



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**OBTENCIÓN DE UN ZUMO HIDRATANTE (*ISOTÓNICO*) A PARTIR  
DEL EXTRACTO DE LA CABUYA (*Agave americana L.*)  
ENRIQUECIDO CON PITAHAYA (*American beauty*) CON  
ACEPTABILIDAD SENSORIAL**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. FLOR DE ALHELI APAZA CHOQUEHUANCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**OBTENCIÓN DE UN ZUMO HIDRATANTE  
(ISOTÓNICO) A PARTIR DEL EXTRACTO  
DE LA CABUYA (Agave americana L.)**

AUTOR

**Flor de Alheli Apaza Choquehuanca**

RECUENTO DE PALABRAS

**20670 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**112028 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**146 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jan 30, 2024 9:31 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jan 30, 2024 9:32 AM GMT-5**

● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 19% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)

  
Wálter D. Apurico Aragón  
M. Sc. & Ingeniero Químico  
DOCENTE PRINCIPAL a D.E.  
Reg. GP 32291



  
Dr. Sc. Getavon Quiñe Calvo  
DIRECTOR DE LA ÁREA DE INVESTIGACIÓN  
FIGUANA - PUNO



## DEDICATORIA

*Primeramente, dedico esta tesis a Dios por acompañarme cada día de mi vida, guiar mi camino y darme fortaleza para seguir.*

*Así también dedico este trabajo a mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado. A mi querida madre, Gladys Marleny Choquehuanca Olvea, por el apoyo y aliento que me ha brindado en cada paso de mi vida creyendo siempre en mi persona. A mi querida hermana Yasmin por su apoyo incondicional en todo el proceso de este trabajo y como también de mi crecimiento profesional y personal. A mi tía Herminia por la paciencia, amor y aliento que me brinda y, por último, pero no menos importante a mi pequeño primo Malcolm por la alegría que me brinda*

**Flor de Alheli Apaza Choquehuanca**



## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, a la Universidad Nacional de Altiplano, Facultad de Ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Química por la formación profesional que me ha brindado*

*A mi familia por su apoyo incondicional y comprensión, durante el transcurso de mi carrera y la elaboración de mi tesis,*

*Al Ph. D. Walter B. Aparicio Aragón asesor de mi tesis, al Dr. Edwin Guido Boza Condorena como mi presidente, M.Sc. Jorge Aruhuanca Cartagena, M.Sc. Rene Justo Quispe Flores por sus consejos, sugerencias y recomendaciones durante la realización y culminación del presente trabajo.*

*Al D.Sc. German Quille Calizaya y al Ing. Alfredo Quispe Lujano por su apoyo en la elaboración de la tesis.*

*A los catedráticos de la Facultad de Ingeniería Química, a la plana docente por haberme impartido sus valiosas enseñanzas y compartido sus experiencias durante mi formación profesional.*

*Deseo mostrar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han colaborado de alguna manera en la elaboración de esta tesis.*

**Flor de Alheli Apaza Choquehuanca**



# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>16</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
1.1.1. Objetivo general .....	19
1.1.2. Objetivos específicos .....	19
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....</b>	<b>20</b>
1.2.1. Justificación ambiental.....	20
1.2.2. Justificación social .....	21
1.2.3. Justificación científica.....	22
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....</b>	<b>23</b>



2.1.1.	Antecedentes internacionales .....	23
2.1.2.	Antecedentes nacionales .....	26
<b>2.2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
2.2.1.	Bebida isotónica o funcional .....	29
2.2.1.1.	Aditivos .....	30
2.2.2.	Norma Técnica Peruana para la Elaboración de Jugos, Néctares y Bebidas	32
2.2.2.1.	Requisitos específicos para los néctares de fruta .....	32
2.2.2.2.	Requisitos fisicoquímicos .....	33
2.2.2.3.	Requisitos microbiológicos.....	33
2.2.3.	Evaluación Sensorial de Alimentos .....	34
2.2.3.1.	Atributos sensoriales .....	35
2.2.3.2.	Clasificación de la evaluación sensorial .....	36
2.2.4.	Cabuya o Agave .....	37
2.2.4.1.	Cabuya: Definición .....	37
2.2.4.2.	Origen dela cabuya.....	38
2.2.4.3.	Composición nutricional de la cabuya.....	39
2.2.4.4.	Clasificación general.....	40
2.2.4.5.	Variedades de Cabuya.....	45
2.2.4.6.	Descripción morfológica en general de la planta cabuya .....	49
2.2.4.7.	Proceso de extracción de aguamiel de cabuya .....	50
2.2.5.	Pitahaya .....	51
2.2.5.1.	Concepto .....	51
2.2.5.2.	Origen e historia.....	52
2.2.5.3.	Composición nutricional .....	53



2.2.5.4. Componentes bioactivos .....	56
2.2.5.5. Variedades de pitahaya en el Perú .....	58
2.2.5.6. Descripción morfológica.....	62

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>64</b>
<b>3.2. LUGAR DE ESTUDIO.....</b>	<b>64</b>
3.2.1. Ubicación del sitio de trabajo.....	64
<b>3.3. MATERIALES.....</b>	<b>65</b>
3.3.1. Materia prima .....	65
3.3.2. Equipos y materiales de laboratorio .....	66
3.3.2.1. Equipos.....	66
3.3.2.2. Materiales.....	66
3.3.2.3. Reactivos .....	67
<b>3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>67</b>
3.4.1. Trabajo de campo .....	67
3.4.2. Diseño experimental propuesto .....	68
3.4.3. Metodología para el objetivo general: Elaborar un zumo hidratante (isotónico) a partir del extracto de la cabuya ( <i>Agave americana L.</i> ), enriquecido con Pitahaya ( <i>American Beauty</i> ) con aceptabilidad sensorial...69	
3.4.4. Metodología para el objetivo específico 1: determinar el porcentaje adecuado del extracto de la cabuya ( <i>Agave americana L.</i> ), y Pitahaya ( <i>American beauty</i> ), para la formulación de la elaboración del zumo hidratante (isotónico) .....	76



- 3.4.5. Metodología para el objetivo específico 2: Determinar los parámetros fisicoquímicos óptimos (<sup>0</sup>Brix, pH, densidad, viscosidad) de zumo hidratante (isotónico) a partir del extracto de la cabuya (*Agave americana L.*) enriquecido con Pitahaya (*American Beauty*). .....79
- 3.4.6. Metodología para el objetivo específico 3: Determinar la aceptabilidad sensorial mediante la escala de Likert del producto final .....81

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. RESULTADOS.....</b>	<b>83</b>
4.1.1. Diseño experimental para la elaboración de una bebida isotónica a partir de cabuya con pitahaya .....	83
4.1.2. Resultados objetivo 1 .....	90
4.1.3. Resultados objetivo 2 .....	91
4.1.4. Resultados objetivo 3 .....	107
<b>4.2. DISCUSIÓN .....</b>	<b>116</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>120</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>126</b>

**ÁREA** : Ingeniería de procesos

**TEMA** : Obtención de producto industrial

**FECHA DE SUSTENTACION:** 30 de enero, 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Requisitos microbiológicos para Néctares, Jugos y Bebidas de Frutas .....	33
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de las pruebas sensoriales .....	37
<b>Tabla 3.</b> Composición nutricional de la cabuya .....	40
<b>Tabla 4.</b> Taxonomía de <i>Agave americana</i> L. ....	45
<b>Tabla 5.</b> Clasificación taxonómica de la cabuya verde (macho).....	46
<b>Tabla 6.</b> Clasificación taxonómica de la cabuya verde (hembra) .....	48
<b>Tabla 7.</b> Clasificación taxonómica de la cabuya marginata .....	48
<b>Tabla 8.</b> Composición nutricional de 100g de pulpa de dos especies de pitahaya.....	55
<b>Tabla 9.</b> Características fisicoquímicas de tres especies de <i>Hylocereus</i> spp .....	56
<b>Tabla 10.</b> Taxonomía de <i>Hylocereus undatus</i> .....	60
<b>Tabla 11.</b> Taxonomía de <i>Hylocereus costaricensis</i> .....	62
<b>Tabla 12.</b> Diseño experimental 2 <sup>2</sup> para el zumo hidratante isotónico de cabuya ( <i>Agave americana</i> L.) y enriquecido con pitahaya.....	68
<b>Tabla 13.</b> Variable respuesta de la elaboración del zumo hidratante (isotónico) de cabuya ( <i>Agave americana</i> L.) enriquecido con pitahaya ( <i>American beauty</i> ) .....	68
<b>Tabla 14.</b> Cantidad máxima y mínima de cabuya y pitahaya para formular el zumo hidratante.....	76
<b>Tabla 15.</b> Formulaciones de la bebida hidratante.....	77
<b>Tabla 16.</b> Porcentaje de las formulaciones de la bebida hidratante .....	77
<b>Tabla 17.</b> Insumos de la bebida hidratante para cada 200 mL .....	78



<b>Tabla 18.</b>	Diseño resultado de parámetro respuesta (Brix) – variables independientes .....	84
<b>Tabla 19.</b>	Análisis de varianza para Brix .....	84
<b>Tabla 20.</b>	Respuesta óptima para extracto de cabuya y extracto de pitahaya .....	87
<b>Tabla 21.</b>	Análisis de varianza para pH.....	87
<b>Tabla 22.</b>	Respuesta óptima para el zumo hidratante de cabuya y pitahaya.....	90
<b>Tabla 23.</b>	Resultado de <sup>0</sup> Brix de las 4 formulaciones para la elaboración del zumo hidratante .....	91
<b>Tabla 24.</b>	Resultado de pH .....	92
<b>Tabla 25.</b>	Resultados de la densidad .....	94
<b>Tabla 26.</b>	Resultados de la viscosidad para la formulación 1.1 a diferentes velocidades .....	96
<b>Tabla 27.</b>	Resultados de la viscosidad para la formulación 2.1 a diferentes velocidades .....	98
<b>Tabla 28.</b>	Resultados de la viscosidad para la formulación 3.1 a diferentes velocidades .....	99
<b>Tabla 29.</b>	Resultados de la viscosidad para la formulación 4.1 a diferentes velocidades .....	100
<b>Tabla 30.</b>	Resultados de la viscosidad para la formulación 1.2 a diferentes velocidades .....	101
<b>Tabla 31.</b>	Resultados de la viscosidad para la formulación 2.2 a diferentes velocidades .....	103
<b>Tabla 32.</b>	Resultados de la viscosidad para la formulación 3.2 a diferentes velocidades .....	104



<b>Tabla 33.</b>	Resultados de la viscosidad para la formulación 4.2 a diferentes velocidades .....	105
<b>Tabla 34.</b>	Resumen de resultado de viscosidad.....	106
<b>Tabla 35.</b>	Parámetros fisicoquímicos de informe de ensayo.....	106
<b>Tabla 36.</b>	Resultado de análisis sensorial para la formulación 1 .....	108
<b>Tabla 37.</b>	Resultado de análisis sensorial para la formulación 2 .....	108
<b>Tabla 38.</b>	Resultado de análisis sensorial para la formulación 3 .....	109
<b>Tabla 39.</b>	Resultado de análisis sensorial para la formulación 4 .....	109
<b>Tabla 40.</b>	Análisis de varianza ANOVA para Color.....	111
<b>Tabla 41.</b>	Análisis de varianza ANOVA para Olor .....	113
<b>Tabla 42.</b>	Análisis de varianza ANOVA para Sabor .....	114
<b>Tabla 43.</b>	Análisis de varianza ANOVA para aspecto general.....	115



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Planta de cabuya.....	38
<b>Figura 2.</b> Cabuya con espinas .....	41
<b>Figura 3.</b> Cabuya con espinas .....	41
<b>Figura 4.</b> Agave americana L. ....	42
<b>Figura 5.</b> Agave americana marginata .....	43
<b>Figura 6.</b> Agave americana medio - picta.....	43
<b>Figura 7.</b> Agave Stricta .....	44
<b>Figura 8.</b> Cabuya verde macho .....	46
<b>Figura 9.</b> Cabuya verde hembra.....	47
<b>Figura 10.</b> Fruta de pitahaya .....	52
<b>Figura 11.</b> Pitahaya (American beauty).....	59
<b>Figura 12.</b> Pitahaya (Hylocereus undatus).....	61
<b>Figura 13.</b> Flor de la pitahaya.....	63
<b>Figura 14.</b> Mapa de Sicuani .....	65
<b>Figura 15.</b> Diagrama de flujo de la obtención del extracto de cabuya (Agave americana L.).....	71
<b>Figura 16.</b> Diagrama de obtención del extracto de pitahaya (American beauty) .....	73
<b>Figura 17.</b> Diagrama de proceso de obtención de zumo hidratante de cabuya enriquecido con pitahaya.....	75
<b>Figura 18.</b> Diagrama de Pareto estandarizada para <sup>0</sup> Brix .....	85



<b>Figura 19.</b>	Superficie de respuesta estimada para el zumo hidratante de cabuya con pitahaya de <sup>0</sup> Brix .....	86
<b>Figura 20.</b>	Diagrama de Pareto Estandarizada para pH.....	88
<b>Figura 21.</b>	Superficie de respuesta estimada para el zumo hidratante de cabuya con pitahaya del pH.....	89
<b>Figura 22.</b>	Resultado de <sup>0</sup> Brix.....	91
<b>Figura 23.</b>	Resultados de pH.....	93
<b>Figura 24.</b>	Resultado de densidad de las formulaciones.....	95
<b>Figura 25.</b>	Parámetros reológicos para la formulación 1.1 .....	96
<b>Figura 26.</b>	Parámetros reológicos para la formulación 2.1 .....	97
<b>Figura 27.</b>	Parámetros reológicos para la formulación 3.1 .....	98
<b>Figura 28.</b>	Parámetros reológicos para la formulación 4.1 .....	100
<b>Figura 29.</b>	Parámetros reológicos para la formulación 1.2.....	101
<b>Figura 30.</b>	Parámetros reológicos para la formulación 2.2.....	102
<b>Figura 31.</b>	Parámetros reológicos para la formulación 3.2.....	104
<b>Figura 32.</b>	Parámetros reológicos para la formulación 4.2.....	105
<b>Figura 33.</b>	Promedios de aceptabilidad para el atributo de color .....	111
<b>Figura 34.</b>	Promedios de aceptabilidad para el atributo de olor .....	112
<b>Figura 35.</b>	Promedios de aceptabilidad para el atributo de sabor .....	113
<b>Figura 36.</b>	Promedios de aceptabilidad para el atributo aspecto general.....	115



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1.</b> Fotos de la recolección del extracto de cabuya .....	126
<b>ANEXO 2.</b> Fotografías de medición de parámetros fisicoquímicos .....	129
<b>ANEXO 3.</b> Norma Técnica Peruana.....	132
<b>ANEXO 4.</b> Encuesta de aceptabilidad sensorial .....	137
<b>ANEXO 5.</b> Fichas técnicas de los insumos .....	138
<b>ANEXO 6.</b> Constancia de especie de la planta cabuya .....	142
<b>ANEXO 7.</b> Análisis fisicoquímicos de la formulación 2 .....	143
<b>ANEXO 8.</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	145
<b>ANEXO 9.</b> Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional.....	146



## ACRÓNIMOS

FDA:	La Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos
UE:	Unión Europea
AOAC:	Asociación Científica Dedicada a la Excelencia Analítica
INACAL:	Instituto Nacional de Calidad
NTP:	Norma Técnica Peruana
CMC:	Carboximetilcelulosa sódica
F1:	Formulación 1
F2:	Formulación 2
F3:	Formulación 3
F4:	Formulación 4
C:	Cabuya
P:	Pitahaya



## RESUMEN

El presente trabajo consiste en la obtención de un zumo hidratante (isotónico) a partir del extracto de la cabuya (*Agave americana L.*) enriquecido con Pitahaya (*American beauty*) con aceptabilidad sensorial, la muestra de cabuya es procedente del distrito Sicuani, provincia de Canchis, departamento de Cusco, con grandes propiedades curativas, por este motivo se vio necesario su uso. La metodología, describe de obtención la extracto de la cabuya y pitahaya; luego el proceso de elaboración y caracterización del zumo, se realizó utilizando su propiedad edulcorante de la cabuya (contenido de inulina, vitamina C, potasio, magnesio, calcio, ) y se adiciono el extracto de la pitahaya (calcio, fibra, niacina, riboflavina, tiamina), como saborizante y colorante, con el objetivo de obtener un zumo de origen vegetal, además de ser una alternativa para quienes tienen prohibido alto consumo de azúcar, mejorando la buena digestión. Además, se evaluó las características fisicoquímicas y sensoriales, para lo cual se planteó 4 muestras siguientes F1 (100 mL de cabuya, 25 mL de pitahaya y 75 mL de agua) y F2 (150 mL de cabuya, 25 mL de pitahaya y 25 mL de agua) y F3 (100 mL de cabuya, 50 mL de pitahaya y 50 mL de agua) y F4 (150 mL de cabuya y 50 mL de pitahaya) se realizó la formulación con 1 repetición de cada una. Por lo cual según los resultados obtenidos la F2 con <sup>0</sup>Brix 15, pH 4.43 y F4 con <sup>0</sup>Brix 16.5, pH 4.50 por lo cual los parámetros fisicoquímicos son aceptables según la NTP 203.110.2009, según el análisis sensorial la F2 es la más aceptable. Se concluye que la formulación más óptima es la F2 ya que cumple los parámetros fisicoquímicos y fue la más aceptable según el análisis sensorial, considerando que es una bebida natural.

**Palabras clave:** Cabuya, Inulina, Isotónico, Pitahaya, Zumo.



## ABSTRACT

The research consists of obtaining a hydrating juice (isotonic) from the cabuya extract (*Agave Americana L.*) enriched with Pitahaya (*American beauty*) with sensory acceptability, the cabuya sample is from the Sicuani district, Canchis province, Cusco department, with great healing properties, for this reason its use was deemed necessary. The methodology describes how to obtain the cabuya and pitahaya extract; then the preparation and characterization of the juice process, it was carried out using its sweetening cabuya property (content of inulin, vitamin C, potassium, magnesium, calcium,) and the pitahaya extract was added (calcium, fiber, niacin, riboflavin, thiamine), as a flavoring and coloring, with the aim of obtaining a plant origin juice, in addition to being an alternative for those who are prohibited from high sugar consumption, improving good digestion. In addition, the physicochemical and sensory characteristics were evaluated, for which 4 following samples F1 (100 mL of cabuya, 25 mL of pitahaya and 75 mL of water) and F2 (150 mL of cabuya, 25 mL of pitahaya and 25 mL of water) and F3 (100 mL cabuya, 50 mL of pitahaya and 50 mL of water) and F4 (150 mL cabuya and 50 mL of pitahaya) the formulation was carried out with 1 repetition of each one. Therefore, according to the results obtained, F2 with <sup>0</sup>Brix 15, pH 4.43 and F4 with <sup>0</sup>Brix 16.5, pH 4.50, therefore the physicochemical parameters are acceptable according to NTP 203.110.2009, according to the sensory analysis, F2 is the most acceptable. It is concluded that the most optimal formulation is F2 since it meets the physicochemical parameters and was the most acceptable according to the sensory analysis, considering that it is a natural drink.

**Keywords:** Cabuya, Inulin, Isotonic, Pitahaya, Juice



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La cabuya (*Agave americana L.*) conocida en el Perú como, maguey, pita, chuchau, etc. (**Davila Veliz, 2003**). Se desarrolla de manera natural desde el nivel del mar hasta los 3500 m.s.n.m.. El clima ideal para el desarrollo de esta planta es el templado (18 – 25 °C) debido a los diferentes microclimas del país existen grandes extensiones de terrenos con cabuya en forma silvestre, principalmente en los departamentos de Cajamarca, Huánuco, Huancavelica, Ayacucho y Cusco. (**Cervantes & Cuya, 2015**)

El *Agave americana*, también conocida como cabuya negra, es una planta perenne sin tallo visible, con su punto de crecimiento protegido por colosales hojas acomodadas en una forma de roseta. Esta planta es originaria del continente americano y se encuentra en una amplia distribución desde el sur de Estados Unidos hasta Colombia, Ecuador, abarcando también las islas del Caribe. La cabuya negra, pertenece a la familia de las agaváceas, se reconoce 9 géneros y alrededor de 300 especies en el continente americano, de ella se obtienen bebidas alcohólicas, alimentos, forraje para rumiantes, fibras, material de construcción, papel y productos terapéuticos, entre otros (Del Valle, 2011).

En nuestra nación, debido a las condiciones climáticas y las características del suelo, el período de maduración de la cabuya abarca de 4 a 7 años, con una producción de jugo promedio que oscila entre 5 y 7 litros diario. (Del Valle, 2011).

La obtención del Chaguarmishqui en algunas comunidades y familias se lleva a cabo como un ritual tradicional. Durante el proceso, se incorpora música y danzas de la región



andina. Un ejemplo de esto es la comunidad Salasaca, ubicada en el cantón Pelileo, donde se ha establecido el festival anual del Tzawar Mishki. (Mejía, 2013). Esta, es una de zonas donde más se extrae y consume (Mejía, 2013). Este zumo es valorado por los pobladores por su sabor dulce afable, es altamente inestable por lo que se fermenta fácilmente, razón por la cual no se puede trasladar desde los lugares de producción a lugares lejanos, sin haber practicado algún tratamiento para que se pueda conservar.

La característica principal del extracto y la miel de cabuya radica en su elevada concentración de fructanos, con un 14,48% y un 48,68% de inulina, correspondientemente. Este polisacárido no es absorbido por el organismo humano, lo que resulta ventajoso para individuos con diabetes. Asimismo, contribuye a mejorar la salud intestinal al fomentar el crecimiento de la flora intestinal, entre otros efectos positivos. Por estas razones, se clasifica este producto como un alimento funcional.

## **1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Objetivo general**

Elaborar un zumo hidratante (isotónico) a partir del extracto de la cabuya (*Agave americana L.*), enriquecido con Pitahaya (*American beauty*) con aceptabilidad sensorial.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar el porcentaje adecuado del extracto de la cabuya (*Agave americana L.*), y Pitahaya (*American beauty*), para la formulación de la elaboración del zumo hidratante (isotónico).



- Determinar parámetros fisicoquímicos óptimos (brix, pH, densidad, viscosidad) de zumo hidratante (isotónico) a partir del extracto de la cabuya (*Agave americana L.*), enriquecido con Pitahaya (*American beauty*).
- Determinar aceptabilidad sensorial de las formulaciones utilizando panelistas.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

### 1.2.1. Justificación ambiental

La cabuya tiene muchos usos según investigaciones previas, que serían la obtención de miel de cabuya, elaboración de duces a partir del extracto, elaboración de licores, su uso como complemento alimenticio para animales, pero todos estos usos son mayormente conocidos en gran parte del país de Ecuador, donde existen diversos tipos de agave.

Ante este contexto, se emprendió el proyecto de crear bebidas isotónicas destinadas tanto a deportistas como al público en general, con el objetivo de desarrollar una bebida saludable que no tenga costos elevados y que utilice como materia prima a este vegetal común en la provincia de Sicuani, departamento de Cusco y alrededores dando a los consumidores una bebida saludable siendo que puedan reponer energías después de realizar actividades físicas o simplemente refrescarse. Además, se cree fusionar el extracto de agave con otro sabor de fruta que sean agradables al momento del consumo. La incorporación de esta materia prima en la industria de bebidas generará empleo, siendo especialmente beneficioso para los agricultores, ya que al aprovechar el crecimiento natural de esta planta, se agrega valor a sus tierras.



### 1.2.2. Justificación social

El estudio realizado, dota de una gran importancia la demanda de bebidas isotónicas más todavía si provienen de origen natural; además beneficiara con la creación de microempresas agroindustriales ya que los pobladores de las zonas donde crece esta planta no aprovechan el recurso que poseen en sus tierras.

Desde el año 2001, ha habido un aumento positivo en el consumo de bebidas no energéticas, impulsado por la mejoría en la calidad de vida de la población y la estrategia de los productores de reducir los precios para estimular las ventas. En los últimos años se ha percibido un marcado decaimiento en el consumo de bebidas con gas y aguas saborizadas. Dando lugar a zumos con contenido más naturales como: Te, jugos, mixes frutales, bebidas energéticas, maltas, bebidas en polvo para diluir, listas para consumir, bebidas hidratantes, etc.

La demanda de bebidas energéticas que proporcionan energía y beneficios nutricionales ha impulsado la viabilidad del desarrollo de una bebida isotónica elaborada con cabuya negra, ya que esta planta está disponible en grandes cantidades en Sicuani, Cusco, ya que solo se usa para alimentar a los animales. En Perú, no hay productos locales que cumplan con las especificaciones de las bebidas rehidratantes, lo que lleva a la población a optar por productos importados que suelen tener un precio alto.

Actualmente, en el mercado podemos encontrar una diversidad de bebidas hidratantes (isotónicas) con diversos sabores, aunque ninguna proporciona beneficios adicionales más allá de la hidratación, vitaminas, nutrientes y minerales. Teniendo en



cuenta que las nuevas tendencias del mercado son las de consumir alimentos naturales y saludables (Legiscomex, 2014). Surge la necesidad de crear un producto innovador que sea atractivo y satisfaga las necesidades del mercado.

### **1.2.3. Justificación científica**

La investigación científica es valiosa tanto en términos teóricos como prácticos, ya que se basa en información bibliográfica que puede ser utilizada como fuente de referencia. Esta investigación es viable debido a la disponibilidad de la información necesaria, tecnologías, así como de recursos humanos, tecnológicos y económicos.

Además, la preparación de esta bebida prescinde de la incorporación de carbohidratos y azúcares, ya que estos elementos ya están presentes. Únicamente se agregarían sales naturales como citrato de sodio, citrato de potasio, fosfato de calcio, cloruro de sodio, cloruro de potasio y carbonato de magnesio, que son los componentes distintivos de las bebidas isotónicas. Los beneficios del extracto de cabuya antiguamente se usaban como un líquido ancestral curativa, para la gastritis, diabetes, granos en la cara, cicatrizar heridas, para aliviar a tos. También se empleaban en enfermedades del sistema digestivo, endocrino y desordenes de sistemas inflamatorio.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Monsalve Bautista (2003). El néctar de pitaya se propone como una opción para disminuir las pérdidas después de la cosecha de esta fruta. El objetivo principal de este proyecto es crear un néctar a base de pitahaya con la intención de atraer a posibles consumidores, buscando así establecerlo en el mercado. Por medio de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la pitaya se identificaron las debilidades y potencialidades para la evaluación de la obtención del néctar, se realizaron pruebas piloto con diferentes formulaciones, así como análisis fisicoquímico y microbiológicos del producto terminado.

Meza (2011) Obtención de una bebida isotónica nutritiva carbonatada a partir del extracto del penco de cabuya negra (*Agave americana*. L). En la labor de búsqueda, se centró en la creación de una bebida energética usando el jugo del penco de cabuya negra (*Agave americana* L.), conocido localmente como Tzawar mishki. A través del diseño experimental de bloques incompletos, se lograron los mejores resultados de los tratamientos propuestos, entre los que se encuentran la formulación 3 (pH 5; 0.1% Sorbato de potasio; 0.2% Á. cítrico) y la formulación 7 (pH 6; 0.1% Sorbato de potasio; 0.2% Á. cítrico), como los más atractivos sensorialmente en términos de color, aroma, sabor y aceptación, se deben a que se agregaron



ingredientes que redijeron el sabor ácido y astringente. Con el fin de mejorar el sabor de la bebida, decidieron utilizar la carbonatación mediante hielo seco. Sin embargo, esta técnica tuvo un efecto breve, ya que introdujeron directamente el CO<sub>2</sub>, a diferencia del proceso típico de una gaseosa convencional.

Cruz P. (2015) "Diseño de una bebida nutricional saborizada a base de aguamiel (chaguarmishqui) de penco (*agave americana l.*) Enriquecida con amaranto (*amaranthus caudatus l.*) .La investigación describe el proceso de elaboración y valoración sensorial, nutricional y del tiempo de vida útil de una bebida con sabor a base a aguamiel, usando la pulpa de maracuyá como colorante, con un aceptabilidad de 100% conteniendo 1.19% de proteína, 16,36% de carbohidratos, proporciona 73.53 Kcal clasificándola como una bebida refrescante con aporte de nutrientes que se la puede consumir de forma segura.

Chevez (2016) "Elaboración de bebida no carbonatada a base de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) concentrado y hoja deshidratada de té verde (*Camellia sinensis*)". La investigación tiene como propósito investigar nuevas opciones de bebidas sin gas en el mercado utilizando métodos no convencionales, materias primas y procesos de bajo costo. Además, busca crear un jugo sin gas usando concentrado de extracto de caña de azúcar y hojas deshidratadas de té verde, la cual se analizará para conocer sus características nutricionales. Este estudio se realiza con un enfoque tanto cualitativo como cuantitativos. La evaluación se llevó a cabo mediante la prueba hedónica, que reveló el nivel de aceptación, y para el análisis estadístico se empleó el software SPSS, el cual determinó cuál de las dos formulaciones presentadas fue la más preferida.



Loor-Ponce, D. (2018). Obtención de alcohol etílico a partir de dos variedades de cabuya: alternativa para su industrialización: Artículo de investigación. En esta investigación, se examina la aplicación de las plantas nativas *Furcraea cabuya* var. *integra* y *Furcraea cabuya* var. *cabuya* provenientes de la región costera del Ecuador, recolectadas en los poblados de Ayampe, Montecristi, Tosagua y Portoviejo. El objeto del estudio consistió en elaborar alcohol etílico mediante tratamientos de fermentación, destilación y filtración, con el fin de producir una bebida alcohólica para consumo humano. En la fase de preparación y experimentación, se tienen en cuenta diversos parámetros, tales como diferentes tiempos y temperaturas de cocción, pruebas con variedad de tipos de inóculos y acumulación de levaduras, así como diversas suplementaciones nutritivas, prestando especial atención a la fuente de nitrógeno. Estableciendo como temperatura óptima para la hidrólisis de la inulina 117 °C durante 4 horas y el proceso fermentativo óptimo utilizando levadura seca activa comercial al 1% p/v con respecto al mosto y una suplementación con sulfato de amonio de 0.15 g/100mL de mosto.

Castro, Altamar, & Bolivar (2021) - Revista del grupo de investigación GIPAMA. Volumen 3, (32 a 42) Evaluación del contenido electrolítico de la sandía para la elaboración de una bebida hidratante. Este proyecto tuvo como fin evaluar el contenido de electrolitos presentes en la sandía con el fin de elaborar una bebida hidratante (isotónica), creando tendencias de mercado, enfocadas en el dispendio de productos que sean naturales y que además, al mismo tiempo, deban cumplir con los requisitos establecidos por las normativas legales actuales en Colombia respecto a la producción de este tipo de refrescos. Para ello, se diagnosticó de la contribución de



las cantidades de nutrientes que fueron aportados por la sandía dentro de las distintas combinaciones y se determinaron las porciones de insumos que se usaron con base a los límites permitidos por las normas Res. 3929/2013 y el Dec. 2229/1994. Se llevó a cabo un diseño experimental factorial de 3\*3 que examinó dos variables: la cantidad de pulpa y la cantidad de sacarosa, cada uno en tres niveles diferentes. Esto resultó en un total de nueve tratamientos, que abarcan todas las combinaciones posibles de las variables mencionadas.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Bautista D. & Arias (2008). Estudio químico bromatológico de aguamiel de agave americana (maguey). En el trabajo de investigación se realizó una evaluación químico bromatológico del "extracto de cabuya" de *Agave americana L.*, la materia prima fue originario de la provincia de Vilcashuaman, departamento de Ayacucho. Obtuvo los siguientes resultados que son expresados en g % de ejemplar fresco: 87.38 de cantidad de agua, 9.08 de azúcares, 0.30 gr proteína total, 0.01 de extracto etéreo, 12.03 de carbohidratos, 0.23 de cenizas, 0.05 de fibra cruda, 0.97 de azúcares reductores directos. Adicionalmente, se midieron los reductores totales expresados en porcentaje de glucosa. Los minerales se expresaron en miligramos porcentuales: 5.92 de sodio, 14.56 de potasio, 8.60 de magnesio, 9.72 de calcio, 4.20 de fósforo, 0.06 de hierro, 0.07 de zinc y 0.03 de cobre. Asimismo, se registraron 14.82 miligramos porcentuales de vitamina C.

Mayon (2015) Evaluación a diferentes tiempos de la actividad antioxidante de pasteurización del aguamiel de cabuya (*Agave americana L.*) en la provincia de



Acobamba – Huancavelica. En este trabajo se determinó la influencia que tenía el tiempo de pasteurización sobre la actividad antioxidante, composición fisicoquímica, biocomponentes, grado de aceptabilidad del aguamiel de cabuya, para lo cual se registró que el tratamiento con pasteurización a 80 °C entre los tiempos de 15 min y 30 min, logro mayor % de inhibición de AA y mejor concentración de los componentes bioactivos respectivamente, estas condiciones favorecen el contenido de acidez, índice de refracción,, solidos solubles, pH, densidad.

Casanova, Velasde, et al. (2017). Producción y comercialización de una bebida energizante de ingredientes naturales "Micha". En este trabajo se propone el desarrollo de un negocio que el proyecto se enfoca en la fabricación y venta de bebidas energizantes elaboradas con ingredientes naturales como hoja de coca, cacao, ginseng y arándano. Está dirigido al segmento socioeconómico A y B en la ciudad de Lima, orientado a aquellas personas que trabajan y/o estudian y buscan una fuente de energía adicional para llevar a cabo sus actividades diarias. La bebida energizante Micha de 250 ml contiene un valor nutricional donde se aprecia los siguientes componentes: Energía (kcal) 86.2, Carbohidratos totales (g) 10.4, azúcares 1.6, Sodio (mg) 0.8, Tiamina (Vit B1) (mg) 0.1, Niacina (Vit B3) (mg) 0.4, Calcio (mg) 25.2, Potasio (mg) 48.1, Hierro (mg) 3.4 y Vitamina C (mg) 6.7.

Balbin (2019). En su tesis "Estudio de pre -factibilidad para la producción y comercialización de una bebida energética en base a extractos de hoja de coca y superfrutas" nos explica que Perú destaca como productor y participante en el comercio internacional de diversas superfrutas, como el asaí, arándano, pitahaya, copoazú y aguaymanto. Por lo tanto la tesis busca el desarrollo y promoción de las



superfrutas y la hoja de coca, a través de un producto basado en estos componentes de forma natural y con el objetivo de brindar energía a sus consumidores, enfocándose principalmente en Lima Metropolitana.

Villaizan (2020). El estudio desarrollo una evaluación de pre factibilidad de la formulación de un refresco energético que incluyen ginseng y frutas, tiene como insumo más importante el té de kombucha. El producto final de la investigación tiene gran aceptabilidad en personas con estilo de vida saludable. El aprovechamiento del té kombucha, desempeña como prebiótico y probiótico, tiene un contenido calórico reducido, contiene vitaminas del complejo B, vitamina C y cafeína, lo que le confiere su categoría de bebida energética, estimulante y revitalizante corporal, además de contar con propiedades desintoxicantes. Entonces la tendencia de alimentación y estilo de vida saludable de la nueva época adoptará y se verá interesada por los beneficios de la kombucha.

Chagua (2020). En esta investigación se midió el tiempo de esterilización y su respuesta en las características químicas y de capacidad antioxidante de aguamiel de *Agave americana L.* El estudio aborda el aumento de enfermedades degenerativas como enfermedades cardiovasculares y diabetes, lo cual genera la necesidad de consumir alimentos con alto potencial antioxidante para contrarrestar los efectos de los radicales libres de manera regular. El propósito de la investigación fue analizar los efectos del tiempo de pasteurización en las propiedades químicas, la capacidad antioxidante y la cinética de degradación de los compuestos fenólicos presentes en el aguamiel de *Agave americana L.* El extracto de cabuya utilizado se obtuvo de plantas con una edad de diez a doce años durante el mes de abril en Acobamba, Huancavelica,



Perú. En el análisis se sometió aguamiel fresco y pasteurizado a 80°C durante 10, 30 y 45 minutos. Se aplicaron métodos según las directrices de la AOAC, y se evaluó la capacidad antioxidante mediante la prueba del radical DPPH. La capacidad antioxidante del aguamiel fresco fue del 40,03% de inhibición del DPPH, mientras que, a 80°C durante 10 minutos de pasteurización, aumentó al 42,03%. El tratamiento térmico resultó en un aumento del 11,38% al 25,39% en los azúcares reductores, aunque las concentraciones de  $\beta$ -caroteno y vitamina C disminuyeron debido a la pasteurización.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Bebida isotónica o funcional**

Las bebidas hidratantes fueron creadas en principio por farmacéuticos a finales del siglo XVIII, a mitad de la década de 1830 las bebidas refrescantes se volvieron usuales en el ámbito familiar, transformándose en un tipo de refresco de favoritismo para acompañar reuniones familiares. Este tipo de bebidas contribuyen al consumo diario de nutrientes como: agua, hidratos de carbono, vitaminas y minerales; por lo que actualmente existen diferentes tipos de bebidas entre las que se encuentran las bebidas isotónicas y energéticas (Ardilla & Cordero, 2016)

Se denomina bebida isotónica o funcional a un tipo de bebida que no es de tipo alcohólica, pero es elaborada a partir de alimentos como cereales, hierbas y/o frutas que aportan minerales, vitaminas, sales, y aminoácidos que proporcionan beneficios a la salud mediante su consumo. (Balbin, 2019)



En el mercado los productos funcionales que hallamos son las bebidas ya que son los más preferidos por su factibilidad en la distribución y almacenamiento.

Por su larga vida útil ya que es un tipo de producto que contiene componentes bioactivos, sales y nutrientes volviéndolo un producto fácil de consumir. Dado el significativo aumento en el consumo de alimentos de alta calidad, como los jugos naturales, hidratantes y bajas en calorías, se destaca que los jugos hidratantes están adquiriendo una relevancia considerable en la comercialización debido a todas las propiedades provechosas que ofrecen a los consumidores finales. La inclusión en el mercado de este zumo a base de cabuya enriquecido con pitahaya sería una gran oportunidad de innovación de los alimentos funcionales.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) propone que, debido a su composición y efectos, estas se clasifican como "bebidas energéticas". Aportan una cantidad moderada de energía, alrededor de 45 kilocalorías por cada 100 mililitros. Lo que los distingue es la presencia de cafeína y vitaminas, y en ocasiones, también incorporan taurina, extracto de guaraná, inositol, minerales y otros elementos. Estas bebidas pueden contener hasta 340 mg/litro de cafeína, lo cual es el doble de la cantidad presente en las bebidas de cola convencionales.

#### **2.2.1.1. Aditivos**

Los aditivos alimentarios son sustancias incorporadas a los alimentos y jugos con la finalidad de aumentar sus características organolépticas y favorecer las cualidades para que se pueda conservar. Cualquier referencia a



aditivos que se especifica en la normativa se refiere a aditivos alimentarios o combinaciones de estos, los cuales abarcan una amplia diversidad.

- **Sorbato de potasio:** se usa para regular el desarrollo de hongos y levaduras en productos con un pH de hasta 6.5, siendo más eficaz al disminuir el pH. Se lo emplea en productos como jugos de frutas, quesos encurtidos, pan, y otros (Chevez, 2016).
- **Benzoato de sodio:** la sal sódica del ácido benzoico es uno de los conservantes más comunes en el mercado. Su forma no disociada es la que exhibe actividad antimicrobiana, y, por lo tanto, el pH juega un papel crucial en su eficacia. El benzoato ayuda óptimamente a los valores de pH de 2.5 a 4. En los productos ácidos como los jugos de frutas, bebidas carbonatadas controla el crecimiento de levaduras y bacterias y en menor grado el de hongos (Castro, Altamar, & Bolivar, 2021).
- **Carboximetilcelulosa sódica (CMC):** su obtención es a partir de la celulosa natural por modificación química, tiene propiedades funcionales destacadas en la industria alimentaria, desempeñando roles clave como aglutinante y estabilizante, y tiene la capacidad de formar películas resistentes. El CMC ha obtenido aprobación como aditivo alimentario interno en la Unión Europea, Estados Unidos y numerosos otros países



## **2.2.2. Norma Técnica Peruana para la Elaboración de Jugos, Néctares y Bebidas**

La Norma Técnica Peruana que regula la producción de jugos, néctares y bebidas es la NTP 203.110.2009, en la cual se definen los requisitos que deben cumplirse:

### **2.2.2.1. Requisitos específicos para los néctares de fruta**

- La bebida puede presentar turbidez, transparencia o clarificación, y debe exhibir las características sensoriales inherentes a la fruta de la cual se obtiene.
- La bebida no debe contener olores ni sabores extraños o desagradables.
- El pH del jugo o zumo de fruta debe ser inferior a 4.5, según lo establecido por la Norma ISO 1842.
- La cantidad de sólidos solubles derivados de la fruta en el jugo debe ser igual o superior al 20% en masa de los sólidos solubles presentes en el jugo original, según se detalla en el Anexo C. Esta condición excluye a las variedades de frutas cuya elevada acidez natural impida alcanzar estos porcentajes.
- En el caso de los jugos de estas frutas altamente ácidas, la cantidad de jugo debe ser adecuada para lograr una acidez natural mínima del 0.4%, que se expresa en términos de su equivalente en ácido cítrico.

### 2.2.2.2. Requisitos fisicoquímicos

De acuerdo a la a NTP (Norma Técnica Peruana 203.110.2009) para jugos, néctares y bebidas de frutas deben contener una cantidad de sólidos solubles o grados Brix medidos mediante lectura refracto métrica a 20 °C. El pH medido a 20 °C debe encontrarse en el rango de 3.5 a 4.5, y su acidez titulable, que se expresa como ácido cítrico anhidro en %, no debe ser menor al 0.2%.

### 2.2.2.3. Requisitos microbiológicos

**Tabla 1.**

*Requisitos microbiológicos para Néctares, Jugos y Bebidas de Frutas*

	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>C</b>	<b>Método de Ensayo</b>
<b>Coliformes NMP/cm<sup>3</sup></b>	5	< 3	--	0	FDA BAM On line ICMSF
<b>Recuento estándar en placa REP UFC/cm<sup>3</sup></b>	5	10	100	2	ICMSF
<b>Recuento de mohos UFC/cm<sup>3</sup></b>	5	1	10	2	ICMSF
<b>Recuento de levaduras UFC/cm<sup>3</sup></b>	5	1	10	2	ICMSF

Fuente: NTP 203.110.2009

Si examinamos los datos de la tabla previa, podemos identificar los límites que son máximos y mínimos aceptados en la producción de néctar en cuanto a coliformes totales, Escherichia coli, así como el recuento de mohos y levaduras.



En donde:

$n$  = número de muestras por examinar

$m$  = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad.

$M$  = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.

$c$  = número máximo de muestras permisibles con resultados entre  $m$  y  $M$ .

$<$  = léase menor a

### 2.2.3. Evaluación Sensorial de Alimentos

La calidad de los alimentos se rige por diversos elementos, como la cantidad y calidad de los nutrientes presentes, así como su seguridad para la salud. Sin embargo, los aspectos que influyen en su aceptación o rechazo están vinculados a las preferencias subjetivas del consumidor, abarcando factores como el color, sabor, textura, consistencia, apariencia, entre otros. Por esto es importante que al introducir un alimento al mercado o cambiar algún aspecto del mismo, realizar pruebas sensoriales al grupo al cual va dirigido el alimento. (Liria M., 2007).

Según (Liria M., 2007), al consumir un alimento se estimulan diferentes sentidos:

- Estímulos visuales: tonalidad, configuración, resplandor del alimento.
- Estímulos táctiles mediante el uso de los dedos y la superficie del epitelio bucal para percibir: rugoso, suave, líquido, gelatinoso, jugoso, fibroso, grumoso, polvoriento, grasoso, y otras cualidades.



- Estímulos olfativos captados por el epitelio olfativo: fragante, desagradable, agrio. Estímulos sonoros: crujiente, burbujeante.
- Estímulos de sabor detectados por las papilas gustativas: dulce, salado, amargo, ácido.

#### 2.2.3.1. Atributos sensoriales

- **Gusto sabor:** El gusto se percibe mediante del sentido del gusto, cuya función es identificar diferentes elementos químicos que se pueden encontrar en los alimentos.

Este sentido se caracteriza por las experiencias sensoriales detectadas por los receptores ubicados en la boca, principalmente enfocados en la lengua. Sin embargo, además se manifiestan en áreas como el velo del paladar, la mucosa de la epiglotis, la faringe, la laringe y la garganta.

- **Aroma y olor:** la sensación de olor se experimenta al estimular el sentido del olfato. Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, por eso en el lenguaje común se confunden (Mora, 2010).
- **Color y apariencia:** La percepción del color por parte del ojo está influenciada por la composición espectral de la fuente de luz, las propiedades físicas y químicas del objeto, las condiciones de esclarecimiento y la sensibilidad del ojo.

Estos elementos, como la longitud de onda, la intensidad lumínica y el nivel de pureza, son determinantes en la apreciación final del color. El sentido



de la visión es estimulado por impresiones luminosas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, éstas pasan por las lentes de los ojos y son enfocadas como imágenes en la retina (Mora, 2010). La capacidad visual desempeña un papel crucial en la evaluación de la apariencia y el color.

El color se convierte en un indicador esencial de la madurez y/o deterioro, siendo un parámetro crucial para la calidad.

Los consumidores anticipan un color específico para un tipo diferente de alimento, y cualquier desviación de este estándar puede resultar en una disminución en la demanda. Además, el color también influye en la experiencia gustativa y olfativa, añadiendo importancia a su percepción en la valoración de los alimentos.

Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, etc. (Castro, Altamar, & Bolivar, 2021).

#### **2.2.3.2. Clasificación de la evaluación sensorial**

Según (Liria M., 2007), existen tres tipos de pruebas sensoriales, las cuales se aplican de acuerdo al objetivo o aspecto que se quiere evaluar en el alimento o preparación.

**Tabla 2.**

*Clasificación de las pruebas sensoriales*

<b>Clasificación</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Pregunta de interés</b>	<b>Tipo de prueba</b>	<b>Características de panelistas</b>
<b>Discriminatoria</b>	Determinar si dos o más productos son percibidos de manera diferente por el consumidor.	¿Existen diferencias entre los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, orientados al método usado, algunas veces entrenados.
<b>Descriptiva</b>	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales.	¿En qué tipo de características específicas difieren los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, y motivación, entrenados o altamente entrenados.
<b>Afectiva</b>	Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto	¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?	Hedónica	Reclutados por uso del producto, no entrenados.

Fuente: (Liria M., 2007)

## 2.2.4. Cabuya o Agave

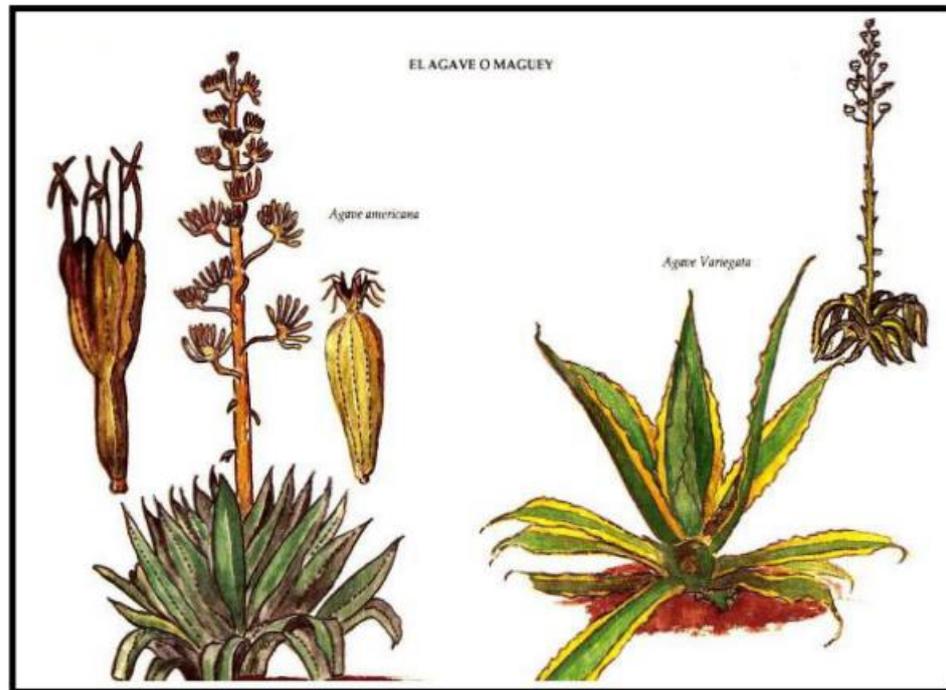
### 2.2.4.1. Cabuya: Definición

El Agave (del griego "agavous" lustre, hermoso) ha sido descrito por Linneo, en el siglo XVIII (1753) y es normalmente encontrado de manera silvestre en los valles serranos de nuestro país y cultivado con fines ornamentales en los jardines de las regiones costeras. Ha recibido distintos nombres, variando según las áreas donde ha crecido. Los nombres más populares son: Agave, Maguey, Cabuya, Chuchau, Penca, Pinca, Cabuya

americana, Aloe americano, Ancashchampatra, Pita, Cocuisa, Cocui, Cabuyero, Penca azul. (Morales Carrillo, 2001.)

### Figura 1.

*Planta de cabuya*



Fuente: (Morales Carrillo, 2001.)

#### 2.2.4.2. Origen de la cabuya

Un consenso entre las fuentes consultadas sostiene que la cabuya tiene sus orígenes en México, aunque algunos escritores destacan que ya estaba presente en el Perú antes que llegara los conquistadores españoles. De acuerdo con la narración de Garcilaso de la Vega, en esa época se le conoció como "Chuchau".



Como se conoce, hubo un significativo intercambio de plantas útiles entre los Andes y Mesoamérica mucho antes del contacto europeo, y es plausible que la cabuya haya sido una de estas plantas.

#### **2.2.4.3. Composición nutricional de la cabuya**

En los agaves, los principales polímeros de reserva energética son los fructooligosacáridos (FOS), cuya estructura y peso molecular depende de la especie (Lopez et al, 2003). Siendo que los fructanos o fructooligosacáridos son de naturaleza glucosídica son de interés benéfico para la salud como prebiótico y fibra soluble, así como por sus propiedades funcionales (Mayon, 2015).

Los FOS, también conocidos como azúcares de reserva, se caracterizan principalmente por tener una molécula de glucosa unida a un rango variable de 2 a 10 moléculas de fructosa. Enlace que mantienen unidas a las moléculas de fructosa resisten el hidrolisis de las enzimas digestivas humanas, por esta razón, los FOS alcanzan el colon sin sufrir ninguna modificación química, y tienen una muy baja contribución calórica en el organismo.

Mayon (2015), señalan que los fructanos incluyen fructooligosacáridos (FOS), en forma de inulina, oligofructanos que están formados por polímeros de fructosa con frecuencia unidos a una glucosa inicial. La inulina, que es el FOS más significativo, facilita la absorción de calcio tanto en el intestino. La microflora intestinal en la sección terminal del

intestino tiene la capacidad de fermentar los FOS, lo que resulta en la disminución del pH.

El calcio exhibe una mayor solubilidad en entornos ácidos, permitiendo que una considerable cantidad de este se desprenda de los alimentos que ingerimos, estando así disponible para su absorción. A continuación, se presenta la composición nutricional de la cabuya.

**Tabla 3.**

*Composición nutricional de la cabuya*

<b>Nutrientes</b>	<b>Valores %</b>
<b>Humedad</b>	87.37
<b>Proteína</b>	0.31
<b>Grasa</b>	0.01
<b>Carbohidratos (Kcal/kg)</b>	12.00
<b>Cenizas</b>	0.23
<b>Potasio</b>	21.57
<b>Magnesio</b>	7.41
<b>Calcio</b>	9.52
<b>Fosforo</b>	4.20

Fuente: (Meza, 2011)

#### **2.2.4.4. Clasificación general**

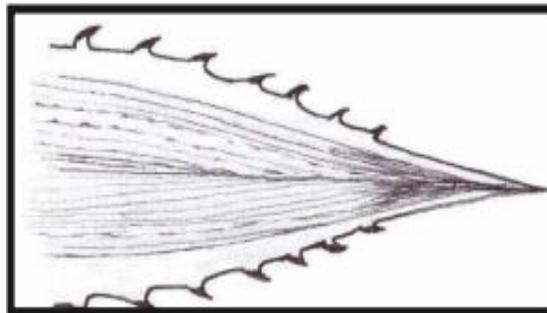
- **Según los bordes de sus hojas**

a) **Cabuya con espinas:** es una planta perteneciente a la familia de las Agaváceas, que alcanza una altura de 2 a 7 metros. Carece de tallo o presenta un tronco corto con un grosor menor de 1 metro. Sus hojas están dispuestas en una roseta densa, midiendo de 1 a 3,5

metros de longitud y de 15 a 20 centímetros de ancho, siendo muy robustas y coriáceas. El borde de las hojas contiene espinas gruesas y curvadas.

**Figura 2.**

*Cabuya con espinas*

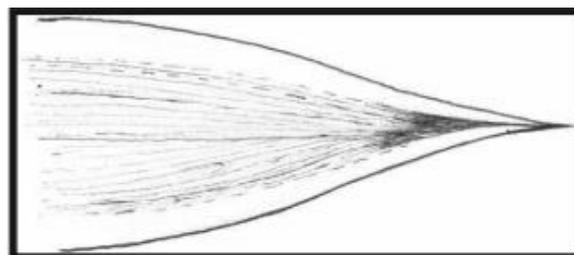


Fuente: (Dávila Veliz, 2003.)

- b) Cabuya sin espinas:** parecida a la anterior, pero con los márgenes de hojas lisas. En algunas lugares la conocen como Pita. La relevancia económica de la variante sin espinas de la planta reside en la obtención de una fibra extremadamente fina de sus hojas, la cual se emplea en la confección de hilos utilizados para la costura de sombreros y la elaboración de sogas.

**Figura 3.**

*Cabuya con espinas*



Fuente: (Dávila Veliz, 2003.)

- **Según la pertenencia a la familia Agavaceae**

- 1. *Agave americana* L.**

El agave americano, presenta hojas de tonalidad verde-gris magníficas, con espinas a lo largo de los bordes que culminan en un agujón prominente. Es una especie de rápido crecimiento, madurando en pocos años, y es reconocido como el agave más ampliamente distribuido y conocido globalmente.

**Figura 4.**

*Agave americana* L.



Fuente: (Davila Veliz, 2003)

- 2. *Agave americana striata***

Este tipo de agave tiene las hojas que exhiben en vetas verdes entremezcladas con tonos de amarillo blanquecino en la región central..

- 3. *Agave americana marginata***

Con hojas de un tono verde intenso, con vetas amarillas a lo largo de los bordes de las hojas.

**Figura 5.**

*Agave americana marginata*



Fuente: (Davila Veliz, 2003)

**4. Agave americana medio –picta**

Posee hojas de tonalidad gris-verde con una franja central que exhibe un color blanco-plateado.

**Figura 6.**

*Agave americana medio - picta*



Fuente: (Davila Veliz, 2003)

## 5. *Agave Victoriae Reginae*

El *A. Victoriae reginae* se caracteriza por sus hojas largas y delgadas, con estriaciones irregulares de color blanco. Es una planta de tamaño reducido que adopta una forma muy compacta. Genera una inflorescencia impresionante que se eleva a través de un largo tallo, con una altura que varía entre 2 y 4 metros. Que se originan en las regiones desérticas de México, esta planta prospera en suelos principalmente calcáreos.

## 6. *Agave Stricta*

La variedad *A. estricto* se caracteriza por sus hojas de color verde, finas y alargadas, que pueden alcanzar hasta 40 cm de longitud, y finalizan con una espina larga. Su flor se sostiene en un largo tallo floral que puede llegar a medir hasta dos metros de altura.

### Figura 7.

*Agave Stricta*



Fuente: (Davila Veliz, 2003)

#### 2.2.4.5. Variedades de Cabuya

- **Cabuya azul (Agave Americana L.)**

La variedad de cabuya azul pertenece al género Agave, que engloba entre 250 y 300 especies. Los agaves se destacan por generar una inflorescencia solo una vez, tras lo cual la planta fallece. En 1753, el naturalista sueco Carl Linneo la denominó Agave, empleando la palabra griega que tiene un significado de admirable o noble, en la actualidad se puede encontrar en casi todas las partes del mundo.

**Tabla 4.**

*Taxonomía de Agave americana L.*

<b>Taxonomía</b>	
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Subclase</b>	Liliidae
<b>Orden</b>	Liliales
<b>Familia</b>	Agavaceae
<b>Genero</b>	Agave
<b>Especie</b>	Agave americana L.
<b>Subespecie</b>	Americana

Fuente: Museo de Historia Natural. (2012)

- **Cabuya verde (Macho)**

Se trata de un género de plantas suculentas que pertenece a la familia Agavaceae y es originario de las zonas tropicales de México, Caribe, Centroamérica y norte de Suramérica.

**Figura 8.**

*Cabuya verde macho*



Fuente: (Meza, 2011)

**Tabla 5.**

*Clasificación taxonómica de la cabuya verde (macho)*

<b>Taxonomía</b>	
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Subclase</b>	Lilidae
<b>Orden</b>	Liliales
<b>Familia</b>	Agavaceae
<b>Genero</b>	Agave
<b>Especie</b>	Furcraea occidentalis Trel.

Fuente: Museo de Historia Natural. (2012)

Una característica notable de esta variante es la escasez de espinas alrededor de sus hojas, siendo estas poco abundantes.

- **Cabuya verde (Hembra)**

La planta es común en las yungas y laderas occidentales de los Andes, además forma parte del género *Furcraea*. Sus hojas son verdes, largas y delgadas, con espinas a lo largo de sus bordes, y presenta un escapo sólido y pesado. Sus hojas de esta planta son suculentas y altamente fibrosas.

Presenta flores de color amarillo y se reproducen mediante brotes laterales que surgen alrededor de sus raíces. Este vegetal tiene diversas aplicaciones: su fibra se utiliza para fabricar hilos, sus hojas para la producción de papel, sus espinas para hacer agujas, y sus partes jabonosas actúan como detergente.

**Figura 9.**

*Cabuya verde hembra*



Fuente: (Meza, 2011)

**Tabla 6.**

*Clasificación taxonómica de la cabuya verde (hembra)*

<b>Taxonomía</b>	
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Subclase</b>	Liliidae
<b>Orden</b>	Liliales
<b>Familia</b>	Agavaceae
<b>Genero</b>	Furcraea
<b>Especie</b>	Furcraea andina Trel.

Fuente: Museo de Historia Natural. 2012

- **Cabuya marginata**

En la región de Angaraes, esta variante es escasa y poco común de encontrar. Se trata de una planta con hojas grandes y gruesas, similar a la cabuya azul (*Agave americana* L.), que florece solo una vez.

**Tabla 7.**

*Clasificación taxonómica de la cabuya marginata*

<b>Taxonomía</b>	
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Subclase</b>	Liliidae
<b>Orden</b>	Asparagales
<b>Familia</b>	Agavaceae
<b>Genero</b>	Furcraea
<b>Especie</b>	Agave Americana

Fuente: Museo de Historia Natural. 2012



#### 2.2.4.6. Descripción morfológica en general de la planta cabuya

- **Raíz:** las cabuyas tienen una raíz primaria constante, originada por el crecimiento de una radícula a partir de los hijuelos.  
Además, presentan una raíz secundaria que puede alcanzar hasta tres metros de profundidad y extenderse en el suelo, razón por la cual los agricultores prefieren cultivarlas en zonas inclinadas.
- **Tallo:** es un tallo enroscado, con un crecimiento limitado y tiene una forma cilíndrica, en el cual se desarrollan las hojas.
- **Hojas:** con hojas grandes, miden entre 1,20 y 2,00 metros, estas son gruesas, carnosas y lanceoladas, careciendo de pecíolo y alcanzando hasta 30 cm de ancho. Las hojas presentan una ligera concavidad vertical y hacia adentro, con bordes sólidos que llevan de 20 a 30 espinas que se dirigen hacia afuera o hacia arriba desde el eje radial.  
Se conocen a las hojas como pencas o alas. Pueden variar en color entre verde y azul, con variantes que poseen bandas blancas o amarillas, muy buscadas por su valor ornamental. En el espesor de las hojas, se encuentra una densa estructura de fibras longitudinales, notoriamente fuertes y flexibles.
- **Flores:** de tonalidades que varían entre verde y amarillo, estas flores se encuentran dispuestas cuando se forma un panículo, ubicada en un escape o columna alargada de gran tamaño.
- **Fruto:** el fruto se presenta en forma de una cápsula triangular, prismática y alargada, con una longitud de 4 cm. Está repleto de



semillas aplanadas que miden 8 x 6 mm y tienen un color negro.

Después de la producción de los frutos, las plantas llegan a su fin.

- **Semillas:** presentan un endospermo carnoso que envuelve al embrión de tamaño reducido, adoptando una forma alada que favorece su dispersión.

#### **2.2.4.7. Proceso de extracción de aguamiel de cabuya**

Generalmente, la extracción del jugo azucarado o aguamiel se lleva a cabo cuando la planta alcanza aproximadamente los 3 metros de altura, alrededor de los 5 años de edad, dependiendo del entorno geográfico.

Este proceso se realiza antes de que la planta florezca, ya que suelen morir después de este evento. No obstante, en el caso de la cosecha de fibra, forraje y combustible, puede llevarse a cabo en cualquier etapa de madurez de la planta.

- **Elección de Agave para la producción de aguamiel**

Se selecciona un agave que haya alcanzado la madurez, y debe mostrar un meristemo engrosado (que se conoce también como corazón del agave) ubicado en medio de la planta, donde nacen las hojas, lo cual suele ocurrir alrededor de los 5-7 años de edad.

La mayoría de las hojas se orientan lateralmente y deben tener una forma cóncava hacia arriba, con una base ancha que se estrecha hacia la punta.



- **Elaboración del orificio en el Agave para la recolección de aguamiel**

Se efectúa la perforación en la región del tronco donde las hojas adquieren una tonalidad amarillo-verdosa, en contraste con las hojas externas que tienden a tener un tono más azulado. Se inicia cortando las hojas externas para crear una vía en dirección al núcleo de la planta. Después, se realizan cortes en las hojas de adentro para delimitar el área destinada al orificio.

A continuación, se crea el orificio y se raspa repetidamente para provocar la exudación de la savia. Después, se coloca agua en el orificio durante una semana y, posteriormente, se recoge el jugo diariamente durante aproximadamente 20 días.

- **Recolección de aguamiel**

La obtención del aguamiel se lleva a cabo cada día, seguido de la eliminación de los restos y la cobertura del orificio con hojas o piedras para prevenir la entrada de elementos no deseados.

## **2.2.5. Pitahaya**

### **2.2.5.1. Concepto**

La pitahaya, también llamada fruta del dragón, es una fruta exótica que está ganando popularidad en todo el mundo. Esto se debe a sus propiedades físico-químicas y a los compuestos bioactivos que la convierten en un

alimento funcional. Se utiliza tanto por sus destacadas características organolépticas como por su valor comercial añadido.

Es un fruto muy valioso fuente de colorante natural gracias a su elevado contenido de betacianinas, las cuales le proporcionan un color vibrante tanto en la cáscara como en la pulpa, presentando tonalidades que van desde el rojo hasta el morado.

A esta fruta se le otorgan propiedades nutraceuticas, ya que además del color que proporciona, también proporciona beneficios nutricionales adicionales a los consumidores.

#### **Figura 10.**

*Fruta de pitahaya*



Fuente: (Lobo, Bender, Tanizaki, Fernandez de Soto, & Aguiar, 2013)

#### **2.2.5.2. Origen e historia**

La pitahaya tiene su origen en México y se cultiva en diversas naciones tropicales y subtropicales, incluyendo Taiwán, el sur de China, Israel,



Tailandia, Australia, Estados Unidos de América y Malasia. La fruta es ampliamente cultivada en Vietnam, donde se conoce localmente como "Thanh Long" o "el dragón verde".

Esta denominación se relaciona con el color verde de la fruta cuando aún no está madura y la apariencia escamosa o enrejada de la cáscara de los frutos, que se asemeja a las escalas de un dragón. Su nombre, "Thanh Long", significa "fruta escamosa" y se llama así a la planta de esta, como a su fruto.

La pitahaya recibe diversos nombres, según el país donde se produce, entre los cuales se destacan: pitajaya (Colombia), Belle de nuit (Francia), flor de cáliz (Venezuela, Puerto Rico), Dragon fruit, Belle of the night (Países anglohablantes), Distelbrin (Alemania), pitahaya o fruta de dragón (Perú), entre otros (Mollinedo & Figueroa, 2017)

### **2.2.5.3. Composición nutricional**

La pitahaya está compuesta de pulpa y cascara, su pulpa es consistente y espumosa, presenta coloración blanca (variedad amarilla) y blanca rojiza (variedad roja), con pequeñas y suaves pepas comestibles, cubiertas de escamas rojas y amarillas según la especie (Santarrosa, 2013).

La porción comestible de la pitahaya (*Hylocereus*), conocida como pulpa, constituye aproximadamente del 60% al 80% de su peso total, que varía en promedio de 200 a 570 gramos, dependiendo de la especie. (Santarrosa, 2013)



Sin embargo, se reconoce que la pitahaya experimenta modificaciones físicas durante su proceso de maduración. En una evaluación a *H. Megalanthus* (Pitahaya amarilla) se obtuvo, que el porcentaje de cascara disminuyó de 55.93 a 33.40 %; mientras que el de pulpa aumentó de 44.04 a 66.60 % entre el estado de madurez de 0 a 6, respectivamente (Sotomayor et al., 2019).

La Pitahaya es un fruto de bajo valor calórico, ya que cuenta con pequeñas cantidades de hidratos de carbono (9,20 g por cada 100 g de pulpa comestible (Rodríguez et al., 2005).

En su composición destaca el contenido de vitamina C, vitamina que interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes, además, favorece en la resistencia a las infecciones, absorción del hierro de los alimentos y tiene acción antioxidante. (Sotomayor et al., 2019).

**Tabla 8.**

*Composición nutricional de 100g de pulpa de dos especies de pitahaya*

Componente	Hylocereus undatus (pulpa blanca y piel rosa)		Hylocereus megalanthus (pulpa blanca y piel amarilla)	
	(Mercado - Silva & et.al., 2018)	(Morales de León, Bourges, & Camacho, 2015.)	(Mercado - Silva & et.al., 2018)	(Morales de León, Bourges, & Camacho, 2015.)
<b>Agua (%)</b>	89	82,3	85	85,9
<b>Proteína (g)</b>	0,5	1,4	0,4	1,1
<b>Grasa (g)</b>	0,1	*	0,1	*
<b>Carbohidrato (g)</b>	NE	13,55	NE	9,8
<b>Fibra dietética (g)</b>	0,3	NE	0,5	NE
<b>Vitamina c (mg)</b>	25,0	25,8	4	7,34
<b>Calcio (mg)</b>	6,0	5,0	10,0	8,26
<b>Hierro (mg)</b>	0,4	0,75	0,3	*
<b>Fosforo (mg)</b>	19,0	15,0	16,0	*
<b>Tiamina (mg)</b>	0,01	*	0	*
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,03	*	0	*
<b>Niacina (mg)</b>	0,2	0,37	0,2	*
<b>Cenizas (mg)</b>	0,5	0,50	0,4	0,60

\*valor no encontrado, N: valor no evaluado

Fuente: (Verona, Urcia, & Paucar, 2020)

**Tabla 9.***Características fisicoquímicas de tres especies de *Hylocereus* spp*

	<b>Hylocereus undatus (piel rosa y pulpa blanca)</b>	<b>Hylocereus megalanthus (piel amarilla y pulpa blanca)</b>	<b>Hylocereus monacanthus (piel y pulpa rosa)</b>
<b>Referencia</b>	(Warusavitharana & al., 2017.)	(Sotomayor, Pitizaca, Sánchez, & al., 2019.)	(Magalhães, Da Silva, & Ramos, 2019.)
<b>Peso (g)</b>	406,7 – 556,8	260 – 395	277,17 – 335,17
<b><sup>0</sup>Brix</b>	16 - 18	20,74	15,3 – 17,88
<b>PH</b>	5,72 ± 0,6	4,86	3,63 – 4,48

Fuente: (Verona, Urcia, &amp; Paucar, 2020)

#### 2.2.5.4. Componentes bioactivos

- a) **Betalainas:** Los colores son importantes indicadores de calidad, determinan la aceptación de los alimentos por parte del consumidor. En los últimos años, el mercado de colorantes sintéticos ha presentado una disminución debido a su naturaleza tóxica. Las betalainas se pueden usar como aditivos alimentarios para enriquecerlos o evitar su decoloración. El uso de betalainas como colorante de alimentos está aprobado por la Unión Europea y las betalainas están etiquetadas como E-162 (aditivo alimentario) (Thirugnanasambandham, Sivakumar, & Prakash Maran, Efficiency of electrocoagulation method to treat



chicken processing industry wastewater-modeling and optimization., 2014).

Estos compuestos bioactivos tienen efecto positivo contra los trastornos relacionados con el estrés en los seres humanos, lo cual se debe a su potencial para inhibir la oxidación y la peroxidación lipídica (Kanner, Harel, & Granit, 2001.). (Thirugnanasambandham & Sivakumar, Microwave assisted extraction process of betalain from dragon fruit and its antioxidant activities., 2015.) encontraron que las condiciones óptimas para el proceso de extracción por microondas asistida eran la temperatura de 35 °C, la masa de la muestra de 20 g de polvo de Pitahaya y el tiempo de tratamiento de 8 minutos. En estas condiciones, se extrajeron 9 mg/L de contenido de betalaina en la Pitahaya.

b) **Betacianinas:** poseen actividades de eliminación de radicales libres y antioxidantes, lo que sugiere sus posibles efectos beneficiosos sobre las enfermedades metabólicas. La Pitahaya roja (*Hylocereus monacanthus*) es una rica fuente natural de betacianinas, lo cual fue demostrado en un estudio sobre la anti-obesidad y los efectos anti-hiperglucémicos de la betacianina. También se reportó el efecto antidiabético de pitahaya roja, la cual en fresco atenúa significativamente la resistencia a la insulina en ratas y 600 g de consumo de fruta de pitahaya roja tiene un gran potencial en el control del nivel de glucosa en sangre en diabéticos tipo II.



En la industria alimentaria, las betacianinas de pitahaya roja pueden utilizarse como colorante natural ya que presentan una estabilidad térmica similar o mejor en comparación con el rojo de remolacha, dependiendo del tratamiento de temperatura.

#### 2.2.5.5. Variedades de pitahaya en el Perú

Actualmente tenemos tres variedades en producción en el Perú, se trata de las variedades American Beauty, *Hylocereus undatus* y *Hylocereus costaricensis*:

- a) **American Beauty:** La pitahaya destaca por su color, forma y sabor, con un equilibrio perfecto entre dulzor y acidez, que ha cautivado a los consumidores extranjeros, por lo que su producción va en ascenso. Lo que hereda, entre otras cualidades, de su cruce con *H. undatus*. El peso medio de los frutos oscila entre 400 y 500 g. Su carne, tiene un bello color rosado intenso.
- **Nombre científico:** *Hylocereus guatemalensis*
  - **Familia:** Cactaceae
  - **Origen:** Guatemala
  - **Nombre común:** Pitahaya, pitaya, fruta del dragón, dragon fruit
  - **Variedad:** Pitaya roja
  - **Tipo de hoja:** Perenne.
  - **Color:** (piel/carne): roja/roja
  - **Polinización:** autopolinizante

- **Periodo de floración:** mayo-septiembre

**Figura 11.**

*Pitahaya (American beauty)*



Fuente: (Lobo, Bender, Tanizaki, Fernandez de Soto, & Aguiar, 2013)

- b) **Hylocereus undatus:** llamada popularmente pitahaya, es la especie más cultivada del género *Selenicereus*. Es nativa de América Central y de México, se distribuye ampliamente en las regiones tropicales de todo el mundo, donde se cultiva como planta ornamental y para cosechar sus frutos.

Es una cactácea profusamente ramificada de hábito hemiepífita o terrestre y de porte rastrero o trepador. Tiene dos tipos de raíces, unas en el suelo como sostén y receptoras de agua y nutrientes del suelo, y otras raíces aéreas para adherirse a un soporte, por lo que puede alcanzar más de 10 m.

Los tallos suculentos de color verde son segmentados con una longitud de unos pocos cm hasta más de 5 m de longitud en plantas adultas. Poseen tres caras angulosas con márgenes ondulados que se vuelven córneos con la edad.

Las areolas, separadas entre sí unos 4,5 cm tienen de 1 a 3 espinas de aciculares a subcónicas, de color marrón grisáceo a negro y hasta 1 cm de longitud, aunque normalmente solo de 2 a 4 mm.

Las flores, de color blanco con tépalos verdosos, tienen unos 25 a 30 cm de largo. Son fragantes, nocturnas y duran una sola noche. El fruto es una baya de entre 6 a 12 cm de diámetro roja o amarilla al madurar. La pulpa es trasparente con numerosas pequeñas semillas negras en el interior.

**Tabla 10.**

*Taxonomía de *Hylocereus undatus**

<b>Taxonomía</b>	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Caryophyllidae
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Cactaceae
<b>Subfamilia:</b>	Cactoideae
<b>Tribu:</b>	Hylocereeae
<b>Género:</b>	Selenicereus
<b>Especie:</b>	<i>S. undatus</i>

Fuente: (Montesinos Cruz, y otros, 2015)

**Figura 12.**

*Pitahaya (Hylocereus undatus)*



Fuente: (Lobo, Bender, Tanizaki, Fernandez de Soto, & Aguiar, 2013)

- c) **Hylocereus costaricensis:** La pitahaya de Costa Rica o *Hylocereus costaricensis* es una especie de planta fanerógama de la familia Cactaceae. Es autóctona de América Central. La especie es cultivada comercialmente por su fruta, y también es una buena planta ornamental con bonitas flores. Se le conoce equivocadamente bajo el nombre *Hylocereus polyrhizus*, que es ambiguo y no debe emplearse. La variante de Costa Rica se caracteriza por poseer un color púrpura, tanto en exterior como el interior de la fruta.

De Costa Rica y Panamá. Bosques secos y áreas costeras, de 0-1400 m.s.n.m. La especie se encuentra dentro de las áreas de conservación del Río Tempisque en Guanacaste en Costa Rica. También se ha registrado desde el Parque nacional Santa Rosa en Costa Rica. Es de fácil cultivo, de rápido crecimiento como epífita o xerófita. Necesita un compost con mucho humus, y suficiente humedad en verano. No debería estar a menos de 10 °C en invierno. Puede crecer en media sombra o a pleno sol. Extra luz a principios

de primavera estimulará la producción de brotes florales. Florece en verano o en otoño.

**Tabla 11.**

*Taxonomía de *Hylocereus costaricensis**

<b>Taxonomía</b>	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Subreino:</b>	Tracheobionta
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Dicotiledónea / Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Cactaceae
<b>Subfamilia:</b>	Cactoideae
<b>Tribu:</b>	Hylocereeae
<b>Género:</b>	Hylocereus
<b>Especie:</b>	<i>H. costaricensis</i>

Fuente: (Britton & Rose, 1909)

#### 2.2.5.6. Descripción morfológica

Esta planta perenne es terrestre, de porte rastrero con grandes ramificaciones, mismas que pueden llegar a alcanzar de 0,5 a 2 m de largo.

- **Raíz:** La pitahaya presenta dos tipos de raíces: 1) Las raíces primarias forman un sistema de raíces delgadas y superficiales con función de absorción y 2) las raíces secundarias o adventicias se desarrollan en la parte aérea con función de sostén.

- **Tallo:** La pitahaya presenta dos tipos de raíces: 1) Las raíces primarias forman un sistema de raíces delgadas y superficiales con función de absorción y 2) las raíces secundarias o adventicias se desarrollan en la parte aérea con función de sostén.
- **Flores:** Presenta flores hermafroditas, grandes (15-30cm de largo), tubulares y de color blanco, amarillento o rosado. De la parte inferior de la flor nacen grandes segmentos lanceolados, delgados y acuminados de color crema. Sus flores abren durante la noche, las cuales se encuentran orientadas hacia la luz de la luna.

Pueden darse 5-6 ciclos de floración, donde en una misma planta pueden coincidir varios estadios fenológicos. Muchas de las especies requieren polinización cruzada, aunque son autofértiles.

### **Figura 13.**

*Flor de la pitahaya*



Fuente: (Lobo, Bender, Tanizaki, Fernandez de Soto, & Aguiar, 2013)



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental y estadístico, para el análisis del trabajo de investigación se planteó un diseño factorial  $2^k$ , donde  $k=2$ , que son las variables independientes, cantidad de extracto de cabuya (100 mL y 150 mL) y cantidad de extracto de pitahaya (25 mL y 50 mL)

La correlación de las variables seleccionadas para crear el modelo matemático se realizó utilizando STATGRAPHICS Centurion XVI – VESION 16.1.03 (32 BITS).

#### 3.2. LUGAR DE ESTUDIO

##### 3.2.1. Ubicación del sitio de trabajo

##### - **Elaboración del zumo hidratante**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química (elaboración de la bebida, mezclado, pasteurización, envasado) adicionalmente se realizó las mediciones de las variables respuesta que son los grados Brix, pH; el laboratorio de investigación de la Facultad de Ingeniería Química (medición de viscosidad)

## - **Recolección de materia prima**

La recolección de la materia prima del extracto de cabuya se realizó en el Distrito de Sicuani, Provincia de Canchis, Departamento de Cusco.

### **Figura 14.**

*Mapa de Sicuani*



Fuente: Wikipedia

## **3.3. MATERIALES**

### **3.3.1. Materia prima**

La materia prima para la elaboración del zumo hidratante, se ha extraído de la planta cabuya (*Agave american L.*) el exudado 5 litros y para la fruta pitahaya (*American Beauty*) se adquirió 3 kg del mercado en la ciudad de Juliaca



### **3.3.2. Equipos y materiales de laboratorio**

#### **3.3.2.1. Equipos**

- Microbalanza analítica Metler Toledo o/MS205DU
- Termómetro
- pH metro manual Pen Type Meter
- Cocina eléctrica
- Refractómetro digital o Brixometro - Hi 96801- Hi96801 Hanna
- Viscosímetro de Brockfield
- Picnómetro Gay-Lussac

#### **3.3.2.2. Materiales**

- Probeta
- Termómetro
- Filtro
- Mesa de trabajo
- Reactor agitado
- Cuberteria
- Vasos precipitado
- Jarras medidoras
- Envases de plástico
- Embudos



### 3.3.2.3. Reactivos

- Extracto de cabuya
- Extracto de pitahaya
- H<sub>2</sub>O
- C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>K<sub>3</sub>O<sub>7</sub>
- NaCl
- MgCO<sub>3</sub>
- C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>NaO<sub>2</sub>
- CMC
- Alcohol

## 3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.4.1. Trabajo de campo

La cabuya (*Agave american L.*) se obtuvo del distrito de Sicuani, y la pitahaya se adquirió de mercado local en la ciudad de Juliaca, la cabuya se seleccionó por sus excelentes características sensoriales como azúcar, sabor por su aporte nutricional con respecto al azúcar que hacen atractivo al consumidor, y posterior se seleccionó la pitahaya (*American Beauty*) por sus características nutricionales, su aporte de color y sabor a la bebida hidratante, para luego prepararse el producto final en el mega laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química, en la Universidad Nacional del Altiplano.

### 3.4.2. Diseño experimental propuesto

Este trabajo es de tipo experimental para lo cual el análisis de este trabajo de investigación se plantea un diseño factorial  $2^k$ , donde  $k=2$ , que son las variables independientes con el objetivo de asimilar las cantidades de extracto de cabuya y extracto de pitahaya y sus interacciones entre si influyen en la elaboración de un zumo hidratante isotónico de cabuya (*Agave american L.*), enriquecido con Pitahaya (*American Beauty*)

**Tabla 12.**

*Diseño experimental  $2^2$  para el zumo hidratante isotónico de cabuya (*Agave american L.*) y enriquecido con pitahaya*

Símbolo	Nombre de la variable	Unidad	X min.	X máx.
X <sub>1</sub>	Cantidad de extracto de cabuya ( <i>Agave american L.</i> )	mL	100	150
X <sub>2</sub>	Cantidad de extracto de pitahaya ( <i>American Beauty</i> )	mL	25	50

Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)

**Tabla 13.**

*Variable respuesta de la elaboración del zumo hidratante (isotónico) de cabuya (*Agave americana L.*) enriquecido con pitahaya (*American beauty*)*

Símbolo	Nombre de la variable respuesta	Unidad
Y <sub>1</sub>	Cantidad de azúcar	<sup>0</sup> Brix
Y <sub>2</sub>	pH	-

Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)



**3.4.3. Metodología para el objetivo general: Elaborar un zumo hidratante (isotónico) a partir del extracto de la cabuya (*Agave americana L.*), enriquecido con Pitahaya (*American Beauty*) con aceptabilidad sensorial.**

Para la obtención de zumo hidratante primeramente se describe el proceso de obtención del extracto de la cabuya y la obtención del extracto de pitahaya

- **Descripción de la obtención de extracto de cabuya**

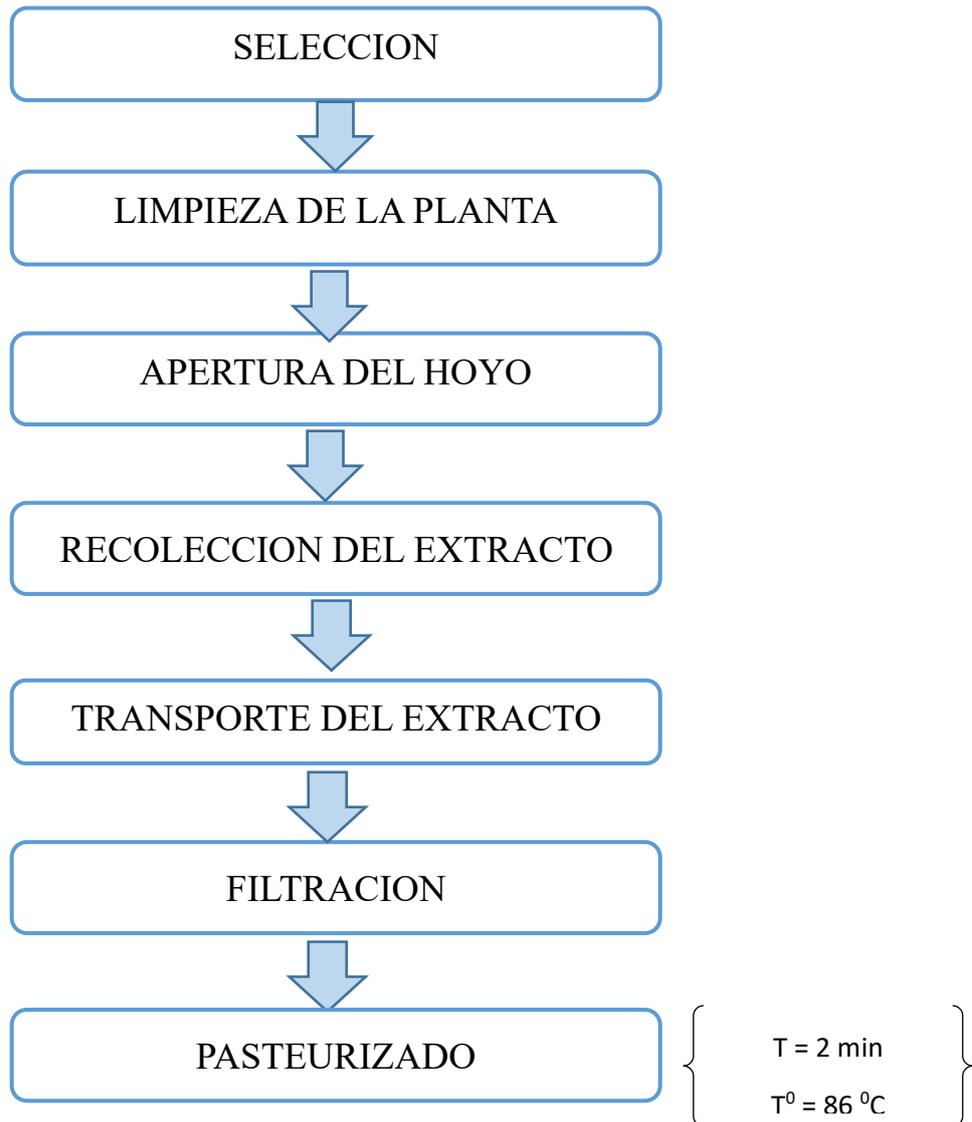
- a. **Selección:** se procede a seleccionar la planta, se le distingue por unos 1.5m a 3 m de altura además de visualizar que esté a punto de salir la flor de la planta.
- b. **Limpieza de la planta:** realiza la limpieza de algunas materias que pueda tener la planta.
- c. **Apertura del hoyo:** consiste de retirar de 3 a 5 hojas de la planta con un cuchillo, de igual manera retirar las espinas de las hojas laterales, luego con la ayuda de una barreta para desprender las hojas y llegar hasta llegar y dejar al descubierto al corazón de la planta. Posterior se realiza el perforado realizando un hoyo de modo que tenga un tamaño de 20 a 25 cm de diámetro, luego se realiza la limpieza del hoyo, posterior se tapa el hoyo con las hojas de la planta y se deja aproximadamente 3 días hasta el primer extracto.
- d. **Recolección del zumo:** el primer exudado es de sabor dulce amargo, que fue desechado, ya que no es apto para el consumo; posterior se limpia el hoyo y se espera hasta el día siguiente para recoger el segundo extracto.



- e. **Transporte del extracto:** Para evitar que la muestras se pueda fermentar y conservar sus propiedades de manera intacta, durante la toma de muestra, el transporte y manipulación; fue necesario usar una cámara fría. y una vez recogido las muestras en envases de polietileno, colocamos rápidamente en la cámara fría acondicionada con hielo y de esa manera se conservó la muestra durante el transporte hasta el momento de su análisis.
- f. **Filtración:** se realiza para eliminar cualquier materia extraña que haya en el extracto obtenido.
- g. **Pasteurizado:** se realizó para conservar las propiedades del extracto a  $86^{\circ}\text{C}$  por 2 min.

**Figura 15.**

*Diagrama de flujo de la obtención del extracto de cabuya (Agave americana L.)*

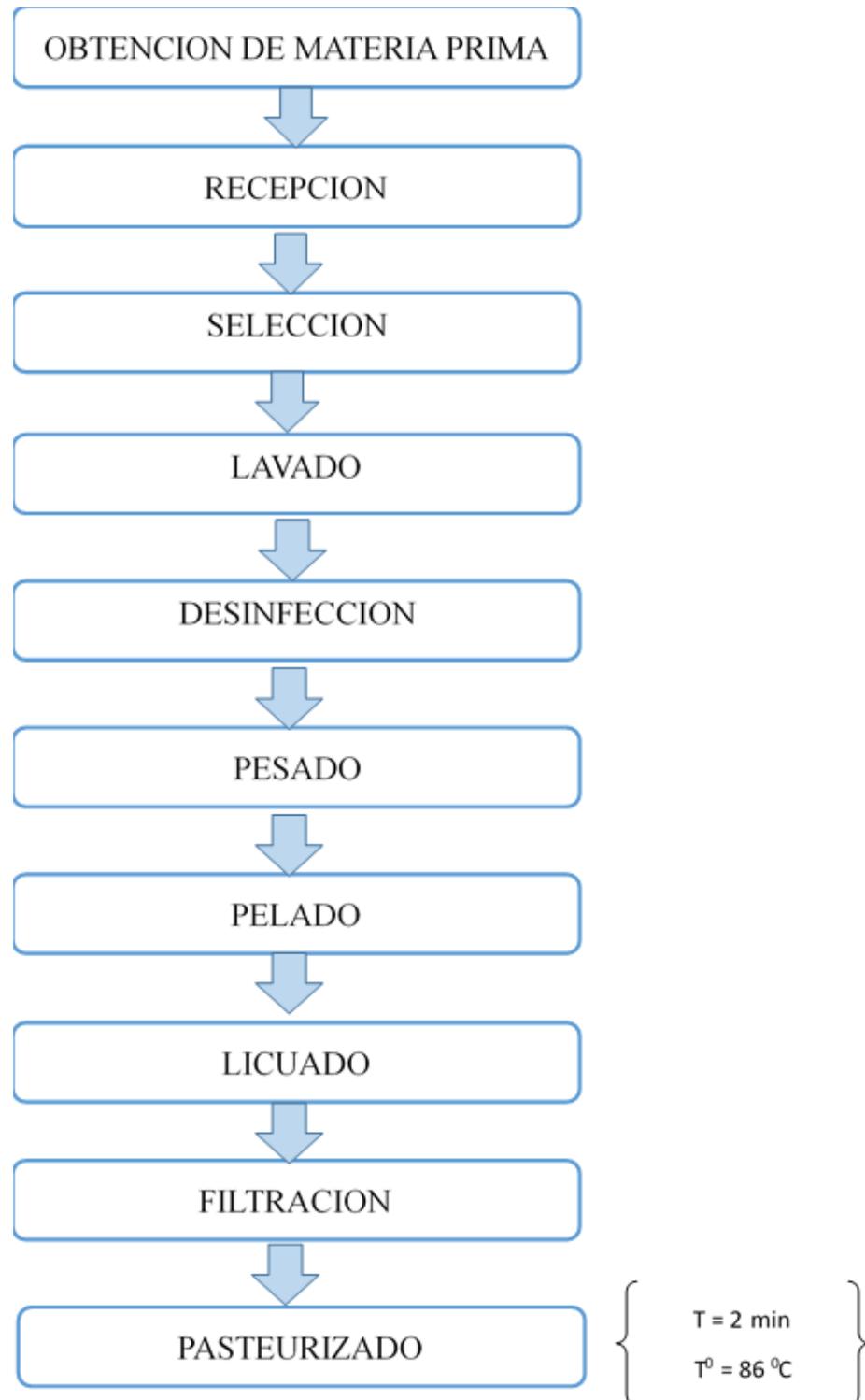




- **Descripción de la obtención de extracto de pitahaya**
  - a. **Obtención de materia prima:** La materia prima pitahaya (*American beauty*) se adquirió en el mercado Túpac Amaru situado en la ciudad de Juliaca, se adquirió 4 kg del producto.
  - b. **Recepción:** se realizó recepción en un ambiente fresco, limpio e inocuo.
  - c. **Selección:** se seleccionó las frutas que se encontraron en buen estado, sin daño físico que se pueda visualizar, además de gran tamaño, color y madurez.
  - d. **Lavado:** este se realizó con abundante agua limpia para remover o sacar cualquier suciedad o contaminante físico que haya en la fruta.
  - e. **Desinfección:** se realizó con abundante agua y con 0.1% de hipoclorito de sodio dejando remojar un par de minutos, para eliminar microorganismos que no se pueden visualizar a simple vista.
  - f. **Pesado:** una vez desinfectado la fruta, se pesó las frutas en la balanza analítica, para determinar la cantidad de extracto por cada fruta.
  - g. **Pelado:** se realizó con un cuchillo con un corte a la mitad de la fruta, para desprender la cascara de la fruta.
  - h. **Licuada:** se realiza en una licuadora introduciendo la pulpa de la fruta, para obtener el extracto.
  - i. **Filtración:** se realiza utilizando un filtro de tela para eliminar restos de pulpa que haya en el extracto.
  - j. **Pasteurizado:** se realizó a una temperatura de 86 °C por 3 min

**Figura 16.**

*Diagrama de obtención del extracto de pitahaya (American beauty)*



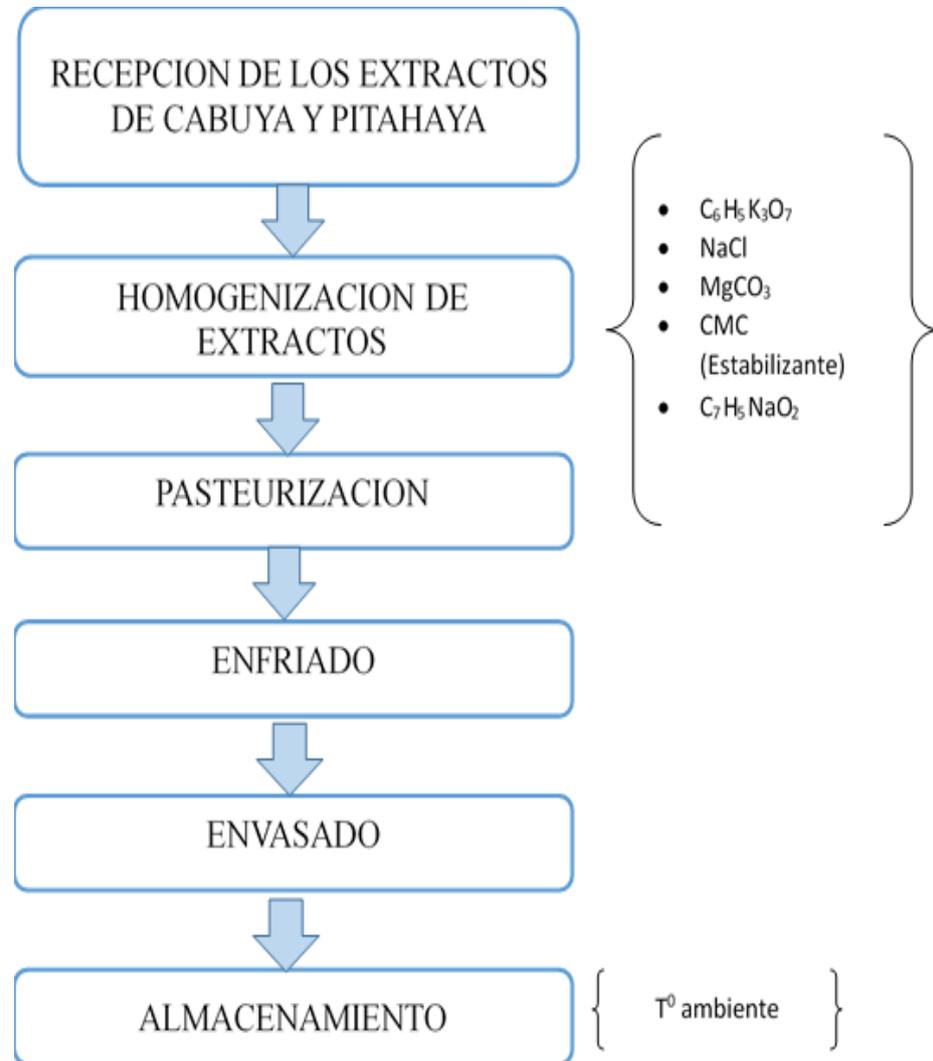


- **Descripción de proceso de elaboración de la bebida**

- a. **Recepción de los extractos:** se realiza la recepción del extracto de cabuya y de pitahaya, posterior procedemos a receiptar todos los insumos necesarios para la elaboración de la bebida.
- b. **Homogenización de los extractos:** realizamos las formulaciones previas, la combinación de los zumos y se adicionan los insumos como sales y conservantes.
- c. **Pasteurizado:** ser realiza este procedimiento para que los insumos se incorporen a la mezcla y por lo tanto para eliminar microorganismos a una temperatura de 86 °C por 2 min del zumo hidratante
- d. **Enfriado:** antes de envasar dejar enfriar la bebida hasta 20 °C
- e. **Envasado:** con la ayuda de un embudo proceder a embotellar el líquido, en este paso adicionar conservantes
- f. **Almacenado:** una vez embotellado y tapado la bebida, almacenar a temperatura de refrigeración con la finalidad de mantener los caracteres físicos y químicos y organolépticos de la bebida.

**Figura 17.**

*Diagrama de proceso de obtención de zumo hidratante de cabuya enriquecido con pitahaya*



### 3.4.4. Metodología para el objetivo específico 1: determinar el porcentaje adecuado del extracto de la cabuya (*Agave americana L.*), y Pitahaya (*American beauty*), para la formulación de la elaboración del zumo hidratante (isotónico)

#### - Determinación de porcentajes para la elaboración del zumo

Para la determinación de porcentajes, siendo las variables independientes el extracto de cabuya y el extracto de pitahaya asignamos una cantidad mínima y máxima para cada extracto y así poder realizar las formulaciones para la elaboración de la bebida hidratante.

El zumo se formuló para un volumen de 200 ml y la diferencia para completar el volumen se agrega agua destilada por lo tanto de acuerdo a investigaciones tomamos las cantidades expresadas en la siguiente tabla:

**Tabla 14.**

*Cantidad máxima y mínima de cabuya y pitahaya para formular el zumo hidratante*

<b>Cantidades expresadas en mL</b>			
<b>Cabuya</b>		<b>Pitahaya</b>	
<b>Cantidad Mín.</b>	100 mL	<b>Cantidad Mín.</b>	25 mL
<b>Cantidad Máx.</b>	150 mL	<b>Cantidad máx.</b>	50 mL

Se plantearon 4 formulaciones, posteriormente se establece la formulación de los insumos adicionales para la bebida hidratante.



De las formulaciones que resultan de esta mezcla se podrán modificar si no cumple con los parámetros requeridos para un zumo hidratante, siendo de la siguiente manera la combinación para las formulaciones:

**Tabla 15.**

*Formulaciones de la bebida hidratante*

<b>Numero de Formulación</b>	<b>Extracto de cabuya</b>	<b>Extracto de pitahaya</b>	<b>Agua</b>	<b>Total</b>
<b>F1</b>	100 mL	25 mL	75 mL	200 mL
<b>F2</b>	150 mL	25 mL	25 mL	200 mL
<b>F3</b>	100 mL	50 mL	50 mL	200 mL
<b>F4</b>	150 mL	50 mL	0	200 mL

En este objetivo se realiza la mezcla de los extractos de cabuya, extracto de pitahaya, agua, sales y conservantes lo cual se expresa en el siguiente cuadro en porcentajes:

**Tabla 16.**

*Porcentaje de las formulaciones de la bebida hidratante*

<b>Numero de formulación</b>	<b>Cantidades expresadas en porcentaje</b>			<b>Total</b>
	<b>Extracto de cabuya</b>	<b>Extracto de pitahaya</b>	<b>Agua (mas insumos)</b>	
<b>F1</b>	50 %	12.5 %	37.5 %	<b>100 %</b>
<b>F2</b>	75 %	12.5 %	12.5 %	<b>100 %</b>
<b>F3</b>	50 %	25 %	25 %	<b>100 %</b>
<b>F4</b>	75 %	25 %	0	<b>100 %</b>

El INACAL y el Ministerio de Producción en buscando estandarizar los procesos de elaboración y composición dentro de los límites permitidos por la autoridad nacional competente (DIGESA) y el Codex Alimentarius según la NTP



103.003.2022 Jugos, néctares de fruta y refrescos y bebidas energizantes o estimulantes indica que para su elaboración deberá cumplir con las siguientes especificaciones técnicas de seguridad, en relación a la cantidad apropiada de ingredientes alimentarios o aditivos:

- Por cada 100 mL de bebida, un límite máximo de 35 mg de cafeína, 400 mg de taurina, 250 mg glucoronolactona (carbohidrato derivado de la glucosa) y 20 mg de inositol (nutriente del complejo de la vitamina B).
- Podrían adicionarse vitaminas, minerales, aditivos como colorantes y saborizantes autorizados por la autoridad nacional competente, el Codex, FDA (La Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos) o la UE (Unión Europea).
- Debe estar libre de microorganismos patógenos y toda sustancia originada por microorganismos que afecten la inocuidad del producto y representen un riesgo para la salud.

**Tabla 17.**

*Insumos de la bebida hidratante para cada 200 mL*

<b>INSUMOS</b>	<b>g/200 mL</b>
<b>Citrato de potasio</b>	0.037
<b>Cloruro de sodio</b>	0.025
<b>Carbonato de magnesio</b>	0.025
<b>CMC (Estabilizante)</b>	0.15
<b>Benzoato de sodio</b>	0.05



**3.4.5. Metodología para el objetivo específico 2: Determinar los parámetros fisicoquímicos óptimos (<sup>0</sup>Brix, pH, densidad, viscosidad) de zumo hidratante (isotónico) a partir del extracto de la cabuya (*Agave americana L.*) enriquecido con Pitahaya (*American Beauty*).**

Se realiza las formulaciones con los aditivos ya preparado, posterior se procede a determinar los parámetros fisicoquímicos planteados:

- **Determinación de solidos solubles**

Para determinar los <sup>0</sup>Brix o solidos solubles se ha utilizado un refractómetro digital.

- Calibrar el equipo
- Colocar 1 a 2 gotas de muestra
- Esperar la lectura
- Limpiar con papel toalla

- **Determinación de pH**

Para la medición este parámetro se tomó el potenciómetro, para determinar la concentración ion hidrogeno (pH) en jugos.

- Verificar si el potenciómetro está calibrado.
- Colocar en un vaso precipitado 20 ml de muestra.
- Sumergir los electrodos que dan la lectura completamente en la muestra
- Tomar la medida de pH
- Retirar los electrodos de la muestra y lavarlos con agua destilada.



#### - **Determinación de densidad**

La densidad absoluta es igual a la masa de la sustancia dividida por el volumen que ocupa. Para medir la densidad se realiza los siguientes pasos:

- Primero se lavó y seco el picnómetro
- Posterior se pesa en vacío el picnómetro en la balanza
- Luego se coloca la muestra de del zumo hidratante al tope
- Pesamos el picnómetro con las muestras
- Se toma nota del peso del picnómetro con la muestra y el volumen del picnómetro
- Se realiza el cálculo de la siguiente fórmula para cada muestra realizada

$$Densidad = \frac{\text{peso} (pic. + muestra) - \text{peso} (pic. vacío)}{\text{volumen del picnómetro}}$$

#### - **Determinación de viscosidad**

El viscosímetro de BROOK FIELD DV III, mide parámetros líquidos de viscosidad y fuerza en tazas de cizalla. El principio de operación es empujar el impulsor (spindle) que se sumerge en el líquido

La medida de parámetro se realizó en el Viscosímetro de BROOK FIELD DV III implementado con el nuevo ultra light adapter (Adaptador ULA construido de acero inoxidable 304. Suministrado con un spindle, cámara de muerta de extremo abierto, chaqueta de flujo, brazo de montaje, seis tapas plásticas y accesorios para su instalación).



- Rango de viscosidad: 1.0 – 2,000 Cp
- Volumen de muestra: 16 ml
- Temperatura de operación: -15<sup>0</sup>C – 100<sup>0</sup>C

### **3.4.6. Metodología para el objetivo específico 3: Determinar la aceptabilidad sensorial mediante la escala de Likert del producto final**

Para el análisis de aceptabilidad del zumo hidratante se logró gracias a la aplicación de una encuesta a 10 panelistas no entrenados se realizó en una empresa de almacén de alimentos, con capacitación previa para que puedan evaluar los distintos atributos de las 4 formulaciones propuestas.

En las que evalúan el color, el sabor y olor, aspecto general dando valores de aceptación en escala de 1 a 5.

Siendo:

1: Me disgusta mucho

2: Me disgusta

3: Me es indiferente

4: Me gusta

5: Me gusta mucho

Para la evaluación se contó con una cartilla de evaluación sensorial como una guía para el panel de control. En la cual el formato para esta evaluación se encuentra en el anexo N<sup>o</sup> 3



Una vez que esta etapa sea concluida se determinó los ingredientes y las concentraciones para el producto, lo cual nos llevó a la elaboración del producto final y ya con los parámetros óptimos obtenidos.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

##### 4.1.1. Diseño experimental para la elaboración de una bebida isotónica a partir de cabuya con pitahaya

###### VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Cantidad de extracto de Cabuya (mL)
- Cantidad de extracto de Pitahaya (mL)

###### VARIABLE RESPUESTA

- °BRIX
- pH

Para lo cual se trabajó con la cantidad de extracto de cabuya y el extracto de pitahaya de las muestras siendo la variable respuesta los °Brix (cantidad de azúcar) que se muestran en la tabla 19

**Tabla 18.***Diseño resultado de parámetro respuesta (Brix) – variables independientes*

N <sup>o</sup>	FORMULACIONES			
	1		2	
	Brix	pH	Brix	pH
1	11	5.09	10	5.15
2	15	4.43	15	4.53
3	10	5.07	11	5.21
4	16	4.54	17	4.50

**Diseño experimental para el zumo hidratante de cabuya enriquecido  
con pitahaya con variable respuesta °Brix**

**Tabla 19.***Análisis de varianza para Brix*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:CABUYA	55.125	1	55.125	120.27	0.0016
B:Pitahaya	1.125	1	1.125	2.45	0.2152
AB	1.125	1	1.125	2.45	0.2152
Bloques	0.125	1	0.125	0.27	0.6376
Error total	1.375	3	0.458333		
Total (corr.)	58.875	7			

Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)

R-cuadrada = 97.6645 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 94.5506 %

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de °BRIX en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada

efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, el valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 97.6645% de la variabilidad en Brix. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 94.5506%.

- **Modelo de regresión lineal para el diseño experimental**

$$Y = 4.5 + 0.06X_1 - 0.12 X_2 + 0.0012 X_1 X_2$$

**Donde:**

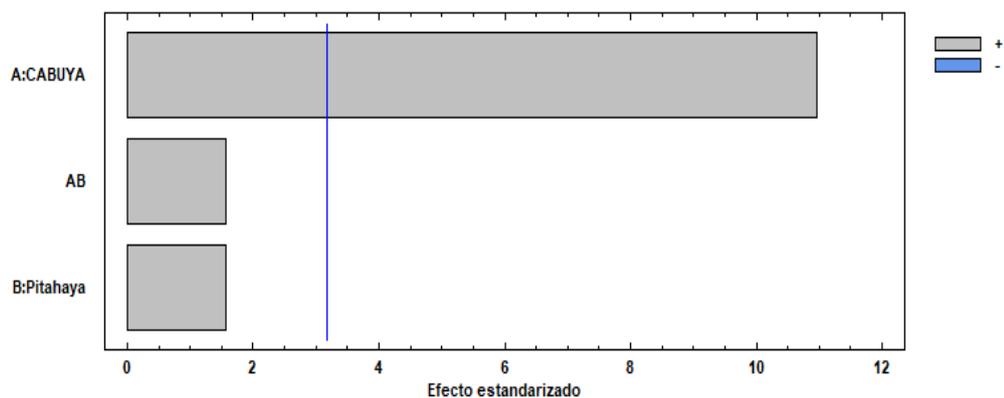
Y: <sup>0</sup>Brix

X<sub>1</sub>: Extracto de cabuya (mL)

X<sub>2</sub>: Extracto de pitahaya (mL)

**Figura 18.**

*Diagrama de Pareto estandarizada para <sup>0</sup>Brix*

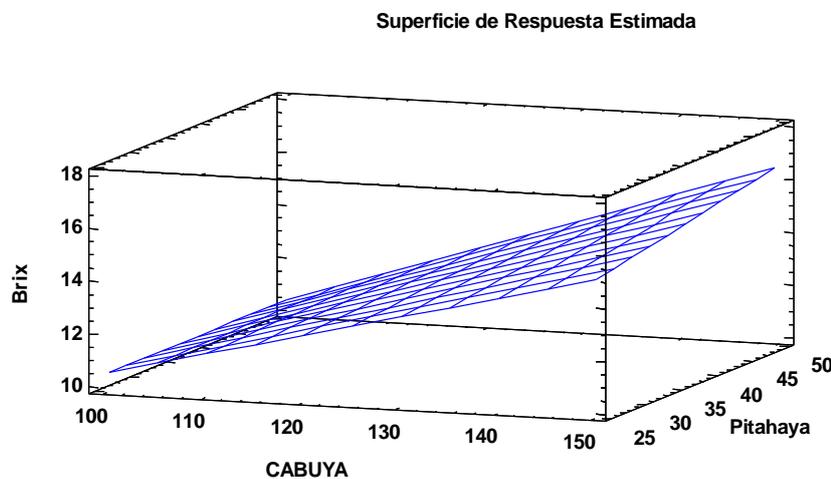


Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)

En la figura 18 muestra que la barra mayor es altamente significativa la que corresponde al extracto de cabuya en la elaboración del zumo hidratante, mientras que el extracto de pitahaya y su combinación no son significativos.

**Figura 19.**

*Superficie de respuesta estimada para el zumo hidratante de cabuya con pitahaya de <sup>0</sup>Brix*



Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)

La figura 19 de superficie de respuesta estimada muestra la gráfica de la interacción del extracto de cabuya que va de 100 mL a 150 mL, el extracto de pitahaya que va de 25 mL a 50 mL y los <sup>0</sup>Brix. Donde el valor óptimo del extracto de cabuya sería 150 mL y al ser reemplazado en la ecuación del modelo ajustado nos da un 16.5 <sup>0</sup>Brix.

- **Respuesta óptima**

Valor óptimo = 16.5

**Tabla 20.***Respuesta óptima para extracto de cabuya y extracto de pitahaya*

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
<b>EXTRACTO DE CABUYA (mL)</b>	100.0	150.0	150.0
<b>EXTRACTO DE PITAHAYA (mL)</b>	25.0	50.0	50.0

Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)

Esta tabla 20 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza °Brix sobre la región indicada. Según la NTP 203.110.2009, está dentro de los rangos que nos indica que debe estar entre 12 y 18 °Brix.

- **Diseño experimental para el zumo hidratante de cabuya enriquecido con pitahaya con variable respuesta pH**

**Tabla 21.***Análisis de varianza para pH*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
A:CABUYA	0.7938	1	0.7938	266.08	<b>0.0005</b>
B:Pitahaya	0.0018	1	0.0018	0.60	0.4939
AB	0.0002	1	0.0002	0.07	0.8124
Bloques	0.00845	1	0.00845	2.83	0.1910
Error total	0.00895	3	0.00298333		
Total (corr.)	0.8132	7			

Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)

R-cuadrada = 98.8994 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 97.432 %

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de pH en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98.8994% de la variabilidad en pH. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 97.432%.

- **Modelo de regresión lineal para el diseño experimental**

$$Y = 6.42 + 0.132X_1 - 0.0008 X_2 + 0.000016 X_1 X_2$$

**Donde:**

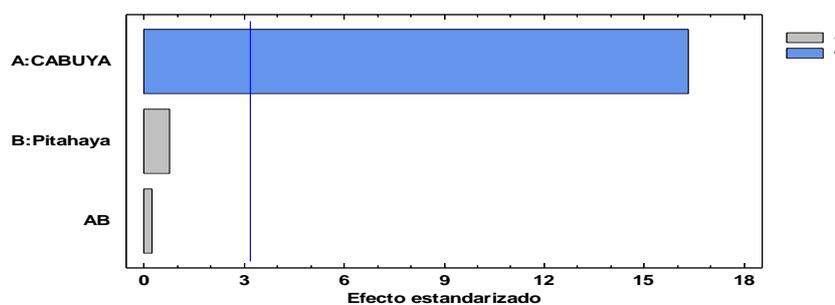
Y: °Brix

X<sub>1</sub>: Extracto de cabuya (mL)

X<sub>2</sub>: Extracto de pitahaya (mL)

**Figura 20.**

*Diagrama de Pareto Estandarizada para pH*

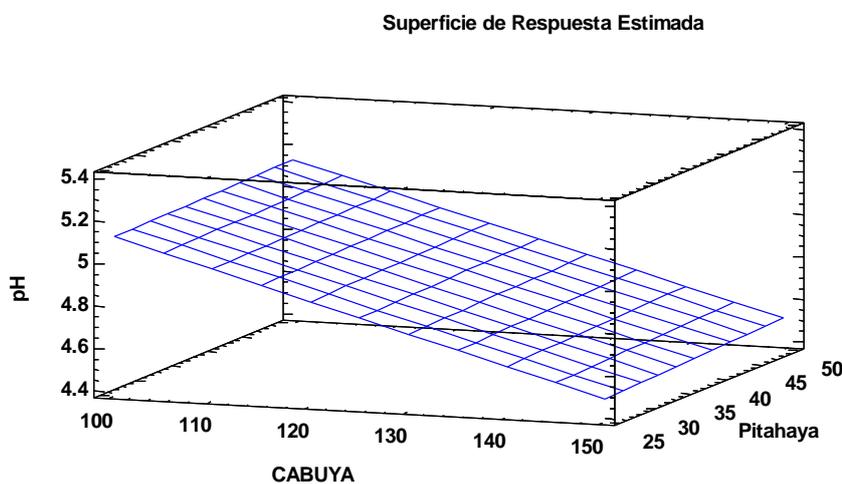


Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)

La Figura 20 muestra que la barra mayor es altamente significativa la que corresponde a la combinación de extracto de cabuya en la elaboración del zumo hidratante, mientras que el extracto de pitahaya y la interacción entre AB no son significativos.

### Figura 21.

*Superficie de respuesta estimada para el zumo hidratante de cabuya con pitahaya del pH*



Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)

La Figura 21 de superficie de respuesta estimada muestra la gráfica de la interacción del extracto de cabuya que va de 100 mL a 150 mL, el extracto de pitahaya que va de 25 mL a 50 mL y el pH. Donde el valor óptimo del extracto de cabuya sería 150 mL y del extracto de pitahaya es 50 mL y al ser reemplazado en la ecuación del modelo ajustado nos da un 5.14.

#### - Respuesta óptima

Valor óptimo = 5.14

**Tabla 22.**

*Respuesta óptima para el zumo hidratante de cabuya y pitahaya*

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
<b>EXTRACTO DE CABUYA (mL)</b>	100.0	150.0	100.0
<b>EXTRACTO DE PITAHAYA (mL)</b>	25.0	50.0	50.0

Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI – Versión 16.1.03 (32-bits)

Esta tabla 22 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza pH sobre la región indicada. Según la NTP 203.110.2009, está dentro del rango, ya que el valor óptimo según la estadística aplicada sería 5.14 para la elaboración de zumo hidratante.

#### **4.1.2. Resultados objetivo 1**

Para determinar el porcentaje adecuado de cada extracto para el zumo hidratante se tomó en cuenta los parámetros fisicoquímicos que indican en la NTP 203.110.2009 Y adicional se tomó en cuenta la aceptabilidad que tuvieron las formulaciones presentadas, por lo cual la formulación N° 2 de la bebida hidratante (isotónica), con contenido de (150ml de cabuya y 25ml de extracto de pitahaya y 25 ml de agua) teniendo un total 200ml en volumen de muestra. Que corresponde al 75% de extracto de cabuya, 12.5% de extracto de pitahaya y 12.5% de agua con un volumen total de 200 mL siendo el 100%.

Se obtuvo 15° Brix y 4.43 de pH por lo que de acuerdo a esos resultados, se considera que es la muestra con los parámetros más óptimos, en referencia a la norma NTP.

#### 4.1.3. Resultados objetivo 2

- **Resultados de °Brix del zumo hidratante isotónico a diferentes cantidades de extracto de cabuya y pitahaya**

A las muestras de zumo hidratante elaborado a base de extracto de cabuya y pitahaya con diferentes cantidades de zumo, se midió °Brix por duplicado, obteniendo los siguientes resultados:

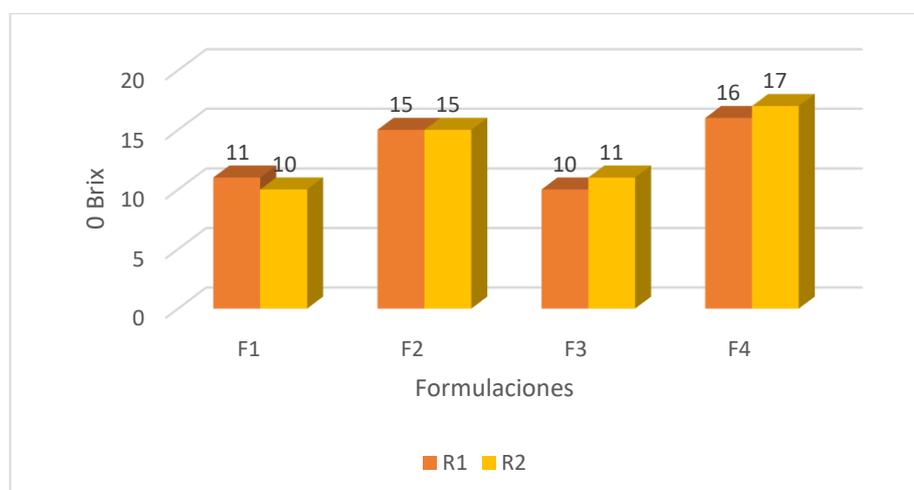
**Tabla 23.**

*Resultado de °Brix de las 4 formulaciones para la elaboración del zumo hidratante*

Nº	REPETICIONES		
	R1	R2	Promedio
<b>F1</b>	11	10	10.5
<b>F2</b>	15	15	15
<b>F3</b>	10	11	10.5
<b>F4</b>	16	17	16.5

**Figura 22.**

*Resultado de °Brix*



En la Figura 22 de resultados de <sup>0</sup>Brix se muestra valores más altos en las formulaciones 2 y 3 que se encuentran entre los rangos de 15 y 17 que están dentro de la NTP y siendo las formulaciones 1 y 2 más bajas encontrándose entre 10 y 11 <sup>0</sup>Brix. Por lo cual las F1 y F3 no se considerarían óptimas en la elaboración del zumo hidratante.

- **Resultado de pH del zumo hidratante (isotónico) a diferentes cantidades de extracto de cabuya y pitahaya**

A las formulaciones planteadas de zumo hidratante elaborado a base de extracto de cabuya y pitahaya con diferentes cantidades de extracto, se le midió el pH por duplicado a las 4 formulaciones que se plantearon, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 24.**

*Resultado de pH*

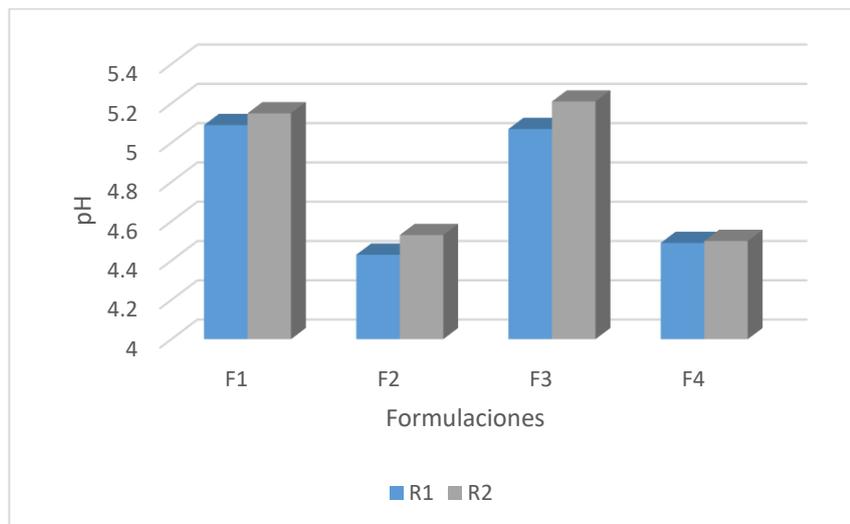
N <sup>0</sup>	Repeticiones		
	R1	R2	Promedio
F1	5.09	5.15	5.12
F2	4.43	4.53	4.48
F3	5.07	5.21	5.14
F4	4.49	4.50	4.50

En la tabla 26, se tiene los pH las F1 y F3 muestran valores de 5.12 y 5.14 respectivamente, este comportamiento se debe a que en estas formulaciones la cantidad de extracto de cabuya que se usa es mínima y adicionalmente que se agrega

agua para estas formulaciones lo que provoca que la acidez aumente su valor y las F2 y F4 muestran valores 4.48 y 4.50 respectivamente estas tienen un valor bajo ya que contienen una mínima cantidad de agua en la formulación.

**Figura 23.**

*Resultados de pH*



En la Figura 23 de resultados de pH, se visualiza que las formulaciones 1 y 3 tiene sobrepasan el límite permitido según la NTP 203.110.2009, sin embargo, las formulaciones 2 y 4 se encuentran dentro del rango permitido por lo cual el valor de pH es óptimo.

- **Resultado de la densidad del zumo hidratante isotónico a diferentes cantidades de extracto de cabuya y pitahaya**

Posterior realizado el peso del picnómetro con las formulaciones hallamos la densidad son la siguiente formula:

$$\rho = \text{masa/volumen}$$



$$\text{Densidad} = \frac{\text{peso (pic. + muestra)} - \text{peso (pic. vacio)}}{\text{volumen del picnometro}}$$

$$\rho (\text{Formulacion 1.1}) = \frac{50.6232g - 24.1767g}{25ml} = 1.0578 \text{ g/mL}$$

$$\rho (\text{Formulacion 2.1}) = \frac{51.2419g - 24.1767g}{25ml} = 1.0826 \text{ g/mL}$$

$$\rho (\text{Formulacion 3.1}) = \frac{50.5867g - 24.1767g}{25ml} = 1.0564 \text{ g/mL}$$

$$\rho (\text{Formulacion 4.1}) = \frac{51.1782g - 24.1767g}{25ml} = 1.0801 \text{ g/mL}$$

$$\rho (\text{Formulacion 1.2}) = \frac{50.6422g - 24.1767g}{25ml} = 1.0586 \text{ g/mL}$$

$$\rho (\text{Formulacion 2.2}) = \frac{51.3235g - 24.1767g}{25ml} = 1.0859 \text{ g/mL}$$

$$\rho (\text{Formulacion 3.2}) = \frac{50.6521g - 24.1767g}{25ml} = 1.0590 \text{ g/mL}$$

$$\rho (\text{Formulacion 4.2}) = \frac{51.2552g - 24.1767g}{25ml} = 1.0831 \text{ g/mL}$$

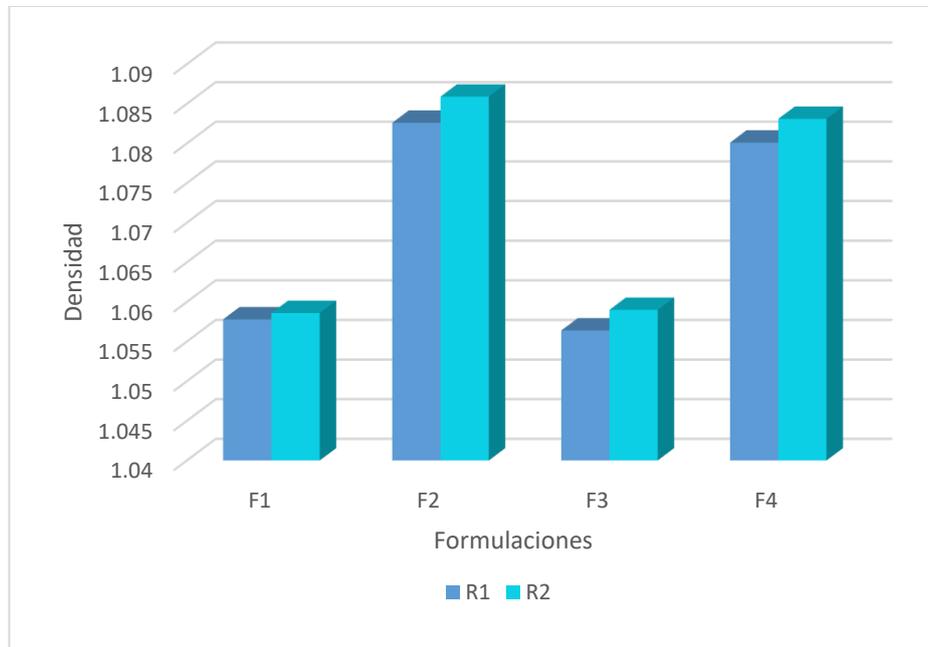
**Tabla 25.**

*Resultados de la densidad*

REPETICIONES			
	R1 (g/mL)	R2(g/mL)	Promedio
<b>F1</b>	1.0578	1.0586	1.0582
<b>F2</b>	1.0826	1.0859	1.0843
<b>F3</b>	1.0564	1.0590	1.0577
<b>F4</b>	1.0801	1.0831	1.0816

**Figura 24.**

*Resultado de densidad de las formulaciones*



- **Resultado de la viscosidad del zumo hidratante isotónico a diferentes cantidades de extracto de cabuya y pitahaya**

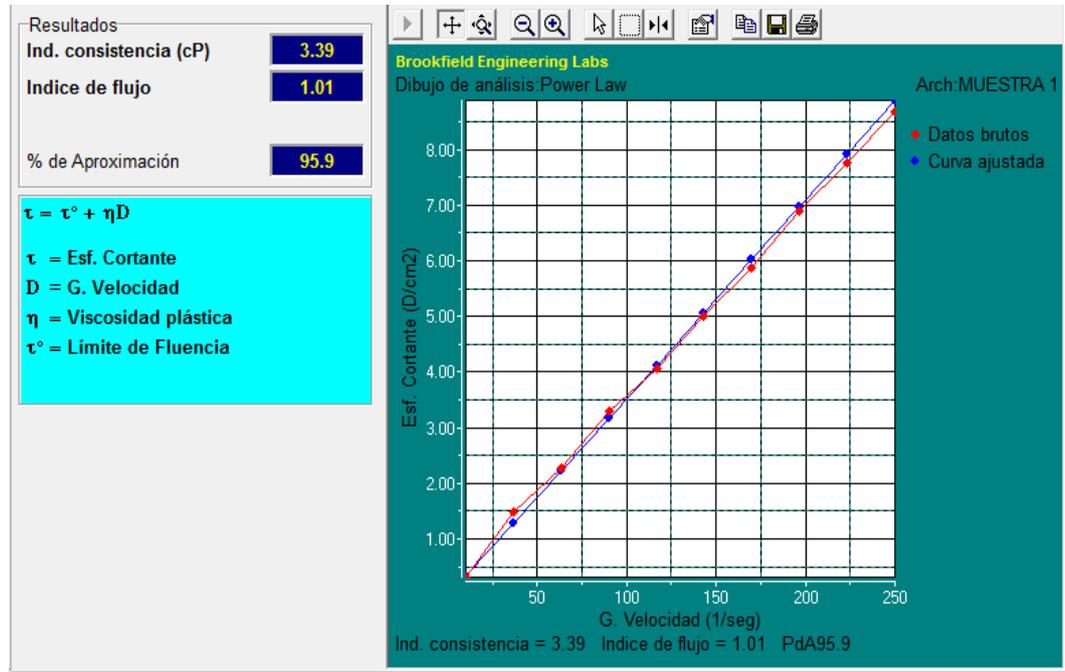
Los resultados de la viscosidad se obtuvieron mediante el viscosímetro de BROOK FIELD DV III mismo que mostro los siguientes datos y gráficos de los cuales hallaremos la viscosidad de cada muestra.

Se realizó la medición de la viscosidad para las 4 formulaciones y sus repeticiones para cada formulación planteada.

- **Resultado de viscosidad para la formulación 1.1**

**Figura 25.**

*Parámetros reológicos para la formulación 1.1*



En la Figura 25, los parámetros reológicos indican que el índice de consistencia es 3.39 cP y el índice de flujo es 1.01 indicando el modelo de Ley de Potencia para este fluido con una aproximación de 95.9 %.

**Tabla 26.**

*Resultados de la viscosidad para la formulación 1.1 a diferentes velocidades*

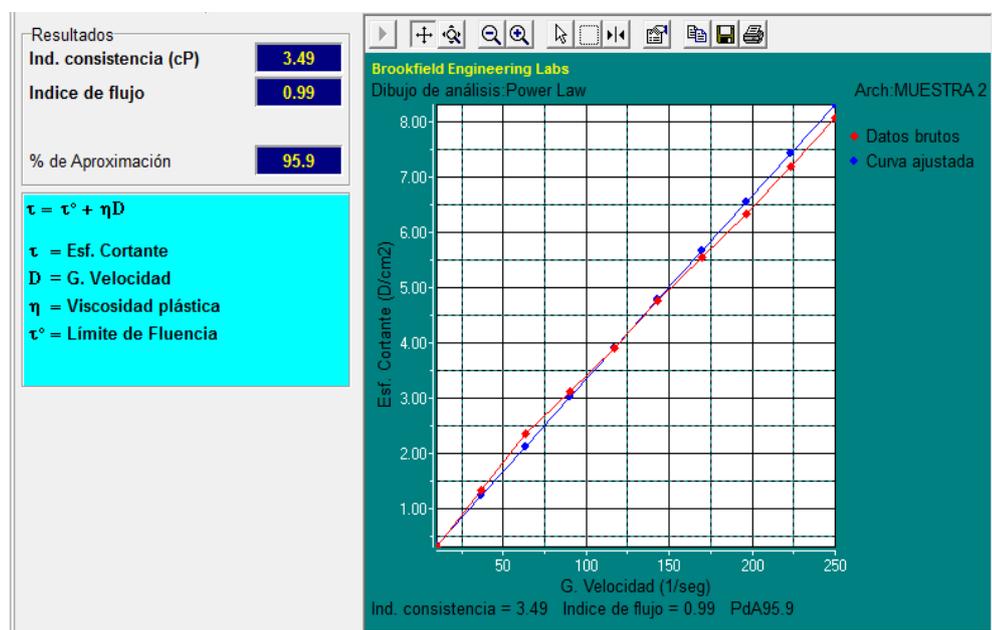
Viscosidad	Veloc.	Esf. Cortante	G. Velocidad
3.58	51.79	2.27	63.34
3.65	73.60	3.29	90.01
3.49	95.42	4.07	116.70
3.50	117.17	5.01	143.30
3.45	139.00	5.87	170.00
3.50	160.83	6.89	196.70
3.47	182.58	7.75	223.30
3.48	204.42	8.69	250.00

En la tabla 28, se visualiza los datos de la viscosidad a diferentes velocidades para la F1 a diferentes intervalos de tiempo, por lo cual se obtiene el valor de la viscosidad para formulación 1.1 fue de 3.5302 Cp.

- **Resultado de viscosidad para la formulación 2.1**

**Figura 26.**

*Parámetros reológicos para la formulación 2.1*



En la Figura 26, los parámetros reológicos indican que el índice de consistencia es 3.49 cP y el índice de flujo es 0.99 indicando el modelo de Ley de Potencia para este fluido con una aproximación de 95.9 %.

Además, se muestra el gráfico del esfuerzo cortante vs la gravedad para los datos obtenidos y una curva ajustada.

**Tabla 27.**

*Resultados de la viscosidad para la formulación 2.1 a diferentes velocidades*

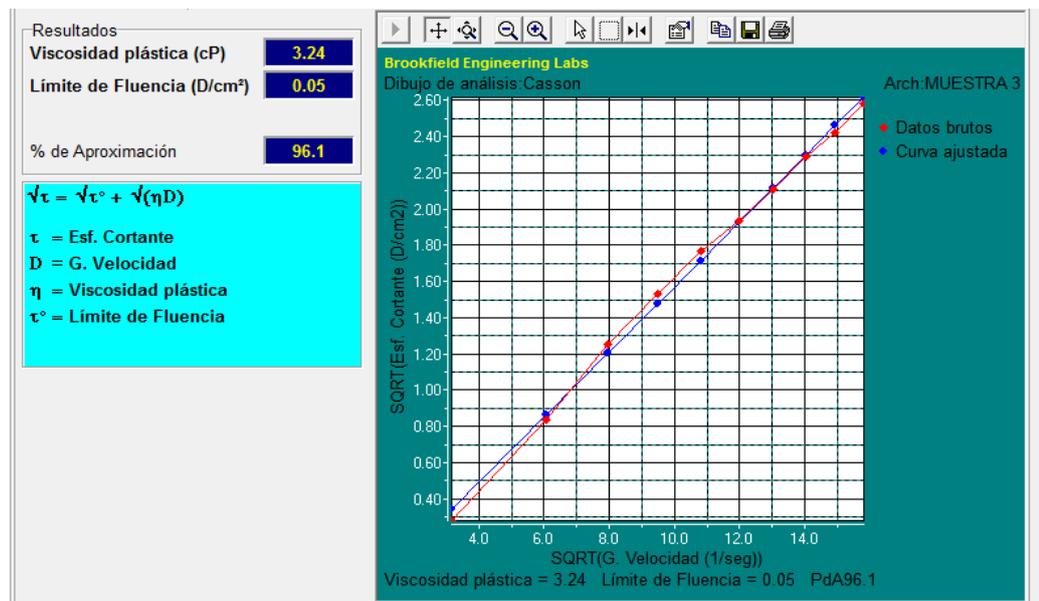
Viscosidad	Veloc.	Esf.Cortante	G.Velocidad
3.35	95.42	3.91	116.70
3.33	117.17	4.77	143.30
3.27	139.00	5.56	170.00
3.22	160.83	6.34	196.70
3.22	182.58	7.20	223.30
3.22	204.42	8.06	250.00

Por lo tanto, de la tabla 29 se obtiene el valor de la viscosidad para formulación A1 fue de 3.356 cP.

- **Resultado de viscosidad para la formulación 3.1**

**Figura 27.**

*Parámetros reológicos para la formulación 3.1*





En la Figura 27, los parámetros reológicos indican que la viscosidad plástica es 3.24 cP y el límite de fluencia es 0.05 D/cm<sup>2</sup> indicando el modelo de Casson para este fluido con una aproximación de 96.1 %.

Además, se muestra el gráfico del esfuerzo cortante vs la gravedad para los datos obtenidos y una curva ajustada.

**Tabla 28.**

*Resultados de la viscosidad para la formulación 3.1 a diferentes velocidades*

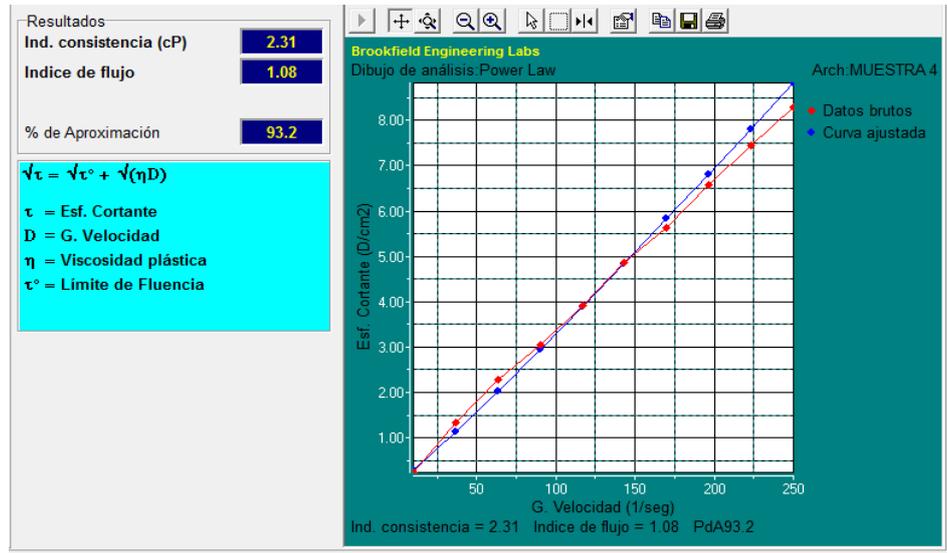
<b>Viscosidad</b>	<b>Veloc.</b>	<b>Esf.Cortante</b>	<b>G.Velocidad</b>
2.47	51.79	1.57	63.34
2.61	73.60	2.35	90.01
2.68	95.42	3.13	116.70
2.62	117.17	3.76	143.30
2.62	139.00	4.46	170.00
2.67	160.83	5.24	196.70
2.63	182.58	5.87	223.30
2.66	204.42	6.65	250.00

Por lo tanto, de la tabla 30 se obtiene el valor de la viscosidad para formulación A1 fue de 2.37 cP.

- **Resultado de viscosidad para la formulación 4.1**

**Figura 28.**

*Parámetros reológicos para la formulación 4.1*



En la Figura 28, los parámetros reológicos indican que el índice de consistencia es 2.31 cP y el índice de flujo 1.08 D/cm<sup>2</sup> indicando el modelo de Ley de Potencia para este fluido con una aproximación de 93.2 %.

**Tabla 29.**

*Resultados de la viscosidad para la formulación 4.1 a diferentes velocidades*

Viscosidad	Veloc.	Esf.Cortante	G.Velocidad
3.58	51.79	2.27	63.34
3.39	73.60	3.05	90.01
3.35	95.42	3.91	116.70
3.39	117.17	4.85	143.30
3.32	139.00	5.64	170.00
3.34	160.83	6.57	196.70
3.33	182.58	7.44	223.30
3.32	204.42	8.30	250.00

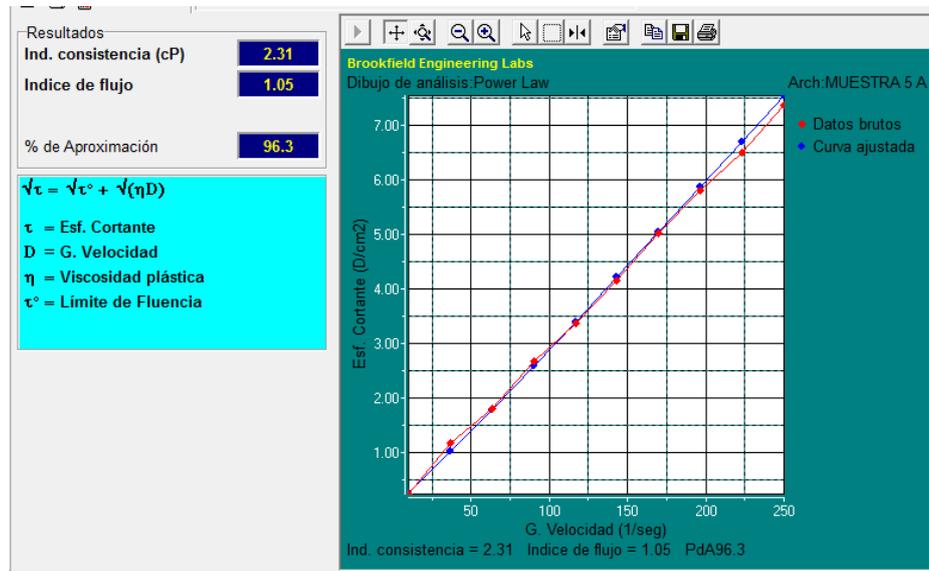
Por lo tanto, de la tabla 31 se obtiene el valor de la viscosidad para formulación

A1 fue de 3.30 Cp

- **Resultado de viscosidad para la formulación 1.2**

**Figura 29.**

*Parámetros reológicos para la formulación 1.2*



**Tabla 30.**

*Resultados de la viscosidad para la formulación 1.2 a diferentes velocidades*

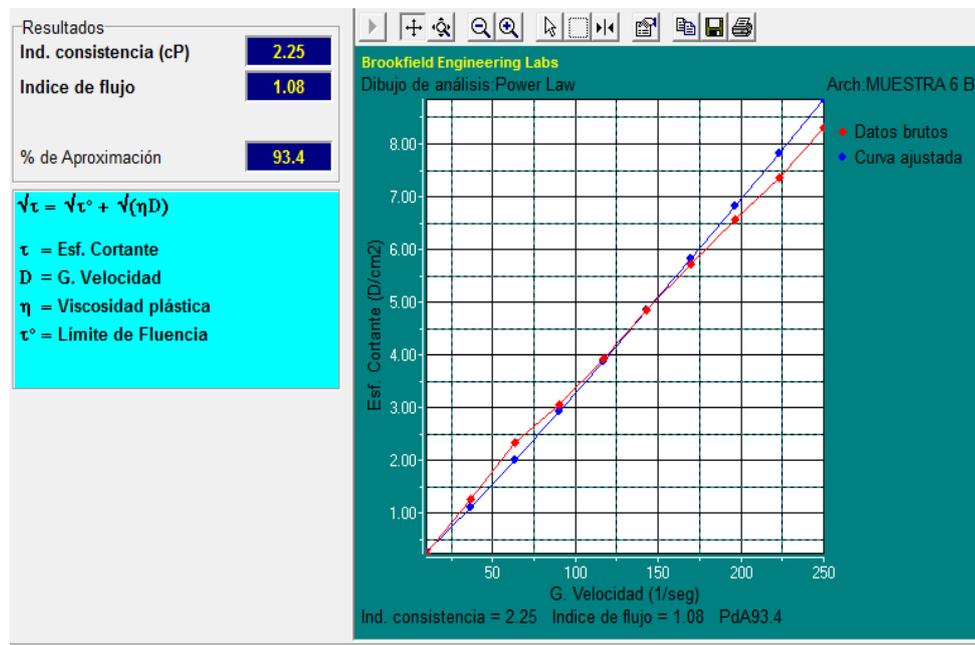
Viscosidad	Veloc.	Esf.Cortante	G.Velocidad
2.84	51.79	1.80	63.34
2.96	73.60	2.66	90.01
2.88	95.42	3.37	116.70
2.89	117.17	4.15	143.30
2.95	139.00	5.01	170.00
2.94	160.83	5.79	196.70
2.91	182.58	6.50	223.30
2.94	204.42	7.36	250.00

Por lo tanto, de la tabla 32 se obtiene el valor de la viscosidad para formulación A1 fue de 2.89 cP.

- **Resultado de viscosidad para la formulación 2.2**

**Figura 30.**

*Parámetros reológicos para la formulación 2.2*



En la Figura 30, los parámetros reológicos indican que el índice de consistencia es 2.25 cP y el índice de flujo 1.08 D/cm<sup>2</sup> indicando el modelo de Ley de Potencia para este fluido con una aproximación de 93.4 %.



**Tabla 31.**

*Resultados de la viscosidad para la formulación 2.2 a diferentes velocidades*

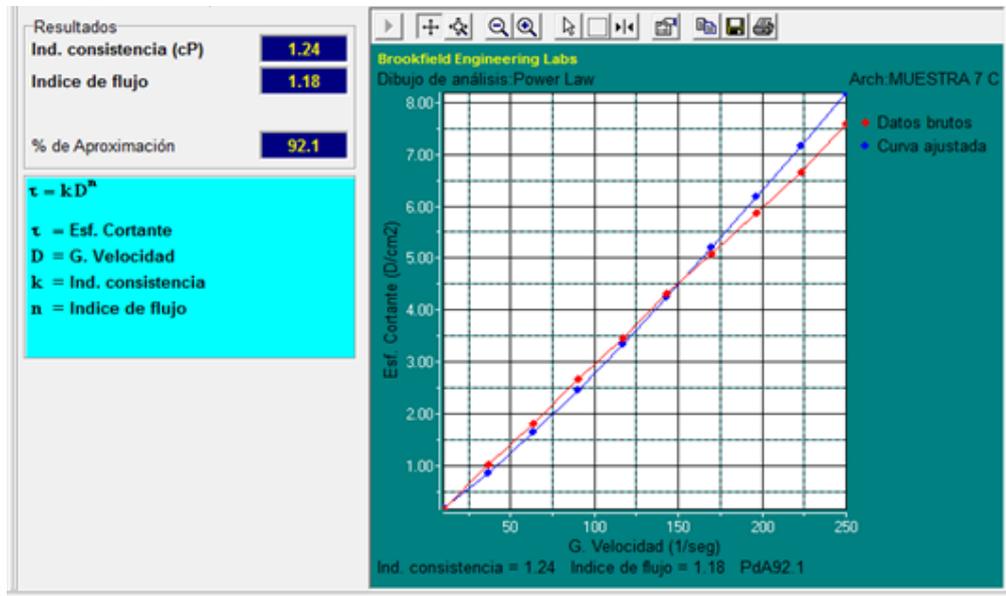
<b>Viscosidad</b>	<b>Veloc.</b>	<b>Esf.Cortante</b>	<b>G.Velocidad</b>
3.41	29.99	1.25	36.68
3.71	51.79	2.35	63.34
3.39	73.60	3.05	90.01
3.35	95.42	3.91	116.70
3.39	117.17	4.85	143.30
3.36	139.00	5.71	170.00
3.34	160.83	6.57	196.70
3.29	182.58	7.36	223.30
3.32	204.42	8.30	250.00

Por lo tanto, de la tabla 33 se obtiene el valor de la viscosidad para formulación 2.2 fue de 3.29 cP.

- **Resultado de viscosidad para la formulación 3.2**

**Figura 31.**

*Parámetros reológicos para la formulación 3.2*



En la Figura 31, los parámetros reológicos indican que el índice de consistencia es 2.25 cP y el índice de flujo 1.08 D/cm<sup>2</sup> indicando el modelo de Ley de Potencia para este fluido con una aproximación de 93.4 %.

**Tabla 32.**

*Resultados de la viscosidad para la formulación 3.2 a diferentes velocidades*

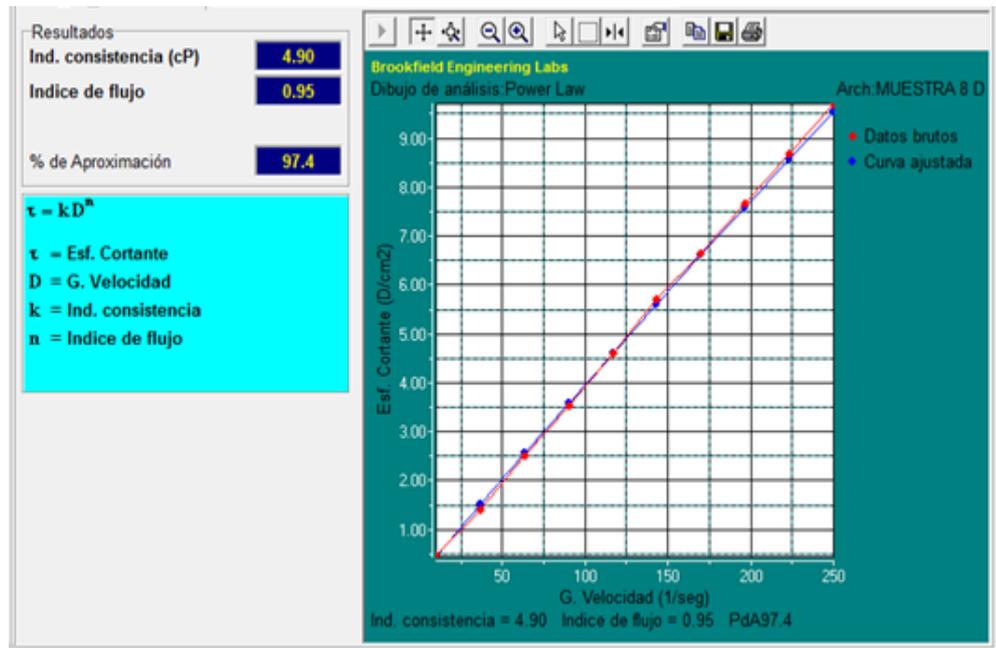
Viscosidad	Veloc.	Esf.Cortante	G.Velocidad
2.77	29.99	1.02	36.68
2.84	51.79	1.80	63.34
2.96	73.60	2.66	90.01
2.95	95.42	3.44	116.70
3.00	117.17	4.30	143.30
2.99	139.00	5.09	170.00
2.98	160.83	5.87	196.70
2.98	182.58	6.65	223.30
3.04	204.42	7.59	250.00

Por lo tanto, de la tabla 34 se obtiene el valor de la viscosidad para formulación A1 fue de 2.81 cP.

- **Resultado de viscosidad para la formulación 4.2**

**Figura 32.**

*Parámetros reológicos para la formulación 4.2*



**Tabla 33.**

*Resultados de la viscosidad para la formulación 4.2 a diferentes velocidades*

Viscosidad	Veloc.	Esf.Cortante	G.Velocidad
4.69	8.18	0.47	10.01
3.84	29.99	1.41	36.68
3.95	51.79	2.50	63.34
3.91	73.60	3.52	90.01
3.96	95.42	4.62	116.70
3.99	117.17	5.71	143.30



3.91	139.00	6.65	170.00
3.90	160.83	7.67	196.70
3.89	182.58	8.69	223.30
3.88	204.42	9.71	250.00

Por lo tanto, de la tabla se obtiene el valor de la viscosidad para formulación A1 fue de 3.99 cP.

Por lo cual en la siguiente tabla se muestra un resumen de los datos hallados para la viscosidad

**Tabla 34.**

*Resumen de resultado de viscosidad*

	<b>REPETICIONES</b>		
	<b>1 (cP.)</b>	<b>2(cP.)</b>	<b>Promedio</b>
<b>F1</b>	3.5302	2.89	3.2101
<b>F2</b>	3.356	3.29	3.323
<b>F3</b>	2.37	2.81	2.59
<b>F4</b>	3.30	3.99	3.645

**Tabla 35.**

*Parámetros fisicoquímicos de informe de ensayo*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>
<b>Potencial de hidrogeno</b>	pH	4.50
<b>Grados Brix</b>	<sup>o</sup> Bx	16.00
<b>Proteína</b>	%	1.80
<b>Carbohidratos</b>	Kcal	2.80
<b>Azucares reductores</b>	mg/L	24.30
<b>Acidez total</b>	%	3.00
<b>Fructosa</b>	mg/L	5.80



<b>Inulina</b>	mg/L	55.80
<b>Calcio</b>	mg/L	9.72
<b>Magnesio</b>	mg/L	8.60
<b>Sodio</b>	mg/L	5.90
<b>Potasio</b>	mg/L	10.13
<b>Zinc</b>	mg/L	0.05
<b>fosforo</b>	mg/L	2.16
<b>hierro</b>	mg/L	0.04

La tabla 37 muestra los resultados del análisis fisicoquímico que se envió realizar al laboratorio de INIA, en el que muestra el pH es de 4.50, los Grados Brix 16, la proteína 1.80%, carbohidratos 2.80 Kcal, azúcares reductores 24.30 mg/L, acidez total 3.00 %, fructosa 5.80 mg/L, inulina 55.80 mg/L, calcio 9.72 mg/L, magnesio 8.60 mg/L, sodio 5.90 mg/L, potasio 10.13 mg/L, zinc 0.05 mg/L, fosforo 2.16 mg/L y hierro 0.04 mg/L

#### **4.1.4. Resultados objetivo 3**

Durante la preparación de las formulaciones de los parámetros que se controlaron se tomaron en cuenta principalmente para el análisis sensorial fueron el pH, °Brix.

Para la evaluación sensorial se incluyeron las 4 formulaciones previamente preparadas.

**Tabla 36.***Resultado de análisis sensorial para la formulación 1*

Panelistas	Calificaciones			
	Color	Olor	Sabor	Aspecto general
1 <sup>o</sup>	3	3	4	2
2 <sup>o</sup>	3	4	4	4
3 <sup>o</sup>	2	3	4	3
4 <sup>o</sup>	3	3	3	2
5 <sup>o</sup>	3	4	4	3
6 <sup>o</sup>	3	2	3	3
7 <sup>o</sup>	2	3	3	2
8 <sup>o</sup>	3	2	3	3
9 <sup>o</sup>	3	2	4	2
10 <sup>o</sup>	3	3	4	2
<b>PROMEDIO</b>	2.8	2.9	3.6	2.6

En la tabla 38 se muestra lo resultados para la F1 con un promedio de 2.8 para el color, 2.9 para el olor, 3.6 para el sabor y 2.6 para el promedio de aspecto general.

**Tabla 37.***Resultado de análisis sensorial para la formulación 2*

Panelistas	Calificaciones			
	Color	Olor	Sabor	Aspecto general
1 <sup>o</sup>	3	4	4	4
2 <sup>o</sup>	4	4	5	5
3 <sup>o</sup>	3	3	4	4
4 <sup>o</sup>	4	4	4	4
5 <sup>o</sup>	3	3	3	3
6 <sup>o</sup>	3	5	4	5
7 <sup>o</sup>	4	3	3	3
8 <sup>o</sup>	3	4	4	4
9 <sup>o</sup>	4	3	4	4
10 <sup>o</sup>	5	5	3	5
<b>Promedio</b>	3.6	3.8	3.8	4.1

**Tabla 38.**

*Resultado de análisis sensorial para la formulación 3*

Panelistas	Calificaciones			
	Color	Olor	Sabor	Aspecto general
1 <sup>o</sup>	4	3	4	3
2 <sup>o</sup>	5	4	3	4
3 <sup>o</sup>	4	3	3	4
4 <sup>o</sup>	3	5	4	3
5 <sup>o</sup>	4	3	4	3
6 <sup>o</sup>	3	4	3	4
7 <sup>o</sup>	4	3	3	3
8 <sup>o</sup>	4	4	4	4
9 <sup>o</sup>	4	3	3	4
10 <sup>o</sup>	4	3	3	4
<b>Promedio</b>	3.9	3.5	3.4	3.6

**Tabla 39.**

*Resultado de análisis sensorial para la formulación 4*

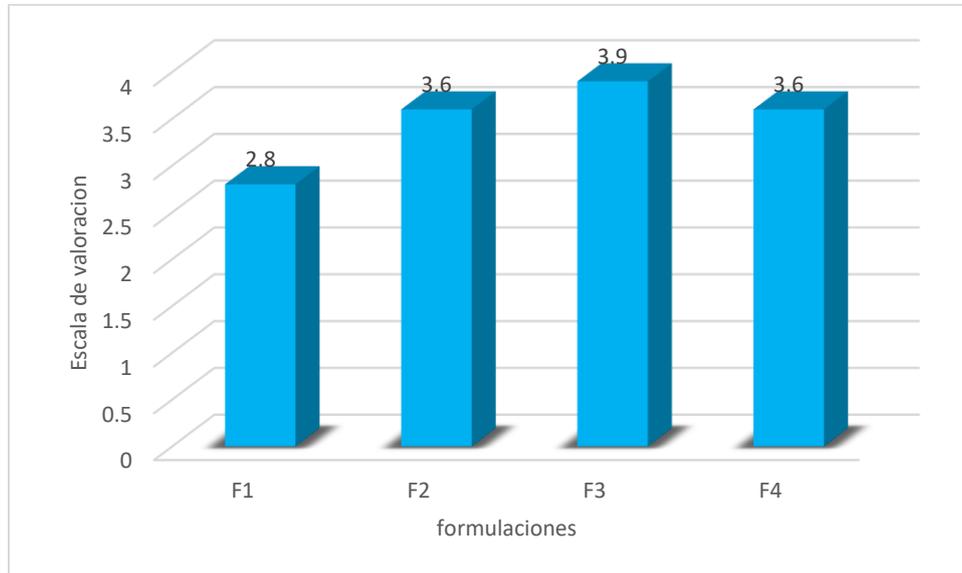
Panelistas	Calificaciones			
	Color	Olor	Sabor	Aspecto general
1 <sup>o</sup>	5	3	4	5
2 <sup>o</sup>	4	4	3	4
3 <sup>o</sup>	3	3	4	3
4 <sup>o</sup>	3	3	3	3
5 <sup>o</sup>	3	4	4	4
6 <sup>o</sup>	3	3	3	3
7 <sup>o</sup>	4	3	4	3
8 <sup>o</sup>	3	3	3	4
9 <sup>o</sup>	5	4	4	5
10 <sup>o</sup>	3	3	3	5
<b>PROMEDIO</b>	3.6	3.0	3.3	3.9



Una vez concluida la evaluación sensorial podemos concluir cual ha sido la formulación adecuada, que cumple con los parámetros óptimos que fue la formulación N<sup>o</sup> 2

**Figura 33.**

*Promedios de aceptabilidad para el atributo de color*



Como se puede ver en la Figura 33, la F3 logro una puntuación más alta con respecto al color de zumo hidratante, seguida de las F2, F4 y F1 respectivamente.

**Tabla 40.**

*Análisis de varianza ANOVA para Color*

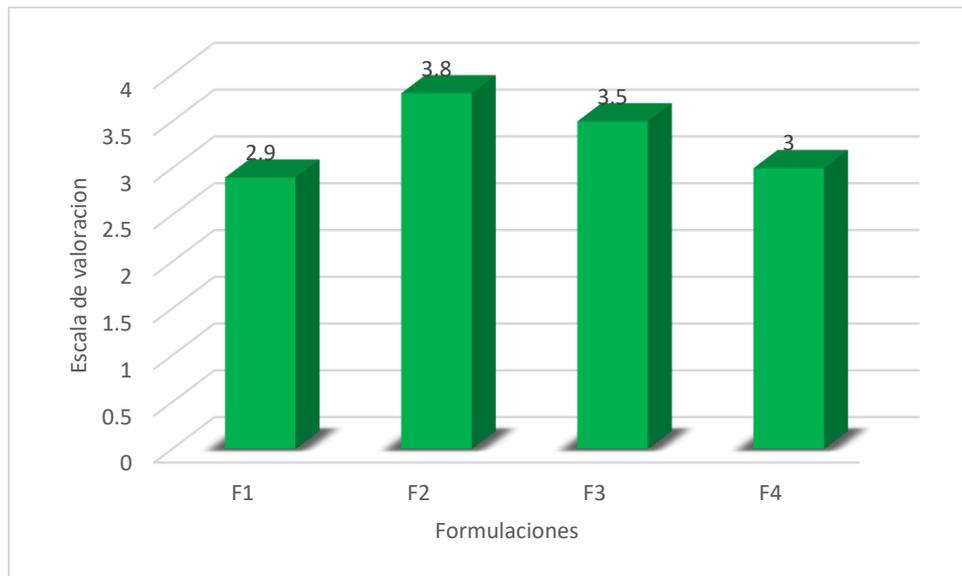
Tabla ANOVA					
Source	SS	df	MS	F	Prob F
Columnas	5.275	3	1.75833	4.62	0.0078
Error	13.7	36	0.38056		
Total	18.975	39			

En la tabla 42, se observa los resultados e análisis de varianza ANOVA para la evaluación de color, los cuales indican que existe significancia estadística, dado que el valor de significación (p-valor=0.0078) es menor al 0.05 (5%). Este resultado

indica que existen diferencias altamente significativas entre las muestras respecto al color

**Figura 34.**

*Promedios de aceptabilidad para el atributo de olor*



El olor cumple un papel muy importante en la valoración sensorial de la elaboración de la bebida hidratante, ya que los olores liberados en los alimentos son liberados por sustancias volátiles que pasan por las fosas nasales y son detectadas por los receptores olfativos, por lo cual para esta medición de este parámetro los panelistas distinguieron un olor característico a zumo.

Se puede notar en la Figura 34, que la F2 tuvo mayor aceptabilidad con un valor promedio de 3.8 con respecto a los otros tratamientos obtuvo un valor muy alto.

**Tabla 41.**

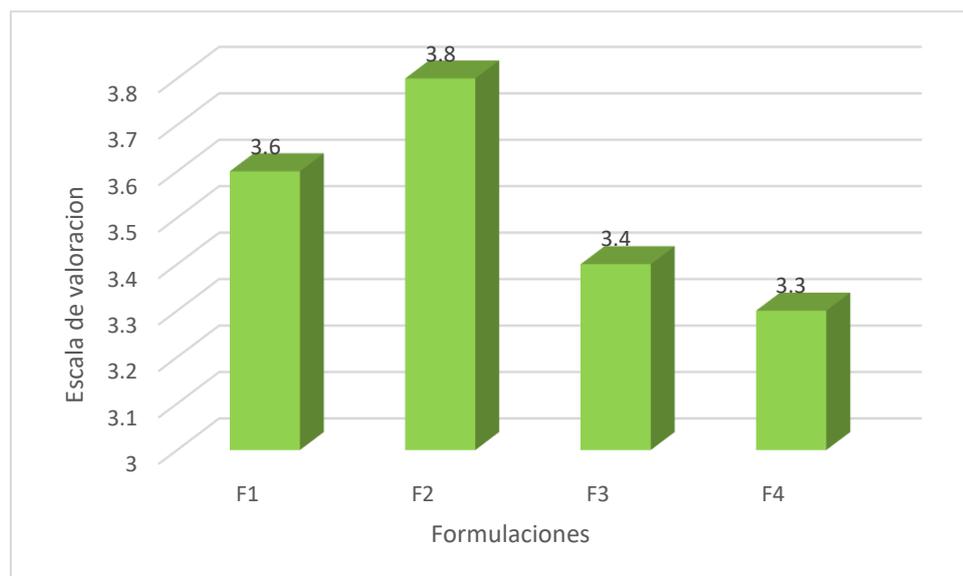
*Análisis de varianza ANOVA para Olor*

Tabla ANOVA					
Source	SS	df	MS	F	Prob F
Columnas	1.275	3	0.425	0.83	0.4877
Error	18.5	36	0.51389		
Total	19.775	39			

En la tabla 43, se observa los resultados de análisis de varianza ANOVA para la evaluación de olor, los cuales indican que existe significancia estadística, dado que el valor de significación (p-valor=0.4877) es mayor al 0.05 (5%). Este resultado indica que no existen diferencias altamente significativas entre las muestras respecto al olor.

**Figura 35.**

*Promedios de aceptabilidad para el atributo de sabor*



El sabor se puede percibir mediante el sentido el gusto, la cual posee la función muy importante de identificar diferentes sustancias que se encuentran en los alimentos

Por lo cual en la Figura 35, se obtuvo la mayor aceptación en la F2 en cuestión de sabor con un valor promedio de 3.8.

**Tabla 42.**

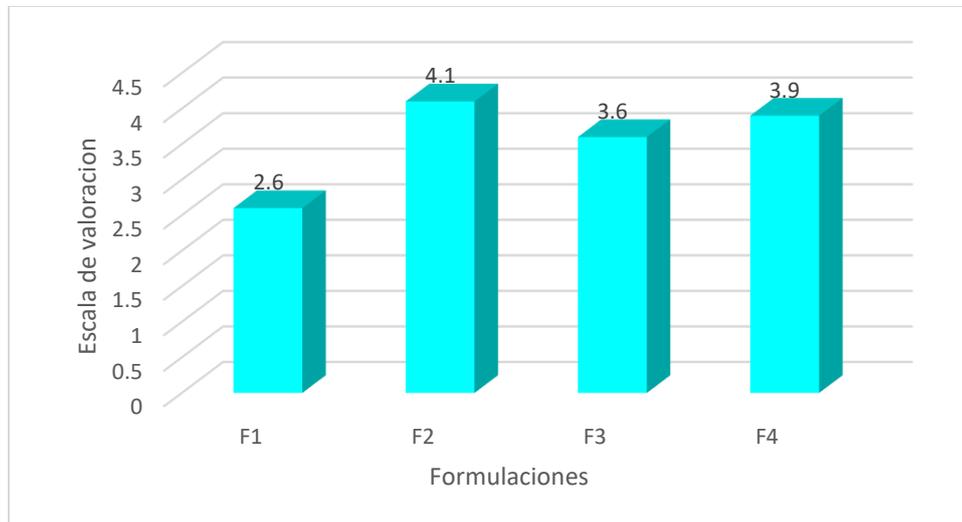
*Análisis de varianza ANOVA para Sabor*

<b>Tabla ANOVA</b>					
<b>Source</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>Prob F</b>
<b>Columnas</b>	1.4	3	0.46667	1.38	0.2654
<b>Error</b>	12.2	36	0.33889		
<b>Total</b>	13.6	39			

En la tabla 44, se observa los resultados de análisis de varianza ANOVA para la evaluación de sabor, los cuales indican que existe significancia estadística, dado que el valor de significación (p-valor=0.2654) es mayor al 0.05 (5%). Este resultado indica que no existen diferencias altamente significativas entre las muestras respecto al olor.

**Figura 36.**

*Promedios de aceptabilidad para el atributo aspecto general*



El aspecto general es una propiedad sensorial de los alimentos que puede ser detectado por diferentes sentidos tales como; el tacto, la vista y el oído que percibe cuando el alimento sufre una deformación estructural.

Como se puede observar en la Figura 36, la F2 tuvo mayor aceptación con respecto al atributo e aspecto general obteniendo una valoración de 4.1.

**Tabla 43.**

*Análisis de varianza ANOVA para aspecto general*

<b>Tabla ANOVA</b>					
<b>Source</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>Prob F</b>
<b>Columnas</b>	1.875	3	0.625	1.26	0.3037
<b>Error</b>	17.9	36	0.49722		
<b>Total</b>	19.775	39			



En la tabla 45, se observa los resultados de análisis de varianza ANOVA para la evaluación de olor, los cuales indican que existe significancia estadística, dado que el valor de significación ( $p$ -valor=0.3037) es mayor al 0.05 (5%). Este resultado indica que no existen diferencias altamente significativas entre las muestras respecto al olor.

## 4.2. DISCUSIÓN

Los valores que, obtenidos en base a los tratamientos realizados, la tiene mayor aceptabilidad es el tratamiento 2, considerando que mostro un sabor agradable, no muy dulce, mostrando un color agradable a la vista. Ahora esto nos permite realizar la comparación con (Meza, 2011) Obtención de una bebida isotónica nutritiva carbonatada a partir del extracto del penco de cabuya negra (Agave americana. L). En el trabajo de investigación, se asentó en la obtención de una bebida isotónica, a partir de extracto de del penco de cabuya negra (Agave americana L.), que en nuestro medio se lo conoce como Tzawar mishki, Mediante el diseño experimental de bloques incompletos, de los tratamientos planteados se obtuvo los mejores resultados, entre los cuales se encuentran el tratamiento 3(pH 5; 0.1% Sorbato de potasio; 0.2% Ácido cítrico) y el tratamiento 7(, pH 6; 0.1% Sorbato de potasio; 0.2% Ácido cítrico), como los más aceptados sensorialmente en cuanto a color, olor, sabor y aceptabilidad, debido al sabor menos ácido y menos astringente por los ingredientes que fueron añadidos. Para lograr un mejor sabor en la bebida, optaron por la carbonatación, que se realizó con hielo seco, pero con un corto efecto de duración, ya que introdujeron el  $\text{CO}_2$  directamente, y no como en el proceso de una gaseosa común.

Por lo que según el cuadro de resultados se puede visualizar la aceptabilidad.



- Según la “Norma técnica peruana para jugos, néctares y bebidas de frutas” (NTP 203.110-2009) las bebidas deben tener un pH menos a 4.5, en la presente investigación los F2 se encuentran dentro del rango de la norma
- En el proceso de la elaboración de la bebida isotónica, según a los tratamientos realizados, según el cual obtuvimos como resultado con mayor aceptabilidad en color, olor, sabor, aspecto general. Ya que además se puede garantizar el alto contenido de inulina de la cabuya, por lo que según (Monsalve Bautista, 2003). El néctar de pitaya como una alternativa en la reducción de pérdidas postcosecha de esta fruta. el objetivo de este proyecto ha sido elaborar un néctar a partir de pitahaya con el fin de captar la atención de los consumidores potenciales logrando así constituirlo en el mercado. Por medio de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la pitahaya se identificaron las debilidades y potencialidades para la evaluación de la obtención del néctar, se realizaron pruebas piloto con diferentes formulaciones, así como análisis fisicoquímico y microbiológicos del producto terminado.



## V. CONCLUSIONES

- El porcentaje adecuado para la elaboración del zumo hidratante isotónico fue 75% de extracto de cabuya, 12.5% de extracto de pitahaya y 12.5 de agua destilada, para un volumen de 200 mL ya que con esas cantidades los parámetros fisicoquímicos medidos se encuentran dentro de la NTP 203.110.2009 siendo la formulación más óptima.
- Se obtuvo el zumo hidratante a partir del extracto de la cabuya y pitahaya, en la primera formulación se preparó con 100 mL de extracto de cabuya, 25 mL de extracto de pitahaya y 75 mL de agua destilada obteniendo resultados de 11 °Brix, y un pH de 5.09 y en su repetición se obtuvo 10 °Brix, y un pH de 5.15; en la segunda formulación se preparó 150 mL de extracto de cabuya, 25 mL de extracto de pitahaya y 25 mL de agua destilada, obteniendo resultados de 15 °Brix, y un pH de 4.43 y en su repetición se obtuvo 15 °Brix, y un pH de 4.53; en la tercera formulación se preparó 100 mL de extracto de cabuya, 50 mL de extracto de pitahaya y 50 mL de agua destilada, obteniendo resultados de 10 °Brix, y un pH de 5.07 y en su repetición se obtuvo 11 °Brix, y un pH de 5.21; en la cuarta formulación se preparó 150 mL de extracto de cabuya, 50 mL de extracto de pitahaya y 0 mL de agua destilada, obteniendo resultados de 16 °Brix, y un pH de 4.54 y en su repetición se obtuvo 17 °Brix, y un pH de 4.50. Se concluye que la segunda formulación es la más óptima según la NTP 203.110.2009, ya que cumple con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.
- En cuanto al resultado de aceptación de la evaluación sensorial la F2 tuvo mayor aceptación, por el color, el sabor y olor característico; obteniendo una mayor aceptación por parte de los panelistas, además se le realizó un análisis microbiológico el cual dio



por resultado ausente en los siguientes parámetros: Coliformes Totales, Aerobicos mesofilos viables, Escherichia coli, Mohos y Levaduras.

- Se ha determinado a través del análisis de varianza ANOVA, en cuanto a la medición de <sup>0</sup>Brix, se concluye que la combinación de cantidad de extracto de cabuya y extracto de pitahaya en los tratamientos causan efecto significativo en la medición de los parámetros. Siendo que el valor óptimo para <sup>0</sup>Brix seria 16.5 según el diseño estadístico.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar mayor importancia y dar a conocer el agave como una planta con gran valor nutricional y que puede ayudar a regular el nivel de azúcar en la sangre por el contenido alto de la inulina.
- Se recomienda utilizar otras tecnologías en industrialización de alimentos para elaborar distintos productos a partir del agave tales como bebidas solubles y alimentos en sólido para un mejor uso del agave.
- Seguir innovando en las investigaciones que permitan dar un valor agregado al potencial en el cultivo, producción de los recursos naturales de Distrito de Sicuani y a nivel nacional, puesto que hasta la fecha no hay gran uso de ello.
- Realizar proyectos productivos que beneficien a los pobladores del Distrito de Sicuani. Sobre el aprovechamiento del uso de la inulina, para personas con Diabetes.
- Se recomienda enfocar la investigación utilizando otro tipo de fruta, agregado al extracto de la cabuya, como es el caso de la pitahaya, fruta que se ajusta a la elaboración de la bebida que se elaboró.
- Se recomienda realizar el uso de la extracción de la inulina mediante micro – encapsulación, de la cabuya.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardilla, M. A., & Cordero, J. P. (2016). *Desarrollo de bebidas energeticas con componentes naturales*. [ Tesis Pregrado Universidad de America] Bogota. <http://hdl.handle.net/20.500.11839/590>.
- Balbin, D. A. (2019). *Estudio de pre-factibilidad para la produccion y comercializacion de una bebida energetica en base extracto de hoja de coca y superfrutas*. . [ Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Universidad Catolica del Peru ] Lima, Peru, <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14161>.
- Bautista D., N., & Arias, G. (2008). *Estudio quimico bromatologico de aguamiel de Agave Americana L. (Maguey)*. [ Revista de Investigacion Universidad Nacional Mayor de San Marcos] Lima, Peru. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/4061/4072>.
- Britton, N. L., & Rose, J. N. (1909). *Contributions from the United States National Herbarium. (Vol. 54)*. , 428. <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/687>.
- Casanova, J., Velasde, J. H., & Huaman, G. K. (2017). *Produccion y comercializacion de una bebida energizante de ingredientes naturales "MICHA"*. [ Tesis de Pregrado Universidad San Ignacio de Loyola] Lima. Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/2942>.
- Castro, Y., Altamar, T., & Bolivar, O. (2021). Evaluacion del contenido electrolitico de la sandia para la elaboracion de una bebida hidratante. *Revista del grupo de investigacion GIPAMA. (Vol. 3)*, 32-42. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/gipama/article/view/4760>.
- Cervantes, L. G., & Cuya, S. (2015). *Elaboracion de miel de cabuya y estudio de pre-factibilidad de una planta en el distrito de Huanca Huanca, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica*. [ Tesis de Pregrado Universidad Nacional Mayor de San Marcos] Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/4227>.



- Chagua, P. M. (2020). Tiempo de pasteurización y su respuesta en las características químicas y de capacidad antioxidante de aguamiel de Agave americana L. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, 22(1). , 45-57. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.532>.
- Chevez, G. (2016). *Elaboración de bebida no carbonatada a base de jugo de caña de azúcar*. [ Tesis de Pregrado ], La Libertad. <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/AGI/0002508-ADTESLE.pdf>.
- Cruz P., A. (2015). *Diseño de una bebida nutricional saborizada a base de aguamiel (Chaguarmishqui) de penco (Agave americana L.) enriquecida con amaranto (Amaranthus caudatus L.)*. [ Tesis de Pregrado, Universidad Central de Ecuador ] Quito, Ecuador <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/35667adc-eb53-4dc7-9be2-bcb562873c45/content>.
- Davila Veliz, C. (2003). *la cabuya prodigiosa para la costa, sierra y selva*. Peru.
- Dávila Veliz, C. (2003.). “*La cabuya planta prodigiosa para costa, sierra y selva*”. Perú <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.055624#description>: Boletín técnico – Ministerio de Agricultura.
- Kanner, J., Harel, S., & Granit, R. (2001.). Betalains-a newclass of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:, 5178-5185. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11714300/>.
- Liria M. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. <https://www.coursehero.com/file/217205947/Guia-para-la-Evaluacion-Sensorial-de-Alipdf/>.
- Lobo, R., Bender, G., Tanizaki, G., Fernandez de Soto, J., & Aguiar, J. (2013). *Pitahaya or dragon fruit production in califonia: a research update*. California. <https://ucanr.edu/sites/sdsmallfarms/files/172469>: Agriculture and Natural Resources Division (UCANR).



- Magalhães, D., Da Silva, D., & Ramos, J. (2019.). Changes in the physical and physico-chemical characteristics of red-pulp dragon fruit during its development. *Scientia Horticulturae* 253:, 180-186.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423819303048>.
- Mayon, M. (2015). *Evaluacion de la actividad antioxidante a diferentes tiempos de pasteurizacion del aguamiel de cabuya ( Agave amaricana L) en la provincia de Acobamba - Huancavelica. [ Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica]*. Huancavelica, Peru. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/a8b34961-0f1b-4e69-9586-f7ce215f0c01>.
- Mercado - Silva, E., & et.al., R. (2018). Pitahaya - *Hylocereus undatus* (Haw), Rodrigues et.al. *Exotic fruits*. Academic Press, London. doi:10.1016/B978-0-12-803138-4.00045-9, p. 339-349.  
<https://www.redalyc.org/journal/437/43759027008/43759027008>.
- Meza, V. (2011). *Obtencion de una bebida isotónica nutritiva carbonatada a partir del extracto del penco de cabuya negra (Agave americana. L). [ Tesis de Pregrado, Universidad Tecnica de Ambato]*. Ambato, Ecuador.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3270>.
- Mollinedo, & Figueroa. (2017). *Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de Hylocereus undatus "pitahaya" e identificación de los fitoconstituyentes. [Tesis de Pregrado, Universidad Winer ]*. Lima, Perú.  
<https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/925/TITULO%20%20Figueroa%20D%C3%ADaz%20Susana%20Lastenia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Monsalve Bautista, S. P. (2003). *El nectar de pitaya como una alternativa en la reduccion de perdidas postcosecha de esta fruta [ Tesis de Pregrado Universidad de LaSalle]*. Santa Fe, Bogotá. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/283](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/283).
- Montesinos Cruz, J. A., Rodríguez-Larramendi, L., Ortiz-Pérez, R., Fonseca Flores, M. d., Ruíz Herrera, G., & Guevara Hernández, F. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) Un



- recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropicales* 36:, 67-76. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193243640007>.
- Morales Carrillo, N. y. (2001.). “*Guía para el manejo de plantaciones de maguey mezcalero*”. Mexico, [https://www.researchgate.net/publication/378903228\\_Guia\\_de\\_Magueyes\\_Mezcaleros\\_Buenas\\_practicas\\_ambientales\\_y\\_agronomicas](https://www.researchgate.net/publication/378903228_Guia_de_Magueyes_Mezcaleros_Buenas_practicas_ambientales_y_agronomicas).
- Morales de León, J., Bourges, R., & Camacho, P. (2015.). Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios. CIA. Periodística Esto S.A DE C.V. México., [https://www.incmnsz.mx/2019/TABLAS\\_ALIMENTOS.pdf](https://www.incmnsz.mx/2019/TABLAS_ALIMENTOS.pdf).
- Santarrosa, V. (2013). *Evaluación nutricional comparativa de pitahaya (Hylocereus triangularis) deshidratada en deshidratador de bandejas con la liofilizada. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo]*. Chimborazo, Riobamba. Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3087>.
- Sotomayor, A., Pitizaca, S., Sánchez, M., & al., e. (2019.). Evaluación físicoquímica de fruta de pitahaya Selenicereus megalanthus en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE* 10:, 89-96. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5385>.
- Thirugnanasambandham, K., & Sivakumar, V. (2015.). Microwave assisted extraction process of betalain from dragon fruit and its antioxidant activities. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 16:, 41-48. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1876107014001163>.
- Thirugnanasambandham, K., Sivakumar, V., & Prakash Maran, J. (2014). Efficiency of electrocoagulation method to treat chicken processing industry wastewater-modeling and optimization. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 45:, 2427-2435. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X15000053>.
- Verona, A., Urcia, J., & Paucar, L. (2020). Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características físicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172020000300439](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000300439).



- Villaizan, C. M. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de una bebida energética a base de frutas, ginseng y kombucha en Lima Metropolitana. [ Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú ]*. Lima. Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16821>.
- Warusavitharana, A., & al., e. (2017.). Performance of dragon fruit (*Hylocerus undatus*) in the low country wet zone (LCWZ) of Sri Lanka. *Acta Horticulturae 1178*:, 31-34. [https://www.ishs.org/ishs-article/1178\\_5](https://www.ishs.org/ishs-article/1178_5).

## ANEXOS

### ANEXO 1. Fotos de la recolección del extracto de cabuya

#### a. Elección de la cabuya de la que se va extraer el zumo



#### b. Corte de las hojas de la cabuya para realizarle el agujero



c. Corte de las hojas con una barreta de metal



d. Limpieza de los residuos de las hojas



e. Limpieza del orificio realizado

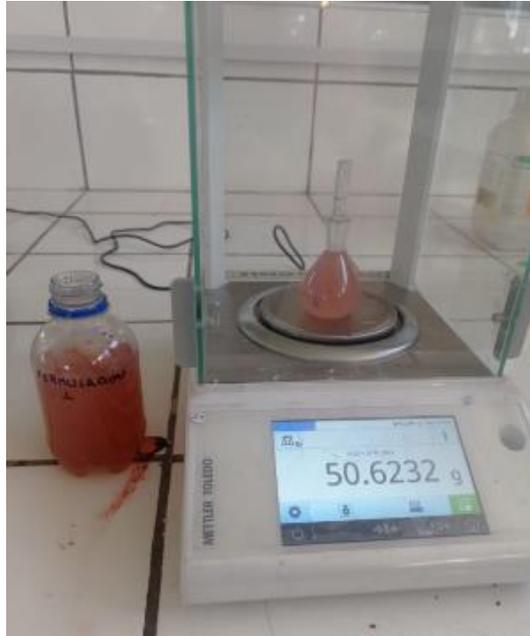


f. Tapado del orificio con las mismas hojas de la planta



## ANEXO 2. Fotografías de medición de parámetros fisicoquímicos

### Medición de la densidad por cada formulación





## Medición de la viscosidad en el equipo viscosímetro de BROOKFIELD



### ANEXO 3. Norma Técnica Peruana

(NORMATIVO)

#### CONTENIDO MÍNIMO DE SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRUX) PARA JUGOS, PURÉS Y BEBIDAS DE FRUTA

Nombre Botánico	Nombre común de la fruta	Nivel mínimo de grados Brix para jugo de fruta (a partir de exprimidos, reconstituido, purés)	Néctares mínimo 20 % de puré y/o jugo en el néctar <sup>6</sup>	Bebidas mínimo 10 % de puré y/o jugo en el néctar
<i>Anacardium occidentale L.</i>	Manzana de acajú	10	2,0	1,0
<i>Ananas comosus (L.) Merrill</i> <i>Ananas sativis L. Schult F.</i>	Piña	10	2,0	1,0
<i>Annona muricata L.</i>	Guanábana, Cachimón espinoso	14,5	2,9	1,45
<i>Annona squamosa L.</i>	Anona blanca	14,5	2,9	1,45
<i>Averrhoa carambola L.</i>	Carambola	7,5	1,5	0,75
<i>Carica papaya L.</i>	Papaya	7	1,4	0,7
<i>Citrullus lanatus (Thumb.) Matsum &amp; Naki</i> var. <i>Lanatus</i>	Sandia	8,0	1,6	0,8

<sup>6</sup> Se toma como criterio el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile, que establece el contenido mínimo de 20 % de la participación de la pulpa.



<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) (swingle)	Limón sutil	8,0 <sup>7</sup>	1,6	0,8
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f. <i>Citrus limonum</i> Rissa	Limón	6	1,2	0,6
<i>Citrus paradisi</i> Macfad	Pomelo o toronja	10,0 <sup>7</sup>	2,0	1,0
<i>Citrus paradisi</i> , <i>Citrus grandis</i>	Pomelo dulce (Oroblanco)	10,0	2,0	1,0
<i>Citrus reticulata</i> Blanca	Mandarina/Tangerina	9	1,8	0,9
<i>Citrus sinensis</i> (L.)	Naranja	10	2,0	1,0
<i>Cydonnia obloga</i> Mill.	Membrillo	11,2	2,24	1,12
<i>Cocos nucifera</i> L. <sup>8</sup>	Coco	5,0	1,0	0,5
<i>Cucumis melo</i> L.	Melón	7,5	1,5	0,75
<i>Empetrum nigrum</i> L.	“Crowberry”	6,0	1,2	0,6
<i>Eugenia uniflora</i> Rich	Pitanga, Cereza de Suriname	6,0	1,2	0,6
<i>Ficus carica</i> L.	Higo	18,0	3,6	1,8

<sup>7</sup> Acidez corregida determinada según el método para el total de ácidos titulables que figura en el Anexo B

<sup>8</sup> Este producto se conoce como “agua de coco” el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.



<i>Fragaria x. Ananassa Duchense (Fragaria chiloensis Duchesne x Fragaria virginiana Duchesne)</i>	Fresa (frutilla)	7,5	1,5	0,75
<i>Lycopersicum esculentum L.</i>	Tomate	5,0	1,0	0,5
<i>Malus domestica Borkh.</i>	Manzana	10	2,0	1,0
<i>Malus prunifolia (Willd.) Borkh. Malus sylvestris Mill.</i>	Manzana silvestre	15,4	3,08	1,54
<i>Mammea americana</i>	Mamey	13	2,6	1,3
<i>Mangifera indica L.</i>	Mango	10	2,0	1,0
<i>Morus sp.</i>	Mora	6,5	1,3	0,65
Musa: Especies incluidas <i>M. acuminata</i> y <i>M. paradisiaca</i> pero excluyendo los otros plátanos	Banana, banano, Plátano	18	3,6	1,8
<i>Pasiflora edulis</i>	Granadilla amarilla	12	2,4	1,2
<i>Prunus avium L.</i>	Cereza dulce	20	4	2
<i>Prunus armeniaca L.</i>	Albaricoque, chabacano, damasco	11,5	2,3	1,15
<i>Prunus cerasus L.</i>	Cereza agria	14,0	2,8	1,4
<i>Prunus cerasus L. c.v. Stevnsbaer</i>	Guinda	17,0	3,4	1,7



<i>Prunus domestica</i> L. subsp. <i>Domestica</i>	Ciruela	18,5	3,7	1,85
<i>Prunus domestica</i> L. Subsp. <i>domestica</i>	Ciruela Claudia	12,0	2,4	1,2
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch var. <i>nucipersica</i> (Suckow) c. K. Schneid.	Nectarina	10,5	2,10	1,05
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch var. <i>Persica</i>	Melocotón, durazno	10	2,10	1,0
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	8	1,6	0,8
<i>Punica granatum</i> L.	Granada	12	2,4	1,2
<i>Pyrus communis</i> L.	Pera	10	2	1,0
<i>Ribes rubrum</i> L.	Grosella blanca	10	2,0	1,0
<i>Ribes uva-crispa</i> L.	Uva espina	7,5	1,5	0,75
<i>Sambucus nigra</i> L. <i>Sambucus canadensis</i> .	Sauco	10,5	2,10	1,05
<i>Solanum quitoense</i> Lam.	Lulo o naranjilla	6	* <sup>9</sup>	** <sup>10</sup>
<i>Spondia lutea</i> L.	Marañón (caju)	10	2,0	1,0
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo (dátil Indio)	13	* <sup>9</sup>	** <sup>10</sup>
<i>Theobroma cacao</i> L.	Pasta de cacao	14	2,8	1,4

<sup>9</sup> \* Elevada acidez, la cantidad suficiente para lograr una acidez mínima de 0,4% (como ácido cítrico)

<sup>10</sup> \*\* Elevada acidez, la cantidad suficiente para lograr un aporte mínimo de 5% de sólidos solubles de la fruta



<i>Baccinium macrocarpon</i> Aiton <i>Vaccinium oycoccos</i> L.	Arándano agrio	7,5	1,5	0,75
<i>Vaccinium, vitis -idaea</i> L.	Arándano rojo	10	2,0	1,0
<i>Vitis Vinifera</i> L. O sus híbridos <i>Vitis Labrusca</i> O sus híbridos	Uva	12	2,4	1,2
<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	Maracuyá amarillo	12	* <sup>9</sup>	** <sup>10</sup>
<i>Solanum sessiliflorum</i>	Cocona	12	2,4	1,2



#### ANEXO 4. Encuesta de aceptabilidad sensorial

**Proyecto: Obtención de un zumo hidratante (isostonico) a partir del extracto de la cabuya (*Agave americana L.*) enriquecido con Pitahaya (*American beauty*) con aceptabilidad sensorial**

Fecha:

De la manera más cortes se le solicita, probar la muestra y marcar con una (X) la opción que mejor describa según su opinión sobre las cualidades de la misma.

Por favor pruebe la muestra y maque con una (x) la opción que mejor describa su opinión sobre las siguientes cualidades de la misma:

	FORMULACIONES			
ESCALA	Formulación A	Formulación B	Formulación C	Formulación D
Aspecto				
Color				
Olor				
Sabor				
promedio				

Donde:

5 = muy agradable

4 = agradable

3 = ni me agrada, ni me desagrada

2 = desagradable

1 = muy desagradable

## ANEXO 5. Fichas técnicas de los insumos

### Ficha técnica de citrato de potasio



**RUICHFOOD CHEMICAL LIMITED**  
NO.5 BIBO ROAD, PUDONG NEW AREA, SHANGHAI 201203, CHINA  
Email: sales@ruichfood.com

## Technical Data Sheet

### Potassium Citrate

#### 1. Introduction:

Product	CAS#	EC#
Potassium Citrate	866-84-2,6100-05-6	212-755-5

#### 2. Specifications:

Item	Specification
Appearance	White, hygroscopic, granular powder or transparent crystals
Identification	Pass the test
Assay	99.0~101.0%
Loss on drying	4.0-7.0%
Acidity or Alkalinity	Pass the test
Pb	≤2ppm

- **Shelf life:** 24 months
- **Package:** 25kg BAG
- **Storage condition:** STORE IN DRY, COOL AND ODORLESS PLACE AWAY FROM MOISTURE AND DIRECT SUNLIGHT

## Ficha técnica de cloruro de sodio

Código	PT-SAL-79	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	
Versión	04		
Fecha	24/04//2022	SAL INDUSTRIAL GRANO	
Página	1 de 2		

<b>1. NOMBRE DEL PRODUCTO</b>
SAL INDUSTRIAL EN GRANO

<b>2. NUMERO DE REGISTRO CAS</b>
Fórmula Química: NaCl CAS N°: 7647-14-5

<b>3. OTRAS DENOMINACIONES</b>
---

<b>4. PROCEDENCIA</b>
Sal de mar de origen natural.

<b>5. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>
Cristales granular <i>color blanco a blanco rosáceo tenue</i> , higroscópico, hidrosolubles

<b>6. INGREDIENTES PRINCIPALES</b>
Cloruro de Sodio (NaCl de procedencia marina)

<b>7. ESPECIFICACIONES DE TECNICAS</b>
<b>PARÁMETROS QUÍMICOS</b>

Parámetro	Unidades	Mínimo	Máximo	METODO
Humedad	%w/w	-	4.00	LC-SAL-02
Insolubles	%w/w	-	0.10	LC-SAL-03
Calcio (como Ca <sup>+2</sup> )	%w/w	-	0.26	LC-SAL-04
Magnesio (como Mg <sup>+2</sup> )	%w/w	-	0.25	LC-SAL-04
Sulfato (como SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	%w/w	-	0.90	LC-SAL-06
Cloruro de sodio (como NaCl)	%w/w	98.50	-	LC-SAL-07
Hierro (como Fe)	ppm	-	10	LC-SAL-14

<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>					
Parámetro	Unidades	Mínimo	Máximo	METODO	
Granulometría	ASTM3/4" (19 mm)	% Pas.	95.0	-	LC-SAL-12
	ASTM N° 30 (600 µm )	% Pas.	-	10.0	
<b>Nota:</b>					
- Todos los valores son reportados en base seca					
- Se considera ppm=mg/kg					

<b>8. EMPAQUE Y PRESENTACIONES</b>
Sacos de polipropileno de 25 kg

Una vez impreso este documento se convierte en copia no controlada. Verificar su vigencia en la red SIG

Código	PT-SAL-79	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	
Versión	04		
Fecha	24/04/2022	SAL INDUSTRIAL GRANO	
Página	2 de 2		

#### 9. TIEMPO DE VIDA

Dos años a partir de la fecha de producción indicada en el código del lote

#### 10. OTRAS INFORMACIONES DE CALIDAD Y/O INOCUIDAD

Este producto ha sido elaborado siguiendo los lineamientos de nuestro Sistema de Gestión Integrado – ISO 9001, ISO 14001.

#### 11. IDENTIFICACIÓN DEL LOTE

Código: **HSIGddmmaa**

**HSIG:** Código interno, **ddmmaa:** Fecha de Producción (día, mes, año)

#### 12. USOS

De preferencia para la preparación de salmueras en general, regeneración de resinas, en ablandamiento de aguas, y otros usos en la industria.

#### 13. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

- Por ser un producto higroscópico debe almacenarse preferentemente en un recinto cerrado, seco y ventilado.
- La sal debe ser almacenada sobre estibas (máximo 2 niveles) en bodegas cubierta, secas, protegidas contra la humedad y alejadas de cualquier foco de contaminación e insalubridad.
- Una vez abierto el envase, se recomienda utilizar la sal o cerrarla herméticamente.
- El lugar deberá estar destinado solamente al almacenamiento de productos alimenticios.

#### 14. MANEJO Y TRANSPORTE

- Las operaciones de manejo de la sal, tales como carguío, trasvase, descarga, disolución y toma de muestras, no presentan ningún riesgo, sin embargo, se recomienda revisar la hoja MSDS del producto.
- *Se debe prestarse especial atención a la conservación de los empaques, los cuales no se deben reutilizar ni deben tener enmendaduras que pudiesen conducir a una contaminación cruzada del producto.*
- El transporte debe realizarse preservando la calidad del producto hasta su destino final.
- Este producto no está clasificado como un producto peligroso.

#### 15. PRECAUCIONES Y RESTRICCIONES

La aceptación de la presente especificación y el uso final del producto es de absoluta responsabilidad del cliente.

## Ficha técnica de carbonato de magnesio



### CARBONATO DE MAGNESIO LIVIANO FICHA TECNICA

#### MAGNESIUM CARBONATE (FOOD ADDITIVE)

- Chemical Name: Magnesium Carbonate;
- Formula:  $X\text{MgCO}_3 \cdot Y\text{Mg(OH)}_2 \cdot Z\text{H}_2\text{O}$
- Specificity: white frangible massive shape or white loose powder. odourless, relative density: 2.2, steady in air, insoluble in water and ethanol, soluble in dilute acid. It will create carbon dioxide when heated to  $700^\circ\text{C}$ , and slight alkali reaction in water.

- Quality standard:

Name of index	FCC-V
Assay %	40.0-43.5
Acid-Insoluble Substances% $\leq$	0.005
Arsenic( as As) % $\leq$	0.0003
Calcium Oxide% $\leq$	0.6
Heavy metals( as Pb) % $\leq$	0.002
Lead(mg/kg)% $\leq$	0.001
Soluble Salts% $\leq$	1.0

- USES: In food industry, it is used as alkaline agent, flour enhancer, acidity regulators, anticaking agents, bulking agents, medicine and cosmetic bulking agent etc.
- Packing: It is packed with polyethylene bag as inner, and a composite paper bag as the out layer. The net weight of each bag is 25kg
- Storage and Transport: It should be stored in a dry, ventilative and clean warehouse, kept away from moisture and hot, furthermore, it should be stored separately from poisonous. Its expiry date is two year.



**ANEXO 6.** Constancia de especie de la planta cabuya




**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**LABORATORIO DE TAXONOMÍA VEGETAL**

---

**CONSTANCIA**

EI QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO DE TAXONOMÍA VEGETAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA U. N. A. PUNO, HACE CONSTAR QUE EL ESPÉCIMEN BOTÁNICO PUESTO A DISPOSICIÓN PERTENECE A LA ESPECIE *Agave americana* L. “maguey” “cabuya” que, según el Sistema de Clasificación Filogenético de Adolph Engler posee la siguiente Posición Taxonómica.

REINO	Vegetal
SUB REINO	Phanerogamae
DIVISIÓN	Angiospermae
CLASE	Monocotyledoneae
ORDEN	Liliales
FAMILIA	Amaryllidaceae
GÉNERO	Agave
<b>ESPECIE</b>	<b><i>Agave americana</i> L.</b>

SE EXPIDE LA PRESENTE CONSTANCIA A PETICIÓN ESCRITA DE LA INTERESADA: **FLOR DE ALHELÍ APAZA CHOQUEHUANCA**, BACHILLER DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO, PARA LOS FINES QUE VIERE POR CONVENIENTE.

Puno, C. U. 31 de octubre del 2022



.....  
M<sup>o</sup> César Pelinco Rueda  
INGENIERO AGRÓNOMO  
C.I.P. N<sup>o</sup> 541134  
JEFE LABORATORIO TAXONOMIA VEGETAL



.....  
Juan Marcos Aro Aro, Ph. D.  
**DECANO**

C. c. Arch.

## ANEXO 7. Análisis fisicoquímicos de la formulación 2

**PERÚ**  
Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA

<b>SOLICITANTE</b>	: Flor de Alheli Apaza Choquehuanca.
<b>PROYECTO</b>	: Obtención de un Zumo Hidratante (isotonico) del extraxto de la cabuya (Agave americana L.) Enriquecido con Pitahaya (American beauty) con aceptabilidad Sensorial.
<b>DIRECCION</b>	:
<b>PROCEDENCIA</b>	:
<b>PRODUCTO</b>	: Zumo.
<b>CANTIDAD</b>	:
<b>MUESTREO</b>	: Interesado.
<b>TIPO DE ANALISIS</b>	: Lo que indica.
<b>N° DE ANALISIS</b>	: 01.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 27 de Diciembre del 2023.
<b>FECHA DE CERTIFICACIÓN</b>	: 02 de Enero del 2024.

I. **Parametros Fisicoquímicos del Zumo:**

Parametro	Unidad	Resultados
Potencial de Hidrogeno	pH	4,50
Grados Brix	°Bx	16,00
Proteina	%	1,80
Carbohidratos	Kcal	2,80
Azucares reductores	mg/L	24,30
Acidez total	%	3,00
Fructosa	mg/L	5,80
Inulina	mg/L	55,80
Calcio	mg/L	9,72
Magnesio	mg/L	8,60
Sodio	mg/L	5,90
Potasio	mg/L	10,13
Zinc	mg/L	0,05
Fosforo	mg/L	2,16
Hierro	mg/L	0,04

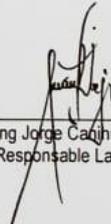
  

**Métodos utilizados en el Laboratorio:**  
NTP, 1981 Extracción por solvente

**Conclusiones:**  
La muestra analizada CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

**Nota:**  
Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).

**Validez del Certificado:**  
El presente certificado es válido, si permanece en el papel original.

  
  
Ing Jorge Cañhua Rojas  
Responsable Laboratorio

La Rinconada Salcedo S/N\*-Puno  
T: (051) 363 812  
www.inia.gob.pe  
www.minagri.gob.pe

## ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA FORMULACION 2



**PERÚ**

**Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego**



**inia**

**SOLICITANTE** : Flor de Alheli Apaza Choquehuanca.  
**PROYECTO** : Obtención de un Zumo Hidratante (isotonico) del extraxto de la cabuya (Agave americana L.) Enriquecido con Pitahaya (American beauty) con aceptabilidad Sensorial.

**DIRECCION** :  
**PROCEDECENCIA** : Zumo.  
**PRODUCTO** :  
**CANTIDAD** :  
**MUESTREO** : Interesado.  
**TIPO DE ANALISIS** : Lo que indica.  
**N° DE ANALISIS** : 01.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 27 de Diciembre del 2023.  
**FECHA DE CERTIFICACIÓN** : 02 de Enero del 2024.

**INFORME DE ENSAYO**

I. Parametros Microbiologicos del Zumo:

Parametro	Unidad	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100ml	Ausente
Aerobicos mesofilos viables	UFC/cm <sup>3</sup>	Ausente
Escherichia coli	NMP/100ml	Ausente
Mohos y Levaduras	UFC/cm <sup>3</sup>	Ausente

II. Requisitos Microbiológicos para la elaboración de Nectares:

	N	M	M	C	Metodo de Ensayo
Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	5	<3	--	0	FDA BAM On line ICMSF
Recuento estándar en placa REP UFC/cm <sup>3</sup>	5	10	100	2	ICMSF
Recuento de mohos UFC/cm <sup>3</sup>	5	1	10	2	ICMSF
Recuento de levaduras UFC/cm <sup>3</sup>	5	1	10	2	ICMSF

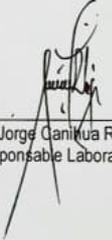
  

**Métodos utilizados en el Laboratorio:**  
Manual de Analisis Microbiologico de Alimentos. Dirección Genral de Salud Ambiental (DIGESA) LIMA 2001. Ministerio de Salud, DSirección Genral de Salud Ambiental, DSirección de Laboratorios- Oficina de Educación Continúa, Las Amapolas 350 Urb. San Eugenio-Linceo 182 Páginas

**Conclusiones:**  
Ninguna.

**Nota:**  
Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).

**Validez del Certificado:**  
El presente certificado es válido, si permanece en el papel original.

  
  
**Ing. Jorge Canitua Rojas**  
Responsable Laboratorio

La Rinconada Salcedo S/N\*-Puno  
T: (051) 363 812  
www.inia.gob.pe  
www.minagri.gob.pe



## ANEXO 8. Declaración jurada de autenticidad de tesis

 Universidad Nacional del Altiplano Puno

 Vicerrectorado de Investigación

 Repositorio Institucional

---

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Flor de Alheli Aprza Choquehuanca,  
identificado con DNI 70364182 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Química

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
"Obtención de Zumo Hidratante (isotónico) a partir de extracto de la cabuya (Agave americano L.) Enriquecido con pitahaya (American beauty) con aceptabilidad sensorial"

Es un tema original.

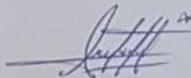
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 29 de Enero del 2024

  
FIRMA (obligatoria)

  
Huella



## ANEXO 9. Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional

 Universidad Nacional del Altiplano Puno       Vicerrectorado de Investigación       Repositorio Institucional

---

**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo Flos de Alheli Amza Choquehuanca, identificado con DNI 70364182 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Química

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"Obtención de Zumo hidratante (isotónico) a partir de extracto de la cabuya (Agave americana L) enriquecido con pitahaya (American beauty) con aceptabilidad sensorial."

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

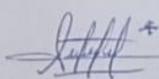
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 29 de Enero del 2024

  
FIRMA (obligatoria)

  
Huella