Proceso aplicado para la elaboración de la bebida de pepino dulce y yacon.*



## b. Análisis fisicoquímico

### pH

El pH de la bebida o néctar de fruta fue determinado según el método señalado en la NTE INEN 389, empleando un potenciómetro de electrodo, con aproximación a decimales, calibrado con buffers comerciales de pH 4 (Figura 10).

**Figura 10.**  
*Medición del pH*



### Sólidos solubles (°Brix)

Los sólidos solubles se midieron según el método citado en la NTE INEN 380, con ayuda de un refractómetro. Para ello, se colocó una gota en el visor y se procedió a la lectura (Figura 11).

**Figura 11.**  
*Medida de sólidos solubles.*



Los resultados de pH y sólidos solubles (°Brix) fueron comparados con los estándares citados en la Norma INEN 2 337:2008 Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, Requisitos (Anexo 2).

### c. Análisis sensorial

Se utilizó un panel de 24 jueces semientrenados, durante 2 días consecutivos con el fin de determinar la aceptabilidad de la bebida, en base al análisis de los atributos: color, aroma, sabor, dulzor, consistencia y aceptabilidad general de la bebida elaborada con los 6 tratamientos (Figura 12) y usando una prueba hedónica de 5 puntos (Anexo 2)

Se planificó la sesión de cata por un rango de tiempo de 10 a 15 minutos por prueba, utilizando vasos con muestras en un volumen de 20 mL, a una temperatura ambiente (18 a 22°C); además se preguntó a los jueces si alguno de ellos había consumido licor, o había fumado 1 hora antes de la prueba; así como también, si había consumido alimentos como café, chicle, etc. Antes de la prueba, se preguntó si presentaban alguna enfermedad, como diabetes, y si tenían alguna preferencia por el pepino dulce o el yacón.

Se informó que el orden de evaluación será de izquierda a derecha, con el fin de reducir al mínimo los errores en los resultados finales. Se utilizó como agente de enjuague el agua, con el fin de eliminar el sabor residual que queda entre degustación y degustación.

Los jueces marcaron la valoración descrita en la escala hedónica de 1 a 5 puntos, que se detallan en el Anexo 4.

#### **Figura 12.**

##### *Análisis Sensorial*



Se seleccionó la bebida de pepino dulce y yacón, con mayor aceptación sensorial utilizando el programa Statgraphics y el método estadístico no paramétrico Kruskal-Wallis, donde se detallan los valores p para los atributos de color, aroma, sabor, dulzor, consistencia y aceptabilidad general.

#### **d. Análisis microbiológico**

##### **Coliformes totales UFC/g**

Se analizaron según el método reportado en la NTE-INEN 1529-6. El método se basa en la determinación de unidades formadoras de colonias por la técnica de dilución en tubos, utilizando el medio líquido selectivo caldo verde brillante bilis-lactosa o similar para el ensayo presuntivo y los tubos que presentan gas son confirmados en agar Eosina azul de metileno (E M B). La temperatura de incubación para el ensayo presuntivo y confirmativo es  $30 \pm 1$  °C, para productos refrigerados y  $35 \pm 1$ °C para productos que se mantienen a temperatura ambiente.

##### **Mohos y levaduras UFC/g**

Se analizaron según el método reportado en la NTE-INEN 1529-10. Se mantuvo el cultivo entre 22 °C y 25 °C, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales. La cantidad de microorganismos contaminantes (coliformes, mohos y levaduras) hallada en la bebida, fue comparada con el límite máximo señalado en la Norma INEN 2 337:2008.

#### **e. Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante (CA) se midió empleando el método DPPH, descrito por Pacheco et al. (2020), que consiste en la adición de 193 µL de 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) 2 mM (Sigma Aldrich, D211400, 95%) diluido en metanol (1:15) a 7 µL de extracto metanólico de muestra de polvo. La mezcla se agitó y se transfirió a placas de multipozos (280 µL c/u). Después de 30 min en la

oscuridad, se midió la absorbancia a 517 nm. La curva de calibración se preparó con Trolox 0,25–2,5 mM (Sigma Aldrich 648471,  $\geq 98\%$ ) en metanol.

### 3.5. Análisis estadístico

Para determinar si al menos dos de los tratamientos aplicados, permitieron desarrollar una bebida con aceptación sensorial diferente estadísticamente, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) (Tabla 11), y para la selección del mejor tratamiento se aplicó la prueba de Krushkal Wallis en el programa Statgraphics Centurión 19, ( $p < 0,05$ ). Todos los análisis se realizaron al menos por duplicado.

#### Tabla 11.

*Grados de libertad del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los resultados del análisis sensorial.*

Fuente de Variación	Grados de libertad
Réplicas (R)	$2-1= 1$
Tratamientos (T)	$6-1= 5$
Factor A	$2-1= 1$
Factor B	$3-1= 2$
Interacción (AB)	$1*2= 2$
Error	$r*T= 12$

## CAPÍTULO IV 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Evaluación sensorial y formulación de una bebida de pepino dulce y yacon.

#### 4.1.1. Atributo color

Una vez realizada la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (Tabla 12), se pudo observar que el efecto de los 6 tratamientos son iguales en el color de la bebida de pepino dulce y yacon ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 12.**

*Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo color por tratamientos*

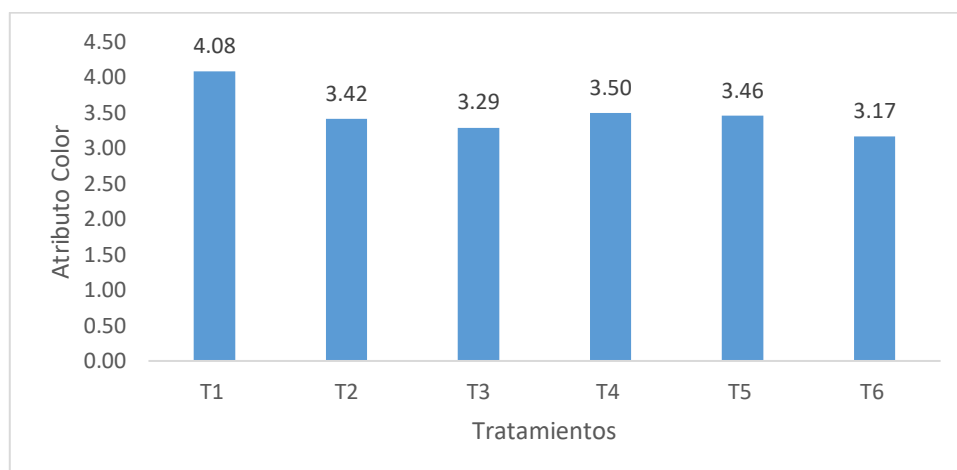
<i>Tratamientos</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
1	24	94,8958
2	24	69,0208
3	24	66,8125
4	24	70,0208
5	24	72,0625
6	24	62,1875

Estadístico = 10,6106 Valor-P = 0,0597

Luego de aplicar la prueba de comparación de medias (Figura 13), la formulación pepino dulce 30% y yacón 20%: tratamiento 1 (T1), presentó la mayor aceptación de los jueces con un puntaje de 4,08 el cual corresponde a algo marrón agradable en la escala hedónica (Anexo 2); mientras que el que menor puntaje lo obtuvo la formulación de pepino dulce 40% y yacón 40%, correspondiente al tratamiento 6 (T6).

**Figura 13.**

*Comparación de medias sobre el atributo color para la bebida de pepino dulce y yacón.*

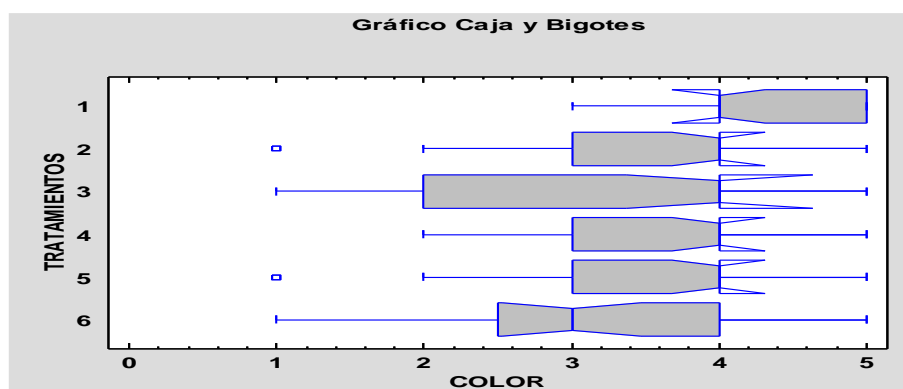


**Nota:** T1: Pepino dulce 30% y yacón 20%; T2: Pepino dulce 30% y yacón 30%; T3: Pepino dulce 30% y yacón 40%; T4: Pepino dulce 40% y yacón 20%; T5: Pepino dulce 40% y yacón 30%; T6: Pepino dulce 40% y yacón 40%.

En base a los resultados obtenidos de la prueba no paramétrica Krushcall-Wallis, los 6 tratamientos presentaron valores inferiores al nivel de significancia de 0.05 ya que el p-valor generado fue de 0,0597 (ver tabla 12) Por lo tanto, los tratamientos no muestran diferencias significativas, en el descriptor de color entre los seis tratamientos.

**Figura 14.**

*Caja de bigotes para comparar el atributo del color en la bebida de pepino dulce y yacón.*





En la figura 14 se demuestra que el tratamiento 1 (a1b1) fue el que tuvo una mayor aceptación en cuanto al atributo color de caracterización sensorial, esto se debe a que la concentración de pepino dulce es del 30%, de yacón el 20% y de agua es el 48.26% (ver tabla 7); el que menor aceptación tubo es el tratamiento 6 (a2b3) con una concentración del 40% pepino dulce y yacón, y un 18.26% de agua, lo que influye directamente en el color, lo cual se debe a que los pigmentos se auto oxidan por factores como la luz y oxígeno atmosférico (Melendez *et.al*, 2004)

#### 4.1.2 Atributo aroma

Una vez aplicada la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 13), no se observó diferencia estadísticamente significativa entre la media de aroma entre los tratamientos, puesto que el valor-P fue mayor o igual que 0,05 ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 13.**

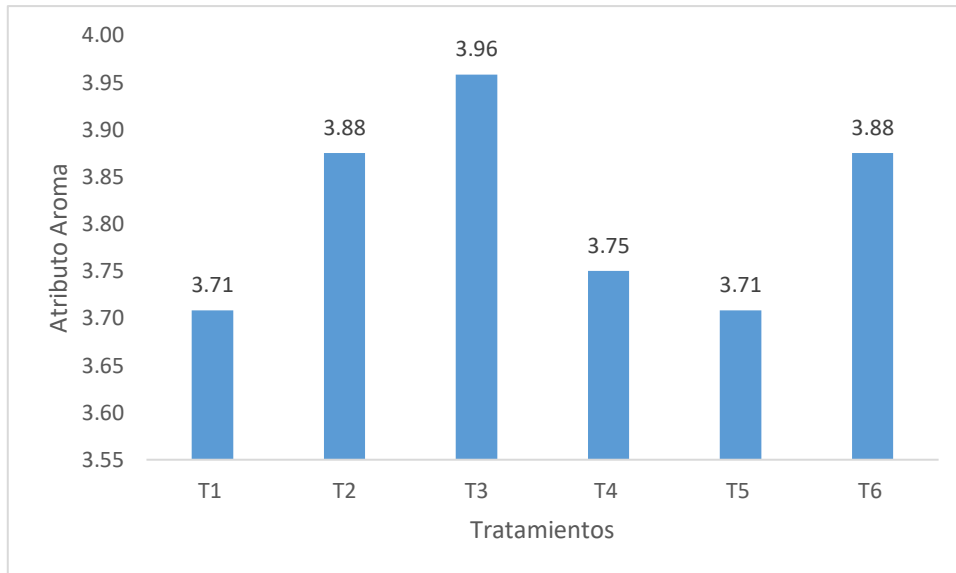
*Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo aroma por tratamientos*

<i>Tratamientos</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
1	24	69,5208
2	24	75,6458
3	24	76,875
4	24	69,5417
5	24	67,3333
6	24	76,0833

La Figura 15 muestra las medias del atributo aroma.

**Figura 15.**

*Comparación de medias sobre el atributo del aroma para la bebida de pepino dulce y yacón.*

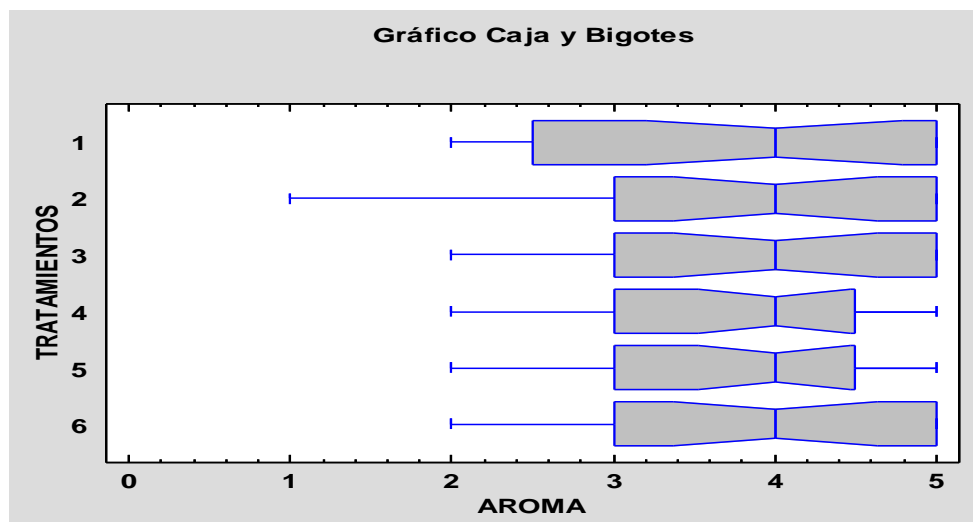


**Nota:** T1: Pepino dulce 30% y yacón 20%; T2: Pepino dulce 30% y yacón 30%; T3: Pepino dulce 30% y yacón 40%; T4: Pepino dulce 40% y yacón 20%; T5: Pepino dulce 40% y yacón 30%; T6: Pepino dulce 40% y yacón 40%.

En la prueba de Kruskal Wallis, el Valor-P 0,935 fue mayor que 0,05, señalando que no existe una diferencia estadísticamente significativa en el aroma de la bebida a un nivel de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ).

**Figura 16.**

*Caja de bigotes para comparar el atributo del aroma en la bebida de pepino dulce y yacón.*



En la figura 16, se pudo observar que los valores generados por los jueces para el atributo aroma de la bebida de pepino dulce y yacón donde se determinó que

el tratamiento 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%), tuvo una mayor aceptación con un puntaje de 3,96 considerando una ponderación de frutal ácido agradable, esto indica que la bebida que la bebida mantiene un aroma a las materias primas de origen. (Camacho, 2002)

#### 4.1.3. Atributo sabor

En la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 14), se observó que entre los tratamientos no existió una diferencia estadísticamente significativa de la media de SABOR, puesto que el valor-P 0,687 fue mayor que 0,05.

**Tabla 14.**

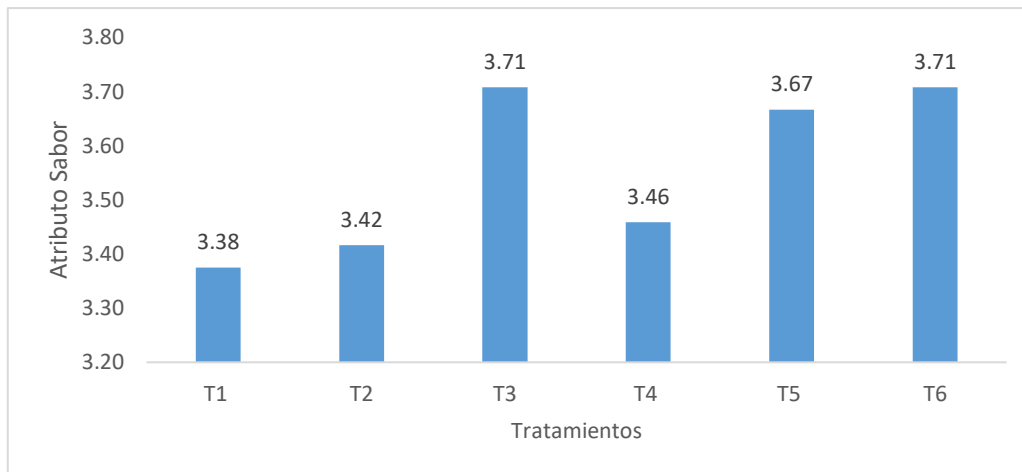
*Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo sabor por tratamientos*

<i>Tratamientos</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
1	24	66,2917
2	24	65,8333
3	24	75,1667
4	24	69,875
5	24	76,5417
6	24	81,2917

Los tratamientos 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%), y 6 (pulpa de pepino dulce 40% y pulpa de yacón 40%), presentaron altos puntajes en sabor (3,67 y 3,71), correspondientes a la característica frutal agradable; y el tratamiento que tuvo menor aceptación en cuanto a sabor tuvo fue el tratamiento 1 (pepino dulce 30% y yacón 20%) (Figura 17).

**Figura 17.**

*Comparación de medias sobre el atributo del sabor para la bebida del pepino dulce y yacón.*

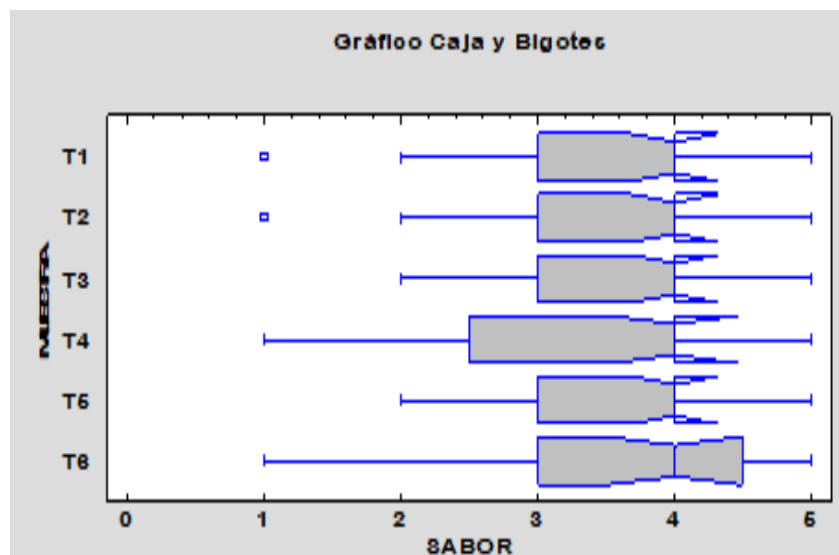


**Nota:** T1: Pepino dulce 30% y yacón 20%; T2: Pepino dulce 30% y yacón 30%; T3: Pepino dulce 30% y yacón 40%; T4: Pepino dulce 40% y yacón 20%; T5: Pepino dulce 40% y yacón 30%; T6: Pepino dulce 40% y yacón 40%.

En la prueba de Kruskal-Wallis para el sabor, puesto que el Valor-P 0,687 fue mayor que 0,05 se dedujo que esta diferencia de sabor entre tratamientos no es estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, los seis tratamientos poseen un sabor agradable similar. El gráfico de caja y bigotes (Figura 18) permite confirmar lo mencionado.

**Figura 18.**

*Caja de bigotes para comparar el atributo del sabor en la bebida de pepino dulce y yacón.*



En la figura 18 se observó los valores de las medianas generados por los jueces para el atributo sabor de la bebida de pepino dulce y yacón donde se observó que los tratamientos 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%) y tratamiento 6 (pulpa de pepino dulce 40% y pulpa de yacón 40%), tuvieron una mayor aceptación con un puntaje de 3,71 considerando una ponderación de frutal agradable; por lo tanto en la bebida se aprecia un sabor característico a los frutos frescos. (NTP-203.110:2009)

#### 4.1.4. Atributo dulzor

En la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 15), muestra que no hubo efecto de los tratamientos sobre la media del atributo dulzor, puesto que el valor-P 0,209 es mayor que 0,05.

**Tabla 15.**

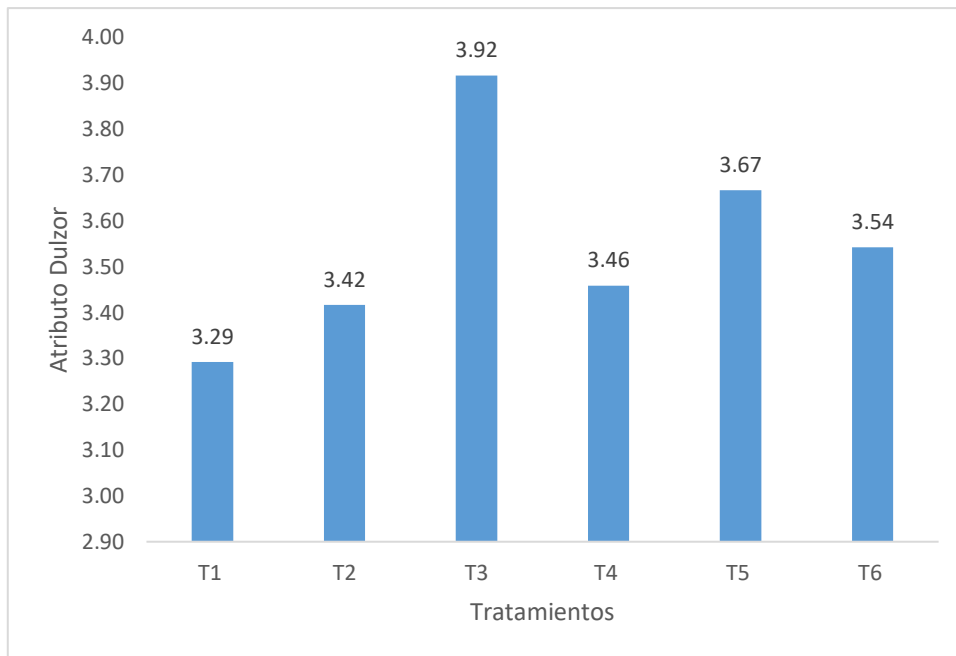
*Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo dulzor por tratamiento*

<i>Tratamientos</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
1	24	60,625
2	24	64,5
3	24	86,9792
4	24	70,2708
5	24	76,25
6	24	76,375

No obstante, según la prueba no paramétrica (Figura 19), el tratamiento 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%) obtuvo un puntaje promedio (3,92) correspondiente a la característica ligeramente agradable, posiblemente relacionada con el mayor porcentaje de yacón. El tratamiento con baja puntuación fue el T1 (pepino dulce 30% y yacón 20%) calificado como: de dulzor imperceptible, quizá debido a la baja concentración de yacón.

**Figura 19.**

*Comparación de medias sobre el atributo del dulzor para la bebida de pepino dulce y yacón.*

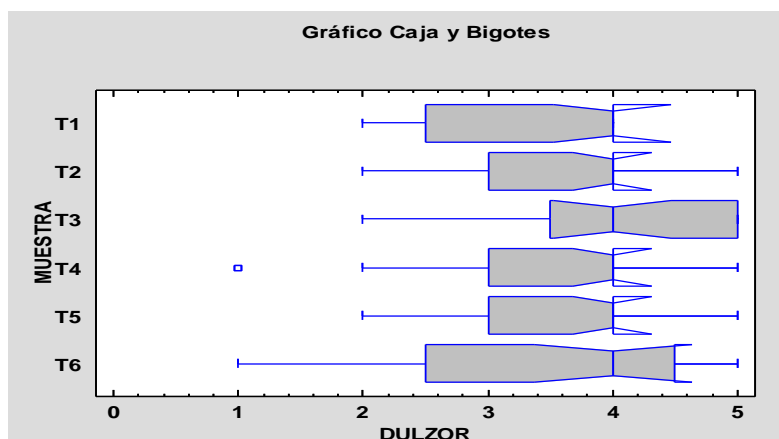


**Nota:** T1: Pepino dulce 30% y yacón 20%; T2: Pepino dulce 30% y yacón 30%; T3: Pepino dulce 30% y yacón 40%; T4: Pepino dulce 40% y yacón 20%; T5: Pepino dulce 40% y yacón 30%; T6: Pepino dulce 40% y yacón 40%.

En la prueba Kruskal-Wallis se obtuvo un Valor-P de 0,209, mayor a 0,05, que señala, que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre el dulzor, a un nivel de confianza del 95%. La Figura 19, también ilustra estos resultados.

### Figura 20.

*Caja de bigotes para comparar el atributo del dulzor en la bebida de pepino dulce y yacón.*



En la figura 20 de caja y bigote se observó los valores de las medianas generados por los jueces para el atributo sabor de la bebida de pepino dulce y yacón donde se observó que los tratamientos 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%) y tratamiento 6 (pulpa de pepino dulce 40% y pulpa de yacón 40%), tuvieron una mayor aceptación con un puntaje de 3,71 considerando una ponderación de frutal agradable; el tratamiento 1 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón de 20%), fue el que menor aceptación obtuvo por parte de los jueces. Por lo tanto, los tratamientos no muestran diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.5. Atributo consistencia

Una vez realizada la prueba Kruskal-Wallis (Tabla 16), mostró que no hubo diferencia entre tratamientos sobre el atributo consistencia de la bebida elaborada, observando un valor-P de 0,239, mayor que 0,05.

**Tabla 16.**

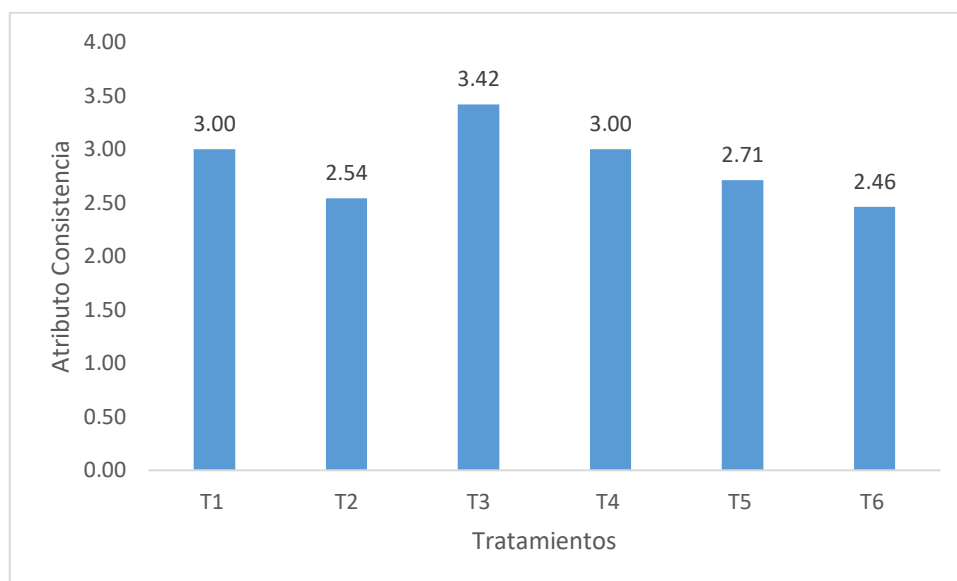
*Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo consistencia por tratamientos*

<i>Tratamientos</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
1	24	77,125
2	24	64,25
3	24	86,9375
4	24	76,5833
5	24	68,125
6	24	61,9792

Según el análisis no paramétrico de la consistencia de la bebida (Figura 21), el tratamiento 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%) obtuvo la mayor aceptación con un puntaje promedio de 3,42 con la característica “separada por fases”, siendo la principal causa de esto, el porcentaje de agua añadida 28,26% a la bebida; el tratamiento que menor valor obtuvo fue el tratamiento 6 (pulpa de pepino dulce 40% y pulpa de yacón 40%) con un puntaje promedio de 2,46.

**Figura 21.**

*Comparación de medias sobre el atributo de la consistencia para la bebida de pepino dulce y yacón.*

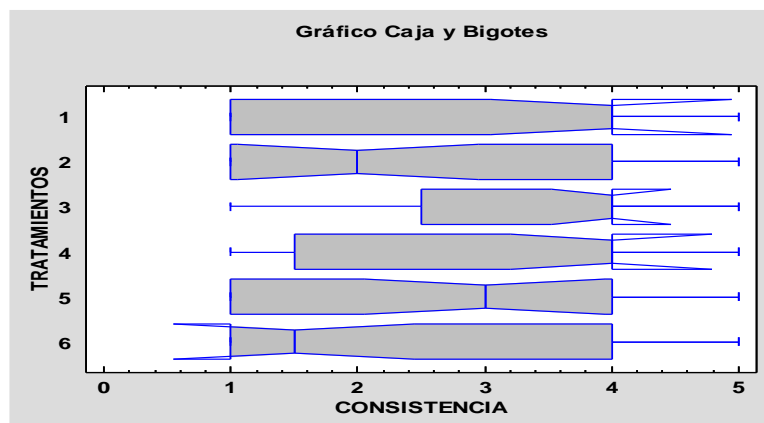


**Nota:** T1: Pepino dulce 30% y yacón 20%; T2: Pepino dulce 30% y yacón 30%; T3: Pepino dulce 30% y yacón 40%; T4: Pepino dulce 40% y yacón 20%; T5: Pepino dulce 40% y yacón 30%; T6: Pepino dulce 40% y yacón 40%.

En la prueba de Kruskal Wallis se obtuvo un Valor-P 0,239, el mismo que es mayor que 0,05, confirmando que no existió diferencia significativa, siendo la consistencia de la bebida elaborada con los 6 tratamientos la misma.

**Figura 22.**

*Caja de bigotes para comparar el atributo de la consistencia en la bebida de pepino dulce y yacón.*





En la figura 22, se observó los valores de las medianas generados por los jueces para el atributo consistencia de la bebida de pepino dulce y yacón donde se observó que el tratamiento 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%) tuvo una mayor aceptación con un puntaje de 3,42 considerando una ponderación de frutal agradable; el tratamiento 1 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón de 20%), fue el que menor aceptación obtuvo por parte de los jueces. Por lo tanto, los tratamientos no muestran diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.6. Aceptabilidad general

Como resultado de la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 17). No se observó influencia de los tratamientos al evaluar aceptabilidad general, ya que el Valor-P de 0,108, fue mayor a 0,05.

**Tabla 17.**

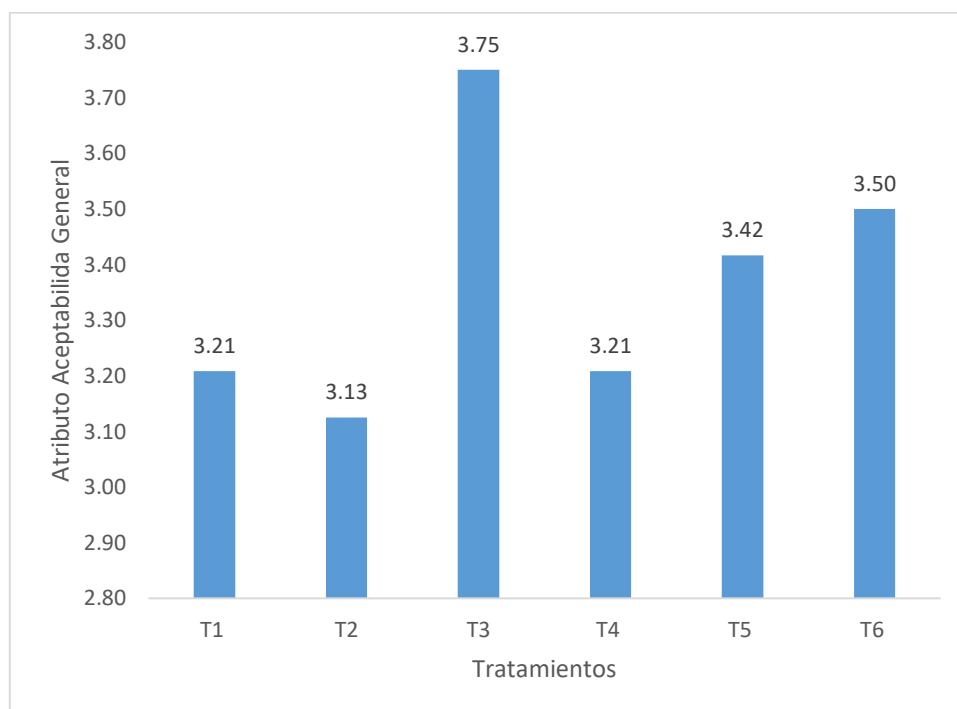
*Prueba de Kruskal-Wallis sobre el atributo aceptabilidad general por tratamientos.*

<i>Tratamientos</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
1	24	64,6458
2	24	59,2708
3	24	89,0625
4	24	68,1667
5	24	74,2708
6	24	79,5833

Al aplicar el análisis no paramétrico a la aceptabilidad general de la bebida elaborada con los 6 tratamientos (Figura 23), se observa que el tratamiento 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%) obtuvo altos valores de aceptación, con un puntaje promedio de 3,75 equivalente a “me gusta”; ponderación debida a los porcentajes óptimos de pulpa de pepino dulce y pulpa de yacón. El tratamiento que mostró el menor valor de aceptabilidad fue el tratamiento 2 (pepino dulce y yacón al 30% respectivamente) con un puntaje promedio de 3,13.

**Figura 23.**

*Comparación de medias sobre el atributo de la aceptabilidad general para la bebida de pepino dulce y yacón.*

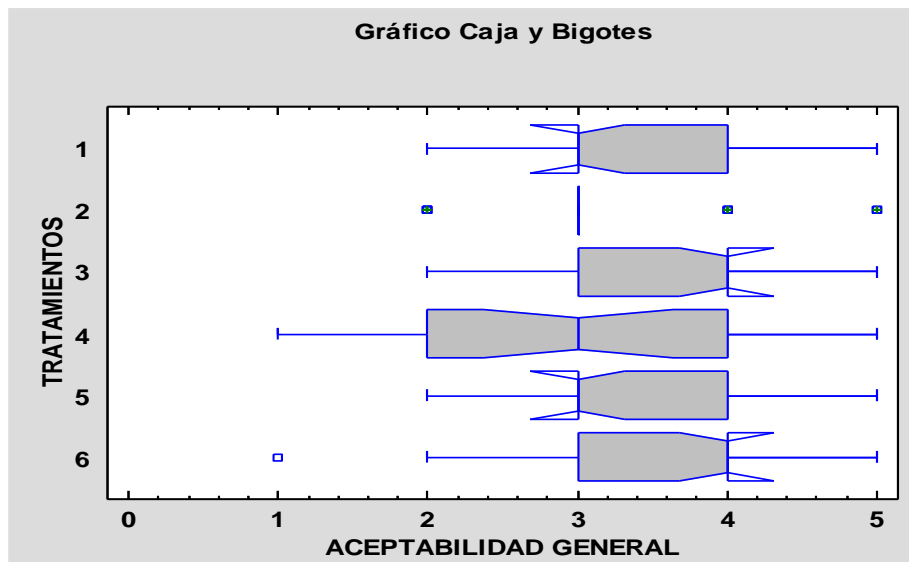


**Nota:** T1: Pepino dulce 30% y yacón 20%; T2: Pepino dulce 30% y yacón 30%; T3: Pepino dulce 30% y yacón 40%; T4: Pepino dulce 40% y yacón 20%; T5: Pepino dulce 40% y yacón 30%; T6: Pepino dulce 40% y yacón 40%.

En la prueba de Kruskal Wallis se obtuvo un Valor-P de 0,108, el cual es mayor que 0,05, por lo tanto no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad general de los tratamientos al 95% de confianza; es decir, los 6 tratamientos presentaron una aceptabilidad general similar. En el gráfico de caja y bigotes, también se visualizan los resultados aceptabilidad general (Figura 23).

**Figura 24.**

*Caja de bigotes para comparar el atributo de la aceptabilidad en la bebida de pepino dulce y yacón.*



En la figura 24 se observó los valores de las medianas generados por los jueces para el atributo aceptabilidad general de la bebida de pepino dulce y yacón donde se observó que el tratamiento 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40% tuvo una mayor aceptación con un puntaje de 3,75 considerando una ponderación de que gusta; el tratamiento 2 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón de 30%), fue el que menor aceptación obtuvo por parte de los jueces. Por lo tanto, los tratamientos no muestran diferencias estadísticas significativas.

**Tabla18.**

*Sumatoria total, medias y desviación estándar de las puntuaciones de la bebida de pepino dulce y yacón en el análisis sensorial.*

Tratamientos	Color	$\bar{x}$ Color	Aroma	$\bar{x}$ Aroma	Sabor	$\bar{x}$ Sabor	Dulzor	$\bar{x}$ Dulzor	Consistencia	$\bar{x}$ Consistencia	Aceptabilidad	$\bar{x}$ Aceptabilidad
T1	98	4,08±0,317	89	3,71±105	81	3,38±0,155	79	3,29±0,220	72	3,00±0,356	77	3,21±0,235
T2	82	3,42±0,317	93	3,88±105	82	3,42±0,155	82	3,42±0,220	61	2,54±0,356	75	3,13±0,235
T3	79	3,29±0,317	95	3,96±105	89	3,71±0,155	94	3,92±0,220	82	3,42±0,356	90	3,75±0,235
T4	84	3,50±0,317	90	3,75±105	83	3,46±0,155	83	3,46±0,220	72	3,00±0,356	77	3,21±0,235
T5	83	3,46±0,317	89	3,71±105	88	3,67±0,155	88	3,67±0,220	65	2,71±0,356	82	3,42±0,235
T6	76	3,17±0,317	93	3,88±105	89	3,71±0,155	85	3,54±0,220	59	2,46±0,356	84	3,50±0.235

De forma general, como se puede observar en la Tabla 18, la bebida que mayor puntuación total promedio obtuvo en el análisis sensorial de los atributos: aroma, sabor, dulzor, consistencia y aceptabilidad general, fue el tratamiento 3 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 40%), únicamente en el atributo color, el tratamiento 1 (pulpa de pepino dulce 30% y pulpa de yacón 20%) obtuvo el mayor valor de la media, en vista de que predominó la concentración de pepino dulce.

#### 4.2. Capacidad antioxidante de la bebida elaborada con el mejor tratamiento. Método DPPH.

El ensayo se aplicó sobre la muestra en base seca, en el Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina.

En la Tabla 19, se puede observar los resultados obtenidos a los 0 días y a los 20 días de almacenamiento, con una media de 1,21  $\mu\text{mol}$  Trolox/mL a los 0 días y 1,375  $\mu\text{mol}$  Trolox/mL a los 20 días respectivamente (Anexo 5).

**Tabla 19.**

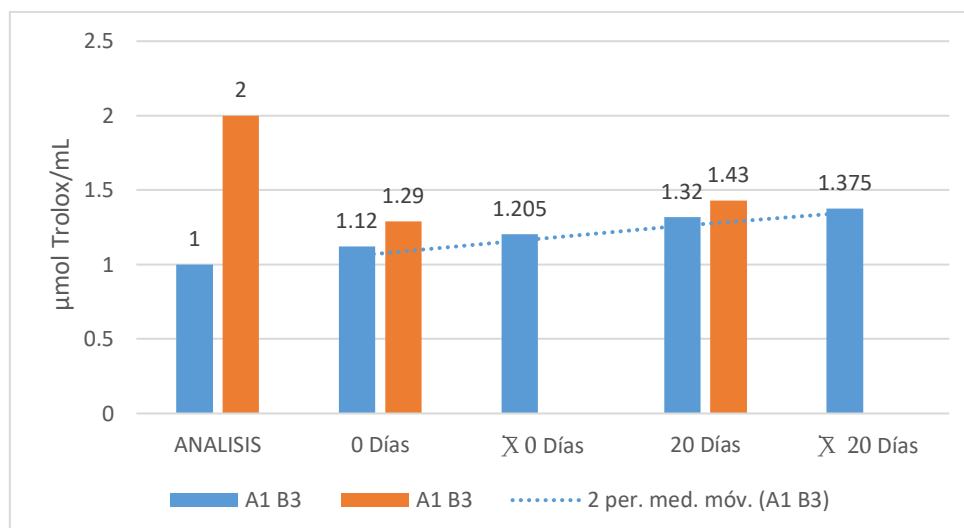
*Capacidad antioxidante método DPPH al mejor tratamiento con mayor aceptación sensorial.*

Factor A	Factor B	Repeticiones	0 días	$\mu\text{mol}$ Trolox/mL		
				$\bar{X}$	$\bar{X}$	
A1	B3	1	1,12	1,205	1,32	1,375
A1	B3	2	1,29		1,43	

En la Figura 25 se observa que la capacidad antioxidante de la bebida a los 0 días de almacenamiento mostró un valor medio de 1,12  $\mu\text{mol}$  Trolox/mL, mientras que la bebida almacenada a 4 °C luego de 20 días presentó un valor medio de 1,375  $\mu\text{mol}$  Trolox/mL, existiendo un ligero incremento de la actividad antioxidante conforme pasan los días y una temperatura de 4°C. Esta diferencia es mínima y quizá podría deberse a una mayor extractabilidad de compuestos fenólicos presentes en la fibra de la fruta, en la bebida, a lo largo del tiempo.

**Figura 25.**

*Capacidad antioxidante de la bebida de pepino dulce y yacon utilizando el método DPPH.*



Tapia A. Dayana (2021), observaron una capacidad antioxidante en una bebida de pepino dulce y durazno, de 180  $\mu\text{g}$  de Trolox/mL, valor bastante mayor al observado en la bebida de pepino dulce y yacón, quizá debido al alto contenido de agua que tiene el yacón en comparación al durazno.

### 4.3. Resultados fisicoquímicos (pH y °Brix) y microbiológicos

#### 4.3.1. Características fisicoquímicas del pepino dulce y yacón

##### ***Pepino dulce***

En el presente estudio el pepino dulce mostró un promedio de 4.70° Brix (Tabla 20), valor inferior al reportado por Solís (2015) (7 °Brix) y por Nuez y Ruiz (1996) (9 °Brix). Su pH fue 5,28; valor inferior al reportado por Ahumada y Cantwell (1995) quienes señalaron que el pH del zumo del pepino dulce es 8,1.

##### ***Yacón***

Los resultados promedio de °Brix y pH observados en el yacón fueron 13,75 °Brix y pH 6,47 respectivamente, siendo estos °Brix superiores a los reportados por Joel Estrada (2017) quienes observaron un contenido de sólidos solubles en el yacón igual a 10 °Brix, con un pH de 6,30. Un yacón de mayor dulzor nos permite elaborar una bebida más palatable.

#### **Tabla 20.**

### Características fisicoquímicas del pepino dulce y yacón

Propiedad	R1	R2	$\bar{X}$
°Brix pepino dulce	4,80	4,60	4,70
°Brix yacón	14,00	13,50	13,75
pH pepino dulce	5,25	5,30	5,28
pH yacón	6,47	6,46	6,47

Es importante señalar que todos los alimentos poseen azúcares disueltos los mismos que determinan el índice de maduración en el caso de las frutas; mientras que la medida de pH (potencial de hidrógeno) es altamente utilizada en la industria agroalimentaria, para medir la concentración de  $H_3O^+$  (ion hidronio) presente en la muestra (Grupo Corporativo Caja Marca, 2014); pudiendo decir de manera general que a menor pH el tiempo de conservación de los alimentos es mayor.

#### 4.3.2. Características fisicoquímicas de la bebida de pepino dulce y yacón a los 0 días de almacenamiento

##### 4.3.2.1. pH

Los valores de pH de la bebida de pepino dulce y yacón, al momento de la elaboración, se detallan en la Tabla 21.

#### Tabla 21.

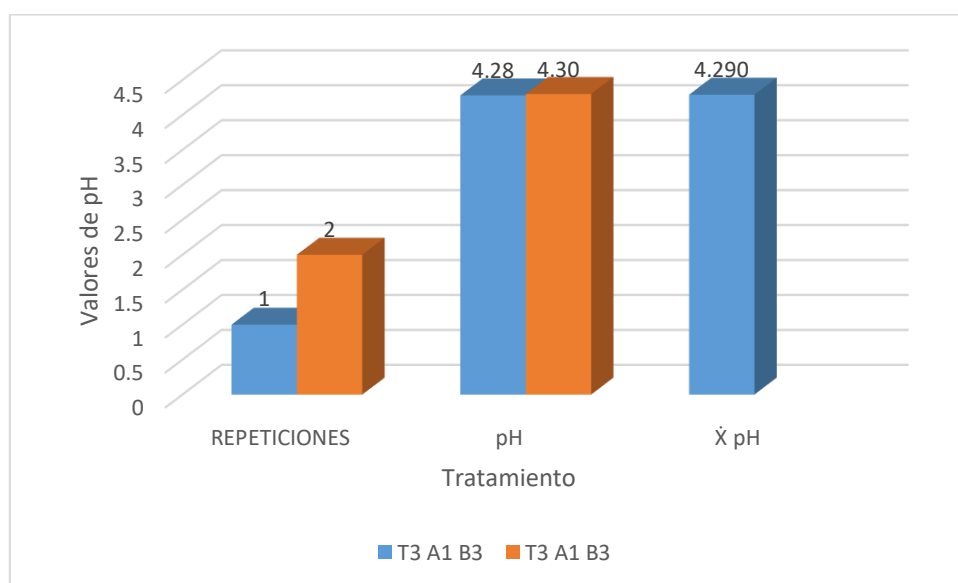
*Valores de pH a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón, al tratamiento con mayor aceptación sensorial.*

TRATAMIENTOS	FACTOR A	FACTOR B	REPETICIONES	pH	$\bar{X}$ pH
T3	A1	B3	1	4,28	
T3	A1	B3	2	4,30	4,290

Como se puede observar en la Tabla 21 y haciendo relación a la media se puede decir que el tratamiento 3 que corresponde a la interacción del factor A1 (30% de pulpa de pepino dulce) – B3 (40% de pulpa de yacón) registra una media de valor de pH de 4.290, valor menor al detallado en la NTE INEN 389 y que cumple con la Normativa Vigente, lo cual permitirá una buena conservación de la bebida, y que se puede evidenciar en la figura 26.

**Figura 26.**

*Figura donde se refleja los valores de pH a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón al tratamiento con mayor aceptación sensorial.*



**4.3.2.2 Sólidos solubles (°Brix)**

El contenido de sólidos solubles en la bebida de pepino dulce y yacón se muestra en la Tabla 22.

**Tabla 22.**

*Valores de °Brix a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón, al tratamiento con mayor aceptación sensorial.*

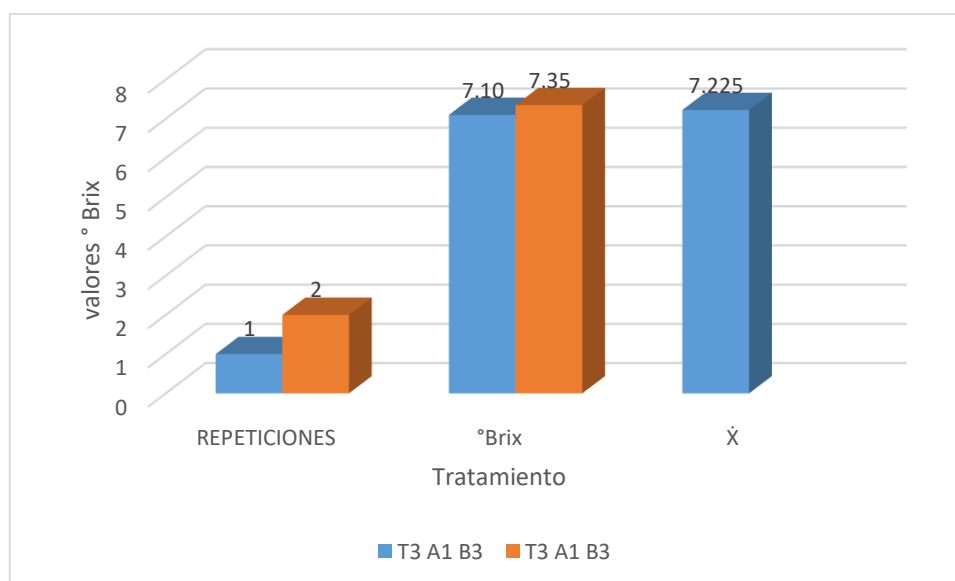


TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	REPETICIONES	°Brix	$\bar{X}$
T3	A1	B3	1	7,10	
T3	A1	B3	2	7,35	7,225

En la Tabla 22, se observa el valor de la media de °Brix de la bebida de pepino dulce y yacón con mayor aceptación sensorial, obtenidos una vez envasado el producto, donde se puede observar que la relación de los factores A1 (30% pulpa de pepino dulce) – B3 (40% pulpa de yacón) obtuvo en valor más alto (7,225°Brix), el mismo que se encuentra dentro del rango aceptado, por lo que, cumple con la Normativa Técnica Ecuatoriana (INEN 380), el cual se encuentra reflejado en la figura 27.

#### Figura 27.

*Figura donde se refleja los valores de °Brix a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón al tratamiento con mayor aceptación sensorial*



#### 4.3.3. pH y °Brix a los 20 días de almacenamiento de la bebida (4 °C), sobre el mejor tratamiento

Una vez obtenidos los resultados del panel sensorial donde se determinó que el tratamiento 3 A1B3 (30% pulpa de pepino dulce y 40% de pulpa de yacón) fue el

que mayor aceptación sensorial obtuvo, se aplicaron los análisis fisicoquímicos de pH y °Brix, como se puede observar en la Tabla 23.

**Tabla 23.**

*Análisis de pH y °Brix del tratamiento con mayor aceptación sensorial*

Parámetros	Unidad	Resultados	Requisitos	Método
Sólidos solubles	°Brix	7,125	-----	NTE INEN 380
pH		4,290	MAX. 4.5	NTE INEN 389

Al realizar la comparación de los valores de pH a los cero días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón cuyo valor fue de 4,290, se puede decir que el pH se mantiene luego de 20 días de almacenamiento de la bebida a 4 °C.

Con relación al valor obtenido de 7,225 °Brix de la bebida a los cero días de almacenamiento, se puede decir que al transcurrir los 20 días de almacenamiento a 4° C. presenta un valor de 7,125 °Brix observándose una disminución mínima, siendo importante señalar que estos valores se encuentran dentro de los estándares de la normativa vigente.

Arias J., (2017) manifiesta que transcurridos 20 días de almacenamiento de la bebida de yacón no existe variación de los sólidos solubles, manteniéndose en 10° Brix. En el presente estudio se obtuvo un valor promedio de 7,23° Brix, inferior al anteriormente señalado, y que puede deberse a la mezcla con el pepino dulce.

Riqueiro (2014), utilizó como materia prima el pepino dulce para elaborar conservas, néctares y coladas, obteniendo valores de 11°Brix y pH de 3,4. Tapia Dayana (2021), elaboró una bebida pepino dulce (*Solanum muricatum*) y durazno (*Prunus pérsica L*), registrando valores de 10,8°Brix y 4,3 de pH; valores similares a los observados en el presente estudio, pues el tratamiento 3, (30 % de pulpa de pepino dulce y 40% de pulpa de yacon), que fue el que exhibió la mejor aceptación sensorial, presentó 7,225 °Brix y un pH de 4,290. Los

resultados obtenidos en el tratamiento 3 se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la NTE INEN 2337:2008 (Anexo 3)

#### 4.3.4. Análisis microbiológico (coliformes, recuento total de mohos y levaduras) a los 20 días de almacenamiento (4°C) en la bebida de pepino dulce y yacón con mejor aceptación sensorial

Aplicando los métodos: M-GO-MI-03/AOAC 991.14 modificado para coliformes totales y *Escherichia coli* (Recuento) y M-GO-MI-01/AOAC 997.02 modificado para mohos y levaduras (Anexo 6), se obtuvieron los resultados del análisis microbiológico de la bebida, transcurridos 20 días de almacenamiento a 4 °C (Tabla 24).

**Tabla 24.**

*Análisis microbiológico del tratamiento con mayor aceptación sensorial.*

Parámetros	Unidad	Resultados	Requisitos	Método
Coliformes - Totales	UFC/g	<3	<3	M-GO-MI-03/AOAC 991.14 MODIFICADO
Mohos y Levaduras	UFC/g	<10	< 10	M-GO-MI-01/AOAC 997.02 MODIFICADO

Se realizó en la bebida de pepino dulce y yacón la determinación de coliformes totales, donde se obtuvo como resultado un valor < 3 UFC/g de acuerdo a la NTE-INEN 1529-10, y utilizando el método M-GO-MI-03/AOAC 991.14 MODIFICADO, cuyo resultado se encuentra dentro a lo establecido en la NTE (1990).

*Camacho, A. et al. (2009)* afirma que los mohos y levaduras se encuentran presentes en el ambiente, por lo que son muy frecuentes en la mayoría de alimentos, éstos se disipan fácilmente por el aire y en presencia de polvo. Los mismos se encuentran en alimentos donde las condiciones no favorecen el crecimiento bacteriano como el pH ácido, baja humedad y temperatura de almacenamiento.

Una vez comparados los resultados con los estándares establecidos según la NTE-INEN 1529-6 y utilizando el método M-GO-MI-01/AOAC 997.02 MODIFICADO, donde el índice máximo permisible de mohos y levaduras determina el nivel aceptable de calidad es menor a 10 UFC/g, en este estudio se obtuvo un valor igual al antes mencionado, el cual se encuentra dentro del rango permitido, según *León (2017)*, se debe a la ausencia de sustancias conservadoras que se adicionan a los alimentos con el fin de evitar su deterioro, las mismas que previenen el desarrollo de mohos y levaduras. Las sustancias conservantes más utilizadas son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio.

## V. CONCLUSIONES

- Aplicando diferentes mezclas de pulpa de pepino dulce y pulpa de yacón, se logró obtener una nueva bebida sin azúcares añadidos y de buena aceptabilidad sensorial, con una capacidad antioxidante que puede variar de 1,2 a 1,3  $\mu\text{mol Trolox/mL}$ , durante 20 días de almacenamiento a 4 °C.
- La bebida de pepino dulce y yacón elaborada según el tratamiento 3, presentó un ligero incremento de la actividad antioxidante entre el día cero al día 20 de almacenamiento a 20 °C (1,2 a 1,3  $\mu\text{mol Trolox/mL}$ ), que podría atribuirse a un pequeño aumento de la extractabilidad de fenoles de la pulpa de fruta, presente en la bebida conforme pasa el tiempo de almacenamiento.
- El tratamiento 3: 30% de pulpa de pepino dulce y 40% de pulpa de yacón fue el que obtuvo la mayor aceptabilidad general. Esta bebida presentó 7,2 °Brix y un pH de 4,29, valores que se hallan dentro de lo señalado por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2337: 2008 para bebidas de fruta (pH máximo 4,5 y °Brix menor a 50). Por su bajo contenido de glucosa, fructosa, sacarosa, y presencia de FOS, esta bebida podría ser consumida por personas diabéticas, o con problemas de obesidad.
- El análisis microbiológico de coliformes totales, mohos y levaduras aplicado al mejor tratamiento, mostró valores dentro de lo exigido por la Normativa (< 3 y < 10 UFC/g respectivamente), confirmando que el procedimiento aplicado para la elaboración de la bebida permite obtener un producto apto para el consumo. La pasteurización lenta permitió garantizar la calidad e inocuidad de la bebida.

## VI. RECOMENDACIONES

- El pelado del pepino dulce y yacon debe realizarse de manera automatizada para producción industrial, con el fin de reducir el tiempo de exposición al medio ambiente, debido a que el pepino dulce y yacón presentan un pardeamiento enzimático acelerado; así mismo usar ácido ascórbico para su conservación y ácido cítrico como acidulante para mantener el pH dentro del valor máximo señalado por la norma.
- En trabajos futuros, evaluar la vida útil de la bebida en diferentes envases y a varias temperaturas; así como también, la posible degradación de los FOS. Aplicar estudios de consumo, para evaluar el efecto fisiológico derivado de su consumo.
- Fomentar la utilización de estas materias primas cultivadas en la zona norte del país, así como también su utilización en la elaboración de bebidas saludables y de bajo costo, que puedan representar una buena forma de hidratación para deportistas.

## REFERENCIAS

- Ancieta, C. A. (2016). Análisis sensorial de alimentos. Trabajo de Investigación. Universidad Nacional del Callao.
- Araoz, R. R., & Gonzales, S. A. (2018). Obtención de una bebida energizante a partir de pulpa de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y de mango, (*Mangifera indica* L.) con adición de spirulina (*Anthrospira Jenneri*).
- Arteaga Cruz, D. R. (2019). Elaboración de propuestas culinarias a partir del pepino dulce (*Solanum muricatum*) en la parroquia Febres Cordero provincia del Guayas. Guayaquil. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química.
- Babajide, J. M., Olaluwoye, A. A., Shittu, T. T., & Adebisi, M. A. (2013). Physicochemical properties and phytochemical components of spiced cucumber-pineapple fruit drink. *Nigerian Food Journal*, 31(1), 40-52.
- Balseca, C., & Gisella, E. (2022). Estudio del jarabe de jícama (*Smallanthus sonchifolius* poep. y end.) como alternativa de endulzante natural en productos alimenticios. Tesis de licenciatura, Quito: UCE.
- Batool, Z., Tariq, M. R., Ali, S. W., Umer, Z., & Abbas, M. T. (2022). Development and shelf stability of functional drink prepared from watermelon and cucumber. *International Journal of Pharmacy & Integrated Health Sciences*, 3(2), 102-117.
- Breslin, P. A. S., & Spector, A. C. (2008). Mammalian taste perception. *Current Biology*, 18(4), R148-R155.
- Caetano, B. F. R., de Moura, N. A., Almeida, A. P. S., Dias, M. C., Sivieri, K., & Barbisan, L. F. (2016). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as a food supplement: health-promoting benefits of fructooligosaccharides. *Nutrients*, 8(7), 436.
- Cichero, J. A., Lam, P., Steele, C. M., Hanson, B., Chen, J., Dantas, R. O., & Stanschus, S. (2017). Development of international terminology and definitions for texture-modified foods and thickened fluids used in dysphagia management: the IDDSI framework. *Dysphagia*, 32(2), 293-314.
- Camacho, G. 2002. Curso en línea de Transformación y Conservación de Frutas. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA de la Universidad de Colombia. Colombia
- Camacho, A., Giles, C., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B. y Velázquez, O. (2009). Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM.

- Contreras, P. E. & Purisaca, S. J. P. (2018). Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*Ananas comusus*) endulzado con stevia.
- Córdoba, A., & Galecio, M. (2006). Identificación y evaluación agronómica de los biotipos de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la microcuenca La Gallega, provincia de Morropon-Piura. *Universalía*, 11(2):14-23.
- Coronado, H., Gutiérrez, T., Vázquez, F., Radilla, C. & Vega, S. (2015). Antioxidants: present perspective. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206-208.
- Chávez, J. S. (2007). Elaboración y caracterización de un jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) procedente de la provincia de Huancabamba. Universidad Nacional de Piura.
- Choque Delgado, G. T., da Silva Cunha Tamashiro, W. M., Maróstica Junior, M. R., & Pastore, G. M. (2013). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): a functional food. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68(3), 222-228.
- Derkyi, N. S. A., Acheampong, M. A., Mwin, E. N., Tetteh, P., & Aidoo, S. C. (2018). Product design for a functional non-alcoholic drink. *South African Journal of Chemical Engineering*, 25, 85-90.
- Forero Vázquez, L. P., & Martínez Mendoza, L. J. (2018). Productos saludables derivados del yacon (Disertación doctoral, Editorial Universitaria San Mateo).
- Gavilan, A. (2016). Tendencia en la innovación de edulcorantes. *Food ingredients Europe*, 10:3-8.
- Gordillo, G., Negrón, L., Zúñiga, T., Flores, E., Moreyra, R., Fuertes, C., Guerra, G., Apesteguía, A., & Quintana, A. (2012). Efecto hipoglicemiante del extracto acuoso de las hojas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Argentina. 2-3.
- Grancieri, M., Brunoro Costa, N. M., Vaz Tostes, M., das, G., de oliveira, D. S., de Carvalho Nunes, L., de Nadai Marcon, L., Agrizzi Veridiano, T., & Lomar Viana, M. (2017). Yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*) attenuates intestinal morbidity in rats with colon cancer. *Journal of Functional Foods*, 37, 666–675.
- Hermann, M., & J. Heller. (1997). Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 21. Rome: International Plant Genetic Resources Institute.
- Herraiz, F. J., Villaño, D., Plazas, M., Vilanova, S., Ferreres, F., Prohens, J., & Moreno, D. A. (2016). Phenolic profile and biological activities of the pepino (*Solanum*



*muricatum*) fruit and its wild relative *S. caripense*. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(3):394.

- Iman Torres, T., & Zapata Chávez, J. J. (2021). Formulación y obtención de bebida funcional a base de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus ocamponis*).
- Inga, M., Betalleluz, I., Kina, M., & Campos, D. (2015). Optimización del proceso de extracción de los fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(3), 263-272.
- Jana, C. a. (2020). El cultivo del pepino dulce. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile. *Intihuasi*, 90-10.
- Juliano Condori, B. E., & Tapia Gutiérrez, V. A. (2020). Elaboración de una bebida funcional de maracuyá (*Passiflora edulis*), edulcorado con jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 25(4), 726-732,
- Laredo, S., Chen, J., & Liu, G. (2022). Yacon, a potential tuberous crop for Florida: HS1435, 5/2022. *EDIS*, 2022(3).
- Long, X.-H., Shao, H.-B., Liu, L., Liu, L.-P., & Liu, Z.-P. (2016). Jerusalem artichoke: A sustainable biomass feedstock for biorefinery. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1382–1388.
- Lubbers, S., Decourcelle, N., Vallet, N., Guichard, E. (2004). Flavor release and rheology behaviour of strawberry fat-free stirred yogurt during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (10): 3077- 3082.
- Manrique, I., Hermann, M., & Bernet, T. (2004). Yacon. Ficha Técnica. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Medina, P. E., & Mendoza, F. H. (2011). Elaboración de mermelada y néctar a partir de la pulpa de pitahaya y determinación de capacidad antioxidante por el método dpph (1,1 difenil -2- picrilhidrazilo).
- Minh, N. P. (2019). Production of cucumber (*Cucumis sativus* var. conomon) juice. *Research on Crops*, 20(2), 369-375.
- Molinari, M. L. (2011). Producción de exopolisacáridos tipo fructooligosacáridos por *Gluconacetobacter diazotrophicus* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata)

- Morales, A. (2004). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. España.
- Moshfegh, A. J., Friday, J. E., Goldman, J. P., & Chug Ahuja, J. K. (1999). Presence of inulin and oligofructose in the diets of Americans. *Journal of Nutrition*, 129, 1407S–1411S.
- Muñoz., G. N. (2014). El yacon.
- Mussatto, S. I., & Mancilha, I. M. (2007). Non-digestible oligosaccharides: A review *Carbohydrate Polymers*, 68(3), 587-597.
- Nuez & Ruiz. (1996). El cultivo de pepino dulce. FAO Roma. 1-119.
- Pacheco, M. T., Escribano-bailón, M. T., Moreno, F. J., & Villamiel, M. (2019). Determination by HPLC-DAD-ESI/MS<sup>n</sup> of phenolic compounds in Andean tubers grown in Ecuador. *Journal of Food Composition and Analysis*, 84(April), 103258.
- Pacheco, M. T., Hernández-Hernández, O., Moreno, F. J., & Villamiel, M. (2020). Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. *Food Bioscience*, 35(November 2018), 100601.
- Park, C. J., Lee, H. A., Han, J. S. (2016). Jicama (*Pachyrhizus erosus*) extract increases insulin sensitivity and regulates hepatic glucose in C57BL/Ksj-db/db mice. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 58(1):56-63.
- Pham, H. (2015). Los radicales libres, antioxidantes en la enfermedad y la salud. *Journal of Biomedical Science*, 1(2).
- Pérez, TDJA, & Blanquicett. (2018). Desarrollo de una bebida saludable a partir del yacón. Encuentro de investigación e innovación en desarrollo tecnológico, social y ciencias afines. 76.
- Pymagros. (2005). Manual del cultivo del yacon. Obtenido de <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/74455093814a213d6976637f4f71ad5f.pdf>
- Rivero Urguell y Santamaría Orleans A. (2001). Oligosaccharides: application in infant food. *Journal Early Human Development*, 65, S43-S52.
- Roberfroid M. (2007). Prebiotics: the concept revisited. *The Journal of Nutrition*, 137:830s-837s.

- Roleira, F.M.F., Tavares-da-Silva, E.J., Varela, C.L., Costa, S.C., Silva, T., Garrido, J., & Borges, F. (2015). Plant derived and dietary phenolic antioxidants: anticancer properties. *Food Chemistry*, 183, 235–258.
- Sánchez-Moreno, C. (2002). Review: methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Science and Technology International*, 8(3), 121-137.
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2003). Guía de alimentos funcionales.
- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). Guía del campo de los cultivos andinos. 1ra ed. Editado por Rosell, C. Lima, Perú, FAO-ANPE.
- Torrent Silla, D. (2014). Caracterización morfológica y molecular del pepino dulce especies silvestres relacionadas. Tesis de pregrado, Escola Técnica Superior d'Enginyeria Agronómica i del Medi Natural (ETSIAMN), Valencia, España.
- Torres, A. (2004). Edulcorantes naturales. Investigación de mercados de edulcorantes naturales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. <https://pdfslide.tips/documents/edulcorantes-56884af83de64.html>.
- Vega Risco, S. A. (2021). Bebida funcional de guaraná (*Paullinia cupana*), coca (*Erythroxylum coca*), arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y su capacidad antioxidante.
- Villón, J. (2021). El pepino dulce de Carchi desembarca en los supermercados de la UE y Estados Unidos. El Universo. <https://www.eluniverso.com/autor/jorge-villon-reyes/>
- Wolf Dieter, F y Thorleif A. (2009). Modern Biocatalysis: Stereoselective and Environmentally Friendly Reactions. WILEY-VCH.
- Zambrano, M. P. (2014). Aprovechamiento de los principios activos del yacon (*Smallanthus Sonchifolius*), para la elaboración de yogurt rico en FOS (Fructooligosacáridos). (F. d. Química, Ed.) Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.

## ANEXOS

### Anexo 1.

#### 1.1.

##### *Tablas de datos*

Parámetros físico químicos medidos en las materias primas					
	R1	R2	Media	S	CV %
pH pepino dulce	5,25	5,30	5,28	0,035	1%
pH yacon	6,47	6,46	6,47	0,007	0%
° Brix Pepino Dulce	7,00	7,30	7,15	0,212	3%
° Brix Yacon	14,00	13,00	13,50	0,707	5%

#### 1.2.

*Parámetros fisicoquímicos a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacón, en el tratamiento con mayor aceptación sensorial.*

TRATAMIENTOS	FACTOR A	FACTOR B	REPETICIONES	pH	Ī pH
T3	A1	B3	1	4,28	
T3	A1	B3	2	4,30	4,290

#### 1.3.

*Parámetro ° Brix a los 0 días de almacenamiento de la bebida de pepino dulce y yacon, en el tratamiento con mayor aceptación sensorial.*

TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	REPETICIONES	°Brix	Ī
T3	A1	B3	1	7,10	
T3	A1	B3	2	7,35	7,225

#### 1.4.

*pH y °Brix a los 20 días de almacenamiento de la bebida a 4 °C sobre el mejor tratamiento.*

#### **pH**

<b>Factor</b>					
<b>Factor A</b>	<b>B</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>pH</b>	<b>s</b>	<b>cv</b>
A1	B3	1	4,280	0,0141	0,003
A1	B3	2	4,300		

#### **° Brix**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>	<b>Requisitos</b>	<b>Método</b>
Sólidos solubles	°Brix	7,150	-----	NTE INEN 380
pH		4,290	MAX. 4.5	NTE INEN 389

#### 1.5.

*Parámetros microbiológicos a los 20 días de almacenamiento de la bebida de peino dulce y yacon sobre el mejor tratamiento*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>	<b>Requisitos</b>	<b>Método</b>
Coliformes - Totales	UFC/g	<3	<3	M-GO-MI-03/AOAC 991.14 MODIFICADO
Mohos y Levaduras	UFC/g	<10	< 10	M-GO-MI-01/AOAC 997.02 MODIFICADO

**Anexo 2.**

*Ficha de cata para la evaluación sensorial.*

### Evaluación sensorial de nueva bebida a base de pepino dulce y yacón

Estimado catador, a continuación va a degustar una bebida de pepino dulce y yacón. El objetivo de esta catación es conocer la mejor formulación desde el punto sensorial, para el desarrollo de esta nueva bebida saludable. Sírvese degustar la bebida y colocar un VISTO en el casillero que mejor permita expresar su apreciación.

<b>Día 1</b>							
--------------	--	--	--	--	--	--	--

Puntaje	COLOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Marrón muy desagradable, oxidado						
2	Marrón desagradable						
3	Marrón, ni gusta ni disgusta						
4	Algo marrón agradable						
5	Amarillo-naranja muy agradable						

Puntaje	AROMA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Extraño muy desagradable						
2	Algo desagradable						
3	Imperceptible						
4	Frutal ácido agradable						
5	Frutal agradable						

Puntaje	SABOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Extraño vegetal muy desagradable						
2	Extraño vegetal algo desagradable						
3	Imperceptible						
4	Frutal agradable						
5	Frutal o muy agradable						

Puntaje	DULZOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Intenso desagradable						
2	Insípido desagradable						
3	Imperceptible						
4	Dulzor ligero agradable						
5	Dulzor moderado muy agradable						

Puntaje	CONSISTENCIA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Demasiado espesa						
2	Demasiado fluida						
3	Separada en fases						
4	Algo homogénea, ligera precipitación						
5	Homogénea, sin precipitación, consistencia agradable						

Puntaje	ACEPTABILIDAD GENERAL	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Disgusta mucho						
2	Disgusta						
3	Ni gusta ni disgusta						
4	Gusta						
5	Gusta mucho						

Observaciones:.....  
 .....

*Gracias por su colaboración!*

## Evaluación sensorial de nueva bebida a base de pepino dulce y yacón

Estimado catador, a continuación va a degustar una bebida de pepino dulce y yacón. El objetivo de esta catación es conocer la mejor formulación desde el punto sensorial, para el desarrollo de esta nueva bebida saludable. Sírvase degustar la bebida y colocar un VISTO en el casillero que mejor permita expresar su apreciación.

### Día 2

Puntaje	COLOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Marrón muy desagradable, oxidado						
2	Marrón desagradable						
3	Marrón, ni gusta ni disgusta						
4	Algo marrón agradable						
5	Amarillo-naranja muy agradable						

Puntaje	AROMA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Extraño muy desagradable						
2	Algo desagradable						
3	Imperceptible						
4	Frutal ácido agradable						
5	Frutal agradable						

Puntaje	SABOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Extraño vegetal muy desagradable						
2	Extraño vegetal algo desagradable						
3	Imperceptible						
4	Frutal agradable						
5	Frutal o muy agradable						

Puntaje	DULZOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Intenso desagradable						
2	Insípido desagradable						
3	Imperceptible						
4	Dulzor ligero agradable						
5	Dulzor moderado muy agradable						

Puntaje	CONSISTENCIA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Demasiado espesa						
2	Demasiado fluida						
3	Separada en fases						
4	Algo homogénea, ligera precipitación						
5	Homogénea, sin precipitación, consistencia agradable						

Puntaje	ACEPTABILIDAD GENERAL	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Disgusta mucho						
2	Disgusta						
3	Ni gusta ni disgusta						
4	Gusta						
5	Gusta mucho						

Observaciones:.....  
 .....

*Gracias por su colaboración!*



## Anexo 3

### Ejemplo de valoración descrita por los jueces



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
CENTRO DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS  
HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL  
Prueba de aceptabilidad

**Nota:** Los datos recopilados de esta evaluación sensorial serán utilizados para fines académicos del proyecto de titulación denominado "Determinación de la capacidad antioxidante de una bebida a base de pepino dulce (*Solanum muricatum*) eco tipo morado y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como endulzante natural."

Estimado calador, a continuación va a degustar una bebida de pepino dulce y yacón. El objetivo de esta catación es conocer la mejor formulación desde el punto sensorial, para el desarrollo de esta nueva bebida saludable. Sírvase degustar la bebida y colocar un VISTO en el casillero que mejor permita expresar su apreciación.

Día 1							
Puntaje	COLOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Marrón muy desagradable, oxidado						
2	Marrón desagradable						
3	Marrón, ni gusta ni disgusta		✓		✓		✓
4	Algo marrón agradable	X		✓		✓	
5	Amarillo-naranja muy agradable						
Puntaje	AROMA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Extraño muy desagradable						
2	Algo desagradable						
3	Imperceptible						
4	Frutal ácido agradable						
5	Frutal agradable	X	✓	✓	✓	✓	✓
Puntaje	SABOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Extraño vegetal muy desagradable	X			✓		
2	Extraño vegetal algo desagradable						
3	Imperceptible						
4	Frutal agradable		✓	✓		✓	
5	Frutal o muy agradable						✓
Puntaje	DULZOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Intenso desagradable						
2	Inspido desagradable	X			✓		
3	Imperceptible						
4	Dulzor ligero agradable		✓	✓		✓	✓
5	Dulzor moderado muy agradable						
Puntaje	CONSISTENCIA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Demasiado espesa	X	✓	✓	✓	✓	✓
2	Demasiado fluida						
3	Separada en fases						
4	Algo homogénea, ligera precipitación						
5	Homogénea, sin precipitación, consistencia agradable						
Puntaje	ACEPTABILIDAD GENERAL	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	Disgusta mucho				✓		
2	Disgusta	X					
3	Ni gusta ni disgusta			✓		✓	
4	Gusta		✓				✓
5	Gusta mucho						✓



Observaciones:.....

Gracias por su colaboración!

## Anexo 4

### Capacidad antioxidante a los 0 días

MC-LSAIA-2201-07

	<b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b> <b>ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b> <b>DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD</b> <b>LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS</b> Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	
---	--	---

#### INFORME DE ENSAYO No: 23-083

<b>**NOMBRE PETICIONARIO:</b>	Sr. Milton Reyes	<b>**INSTITUCIÓN:</b>	Particular
<b>**DIRECCIÓN:</b>	Ibarra	<b>**ATENCIÓN:</b>	Sr. Milton Reyes
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	03/06/2023	<b>FECHA DE RECEPCIÓN.:</b>	03/06/2023
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 03 de junio al 09 de junio del 2023	<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b>	11h41
<b>ANÁLISIS SOLICITADO</b>		Capacidad Antioxidante ( DPPH)	

ANÁLISIS	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Ω	**IDENTIFICACIÓN
<b>MÉTODO</b>	<b>Oyaizu,1986</b>	
<b>METODO REF.</b>	<b>DPPH</b>	
<b>UNIDAD</b>	<b>μ mol Trolox/ml</b>	
23-0461	1,12	Bebida de pepino dulce y yacón (refrigerada)
	1,29	

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

#### RESPONSABLES DEL INFORME



**Ing. Bladimir Ortiz**  
RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.



Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo



**Dr. Iván Samaniego, MSc.**  
RESPONSABLE DNC

## Capacidad antioxidante a los 20 días

MC-LSAIA-2201-07

	<b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b> <b>ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b> <b>DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD</b> <b>LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS</b> Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	
---	--	---

#### INFORME DE ENSAYO No: 23-090

<b>**NOMBRE PETICIONARIO:</b>	Sr. Milton Reyes	<b>**INSTITUCIÓN:</b>	Particular
<b>**DIRECCIÓN:</b>	Ibarra	<b>**ATENCIÓN:</b>	Sr. Milton Reyes
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	23/06/2023	<b>FECHA DE RECEPCIÓN.:</b>	23/06/2023
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 23 de junio al 10 de julio del 2023	<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b>	09h20
<b>ANÁLISIS SOLICITADO</b>		Capacidad Antioxidante ( DPPH)	

ANÁLISIS	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Ω	**IDENTIFICACIÓN
<b>MÉTODO</b>	<b>Oyaizu,1986</b>	
<b>METODO REF.</b>	<b>DPPH</b>	
<b>UNIDAD</b>	<b>μ mol Trolox/ml</b>	
23-0461	1,32	Bebida de pepino dulce y yacón (refrigerada)
	1,43	

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

#### RESPONSABLES DEL INFORME



**Ing. Bladimir Ortiz**  
RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo



**Dr. Iván Samaniego, MSc.**  
RESPONSABLE DNC

## Anexo 5

### Resultados de análisis microbiológicos (Recuento de Coliformes Totales y Recuento de Mohos y Levaduras)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

#### ÁREA DE MICROBIOLOGIA INFORME DE RESULTADOS

INF. No. 2023-0308-1

SOLICITADO POR: <sup>3</sup>	REYES ACERO MILTON ORLANDO
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: <sup>3</sup>	IMBABURA/CANTÓN ANTONIO ANTE/Av. ELOY ALFARO S/N Y Av. VELASCO IBARRA
MUESTRA DE: <sup>3</sup>	BEBIDA
DESCRIPCIÓN: <sup>3</sup>	BEBIDA DE PEPINO DULCE Y YACÓN
LOTE: <sup>3</sup>	-----
FECHA DE ELABORACIÓN: <sup>3</sup>	03/06/2023
FECHA DE VENCIMIENTO: <sup>3</sup>	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	23/06/2023
HORA DE RECEPCIÓN:	14H47
FECHA DE ANÁLISIS:	23/06/2023
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME	05/07/2023
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	240 ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP. I CONTROL
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

#### INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento de COLIFORMES TOTALES	ufc/g	<3	M-GO-MI-03/AOAC 991.14 MODIFICADO
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/g	<10	M-GO-MI-03/AOAC 991.14 MODIFICADO
RECuento de MOHOS	ufc/g	<10	M-GO-MI-01/AOAC 997.02 MODIFICADO
RECuento de LEVADURAS	ufc/g	<10	M-GO-MI-01/AOAC 997.02 MODIFICADO

#### DATOS ADICIONALES:

ufc/g Unidad formadora de colonias por gramo

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD.



"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

## Anexo 6

### Ficha técnica de la tapa Twist-off



FECHA EMISION: 310519

FECHA REVISION: 150219

MODELO DE TAPA  
T38RT8\*\*\*50  
\*\*\* Caracteres notarios  
correspondiente al Diseño

PLANTA: DIVISION METALICA

DESCRIPCION: TAPA TWIST-OFF 38 REGULAR BOTON EN LAMINA ETP.  
ESM. BCO, BCO SANIT INT. PLASTISOL PLT/DI

ESPECIFICACION TECNICA  
PARA TAPA TWIST-OFF

#### MATERIAL

Lamina doble reducido Electrolytica ETP  
de primera calidad tipo de Acero MR.  
Acero NO EARING  
Normativa aplicada ANSI, (ISO, (JIS))  
NUMERO DE PLANO  
CT38RT8S  
PLAN DE MUESTREO  
NORMA APLICABLE: ANSI/ASQ Z1.4  
NIVEL DE INSPECCION: Normal Nivel 2

#### \*LINER

Geometria: Arandela  
Compuesto: PLT/DI  
\* El compuesto cumple con las regulaciones del apartado  
21 CFR 177.1210 cuando se envasan Productos base agua.  
Para productos en aceite consultar a Alucaps. para un  
buen desempeño se recomienda calentamiento previo al  
tapado. Apto para llenado en caliente y pasteurizado.

#### COMPUESTO (RECLUBRIMIENTO)

INTERIOR:  
1.- Siza Dorada Epoxifenolica.  
2.- Siza Pigmentada Epoxifenolica.  
3.- Organosol de Adhesion.  
EXTERIOR:  
1.- Esmalte Blanco Poliester.  
2.- Tintas ( de acuerdo al Diseño)  
3.- Barniz de acabado Poliester.

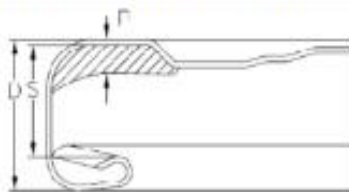
#### ENSAYOS

Corrosion

Activacion de Boton

#### DIMENSIONES

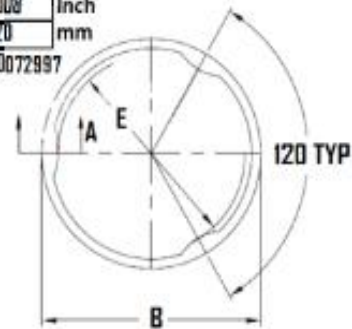
Ø B	D	Ø E	P	S	Inch	mm
1.654 ±0.007	0.384 ±0.006	1.387 ±0.009	0.053 ±0.012	0.334 ±0.008		
42.01 ±0.18	9.75 ±0.15	35.23 ±0.23	1.35 ±0.30	8.48 ±0.20		



SECCION A-A

Restringir el uso del vernier a la medición de acotaciones Exteriores.  
(The external dimensions must be measured using caliper.)  
Utilizar calibradores pasa/No pasa para medir acotaciones Interiores.  
(The maximum and minimum inside diameter dimensions of the cap must be

REF.C-38.LI0072997



Vacio maximo para activar boton 12.0 IN Hg (Max)  
[PULL DOWN VACUUM 12 IN HG (max)]  
Vacio minimo para desactivar boton 2.0 IN Hg (MIN)  
[VACUUM AT RETURN 2 IN HG (min)]

Los barnices Interiores y lubricantes del proceso cumplen las regulaciones FDA  
del apartado 21 CFR 175.300.

Los barnices y tintas NO contienen metales pesados.

Los materiales empleados en la fabricación  
de nuestro producto se pueden reciclar.



JK. Lopez

ELABORO: Jose Kevin Lopez Gonzalez

REVISO: Juan Manuel Calvo Chavez

## Anexo 7

### Ficha técnica del envase de vidrio de 300mL



Quito, 12 de junio del 2023

Señores  
**ACERO FUERTES MARIA ISABEL**  
**CEDULA: 1000363000**

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL

**REF: EJX-283 ENVASE DE VIDRIO: 300 ML S-BOTL ROUND JUICE**

##### **Descripción de Material para Envases de Vidrio de Silicato Sodocálcico O-I**

Este documento cubre envases de vidrio moldeados por soplado producidos por Owens-Illinois (O-I) usando vidrio de silicato sodocálcico.

El vidrio de silicato sodocálcico está entre las sustancias comunes más inertes y ha sido utilizado satisfactoriamente como un material de empaquetamiento seguro para productos alimenticios por muchos años. Es reconocido que está entre los más seguros y de mayor calidad materiales disponibles para empaquetamiento de bebidas, productos alimenticios, medicamentos y otros materiales los cuales son consumidos por humanos.

La FDA de los Estados Unidos determina a los envases de vidrio de silicato sodocálcico como "Generalmente Reconocida Como Seguro" (GRAS) para el contacto con alimentos y bebidas. También han recomendado que no puede ser razonable esperar que los envases de vidrio de silicato sodocálcico se conviertan en un componente de comida o por otra parte afectar las características de la comida o bebidas en virtud de su condición de uso previsto.

O-I reconoce su responsabilidad en evitar la presencia de contaminación dentro de los envases que producen y venden. Es muy común, y es recomendado por O-I que los envases sean sometidos a una forma de limpieza en las instalaciones del envasador. Esta puede tomar la forma de enjuague con agua, enjuague con producto o por soplado. Es común que este proceso sea considerado un CCP por muchos clientes porque puede ocurrir contaminación del envase después de que sale del control de O-I.

##### **1 Materia Prima de O-I para el Vidrio de Silicato Sodocálcico.**

En el proceso de producción de vidrio de O-I las materias primas de la fabricación de vidrio son sometidas a un cambio químico y físico a nivel atómico y son transformadas a una nueva sustancia (vidrio de silicato sodocálcico) cuyas características son únicas, distintivas y controlables. El proceso de producción somete a las materias primas del envase de vidrio a periodos de tiempo extendido a temperaturas superiores a 1350°C (2462°F). El proceso de fundición en altas temperaturas requerido para producir vidrio de silicato sodocálcico elimina completamente los riesgos de higiene que son generalmente considerados en un sistema HACCP para materias primas que son usadas para productos en contacto con comida.

El control de la materia prima suministrada es por medio de una combinación de la Certificación del proveedor y el proceso de aprobación, sistema de calidad de la planta y entrada de parte del proveedor de materia prima en los procedimientos de control de calidad del producto. Los sistemas de calidad de O-I también monitorean el desempeño de los proveedores de materias primas lo que incluye seguimiento de la documentación y cualquier medida de corrección donde esta sea requerida.

##### **1.1 Principales Ingredientes Comunes del Vidrio de Silicato Sodocálcico.**

- A. Arena – SiO<sub>2</sub>
- B. Ceniza de Sosa - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- C. Piedra Caliza– CaCO<sub>3</sub>
- D. Vidrio Reciclado (Desperdicios)

En el proceso de fundir vidrio, cualquier contenido de vidrio reciclable es dispersado completa y uniformemente a través de los envases de vidrio terminados. El vidrio de silicato sodocálcico producido con vidrio reciclado es química y físicamente indistinguible de vidrio hecho a partir de materias primas vírgenes. La práctica de usar vidrio reciclado para producir envases

de vidrio destinados para productos alimenticios ha sido durante mucho tiempo reconocida generalmente como seguro por expertos en campos relevantes. Por lo tanto, los reglamentos relativos al contacto entre los productos alimenticios y los "materiales plásticos reciclados" no son aplicables a los envases de vidrio.

### 1.2 Ingredientes Comunes Menores de Materia Prima (por debajo del 2 %).

O-I puede añadir pequeñas cantidades de otros ingredientes de la materia prima para producir colores de vidrio específicos, modificar las propiedades físicas y /o las características de fusión del vidrio. No todos los ingredientes comunes menores de la materia prima enumeradas son usados en todas las composiciones de vidrio. Los ingredientes menores utilizados en una fábrica en particular para un vidrio de color específico dependerá de la composición de las principales materias primas y del color del vidrio que está siendo producido.

El uso de estas materias primas menores no afecta en las características de la seguridad alimenticia del vidrio de silicato sodocálcico que está siendo utilizado por O-I:

- A. Escorias Salinas o Sulfato de sodio – NaSO<sub>4</sub>
- B. Yeso –CaSO<sub>4</sub>
- C. Carbono Carbocite – C
- D. Alúmina – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- E. Arenas Feldespáticas o Arena de espató – SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- F. feldespato Aplita, Nefelina Sienita – NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>
- G. Pirita de Hierro – FeS<sub>2</sub>
- H. Óxido de Hierro - (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)
- I. Cromita de Hierro – (FeCrO<sub>3</sub>)
- J. Óxido de Selenio – (SeO<sub>2</sub>)
- K. Óxido de Cobalto – (CoO)

## 2 Composición Química de los Envases de Vidrio de Silicato Sodocálcico.

O-I funde las materias primas usadas para producir el vidrio de silicato sodocálcico utilizando para la manufacturación de envases O-I moldeados por soplado. El vidrio de silicato sodocálcico utilizado por O-I para producir envases de vidrio es Generalmente Reconocida Como Seguro\* (GRAS) por la FDA para el contacto con Alimentos y Bebidas independientemente del color del vidrio que está siendo producido.

La FDA de los Estados Unidos ha determinado que los envases de vidrio sodocálcico no son aditivos alimentarios bajo el fundamento de que no es razonable esperar que estos envases se conviertan en un componente de los alimentos o puedan afectar, de alguna otra manera, las características de los alimentos y bebidas bajo el uso previsto.

La "BRC loP Global Standard for Packaging Guidance Document" reconoce que el Vidrio, como material, representa una barrera absoluta donde el riesgo de contaminación física, química o microbiológica es eliminado.

## 3 Forma Física, Tamaño y color de los Envases de vidrio.

El vidrio fundido es formado y moldeado por soplado a la forma del envase de vidrio final utilizando maquinas formadoras de botellas completamente autorizadas. El tamaño y forma actual del envase final es determinado por el modelo de O-I para el envase específico para la venta. La formación del vidrio a en tamaño y forma adecuado del envase no tiene efecto en las características de seguridad alimenticia del vidrio de silicato sodocálcico utilizado por O-I.

## 4 Uso Previsto para Envases de Vidrio O-I

El envase de vidrio de silicato sodocálcico producido por O-I está destinado para el empaquetamiento de productos alimenticios y bebidas. Los contenedores pueden ser utilizados para cualquier contacto directo con productos, sólidos, líquidos o alimentos secos.

Productos alimenticios aceptables para ser empaquetados en envases de vidrio incluye, mas no está limitado bebidas alcohólicas, bebidas no alcohólicas, vegetales, carne & productos lácteos, sopas, salsas, condimentos y productos alimenticios secos, etc.

La posición de O-I es que los envases de vidrio que ellos producen son seguros para productos alimenticios los cuales incluye el uso por mercados alimenticios o consumidores sensibles o vulnerables. Esto es respaldado por el hecho de que la FDA de los Estados Unidos ha determinado que los envases de vidrio de silicato sodocálcico no son aditivos alimentarios bajo el fundamento de que no es razonable esperar que estos envases se conviertan en un componente de los alimentos o puedan afectar, de alguna otra manera, las características de los alimentos y bebidas bajo el uso previsto.

Atentamente,



**NELLY ROBLES REVELO**  
Jefe de Ventas I.C.C

## Anexo 8

Fotografías del proceso de elaboración de la bebida de pepino dulce y yacon.



a. Frutos de pepino dulce y yacon para la elaboración de la bebida.



b. Pesado de la materia prima



c. Pelado y troceado de la materia prima



d. Lavado y esterilizado de envases



e. Licuado de la materia prima y envasado de la bebida



f. Pasteurización y sellado de la bebida de pepino dulce y yacon





**g.** Producto final

