

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

## PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



### TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

---

Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia (*Stevia rebaudiana*) y la concentración de mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en una bebida de pitahaya (*Selenicereus Megalanthus*)

---

**Área de Investigación:**  
Tecnología de Alimentos

**Autor:**  
Altamirano Alayo, Belmish Jhoan

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Pérez Azahuanche, Fredy Romel  
**Secretario:** Márquez Villacorta, Luis Francisco  
**Vocal:** Pretell Vásquez, Carla Consuelo

**Asesor:**  
Vásquez Senador, Max Martin  
Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2356-3709>

Trujillo – Perú  
2024

Fecha de sustentación: 22 de junio 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://journalingeniar.org">journalingeniar.org</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://rdu.unc.edu.ar">rdu.unc.edu.ar</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.revistas.unitru.edu.pe">www.revistas.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.utmachala.edu.ec">repositorio.utmachala.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1%



---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Max Martín Vásquez Senador, docente del Programa de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada "Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia (*Stevia rebaudiana*) y la concentración de mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en una bebida de pitahaya (*Selenicereus Megalanthus*)", autora Belmish Jhoan, Altamirano Alayo, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 10%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 04 de setiembre de 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 04 de setiembre de 2024

Asesor: Max M. Vásquez Senador

DNI: 40093550

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2356-3709>

Autor: Belmish J. Altamirano Alayo

DNI: 45922811

Firma:



---

Firma:




---

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



---

Ing. Dr. Fredy Romel Pérez Azahuanche  
PRESIDENTE



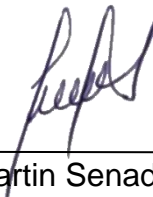
---

Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta  
SECRETARIO



---

Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez  
VOCAL



---

Ing. Ms. Max Martín Senador Vásquez  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se encuentra dedicada a Dios, en reconocimiento a la fortaleza que me brindo, permitiéndome llegar a este momento de gran valor.

Expreso mi profundo agradecimiento a mis padres a quienes considero los pilares esenciales de mi vida, por su apoyo incondicional y su constante presencia a mi lado. A mi adora esposa e hija quienes con su amor me motivan a continuar sin dudar y sin temer cada desafío que se me presenta en la vida. Así mismo a mis hermanos por respaldarme en todo instante.

Quiero expresar mi gratitud hacia mis docentes, quienes me acompañaron a mi trayecto académico, impartiendo no solo conocimiento, si no también inculcando principios éticos fundamentales.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a todas aquellas personas que desempeñaron un papel crucial en el logro de esta investigación. En particular a mi asesor el Ingeniero Max Martin Senador Vásquez, por su orientación, dirección, supervisión y motivación constante durante la ejecución de este trabajo.

Además, extendiendo mi gratitud hacia los destacados miembros del comité de evaluación el Doctor Fredy Romel Pérez Azahuanche, la Doctora Carla Consuelo Pretell, el ingeniero Magister Luis Francisco Márquez Villacorta, por sus minuciosas y valiosas recomendaciones que contribuyeron a perfeccionar mi proyecto.

No puedo pasar por alto la mención de mis amigos, quienes estuvieron a mi lado, brindándome ánimo y respaldo en la consecución de este logro. Les estoy profundamente agradecido a todos ellos.

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE CUADROS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. SEMILLAS DE LINAZA ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) .....	4
2.1.1. Generalidades .....	4
2.1.2. Composición química y nutricional de la semilla de linaza .....	4
2.1.3. Importancia del consumo de linaza .....	6
2.1.4. Mucílagos en la Agroindustria .....	6
2.1.5. Mucílago de linaza .....	8
2.2. ESTEVIA ( <i>Stevia rebaudiana</i> ) .....	9
2.2.1. Generalidades .....	9
2.2.2. Esteviósido .....	9
2.2.3. Características del esteviósido.....	10
2.3. BEBIDAS DE FRUTAS .....	10
2.3.1. Generalidades .....	10
2.3.2. Tipos de bebidas .....	11
2.4. PITAHAYA .....	12
2.4.1. Generalidades .....	12
2.4.2. Características de la pitahaya .....	13
2.4.3. Composición química y nutricional de la pitahaya .....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	17
3.2. MATERIALES.....	17



	Pág.
3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS .....	18
3.4. METODOLOGÍA.....	18
3.4.1. Esquema experimental para la investigación de una bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	18
3.4.2. Procedimiento experimental para la investigación de una bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	20
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	23
3.5.1. Acidez titulable.....	23
3.5.2. Sólidos solubles .....	24
3.5.3. Viscosidad aparente .....	24
3.5.4. Sedimentación .....	24
3.5.5. Aceptabilidad general .....	25
3.6. MÉTODOS ESTADÍSTICOS .....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre la acidez titulable en una bebida de pitahaya .....	28
4.2. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre los sólidos solubles en una bebida de pitahaya.....	32
4.3. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre la viscosidad aparente en una bebida de pitahaya .....	35
4.4. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre la sedimentación en una bebida de pitahaya.....	40
4.5. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre la aceptabilidad general en una bebida de pitahaya .....	43

	Pág.
V. CONCLUSIONES.....	47
VI. RECOMENDACIONES .....	48
VII. REFERENCIAS.....	49
VIII. ANEXOS.....	57

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Composición química de la semilla de linaza.....	5
Cuadro 2. Mucílagos en la Agroindustria.....	7
Cuadro 3. Clasificación taxonómica de la pitahaya .....	14
Cuadro 4. Composición química y nutricional de la pitahaya .....	15
Cuadro 5. Características fisicoquímicas de especies de <i>Hylocereus spp.</i> .....	16
Cuadro 6. Formulaciones de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	20
Cuadro 7. Prueba de Levene para la acidez titulable de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	30
Cuadro 8. Análisis de varianza de la acidez titulable de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	31
Cuadro 9. Prueba de Duncan para la acidez titulable de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	31
Cuadro 10. Prueba de Levene para los sólidos solubles de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	34
Cuadro 11. Análisis de varianza de los sólidos solubles de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	34
Cuadro 12. Prueba de Duncan para los sólidos solubles de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	35
Cuadro 13. Prueba de Levene para la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	38
Cuadro 14. Análisis de varianza de la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	39
Cuadro 15. Prueba de Duncan para la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	39

	Pág.
Cuadro 16. Prueba de Levene para la sedimentación de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	42
Cuadro 17. Análisis de varianza de la sedimentación de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	42
Cuadro 18. Prueba de Duncan para la sedimentación de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	43
Cuadro 19. Prueba de Friedman de la aceptabilidad general de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	46
Cuadro 20. Prueba de Wilcoxon de la aceptabilidad general de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	19
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención del mucílago de linaza en polvo .....	21
Figura 3. Diagrama de flujo para la preparación de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	22
Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo .....	26
Figura 5. Acidez titulable (%) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya .....	28
Figura 6. Sólidos solubles (°Brix) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya .....	32
Figura 7. Viscosidad aparente (mPa.s) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya .....	36
Figura 8. Sedimentación (%) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya .....	40
Figura 9. Aceptabilidad general en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya .....	44

	Pág.
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
Anexo 1. Valores de la acidez titulable (%) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya.....	58
Anexo 2. Valores de los sólidos solubles (°Brix) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya.....	58
Anexo 3. Valores de la viscosidad aparente (mPa.s) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya.....	58
Anexo 4. Sedimentación (%) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya .....	59
Anexo 6. Valores de la aceptabilidad general en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya.....	59

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia (3, 6 y 9%) y la concentración del mucílago de linaza en polvo (0.1 y 0.2%) sobre la acidez titulable, sólidos solubles, viscosidad aparente, sedimentación y aceptabilidad general en una bebida de pitahaya. Se evaluaron a 50 panelistas no entrenados para la evaluación sensorial de la bebida. La prueba de Levene demostró homogeneidad de varianza para cada variable paramétrica y el análisis de varianza indicó un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de las variables independientes sobre la acidez titulable, sólidos solubles, viscosidad aparente y sedimentación. Para las evaluaciones sensoriales, la prueba de Friedman determinó la diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) y la prueba de Wilcoxon comparó todos los tratamientos por pares, presentando diferencia significativa sin excepción. El mejor tratamiento fue la sustitución parcial de sacarosa por estevia al 3% y la concentración del mucílago de linaza en polvo al 0.2%, que permitió obtener la menor variación de acidez titulable (0.48% ácido cítrico), el mejor contenido de sólidos solubles (11.32 °Brix), la mejor viscosidad aparente (28.21 mPa.s) y la menor sedimentación (23.76%) en la bebida de pitahaya. Y la mayor aceptabilidad general (7.80 puntos “me agrada mucho”) fue para la sustitución parcial de sacarosa por estevia al 6% y la concentración del mucílago de linaza en polvo al 0.2% en la bebida de pitahaya.

Palabras clave: Linaza, mucilago, estevia, pitahaya

## ABSTRACT

The effect of the partial substitution of sucrose with stevia (3, 6 and 9%) and the concentration of flaxseed mucilage powder (0.1 and 0.2%) on titratable acidity, soluble solids, apparent viscosity, sedimentation and general acceptability in a dragon fruit drink was evaluated. For the sensory analysis, we worked with 50 untrained panellists of the drink. The Levene test demonstrated homogeneity of variance for each parametric variable and the analysis of variance indicated a significant effect ( $p < 0.05$ ) of the independent variables on the titratable acidity, soluble solids, apparent viscosity and sedimentation. For the sensory evaluations, the Friedman test determined the significant difference ( $p < 0.05$ ) and the Wilcoxon test compared all the treatments in pairs, presenting a significant difference without exception. It was determined that the best treatment was the partial substitution of sucrose for 3% stevia and the concentration of linseed mucilage powder at 0.2%, which allowed obtaining the least variation in titratable acidity (0.48% tartaric acid), the best content of soluble solids (11.32 ° Brix), the best apparent viscosity (28.21 mPa.s) and the least sedimentation (23.76%) in the drink of dragon fruit. And the highest acceptability (7.80 points "I like it a lot") was for the partial replacement of sucrose with stevia at 6% and the concentration of flaxseed mucilage powder at 0.2% in the dragon fruit drink.

Keywords: Flaxseed, mucilage, stevia, pitahaya



## I. INTRODUCCIÓN

Las industrias de alimentos se encuentran con el compromiso de innovar productos con propiedades funcionales y la contribución a la mejora de la salud de los consumidores; asimismo, reducir el exceso de insumos alimentarios químicos y mejorando la seguridad alimentaria; siendo un desarrollo con muchas alternativas para las investigaciones relacionadas al consumo de bebidas a base de frutas; también, se encuentran desarrollando e implementando nuevos ingredientes con características mejoradas respecto a su composición nutricional y garantizando el consumo requerido para el funcionamiento del organismos (Acuña, Chun, Ccahuana y Delgado, 2020).

El estilo de vida más saludable fomenta al consumo de bebidas a base de frutas, siendo un producto refrescante, aportando la cantidad suficiente de calorías y nutrientes, y sustancias con efecto fisiológico, esenciales para el crecimiento y desarrollo del organismo humano en las diferentes etapas de vida. Por tanto, es necesario el uso de un edulcorante no calórico, siendo la estevia debido al aporte de 250 a 300 veces del dulzor de la sacarosa y es empleado en la elaboración de bebidas, mermeladas, en pastelería, confitería, productos lácteos y otros; sin embargo, en exceso brinda un ligero sabor amargo característico (Martínez-Velarde, Málaga y Bernabé, 2021).

Las bebidas de frutas tienen consumo frecuente en todas las categorías, por su conveniencia y posibilidad de satisfacer las necesidades de los consumidores en términos de hidratación, rápido consumo, contenido, tamaño y apariencia, por su facilidad de distribución y almacenamiento, por su periodo de vida útil y por la oportunidad de incorporar nutrientes; sin embargo, el problema más frecuente es la separación de sólidos,

requiriendo aditivos estabilizantes para mantenerlos homogéneos durante su comercialización, afectando sobre la apariencia del producto (Urrialde, Camino, Conde, Díaz, Gómez-García y Izurdiaga, 2019).

Los mucílagos son polisacáridos de alto peso molecular que forman enlaces moleculares y permiten retener agua en su estructura, completamente soluble en agua, obtención de soluciones viscoelásticas, y empleados como modificadores reológicos (Silva, 2019); por tanto, el mucílago de linaza es una excelente alternativa; debido al efecto terapéutico, propiedades funcionales y de fácil consumo. Además, actúa como estabilizante natural con una densidad aprox 1.045 mg/kg, manteniendo estabilidad sobre los sólidos solubles en un medio líquido. Las semillas de linaza contienen mucílago considerado como un hidrocóide por excelente retención de agua y, es empleado como agente emulsionante, estabilizante y gelificante en diferentes productos alimenticios, especialmente en bebidas de frutas. (Esparza, Rubilar, Leyton y Shene, 2021).

La pitahaya es denominada también como la fruta del dragón debido a su aspecto externo, además, presenta excelentes características sensoriales en sabor y aroma agradable e intenso. Entre sus principales propiedades nutricionales, destaca su contenido de antioxidante (160.84 mg de Trolox/100 mL de jugo), vitamina C (25 mg), fósforo (19 mg) y niacina (0.2 mg), en comparación, de otros frutos semejantes, el pericarpio carece de espinas facilitando su cosecha. Por otro lado, en Perú se inició con la siembra de la pitahaya en Amazonas y, seguido, en Ancash y Arequipa. Además, tiene excelentes precios de exportación, logrando expandir en diferentes zonas de Perú (Magalhaes, da Silva y Ramos, 2017).

Los nuevos hábitos de consumo son causa de la demanda creciente de bebidas con mínima cantidad de calorías, de acuerdo en su composición

química, nutricional y aceptable sensorialmente. Se ha incrementado el interés por el concepto de una bebida endulzado con estevia y la incorporación de estabilizante de mucílago a partir de linaza en una bebida para el consumo diario. Los consumidores cada vez están más interesados en alimentos saludables y la pitahaya facilita la digestión y tonifica el sistema nervioso, además, del aporte de antioxidantes (Magalhaes y otros, 2017). Por tanto, se planteó elaborar una bebida a base de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo con aporte saludable para la salud y aceptación favorables sobre las propiedades sensoriales.

Los objetivos planteados fueron:

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y de la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre la acidez titulable, los sólidos solubles, viscosidad aparente, sedimentación y aceptabilidad general en una bebida de pitahaya.
- Determinar la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo que produzca la menor variación de acidez titulable, el mejor contenido de los sólidos solubles, la mejor viscosidad aparente, la menor sedimentación y la mayor aceptabilidad general en una bebida de pitahaya.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1. SEMILLAS DE LINAZA (*Linum usitatissimum* L.)

#### 2.1.1. Generalidades

Las semillas de linaza o lino (*Linum usitatissimum*) son planas, ovaladas, con un extremo aguzado y una longitud que oscila entre 4 a 6 mm. La cubierta de la semilla posee una apariencia suave y brillante, y el color varía entre marrón oscuro y amarillo claro; además, se genera a partir del óvulo y está constituido de varias capas, principalmente es la cubierta del mucílago o epidérmica y la testa compuesta de células pigmentadas que definen el color de la semilla y compuesta de fibra soluble. Canadá es el principal productor seguido por China, Estados Unidos e India (López y Solís, 2018).

#### 2.1.2. Composición química y nutricional de las semillas de linaza

La composición química de la linaza depende de factores como la variedad, la zona de producción, la época en que se cultiva y otros aspectos de siembra. La linaza está compuesta por 20% proteína, 40% lípidos y 30% fibra dietética. La composición química depende de factores como agronómicos, como la genética y el entorno ambiental (Massari, Plencovich y Trouilh, 2017). En el Cuadro 1, se detalla los compuestos químicos de la semilla de linaza.

El contenido de proteínas depende de los límites o parámetros del procesamiento (descascarado o desgrasado). La cáscara presenta un menor contenido; con 30.8%. La proporción de globulinas es mayoritaria, 77%, en tanto que, las albúminas, 27% de la proteína total. La proteína de linaza es rica en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico; los

aminoácidos limitantes son: lisina, metionina y cisteína (Jiménez y Quitral, 2019).

Cuadro 1. Composición química de la semilla de linaza

Composición	Cantidad
Humedad (%)	7.20
Proteínas (%)	19.50 – 23.70
Lípidos (%)	37.40-47.8
Cenizas (%)	3.10
Fibra (%)	25.20
Carbohidratos (%)	7.20
Calorías (kJ/100 g)	2059.1

Fuente: Jiménez y Quitral, 2019

La semilla está conformada por el 30% de carbohidratos y posee entre 3.2 y 8.1% de mucílagos, 4.0 a 6.1% de azúcares solubles (principalmente la sacarosa) y 12 a 14.3% en polisacáridos no celulósicos solubles (xilosa y arabinosa). La semilla no presenta almidón y respecto al contenido de fibra, el 75% es fibra insoluble y 25% es fibra soluble; encontrándose en la testa o cascarilla de la semilla (Zoitza, 2016).

Principalmente en los cotiledones se almacenan los lípidos, principalmente 98% de triacilgliceroles, 0.9% de fosfolípidos y 0.1% de ácidos grasos libres (Armijos, 2014). La cáscara de las semillas de linaza contiene 22% de lípidos. Entre las principales ventajas del consumo de la linaza es debido al aporte de ácidos grasos esenciales poliinsaturados, ácido linoleico (omega-6) y linolénico (omega-3), que representa el 16 y 57%, respectivamente, de los ácidos grasos totales (Massari y otros, 2017).

Además, entre los principales micronutrientes contiene sodio, potasio, cloro, azufre, calcio, magnesio, cobre, zinc y manganeso, y vitaminas del grupo B (ácido fólico, biotina y niacina), vitamina E, y precursor de vitamina

A como  $\beta$ -caroteno (Zoitza, 2016). Entre los compuestos antinutricionales como el ácido fítico y los glucósidos cianogénicos; el ácido fítico es un agente quelante de cationes. Entre los efectos negativos es la disminución de la absorción de calcio, zinc, hierro y de la digestibilidad de las proteínas. Y los glucósidos cianogénicos tienen la características de liberar cianuro por hidrólisis ácida o enzimática. Para lograr la disminución de los compuestos antinutricionales, es necesario realizar tratamiento térmico previo a su consumo (Calapaqui y Sasig, 2020).

Las propiedades de solubilidad, velocidad de hidratación y de espesamiento de la linaza son aspectos importantes en la adición de bebidas, debido al contenido de proteína, grasa y fibra; aporta una mayor viscosidad y buena estabilidad de composición nutricional. Este aumento en la viscosidad en bebidas se atribuye a la dispersión coloidal creada por el alto contenido en grasa (Calapaqui y Sasig, 2020).

### **2.1.3. Importancia del consumo de linaza**

El aporte de la fibra de la linaza en la dieta ayuda al sistema digestivo, evitando el estreñimiento debido a la capacidad de absorción de las semillas; a la masa fecal le aporta lubricación y estimulación del peristaltismo; además, genera efecto hipoglucemiante, aumentando la densidad del contenido del intestino delgado, retardando la digestión y absorción de hidratos de carbono (Massari y otros, 2017; Villanueva, 2020).

La contribución de omegas 3 y 6, ayudan sobre la reducción de enfermedades cardiovasculares y autoinmunes; tales como lupus eritematoso sistémico, prevención de osteoporosis, actividad antiinflamatoria y regulación de la presión arterial (Urrialde y otros, 2021).

### **2.1.4. Mucílagos en la Agroindustria**

En empleo de los mucílagos a partir de semillas en la elaboración de bebidas a base de frutas, permiten obtener una formulación libre de insumos químicos; además, no aportan sabor y aroma; otorgan una apariencia viscosa al producto debido a la estabilidad de los sólidos totales en el medio líquido. Para la obtención de estos mucílagos, son considerados relativamente bajos en costos de obtención de la materia prima, sin embargo, los procesos de modificación son complejos, elevando su precio y afectando la capacidad comercial (Dugarte, Molina y García, 2020). En el Cuadro 2, se presentan los diferentes mucílagos aplicados en el sector agroindustrial.

Cuadro 2. Mucílagos en la Agroindustria

Fuente	Aplicación	Función
Mucílago de chía y linaza	Bebidas a base de frutas	Estabilizante, espesante y clarificante
Semillas de chía	Helados y Mermelada de fresa	Estabilizante y emulsificante Espesante
Semillas de chía y linaza	Productos de panificación libres de gluten	-
Semillas de tamarindo	-	Emulsiones
Nopal	Mezcla con almidón modificado en la encapsulación de aceite esencial de naranja	Recubrimiento comestible Encapsulante
Aloe vera	Bebidas, uvas de mesa, cerezas dulces y tomate	Estabilizante, recubrimiento comestible
Alginato de sodio con aloe vera	Zanahoria cortada y tomates	Recubrimiento comestible
Mucílago de cacao	Jales de mucílago de cacao	-
Semillas de moringa	Tratamiento de aguas	Floculante

Fuente: Dugarte y otros, 2020

El mucílago son fibras solubles constituyentes de vegetales, localizados en el interior de los tejidos del tegumento externo de las semillas y distintas partes de la planta (tallos, raíces, bulbos, flores y hojas) (Villanueva, 2020). Estas suelen ser confundidas con las gomas y pectinas, ya que están formados por polisacáridos celulósicos con igual número de azúcares, diferenciándose solo en sus propiedades físicas. Los mucílagos en agua producen coloides poco viscosos (Urrialde, 2019).

Los mucílagos de plantas se clasifican en mucílagos neutros y mucílagos ácidos (Urrialde, 2019):

- Los mucílagos neutros tienen en su estructura química a polímeros heterogéneos de la manosa que incorporan en su estructura a glucomananos, polímeros de manosa, galactomananos y dependiendo de las especies vegetales, se incluye una galactosa; y se localizan en las semillas (endosperma) de distintas plantas. En su mayoría, los mucílagos neutros se les denominan gomas por su apariencia.
- Los mucílagos ácidos. Se encuentran en los mucílagos de plantas pertenecientes a la familia *Plantaginaceae* y *Linaceae*.

#### **2.1.5. Mucílago de linaza**

El mucílago es un polisacárido complejo y soluble en agua, conformado por xilosa, arabinosa, glucosa, galactosa, ácido galacturónico, ramnosa y fructosa; además, en un medio líquido desarrolla una textura espesa, viscosa y gelatinosa. El rendimiento final del mucílago de linaza en polvo es 8% de la semilla (Dugarte y otros, 2020).

La obtención del mucílago de linaza se da desde el revestimiento de la semilla con el endospermo, cual libera material mucilaginoso y extraído



mediante una acción mecánica y la inmersión en agua. Ocurre cuando las semillas de linaza son hidratadas en agua; las células productoras de mucílago se dispersan y el exudado se desarrolla sobre la superficie de la misma (Kajla, Trigatti, MacNeil, Klingel y Goff, 2017).

La linaza es considerada importante por el diversificado uso de las semillas y al contenido de mucílago disponible en la hidratación de las semillas, perteneciendo a la fibra dietética. El mucílago de linaza posee entre 50 a 80% carbohidratos, 4 a 20% en proteínas y 2 a 2.5% en cenizas. Los principales componentes del mucílago de linaza constan de dos polisacáridos, siendo una combinación de arabinoxilanos neutros y polisacáridos ácidos de ramnosa (Kajla y otros, 2017).

Para una extracción eficiente del mucílago de linaza, es necesario añadir las semillas de linaza en agua con una relación de 1:10 (semilla:agua), y con temperatura entre 85 a 90 °C y pH 6.5 a 7.0 (Calapaqui y Sasig, 2020).

## **2.2. ESTEVIA (*Stevia rebaudiana*)**

### **2.2.1. Generalidades**

La estevia es de la familia Asteraceae, especie originaria de la Cordillera de Amambay entre el sur de Brasil y norte de Paraguay. Es conocida como hierba dulce, nativa de regiones subtropicales y tropicales de América del Sur y Central; es perfectamente adaptable a las regiones tropicales y subtropicales del Perú, que presentan condiciones ideales de altitud (0–1500 m.s.n.m), clima, suelos y condiciones geográficas. Tiene hojas elípticas, ovales o lanceoladas, con márgenes dentados, y miden aproximadamente 5 cm de longitud y 2 cm de ancho (Evangelista y Rivas, 2015).

### **2.2.2. Esteviósido**

Los principales glucósidos presentes en las hojas de estevia son el esteviósido y rebaudiósidos A, B, C, D y E; dulcósido A, y esteviolbiósido. La sensación del dulzor es relacionada a los glicósidos de esteviol, compuesto por el esteviósido y al rebaudiósido A, B, C, D; y dulcósido A. El esteviósido tiene un ligero sabor amargo y es un edulcorante natural no nitrogenado, conformado por ocho glucósidos diterpénicos que purificado (polvo blanco contenido 85-95% de esteviósido) aporta entre 250 a 300 veces más dulce que la sacarosa. Las hojas de estevia contienen 0.3% dulcósido, 0.6% rebaudiósido C, 3.8% rebaudiósido A y el 9.1% de esteviósido (Lozano y Ramírez, 2022; Caruajulca y Dora, 2012).

### **2.2.3. Características del esteviósido**

El esteviósido es apto para diabéticos, es hipotensor, sirve para el cuidado facial, para problemas de acidez estomacal, es adecuada para bajar el nivel de acidez de la sangre y de la orina, ayuda a bajar de peso porque no tiene calorías y no produce ninguno de los nocivos daños causados por la sacarosa y demás edulcorantes artificiales (Saniah y Sharifah, 2012).

A exposición de altas temperaturas difícilmente tiende a modificar su estructura, y por tanto, mantiene su poder edulcorante. su uso es para alimentos de temperaturas calientes u horneados. Es estable a temperaturas de procesamiento de alimentos: pasteurizados, esterilizados y cocidos (Furtado y Bolini, 2014). Además, no contribuye a las calorías, pero el esteviósido a altas concentraciones causa un sabor amargo y poco agradable; posiblemente a la oxidación de uno o más componentes de la estevia (Lozano y Ramírez, 2022).

## **2.3. BEBIDAS DE FRUTAS**

### **2.3.1. Generalidades**

Las frutas aportan excelente fuente de carbohidratos complejos, minerales, polifenoles, vitaminas hidrosolubles (vitamina C y del grupo B), provitamina A, aminoácidos, carotenoides, compuestos aromáticos, fibras, fitoesteroles y otras sustancias bioactivas en la alimentación. Aproximadamente, oscilan entre el 70 al 90% respecto al contenido de agua. Las frutas no contienen cantidades considerables de lípidos en la pulpa y cáscara, sin embargo, en las semillas de frutos se encuentran en cantidades considerables que son poco empleados (Acuña y otros, 2020).

Rochín, Milán, Gutiérrez, Cuevas, Mora, Valdez, Delgado y Reyes (2015) mencionan sobre la innovación en bebidas de frutas, con la adición e incorporación de aditivos alimentarios en mejoras de proteínas, fibra, vitaminas y minerales; consumiéndose bajo las mismas perspectivas que una bebida comercial, y contribuyendo a la mejora de la hidratación de un individuo y de otras situaciones fisiológicas. También pueden contener en su formulación uno o más ingredientes con el propósito de mejorar la salud de los consumidores y reducir el riesgo de enfermedades.

### **2.3.2. Tipos de bebidas**

Se considera funcional aquel alimento que durante su procesamiento se ha cumplido las siguientes limitaciones (Webb, 2006):

- Bebidas que ha reemplazado la sacarosa por edulcorantes naturales o artificiales, además, no aportan calorías, sin embargo, mantienen las mismas características sensoriales del dulzor mayormente empleado en las industrias (sacarosa y estevia).
- Aquellos productos clásicos que, a pesar de no aportar beneficios nutricionales, son corregidos en sus formulaciones, desde su compuesto de antioxidantes, vitaminas, u optando nuevas variedades con la posibilidad de mejorar los niveles de sus componentes deficientes.
- Eliminación total o parcial de cierto compuesto alimenticio debido al enfoque sobre una enfermedad o limitación para su consumo. Tenemos

las proteínas alergénicas de ciertos alimentos, eliminación de la lactosa en productos lácteos.

- Aumento sobre la concentración de un compuesto definido. Relacionado con la fortificación, concentración y adición. Expresado sobre la dosis mínima recomendada en el ser humano para una disminución de riesgos de enfermedad

En la elaboración de los alimentos, los más empleados son los probióticos (microorganismos), contenido de fibra (prebióticos), ácidos grasos (omega 3 y 6), vitamina C, fenoles y otros (colágeno y glucanos) (Rochín y otros, 2015).

## **2.4. PITAHAYA**

### **2.4.1. Generalidades**

Denominado comúnmente “fruta del dragón”, es una fruta exótica extendiéndose por todo el mundo. Se caracteriza por sus parámetros físicos, químicos y nutricionales, sus compuestos bioactivos y sensoriales, obteniendo un alimento funcional para el consumo humano (Altuna, Silva y Álvarez, 2018).

La pitahaya (*Hylocereus* spp.) es originaria de México y cultivada en países tropicales y subtropicales. Fue adaptado por las culturas pre-colombinas, empleados para su consumo diario y de forma medicinal. La denominación del nombre significa fruta escamosa debido a la fisiología de la planta y fruto (Lobo, Tanizaki y de Soto, 2016).

Montesinos, Ruiz y Rodríguez (2015) indican que la pitahaya amarilla es una epífita facultativa que se desarrolló en la zona andino amazónico en Perú, Ecuador y Colombia; por tanto, desarrollo un comportamiento trepador y obteniendo un tallo con facilidad de emitir raíces secundarias.

Dicha especie ha sufrido cambios por la selección humana desde el aspecto en forma, color y sobre los parámetros sensoriales, obteniendo una variedad de pitahaya para la comercialización.

#### **2.4.2. Características de la pitahaya**

La pitahaya pertenece a la familia Cactaceae y centrado en dos variedades separados: *Hylocereus* y *Selenicereus*. Las variedades cultivadas comercialmente son del *Hylocereus* que centra alrededor de 16 especies diferentes (Montesinos y otros, 2015). En el Cuadro 3, se presenta la clasificación taxonómica de la pitahaya.

La forma característica es elipsoidal con un diámetro entre 10 a 12 cm, dependiendo la especie; es un fruto exótico debido al sabor de la pulpa característico de agridulce. En la superficie presenta formaciones sobresaliente denominadas bractéolas de consistencia cerosa y carnosa. Tiene abundante pulpa y es jugosa, y se encuentra mezclado por pequeñas semillas dispersas en toda la fruta, con diámetro 3 mm, color negro oscuro y forma ovalada (Corzo-Ríos, Bautista y Gómez, 2016).

La pulpa de pitahaya es firme y espumosa, con una coloración blanquecina (variedad amarilla, *H. Megalanthus*) y pulpa de color rojiza (variedad roja, *H. undatus*), representa alrededor de 60 a 80%, con peso entre 200 a 570 g (Verona-Ruiz, Urcia-Cerna y Paucar-Menacho, 2020).

#### **2.4.3. Composición química y nutricional de la pitahaya**

Presenta considerable contenido de vitamina C (20 a 25 mg), vitamina que actúa sobre la formación de colágeno, además, ayuda en la mejora de las defensas para evitar las infecciones, facilita la asimilación del hierro de los alimentos y poder antioxidante (Verona-Ruiz y otros, 2020). En el Cuadro 4, se presentan los compuestos químicos y nutricionales en 100 g de pulpas de especies de pitahaya.

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de la pitahaya

Nombre científico	<i>Hylocereus</i> spp.
Reino	Plantae
División	Magnoliophitae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllale
Familia	Cactaceae-cactácea
Genero	Hylocereus
Especie	<p>H. extensus (Salm- Dyck ex De Candolle)</p> <p>H. setaceus (Salm-Dyck ex De Candolle)</p> <p>H. tricae (Hunt)</p> <p>H. minutiflorus Br. and R</p> <p>H. megalanthus (Schum. ex Vaupel)</p> <p>H. stenopterus (Weber) Br. and R.</p> <p>H. calcaratus (Weber) Br. and R.</p> <p>H. undatus (Haw.) Br. and R.</p> <p>H. escuintlensis (Kimn.)</p> <p>H. ocamponis (Salm-Dyck) Br. and R.</p> <p>H. guatemalensis (Eich.) Br. and R.</p> <p>H. purpusii</p> <p>H. costaricensis (Weber) Br. and R.</p> <p>H. trigonus (Haw.) Safford</p> <p>H. triangularis (L.) Br. and R</p> <p>H. monacanthus</p>

Fuente: Verona-Ruiz y otros, 2020.

Cuadro 4. Composición química y nutricional de la pitahaya

Componente	<i>Hylocereus undatus</i> (pulpa blanca y piel roja)	<i>Hylocereus megalanthys</i> (pulpa blanca y piel marilla)
Humedad (%)	89.0	85.3
Proteína (g)	0.5	0.4
Grasa (g)	0.1	0.1
Carbohidratos (g)	11.6	13.6
Fibra dietética (g)	3.3	3.3
Vitamina C (mg)	25.0	20.0
Calcio (mg)	6.20	10.0
Hierro (mg)	0.40	0.30
Fosforo (mg)	19.10	16.0
Tiamina (mg)	0.01	0.03
Riboflavina (mg)	0.03	0.04
Niacina (mg)	0.20	0.20

Fuente: Mercado-Silva (2018)

En la especie *Hylocereus megalanthys* (pitahaya amarilla), sus semillas contienen ácidos linoleicos grasos poliinsaturados. Estos fueron; ácido esteárico (4.29%), ácido palmítico (11.52%), ácido vaccénico (3.08%), ácido oleico (11.09%), y ácido linoleico (69.98%) (Altuna y otros, 2018). Las características de tres de especies de *Hylocereus spp.* en el Cuadro 5.

Los derivados del ácido betalámico; las betaxantinas y las betacianinas, están presentes en la cáscara y son empleados como compuestos alimentarios para mejorar o evitar la decoloración en la elaboración de alimentos y es identificado como E-162 (aditivo alimentario). Ayuda a combatir las enfermedades relacionados con el estrés, debido a la característica de impedir la oxidación y la peroxidación lipídica. El contenido

de betaxantinas oscila entre 7.3 a 9.1 mg/L en especie *Hylocereus megalanthus* (Magalhaes y otros, 2017; Montesino y otros, 2015).

Cuadro 5. Características fisicoquímicas de especies de *Hylocereus spp.*

Componente	<i>Hylocereus undatus</i> (pulpa blanca y piel roja)	<i>Hylocereus megalanthus</i> (pulpa blanca y piel amarilla)	<i>Hylocereus monacanthus</i> (pulpa y piel roja)
Peso (g)	406.7 – 556.8	260 - 395	277.2 – 335.2
Sólidos solubles (°Brix)	16 - 18	20.8	15.3 – 17.8
pH	5.72	4.86	3.63 – 4.48

Fuente: Magalhaes y otros (2017); Verona-Ruiz y otros, 2020.

Las betacianinas presentes en la especie *Hylocereus undatus* y *monacanthus* pueden emplearse como colorante natural debido a su estabilidad térmica, logrando tener mejor estabilidad frente el rojo de remolacha, dependiendo del procesamiento del producto (temperatura, pH) (Magalhaes y otros, 2017).

La capacidad antioxidante provenientes de frutas, impide la lesión oxidativa en el ser humano. La fruta del dragón o pitahaya es uno de los frutos con mayor capacidad antioxidante (160.84 mg de Trolox/100 mL de jugo de pulpa roja), en comparación de otros frutos semejantes como la tuna (Verona-Ruiz y otros, 2020).

La pulpa de pitahaya presenta considerable contenido de compuestos fenólicos (45.31 mg de ácido gálico/100 mL de jugo). Se elaboró un polvo de pitahaya roja fresca, determinando valores superiores en su contenido de compuestos bioactivos, desde las antocianinas, ácido fenólico, flavonoides. El contenido fenólico total del fruto de pitahaya es 386.09 mg/100 g de pitahaya (*Hylocereus monacanthus*). Comparando con las frutas de mayor consumo en la vida cotidiana, el polvo de pitahaya roja es



una excelente composición de polifenoles para una dieta nutricional sin problema alguno en su consumo (Tonny, Maigoda y Darwis, 2017).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de IDI y laboratorio de calidad de la planta de congelado en la empresa Danper SAC en Trujillo, La Libertad.

#### **3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

##### **Material de investigación**

- Pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) pulpa blanca y cáscara amarilla. Será adquirido el mercado La Hermelinda, Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Estevia en polvo 95% pureza, poder edulcorante 10 veces. Adquirida del supermercado Wong. Marca Vida stevia, Región La Libertad, Perú.
- Semillas de linaza, fue adquirido del Supermercado Plaza vea, procedente del departamento de Madre de Dios, proveedor Vida Natural S.A.C.

##### **Insumos**

- Sacarosa, marca Cartavio. Adquirido en Supermercado Tottus, Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Ácido cítrico. Marca insumos Químicos Perú.
- Sorbato de potasio. Marca insumos Químicos Perú.
- Agua de mesa. Marca San Luis, fue adquirida del supermercado Wong, Lima, Perú.

- Bolsas transparentes de polipropileno con cierre hermético Ziplock. Dimensiones 20.3 x 30.4 cm. Marca PlastiPerú, fue adquirido del supermercado Wong, Lima, Perú.
- Botellas de vidrio de 250 mL, fue adquirido de Logística Aparcana, Lima, Perú.

### **Reactivos**

- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Fenolftaleína

### **3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

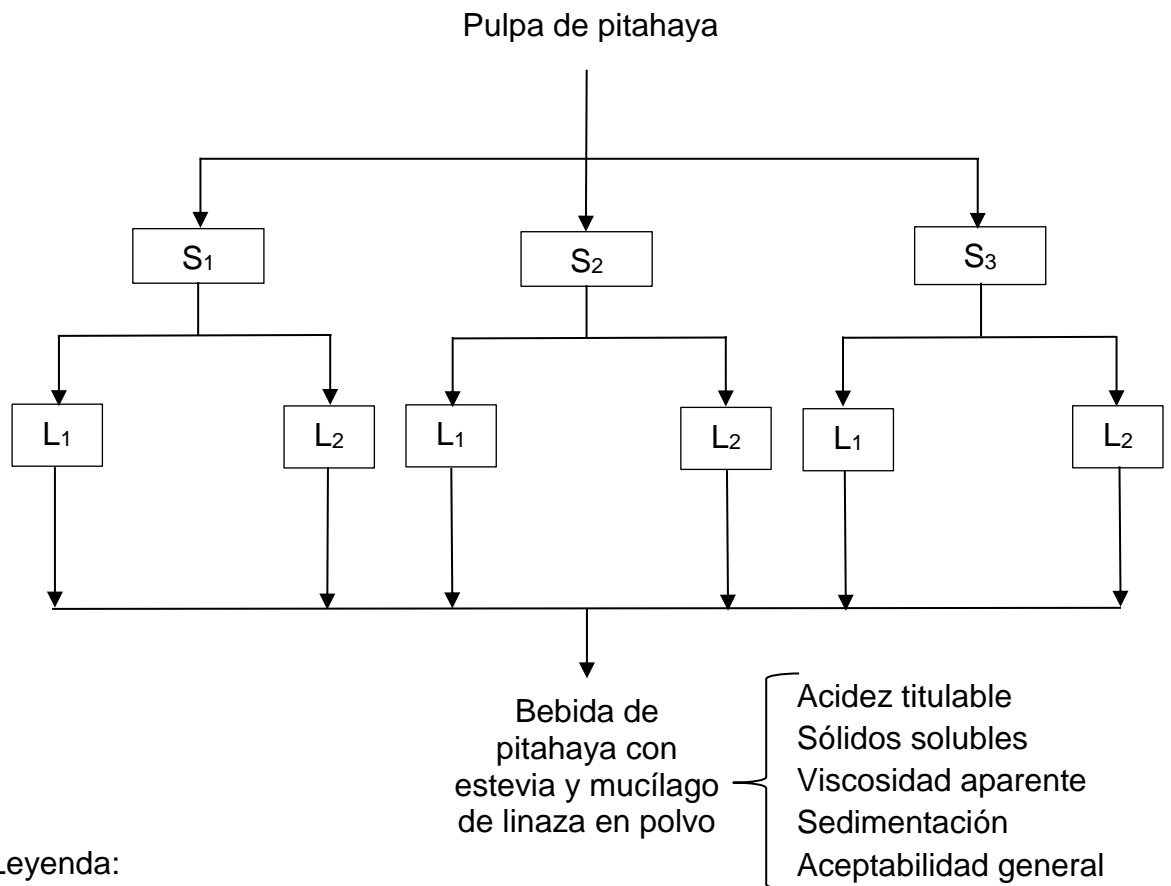
- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo AB204. Capacidad: 0 a 210 g, sensibilidad aprox. 0.0001 g.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión  $\pm 0.01$  °C.
- Reómetro digital. Marca Brookfield. Modelo DV2TRVT-JO. Husillo N° 2. Voltaje 90-260 v.
- Estufa Memmert. Modelo UNE-300. Rango 20-180 °C. Precisión 0.5 °C.
- pH metro. Marca Mettler Toledo. Rango de 0 a 14.
- Refractómetro. Marca Atago. Rango: 0-90 °Brix.
- Licuadora de 5 velocidades. Modelo 250-22. Marca Oster
- Cocina industrial, 2 hornillas a gas. Marca Surge.

### **3.4. METODOLOGÍA**

#### **3.4.1. Esquema experimental para la investigación de una bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo**

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental. Las variables independientes fueron las sustituciones de estevia (3, 6 y 9%) y la concentración de mucílago de linaza en polvo (0.1 y 0.2%); las

dependientes fueron: la acidez titulable, sólidos solubles, viscosidad aparente, sedimentación y la aceptabilidad general.



S<sub>1</sub>: Sustitución parcial de sacarosa por estevia, 3%

S<sub>2</sub>: Sustitución parcial de sacarosa por estevia, 6%

S<sub>3</sub>: Sustitución parcial de sacarosa por estevia, 9%

L<sub>1</sub>: Concentración del mucílago de linaza al 0.1%

L<sub>2</sub>: Concentración del mucílago de linaza al 0.2%

Figura 1. Esquema experimental para la investigación sobre la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Se realizaron seis formulaciones (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub> y F<sub>6</sub>), con la sustitución parcial de sacarosa por estevia (3, 6 y 9%) y concentración de mucílago de linaza en polvo (0.1 y 0.2%). La formulación de 3% para F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>, 6% para F<sub>3</sub>

y F<sub>4</sub>, y 9% para F<sub>5</sub> y F<sub>6</sub>. Además, concentración de mucílago de linaza en polvo al 0.1% para F<sub>1</sub>, F<sub>3</sub> y F<sub>5</sub>; y concentración de mucílago de linaza en polvo al 0.2% para F<sub>2</sub>, F<sub>4</sub> y F<sub>6</sub>. Todas las formulaciones tendrán; ácido cítrico (0.10%) y sorbato de potasio (0.05%). El esteviósido presenta poder edulcorante de 10 veces a la sacarosa; por tanto, se dividió sobre 10 a cada porcentaje de esteviósido. En el Cuadro 6, se presentan las diferentes formulaciones de estudio.

Cuadro 6. Formulaciones de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Ingredientes	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Pulpa de pitahaya	31.85	31.85	31.85	31.85	31.85	31.85
Agua	57.90	57.80	57.90	57.80	57.90	57.80
Sacarosa	7.00	7.00	4.00	4.00	1.00	1.00
Esteviósido*	3.00	3.00	6.00	6.00	9.00	9.00
CMC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mucílago de linaza en polvo	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.20
Ácido cítrico	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Sorbato de potasio	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
TOTAL	100.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

(\*) Considerado con poder edulcorante de 10 veces en comparación a la sacarosa.

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2. Procedimiento experimental para la investigación de una bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración del mucílago de linaza en polvo (Silva, 2019; Valladares, 2020):

Extracción en caliente. Las semillas de linaza se sometieron a ebullición con agua potable en una relación de 1:10 (semilla: agua).

**Agitación.** La mezcla se agito manualmente y constantemente durante 2 h hasta obtener el desprendimiento del mucílago de las semillas.

**Tamizado.** El producto obtenido, se tamizó con un colador de cocina con el objetivo de separar el mucílago de las semillas de linaza.

**Secado.** El mucilago de linaza se dispuso sobre una bandeja, luego secado en la estufa a 60 °C por 24 h, y obtener una humedad constante de 8%.

**Separación.** El mucílago seco fue aislado de la bandeja, raspando cuidadosamente con un cuchillo.

**Envasado.** El mucílago de linaza en polvo se llenó en bolsas de polipropileno con cierre hermético.

**Almacenado.** Se realizó a temperatura ambiente (25 °C) durante 48 h, hasta el desarrollo de la bebida de pitahaya.

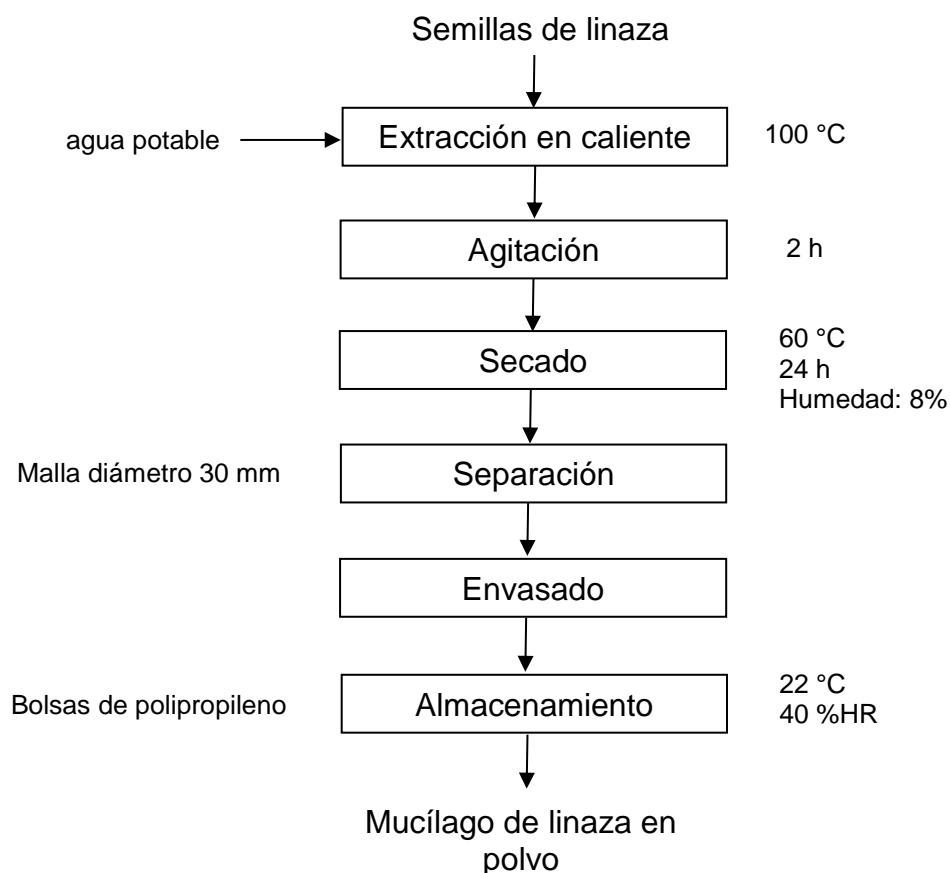


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención del mucílago de linaza en polvo

En la Figura 3, se muestra el diagrama de flujo de la elaboración de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo. A continuación, se describe cada una de las etapas del flujo de la elaboración de la bebida de investigación (Culcapusa, 2015; Bustamante, 2015; Jijón, 2017; Olivares, 2015).

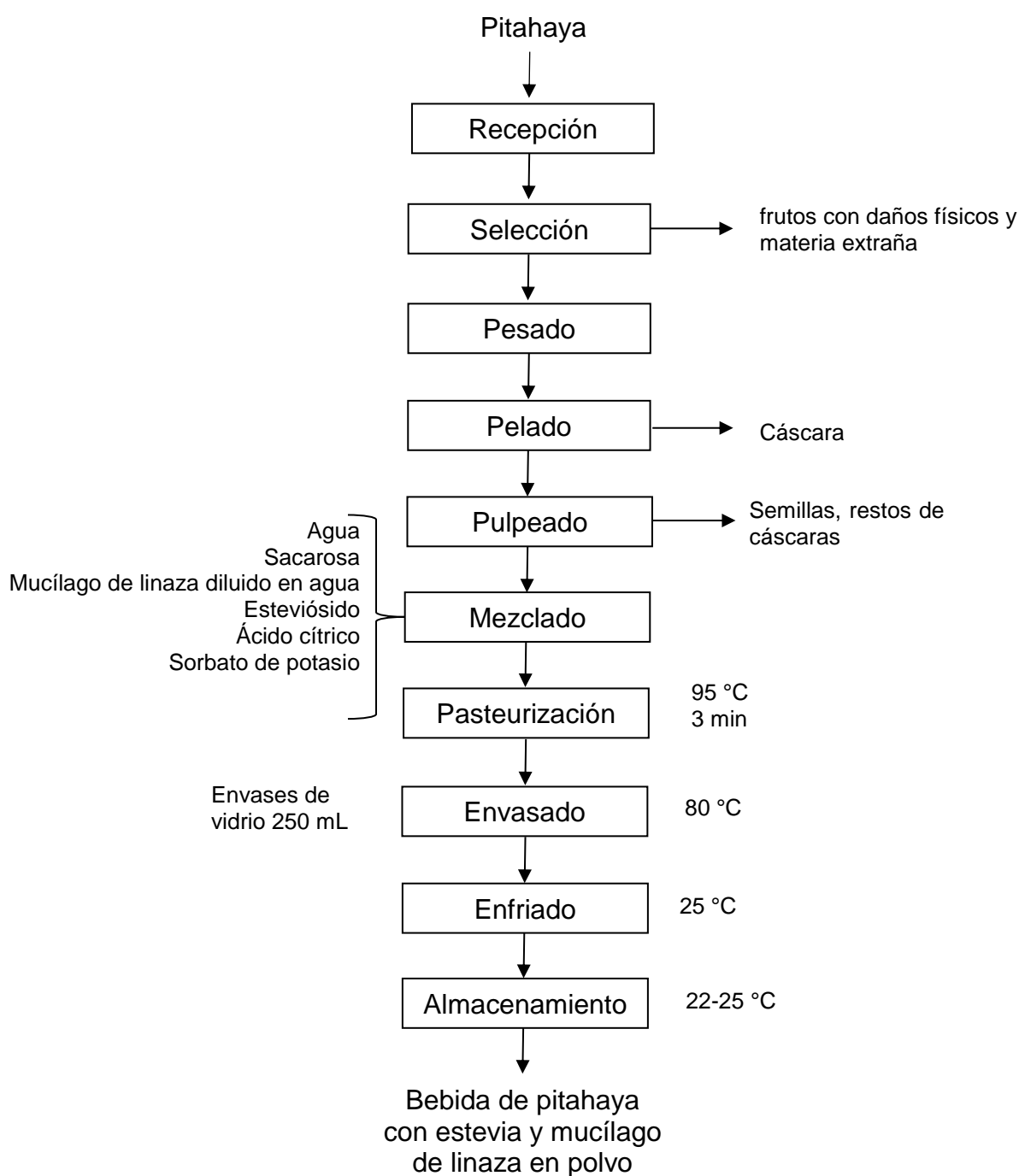


Figura 3. Diagrama de flujo para la preparación de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

...receptación de los recipientes para los frutes molidos de pitahaya.

**Selección.** Se separaron aquellos frutos que presentaron algún daño físico y con magulladuras.

**Pesado.** Se pesaron los frutos para determinar rendimientos.

**Pelado.** Previamente, los frutos fueron puestos en una olla con agua a 90 °C durante 3 min, para inactivar enzimas; seguido se retiraron cuidadosamente la cáscara, evitando dejar restos de pulpa.

**Pulpeado.** La pulpa fue homogenizada en una licuadora, durante 5 min; luego, se tamizó con una malla de 100  $\mu\text{m}$  de diámetro para separar las pepas de la pulpa.

**Mezclado.** Se mezcló el agua y la pulpa de pitahaya, y luego se calentó a 65 °C en constante agitación manual durante 5 min hasta obtener una mezcla homogénea. El mucílago de linaza en polvo se diluyó previamente en agua (1/2 de la mezcla); el ácido cítrico, el azúcar y la estevia fueron disueltas independientes en una parte de agua (1/3 de la mezcla) y se agregó al resto de la mezcla (2/3) a 80 °C.

**Pasteurizado.** La mezcla total se pasteurizó a 95 °C durante 3 min (Valladares, 2020) y, al finalizar, se agregó el sorbato de potasio.

**Envasado.** Se realizó a 85 °C en envases de vidrio de 270 mL.

**Enfriado.** Se realizó hasta temperatura ambiente (25 °C), para evitar la pérdida de nutrientes y de características sensoriales.

**Almacenado.** Se almacenó en un lugar fresco a 22-25 °C y rotulado para su análisis respectivo.

### **3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS**

#### **3.5.1. Acidez titulable**

La acidez titulable se evaluó por varias repeticiones (3 veces) por el método de AOAC (2005) 939. 05. El cálculo de la acidez, se realizó por titulación con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N.

Se transfirió 10 mL de la muestra a un matraz Erlenmeyer; luego, se tituló con la ayuda del pH-metro hasta llegar al rango de 8.1 a 8.3, posteriormente se anotó el gasto.

La acidez titulable fue expresada como porcentaje de ácido cítrico y se determinó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{N \times V \times \text{peso Eq}}{w}$$

Donde:

V = volumen de NaOH usado para la titulación.

N = normalidad del NaOH.

Peso Eq = peso equivalente a 0.064 g de ácido cítrico.

W = Cantidad de la muestra

### **3.5.2. Sólidos solubles**

Los sólidos solubles se expresaron en °Brix, se determinaron con un refractómetro de mano Atago, a 25 °C. Se colocó una gota de la bebida de pitahaya en el refractómetro, previa calibración del equipo con agua destilada, posteriormente, se obtuvieron los valores del contenido de sólidos solubles (°Brix) según AOAC (2005) 931.12.

### **3.5.3. Viscosidad aparente**

Se empleó el viscosímetro Brookfield Modelo DV2TRVT-JO, equipado con el husillo o spindle N.º 2, con velocidad de 20 rpm y muestra de 500 mL por cada tratamiento a  $20 \pm 1$  °C. Los resultados fueron expresados en mPa.s según AOAC (1980) 945.06

### **3.5.4. Sedimentación**



Para la obtención de los resultados de sedimentación de la bebida de pitahaya se empleó la centrífuga de tubos, con el objetivo de separar sólido-líquido mediante una fuerza rotativa. Los tubos fueron llenados y colocados en la centrífuga hasta  $2/3$  de su capacidad. Seguido, fueron puestos los tubos en la centrífuga, se cerró la tapa; y finalmente, fue centrifugó a 4000 rpm durante 10 min. Se realizó la medición de la altura del sedimento (Laz, Tuárez, Bermello y Díaz, 2018).

### **3.5.5. Aceptabilidad general**

Para la evaluación de la aceptabilidad general fue realizado mediante una escala hedónica con 9 puntos. Los panelistas degustaron las muestras de la bebida de pitahaya, y se utilizó agua de mesa entre cada muestra de la prueba sensorial como neutralizante entre cada tratamiento. Evaluaron 50 panelistas no entrenados de la empresa Danper SAC, consumidores de bebidas de frutas. Se ejecutaron en dos sesiones (3 tratamientos/sesión). A cada panelista, se dieron 3 muestras al azar con su respectivo código al azar; y luego de 10 min, fueron entregados los restantes. Las pruebas se realizaron por las tardes, antes del refrigerio otorgado por la empresa, siendo de 9:30 a 10:20 h y de 15:45 a 16:30 h. En la Figura 4, se presenta la ficha para la evaluación sensorial de la bebida de pitahaya (Anzaldúa-Morales, 2005).

## **3.6. MÉTODOS ESTADÍSTICOS**

El desarrollo estadístico correspondió a un arreglo factorial (tres sustituciones parciales de sacarosa por estevia y dos concentraciones de mucílago de linaza en polvo) con tres repeticiones. Las variables dependientes o paramétricas fueron; la acidez titulable, sólidos solubles, viscosidad aparente y sedimentación, y la variable no paramétrica fue la evaluación sensorial. Se realizó la Prueba de Levene para conocer la homogeneidad de varianzas, después, un análisis de varianza para

determinar la influencia de las variables independientes y, finalmente, la prueba de Duncan para identificar los subgrupos de cada tratamiento agrupado, todas a un nivel de confianza del 95%

### Prueba de aceptabilidad general de la bebida de pitahaya

Panelista:

Fecha:

Instrucciones: Pruebe la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo que se ha entregado y establezca según la escala, señalando con una (x) en el casillero correspondiente según el nivel de agrado o desagrado que le produzca.

Escala	Muestra		
	539	392	411
Me agrada extremadamente	-----	-----	-----
Me agrada mucho	-----	-----	-----
Me agrada bastante	-----	-----	-----
Me agrada ligeramente	-----	-----	-----
Ni me agrada ni me desagrada	-----	-----	-----
Me desagrada ligeramente	-----	-----	-----
Me desagrada bastante	-----	-----	-----
Me desagrada mucho	-----	-----	-----
Me desagrada extremadamente	-----	-----	-----
Comentarios:	-----		
	-----		

Fuente: López y otros (2011)

Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Los datos de la aceptabilidad general de la bebida de pitahaya fueron ejecutados mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon, con un nivel de confianza del 95%, respectivamente. Los datos se procesaron con el paquete estadístico SPSS versión 24 (Statistical Package for The Social Sciences). Este paquete estadístico es un software utilizado para el análisis de datos con data compleja y el SPSS es muy empleado por los investigadores debido a la capacidad de gestionar bastantes datos y análisis de texto entre otros formatos.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre la acidez titulable en una bebida de pitahaya

En la Figura 5, se muestra los valores de la acidez titulable en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya, observándose que los resultados de la acidez titulable (% ácido cítrico) oscilaron entre 0.41 y 0.73%. Se denotó que conforme aumentan las sustituciones de estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo incrementó la acidez titulable. Los datos de la acidez titulable de la bebida de pitahaya se encuentran en el Anexo 1.

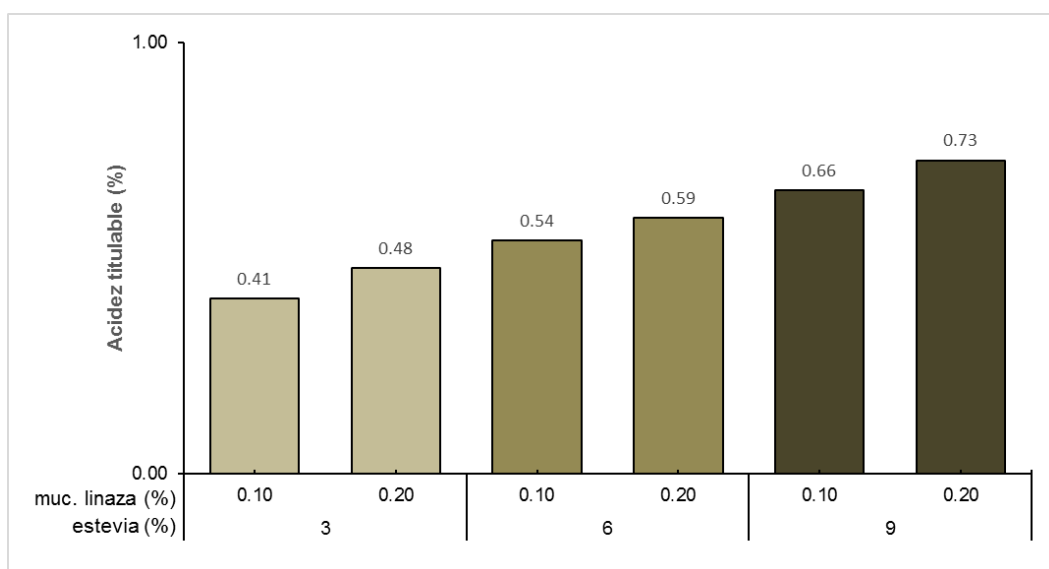


Figura 5. Acidez titulable (%) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

Luna (2023) obtuvo valores de acidez titulable 0.42 hasta 0.68% ácido cítrico en una bebida con diferentes diluciones de pulpa y agua. Además, se empleó estevia como edulcorante e de la bebida al 0.6%; concluyendo que, a menor dilución en agua, existió mayor contenido de acidez en la bebida, debido a que el contenido de acidez en la pulpa de pitahaya fue de 2.17% ácido cítrico. Asimismo, con una misma tendencia, Nazca (2019) incorporó estevia en polvo en concentraciones de 0.5, 1.0 y 1.5% en una bebida de mezcla de membrillo y yacón, obteniendo valores desde 0.41 hasta 0.44% de acidez, comparando con nuestros resultados, se encuentran ligeramente superiores debido al contenido de acidez de la fruta de pitahaya.

Sánchez (2020) evaluó una bebida de pitahaya con chirimoya, con diferentes concentraciones de pulpas sobre la acidez titulable. Reportando valores de acidez titulable desde 0.41 hasta 0.72%. Valores cercanos a nuestra investigación, pero dichas diferencias se deben a la pulpa de chirimoya y formulación de la bebida.

Barakat, Al-Furaydi, Al-Harbi y Al-Shedookhi (2017) evaluaron la sustitución de sacarosa por esteviósido al 0, 25, 50, 75 y 100% en bebidas de naranja, granada, guayaba y mango. Los valores reportados de acidez titulable fueron proporcionales a medida que aumentó la sustitución de la sacarosa por esteviósido en los néctares de frutas. Este comportamiento se debe a la disminución del contenido de sacarosa en los tratamientos, aumentando el valor del ácido predominante de las frutas (ácido cítrico) en la bebida.

Chambi y Puraca (2017) obtuvieron valores con un comportamiento creciente sobre la acidez titulable a medida que aumentaron las concentraciones de mucílago de chía (0.1, 0.3 y 0.5%). Concretaron que, a mayor reemplazo del carboximetilcelulosa por polvo de mucílago de chía, hubo mayor acidez debido a las propiedades químicas de alcalinidad de las semillas de chía. Valores semejantes a esta investigación.

Jijón (2017) sustituyó la sacarosa por la estevia en polvo con sustituciones de 0.00, 0.30, 0.63 y 0.91% sobre la acidez en una bebida de piña. Obtuvieron un comportamiento creciente, desde 0.58 hasta 0.73% expresado en ácido cítrico; conforme incrementó la concentración de estevia.

La acidez es la suma de ácidos orgánicos presentes en la bebida, sin embargo, existen parámetros de la calidad de la fruta, principalmente el estado de madurez y sus características sensoriales del fruto. La acidez en la bebida elaborada está influenciada por el ácido predominante de la fruta (ácido cítrico) de la pitahaya, el ácido ascórbico de la linaza y el ácido cítrico añadido para evitar el pardeamiento de la fruta (Muñoz, Carranza, Delgado y Alcivar, 2019).

En el Cuadro 7, se presenta la prueba de Levene aplicada a la acidez titulable de la bebida de pitahaya. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 7. Prueba de Levene para la acidez titulable de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Estadístico de Levene	p
-----------------------	---

1.806	0.186
-------	-------

En el Cuadro 8, se muestra el análisis de varianza para la acidez titulable de la bebida de pitahaya, indicando que la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo son estadísticamente significativas al presentar un valor  $p < 0.05$ , a un nivel de confianza del 95.0%.

Cuadro 8. Análisis de varianza de la acidez titulable de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Estevia :A	0.493	2	0.247	1232.583	0.000
Polvo mucílago de linaza: B	0.010	1	0.010	51.361	0.000
A*B	0.001	2	0.000	1.861	0.198
Error	0.002	12	0.000		
Total	0.506	17			

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Duncan aplicada a la acidez titulable de la bebida de pitahaya. Esta prueba indico la formación de subgrupos; por tanto, existió diferencia significativa entre los tratamientos. Según la Norma General para Zumo (Jugos) y Néctares de Frutas (Codex Stan 247) dada por el CODEX (2005), el contenido de acidez debe tener un máximo de 0.5 g ácido cítrico/100mL; por tanto, se elige al tratamiento con estevia al 3% y la concentración del mucílago de linaza en polvo al 0.2% por presentar menor variación de acidez con 0.48%.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para la acidez titulable de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Estevia (%)	Mucílago de linaza en polvo (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
3	0.1	0.41					

3	0.2	0.48			
6	0.1		0.54		
6	0.2			0.59	
9	0.1				0.66
9	0.2				0.73

#### **4.2. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre los sólidos solubles en una bebida de pitahaya**

En la Figura 6, se presentan los valores de los sólidos solubles en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en una bebida de pitahaya; mostrándose que los resultados oscilaron entre 11.44 hasta 9.05 °Brix. Se observa una ligera disminución de los sólidos solubles a medida que aumentaron las sustituciones parciales de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo. Los valores obtenidos de los tratamientos están dentro de los rangos de la norma NTP 203.110.2009. El contenido de azúcares es debido a la pulpa de pitahaya (10.11 g de azúcares totales) (Sánchez, 2020). Los datos de los sólidos solubles de la bebida de pitahaya, se encuentran en el Anexo 2.



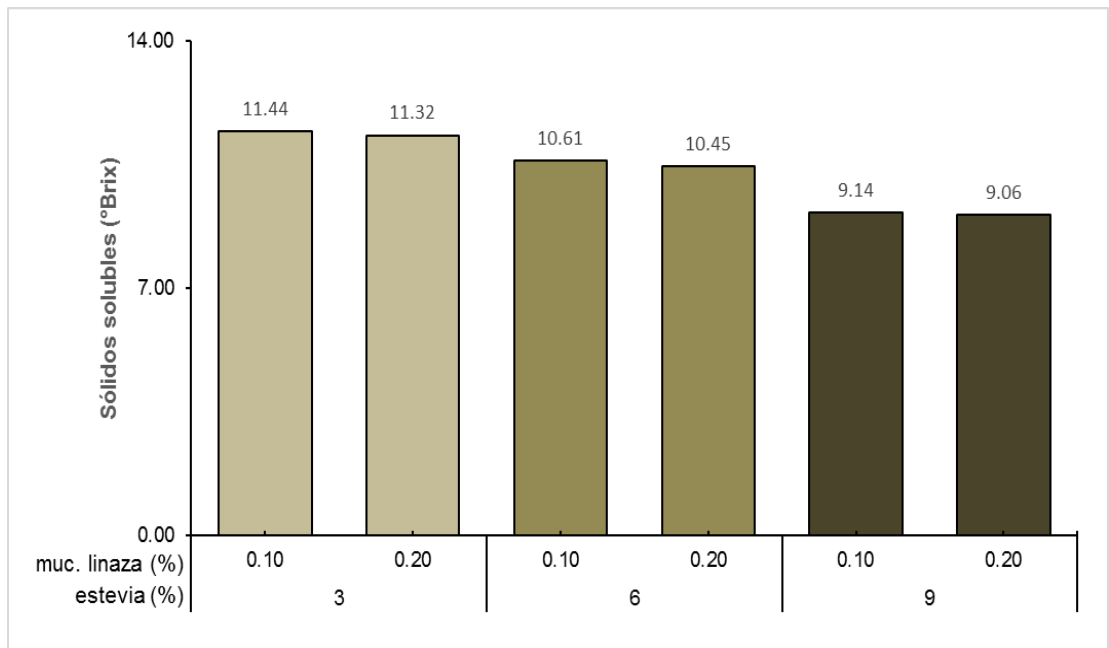


Figura 6. Sólidos solubles (°Brix) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

El contenido de sacarosa incorporado en bebidas de frutas proporciona mayor contenido de sólidos soluble y calorías; sin embargo, los edulcorantes no aportan calorías y ligeramente en los sólidos solubles. La estevia presenta mayor poder edulcorante (300 veces superior) en comparación de la sacarosa, además, se necesitan mínimas cantidades para alcanzar el dulzor esperado. Por tanto, el contenido de sólidos solubles irá disminuyendo, comportamiento definido en esta investigación (Verona y otros, 2020).

Los sólidos solubles más industrialización está conformada por los azúcares reductores y no reductores; sacarosa, glucosa y fructuosa. Además, los edulcorantes con característica de alto poder de dulzor y bajo aporte calórico son insolubles y en algunos casos poco solubles, por tanto, menor contenido de sólidos solubles en los análisis (Muñoz, y otros, 2019).

Sánchez (2020) evaluó una bebida de pitahaya con chirimoya, con diferentes concentraciones de pulpas sobre el contenido de sólidos solubles. Reportando valores desde 10.8 hasta 12.2°Brix. Valores cercanos a nuestra investigación. Asimismo, Jijón (2017) sustituyó la sacarosa por la estevia en polvo con sustituciones de 0.00, 0.30, 0.63 y 0.91% sobre los sólidos solubles en una bebida de piña. Obtuvieron un comportamiento decreciente, desde 9.60 hasta 9.07 °Brix. Comparando con esta investigación, mantiene una misma tendencia y valores un poco alejados, debido al tipo de fruta y formulación empelada.

Los néctares de frutas deben incluir como mínimo de 20% en sólidos solubles de la pulpa de la fruta, en comparación de las bebidas de frutas, que incluyen como mínimo en 10% sólidos solubles. Aquellas frutas con mayor acidez (acidez de fruta mínima de 0.4%, expresado en el ácido predominante de la fruta), debe contener un mínimo de 5% de sólidos solubles de la pulpa de fruta en la formulación (NTP 203.110, 2009).

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Levene aplicada a los sólidos solubles de la bebida de pitahaya. La prueba de Levene determino la existencia de homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 10. Prueba de Levene para los sólidos solubles de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Estadístico de Levene	p
1.223	0.357

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza para los sólidos solubles de la bebida de pitahaya, denotándose que la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo son estadísticamente significativas al presentar un valor  $p < 0.05$ , a un nivel de confianza del 95.0%.

Cuadro 11. Análisis de varianza de los sólidos solubles de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Estevia :A	15.949	2	7.974	5437.034	0.000
Polvo mucílago de linaza: B	0.066	1	0.066	45.004	0.000
A*B	0.004	2	0.002	1.504	0.261
Error	0.018	12	0.001		
Total	16.037	17			

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los sólidos solubles de la bebida de pitahaya. Esta prueba indicó la formación de subgrupos; por tanto, existió diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento de la sustitución parcial de sacarosa por estevia al 3% y la concentración del mucílago de linaza en polvo al 0.2 con 11.32 °Brix en el Subgrupo 5, se eligió como mejor tratamiento por presentar valor cercano al reportado por Sánchez (2020) con 11.10 °Brix en la evaluación de una bebida de pitahaya con chirimoya.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para los sólidos solubles de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Estevia (%)	Mucílago de linaza en polvo (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
9	0.2	9.06					
9	0.1		9.14				
6	0.2			10.45			
6	0.1				10.61		
3	0.2					11.32	
3	0.1						11.44

### 4.3. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre la viscosidad aparente en una bebida de pitahaya

En la Figura 7, se presentan los valores de la viscosidad aparente en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya (fluido no newtoniano); reportando valores entre 27.60 hasta 27.49 mPa.s. Se observa un aumento de la viscosidad aparente sobre las concentraciones de mucílago de linaza en polvo; caso contrario, con las sustituciones parciales de sacarosa por estevia. Los datos de la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya, se encuentran en el Anexo 3.

El uso del mucílago de semillas (linaza y chía) en bebidas mejora el equilibrio de los sólidos solubles en bebidas de frutas, debido a la composición química de los polisacáridos complejos, propiedades fisicoquímicas de la pulpa de fruta y viscosidad del producto (Calderón-Ramos y Calderón, 2019).

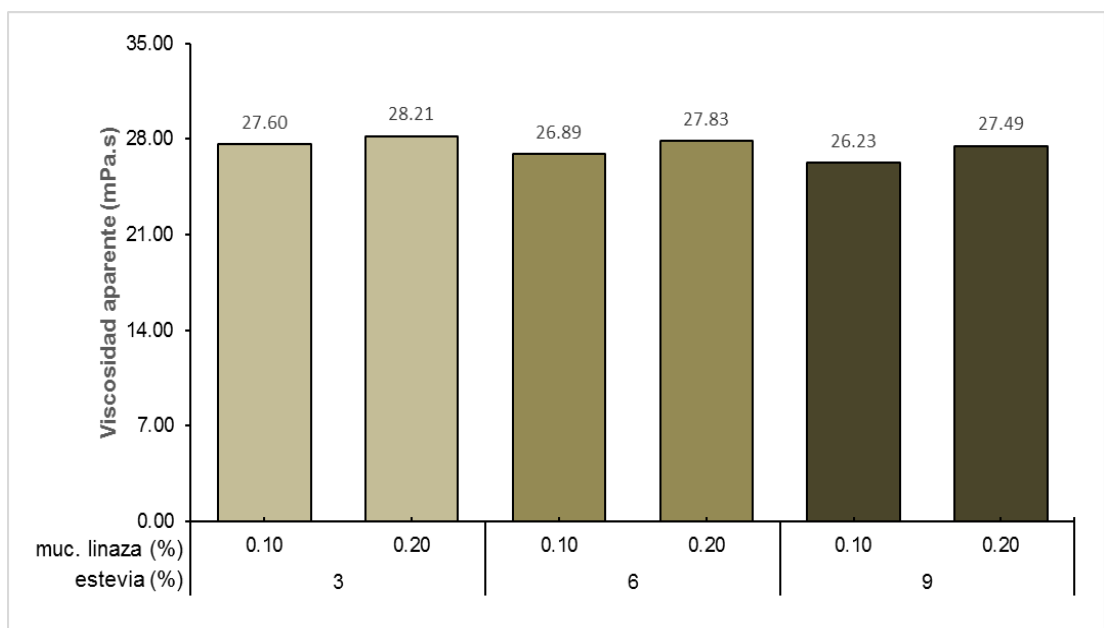


Figura 7. Viscosidad aparente (mPa.s) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

La viscosidad aparente en néctares y bebidas de frutas es una condición importante, influyente durante el procesamiento, desde la elección de la fruta, la relación de la fruta con agua, formulación y estabilizadores alimentarios, con el propósito de cumplir con los parámetros sensoriales del cliente al momento de elegir (Muñoz, Mendoza y Saltos, 2023).

Sánchez (2020) investigó una bebida de pitahaya con chirimoya, con diferentes concentraciones de pulpas sobre la viscosidad aparente. Reportando valores de viscosidad aparente desde 29.74 hasta 35.12 mPa.s; valores ligeramente superiores a esta investigación, debido a las características físicas de la pulpa de la chirimoya.

Rodríguez-Arzave, Florido y Hernández (2020) demostraron que, al existir mayor de sólidos totales en un medio líquido, habrá mejor estabilidad; consiguiendo vincular las moléculas de agua y compuestos de las bebidas de frutas. Asimismo, Valladares (2021) evaluó el comportamiento reológico, concluyendo que, a medida que sustituyó la sacarosa por estevia (40, 70 y 100%) disminuyó la viscosidad; sin embargo, en la sustitución parcial de CMC por polvo de mucílago de chía (0.05 y 0.10%) existió un ligero aumento en la bebida de tamarindo. El aumento en la viscosidad aparente en las bebidas, se debe a los polisacáridos del mucílago en polvo y la fibra soluble que aporta las semillas. Y la disminución de la viscosidad, se debe a la disminución de sólidos totales, empleándose mejor cantidad de sacarosa.

Chambi y Puraca (2017) investigaron la incorporación (0.5 a 2.5%) del mucílago de chía en polvo sobre la reología de una bebida de frutas,

obteniéndose valores desde 18.6 a 52.2 mPa.s, existe una misma tendencia con esta investigación, pero con mayores resultados. Por tanto, los sólidos totales generan mayor viscosidad debido a las tracciones intermoleculares provenientes de las fuerzas hidrodinámicas y por fenómenos producidos y característico de otros geles alimentarios (goma xantana, mucílago de linaza y otros mucílagos de vegetales).

A mayor concentración de mucílago de linaza en la bebida de frutas tendremos mayor contenido de sólidos solubles, por tanto, existirá la formación de membranas celulares, aportando mayor viscosidad. Asimismo, la reología de una bebida será influenciado por las características químicas de la fruta, estado de madurez del fruto, relación de pulpa y agua emplearse y el origen del dulzor de la bebida (Portuguez, Ponce, Hernández, de la Cruz, Trejo y Pariona, 2020).

Luna (2023) expresa que cada bebida presenta una dispersión coloidal, siendo importante sobre el comportamiento reológico; por tanto, obtener mayor viscosidad es causal a una obstrucción al flujo o también puede desarrollarse como expectativa de mayor contenido de pulpa en la elaboración de bebidas.

El mucílago de linaza está conformado por polisacáridos neutros (75%) y 2 fracciones de polisacáridos ácidos; la fracción neutra tiene alto peso molecular ( $1.16 \times 10^6$  Da) y formada por galacto-arabino-xilano, responsables de la viscosidad del mucílago; y las 2 fracciones ácidas son de tipo ramnogalacturano ( $6.5 \times 10^5 - 1.7 \times 10^4$  Da). Por tanto, una mayor viscosidad del mucílago está relacionado a polisacáridos neutros y de mayor tamaño molecular (Esparza y otros, 2021).

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Levene aplicada a la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya. La prueba de Levene determino la existencia de homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 13. Prueba de Levene para la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Estadístico de Levene	p
1.086	0.416

En el Cuadro 14, se presenta el análisis de varianza para la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya, denotándose que la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo son estadísticamente significativas al presentar un valor  $p < 0.05$ , a un nivel de confianza del 95.0%.

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Duncan aplicada a la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya. Esta prueba indico la formación de subgrupos; por tanto, existió diferencia significativa entre los tratamientos. La sustitución parcial de sacarosa por estevia al 3% y la concentración del mucílago de linaza en polvo al 0.2 con 28.21 mPa.s en el subgrupo 6; fue elegido como mejor tratamiento, valor cercano al reportado por Valladares (2020) con 31.1 mPa.s, en la obtención de una bebida de tamarindo endulzado con estevia y mucílago de chía en polvo.

Cuadro 14. Análisis de varianza de la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Estevia :A	3.258	2	1.629	686.672	0.000

Polvo mucílago de linaza: B	3.948	1	3.948	1664.283	0.001
A*B	0.310	2	0.155	65.431	0.000
Error	0.028	12	0.002		
Total	7.545	17			

Cuadro 15. Prueba de Duncan para la viscosidad aparente de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Estevia (%)	Mucílago de linaza en polvo (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
9	0.1	26.23					
6	0.1		26.89				
9	0.2			27.49			
3	0.1				27.60		
6	0.2					27.83	
3	0.2						28.21

#### 4.4. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre la sedimentación en una bebida de pitahaya

En la Figura 8, se muestran los valores de la sedimentación en función sustitución parcial de sacarosa por estevia y de la concentración de mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya; reportando valores desde 24.25 hasta 25.65%. Se observa una ligera disminución en la sedimentación sobre las concentraciones de mucílago de linaza en polvo; caso contrario, para las sustituciones parciales de sacarosa por estevia.



Los datos de la sedimentación de la bebida de pitahaya se encuentran en el Anexo 4.

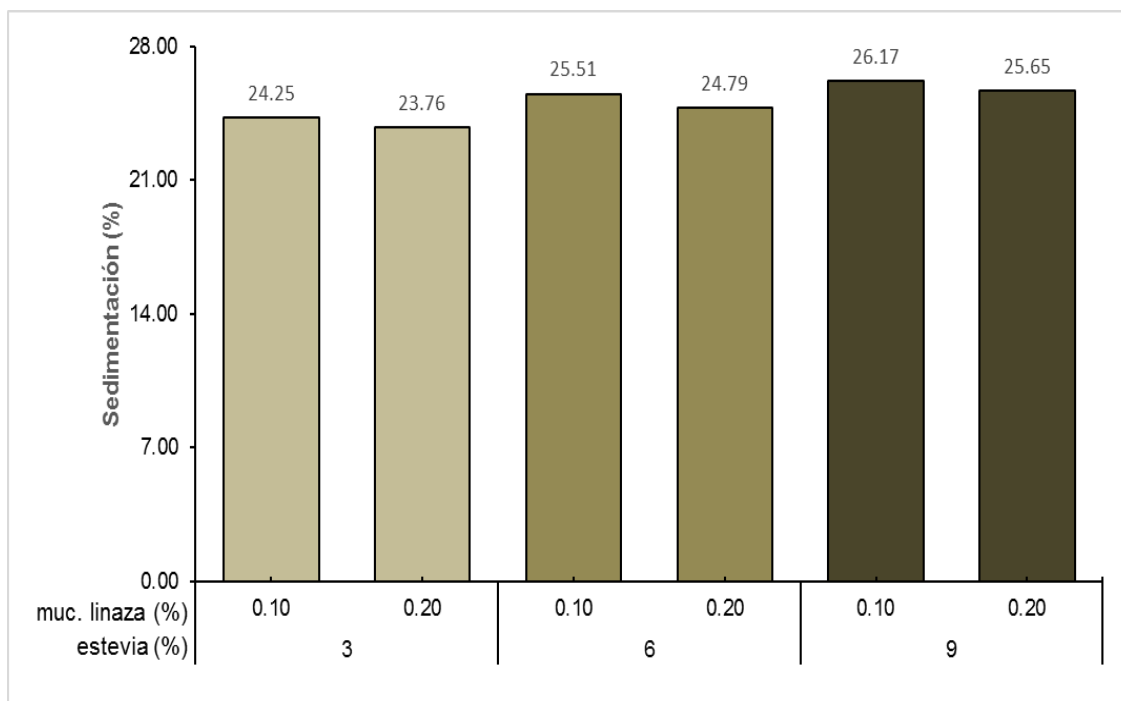


Figura 8. Sedimentación (%) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

Silva (2019) elaboró un néctar de maracuyá con diferentes concentraciones (0.05, 0.10 y 0.15%) de mucílago de semillas de linaza en polvo sobre la sedimentación. Se obtuvieron valores desde 37.67 hasta 34.30%; debido a la dosis de estabilizante disponible en la bebida, por tanto, evita la separación de sólidos en la bebida. Esta misma tendencia se observó en nuestra investigación.

Los mucílagos de semillas; especialmente de linaza soporta diferentes variaciones de pH en su medio líquido y congruente con una deducción de sólidos sedimentados. Es debido a que existe una mejoría sobre la interacción partícula-partícula de los sólidos totales de las bebidas. Sin

embargo, debido al aumento de acidez titulable y menor pH de la bebida, por la disminución de sacarosa y aumento de estevia, hace que el medio líquido sea vulnerable a la inestabilidad de los sólidos totales en la bebida de frutas (Sánchez, 2020).

La rapidez de la sedimentación es inversa a la proporción de la viscosidad del medio coloidal, habiendo influencia directamente sobre la sedimentación de sólidos; calificado como variabilidad física. Puede existir mejor permanencia en la suspensión de sólidos por tiempos prolongados; a mayores propiedades de suspensión del estabilizante empleado (Figuroa, 2016; Portuguez y otros, 2020). Por tanto, el mucílago de linaza en polvo proporciona mayor viscosidad al medio líquido dependiendo de factores fisicoquímicos como pH, acidez y sólidos solubles, y mantener en suspensión las partículas, disminuyendo la precipitación,

En el Cuadro 16, se presenta la prueba de Levene aplicada a la sedimentación de la bebida de pitahaya. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 16. Prueba de Levene para sedimentación de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Estadístico de Levene	p
1.720	0.205

En el Cuadro 17, se presenta el análisis de varianza de la sedimentación de la bebida de pitahaya, denotándose que la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo son estadísticamente significativas al presentar un valor  $p < 0.05$ , a un nivel de confianza del 95.0%.

Cuadro 17. Análisis de varianza de la sedimentación de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Estevia :A	10.992	2	5.496	1055.809	0.000
Polvo mucílago de linaza: B	1.508	1	1.508	289.692	0.000
A*B	0.045	2	0.023	4.368	0.038
Error	0.062	12	0.005		
Total	12.608	17			

En el Cuadro 18, se presenta la prueba de Duncan aplicada a la sedimentación de la bebida de pitahaya. Esta prueba indico la formación de subgrupos; por tanto, existió diferencia significativa entre los tratamientos. La sustitución parcial de sacarosa por estevia al 3% y la concentración del mucílago de linaza en polvo al 0.2 con 23.76% del Subgrupo 1, fue elegido como mejor tratamiento por presentar la menor sedimentación.

Cuadro 18. Prueba de Duncan para la sedimentación de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Estevia (%)	Mucílago de linaza en polvo (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
3	0.2	23.76					
3	0.1		24.25				
6	0.2			24.79			
6	0.1				25.51		
9	0.2					25.65	
9	0.1						26.17

#### **4.5. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo sobre la aceptabilidad general en una bebida de pitahaya**

En la Figura 9, se muestran los valores promedios de la aceptabilidad general en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya. Se observa mejor aceptación a la sustitución parcial de sacarosa por estevia al 6% y concentración de mucílago de linaza en polvo al 0.20%, con promedio 7.80 puntos. Los resultados de la evaluación sensorial de la bebida de pitahaya por parte de los panelistas están en el Anexo 5.

La disponibilidad de edulcorantes en bebidas de frutas, sea en su totalidad o parcialmente, determinan en la particularidad de dicha bebida para los consumidores (Furtado y Bolini, 2015). Además, los panelistas indicaron que, entre otros parámetros de aceptación, pudieron probar un ligero amargor en el sabor debido al esteviósido, y probablemente relacionado con una menor puntuación en la calificación de los panelistas.

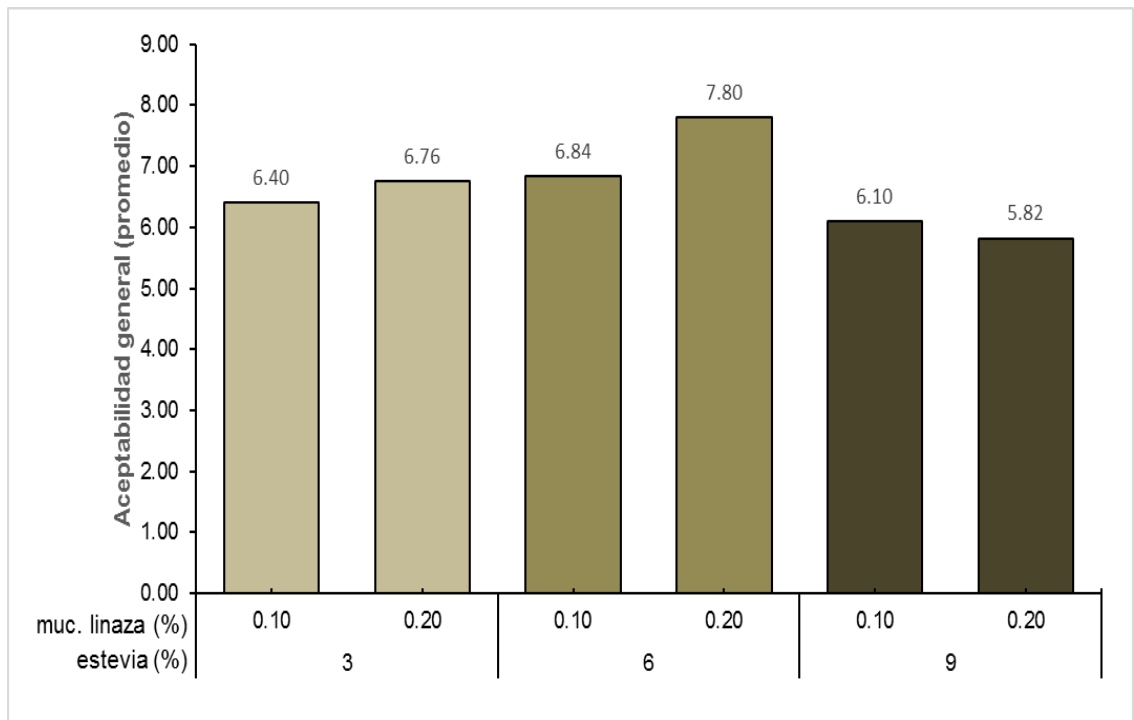


Figura 9. Aceptabilidad general en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración del mucílago de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

Los ácidos predominantes en las diferentes frutas son; el cítrico (en la mayoría de las frutas tropicales), el málico (manzana), el tartárico (uvas y tamarindo). Estos ácidos orgánicos son determinantes en las características fisicoquímicas y sensoriales, así como, en la estabilidad final del producto (Carmen, 2015).

Quispe (2019) evaluó una bebida de naranja con diferentes concentraciones de mucílago de chía (0.0, 0.2, 0.4 y 0.6%), concluyendo que el mejor tratamiento fue 0.6% de mucílago de chía por obtener mejor características sensoriales, destacando la acidez predominante de la fruta, aspecto y color; en caso del dulzor, hubo un ligero sensación del dulzor respecto a los demás tratamientos por disminución de la sacarosa.

El mucílago de linaza en polvo tuvo un color ligeramente marrón amarillento y sin sabor característico, para la pulpa de pitahaya, se caracteriza por su ligero acidez, intenso y agradable aroma, y por su color blanquecino. Estos factores determinaron sobre la percepción de los panelistas, pasando por desapercibido la tonalidad y sedimentación, y dulzor característico del esteviósido, pero hubo un equilibrio de dulzor en los tratamientos (Portuguez y otros, 2020).

El uso del mucílago en bebidas no interviene sobre el sabor y aroma característico, pero puede ser influyente sobre la densidad y apariencia, manifestado en la aceptabilidad general del producto (Dugarte, Molina y García, 2020).

La reología de un alimento interviene en la percepción sensorial del consumidor; relacionado al sentido del gusto, influyendo sobre la velocidad y el grado del estímulo sensorial; y cuando se utiliza soluciones y dispersiones de hidrocoloides; la viscosidad es mayor y la percepción del dulzor va disminuyendo por parte de los consumidores (Figuerola, 2016). Algunos panelistas probaron una disminución sobre el dulzor, siendo característico y acostumbrado a la sacarosa, pero igualmente fue aceptado por el consumidor.

En el Cuadro 19, se presenta la prueba de Friedman aplicado a la aceptabilidad general de la bebida de pitahaya, que determino la diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y de la concentración de mucílago de linaza en polvo. El tratamiento que presento mejores resultados fue estevia al 6% y concentración de mucílago de linaza en polvo al 0.2%, con mayor rango promedio de 5.60, promedio con 7.80 y moda con 8 puntos (equivalente a me agrada mucho).

Cuadro 19. Prueba de Friedman de la aceptabilidad general de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Estevia (%)	Mucílago de linaza en polvo (%)	Rango promedio	Moda	Promedio	Chi-Cuadrado	p
3	0.1	3.15	7	6.40	147.932	0.000
3	0.2	3.88	7	6.76		
6	0.1	4.08	7	6.84		
6	0.2	5.60	8	7.80		
9	0.1	2.35	6	6.10		
9	0.2	1.94	6	5.82		

En el Cuadro 20, se muestra la prueba de Wilcoxon aplicado a la aceptabilidad general de la bebida de pitahaya. Dicha prueba es complementaria a la prueba de Friedman, cuando resulta significativa, tratándose de la comparación entre todos los tratamientos. La comparación de la sustitución parcial de sacarosa por estevia al 6% y la concentración del mucílago de linaza en polvo al 0.2% frente a los diferentes tratamientos, existió diferencia significativa sin excepción ( $p < 0.005$ ).

Cuadro 20. Prueba de Wilcoxon de la aceptabilidad general de la bebida de pitahaya con estevia y mucílago de linaza en polvo

Tratamiento		Tratamientos		z	p
Estevia (%)	Mucílago de linaza en polvo (%)	Estevia (%)	Mucílago de linaza en polvo (%)		
6	0.2	3	0.1	-5.764	0.000
		3	0.2	-5.307	0.000
		6	0.1	-5.577	0.000
		9	0.1	-6.047	0.000
		9	0.2	-6.143	0.000

## V. CONCLUSIONES

La sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de mucílago de linaza presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la acidez titulable, los sólidos solubles, la viscosidad aparente, la sedimentación y aceptabilidad general en una bebida de pitahaya.

El tratamiento de mayor aceptabilidad general (7.80 puntos “me agrada mucho”) fue para la sustitución parcial de sacarosa por estevia al 6% y del CMC por polvo de mucílago de linaza al 0.2% en la bebida de pitahaya. Y la sustitución parcial de sacarosa por estevia al 3% y la concentración del mucílago de linaza en polvo al 0.2%, permitió la menor variación de acidez titulable (0.48% ácido cítrico), el mejor contenido de sólidos solubles (11.32 °Brix), la mejor viscosidad aparente (28.21 mPa.s) y la menor sedimentación (23.76%) en la bebida de pitahaya.



## **VI. RECOMENDACIONES**

Evaluar estudios de tiempo y temperatura de tratamiento térmico para la elaboración de bebidas de pitahaya roja y combinadas con otras frutas que fortalezcan las características organolépticas del producto final.

Realizar estudio de vida útil de la bebida a base de pitahaya, maracuyá, piña y otras.

Realizar estudios de capacidad antioxidantes y polifenoles disponibles en la bebida de variedades de pitahaya.

Incorporar otros edulcorantes naturales en la elaboración de bebidas de mezcla de frutas (arándano, fresa, maracuyá, aguaymanto y otros).

## VII. REFERENCIAS

Acuña, S., Chun, L., Ccahuana, R. y Delgado, L. 2020. Potencial erosive de jugos de frutas amazonicas. Revista Estomatologica Herediana, 3(3): 187-203.

Altuna, J., Silva, M. y Álvarez, M. 2018. Yelow pitahaya (Hylocereys megalanthus) fatty acids composition from ecuadorian amazonia. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 11: 218-221.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Segunda edición. Edit. Acribia S.A. Zaragoza, España.

AOAC. 2005. Official method 931.12. Solids (soluble) in fruits and fruit products (sólidos solubles). Segunda Edición, Maryland, USA.

AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC International, Décimo octava Edición, Maryland, USA.

Barakat, H., Al-Furaydi, A., Al-Harbi, A. y Al-Shedookhi, A. 2017. Nutritional, chemical and organoleptical characteristics of low-calorie fruit nectars incorporating stevioside as a natural sweetener. Scientic Research Publishing, 8: 126-140.

Berdanier, C., Dwyer, J. y Feldman, E. 2010. Nutrición y alimentos. México: McGraw Hill Interamericana.

Bustamante, F. 2015. Desarrollo de una bebida funcional a base de extracto de cola de caballo edulcorado con stevia. Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.

Calapaqui, E. y Sasig, S. 2020. Efecto del mucílago de las semillas de lino como estabilizante en función a la concentración de néctar de manzana. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.

Calderón-Ramos, L. y Calderón, D. 2019. Polifenoles totales y actividad antioxidante en una bebida funcional obtenida a partir del mucílago de la corteza de huampo blanco (*Heliocarpus americanus* L.) y chía edulcorado con stevia. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Carmen, S. 2015. Determinación de parámetros adecuados para la obtención de néctar a partir de tamarindo. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Piura. Piura.

Caruajulca, B. y Dora, V. 2012. Efecto de la concentración de extractos de stevia en las características fisicoquímicas y sensoriales de néctar de membrillo. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Casas, N., Salgado, Y., Moncayo, D. y Cote, S. 2016. Efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de quinua y mango. *Agroindustrial Science*, 8(1): 43-53.

Castillo, W. 2012. Efecto de la dilución y concentración de carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar de membrillo. Tesis para la obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Chambi, E. y Puraca, K. 2017. Evaluación tecnológica para la extracción del mucílago de la semilla de chía y su aplicación como estabilizante en un néctar de fresa. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú.

Contreras, E. y Purisaca, J. 2018. Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón y piña endulzada con stevia. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.

Corzo-Ríos, L., Bautista, M., Gómez y Gómez, Y. 2016. Frutas de cactáceas: Compuestos bioactivos y sus propiedades nutraceuticas. *Propiedades Funcionales de Hoy. OmniaScience*, 1: 35-66.

Dugarte, N., Molina, F. y García, M. 2020. Aplicaciones de los mucílagos en el sector agro-alimentario. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 30(1): 70-76.

Dutra, M. y Bolini, H. 2013. Sensory and physicochemical evaluation of acerola néctar sweetener with sucrose and different sweeteners. *Food Science and Technology*, 33(4): 612-618.

Esparza, Y., Rubilar, M., Leyton, A. y Shene, C. 2021. Cinética de extracción y actividad prebiótica del mucílago de linaza. Centro de Genómica Nutricional Agro-acuícola. Universidad de la Frontera. Chile.

Espinosa, G., Calvillo, M., Ramos, O., Gómez, S. y Chávez, C. 2016. Caracterización fisicoquímica de néctar de guayaba adicionado con harina de amaranto y fibra soluble. *Investigación y Desarrollo de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2): 598-602.

Evangelista, W. y Rivas, J. 2015. Efecto de los edulcorantes (sucralosa y stevia) sobre las características sensoriales de una bebida a base de sanky. Tesis para obtener el Título de Ingeniero de Alimentos. Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú.

Figuroa, J. 2016. Desarrollo de una bebida obtenida de tomate de árbol enriquecida con aloe vera. Tesis para obtener el Grado de Magister en Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia.

Furtado, I. y Bolini, H. 2015. Passion fruit juice with different sweeteners sensory profile by descriptive analysis and acceptance. *Food Science and Nutrition*, 3(2): 129-139.

Jijón, M. 2017. Sustitución parcial de sacarosa por stevia y estudio del efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de vitamina C en una bebida de piña y soya. Tesis para obtener el Título de Ingeniera en Alimentos. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

Jiménez, P. y Quitral, V. 2019. Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2): 155-162.

Kajla, P., Alka, S. y Sood, D. 2017. Semillas de lino: una fuente de alimentos funcional potencial. *Journal Food Science Technology*, 52: 1857-1871. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1293-y>

Laz, M., Tuárez, M., Bermello, S. y Díaz, E. 2018. Phisicochemical evaluation of passion fruit juice at difeferent concentrations of hydrocolloids. *Revista Espamciencia para el agro*, 10(1): 119-123.

Lobo, R., Tanizaki, G. y de Soto, J. 2016. Pitahaya. Register of new fruit and nut cultivars list 48. HortScience, 51: 641-643.

López, O. y Solís, M. 2018. Extracción y microencapsulación de aceite de linaza para la adición de una matriz alimenticia. Tesis para obtener el Título Profesional de Maestría en Tecnología de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

Lozano, M. y Ramírez, G. 2022. Estevia, una alternativa dulce y saludable. Centro de Investigación Científica de Yucatán, 14; 113-117.

Luna, E. 2023. Características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de bebida funcional a base de pitahaya amarilla y cushuro edulcorado con estevia. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa.

Magalhaes, S., Fernandes, F., Cabrita, A., Fonseca, A., Valentao, P. y Andrade, P. 2017. Alkaloids in the valorizations of European *Lupinus* spp. Industrial Crops and Products, 95: 286-295.

Martínez-Velarde, D., Málaga, R. y Bernabé, A. 2021. Consumo de bebidas azucaradas, verduras y frutas en sujetos con alteración del metabolismo de la glucosa. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 25(3): 1-25.

Massari, T., Plencovich, R. y Trouilh, D. 2017. Harina de amaranto y semillas de lino en la elaboración de scones aportando aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Tesis para obtener Licenciatura en Nutrición. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Mercado-Silva, E.M. 2018. Pitaya-*Hylocereus undatus* (Haw). Exotic Fruits 339-349.

Montesinos, J., Ruiz, G. y Rodríguez, L. 2015. Pitahaya (*Hylocereus spp.*) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropicales*, 36: 67-76.

Muñoz, J., Carranza, N., Delgado, M. y Alcivar, A. 2019. Elaboración de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comosus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características físico-químicas, microbiológicas y organoléptica. *Agroindustrial Science*, 9(1): 13-17.

Muñoz, P., Mendoza, J. y Saltos, S. 2023. Néctar a base de pitahaya con harina de cáscara de maracuyá; compuestos antioxidantes, estabilidad fisicoquímica y aceptabilidad sensorial. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 43(3): 63-73.

Norma Técnica Peruana. NTP 203.100. 2009. Jugos, néctares y bebidas de frutas. Requisitos. Instituto Nacional de Defensa del Consumidor de la propiedad intelectual. Lima.

Olivares, C. 2015. Determinación de parámetros adecuados para la obtención de néctar a partir de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). Tesis para obtener el Título de ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú.

Portuguez, A., Huamani, A., Ramírez, J., Hernández, J., de la Cruz, W., Trejo, A. y Pariona, F. 2020. Determinación de la tecnología de extracción del mucílago de la semilla de chía y evaluación de sus propiedades funcionales. *Brazilian Journal of Development*, 6(2): 8148-8167.

Quispe, W. 2019. Formulación y elaboración de una bebida dietética a base de jugo de naranja (*Citrus sinensis*) y mucílago de la semilla de chía (*Salvia hispánica*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.

Rochín, J., Milán, J., Gutiérrez, R., Cuevas, O., Mora, S., Valdez, A., Delgado, F. y Reyes, C. 2015. Bebida funcional de valor nutricional elaborada a partir de una mezcla de granos integrales extruidos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(1): 127-138.

Rodríguez-Arzave, J., Florido, A. y Hernández, M. 2020. Determinación de parámetros fisicoquímicos en jugos de frutas cítricas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5: 233-238.

Sánchez, J. 2020. Elaboración de una bebida energética a partir de pulpa de pitahaya y chirimoya. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Saniah y Sharifah, M. 2012. The application of stevia as sugar substitute in carbonated drinks using response surface methodology. *Journal Tropical Agricultural and Food*, 40(1): 23-36.

Silva, J. 2019. Efecto de la concentración del mucílago de linaza sobre las características fisicoquímicas y reológicas de un néctar de maracuyá. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Cesar Vallejo.



Tonny, C., Maigoda, F. y Darwis, G. 2017. Red dragon fruit powder as a basic ingredient for functional foods rich in bioactive compounds, nutritional substances and antioxidants. *Pakistan Journal of Nutrition*, 16: 714-718.

Urrialde R. 2019. Evolución de la información relacionada con la alimentación y la nutrición. Retos de adaptación para y por el consumidor. *Nutrición Hospitalaria*, 36(3): 13-9.

Urrialde, R., Camino, S., Conde, M., Díaz, L., Gómez-García, S. y Izurdiaga, D. 2021. Nuevos enfoques en la composición de bebidas con ingredientes vegetales dirigidas a consumidores con perfil vegetariano y vegano. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 27(3): 196-202.

Valladres, J. 2020. Efecto de la sustitución parcial de sacarosa por estevia (*Stevia rebaudiana*) y de CMC por polvo de mucílago de chía (*Salvia hispánica* L.) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de una bebida de tamarindo (*Tamarindus indica*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo.

Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J. y Paucar-Menacho, L. 2020. Pitahaya: cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3): 439-453.

Villanueva, S. 2020. Evaluación del mucílago de nopal como agente estabilizante en la elaboración de néctar de aguaymanto. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Le Cordon Bleu. Perú.

Webb, G. 2006. Complementos nutricionales y alimentos funcionales. Zaragoza: Acribia.

Zoitzá, E. 2016 Caracterización de semillas de linaza cultivadas en Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 62(2): 213-225.

## **viii. ANEXOS**

Anexo 1. Valores de la acidez titulable (% ácido cítrico) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de semillas de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

Replicas	Estevia 3%		Estevia 6%		Estevia 9%	
	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza
	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%
1	0.43	0.47	0.56	0.58	0.65	0.71
2	0.40	0.45	0.55	0.62	0.68	0.74
3	0.39	0.51	0.51	0.58	0.64	0.73
Promedio	0.41	0.48	0.54	0.59	0.66	0.73

Anexo 2. Valores de los sólidos solubles (°Brix) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de semillas de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

Replicas	Estevia 3%		Estevia 6%		Estevia 9%	
	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza
	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%
1	11.50	11.32	10.65	10.42	9.14	9.04
2	11.40	11.34	10.55	10.48	9.18	9.08
3	11.42	11.30	10.62	10.44	9.10	9.05
Promedio	11.44	11.32	10.61	10.45	9.14	9.06

Anexo 3. Valores de la viscosidad aparente (mPa.s) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de semillas de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

Replicas	Estevia 3%		Estevia 6%		Estevia 9%	
	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza
	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%
1	27.60	28.25	26.87	27.84	26.25	27.46
2	27.65	28.17	26.88	27.79	26.16	27.56
3	27.54	28.21	26.91	27.85	26.29	27.45
Promedio	27.60	28.21	26.89	27.83	26.23	27.49

Anexo 4. Valores de la sedimentación (%) en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de semillas de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

Replicas	Estevia 3%		Estevia 6%		Estevia 9%	
	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza
	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%
1	24.18	23.72	25.49	24.80	26.11	25.68
2	24.34	23.75	25.58	24.81	26.10	25.69
3	24.24	23.81	25.45	24.75	26.30	25.57
Promedio	24.25	23.76	25.51	24.79	26.17	25.65

Anexo 5. Calificaciones de la aceptabilidad general en función de la sustitución parcial de sacarosa por estevia y la concentración de semillas de linaza en polvo en una bebida de pitahaya

Jueces	Tratamientos					
	Estevia 3%		Estevia 6%		Estevia 9%	
	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza	Mucílago linaza
	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%
1	6	6	7	8	7	5
2	7	7	7	6	6	6
3	6	6	7	8	6	6
4	7	7	7	7	6	5
5	4	6	7	8	7	6
6	6	7	7	8	6	6
7	6	7	7	8	6	5
8	7	6	7	8	7	6
9	6	7	7	8	6	6
10	7	6	7	8	6	6
11	5	7	6	7	6	6
12	6	7	7	8	6	5
13	6	7	7	8	6	6
14	7	7	7	8	6	6
15	7	7	6	8	7	7
16	5	6	7	6	6	6
17	7	7	7	8	6	6
18	5	7	7	8	6	6
19	7	6	7	7	7	5

---

20	7	7	7	8	6	6
21	7	7	7	6	6	6
22	7	7	7	9	6	6
23	7	7	7	8	7	6
24	7	7	7	8	6	6
25	7	7	7	7	6	5
26	5	5	6	8	5	6
27	7	6	7	8	6	6
28	7	7	7	8	6	6
29	7	7	7	8	6	6
30	6	6	7	8	5	6
31	6	7	7	8	6	5
32	6	7	7	8	6	6
33	7	7	7	8	5	5
34	6	7	7	9	6	6
35	7	7	6	8	6	6
36	6	7	7	7	6	6
37	5	6	7	9	6	6
38	7	7	7	8	6	6
39	6	7	7	8	6	5
40	7	7	7	8	6	5
41	6	7	5	7	6	6
42	7	9	7	8	6	7
43	7	7	6	8	6	6
44	7	5	7	8	5	6
45	6	7	7	8	6	6
46	7	8	6	8	7	5
47	7	7	7	7	6	6
48	6	7	7	8	6	7
49	7	6	7	8	7	6
50	6	7	7	8	7	5
promedio	6.40	6.76	6.84	7.80	6.10	5.82
Moda	7.00	7.00	7.00	8.00	6.00	6.00

---