

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



Efecto de la concentración de stevia (*Stevia rebaudiana* B.) en polvo sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales en una bebida a base de membrillo (*Cydonia oblonga*) y yacón (*Smallanthus conchifolius*)

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**RICARDO DANIEL NAZCA CHU**

**TRUJILLO, PERÚ**  
**2019**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



---

Ing. Dr. Fredy Romel Pérez Azahuanche

PRESIDENTE



---

Ing. Ms. Max Martín Vásquez Senador

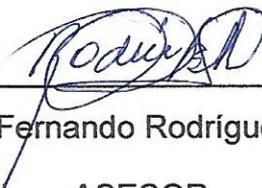
SECRETARIO



---

Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez

VOCAL



---

Ing. Dr. Fernando Rodríguez Avalos

ASESOR

## **DEDICATORIA**

A Dios por estar siempre conmigo, darme fuerza para vencer los obstáculos y guiar mi camino brindándome la fortaleza necesaria para alcanzar mis metas y objetivos.

A mis padres, por haberme dado su apoyo, comprensión y consejos en los momentos que necesitaba, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ellos, hoy puedo lograr una de mis metas, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera.

A mis familiares y amigos, por estar siempre presente, apoyándome en todo momento, por extender su mano en los momentos difíciles y por el afecto brindado cada día

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres Ricardo y Anais que a través de su paciencia, cariño, comprensión y protección me han permitido llegar a cumplir un sueño más , gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis amigos, por los buenos momentos que compartimos, por su apoyo incondicional durante mi formación como profesional y en el desarrollo de la tesis

A los docentes de la Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus enseñanzas y consejos que forjaron en mí, que fueron pilares en mi desarrollo profesional

A mi asesor Dr. Fernando Rodríguez Avalos por su apoyo, dedicación y orientación profesional constante, en la planificación y desarrollo de la tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA .....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA .....	.iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	.xi
RESUMEN.....	.xii
ABSTRACT.....	.xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA .....	3
2.1 Bebida .....	3
2.2 Stevia.....	4
2.1.1 Definición y características .....	4
2.1.2 Composición química de la stevia .....	5
2.1.3 Poder edulcorante de la stevia.....	6
2.1.4 Regulación y aprobación de su uso.....	7
2.3 Membrillo .....	7
2.3.1 Definición y características .....	7
2.3.2 Variedades de membrillo.....	8
2.3.3 Composición nutricional.....	9
2.3.4 Formas de empleo y usos.....	9
2.4 Yacón .....	10
2.4.1 Definición y características.....	10
2.4.2 Propiedades funcionales.....	11

2.4.3 Composición nutricional.....	11
2.4.4 Características fisicoquímicas y componentes bioactivos.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Lugar de ejecución.....	14
3.2 Materiales.....	14
3.3 Equipos e Instrumentos.....	15
3.4 Método experimental.....	15
3.4.1 Esquema experimental para la elaboración de la bebida a base de membrillo y yacón.....	16
3.4.2 Formulación de la bebida a base de membrillo y yacón.....	17
3.4.3 Procedimiento experimental para la obtención de pulpa de membrillo .....	17
3.4.4 Procedimiento experimental para la obtención de zumo de yacón.....	19
3.4.5 Procedimiento experimental para la elaboración de la bebida a base de membrillo y yacón .....	21
3.5 Métodos de análisis.....	24
6.5.1 Determinación de acidez titulable.....	24
6.5.2 Determinación de viscosidad aparente.....	24
6.5.3 Determinación de color.....	25
6.5.4 Determinación de aceptabilidad general.....	25
3.6 Métodos estadísticos.....	27
IV.RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	28
4.1 Efecto de la concentración de stevia en polvo sobre la acidez titulable en la bebida de membrillo y yacón.....	28
4.2 Efecto de la concentración de stevia en polvo sobre la viscosidad en la bebida de membrillo y yacón.....	31

4.3 Efecto de la concentración de stevia en polvo sobre el color ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ) en la bebida de membrillo y yacón.....	34
4.4 Efecto de la concentración de stevia en polvo sobre la aceptabilidad general en la bebida de membrillo y yacón.....	39
V. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
VII BIBLIOGRAFIA.....	45
VII. ANEXOS.....	48

## ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Composición nutricional de stevia en polvo marca stevita.....	5
Cuadro 2. Composición química de la stevia .....	6
Cuadro 3. Composición nutricional del membrillo.....	9
Cuadro 4. Composición nutricional del yacón.....	12
Cuadro 5. Formulación de bebida a base de membrillo y yacón....	17
Cuadro 6. Prueba de Levene modificada para los valores de acidez en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia.....	29
Cuadro 7. Análisis de varianza para los valores de acidez en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia.....	30
Cuadro 8. Prueba de Duncan para contenido de acidez en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia.....	30
Cuadro 9. Prueba de Levene modificada para los valores de viscosidad en la bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia.....	33
Cuadro 10. Análisis de varianza para los valores de viscosidad en la bebida a base de membrillo y yacón con concentraciones de stevia.....	33
Cuadro 11. Prueba de Duncan para valores de viscosidad en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia.....	34
Cuadro 12. Prueba de Levene modificada para los valores de color (L*, a* y b*) en bebida a base de membrillo y yacón.....	37
Cuadro 13. Análisis de varianza para los valores de color (L*, a* y b*) en la bebida a base de membrillo y yacón...	37

Cuadro 14. Prueba de Duncan para $L^*$ .....	38
Cuadro 15. Prueba de Duncan para $a^*$ .....	38
Cuadro 16. Prueba de Duncan para $b^*$ .....	39
Cuadro 17. Prueba de Friedman para los valores de aceptabilidad general en la bebida de membrillo y yacón.....	40
Cuadro 18. Prueba de Wilcoxon para los valores de aceptabilidad general en la bebida de membrillo y yacón.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Estructura química del esteviósido.....	5
Figura 2. Esquema experimental para la elaboración de la bebida funcional a base de membrillo y yacón.....	16
Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de membrillo.....	18
Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de zumo de yacón.....	20
Figura 5. Diagrama de flujo para la obtención de la bebida a base de membrillo y yacón.....	22
Figura 6. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para la bebida de membrillo y yacón.....	26
Figura 7. Acidez titulable en la bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia.....	28
Figura 8. Variación de la viscosidad en la bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia.....	32
Figura 9. Valores de luminosidad L* en la bebida a base de membrillo y yacón a diferentes concentraciones de stevia.....	35
Figura 10. Valores de cromaticidad a* en la bebida a base de membrillo y yacón a diferentes concentraciones de stevia.....	35
Figura 11. Valores de cromaticidad b* en la bebida a base de membrillo y yacón a diferentes concentraciones de Stevia.....	36
Figura 12. Aceptabilidad general en la bebida a base de membrillo y yacón .....	40

## INDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Valores de acidez titulable en la bebida a base de membrillo y yacón.....	48
Anexo 2. Valores de viscosidad en la bebida a base de membrillo y yacón.....	49
Anexo 3. Valores de luminosidad L* en la bebida a base de membrillo y yacón.....	50
Anexo 4. Valores de cromaticidad a* en la bebida a base de membrillo y yacón.....	51
Anexo 5. Valores de cromaticidad b* en la bebida a base de membrillo y yacón.....	52
Anexo 6. Calificaciones de la prueba de aceptabilidad general de la bebida a base de membrillo y yacón.....	53
Anexo 7. Figuras de la evaluación experimental de la bebida a base de membrillo y yacón.....	54

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la concentración de stevia (*Stevia rebaudiana* B.) en polvo sobre la acidez titulable, viscosidad, color y aceptabilidad general en una bebida a base de membrillo (*Cydonia oblonga*) y yacón (*Smallanthus conchifolius*). Se aplicaron tres tratamientos, con el uso de membrillo y yacón como materia prima; que fueron seleccionados, lavados, cortados, estandarizados, homogenizados, pasteurizados, enfriados, envasados y almacenados. En el primer tratamiento se utilizó 0.5% de stevia en polvo, el segundo tratamiento se utilizó 1% y en el tercer tratamiento se utilizó 1.5%; evaluando acidez titulable, color, viscosidad como variables paramétricas. Sensorialmente se evaluó la aceptabilidad general con treinta jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica de nueve puntos. Los análisis estadísticos se realizaron a un nivel de confianza del 95%, la prueba de Levene modificada demostró homogeneidad de varianzas para las variables paramétricas. El análisis de varianza mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la viscosidad aparente, la cual aumentó al incrementar la concentración de stevia en polvo, al igual que en la acidez titulable, el análisis de varianza mostró diferencias significativas, la cual aumentó al incrementar la concentración de stevia en polvo. En el color, para  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  existió efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la concentración de stevia en polvo en la bebida a base de membrillo y yacón. La prueba de Duncan determinó que la concentración 1.5% de stevia en polvo presentó mayor valor de viscosidad (15.34 mPa.s). Las pruebas no paramétricas para la evaluación sensorial aplicadas fueron Friedman y Wilcoxon determinando que el mejor tratamiento en aceptabilidad fue 1.0% de concentración de stevia en polvo con un promedio de 7.10 y moda 7 correspondiente a la percepción "Me agrada moderadamente".

## ABSTRACT

In the present study, the effect of the stevia (*Stevia rebaudiana* B.) powder concentration on the titratable acidity, viscosity, colour and general acceptability in a quince-based drink (*Cydonia oblonga*) and yacon (*Smallanthus conchifolius*) was evaluated. Three treatments will be applied, with the use of quince and yacon as raw material; They were selected, washed, cut, standardized, homogenized, pasteurized, cooled, packed and stored. In the first treatment, 0.5% of powdered stevia was eliminated, the second treatment was eliminated by 1% and in the third treatment 1.5% was eliminated; Evaluating titratable acidity, color, viscosity as parametric variables. Sensorially, the general acceptability was evaluated with thirty untrained Thursdays, using a nine-point hedonic escalation. He statistical analyzes were performed at a confidence level of 95%, the modified Levene test showed homogeneity of variances for the parametric variables. The analysis of variance showed significant differences ( $p < 0.05$ ) in the apparent viscosity, which increased when increasing the concentration of powdered stevia, as in the titratable acidity, the analysis of variance showed significant differences, which increased when increasing the concentration of stevia powder. In color, for  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  there was a significant effect ( $p < 0.05$ ) of the concentration of stevia powder in the quince-based drink and yacon. The Duncan test determined that the 1.5% concentration of stevia powder had a higher viscosity value (15.34 mPa.s). The non-parametric tests for sensory evaluation applied were Friedman and Wilcoxon determining that the best treatment in acceptability was 1.0% concentration of stevia powder with an average of 7.10 and 7 corresponding to the perception "I like it moderately"

## I. INTRODUCCION

Muchos productos se han desarrollado en el mundo, ofreciéndonos alimentos con elevado contenido de conservantes y aditivos químicos; además de que no son nutricionalmente apropiados para el consumidor. Estos hechos alertan sobre la necesidad de crear productos específicos para los requerimientos de la población (Obregón ,2010).

El mismo autor menciona que el consumo excesivo de glúcidos ocasiona trastornos al desarrollo y al equilibrio del organismo de las personas. Las dietas con alto contenido de azúcar están ligadas a riesgos de obesidad y diabetes. Las noticias sobre las cantidades de azúcar que se consumen no son buenas y las encuestas muestran que una persona promedio consume 20 cucharaditas diarias. Por ese motivo es la necesidad de producir y comercializar este producto: la bebida de membrillo y yacón con stevia en polvo, ya que la stevia es un edulcorante natural, empleada como sustituto de endulzantes artificiales. Es utilizada principalmente por personas que padecen de diabetes, en la perspectiva de consumir alimentos al gusto que lo deseen.

Los cultivos de membrillo y yacón, han obtenido importancia como productos de exportación y de buena rentabilidad, debido a sus propiedades nutricionales; denotan una tendencia de consumo creciente en el mercado interno y externo, lo que beneficia a la cadena productiva comercializadora y consumidora (Díaz y otros, 2010).

Con la elaboración de la bebida de membrillo y yacón endulzada con stevia, se dispondría de un producto de bajo nivel calórico, aceptable para el consumidor, en especial a las personas que padecen de diabetes y obesidad, ya que el yacón no eleva la glucosa en la sangre debido a que no contiene azúcares como la fructosa o sacarosa, sino compuestos naturales denominados oligofruktanos, que es lo que le da el sabor dulce y, por otro lado, el membrillo es una fruta con escaso contenido de azúcares, y por tanto, con bajo aporte calórico (Díaz y otros, 2010).

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de tres concentraciones de stevia en polvo (0.5, 1.0 y 1.5%) sobre la viscosidad aparente, el color, la acidez titulable y la aceptabilidad general en una bebida a base de membrillo (*Cydonia oblonga*) y yacón (*Smallanthus conchifolius*)?

Los objetivos fueron:

Evaluar el efecto de tres concentraciones de stevia en polvo (0.5, 1.0 y 1.5%) sobre la viscosidad aparente, el color, la acidez titulable y la aceptabilidad general en una bebida a base de membrillo (*Cydonia oblonga*) y yacón (*Smallanthus conchifolius*).

Determinar la concentración de stevia (*Stevia rebaudiana* B.) en polvo que produce el mejor color, el menor valor de viscosidad, el menor valor de acidez titulable y la mayor aceptabilidad general en una bebida a base de membrillo (*Cydonia oblonga*) y yacón (*Smallanthus conchifolius*).

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1 Bebida

#### 2.1.1 Definición y características

De acuerdo con Illanes (2015), considera bebida al producto no fermentado, obtenido mediante dilución con agua potable o tratada e ingredientes característicos y productos autorizados (aditivos, edulcorantes, colorantes, saborizantes, etc.). Principalmente están compuestos por zumos de frutas, extractos de frutas o partes de plantas comestibles, frutas, tubérculos y semillas disgregadas, esencias naturales, agentes aromáticos y edulcorantes naturales.

Existen varias clasificaciones para las bebidas, según el CODEX STAN 247-2005 se clasifican en:

**Bebidas de zumos de frutas (bebidas frutadas):** Elaboradas con zumo de fruta (4 al 12%), agua tratada, azúcar y otros productos autorizados, se puede obtener de los correspondientes concentrados. Si llevan aromatizantes, estos deben ser naturales (CODEX STAN 247-2005).

**Bebidas con extractos:** Elaboradas con extractos de la parte comestible de frutas, tubérculos o semillas. Además de agua y edulcorantes, llevan otros ingredientes como cafeína, ácido fosfórico, colorantes, etc. Ej.: energizantes (CODEX STAN 247-2005).

**Bebidas de frutas disgregadas (Néctares):** Contienen frutos triturados en una proporción superior al 4% siendo el resto de su composición igual a las anteriores (CODEX STAN 247-2005).

**Bebidas aromatizadas:** Preparadas con agua tratada, edulcorantes, agentes aromáticos, esencias naturales y aditivos (CODEX STAN 247-2005).

## 2.2 Stevia

### 2.2.1 Definición y características

La stevia (*Stevia rebaudiana* B.) es una planta que presenta en sus hojas una importante concentración de un edulcorante natural dietético, el esteviósido, el cual tiene propiedades más estables que otros edulcorantes sintéticos que ya fueron prohibidos en algunos países por ser cancerígenos. Por estas razones, la potencialidad de este producto es apreciada, además de ser aproximadamente 300 veces más dulce que la sacarosa (Díaz y otros, 2011).

Los responsables del principio edulcorante en las hojas de la stevia son una mezcla de ocho glucósidos diterpénicos (entre los cuales se encuentran principalmente el esteviósido y el rebaúsido A), cada uno con una potencia edulcorante superior a la sacarosa (Gutiérrez, 2009).

El glicósido llamado esteviósido ( $C_{38}H_{60}O_{18}$ ), cuyo poder edulcorante en estado puro y cristalino es 300 veces mayor que el azúcar de caña, es el de mayor importancia por presentar mayor dulzor y por ser el glicósido predominante en las hojas (6-18%) (Díaz y otros, 2011).

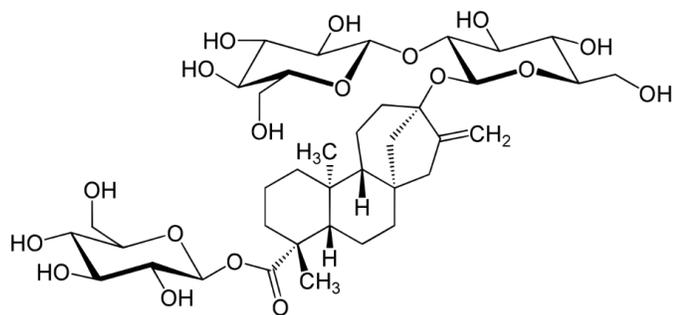


Figura 1. Estructura química del esteviósido

Cuadro 1. Composición nutricional de stevia en polvo Marca Stevita

Componente	Contenido (por cada g )
Valor calórico (kJ)	0
Carbohidratos (g)	0.9
Proteínas (g)	0
Grasas totales (g)	0
Colesterol (mg)	0

Fuente: STEVIAFARMA INDUSTRIAL S.A.

### 2.2.2 Composición química de la stevia

Pasquel y otros (2001) indicaron que las hojas de stevia contienen ocho glucósidos diterpénicos dulces: esteviosido rebaudiósido A, B, C, D, E y glucósido A. De estos glucósidos, las hojas contienen básicamente esteviósido y rebaudiósido A, siendo este último mucho más dulce y con menor sabor amargo que el esteviósido. Sin embargo, el esteviósido se encuentra en mayor proporción y es más estable que los demás glucósidos, además de ser el segundo con mayor poder edulcorante,

en cuanto a los otros glucósidos son menos dulces que el esteviósido y están en mucho menor proporción ( todos suman 1%).

Cerna (2009) indica que, la concentración másica de esteviósido y de rebaudiósido A. es 43-60% y 25-33%, respectivamente del total de glucósidos de la stevia.

Cuadro 2. Composición química de la stevia

<b>Componente</b>	<b>Contenido (por cada 100 g de producto)</b>
Humedad	8.46
Proteína	18.20
Fibra Cruda	10.77
Ceniza	7.83
Carbohidratos	49.97

Fuente: Pasquel y otros (2001)

### **2.2.3 Poder edulcorante de la stevia**

La stevia funciona como reemplazo saludable del azúcar. Además de no poseer ninguna de las características nocivas de los endulzantes industriales, regula la presión arterial y los niveles de insulina, ataca a las bacterias y reduce la necesidad de consumir dulces (Atencio, 2005).

Algunas especies de stevia tienen hojas dulces, no hay otras especies a parte de *Stevia rebaudiana* Bertoni que posean tal intensidad edulcorante (Tucker y Debaggio, 2009).

La Stevia es, en su forma natural, diez a quince veces más dulce que el azúcar común de mesa, mientras que los extractos de Stevia tienen una potencia endulzante de cien a trescientas veces mayor que la del azúcar. Y, mejor aún, la stevia no afecta el metabolismo de la glucosa en la sangre (Atencio, 2005).

#### **2.2.4 Regulación y aprobación de su uso**

La stevia se ha utilizado como edulcorante en Japón por décadas, donde fue introducido en 1970. Durante los años 1970 y 1980 se vendió libremente en tiendas de hierbas y alimentos saludables en los Estados Unidos (Baker, 2010).

A finales de 1980, apareció en los Estados Unidos como un suplemento dietético, pero la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos negó varios intentos de mercado de la stevia como aditivo alimentario (Baker, 2010).

En 1988, los acontecimientos en los Estados Unidos dieron un giro extraño cuando los editores del libro de cocina con stevia fueron ordenados por los agentes federales para destruir todas las copias, en base a que alentaron a la población a utilizar la stevia en formas diferentes a las permitidas (Baker, 2010).

En 1991, una denuncia anónima llevó a la Administración de Alimentos y Drogas de los EE.UU. a la categorización de la stevia como aditivo alimentario inseguro y se prohibió su uso (Baker, 2010).

La prohibición se suprimió en 1994, cuando una nueva ley aprobó, y reconoció el uso de la stevia como un suplemento dietético. Esto

todavía no permite su uso como aditivo alimentario, por ejemplo como edulcorante (Baker, 2010).

La FDA (2011), ha concluido que no existe fundamento para objetar el uso de ciertos preparados refinados de stevia en alimentos. Éstos refinados de stevia pueden ser legalmente vendidos y añadidos a productos alimenticios en los Estados Unidos.

## **2.3 MEMBRILLO**

### **2.3.1 Definición y características**

El membrillo. (*Cydonia oblonga*) pertenece a la familia de las rosáceas. Etimológicamente Cydonia proviene del griego Kudon, Cydon, ciudad de Creta donde se cultivaba el membrillero. Es nativo del sudoeste de África, el membrillero ya era cultivado en Babilonia desde la antigüedad aproximadamente 4000 a.C. (Laureiro, 2009).

El membrillo es una fruta con poco contenido de azúcares y, por tanto, con bajo aporte calórico en el que destacan vitaminas, minerales, potasio y vitamina C. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula (Laureiro, 2009).

### **2.3.2 Variedades**

Según el MINAG (2009), en el Perú existen dos variedades de membrillo:

Membrillo Serrano: Se trata de un fruto de gran tamaño, que aporta buen rendimiento en el proceso industrial.

Membrillo Criollo: Esta variedad es de menor tamaño pero con mayores cualidades aromáticas y de sabor.

### 2.3.3 Composición nutricional del membrillo

Según Alain (2000) el membrillo posee abundante fibra (pectina y mucilagos), además de ácido málico, que forma parte del pigmento vegetal que proporciona sabor a la fruta, con propiedad desinfectante y de favorecer la eliminación de ácido úrico.

Cuadro 3. Composición nutricional del membrillo

<b>Componente</b>	<b>Contenido (por cada 100 g de porción comestible)</b>
Calorías	25.2
Fibra (g)	6.4
Potasio (mg)	200
Magnesio (mg)	6
Calcio (mg)	14
Vitamina C (mg)	13
Carbohidratos (g)	6.3

Fuente: Alain (2000)

### 2.3.4 Formas de empleo y usos

Se ha reportado que las hojas y frutos del membrillero tienen algunos efectos positivos en tratamientos médicos de varias condiciones, incluyendo enfermedades cardiovasculares, hemorroides, asma bronquial y tos. Las hojas de *Cydonia vulgaris* P. Han sido reportadas por tener un efecto tranquilizante (Yildirim, 2001).

El membrillo se considera nutritivo, astringente, estomacal, hepático y aperitivo. Se utiliza contra diarreas, catarros, tuberculosis, inapetencia, insuficiencia hepática, vómitos, grietas en los senos. Sus hojas son calmantes y se usan contra insomnio, nerviosismo y tos ferina. Algunas de las acciones de los taninos son secar y desinflamar la mucosa intestinal, por lo que resultan eficaces en el tratamiento de la diarrea (Yildirim, 2001).

Según Yildirim (2001) se muestran algunas formas de empleo y uso del membrillo:

- a) Fruto : pulpa de membrillo, jalea, compota, vino, zumo y emulsión
- b) Semillas: en algunos países se come como almendras secas
- c) Hojas y flores: infusión, baño (de aceite), decoración

## **2.4 Yacon:**

### **2.4.1 Definición y características**

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una raíz autóctona ampliamente cultivada en la región andina. Es considerado un alimento nutracéutico o funcional debido a sus componentes bioactivos: compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, fructooligosacáridos (FOS) con propiedades prebióticas y compuestos antimicrobianos. La palabra yacón se deriva de la lengua Quechua, que significa Yakku “sin sabor” y Unu “agua”. (Almeida, 2015).

El yacón es un alimento muy nutritivo, que brinda una buena cantidad de minerales (hierro, potasio, magnesio, sodio y calcio), fibra y vitaminas (A, C, E y del complejo B, sobre todo B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub>), algunas de

las cuales tienen propiedades antioxidantes, no tiene almidón ni azúcares como la fructosa o la sacarosa, sino unos compuestos naturales denominados oligofructanos, que le dan su sabor dulce, pero no se absorben en el intestino. (Almeida, 2015).

#### **2.4.2 Propiedades funcionales**

El yacón gana más protagonismo en el mercado por su alto contenido de oligosacáridos no digeribles, como los fructooligosacáridos y la inulina, que son un tipo especial de azúcar que aporta pocas calorías y no eleva el nivel de glucosa en la sangre, así como por el contenido de compuestos fenólicos que han sido asociados con la prevención de ciertas enfermedades crónicas como la aterosclerosis y la diabetes (Choque y otros, 2013).

Además de los prebióticos, el yacón contiene flavonoides, ácidos fenólicos y triptófano, que ejercen actividad antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana y anticancerígena. Los compuestos fenólicos del yacón protegen biomoléculas, como el ADN, lípidos y proteínas, frente al daño causado por los radicales libres. Diversos artículos muestran que existe una mejora en la respuesta del sistema inmunológico como resultado del consumo de fructanos, se ha demostrado que el consumo regular de este tipo de compuestos aumenta la resistencia a infecciones por patógenos intracelulares reduciendo de esta manera alergias en el tracto digestivo (Choque y otros, 2013).

#### **2.4.3 Composición nutricional**

Las raíces de yacón acumulan una cantidad importante de potasio, 1 a 2% del peso seco, y dos compuestos con actividad antioxidante, el triptófano y el ácido clorogénico. El consumo de potasio es

recomendado a personas hipertensas, mientras que los antioxidantes son necesarios para prevenir la acción destructiva de los radicales libres y el envejecimiento celular (Santana y Cardoso 2008).

Cuadro 4. Composición nutricional en base a 100 mL de zumo de yacón

<b>Componente</b>	<b>Contenido (por cada 100 mL de zumo de yacón)</b>
Agua (g)	82.60
Proteína (g)	0.50
Carbohidratos (g)	10.50
Fibra (g)	0.50
Oligofruktosa (g)	12
Calcio (mg)	10
Potasio (mg)	250

Fuente: Santana y Cardoso (2008)

#### **2.4.4 Características fisicoquímicas y componentes bioactivos**

Los compuestos bioactivos del yacón han generado interés por su importancia en la vida humana. Las principales sustancias constituyentes son agua y carbohidratos, los cuales son almacenados principalmente en forma de fructooligosacáridos (FOS) y otros azúcares libres como glucosa y fructosa (Santana y Cardoso, 2008).

El porcentaje de agua de las raíces es alrededor del 83 al 90% del peso fresco, 0,4 a 2,2% de proteína, y 20% de azúcares. Debido al

contenido de agua, el valor energético de la raíz es bajo. Este factor también reduce su vida útil en condiciones ambientales – aproximadamente 7 días- ya que los tejidos internos de las raíces son muy delicadas; característica que los predispone a sufrir grietas o romperse fácilmente durante la cosecha, el embalaje y el transporte (Santana y Cardoso, 2008).

El nivel de azúcar de las raíces de yacón puede variar dependiendo de factores como la localización, temporada de crecimiento, condiciones y manejo poscosecha. En el Perú, los investigadores han encontrado raíces con carbohidratos compuestos de 40-70% de FOS, 5-15% de sacarosa, 5-15% de fructosa y menos que el 5% de glucosa sobre la base seca (Choque y otros, 2013).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizarán en el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

#### 3.2 Materiales e Insumos

- Membrillo (*Cydonia oblonga*) variedad Criollo, proveniente de Virú (región de la Libertad) y yacón (*Smallanthus conchifolius*) variedad blanca, proveniente de Oxapampa (región de Pasco); ambos fueron adquiridos en el mercado La Hermelinda de Trujillo.
- Recipiente de acero inoxidable de 3 L
- Probeta de 50 mL
- Vasos de precipitación de 50, 600 y 10000 mL
- Matraz de 250 mL
- Pipetas de 10 mL
- Tabla para picar
- Cuchillos
- Fenolftaleína 0.1%
- Stevia en polvo Marca Stevita
- Botellas de vidrio de 250 mL
- Embudo de plástico
- Colador de doble malla de acero inoxidable
- Ácido ascórbico 0.2%
- Ácido cítrico 0.05%

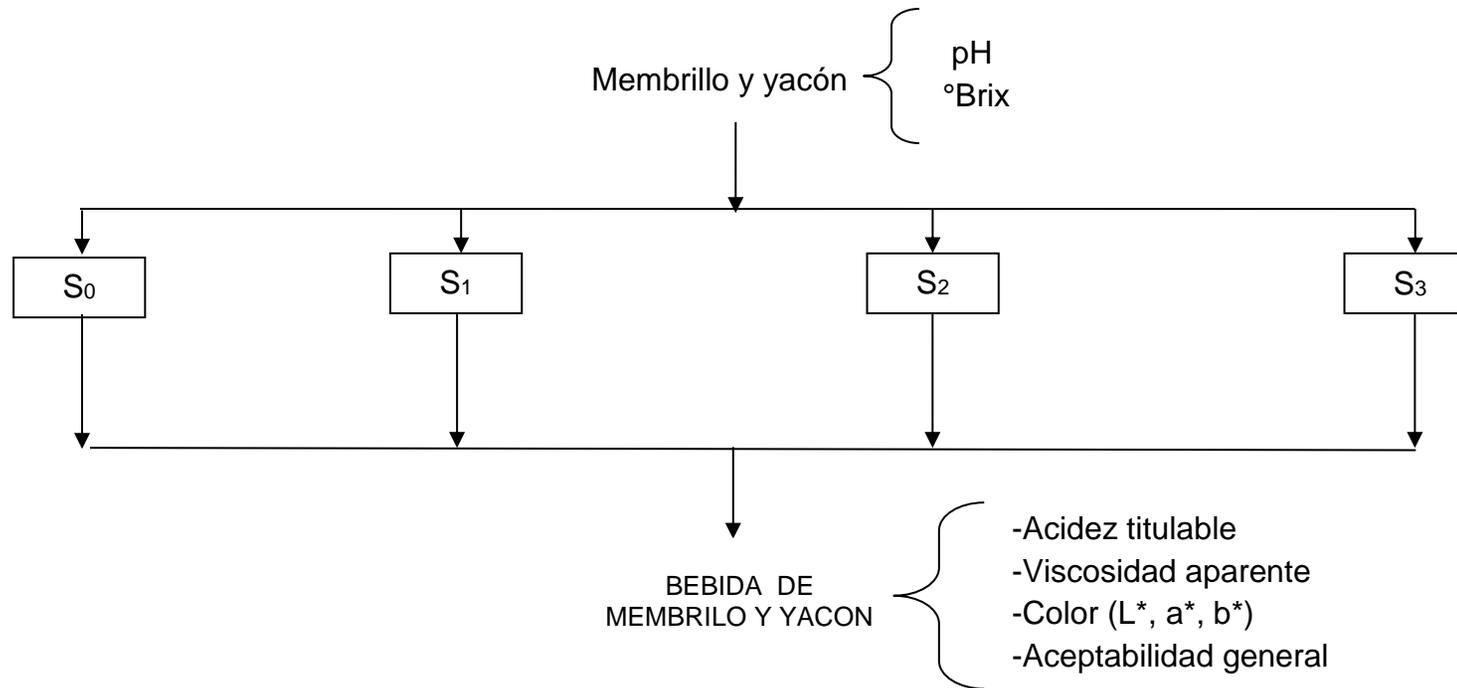
### 3.3 Equipos e instrumentos de laboratorio

- Licuadora semi-industrial. Marca Metal Mecánica Agroindustrial en 500 rpm.
- Balanza analítica Sartorius. Capacidad 0 – 210 g, sensibilidad aproximada 0.0001 g.
- Termómetro digital. Multidigital. Rango de 0 a 100 °C. Precisión  $\pm$  0.01 °C.
- Cocina eléctrica. Marca Selecta.
- pH metro. Marca Mettler Toledo. Rango de 0-14, sensibilidad aprox. 0.01.
- Brixómetro. Marca BoecoGermany Rango 45-72 °B
- Refractómetro. Atago, rango: 0-32 °Brix, +/- 0.2%, calibrado a 20 °C.
- Colorímetro Kónica–Minolta modelo CR-400.
- Reómetro. Marca Brookfield modelo RVDV-III+ rango 0 – 100 rpm.

### 3.4 Método experimental

#### 3.4.1 Esquema experimental

La Figura 1 muestra el esquema experimental para evaluar el efecto de stevia en polvo sobre la acidez titulable, viscosidad, color y aceptabilidad general de una bebida a base de membrillo y yacón. Son variables independientes: la concentración de stevia, y variables dependientes: contenido de sólidos solubles, viscosidad, acidez titulable y aceptabilidad general.



Leyenda

- S<sub>0</sub>: Concentración de stevia en polvo, 0%
- S<sub>1</sub>: Concentración de stevia en polvo, 0.5%
- S<sub>2</sub>: Concentración de stevia en polvo, 1.0%
- S<sub>3</sub>: Concentración de stevia en polvo, 1.5%

Figura 2. Esquema experimental para evaluar la adición de stevia en polvo en una bebida a base de membrillo y yacón

### 3.4.2 Formulación de la bebida a base de membrillo y yacón

En el Cuadro 5, se presenta los porcentajes para la elaboración del néctar mixto de granadilla y carambola.

Cuadro 5. Formulación de bebida a base de membrillo y yacón

Ingredientes	Cantidad (%)			
	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
Zumo de yacón	18	18	18	18
Pulpa de membrillo	12	12	12	12
Agua	69.75	69.75	69.75	69.75
Sorbato de potasio	0.05	0.05	0.05	0.05
Ácido ascórbico	0.20	0.20	0.20	0.20
Stevia en polvo	0.0	0.5	1.0	1.5

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.3 Procedimiento experimental para la obtención de pulpa de membrillo

En la Figura 3, se presenta el diagrama de flujo para la obtención de pulpa de membrillo

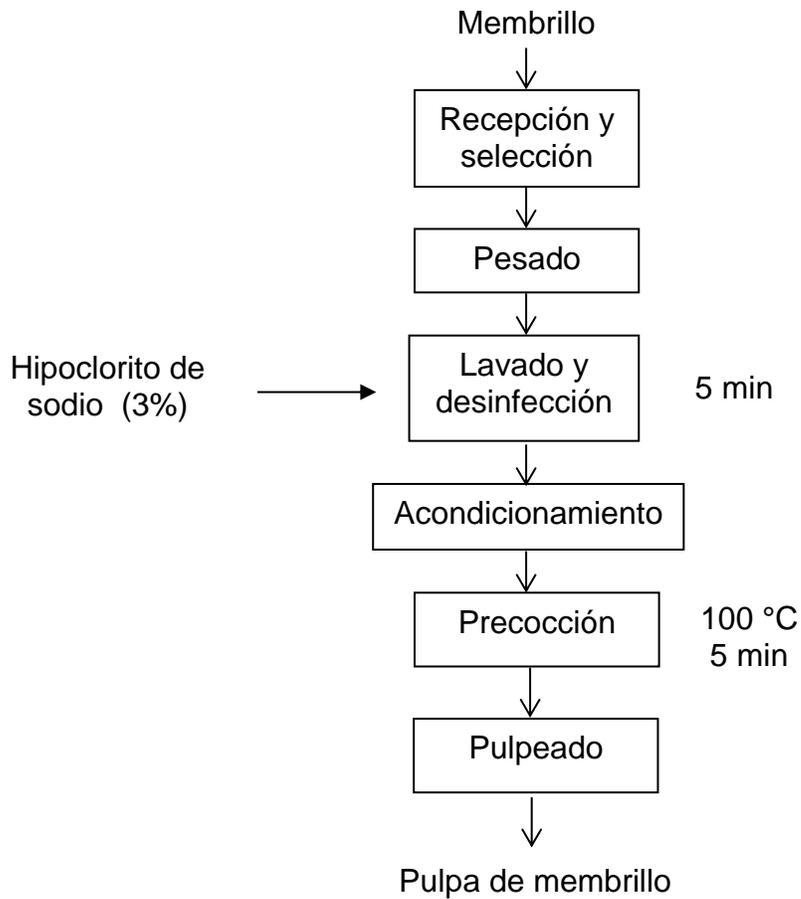


Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de membrillo

A continuación, se describe las etapas seguidas para obtención de pulpa de membrillo.

**Recepción y clasificación.** Se recepcionó y seleccionó aquellos frutos que no tengan signos de daños mecánicos o contaminación microbiana mediante una inspección visual.

**Pesado.** Se realizó de forma manual con la finalidad de determinar el rendimiento que se puede obtener del fruto.

**Lavado y desinfección.** El lavado de la materia prima se llevó a cabo en forma manual bajo fricción y con agua potable con la finalidad de eliminar suciedad, pelusa y/o restos de tierra adheridos en la superficie de la fruta. La desinfección se realizará sumergiendo los membrillos en una solución preparada con 5mL de hipoclorito de sodio al 3% en 10 L de agua por 5 minutos.

**Acondicionamiento.** El membrillo se cortó en pequeños trozos con cuchillos de acero inoxidable en forma manual, extrayendo las semillas. Luego ingresarán de forma inmediata a la siguiente etapa para evitar que la materia prima se pardee.

**Precocción.** Los trozos de membrillo fueron colocados en agua a 100 °C por 5 minutos para ablandarlos e inactivar las enzimas que oscurecen y modifican el sabor.

**Pulpeado.** Se colocaron los trozos de membrillo en una licuadora semi industrial a velocidad constante

#### **3.4.4 Procedimiento experimental para la obtención de zumo de yacón**

En la Figura 4, se presenta el diagrama de flujo para la obtención de zumo de yacón

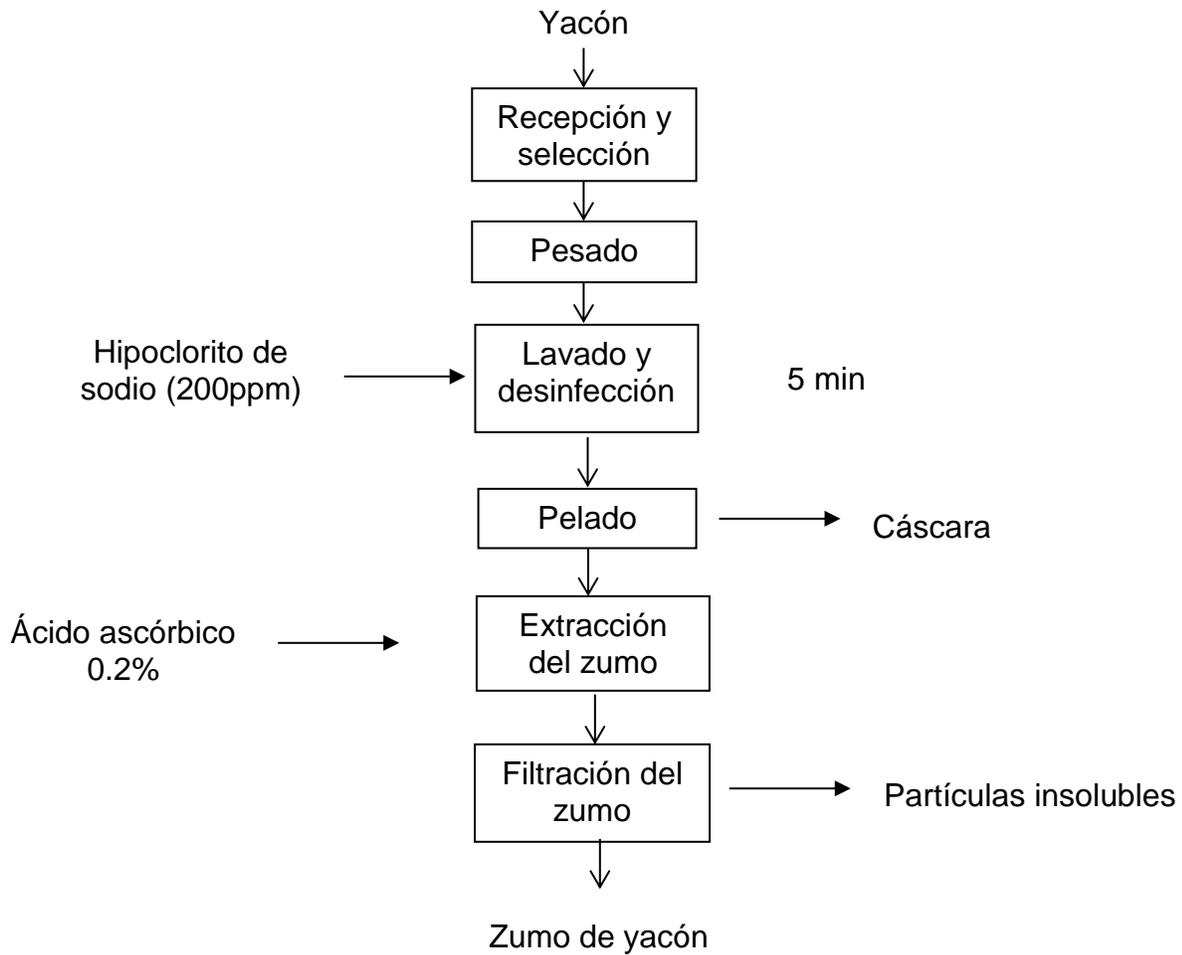


Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de zumo de yacón

A continuación se describe las etapas seguidas para la elaboración de zumo de yacón

**Recepción y selección.** Se recepcionó y seleccionó aquellas raíces que no tengan signos de daños mecánicos o contaminación microbiana mediante una inspección visual

**Pesado.** Se realizó de forma manual con la finalidad de determinar el rendimiento que se puede obtener de la raíz

**Lavado y desinfección.** Mediante el lavado se retiró abundante tierra y materia orgánica adherida a la cáscara. Para la desinfección se sumergieron las raíces en solución acuosa de 200 ppm de hipoclorito de sodio durante 5 minutos, para así reducir la carga microbiana.

**Pelado.** Se usó peladores domésticos de papa. Se retiró minuciosamente toda la cáscara ya que en ella se concentra una cantidad muy alta de compuestos químicos propensos al pardeamiento enzimático.

**Extracción del zumo.** Se utilizó un extractor de jugos y se adicionó una solución de ácido ascórbico al 0.2% para controlar el pardeamiento enzimático

**Filtración del zumo.** Se usaron mallas finas de 100  $\mu\text{m}$  para retener las partículas insolubles en el zumo. Se obtienen alrededor de 22% de residuos retenidos durante la filtración. Al zumo filtrado se le añadió 0.08% ácido cítrico, con el fin de regular el pH, haciéndolo menos susceptible a microorganismos durante el almacenamiento

#### **3.4.5 Procedimiento experimental para la elaboración de la bebida a base de membrillo y yacón**

Finalmente en la Figura 5 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de la bebida a base de membrillo y yacón

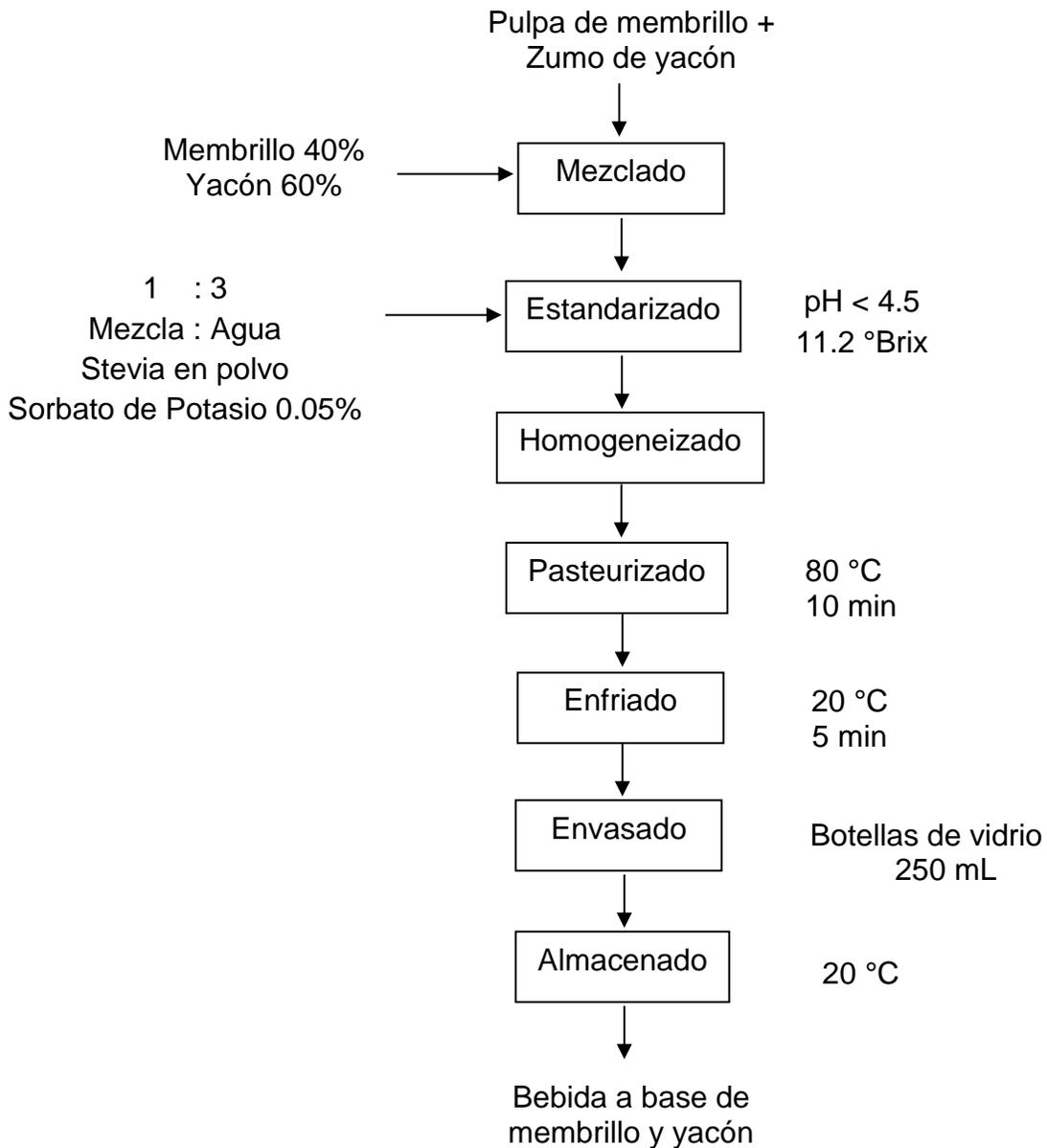


Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de bebida a base de membrillo y yacón

A continuación, se describe cada una de las operaciones según el diagrama de flujo

**Mezclado.** En este proceso se mezcló la pulpa de membrillo y el zumo de yacón en una proporción de: 40 : 60%

**Estandarizado** .Se efectuó una dilución en una proporción de 1:3 y, luego se añadió la stevia en polvo en tres concentraciones: 0.5, 1.0 y 1.5% asimismo, se reguló los °Brix a 11.2 como indica la Norma Técnica Peruana para pulpa de membrillo y el pH fue 4.1, siendo menor a 4.5 como indica la NTP 203.110.2009

**Homogeneizado.** La mezcla se colocó en una licuadora semi industrial, este proceso se repetirá tres veces para cada tratamiento

**Pasteurización.** Se pasteurizó a 80 °C, por un periodo de tiempo de 10 min., para inhibir la carga microbiana y asegurar la inocuidad de la bebida funcional

**Envasado.** El envasado se realizó en botellas de vidrio de capacidad de 250 mL con ayuda de un embudo, para evitar la formación de espuma, a 80 °C

**Enfriado.** Los envases sellados se sumergieron en un recipiente con agua a temperatura ambiente durante 5 minutos.

**Almacenado:** La bebida se almacenó a temperatura ambiente, en un lugar fresco, seco y limpio, con el fin de garantizar la conservación de producto hasta el análisis

### 3.5 Métodos de análisis

#### 3.5.1 Determinación de acidez titulable

Se midió 10 mL de muestra y se colocó en un vaso de precipitado de 50 mL. Se añadió 4 gotas de fenolftaleína y se titulará la muestra con una solución de NaOH 0.1 N. hasta la aparición del color rosa. El resultado se expresó en porcentaje de ácido cítrico (A.O.A.C ,1995).

$$\%AT = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * \text{meq}_{\text{ác.cítrico}} * 100}{V}$$

Dónde:

$V_{\text{NaOH}}$ : gasto de NaOH en titulación 0.1N

$N_{\text{NaOH}}$ : Normalidad del NaOH 0.1N

V: Volumen de la muestra (mL)

#### 3.5.2 Determinación de la viscosidad aparente

Se utilizó el reómetro digital Brookfield modelo RVDV – III. Cada formulación fue evaluada a una temperatura de 25 °C con el husillo de 2 mm a 100 rpm.

Se tomó en cuenta que para la toma de datos en el reómetro se consideró la temperatura, el tiempo de espera de medición (1 min aprox.) (A.O.A.C ,1995).

### **3.5.3 Determinación de color**

Se determinó el color usando el sistema CIELAB, utilizando el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-400. Posteriormente se determinó la luminosidad  $L^*$  (0 para negro y 100 para blanco), valor  $a^*$  (-120 a +120 de rojizo a verduzco) y valor  $b^*$  (-120 a +120 de amarillento a azulado). El colorímetro fue calentado durante 20 minutos y calibrado con un blanco estándar previamente a su uso. (A.O.A.C ,1995).

### **3.5.4 Determinación de aceptabilidad general**

La bebida funcional a base de membrillo (*Cydonia oblonga*) y yacón (*Smallanthus conchifolius*) se sometió a un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad general usando una escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde 9: me gusta muchísimo, 8: me gusta mucho, 7: me gusta bastante, 6: me gusta ligeramente, 5: ni me gusta ni me disgusta, 4: me disgusta ligeramente, 3: me disgusta bastante, 2: me disgusta mucho y 1: me disgusta muchísimo. La evaluación se realizará en cabinas individuales con 30 panelistas no entrenados. La ficha se muestra en la figura 5. (Anzaldúa-Morales, 2005).

Nombre..... Fecha.....

Producto: Bebida a base de membrillo y yacón

Pruebe las muestras de la bebida funcional de membrillo y yacón que se le presenta e indique, según la escala, su opinión sobre ellas.

Marque con una (X) en el reglón que corresponda a la percepción de aceptabilidad de la muestra.

Escala	Muestras			
	123	230	324	432
Me gusta muchísimo				
Me gusta Mucho				
Me gusta bastante				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta bastante				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005)

Figura 6. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para la bebida a base de membrillo y yacón

### **3.6 Métodos estadísticos**

El análisis estadístico correspondió a un estudio unifactorial con cuatro repeticiones. A los valores de los resultados de las variable paramétricas: acidez titulable, viscosidad y color, se les aplicó la pruebas de Levene modificada, para determinar la homogeneidad de varianzas; luego, el análisis de varianza, para determinar la significancia; finalmente, la prueba de Duncan, para determinar el mejor tratamiento; todas al nivel del 95% de confianza. A los valores del resultado de la aceptabilidad general, se les aplicó las pruebas de Friedman y Wilcoxon, al nivel del 95% de confianza. Todos los valores se procesaron con el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 17.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Efecto de la concentración de stevia en polvo sobre la acidez titulable en bebida de membrillo y yacón

En la Figura 7, se observa que al aumentar la concentración de stevia en polvo en la bebida a base de membrillo y yacón, la acidez titulable aumentó de 0.40 a 0.44%

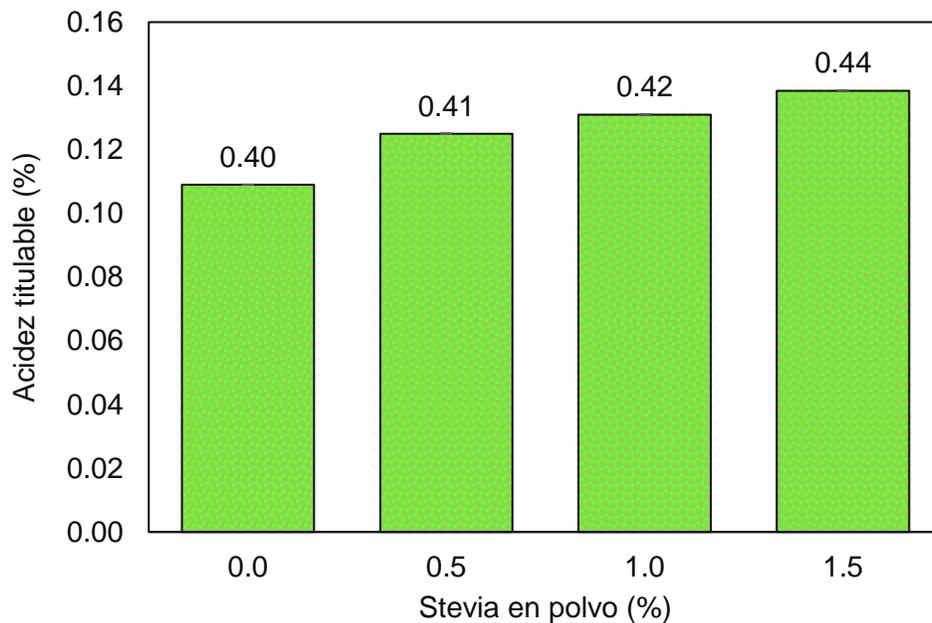


Figura 7. Acidez titulable en la bebida a base de membrillo y yacón con concentraciones de stevia

Resultados similares fue reportados por Baño (2010) que desarrolló una bebida no carbonatada cítrica endulzada con stevia (*Stevia rebaudiana* B.) como sustituto del azúcar, en la formulación de la bebida, se usó (0.25, 0.50

,0.75 y 1%). De los análisis realizados se obtuvo rangos de pH comprendidos entre 2.9 – 3.1 y la acidez se mantuvo constante en 0.45%, valores cercanos a los obtenidos en esta investigación, observando que al aumentar la concentración de stevia en polvo en la bebida a base de membrillo y yacón, la acidez titulable aumentó, posiblemente al contenido de inulina que presenta la stevia en polvo.

En el Cuadro 6, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de acidez en la bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia, indicando la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 1. Prueba de Levene modificada para contenido de acidez en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia

Levene	p
0.667	0.589

En el Cuadro 7, se muestra el análisis de varianza para los valores de acidez en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia. El análisis de varianza indica que la concentración de stevia presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la acidez titulable en bebida a base de membrillo y yacón.

Cuadro 2. Análisis de varianza para contenido de acidez en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia

Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Stevia	3	0.002	0.001	43.333	0.000
Error	12	0.000	0.000		
Total	15	0.002			

En el Cuadro 8 se observa la prueba de Duncan, se observa en el subgrupo 1 a la bebida a base de membrillo y yacón sin stevia que presentó menor acidez titulable (0.40%), siendo la bebida del subgrupo 2 con 0.41% de acidez titulable el mejor tratamiento, debido a que presentó menor porcentaje de acidez titulable

Cuadro 8. Prueba de Duncan para contenido de acidez en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia

Stevia en polvo (%)	Subgrupo		
	1	2	3
0.0	0.40		
0.5		0.41	
1.0		0.42	
1.5			0.44

Caruajulca (2012) evaluó el efecto de la concentración de extracto de stevia (*Stevia rebaudiana* B.) sobre las características fisicoquímicas (sólidos solubles, pH y acidez) en néctar de membrillo. Estudió tres tratamientos con tres proporciones de stevia, el primer tratamiento con 0.3% de extracto de stevia; el segundo tratamiento, con 0.5 % y el tercer tratamiento, con 0.7%. Obteniendo 0.38% de ácido cítrico en el primer tratamiento, 0.41% de en el segundo tratamiento y 0.43% en el tercer tratamiento, valores cercanos a los obtenidos en esta investigación, en el cuál se obtuvo un porcentaje de acidez de 0.40 a 0.44%.

Según Norma Técnica Peruana (2009); para jugos, néctares y bebidas de fruta el rango de acidez es de 0.4 a 0.6% como máximo. En esta investigación los valores obtenidos de porcentaje de acidez titulable fueron de 0.40 a 0.44%, los cuales están dentro del rango establecido.

#### **4.2 Efecto de la concentración de stevia en polvo sobre la viscosidad en bebida de membrillo y yacón**

En la Figura 8, se observa que al aumentar la concentración de stevia en la bebida a base de membrillo y yacón, la viscosidad aparente aumentó de 11.48 a 15.34 mPa.s.

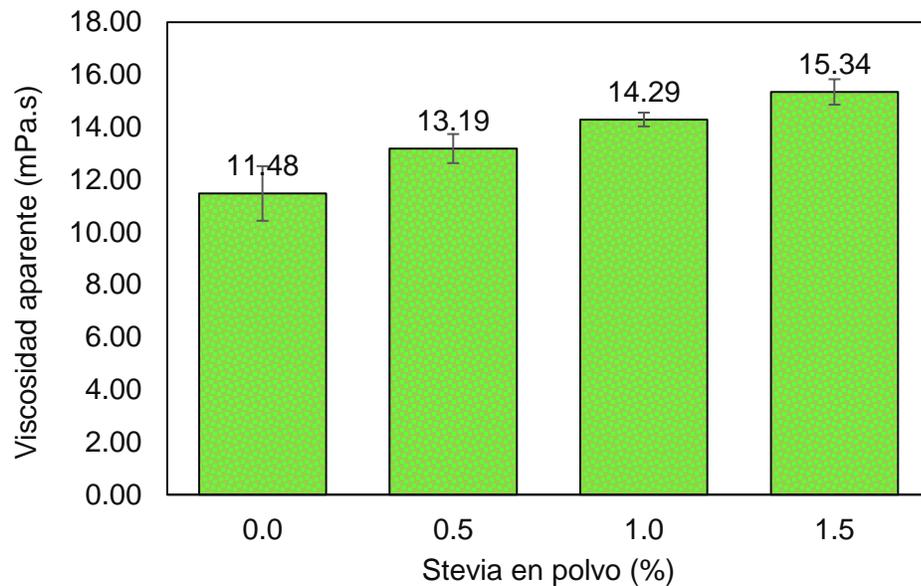


Figura 8. Variación de la viscosidad en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia

Pérez (2017) realizó la evaluación sensorial y fisicoquímica de néctar de mango y maracuyá endulzada con stevia a distintas concentraciones (0.25, 0.50, 0.75 y 1%), obteniendo 4 tratamientos cuyas viscosidades fueron: T1 (12.00 mPa.s), T2 (11.80 mPa.s), T3 (13.80 mPa.s), T4 (12.80) .; valores similares a lo reportado en esta investigación cuyas viscosidades para 4 tratamientos fueron: T1 (11.48 mPa.s), T2 (13.19m Pa.s), T3 (14.29 m Pa.s) y T4 (15.34 mPa.s), observando que al aumentar la concentración de stevia en la bebida a base de membrillo y yacón, la viscosidad aparente aumentó, posiblemente al contenido de hidratos que presenta la stevia en polvo

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de viscosidad en la bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia, indicando la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ); por

lo que, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 9. Prueba de Levene modificada para contenido de viscosidad en la bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia

<b>Levene</b>	<b>p</b>
0.984	0.433

En el Cuadro 10, se muestra el análisis de varianza para los valores de viscosidad en bebida a base de membrillo y yacón, indicando que la concentración de stevia presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 10. Análisis de varianza para los valores de viscosidad en bebida a base de membrillo y yacón con concentraciones de stevia

<b>Origen</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Stevia	3	32.804	10.935	25.834	0.000
Error	12	5.079	0.423		
Total	15	37.883			

En el Cuadro 11, se observa la prueba Duncan aplicada a los valores de viscosidad en bebida a base de membrillo y yacón. En esta prueba se observa en el subgrupo 1 a la bebida a base de membrillo y yacón sin stevia presentó menor viscosidad aparente (11.48 mPa.s), siendo la bebida con stevia al 0.5%

del subgrupo 2 con una viscosidad aparente de (13.19 mPa.s) el mejor tratamiento, debido a que presentó menor valor de viscosidad.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para valores de viscosidad en bebida de membrillo y yacón con concentraciones de stevia

Stevia en polvo (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
0.0	11.48			
0.5		13.19		
1.0			14.29	
1.5				15.34

Caruajulca (2012) realizó un estudio de la influencia de extracto de stevia sobre las características fisicoquímicas en néctar de durazno, El tratamiento S1 con 0.3% de extracto de stevia tuvo una viscosidad aparente de 25.56, el tratamiento S2 con 0.5% de extracto de stevia tuvo una viscosidad aparten de 26.82 de y el tratamiento S3 con 0.7% de extracto de Stevia tuvo una viscosidad aparente de 27.50. Por lo tanto se concluye que en ambas investigaciones no hubo diferencia significativa en cuanto a los valores de viscosidad aparente entre los tratamientos evaluados.

#### **4.3 Efecto de la concentración de stevia en polvo sobre el color (L\*, a\* y b\*) en una bebida a base de membrillo y yacón**

En la Figura 9 se observa que al aumentar la concentración de stevia en la bebida a base de membrillo y yacón los valores de luminosidad (L\*) presentaron tendencia a disminuir de 25.38 a 24.25.

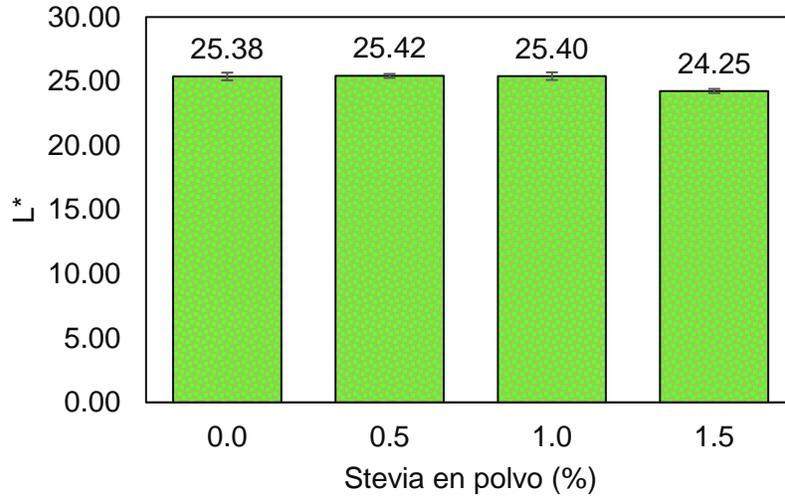


Figura 9. Valores de luminosidad L\* en la bebida a base de membrillo y yacón a diferentes concentraciones de stevia.

En la Figura 10, se observa que al aumentar la concentración de stevia en polvo en la bebida a base de membrillo y yacón los valores de  $a^*$  presentaron tendencia a disminuir donde los valores se encontraron en el rango de -0.56 a -0.76.

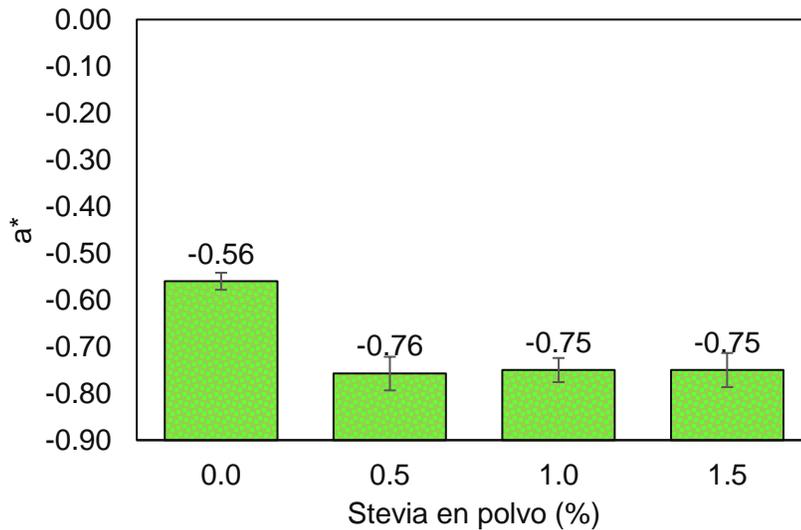


Figura 10. Valores de cromaticidad  $a^*$  en la bebida a base de membrillo y yacón a diferentes concentraciones de stevia

En la Figura 11, se observa que al aumentar la concentración de stevia en polvo en la bebida a base de membrillo y yacon los valores de  $b^*$  fluctuaron en el rango de 5.12 a 5.42.

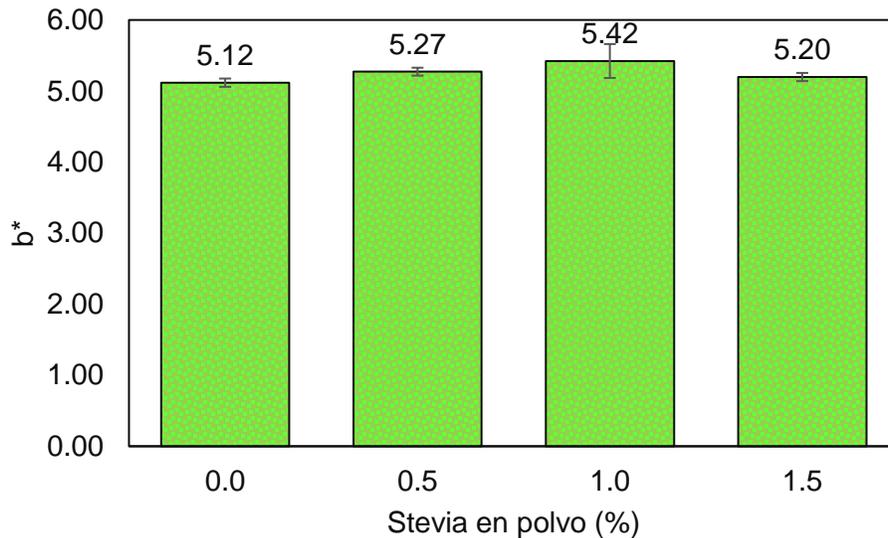


Figura 11. Valores de cromaticidad  $b^*$  en la bebida a base de membrillo y yacón a diferentes concentraciones de stevia.

Pérez (2017) elaboró néctar de maracuyá y mango endulzada con stevia a distintas concentraciones (0.25, 0.50, 0.75 y 1g). Obteniendo para F1:  $L^*$  26.56,  $a^*$  5.16 y  $b^*$  1.29; para F2:  $L^*$  26.80,  $a^*$  5.87 y  $b^*$  1.46; así mismo para F3:  $L^*$  26.47,  $a^*$  5.41 y  $b^*$  1.54 respectivamente. Al comparar con lo obtenido en esta investigación observamos que  $L^*$  presenta valores de 24.25 a 25.42,  $a^*$  de -0.76 a -0.56 y  $b^*$  de 5.12 a 5.42; donde  $L^*$  presenta valores similares a lo reportado, en cuanto a  $a^*$  y  $b^*$ , sus valores son diferentes.

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada al valor de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , indicando existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ) en bebida a base de membrillo y yacón; por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 12. Prueba de Levene modificada para los valores de color (L\*, a\* y b\*) en una bebida a base de membrillo y yacón

Variable	Levene	p
L*	0.186	0.904
a*	1.152	0.368
b*	1.456	0.276

En el Cuadro 13, se presenta el análisis de varianza que la concentración de stevia presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre L\*, a\* y b\* en bebida a base de membrillo y yacón

Cuadro 13. Análisis de varianza para los valores de color (L\*, a\* y b\*) en una bebida a base de membrillo y yacón

Variable	Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
L*	Stevia	3	3.995	1.332	23.164	0.000
	Error	12	0.690	0.057		
	Total	15	4.684			
a*	Stevia	3	0.111	0.037	40.945	0.000
	Error	12	0.011	0.001		
	Total	15	0.122			
b*	Stevia	3	0.202	0.067	4.030	0.034
	Error	12	0.201	0.017		
	Total	15	0.403			

En el Cuadro 14, en la prueba de Duncan, se observa en el subgrupo 1 a la bebida a base de membrillo y yacon con stevia al 1.5% que presentó menor valor de L\* (24.25); siendo la bebida con concentración al 0.5% el mejor tratamiento, debido a que presentó mayor valor de luminosidad

Cuadro 14. Prueba de Duncan para L\*

Stevia en polvo (%)	Subgrupo	
	1	2
1.5	24.25	
0.0		25.38
1.0		25.40
0.5		25.42

En el Cuadro 15, en la prueba de Duncan, se observa en el subgrupo 2 a la bebida a base de membrillo y yacon sin stevia que presentó mayor valor de a\* (-0.56); siendo la bebida con concentración al 1.0% el mejor tratamiento, debido a que presentó mayor valor de cromaticidad a\*

Cuadro 15. Prueba de Duncan para a\*

Stevia en polvo (%)	Subgrupo	
	1	2
0.5	-0.76	
1.5	-0.75	
1.0	-0.75	
0.0		-0.56

En el Cuadro 16, en la prueba de Duncan, se observa en el subgrupo 2 a la bebida a base de membrillo y yacon sin stevia que presentó menor valor de  $b^*$  (5.12); siendo la bebida con concentración al 1.0% el mejor tratamiento, debido a que presentó mayor valor de cromaticidad  $b^*$

Cuadro 16. Prueba de Duncan para  $b^*$

Stevia en polvo (%)	Subgrupo	
	1	2
0.0	5.12	
1.5	5.20	5.20
0.5	5.27	5.27
1.0		5.42

#### 4.4 Efecto de la concentración stevia en polvo sobre la aceptabilidad general en bebida de membrillo y yacón

En la Figura 12 se observa que la bebida a base de membrillo y yacon con estevia al 1.0% presentó mayor promedio en aceptabilidad general de 7.10, y la bebida sin stevia menor aceptación con 3.43.

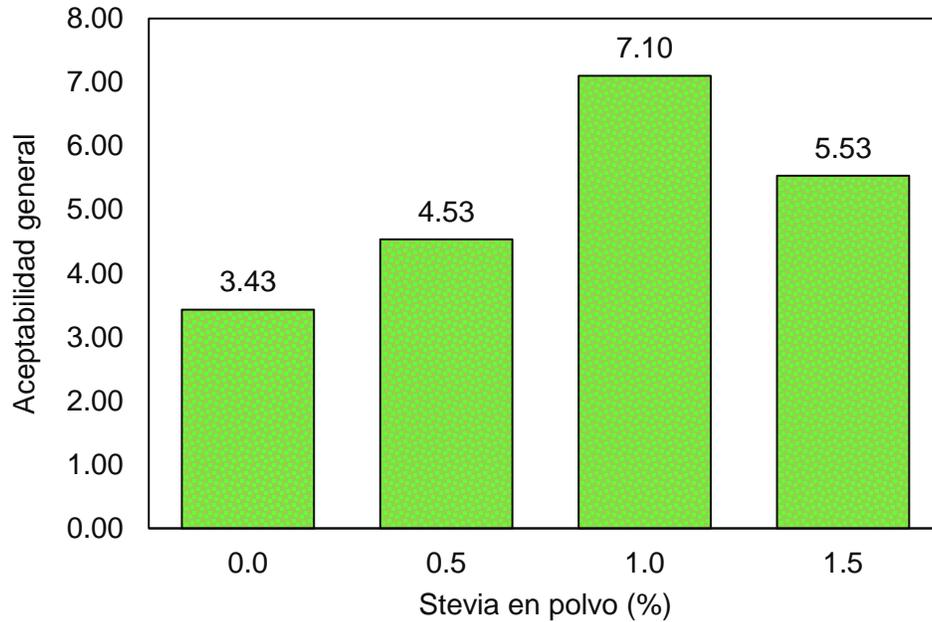


Figura 12. Aceptabilidad general en la bebida a base de membrillo y yacón

En el Cuadro 17 la prueba de Friedman indica diferencia significativa entre las muestras evaluadas ( $p < 0.05$ ), además la bebida a base de membrillo y yacón con stevia al 1.0% presentó mayor promedio de 7.10 y moda 7 correspondiente a la percepción "Me gusta bastante".

Cuadro 17. Prueba de Friedman para los valores de aceptabilidad general en la bebida de membrillo y yacón

Stevia en polvo (%)	Promedio	Rango promedio	Moda
0.0	3.43	1.42	4
0.5	4.53	2.12	4
1.0	7.10	3.73	7
1.5	5.53	2.73	6
Chi-cuadrado		57.708	
P		<b>0.000</b>	

Borja y Stalin (2012) prepararon una bebida light de arándano (*Vaccinium floribundum*) donde los factores fueron: pulpa de arándano en tres concentraciones: 30.0, 37.5 y 45.0%, stevia al 0.4, 0.8 y 1.2%. El análisis sensorial se realizó mediante la prueba de satisfacción, con el resultado óptimo de 30% de pulpa y 0.8% de stevia. De acuerdo con los resultados de las diferentes evaluaciones sensoriales, se concluyó que los catadores encontraron diferencia significativa en lo referente al color, olor, sabor y aceptabilidad entre los distintos tratamientos.

Evangelista (2015) determinó el efecto de la concentración de extracto de stevia (*Stevia rebaudiana* B.) sobre las características sensoriales (color, olor y sabor) en una bebida a base de sanki (*Corryocactus brevistylus*). En el análisis sensorial utilizó una escala del 1 al 9 con un panel no entrenado de 62 personas seleccionadas al azar, quienes calificaron tres tratamientos: 0.5, 1.0 y 1.5% de extracto de stevia en cuanto a los atributos de color, olor y sabor; la prueba de Friedman indicó que existió efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la concentración de extracto de stevia sobre las características sensoriales (color, olor y sabor) de la bebida a base de sanki, tendencias similares a lo reportado en esta investigación.

En el Cuadro 18 la prueba de Wilcoxon indica que el tratamiento de mayor aceptación (stevia en polvo al 1.0%) fue estadísticamente diferente a las demás ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 18. Prueba de Wilcoxon para los valores de aceptabilidad general en la bebida de membrillo y yacón

	<b>Stevia en polvo (%)</b>	<b>W</b>	<b>P</b>
	0.0	900.0	<b>0.000</b>
1.0	0.5	868.5	<b>0.000</b>
	1.5	702.0	<b>0.000</b>

## V. CONCLUSIONES

La concentración de stevia en polvo presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre acidez titulable, viscosidad, color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) y aceptabilidad general de la bebida a base de membrillo y yacón.

La prueba de Duncan determinó que la concentración 1.5% de stevia en polvo presentó mayor valor de viscosidad (15.34 mPa.s).

Las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon determinaron que el mejor tratamiento en aceptabilidad fue 1.0% de concentración de stevia en polvo, con un promedio de 7.10, moda 7 correspondiente a la percepción "Me gusta bastante", con 0.41% de acidez titulable, viscosidad de 13.19 mPa.s, color de 25.42  $L^*$ , -0.75  $a^*$ , 5.42  $b^*$

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar un estudio técnico económico, con el fin de lograr la industrialización de la bebida de membrillo y yacón endulzada con stevia en polvo.

Realizar diluciones en distintas proporciones en el proceso de estandarizado

Determinar el tiempo de vida útil de la bebida de membrillo y yacón endulzada con stevia en polvo.

Realizar un estudio de pre-factibilidad económica para determinar la rentabilidad del producto elaborado.

Experimentar la combinación de yacón con otras frutas en la elaboración de la bebida, con el fin de aumentar su aceptabilidad y diversificar sus usos o aplicaciones en la industria de alimentos.

## VII. BIBLIOGRAFIA

Alain, M. 2000. El Membrillo: Composición nutricional, usos y propiedades. Editorial Las Mil y Una Ediciones. Madrid, España.

Almeida, P. 2015. Yacón (*Smallanthus sonchifolius*): A Food with Múltiple Functions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(1), 32–40.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

Atencio, F. 2005. Enciclopedia práctica de las medicinas alternativas. Primera edición. Editorial Ediciones LEA S.A. Buenos Aires, Argentina.

A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. Edición 16. Association of Analytical Chemists. Washington D.C. - U.S.A.

Baker, M. 2010. Sweeteners and the wellness debate. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 21(1):9-15

Baño, M. 2010. Estudio del edulcorante natural stevia (*Stevia rebaudiana* B.) en una bebida no carbonatada cítrica. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias de la Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Borja, M. y Stalin, J. 2012. Elaboración y optimización de una bebida light de mortiño (*Vaccinium floribundum*) .Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú

Caruajulca (2012). Efecto de la concentración de extracto de stevia (*Stevia rebaudiana* B.) sobre las características fisicoquímicas en néctar de membrillo. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Cerna, M. 2009. Determinación del contenido de esteviósido en las hojas de *Stevia rebaudiana* B. *Revista Agroquímica*. 25(2): 268-272

Choque, D., Da Silva, C. y Pastore, G. 2013. Yacón (*Smallanthus sonchifolius*): A functional food. *Plant Foods for Human Nutrition*, 26(1):12-18

Díaz, R., Núñez, M., Ladrón, C y Quintana, N. 2011. Evaluación del mercado de edulcorantes no calóricos, como destino de la stevia (*Stevia rebaudiana* B.) y el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) producidos en el Perú. Tesis de Maestría en Administración. Universidad ESAN. Lima, Perú.

Evangelista, W. 2015. Efecto de edulcorante natural de stevia sobre las características sensoriales de una bebida a base de sanky (*Corryocactus brevistylus*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Industria de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú.

FDA. 2011. *Stevia rebaudiana*. "Combined Compendium of Food Additive Specifications" Plant. Editado por Ecocrop.

Illanes, A. 2015. Alimentos funcionales y biotecnología. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(1): 5–8.

Laureiro, L. 2009. Estado actual y perspectivas de la producción e industrialización del membrillo en Uruguay. Monografía para la obtención del Título de Contador Público - Plan 90. Universidad de la República de Uruguay.

MINAG. Portal Agrario - Recurso Forestal. 2009. URL disponible en: [http://www.portalagrario.gob.pe/rnnc\\_membrillo.shtml](http://www.portalagrario.gob.pe/rnnc_membrillo.shtml)

Norma Técnica Peruana 203.110:2009; jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisito. 1° Edición.

Obregón, D. 2010. Trastornos al desarrollo y al equilibrio del organismo de las personas *Revista Conocimiento*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú

Pasquel, A.; Marqués, M. y Meireles, A. 2001. Extracción de la stevia. *Revista Conocimiento*. 24(2): 15–28.

Pérez, I. 2017. Evaluación sensorial y fisicoquímica de néctar de mango y maracuyá endulzada con stevia. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias de la Universidad Agraria. Guayaquil, Ecuador.

Santana, I. y Cardoso, M. 2008. Raíz tuberosa de yacón (*Smallanthus sonchifolius*): aspectos tecnológicos y nutricionales. *Ciencia Rural*, 38(3):898–905

Tucker, A. y Debaggio, T. 2009. The enciplopedia of herbs. A comprehensive reference to herbs of flavor and fragrance. Segunda edición. Editorial Timer Press. Londres, Inglaterra.

Yildirim, A. 2001. The Antioxidant Activity of the leaves of *Cydonia vulgaris*. Editorial Las Mil y Una Ediciones. Madrid, España.

## VIII. ANEXO

### Anexo 1. Valores de acidez titulable en la bebida de membrillo y yacón

<b>Concentración (%)</b>	<b>Repetición</b>	<b>Acidez Titulable (%)</b>
<b>0.0</b>	R1	0.41
	R2	0.39
	R3	0.41
	R4	0.39
<b>0.5</b>	R1	0.43
	R2	0.41
	R3	0.43
	R4	0.41
<b>1.0</b>	R1	0.42
	R2	0.42
	R3	0.42
	R4	0.42
<b>1.5</b>	R1	0.44
	R2	0.44
	R3	0.44
	R4	0.44

**Anexo 2. Valores de viscosidad en la bebida de membrillo y yacón**

<b>Concentración (%)</b>	<b>Repetición</b>	<b>Viscosidad</b>
<b>0</b>	R1	11.36
	R2	10.20
	R3	11.27
	R4	13.09
<b>0.5</b>	R1	14.25
	R2	12.33
	R3	12.76
	R4	13.42
<b>1.0</b>	R1	15.37
	R2	14.24
	R3	12.90
	R4	14.65
<b>1.5</b>	R1	15.58
	R2	14.77
	R3	15.63
	R4	15.38

**Anexo 3. Valores de luminosidad L\* en la bebida de membrillo y yacón**

<b>Concentración (%)</b>	<b>Repetición</b>	<b>L*</b>
<b>0.0</b>	R1	25.19
	R2	25.28
	R3	25.82
	R4	25.23
<b>0.5</b>	R1	25.57
	R2	25.48
	R3	25.42
	R4	25.21
<b>1.0</b>	R1	25.83
	R2	25.15
	R3	25.35
	R4	25.27
<b>1.5</b>	R1	24.15
	R2	24.11
	R3	24.47
	R4	24.27

**Anexo 4. Valores de cromaticidad a\* en la bebida de membrillo y yacón**

<b>Concentración (%)</b>	<b>Repetición</b>	<b>a*</b>
<b>0</b>	R1	-0.55
	R2	-0.58
	R3	-0.57
	R4	-0.54
<b>0.5</b>	R1	-0.78
	R2	-0.80
	R3	-0.75
	R4	-0.71
<b>1.0</b>	R1	-0.72
	R2	-0.74
	R3	-0.78
	R4	-0.76
<b>1.5</b>	R1	-0.79
	R2	-0.71
	R3	-0.73
	R4	-0.77

**Anexo 5. Valores de cromaticidad b\* en la bebida de membrillo y yacón**

<b>Concentración (%)</b>	<b>Repetición</b>	<b>b*</b>
<b>0</b>	R1	5.09
	R2	5.18
	R3	5.05
	R4	5.16
<b>0.5</b>	R1	5.25
	R2	5.27
	R3	5.34
	R4	5.22
<b>1.0</b>	R1	5.20
	R2	5.39
	R3	5.34
	R4	5.75
<b>1.5</b>	R1	5.26
	R2	5.19
	R3	5.23
	R4	5.12

**Anexo 6. Calificaciones de la prueba de aceptabilidad general la bebida de membrillo y yacón**

PANELISTAS	MUESTRAS			
	123 (0%)	230 (0.5%)	324 (1.0%)	432 (1.5%)
1	3	5	7	6
2	3	4	9	8
3	1	6	7	6
4	4	6	8	7
5	2	5	7	6
6	3	6	6	6
7	4	6	6	7
8	4	4	7	7
9	2	3	7	6
10	4	4	8	5
11	1	3	7	6
12	3	4	6	6
13	4	4	6	5
14	2	3	8	7
15	4	5	7	7
16	3	6	6	6
17	4	6	6	6
18	4	5	7	7
19	5	5	6	6
20	3	4	8	7
21	3	4	7	7
22	4	6	6	5
23	4	5	8	6
24	5	4	9	4
25	5	4	7	2
26	3	3	7	6
27	5	5	8	2
28	4	2	9	3
29	4	4	6	3
30	3	5	7	1
Promedio	<b>3.43</b>	<b>4.53</b>	<b>7.10</b>	<b>5.53</b>
Moda	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

**Anexo 7. Figuras de la evaluación experimental de la bebida de Membrillo y yacón**



Figura 7A. Evaluando acidez titulable en la bebida de membrillo y yacón



Figura 7B. Evaluando viscosidad en la bebida de membrillo y yacón



Figura 7C. Evaluando color en la bebida de membrillo y yacón



Figura 7D. Evaluando aceptabilidad general en la bebida de membrillo y yacón