

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**

**(Creada por Ley Nro. 29531)**



**Evaluación del Contenido de Vitamina C y Capacidad Antioxidante de un Néctar Mixto a partir de Zumos de Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), Tomate de Árbol (*Solanum betaceum.*) y Piña (*Ananas comosus*)**

**Tesis**

**Presentado Por:**

Bach. Vásquez Vitón Nerli Lizeth

**Para Optar el Título Profesional de:**

Ingeniera Agroindustrial

**Asesor:** Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto

Chota-Perú

2023

## ANEXO 01:

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 024-2022/EPIA - FCA/UNACH

Siendo las 17:50 horas, del día 30 de diciembre en video conferencia del aplicativo Meet Google, los miembros del Jurado de Tesis titulada: *Evaluación del Contenido de Vitamina C y Capacidad Antioxidante de un Néctar Mixto a partir de Zumos de Aguaymanto (Physalis peruviana L.), Tomate de Árbol (Solanum betaceum.) y Piña (Ananas comosus)* integrado por:

1. Mg. Edson Elvis Ramírez Tixe (Presidente)
2. Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy (Secretario)
3. Mg. Pedro Gamboa Alarcón (Vocal)


Sustentada por Nerli Lizeth Vásquez Vitón con la finalidad de obtener el título profesional en Ingeniería Agroindustrial.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerdan APROBAR la tesis, calificándola con la nota de 13 (trece), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el título profesional.

Firmado en: Chota, 30 de diciembre del 2022



-----  
Mg. Edson Elvis Ramirez Tixe  
Presidente



-----  
Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy  
Secretario



-----  
GAMBOA ALARCON PEDRO WILFREDO  
ING. AGROINDUSTRIAL  
Reg. Colegio de Ingenieros OF N° 221997  
Vocal

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios.

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota-UNACH, a su vez, gracias a la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial por facilitar el uso de sus instalaciones y equipos para la ejecución de este trabajo de investigación.

A mi asesor de Tesis Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto, por su dedicación y exigencia, gracias por escucharme y orientarme antes y durante la ejecución de la tesis.

A los docentes, miembros del jurado evaluador por su tiempo y correcciones que me permitieron mejorar la redacción del informe final de tesis.

A las personas que estuvieron ahí para animarme a pesar de las dificultades, gracias por su confianza, motivación y cariño.

## **DEDICATORIA**

**A Dios**, por ser padre, mi fiel amigo y mi constante compañía, por haberme concedido salud, fuerza y voluntad para lograr con éxito mis objetivos.

**A mis padres**, José Vásquez Zulueta y Lucila Vitón Cusma, mis pilares fundamentales, un ejemplo de perseverancia, por todas las cosas maravillosas que han hecho por mí para alcanzar uno de mis sueños y grandes anhelos.

**A mis hermanos**, por siempre confiar en mí y apoyarme siempre.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I. ....	12
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO II. ....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes.....	15
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. El aguaymanto: <i>Physalis peruviana</i> . ....	18
2.2.2. Tomate de árbol: <i>Solanum betaceum</i> . ....	21
2.2.3. Piña: <i>Ananas comosus</i> . ....	23
2.2.4. Zumo de fruta. ....	25
2.2.5. Elaboración de néctar de frutas. ....	26
2.2.6. NTP 203.110: 2009: Requisitos para los néctares de frutas según la.....	26
2.2.7. Tecnología de elaboración del néctar. ....	27
2.2.8. Antioxidantes.....	29
2.2.9. Efectos de antioxidantes sobre la salud. ....	31
2.2.10. Efecto del procesamiento en los antioxidantes de los alimentos. ....	32
2.2.11. Evaluación sensorial. ....	32
2.3. Marco conceptual.....	33
2.3.1. Zumo de fruta. ....	33
2.3.2. Néctar. ....	33
2.3.3. Capacidad antioxidante. ....	33
2.3.4. Vitamina C .....	34
2.3.5. Aceptabilidad.....	34

CAPÍTULO III.....	35
MARCO METODOLÓGICO.....	35
3.1. Ubicación.....	35
3.2. Población y muestra.....	35
3.2.1. Población.....	35
3.1.1. Muestra.....	35
3.3. Equipos, materiales e insumos.....	35
3.3.1. Equipos.....	35
3.3.2. Materiales.....	36
3.3.3. Insumos.....	36
3.3.4. Reactivos.....	36
3.4. Metodología de la investigación.....	37
3.4.1. Esquema experimental.....	37
3.4.2. FASE I: Características de la materia prima.....	38
3.4.3. FASE II: Descripción de la elaboración del néctar.....	38
3.4.4. FASE III: Evaluación del contenido de vitamina C, capacidad antioxidante, y aceptabilidad del néctar mixto.....	43
3.4.5. Diseño de la investigación.....	45
3.5. Análisis estadístico.....	46
4.1. Caracterización del zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña.....	47
4.2. Contenido de vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad evaluado para las formulaciones del néctar mixto.....	49
4.2.1. Evaluación del contenido vitamina C del néctar mixto.....	50
4.2.2. Evaluación de la capacidad antioxidante del néctar mixto.....	54
4.2.3. Evaluación de la aceptabilidad del néctar mixto.....	57
4.3. Optimización de la formulación de zumos (aguaymanto, tomate de árbol y piña) en función de vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad.....	61

CAPÍTULO V.....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	63
5.1. Conclusiones.....	63
5.2. Recomendaciones .....	64
CAPÍTULO VI.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
CAPÍTULO VII. ....	72
ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción taxonómica del aguaymanto ( <i>Physalis peruviana</i> L.).....	19
Tabla 2 Composición físico-química del aguaymanto ( <i>Physalis peruviana</i> L.) por cada 100 g...	20
Tabla 3 Descripción taxonómica del tomate de árbol ( <i>Solanum betaceum</i> ). .....	22
Tabla 4 Composición físico-química de la pulpa de tomate de árbol ( <i>Solanum betaceum</i> ) por 100 g de porción.....	23
Tabla 5 Clasificación taxonómica de la piña. ....	24
Tabla 6 Composición físico-química de la piña por 100 g de pulpa. ....	25
Tabla 7 Características físico-químicas de un néctar.....	26
Tabla 8 Compuestos bioactivos de los frutos de aguaymanto, tomate de árbol y piña. ....	30
Tabla 9 Efectos de los antioxidantes.....	31
Tabla 10 Caracterización físico-química del zumos naturales de aguaymanto, tomate de árbol y piña.....	47
Tabla 11 Contenido de Vitamina C, Capacidad antioxidante y aceptabilidad del néctar para cada tratamiento. ....	49
Tabla 12 Análisis de varianza de los modelos de regresión generados para vitamina C en función al porcentaje (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña).....	52
Tabla 13 Coeficientes de regresión para vitamina C en un modelo cuadrático.....	53
Tabla 14 Análisis de varianza para capacidad antioxidante en función al porcentaje (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña).....	56
Tabla 15 Coeficientes de regresión para capacidad antioxidante en un modelo cuadrático.....	57
Tabla 16 Análisis de varianza para aceptabilidad en función al porcentaje de zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña. ....	59
Tabla 17 Coeficientes de regresión lineal para aceptabilidad en un modelo cuadrático. ....	60



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fruto de aguaymanto: <i>Physalis peruviana</i> L. ....	18
Figura 2 Fruto de tomate de árbol: <i>Solanum betaceum</i> . ....	21
Figura 3 Fruto de piña: <i>Ananas comosus</i> . ....	24
Figura 4 El proceso de la elaboración del néctar. ....	27
Figura 5 Esquema experimental del trabajo de investigación. ....	37
Figura 6 Diagrama de flujo que describe la preparación del néctar mixto. ....	42
Figura 7 Sistema trilineal para formulaciones de aguaymanto, piña y tomate de árbol. ....	46
Figura 8 Superficie de contorno (modelo cuadrático) de las formulaciones de zumos para el contenido de vitamina C. ....	51
Figura 9 Representación gráfica de la superficie de respuesta del contenido de vitamina C. ....	52
Figura 10 Superficie de contorno (modelo cuadrático) de las formulaciones de zumos para capacidad antioxidante. ....	55
Figura 11 Representación gráfica de superficie de respuesta para capacidad antioxidante. ....	55
Figura 12 Superficie de contorno (modelo cuadrático) de las formulaciones de zumos para aceptabilidad. ....	58
Figura 13 Representación gráfica de superficie de respuesta para aceptabilidad. ....	59
Figura 14 Formulación óptima determinada mediante la función de deseabilidad para las variables vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad. ....	61

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la influencia de las proporciones de zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña en el contenido de vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad del néctar mixto. Se utilizó frutos de aguaymanto, tomate de árbol y piña en función de la forma, uniformidad del tamaño, color, libres de magulladuras y deterioro por hongos. Seguidamente, los zumos extraídos fueron mezclados en proporciones de 0 a 100% conforme al DMSCA-Diseño de Mezclas Simplex Centroide Aumentado. Luego, los análisis se realizaron con los métodos de DPPH, titulación volumétrica y grado de aceptabilidad. Los resultados obtenidos para vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad, mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). La formulación 11 con proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña (33,33%; 33,33% y 33,33%) presentó mayor contenido vitamina C (7,26 mg/g), la formulación 5 con proporciones de zumo de aguaymanto y zumo de piña (50%, 50%) presentó mayor contenido de capacidad antioxidante (1,40  $\mu\text{mol}$  Trolox/g). La formulación 9 presentó mayor aceptabilidad con proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña (16,66%; 66,66% y 16,16%). Las proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña influyeron en el contenido de vitamina C, la capacidad antioxidante y aceptabilidad del néctar mixto. Las formulaciones binarias y ternarias de zumos en comparación con los zumos puros son una buena alternativa para la industria de los néctares para diseñar formulaciones de zumos de frutas debido a sus altas propiedades antioxidantes y beneficios para la salud.

**Palabras clave:** aguaymanto, tomate de árbol, piña, antioxidantes, aceptabilidad, diseño de mezcla.

## ABSTRACT

In the present work, the influence of the proportions of aguaymanto, tree tomato and pineapple juices on the vitamin C content, antioxidant capacity and acceptability of mixed nectar was evaluated. The fruits of aguaymanto, tree tomato and pineapple were used according to shape, uniformity of size, color, freedom from bruising and fungal spoilage. The extracted juices were then blended in proportions from 0 to 100% according to the DMSCA-Augmented Simplex Centroid Blend Design. Analyses were then performed using the DPPH, volumetric titration and acceptability grade methods. The results obtained for vitamin C, antioxidant capacity and acceptability showed significant differences ( $p < 0,05$ ). Formulation 11 with proportions of aguaymanto juice, tree tomato and pineapple (33,33%; 33,33% and 33.33%) presented higher vitamin C content (7,26 mg/g), formulation 5 with proportions of aguaymanto juice and pineapple juice (50%, 50%) presented higher antioxidant capacity content (1,40  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ). Formulation 9 presented higher acceptability with proportions of aguaymanto juice, tree tomato and pineapple (16,66%, 66,66% and 16,16%). The proportions of aguaymanto, tree tomato and pineapple juice influenced the vitamin C content, antioxidant capacity and acceptability of the mixed nectar. Binary and ternary juice formulations compared to pure juices are a good alternative for the nectar industry to design fruit juice formulations due to their high antioxidant properties and health benefits.

Key words: aguaymanto, tree tomato, pineapple, antioxidants, acceptability, blend design.

## CAPÍTULO I.

### INTRODUCCIÓN

Las bebidas de frutas han adquirido importancia en los últimos ya que contribuyen a la salud y el bienestar de las personas principalmente relacionados con las enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, la reducción de la obesidad y el cáncer (Siche *et al.*, 2015). La producción de mezclas de zumos de frutas ha seguido tendencia en los últimos años. Según la organización empresarial de la industria responsable de la transformación materia prima en zumos y néctares, citado por Dasenaki y Thomaidis (2019) en el 2016 se consumieron en la Unión Europea 9 300 000 Lt de mezclas de zumos de frutas y néctares. Dicha tendencia se ve acompañada por un creciente interés en el consumo de bebidas mixtas nutricionales a base de frutas. Las frutas y verduras frescas y saludables tienen efectos protectores debido a que contienen antioxidantes naturales como vitaminas, antocianinas flavonoides y compuestos fenólicos (Almeida *et al.*, 2011).

Por lo tanto, la elaboración de bebidas derivados de frutas puede ayudar a aumentar el consumo total de componentes de la fruta. Dentro de las variedades de frutas para el desarrollado de zumos y bebidas se han utilizado arándano, manzana, grosella negra, acai, acerola, guaraná, mango, uvas, cerezas, kiwis, fresas, melocotón, ciruela y granada (Barroso *et al.*, 2019).

El aguaymanto, se considera uno de los principales frutos con excelente sabor y color, además, contiene diversos antioxidantes. Este fruto presenta 0,43 mg/g de vitamina C (Obregón-La Rosa *et al.*, 2021). La cantidad de vitamina C constituye un indicador calidad del zumo de fruta y que puede servir como indicador del procesamiento térmico para garantizar un nivel nutricional deseable (Siche *et al.*, 2015)., también contiene vitamina E, carotenoides y sustancias fenólicas que potencializan la capacidad antioxidante total de los alimentos (Cortijo-Mendoza *et al.*, 2017).

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*.) es una especie nativa, cultivada en los valles interandinos, sobre todo en lugares a una altura de 1 500 a 2 800 msnm desde Perú, Ecuador y Colombia. Este fruto es apreciado por sus usos múltiples, características sensoriales y propiedades nutricionales, contiene 28,83 mg/100 g de vitamina C y 3,31  $\mu$ mol Trolox/g muestra de capacidad antioxidante (Rojas, Repo y Encina, 2017).

La piña (*Anana comosus*) es la bromeliaceae que posee mayor de mayor importancia económica en las industrias por sus características sensoriales y nutricionales. Esta fruta contiene un elevado contenido de agua, y bien madurada con un °Brix de 10,8 aporta alrededor de 65,04 mg/100 mL de muestra de vitamina C (Cubas *et al.*, 2016). Además, es una valiosa reserva de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, antocianinas que ha demostrado tener efectos antioxidantes, antimutagénicos y anticancerígenos en la salud (Almeida *et al.*, 2011). También, es rica en vitaminas y minerales. Los nutrientes esenciales son Vitaminas A, B, C, calcio, magnesio, el potasio y el hierro (Islam *et al.*, 2021).

A nivel regional y local, los frutos de aguaymanto, tomate de árbol y piña, están muy infrautilizados, pero son muy rentables, por ello la búsqueda de nuevas tecnologías para su conservación y procesamiento se ha convertido en un foco de innovación en la industria alimentaria. Las frutas procesadas en zumos o néctares es un medio importante para proteger alimentos perecederos de la pérdida de calidad durante su comercialización, evitando el desperdicio y añadiendo valor económico al producto fresco, (Pinto *et al.*, 2022).

Por lo antes mencionado la presente propuesta de investigación permitió incrementar los conocimientos sobre la influencia de las proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña en el contenido de vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad del néctar mixto, ya que no se evidencia información sobre la combinación de estas frutas cultivadas en nuestra región y poco explotadas para la obtención de néctares mixtos.

Por ello, el objetivo general de esta investigación fue evaluar la influencia de las proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña en el contenido de vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad de un néctar mixto. Los objetivos específicos fueron:

- Caracterizar el zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña por medio de análisis fisicoquímicos (pH, acidez, sólidos totales).
- Evaluar la influencia de las proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña en el contenido de vitamina C del néctar mixto.
- Evaluar la influencia de las proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña en la capacidad antioxidante del néctar mixto.
- Evaluar la influencia de las proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña en la aceptabilidad del néctar mixto.

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes.

Belizario y Cahuana (2014) determinaron la capacidad antioxidante en las muestras de copoazú y unguirahuí y, en el néctar. El néctar de copoazú y el néctar de unguirahuí fueron elaborados con un 12,71% de zumo de fruta, a diferentes temperaturas: 100 °C por 2 min y 70 °C por 30 min. Los autores obtuvieron los siguientes resultados en el néctar de copoazú: capacidad antioxidante de 1,51 mg en el proceso de la selección; 1,05 mg en el proceso de la pre-cocción; 0,96 mg en la estandarización; y 0,93 mg en el producto final (néctar). Y para el néctar unguirahuí obtuvieron: capacidad antioxidante de 4,61 mg en el proceso de selección; 1,12 mg en el proceso de pre-cocción; 0,99 mg en el proceso de estandarizado; y 0,91 mg para el producto final (néctar). En este trabajo, concluyeron que la capacidad antioxidante significativa varía en las operaciones de cocción y pasteurizado, debido posiblemente a las altas temperaturas que inhibieron los metabolitos secundarios que funcionan como antioxidantes de la fruta.

Siche *et al.* (2016) elaboraron mezclas de zumos de naranja, uva y carambola y evaluaron la capacidad antioxidante. Las muestras fueron preparadas con diferentes proporciones de cada zumo según el diseño de mezcla centroide simple (SCMD). Los ensayos de 2,2 – difenil -1-picrilhidrazol (DPPH) in vitro lo realizaron para cada muestra, en el cual, los autores expresaron como la cantidad necesaria para barrer el 50% del DPPH (IC50). En este estudio obtuvieron mayor capacidad antioxidante en las mezclas binarias conformadas por dos componentes (zumos carambola y naranja) y las formulaciones ternarias que incluyeron zumo de uva en diferente proporción. Los autores concluyeron que para obtener un producto con altas propiedades funcionales se podría diseñar a partir de las combinaciones de frutas en lugar de zumos puros, así se proporciona información importante para las industrias de zumos.

Obasi *et al.* (2017) analizaron las características sensoriales y vida útil del jugo de naranja. El jugo de naranja fue tratado químicamente, pasteurizado, concentrado y carbonatado. En

esta investigación realizaron la evaluación sensorial con cinco panelistas altamente entrenados, los cuales evaluaron el color, apariencia, el sabor, el aroma y la aceptabilidad general del zumo mediante una escala hedónica del 1 al 5. Los autores obtuvieron como resultados, valores de pH entre 1,6 y 4,5; °Brix entre 26 y 33; 2,67 y 43 mg de vitamina C /100 mL de muestra. El zumo procesado de naranja fue muy aceptable y apto para el consumo humano, siempre bajo control de parámetros de calidad en la elaboración para mantener sus cualidades organolépticas, sin exceder sus límites microbiológicos.

Rojas, Repo y Encina (2017) determinaron el efecto de °Brix, pH y dilución durante las etapas de estandarización y pasteurización en la elaboración de néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en vitamina C, carotenoides totales, compuestos fenólicos, y capacidad antioxidante. Los parámetros adecuados fueron: pH de 3,33; °Brix de 13, dilución de 1: 2,5 y una pasteurización de 99,5 °C por el tiempo de 1 min. Después de la elaboración obtuvieron como resultados: Vitamina C de 11,45 mg/100 g, carotenoides totales de 1,68 mg β-caroteno/100 g, cantidad de compuestos fenólicos de 32,96 mg ácido gálico equivalente/100 g de muestra, capacidad antioxidante de 1,38 μmol trolox/g (DPPH) y 2,00 μmol Trolox/g (ABTS). Los autores concluyeron, en la elaboración del néctar, los factores altamente significativos fueron la dilución de 1:3 a 95 °C de pasteurización influyen en el contenido de vitamina C, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos

Okokon y Okokon (2019) investigaron la composición proximal, vitamina C y sensorial del zumo de manzana. El zumo fue almacenado a diferentes temperaturas y tratado con conservantes naturales y artificiales. Los autores, realizaron la evaluación sensorial con 10 panelistas entrenados, calificaron los atributos (color, sabor y aceptación en general) mediante una escala hedónica del 1 al 9. En la investigación obtuvieron alto contenido de vitamina C de 22,15 mg/100 ml. Asimismo, el jugo de manzana refrigerado con distintos conservantes (jengibre, ajo y benzoato de sodio) fue aceptable por los consumidores durante 8 días de almacenamiento. En conclusión el jugo de manzana es de gran importancia para la salud, puede combatir la deficiencia de la vitamina C, como el escorbuto. Asimismo, en la evaluación sensorial de los jugos con tres aditivos químicos no existieron diferencias significativas, teniendo en cuenta el color y la aceptabilidad en general.



Calderón y Morán (2020) determinaron el contenido fenoles totales, carotenoides totales y capacidad antioxidante del néctar mixto elaborado a partir de zumos de carambola maracuyá y mango. El néctar fue elaborado a partir de zumos de mango, carambola y maracuyá, en diluciones 1:2 y 1:3 por cada 10 tratamientos, con una temperatura de pasteurización de 91 °C. Asimismo, los autores obtuvieron los siguientes resultados: mayor cantidad de carotenoides totales para la formulación conformada de dos componentes (50% de zumo de carambola y 50% de zumo de mango) con 59,97 mg  $\beta$ -caroteno/100 mL, mayor cantidad de fenoles totales (760,93 mg ácido gálico/100 mL) en la formulación unitaria conformada de 100% de zumo de carambola y alta actividad antioxidante según DPPH (65,41%) en la formulación unitaria conformada de un componente (100% de zumo de maracuyá). Los autores concluyeron que el néctar óptimo fue elaborado con las combinaciones de 0,83% de zumo de maracuyá y 99,17% de zumo de carambola, obtuvo un mayor cantidad de carotenoides, fenoles totales y radicales DPPH capturados.

Aniceto *et al.* (2021) investigaron las características nutricionales y sensoriales de las bebidas elaboradas a partir de una mezcla de murici y taperebá. Las bebidas fueron elaboradas según el diseño factorial. Luego, fueron envasados en envases de plástico desinfectados de 2000 mL y almacenados en refrigeración de 7 a 10 °C hasta el momento de las pruebas sensoriales. Para la optimización utilizaron la metodología superficie de respuestas, en relación a los atributos sensoriales evaluados (aroma, sabor, apariencia, textura y gusto general). En la investigación, obtuvieron que los valores de vitamina C del murici eran más altos (58,88 mg/100 g) en comparación con taperebá que fue de 25,93 mg/100 g de muestra. El murici y el taperebá son buenas fuentes de compuestos fenólicos totales (taperebá 1304,15 mg GAE /100 g y el murici de 307,52 mg GAE/100 g) y flavonoides (murici 174,87  $\mu$ g de quercetina/g de muestra y taperebá 129,46  $\mu$ g de quercetina/g de muestra). Los frutos de taperebá obtuvieron mayor capacidad antioxidante, analizado con el método de DPPH, mientras el método ORAC no mostró una diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) en concordancia al murici. Asimismo, para las bebidas obtuvieron valores de vitamina C entre 12,96 y 19,25 mg/100 g. Los autores concluyeron que las pulpas de murici y taperebá son buenas fuentes de vitamina C, compuestos fenólicos totales y flavonoides. Según la metodología de superficie de respuesta demostró que un producto de

mezclas de murici y taperebá es bien aceptado con importantes características bioactivas y antioxidantes. La combinación de murici y taperebá pudo haber influenciado de forma sinérgica para aumentar la capacidad antioxidante de la bebida.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Aguaymanto

El fruto del aguaymanto es oriundo de los andes peruanos, que fue domesticado, cultivado y apreciado desde la época prehispánica. Este fruto posee diferentes nombres comunes dependiendo al país, en Perú se denomina aguaymanto, en Colombia se denomina uchuva, Ecuador se denomina uvilla y en Venezuela se denomina topotopo (Cortijo-Mendoza *et al.*, 2017). En el Perú, este frutal nativo se mantiene vegetando en Cusco, Huánuco, Huancavelica, Cajamarca y Junín, para exportación, como también se cultiva silvestremente.

#### *Figura 1*

Fruto de aguaymanto: *Physalis peruviana* L.



*Nota.* Elaboración propia

### A. Taxonomía.

La clasificación taxonómica de la planta de aguaymanto es la siguiente:

**Tabla 1**

*Descripción taxonómica del aguaymanto (Physalis peruviana L.).*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Género	Physalis
Especie	<i>Physalis peruviana L.</i>

*Nota.* Datos tomadas de Alfaro, (2017).

### B. Morfología.

La planta conocida como aguaymanto crece en zonas subtropicales, su crecimiento varía entre 0,6 y 0,9 m, es erguida, herbácea, semiarbórea, y perenne. La flor asegura su polinización por medio del viento, insectos y por autopolinización. La baya jugosa con varias semillas pequeñas (100 a 200), de 1,25 a 2,50 cm de diámetro, tiene un peso entre 4 y 10 g. La fruta durante su desarrollo y maduración está protegida por el cáliz (Alfaro, 2019).

### C. Composición físico-química del aguaymanto.

La Tabla 2 muestra la composición físico-química del aguaymanto.

**Tabla 2**

*Composición físico-química del aguaymanto (Physalis peruviana L.) por cada 100 g.*

<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad</b>
Humedad	85,00%
Energía	60,00 kcal
Proteína	1,50 g
Lípidos	0,50 g
Carbohidratos totales	12,30 g
Cenizas	0,80 g
Fósforo	21,00 mg
Calcio	9,00 mg
Hierro	1,70 mg
Niacina	0,80 mg
Vitamina C	20,00 mg
Rivoflavina	0,17 mg
Tiamina	0,01 mg

*Nota.* Datos tomadas de Cortés, Prieto y Rozo, (2015).

### D. Usos.

El fruto maduro de aguaymanto se utiliza en la agroindustria, en néctares, mermeladas, compotas, jaleas, frutos congelados, conservas, jugos, licores, vinagre, yogur, bocaditos, dulces de aguaymanto con chocolate, almíbar y pasas (Alfaro, 2019).

### E. Beneficios para la salud.

El aguaymanto es un fruto rico en fibra vegetal que contiene pectina, con su consumo podría completarse la regulación intestinal. Proporcionan compuestos biológicamente activos para disminuir el riesgo de sufrir enfermedades crónicas como el mal de Alzheimer, el cáncer y enfermedades cardiovasculares (Alfaro, 2019).

### 2.2.2. Tomate de árbol.

El tomate de árbol es una especie vegetal de clima subtropical. Se dispersa en países como Colombia, Ecuador y Nueva Zelandia, y su popularidad e importancia comercial lo ha convertido en un producto de exportación. Se encuentra en regiones de la vertiente oriental de la cordillera de los andes en Perú: Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Pasco y San Martín, a unos 1000-2500 msnm (Wang y Zhu, 2020).

**Figura 2**

Fruto de tomate de árbol: *Solanum betaceum*.



*Nota.* Elaboración propia

### A. Taxonomía.

La clasificación taxonómica del tomate de árbol es la siguiente:

**Tabla 3**

*Descripción taxonómica del tomate de árbol (Solanum betaceum).*

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Fanerógamas.
<b>Subdivisión</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Dicotiledóneas
<b>Subclase</b>	Metaclamideas.
<b>Orden</b>	Tubifloras
<b>Familia</b>	Solanáceae.
<b>Género</b>	Solanum.
<b>Nombre científico</b>	<i>Solanum betaceum</i>
<b>Nombre común</b>	Sacha tomate, tomatillo, berenjena

*Nota.* Datos tomadas de Navarro, (2017).

### B. Morfología.

El fruto del tomate de árbol se considera una baya colgante, en forma ovoide a elipsoide, además, los frutos se presentan solos o en grupos de tres a doce, el color de la piel lisa puede variar de amarillo-naranja, naranja, rojo púrpura a rojo oscuro y el fruto es cremoso amarillo, naranja pálido o rojizo, y tiene una gelatina con semillas de color naranja o púrpura intenso (Ramírez y Kallarackal, 2019).

### C. Composición físico-química del tomate de árbol.

En la Tabla 4 se muestra la composición físico-química del tomate de árbol.

**Tabla 4**

*Composición físico-química del tomate de árbol por cada 100 g de pulpa.*

<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad</b>
Humedad (%)	88,72 ± 0,12
Energía total (kcal)	39,06 ± 0,51
Proteína (g)	1,49 ± 0,02
Fibra bruta (g)	1,11 ± 0,01
Grasa (g)	0,34 ± 0,01
Ceniza (g)	0,83 ± 0,03
Carbohidratos (g)	7,50 ± 0,15
pH	3,61 ± 0,04
°Brix	11,09 ± 0,27
Acidez	1,67 ± 0,07

*Nota.* Datos tomadas de Rojas, Repo y Encina (2017).

#### D. Usos:

El tomate de árbol se consume en fresco, la pulpa extraída es consumida directamente junto con las semillas, cortadas en mitades. Los frutos se usan en postres, helados, pasteles y salsas, helados. A nivel industrial se utiliza en fruta en almíbar y kétchup picante (Navarro, 2017).

#### 2.2.3. Piña: *Ananas comosus*.

La piña (*Ananas comosus*) forma de la familia de las Bromiláceas, comprende 56 géneros y 3000 especies. Es un cultivo importante en Sudamérica, de clima tropical y subtropical. (Hernández, Ortega y Ortega 2021).

La piña (*Anana comosus*) en el mundo, muy aceptables por su excelente sabor, sus propiedades culinarias y medicinales (Islam *et al.*, 2021).

**Figura 3**

Fruto de piña: *Ananas comosus*.



*Nota.* Elaboración propia.

#### A. Taxonomía.

La clasificación taxonómica de la planta de piña es la siguiente:

**Tabla 5**

*Clasificación taxonómica de la piña.*

Reino	Vegetal
División	Angiospermas
Subdivisión	Monocotiledónea
Clase	Dicotiledónea
Orden	Farinosae
Familia	<i>Bromeliaceae</i>
Género	Ananás
Especie	<i>Ananás comosus</i>

*Nota.* Datos tomadas de Molina, (2010).

#### B. Morfología.

La piña es una planta herbácea perenne, de tamaño corto, herbáceo, de crecimiento rápido y consistente. La fruta pequeña tiene una forma cilíndrica con bayas planas y las grandes tienen una forma de barril. Los frutos tienen una longitud entre 11,53 y 15,15 cm. La pulpa es de color amarillo, amarillo pálido hasta un color amarillo claro. El número de espirales de una piña es de 10 hasta 11,5 dependiendo el tamaño (Rodríguez *et al.*, 2016).



### C. Composición físico-química de la piña.

En la Tabla 6 se muestra la composición físico-química de la piña.

**Tabla 6**

*Composición físico-química de la piña/100 g de fruta*

<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad</b>
Agua	86
Energía (kcal)	50
Proteínas (g)	0,54
Carbohidratos (g)	13,1
Fibra (g)	1,4
Azúcares totales (g)	9,9
Lípidos (g)	0,1
Vitamina C (mg)	47,8
Niacina (mg)	0,5
Riboflavina (mg)	0,03

*Nota.* Datos tomadas de Hernández, Ortega y Ortega (2021).

### D. Usos.

La piña es una especie de gran demanda comercial y posee gran aceptación por el consumidor. De la fruta fresca se obtiene, jugo, piña envasada, piñas deshidratadas, jugo concentrado, jugo congelado, néctar, pulpa, pulpa concentrada, pulpa aséptica, jalea, mermeladas (Rodríguez *et al.*, 2016).

#### 2.2.4. Zumo de fruta.

Según NTP (2009) existen dos maneras de extraer el zumo de fruta:

- Exprimiendo el zumo mediante la extracción mecánica.
- A través de la reconstrucción del zumo concentrado de fruta.

El zumo de fruta se define como el producto producido mediante el prensado o exprimido de las frutas. Los zumos extraídos contienen sustancias benéficas que se encuentran en frutas sanas y maduras.

### 2.2.5. Elaboración de néctar de frutas.

El néctar elaborado de acuerdo a la normativa vigente es un producto que está compuesto de formulaciones de ingredientes como jugo, pulpa de frutas, agua, azúcar, preservantes y conservantes. La dosificación varía de acuerdo a la utilización de la pulpa de una o varias frutas. Es importante el procedimiento de preparación de néctares para obtener productos de alta calidad sensorial, que cumplan estándares microbiológicos y fisicoquímicos (Balizario y Cahuana, 2014).

### 2.2.6. Requisitos según NTP para los néctares de frutas (NTP 203.110: 2009).

#### A. Características sensoriales.

Los zumos, néctares y bebidas de frutas deben tener buena apariencia, color, olor y sabor que sea característicos del mismo zumo de frutas del que se obtienen.

#### B. Características fisico-químicas.

Los requisitos fisicoquímicos que deben cumplir los néctares se describen en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Características fisico-químicas de un néctar.*

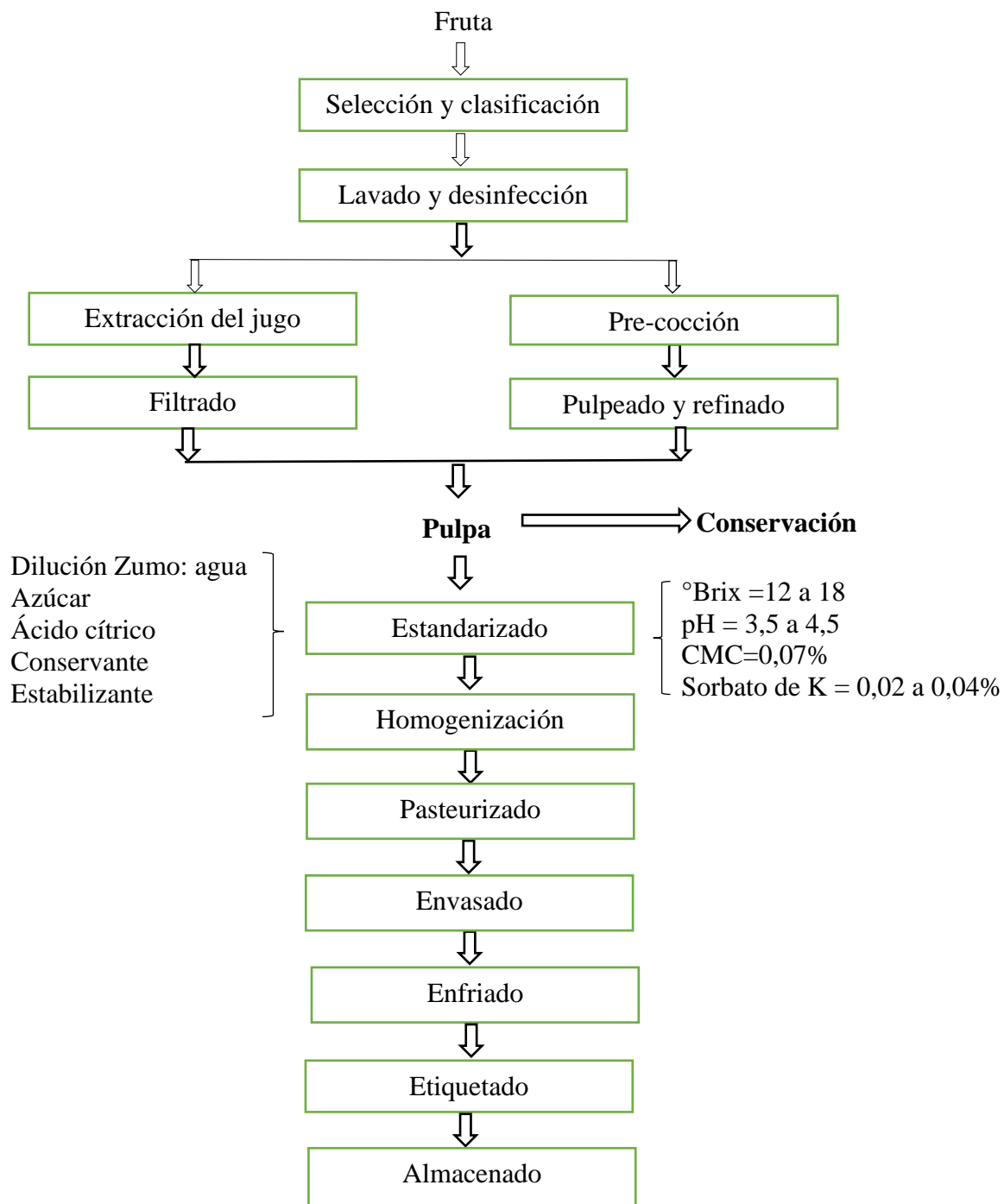
<b>Especificaciones</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
El pH de fruta		menos de 4,5
Sólidos solubles de la fruta de la cual procede.	-	mayor o igual al 20% m/m
Porcentaje de sólidos solubles por lectura totales (%) a 20 °C.	12%	18%
Sólidos en suspensión % (v/v)=18	0,6	70
Acidez titulable (ácido cítrico anhidro g/100 ml)	0,2%	0,4 %
Conservador (g/100 mL): sorbato de potasio y/o benzoato de sodio	0,02	0,04
No debe contener antisépticos	0,05	0,5

*Nota.* Datos tomadas de NTP (2009).

### 2.2.7. Tecnología de elaboración del néctar.

**Figura 4**

Tecnología de elaboración del néctar.



A continuación, se describe el proceso de acuerdo a las etapas que se muestran en la Figura 4 para la elaboración de néctares de frutas.

#### A. Diagrama de flujo de néctar.

- **Materia prima:** Las frutas deben ser de alta calidad, en un estado óptimo de madurez, frescos, con buenas características externas e internas, sin daños físicos, libre de microorganismos y sin contaminación por agentes químicos. Las frutas con pH superior 3,8 estabilizadas en néctar a pH 3,8.
- **Selección:** Durante la selección, se eliminan todas las frutas magulladas, con daños mecánicos y que presentan signos de deterioro, para no contaminar las materias primas de alta calidad y los productos finales.  
**Clasificación:** Con esta operación se agrupan los frutos, generalmente según tamaño, forma, estado de madurez. Esto se hace mecánicamente o de forma manual.
- **Lavado y desinfección:** Es un procedimiento que se realiza con el fin de eliminar materias extrañas de la fruta. El método más efectivo es agitación o rociado (FAO, 2014).
- Luego del lavado, los frutos se sumergen por 15 minutos en una solución de hipoclorito de sodio, que es de 20 -50 ppm o 0,05% a 0,2% (Calderón y Moran, 2020).
- **Escaldado:** El propósito de este proceso es desactivar las enzimas en la fruta para evitar el pardeamiento enzimático que provoca cambios en el aroma. Se realiza a una temperatura de 90 °C durante 3 a 5 min. La temperatura y tiempo se basan en la materia prima que se procesa.
- **Pelado:** Esta operación depende de la fruta, se puede realizar antes o después de la precocción. Se utilizan frutas con su cáscara en el pulpeado que no afectan las características sensoriales del jugo. El pelado se realiza utilizando cuchillos de acero inoxidable. También, utilizando máquinas, sustancias químicas como la soda o con agua caliente.
- **Pulpeado:** Consiste en presionar la pulpa y así obtener jugos pulposos de tamaño suficiente, libres de cáscaras y semillas. La pulpa se obtiene mediante

despulpadoras industriales. A nivel artesanal, esto se puede con una licuadora (Calderón y Morán, 2017).

- **Refinado:** Consiste en pasar la pulpa a otra etapa para eliminar todas las partículas de menor diámetro y obtener mayor rendimiento. Se puede realizar en la pulpeadora con un tamiz de número inferior a 0,5.
- **Estandarización:** Se involucra los siguientes componentes: dilución pulpa: agua, pH debe ser menor a 3,8 se regula con ácido cítrico; regular los °Brix (12 y 18%), para lo cual se utiliza azúcar, adicionar carboximetil celulosa (CMC) como estabilizante y sorbato de potasio o benzoato de sodio entre 0,02-0,04% como conservante (NTP, 2009).
- **Homogeneizado:** El objetivo de esta operación es romper las partículas para obtener un producto final uniforme. Puede trabajar con homogenizadores.
- **Pasteurizado:** Se realiza con el fin de inactivar la carga microbiana y obtener un néctar inocuo. Se puede llevar a cabo en pasteurizadores de placas a 97 °C por un tiempo de 30 s; u en ollas a una temperatura de 90 °C durante 5 min.
- **Envasado:** La temperatura de llenado no debe ser inferior a 85 °C. El llenado se hace completamente en envases de vidrio, evitando la formación de espuma, inmediatamente se sella el envase, dejando un vacío espacio de cabeza bajo (Calderón y Moran, 2020).
- **Enfriado:** El néctar envasado debe enfriarse con agua potable para mantener su calidad.

#### 2.2.8. Antioxidantes.

Pacco (2015), menciona que la inhibición de las enzimas antioxidantes, promueve el estrés oxidativo en el organismo, lo que provoca la destrucción o muerte celular. El estrés oxidativo representa la disminución de antioxidantes, así como el desequilibrio del organismo en la producción y eliminación de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, generando la patogénesis de las enfermedades humanas. Por tal razón, llama la atención el estudio de carotenoides, compuestos fenólicos, vitaminas hidrosolubles y liposolubles.

Los antioxidantes naturales contenidos en los vegetales poseen compuestos fenólicos vitamina y carotenoides. La Vitamina E y C son las más importantes que el cuerpo

puede absorber y se encuentra en legumbres y cereales. La mayoría de carotenoides  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno, el licopeno y la luteína se encuentran en las frutas y verduras con alta actividad antioxidante. Estos antioxidantes son capaces de inhibir la oxidación, evitan el envejecimiento celular debido a la formación excesiva de radicales libres (Lourenco *et al.*, 2019).

La vitamina C, es muy valiosa por sus propiedades antioxidantes y activos terapéuticos. Ayuda al organismo a formar tejidos conectivos, huesos, dientes y vasos sanguíneos y desempeña un papel contra las enfermedades neurodegenerativas y algunas enfermedades crónicas no transmisibles, lo que detiene la destrucción de los tejidos (Alam *et al.*, 2019).

La vitamina C es inestable porque es un fuerte reductor y se degrada por agentes oxidantes como la atmósfera con oxígeno, la cocción altas temperaturas, dejarla al descubierto expuesta al aire, además, la vitamina C se degrada fácilmente por las enzimas, por ebullición debido a su solubilidad en agua y tiene una estabilidad limitada que puede perderse de los alimentos durante el almacenamiento, los procesos térmicos la preparación y la cocción (Sharma *et al.*, 2019).

Según estudios realizados por la FAO citado por (Bastías y Cepero 2016) las dosis diarias recomendadas son de 25 a 30 mg/1000 kcal, los requerimientos de ingesta de la cantidad vitamina C depende su edad, 100 mg en adultos y para lactantes y niños de 25 a 40 mg.

Según estudios realizados en frutos de aguaymanto, tomate de árbol y piña, los resultados de compuestos bioactivos son los siguientes.

### Tabla 8

*Compuestos bioactivos de los frutos de aguaymanto, tomate de árbol y piña.*

Material vegetal	Compuestos bioactivos	Concentración
Aguaymanto	Ácido ascórbico (mg/100 g)	43,00
	Carotenoides (mg/100 g)	1,60
	Capacidad Antioxidante DPPH ( $\mu$ mol de trolox /g).	2,12

	Compuestos fenólicos (mg /100 g).	79,23
	Vitamina C (mg/100 g)	28,83
<b>Tomate de árbol</b>	Contenido de $\beta$ -caroteno (mg/100 g)	4,27
	Capacidad antioxidante DPPH ( $\mu$ mol de trolox/ g )	3,31
	Compuestos fenólicos (mg AGE/g)	1,00
<b>Piña</b>	Total de vitamina C (mg/100 g)	47,80
	Carotenoides (ug / g $\beta$ -caroteno)	0,43
	Fenoles totales (mg GAE /100 g)	77,50
	Capacidad Antioxidante DPPH ( $\mu$ mol de trolox / g).	1,33

*Nota.* Adaptado de Alfaro, (2019); Rojas, Repo y Encina (2017); Hernández *et al.* (2021).

### 2.2.9. Influencia de los antioxidantes sobre la salud.

La influencia de antioxidante sobre la salud se presentan de la siguiente manera:

**Tabla 9**

*Influencia de los antioxidantes.*

<b>Tipo de antioxidante</b>	<b>Elemento de acción</b>	<b>Ejemplo de antioxidante</b>
Antioxidantes de prevención	Inhibe la formación de radicales libres	Polifenoles
Estabilizadores de hidroperóxidos	Previne su descomposición en radicales libres.	Flavonoides
Synergistas	Promueve la actividad antioxidante	Vitamina C Ácido cítrico

Quelantes de metales	Ligando metales pesados a compuestos inactivos.	Ácido fosfórico, reacción Maillard
Sustancias que reducen hidropéroxido	Reducen hidropéroxidos por vías no radicalarias.	Proteínas aminoácidos

*Nota.* Tomado de Taipe (2017).

#### 2.2.10. Efecto del procesamiento en los antioxidantes de los alimentos.

El proceso de cortado, envasado y conservación tienen poca influencia sobre el contenido en antioxidantes y otros compuestos bioactivos, mientras que otros factores como la temperatura de almacenamiento, los tratamientos térmicos, pasteurización, procesos de secado, tratamientos enzimáticos afectan la bioactividad y composición química de las frutas (Barroso *et al*, 2019).

Se han desarrollado nuevas tecnologías para el procesamiento de jugos como tecnologías emergentes no térmicas. Los beneficios de los zumos de frutas no parecen ser mucho afectados por los tratamientos de procesamiento a los que se someten, a técnicas recientes, como campos eléctricos pulsados, alta presión o ultrasonido (Ferreira y João, 2014).

#### 2.2.11. Evaluación sensorial.

La evaluación sensorial se considera el método más utilizado, con la finalidad de aceptar o rechazar productos alimenticios. Esto permite a los panelistas, evaluar, estudiar y explicar la respuesta en términos de sus atributos e intensidades percibidos de las particularidades de los productos, a través de los sentidos de la vista, tacto, gusto, olfato y oído. La descripción de los atributos sensoriales como aroma, sabor, sensación en la boca para productos comerciales de jugos y bebidas, es una herramienta de orientación de investigación para nuevos procesos de productos, control de calidad y mejora de productos (Suwonsichon, 2019).



Los principales métodos de evaluación sensorial utilizados son:

- A. **Métodos o pruebas de diferencia:** esta clasificación comprende el test de ordenación, test de comparación pareada, el test triángulo, dúo, trío.
- B. **Métodos o pruebas descriptivas:** la evaluación se desarrolla por un grupo de panelistas capacitados para describir y analizar los atributos con textura y sabor de producto alimenticio.
- C. **Métodos o pruebas de preferencia:** Se utiliza la escala hedónica, los test de comparación pareada y el test de ordenación por preferencia.
- D. **Pruebas de satisfacción:** Se realiza mediante una escala hedónica, que permite tratar de manera más objetiva datos subjetivos, como las respuestas de los jueces sobre cuánto les gusta o disgusta un alimento o producto terminado.

## 2.3. Marco conceptual.

### 2.3.1. Zumo de fruta.

El zumo se obtiene por extracción de las frutas frescas, maduras y sanas, conservadas con óptimas características organolépticas como aroma, color y el sabor característicos de la cual proceden. El zumo es el producto apto para la fermentación, pero no fermentado (NTP, 2009).

### 2.3.2. Néctar.

Según la NTP (2009) el néctar es un producto pulposo sin fermentar, pero fermentable. Consiste en el jugo y/o pulpa de una o varias frutas sanas, finamente tamizadas y contiene agua, azúcar, conservantes y estabilizador exclusivamente.

### 2.3.3. Capacidad antioxidante.

Son todas las sustancias que pueden prevenir la oxidación de otras moléculas (no radicales libres). Cuando se compone en forma de no radicales libres, se les denomina antioxidantes secundarios. Estos incluyen la absorción de la radiación UV, la unión de metales pesados, estabilizador de hidroperóxidos a especies no radicales, captación de oxígeno (Palacios, 2013). Por ende, cuando captan radicales libres, se les denomina antioxidantes primarios; forman parte de los radicales más potentes que puede reaccionar con proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. En ausencia de un mecanismo

para la eliminación de este radical, la producción excesiva de OH finalmente conduce a la muerte celular (Aebisher *et al.*, 2021).

#### 2.3.4. **Vitamina C**

La vitamina C conocido como ácido L-ascórbico (AA) es soluble en agua que el organismo no sintetiza; con fórmula química  $C_6H_8O_6$  con un cristal o polvo blanco o ligeramente amarillo (Devolli *et al.*, 2021). Es una vitamina hidrosoluble que se encuentra en muchos sistemas biológicos, en las frutas y verduras. Además, tienen la posibilidad de generar la biosíntesis del colágeno en el cuerpo, la absorción del hierro y la activación de la respuesta inmunitaria (Elgailani *et al.*, 2017).

#### 2.3.5. **Aceptabilidad.**

Se utiliza para identificar, interpretar, medir y analizar las respuestas humanas frente a los alimentos percibidos por la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Se constituye de una parte subjetiva que los panelistas perciben correctamente. Y la parte subjetiva realiza análisis e interpretación de atributos y transforma datos (Mamani y Quiroz, 2017).

## CAPÍTULO III.

### MARCO METODOLÓGICO.

#### 3.1. Ubicación.

La presente investigación se desarrolló en los Laboratorios de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH).

- Elaboración del néctar mixto: Laboratorio de frutas y hortalizas.
- Evaluación físico-química, antioxidante y aceptabilidad: Laboratorio de investigación y control de calidad de alimentos.

#### 3.2. Población y muestra.

##### 3.2.1. Población.

Los frutos aguaymanto, tomate de árbol y piña fueron recolectados en función de la uniformidad del tamaño, color, forma, libres de magulladuras y deterioro por hongos. Los frutos de piña, aguaymanto recién cosechados procedentes de la comunidad de Nuevo Triunfo, Chalamarca. Los frutos de tomate de árbol recién cosechados, procedentes de la comunidad del Campamento, provincia de Chota, Región Cajamarca.

##### 3.1.1. Muestra.

La muestra utilizada en este trabajo fue aguaymanto (28 kg), tomate de árbol (25 kg) y piña (26 kg), para producir 9 litros de néctar mixto por formulación.

#### 3.3. Equipos, materiales e insumos.

##### 3.3.1. Equipos.

- Espectrofotómetro: T80+ UV/VIS, modelo pg instruments.
- Balanza analítica de 0,0001 g de precisión, marca SARTORIUS ENTRIS.
- Balanza Electronic Kitchen Scale.
- Refractómetro, modelo PCE-032.
- Termómetro, modelo GT119.200.
- pH metro, marca HANNA.
- Agitador magnético Vortex

- Licuadora semi industrial, marca SKYMSEM
- Cocina industrial, marca SURGE.

### 3.3.2. **Materiales.**

- Micropipetas: 10 – 100  $\mu$ L; 100 – 1000  $\mu$ L.
- Tubos de ensayo.
- Varilla de vidrio.
- Vaso de precipitado de 50 – 500 mL.
- Pisceta
- Probetas con capacidad de 10, 50 y 100 mL
- Matraz erlemeyer de 50 - 250 mL
- Botellas de vidrio de 250 mL y 1 L
- Olla de acero inoxidable
- Baldes de plástico de 2 L
- Cubetas de cuarzo de 10 mm de espesor.

### 3.3.3. **Insumos.**

- Aguaymanto
- Tomate de árbol
- Piña
- Azúcar blanca
- CMC (Carboximetil celulosa)
- Sorbato de potasio
- Ácido cítrico
- Agua potable y agua destilada

### 3.3.4. **Reactivos.**

- 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH)
- Ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametil-cromano-2-carboxílico (Trolox)
- Metanol
- Ácido ascórbico
- Diclorofenolindofenol
- Ácido oxálico
- Fenolftaleína al 1%

- Hidróxido de sodio al 6%

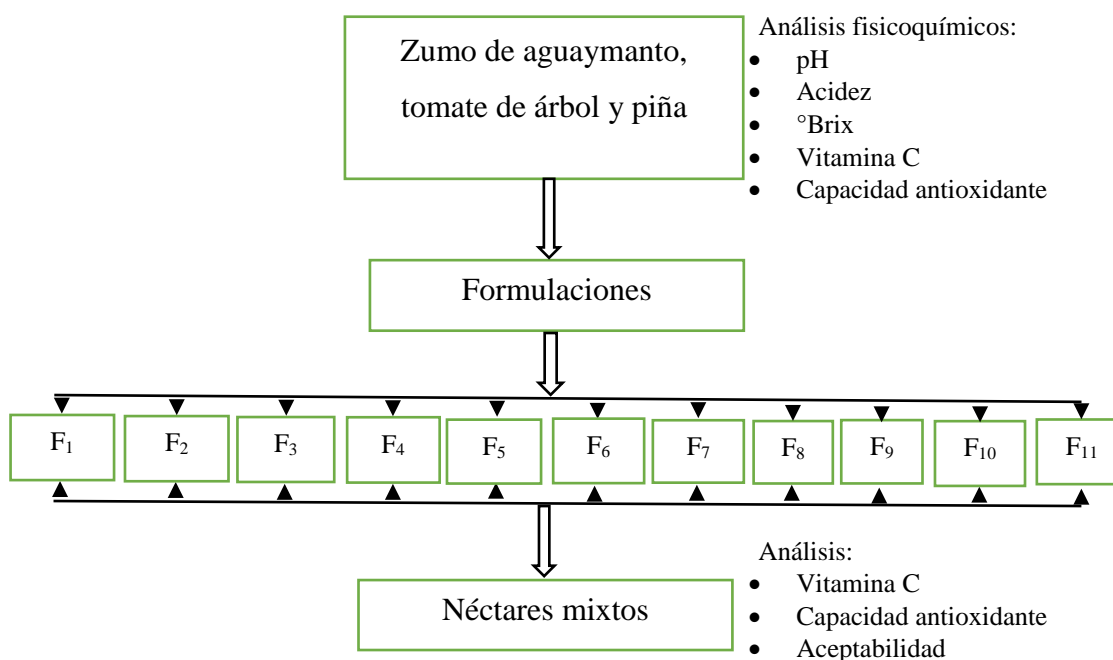
### 3.4. Metodología de la investigación.

#### 3.4.1. Esquema experimental.

El esquema se presenta en la Figura 5, este estudio fue realizado en tres fases. En la primera etapa se caracterizó el zumo aguaymanto, tomate de árbol y piña. En una segunda etapa se elaboraron las formulaciones para obtener el néctar mixto, teniendo en cuenta el diseño DMSCA (Diseño de Mezclas Simplex Centroide Aumentado). En la tercera etapa, se evaluó la concentración de ascórbico o vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad del néctar mixto.

**Figura 5**

Esquema experimental del trabajo de investigación.



Dónde:

**F1:** 100% zumo aguaymanto, 0% zumo tomate de árbol, 0% zumo de piña.

**F2:** 0% zumo aguaymanto, 100% zumo tomate de árbol, 0% zumo de piña.

**F3:** 0% zumo aguaymanto, 0% zumo tomate de árbol, 100% zumo de piña.

**F4:** 50% zumo aguaymanto, 50% zumo tomate de árbol, 0% zumo de piña.

**F5:** 0% zumo aguaymanto, 50% zumo tomate de árbol, 50% zumo de piña.

**F6:** 50% zumo aguaymanto, 0% zumo tomate de árbol, 50% zumo de piña.

**F7:** 33,33% zumo aguaymanto, 33,33% zumo tomate de árbol, 33,33% zumo piña.

**F8:** 66,66% zumo aguaymanto, 16,66% zumo tomate de árbol, 16,16% zumo piña.

**F9:** 16,66% zumo aguaymanto, 66,66% zumo tomate de árbol, 16,66% zumo piña.

**F10:** 16,66% zumo aguaymanto, 16,66% zumo de tomate árbol, 66,66% zumo piña.

**F11:** 33,33% zumo aguaymanto, 33,33% zumo tomate de árbol, 33,33% zumo piña.

#### 3.4.2. **FASE I: Análisis de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima.**

Los análisis se realizaron utilizando 10 unidades de aguaymanto, 5 unidades de tomate de árbol y 3 unidades de piña tomadas al azar.

##### **A. Método de análisis físico-químicos.**

- **Análisis de acidez** (% de ácido cítrico): Se realizó la titulación visual con NaOH 0,1 N. Con el método AOAC 942.15 (2005).
- **Medición de pH:** Se tomó la medida directa mediante el uso del potenciómetro y medida directa. Con el método 981.12 AOAC (2005).
- **Sólidos solubles (°Brix):** Se midieron utilizando un refractómetro. Con el método AOAC 932.12 (2005).
- **Vitamina C y Capacidad antioxidante:** ver apartado 3.4.4

#### 3.4.3. **FASE II: Descripción de la elaboración del néctar.**

Para la elaboración del néctar se utilizó la secuencia del flujo de operaciones (Figura 6) de la siguiente manera:

##### **A. Descripción del proceso de zumo de aguaymanto.**

- **Selección:** En esta operación se seleccionaron solo los frutos maduros, sin magulladuras para obtener un buen producto final.
- **Extracción del capuchón:** Se realizó manualmente, para despojar el capuchón que recubre a la baya.
- **Pesado:** Se realizó en una balanza electrónica. Fue importante para hallar el rendimiento del aguaymanto.
- **Lavado y desinfectado:** Se realizó de forma manual, con agua potable corriente para eliminar materias extrañas adheridas en la superficie de la fruta. Luego, se desinfectó con hipoclorito de sodio al 2 %. Inmediatamente se realizó el enjuague con agua limpia.
- **Pulpeado:** En esta etapa se utilizó una licuadora industrial, eliminando las semillas y las cáscaras. Inmediatamente se procedió a medir los grados °Brix, pH, acidez, vitamina C, capacidad antioxidante. Luego del pulpeado se filtró en una tela organza para obtener un zumo de tamaño suficiente.

#### B. Descripción del proceso de zumo de tomate de árbol.

- **Selección:** Se utilizaron sólo frutas frescas, sin magulladuras y sin signos de deterioro.
- **Pesado:** En esta etapa se utilizó una balanza electrónica, con el fin de hallar el rendimiento del tomate de árbol.
- **Lavado y desinfectado:** Se lavó con agua corriente, utilizando el desinfectante al 2% hipoclorito de sodio.
- **Escaldado:** Los frutos con un pequeño corte en cruz, fueron sometidos en agua caliente a una temperatura de 73 °C durante 9 min, sin romper la cáscara para que se puedan eliminar los compuestos fenólicos responsables de su sabor amargo.
- **Pelado:** Después de la precocción se retiró la cáscara con facilidad, con un cuchillo de acero inoxidable en una mesa de trabajo previamente limpiada y esterilizada.
- **Pulpeado:** La pulpa se extrajo sin semillas, con la ayuda de una licuadora. Inmediatamente se procedió a medir los grados °Brix, pH, acidez, vitamina C, capacidad antioxidante.

- **Refinado:** Luego del pulpeado se filtró con una tela organza, con la finalidad de obtener la pulpa con partículas de tamaño más homogéneo.

#### C. **Procesamiento del zumo de piña.**

- **Selección:** La piña presentó un estado de madurez, sin la presencia de deterioro, se realizó el control mediante la vista y el olfato.
- **Pesado:** Se utilizó una balanza electrónica, esta etapa ayuda a hallar el rendimiento de la piña.
- **Lavado y desinfección:** En este proceso se lavó la piña con agua corriente, utilizando hipoclorito de sodio al 2% para eliminar microorganismos presentes en la cáscara.
- **Pelado:** Se retiró la cáscara y el corazón manualmente con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable.
- **Pulpeado:** Este proceso consistió en obtener el zumo pulposo, de tamaño adecuado, se utilizó una licuadora industrial. Inmediatamente se procedió a medir los grados °Brix, pH, acidez, vitamina C, capacidad antioxidante.
- **Refinado:** Esta operación se utilizó una tela organza, para darle una textura más fina al producto final.

#### D. **Homogenización 1**

En este proceso se separó los zumos de las frutas siguiendo la secuencia de las proporciones descritas en la Tabla 10 (Figura 5). Se obtuvieron 11 formulaciones: F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> corresponden a las formulaciones unitarias, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>6</sub> corresponden a las formulaciones binarias y F<sub>7</sub>, F<sub>8</sub>, F<sub>9</sub>, F<sub>10</sub>, F<sub>11</sub> corresponde a las formulaciones terciarias.

#### E. **Formulación.**

En este proceso también llamado estandarización, intervinieron otros parámetros en las combinaciones de zumos:

- Para la dilución del zumo con agua fue de 1:3, que significa una parte de zumo y tres de agua, para todas las formulaciones.
- **Adición del ácido cítrico:** se reguló el pH inferior a 3,5-4,5.
- **Adición de azúcar blanca:** se reguló hasta obtener un néctar mixto con 13 °Brix.



- **Adición de estabilizante:** Se agregó 0,005-0,07% de carboximetilcelulosa (CMC) para cada tratamiento. El CMC se mezcló con azúcar y se agregó al néctar antes que llegue a la temperatura de ebullición.

**F. Homogenización 2:**

Este proceso consistió en uniformizar las formulaciones de los tres zumos juntos con los ingredientes en forma homogénea para facilitar la disolución completa de grumos y otras partículas; Cada formulación se procesó por separado durante 5 min hasta lograr una buena homogenización.

**G. Pasteurización:**

Los néctares fueron colocados en una olla de acero inoxidable. Luego, fueron sometidos a calentamiento durante 10 a 20 min hasta que el producto alcanzó una temperatura de 85 °C. Se realizó con la finalidad de inactivar posibles microorganismos presentes en el néctar.

**H. Envasado:**

El envasado se realizó en botellas de vidrio con una capacidad de 250 mL y 1 L. El contenido de la botella se llenó hasta el tope, para evitar la formación de espuma, dejando un espacio vacío dentro del envase. De inmediato, la tapa tipo rosca se colocó manualmente.

**I. Enfriado:**

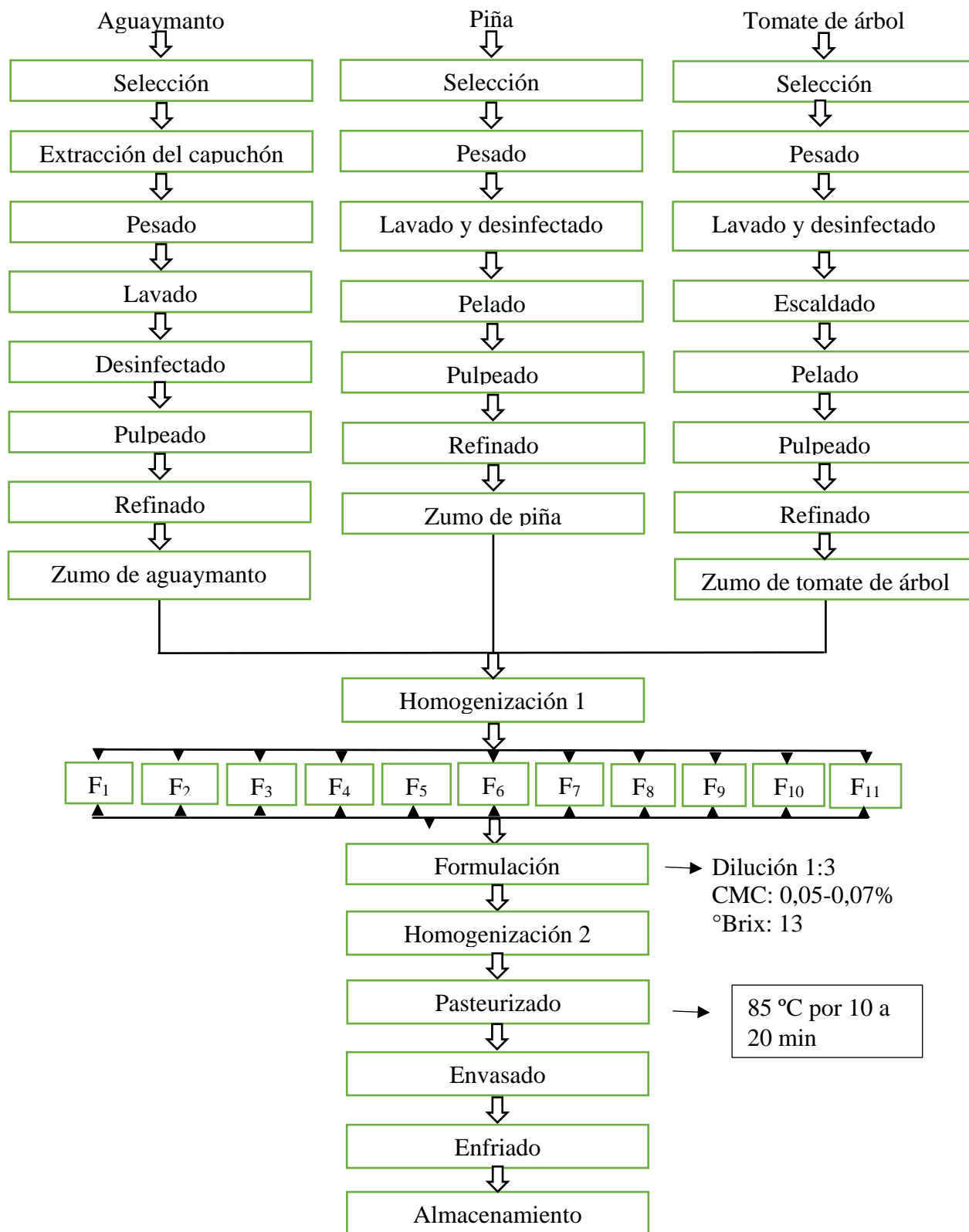
Los néctares mixtos envasados, fueron enfriados rápidamente, lo que garantiza un vacío dentro de la botella para conservar su calidad.

**J. Almacenado:**

Los néctares se mantuvieron en refrigeración a una temperatura de 4 °C, un lugar adecuado para su conservación y posterior análisis.

Figura 6

Diagrama de flujo que describe la preparación del néctar mixto.



### 3.4.4. FASE III: Evaluación del contenido de vitamina C, capacidad antioxidante, y aceptabilidad del néctar mixto.

#### A. Determinación de vitamina C.

La metodología para determinar vitamina C fue adaptada de Nielsen (2017), mediante la titulación volumétrica. Se combinaron 0,5 mL de muestras (frutos diluidos o néctar mixto) y 5 mL de ácido oxálico al 2%. Y luego, se mezclaron bien utilizando un matraz de 50 mL. Seguidamente, se tituló con una solución de 2,6-diclorofenolindofenol hasta una coloración ligeramente rosada. Se anotó el gasto de la titulación. Adicionalmente, como estándar se utilizó 0,5 mL de ácido ascórbico (1 mg/mL) y se adicionó 5 mL de ácido oxálico al 2% se mezclaron bien en un matraz de 150 mL, y se tituló con una solución de 2,6-diclorofenolindofenol hasta una coloración ligeramente rosada. Se anotó el gasto de la titulación. Luego, se realizó el mismo procedimiento para titular una solución 5,5 mL de ácido oxálico al 2%, se anotó el gasto y se utilizó como blanco. El cálculo de ácido ascórbico/g muestra se basa en la concentración y gasto de titulación del estándar.

#### Preparación de soluciones.

- ✓ **Solución estándar de ácido ascórbico.** Se pesó con precisión aproximadamente 50 mg de ácido ascórbico (balanza analítica). Se registró este peso. Luego, se colocó en un matraz volumétrico 50 mL. El volumen se diluyó inmediatamente antes de usar con ácido oxálico al 2%.
- ✓ **Solución de 2,6 dicloroindofenol.** Se pesó y se disolvió 42 mg de sodio bicarbonato (o carbonato de sodio), y luego se agregó y disolvió 50 mg de sal sódica de 2,6-dicloroindofenol. La dilución de la mezcla a 200 mL se realizó con agua destilada. Luego, se pasó a través de papel de filtro a una botella de color ámbar. Se cerró el frasco con tapa y tapón, y se dejó en refrigeración hasta su posterior uso.
- ✓ **Solución de ácido oxálico al 2%.** Aproximadamente 4 g de ácido oxálico fue pesado en una balanza previamente calibrada, luego, se añadió a una fiola de 200 mL y la solución diluida se aforó con agua destilada.

- **Cálculos del contenido de ácido ascórbico.**

Calcular el equivalente:

$$\text{Titulo} = F = \frac{\text{mg de ácido ascórbico}}{A - B}$$

F = mg de ácido ascórbico equivalente a 1,0 mL de solución estándar de 2,6 diclorofenolindofenol.

A = mL promedio de solución de 2,6 diclorofenolindofenol gastados en la titulación del ácido ascórbico.

B = mL promedio de solución 2,6 diclorofenolindofenol gastados en la titulación del blanco.

**Expresión de resultados:**

$$\text{mg de ácido ascórbico} / \text{g, mL} = (X - B) \times \frac{F}{E} \times \frac{V}{Y} \times 100$$

X = mL promedio de disolución de 2,6-diclorofenolindofenol gastado en la titulación de la disolución de la muestra.

B = Volumen constituido por el blanco (mL).

F = mg Ácido Ascórbico /mL 2,6-DCFIF

E = mL ensayados (0,5 mL)

V = Volumen inicial (5,5 mL)

Y = Volumen de alícuota (5,5 mL)

**B. Evaluación de la capacidad antioxidante del néctar mixto.**

La capacidad antioxidante se determinó mediante el método de DPPH que fue adaptado de Gonzales-Torre *et al.* (2020). Consiste en una disminución de la absorbancia a 515 nm en la medida de captación radical de la muestra y los resultados se expresaron en  $\mu\text{mol Trolox/mL}$ , el procedimiento es el siguiente:

- **Preparación del DPPH solución madre.**

Se pesó 2,4 mg de solución metabólica DPPH en una fiola aforada (50 mL) previamente tarada, se mezcló en 5 mL de metanol al 80%, se agitó hasta diluir por completo, y se agregaron 95 mL de metanol al 80%. La fiola se cubrió con papel de aluminio para protegerlo de la luz.

- **Solución trolox:** se preparó una solución a partir de 5 mg de Trolox y 100 mL de agua destilada. La fiola se cubrió con papel de aluminio para protegerlo de la luz.
- Se utilizó 200  $\mu$ L de cada solución y se adicionó 3,80 mL de solución DPPH y finalmente se dejó en un lugar oscuro por 30 min. La absorbancia se midió a 515 nm.

### C. Evaluación de la aceptabilidad del néctar mixto.

La evaluación de la aceptabilidad de los néctares mixtos se evaluó mediante el análisis sensorial. La característica sensorial evaluada fue el sabor. Fue realizada por 80 consumidores habituales de néctar (panelistas no entrenados); se repartió 100 mL de néctar de cada formulación a cada panelista y agua para neutralizar el paladar. Se evaluaron 11 formulaciones mediante la metodología de la escala hedónica de 9 puntos de me disgusta extremadamente (1) a me gusta extremadamente (9) (Ramos *et al.*, 2021).

#### 3.4.5. Diseño de la investigación.

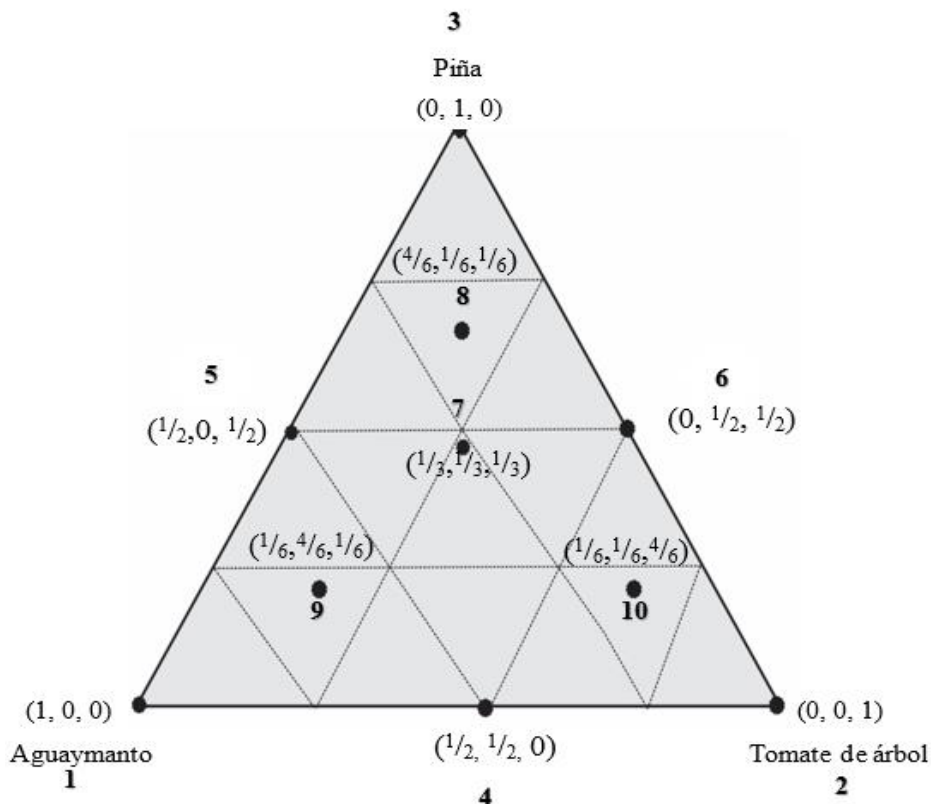
Las formulaciones estuvieron compuestas de proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña (Figura 5). Se utilizó Diseño DMSCA (Diseño de Mezclas Simplex Centroides Aumentado). El DMCA corresponde a un triángulo que representa todo el universo de posibilidades de formulaciones, es, decir la suma de las proporciones de los zumos que componen la formulación, tanto si está compuesta por uno, dos, tres zumos, debe ser siempre igual a 1% ó 100% (Cornell, 2002).

Se tiene tres vértices, los valores 1, 2 y 3 cada uno representa una combinación unitaria, que sumadas deben dar el 100% de un componente; tres puntos axiales (4, 5 y 6) representan combinaciones binarias de 50% de cada par de componentes; y un punto central, 7 representa cantidades iguales de cada componente. Además, existen tres puntos experimentales internos, 8, 9, 10 representan el 66,7% de un componente y el 16,7% de cada uno de los otros dos componentes. Estos puntos internos no son esenciales pero ayudan a analizar el comportamiento de la variable y evaluar la capacidad del modelo en el ajuste de datos (Apaza, 2018).

Con este diseño, se obtuvieron 11 formulaciones (Figura 7). Se evaluó el contenido de Vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad.

**Figura 7**

Sistema trilineal para formulaciones de aguaymanto, piña y tomate de árbol.



### 3.5. Análisis estadístico.

Datos experimentales de las características físico-químicas de los zumos se verificó si cumplían la distribución de normalidad e igualdad de varianzas mediante la prueba de Ryan-Joiner y de Levene respectivamente. Si cumplían estos requisitos (si no cumplían se realizó una transformación de datos y nuevamente se aplicaron las pruebas de Ryan-Joiner y de Levene). Se utilizó el Análisis de Varianza y prueba de comparaciones de medias múltiples de Tukey. Estas pruebas se realizaron utilizando el Software Minitab 17.0. El análisis de regresión, análisis de varianza de las variables de estudio del diseño de Mezclas Simplex Centroide ampliado se realizó mediante el software Statistica versión 10.0.

## CAPÍTULO IV.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1. Caracterización del zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña.

En la Tabla 10 se muestran los principales resultados de las propiedades físico-químicas de los zumos naturales de frutas.

**Tabla 10**

*Caracterización físico-química de zumos naturales de aguaymanto, tomate de árbol y piña.*

Muestra	°Brix	Acidez	pH	mg de Vitamina C/ g base seca	Capacidad antioxidante (μmol Trolox/ g base seca)
<b>Aguaymanto</b>	14,67±0,58 <sup>a</sup>	1,48±0,40a	3,36±0,02c	2,46±0,06a	10,44±0,11a
<b>Tomate de árbol</b>	10,33±0,29b	1,40±0,42a	3,60±0,01a	1,98±0,03b	24,20±0,15b
<b>Piña</b>	10,67±0,29b	1,38±0,38a	3,45±0,01b	1,39±0,01c	5,94±0,06c

*Nota.* Diferentes letras en la misma línea indican diferencia significativa (valor  $p < 0,05$ )

Los frutos de aguaymanto presentaron el mayor °Brix (14,67) en comparación con los frutos piña (10,67) y tomate de árbol (10,33). En estudios realizados anteriormente reportaron valores de 17 °Brix para frutos de aguaymanto (Falcón *et al.*, 2019); 11,09 °Brix para frutos de tomate de árbol (Rojas *et al.*, 2019) y 10,8 °Brix para zumo de piña (Cubas *et al.*, 2016). Existe una variación en el °Brix y esta variación puede ser debido a la variedad de fruta y estado de madurez, de la misma manera está asociado al contenido de azúcares simples y ácidos orgánicos (Figás *et al.*, 2015).

Los frutos de aguaymanto presentaron altos valores de acidez (1,48%) y bajos de pH (3,36) en comparación con tomate de árbol (1,40% de acidez y pH de 3,60) y piña (0,38% de acidez

y pH de 3,45). En un estudio similar, los autores obtuvieron valores de 1,67% de acidez y pH de 3,61 para el tomate de árbol (Rojas *et al.*, 2019). Así mismo, se ha reportado un porcentaje de acidez de 1,59% y un pH de 3,38 para frutos de piña (Cubas *et al.*, 2016). Además, similares resultados de acidez (1,8%) y pH (3,8) fueron reportados en frutos de aguaymanto (Falcón *et al.*, 2019). La acidez es uno de los criterios clave para determinar el índice de madurez y la acidez normalmente oscila entre 0,08 y 1,95 (Alam *et al.*, 2019). Los análisis de acidez obtenidos entre los frutos de aguaymanto, tomate de árbol y piña se encuentran dentro de este rango y son cercanos a los reportados por los estudios mencionados, esta misma tendencia fue observada en el pH.

Los frutos de aguaymanto presentaron altos valores de vitamina C (2,46 mg/g b.s) al compararlo con el tomate de árbol (1,98 mg/g b.s) y piña (1,39 mg/g de materia seca). En otros estudios realizados en frutas tradicionales reportaron valores de vitamina C 1,31 mg/g b.s. para el aguaymanto (Málaga *et al.*, 2013); 0,13 mg/g de vitamina C para la piña (Almeida *et al.*, 2011); 0,29 mg/g de vitamina C para el tomate de árbol. Asimismo, se han reportado valores de vitamina C de 0,43 mg/g en frutos de naranja (Obasi, 2017) y 0,22 mg/g en frutos de manzana (Okokon, 2018). Existe una variación en la estabilidad en vitamina C, las diferencias pueden explicarse por la sensibilidad de la luz, al calor y presencia de oxígeno del aire (Muhammad *et al.*, 2017).

Los frutos de tomate de árbol presentaron altos valores de capacidad antioxidante (24,20  $\mu\text{mol Trolox/g}$  b.s.) en comparación con el aguaymanto (10,44  $\mu\text{mol Trolox/g}$  de materia seca) y la piña (5,94  $\mu\text{mol Trolox/g}$  de materia seca). En estudios realizados anteriormente reportaron valores de 0,35  $\mu\text{mol Trolox/g}$  en aguaymanto (Falcón *et al.*, 2019); 1,33  $\mu\text{mol Trolox/g}$  en piña (Almeida *et al.*, 2011) y 3,31  $\mu\text{mol Trolox/g}$  para fruto de tomate de árbol (Rojas *et al.*, 2017). Existe variación en la capacidad antioxidante y esta variación puede ser en función del cultivar, la variedad de la fruta, el lugar de cultivo, los factores ambientales, la nutrición de la planta, la madurez, el momento de la cosecha, al igual que los ambientes de almacenamiento o los métodos de procesamiento (Skrovankova *et al.*, 2015).



4.2. **Contenido de vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad evaluado para las formulaciones del néctar mixto.**

En la Tabla 11 se muestran los resultados del contenido de vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad del néctar mixto obtenido a partir de zumos de frutas.

**Tabla 11**

*Contenido de Vitamina C, Capacidad antioxidante y aceptabilidad del néctar para cada tratamiento.*

Formulación	Variables independientes			Variables de respuesta		
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Vitamina C (mg/mL néctar)	Capacidad antioxidante (µmol Trolox/mL)	Aceptabilidad
F1	100	0	0	5,72 ± 0,29	1,06 ± 0,00	7,15 ± 0,77
F2	0	100	0	5,44 ± 0,12	1,01 ± 0,01	7,98 ± 0,66
F3	0	0	100	4,77 ± 0,12	0,97 ± 0,02	7,18 ± 0,64
F4	50	50	0	5,89 ± 0,21	1,16 ± 0,02	7,78 ± 0,70
F5	50	0	50	6,15 ± 0,18	1,41 ± 0,04	7,90 ± 0,67
F6	0	50	50	6,88 ± 0,20	1,09 ± 0,03	7,68 ± 0,76
F7	33,33	33,33	33,33	7,11 ± 0,20	1,24 ± 0,03	8,05 ± 0,75
F8	66,67	16,67	16,67	6,64 ± 0,13	1,30 ± 0,03	7,73 ± 0,60
F9	16,67	66,67	16,67	6,26 ± 0,26	1,00 ± 0,02	8,18 ± 0,64
F10	16,67	16,67	66,67	6,51 ± 0,08	1,16 ± 0,03	7,83 ± 0,78
F11	33,33	33,33	33,33	7,26 ± 0,21	1,27 ± 0,01	7,97 ± 0,54

*Nota.* X<sub>1</sub>: Proporción de zumo aguaymanto; X<sub>2</sub>: Proporción de zumo de tomate de árbol; X<sub>3</sub>: Proporción de zumo de piña.

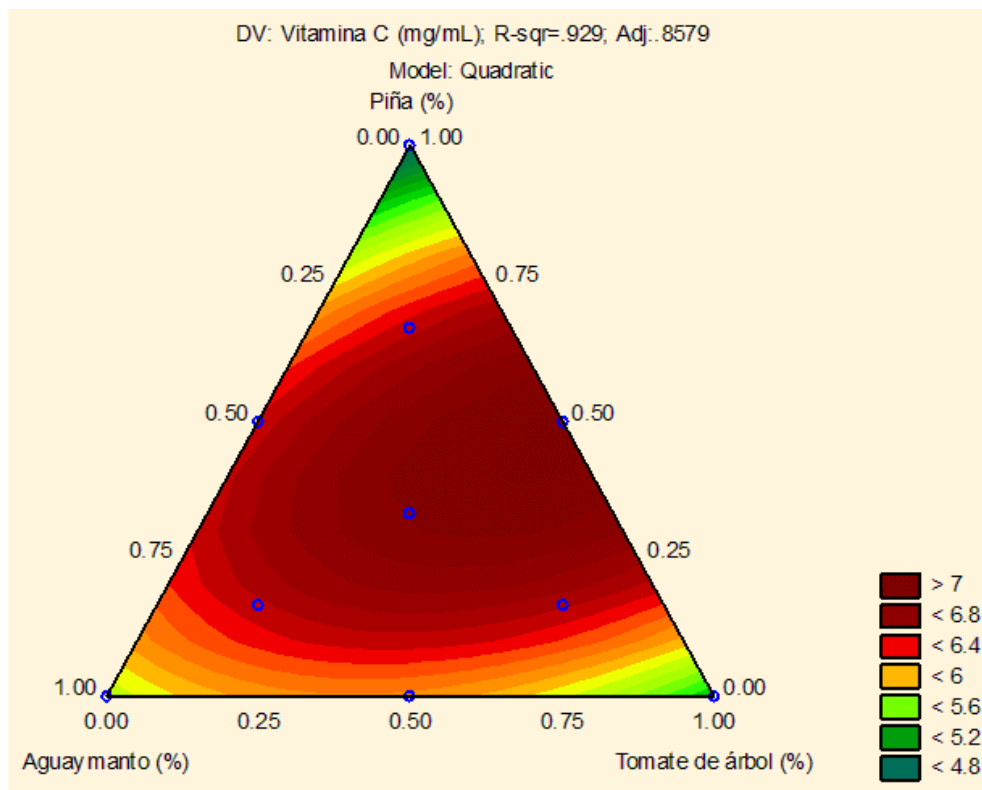
#### 4.2.1. Evaluación del contenido vitamina C del néctar mixto.

Los resultados obtenidos para vitamina C de las mezclas de néctar mixto, se muestran en la Tabla 11. Los valores variaron entre 4,77 y 7,26 mg/mL, siendo la formulación 3 formada solo por zumo de piña con menor contenido, mientras que la formulación ternaria 11 con proporciones iguales de los zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña (33,33%; 33,33% y 33,33%) presentó mayor concentración de vitamina C. Este mismo comportamiento se muestra en las Figuras 8 y 9, gráficos de contorno y de superficie de respuesta, respectivamente.

En el gráfico de contorno (Figura 8) del contenido de vitamina C de las mezclas de néctar mixto generados utilizando el modelo cuadrático, dónde se observa una zona de color rojo que indica la zona de valores más altos de la variable de respuesta vitamina C que representa a la formulación de los tres zumos (aguaymanto-tomate de árbol-piña). Zulueta *et al.* (2007) analizaron bebidas a partir de mezclas de varios zumos de frutas (naranja, mango, piña, fresa, plátano, melocotón, manzana, limón, papaya, guayaba y lima) y leche desnatada, reportaron valores entre 0,093 y 0,54 mg/mL. Asimismo, Devolli *et al.* (2019) obtuvieron valores entre 0,053 y 0,40 mg/mL de vitamina C para néctares de frutas comerciales (manzana, naranja, cereza y arándano). Estos resultados son diferentes a los encontrados en este estudio, debido probablemente a las diferentes materias primas utilizadas, condiciones de preparación de las formulaciones de zumos, diluciones y posibles interacciones entre los componentes antioxidantes que permitieron mantener estable la vitamina C (Pinto *et al.*, 2022). Así mismo, la interacción de los componentes depende de la proporción, las altas proporciones de los zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña aumentan considerablemente el contenido de vitamina C de la mezcla (Muhammad *et al.*, 2017).

**Figura 8**

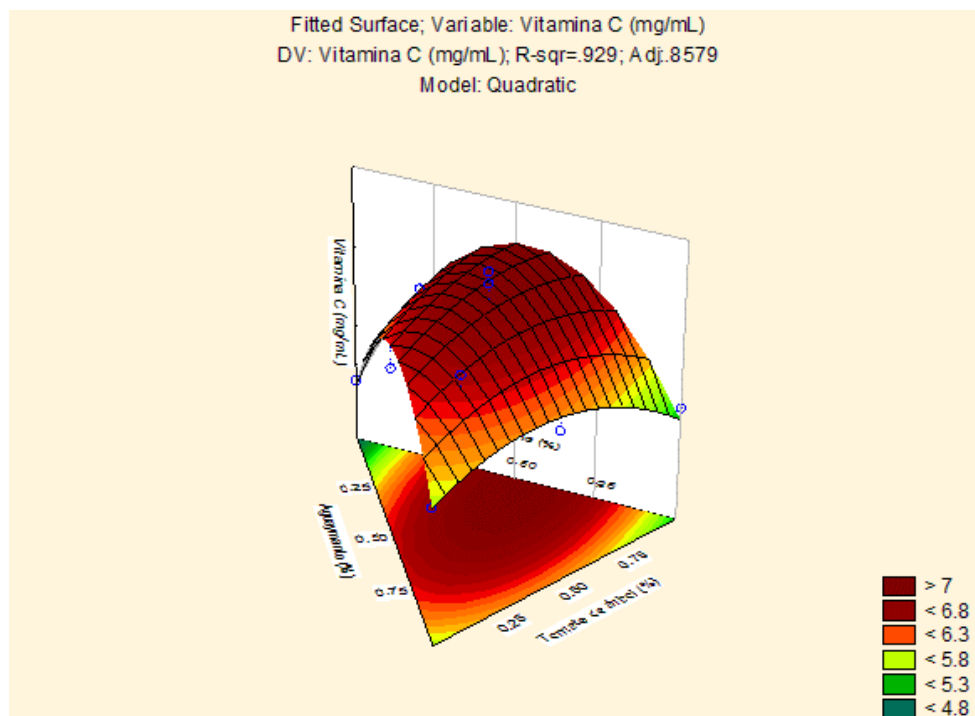
Superficie de contorno (modelo cuadrático) de las formulaciones de zumos para el contenido de vitamina C.



Por otro lado, en la presentación de superficie de respuesta (Figura 9) del contenido de vitamina C de las mezclas de néctar mixto generados utilizando el modelo cuadrático, dónde se observa una zona de color rojo que indica la zona de valores más altos de la variable de respuesta vitamina C que representa a la formulación de zumos de tres zumos de frutas (aguaymanto-tomate de árbol-piña).

**Figura 9**

Representación gráfica de la superficie de respuesta del contenido de vitamina C.



Por otro lado, la Tabla 12 muestra el modelado del análisis de varianza para los resultados obtenidos de vitamina C del néctar mixto.

**Tabla 12**

*Análisis de varianza de los modelos de regresión generados para vitamina C en función al porcentaje (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña).*

Modelo	SS	GL	CM	SS Error	GL Error	CM Error	F	p	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Lineal	0,099	2	0,049	5,529	8	0,691	0,072	0,931	0,018	0,000
Cuadrático	5,130	3	1,710	0,399	5	0,079	21,379	0,003	0,929	0,858
Cúbico	0,243	1	0,243	0,157	4	0,039	6,175	0,068	0,972	0,930
Ajuste										
Total	5,629	10	0,563							

El modelo de regresión cuadrático fue significativo ( $p < 0,05$ ) para la variable de respuesta vitamina C y el modelo lineal y cúbico no fueron significativos, así mismo, se utilizó el modelo lineal, cuadrático y cúbico para el ajuste respectivo de los datos, el modelo que presentó el mayor coeficiente de determinación ajustado fue el modelo cuadrático ( $R^2 > 0,93$  y  $R^2$  ajustado  $> 0,86$ ). De modo que, el modelo cuadrático fue seleccionado para evaluar y optimizar las formulaciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña con respecto al contenido de vitamina C. Usualmente, los modelos con un  $R^2$  mayor a 0,80 permiten predecir la respuesta con amplia variedad de proporciones de la mezcla, se cumple cuando la suma de los componentes es 100% (Cárdenas *et al.*, 2013). Se muestra la ecuación polinómica generada por el modelo cuadrático:

$$\text{Vitamina C (mg/mL)} = 5,76A + 5,34B + 4,77C + 1,16AB + 3,74AC + 6,92BC + 13,95ABC$$

Donde A, B y C son los porcentajes de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña.

En la Tabla 13 se encuentran los coeficientes de regresión cuadrática para los valores de vitamina C del néctar mixto.

**Tabla 13**

*Coefficientes de regresión para vitamina C en un modelo cuadrático.*

<b>Factor</b>	<b>Coefficiente Estimado</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>p</b>
(A)Aguaymanto (%)	5,77	0,19	0,00
(B)Tomate de árbol (%)	5,34	0,19	0,00
(C) Piña (%)	4,78	0,19	0,00
AB	1,16	0,96	0,29
AC	3,75	0,96	0,02
BC	6,92	0,96	0,00
ABC	13,95	5,62	0,07

Por otro lado, el efecto significativo de los coeficientes del modelo cuadrático ( $p < 0,05$ ) del contenido de vitamina C de la formulación individual de cada componente (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña), de la formulación binaria de los componentes

(aguaymanto-piña y tomate de árbol-piña) y de la formulación ternaria (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña). Sin embargo, no se mostró efecto significativo en el coeficiente de la formulación binaria (aguaymanto-tomate de árbol). Los resultados indican que las altas proporciones de zumo de piña aumentaron significativamente en contenido de vitamina C. La interacción de los zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña influyó considerablemente en la variable de respuesta vitamina C de la formulación y dependía de la proporción.

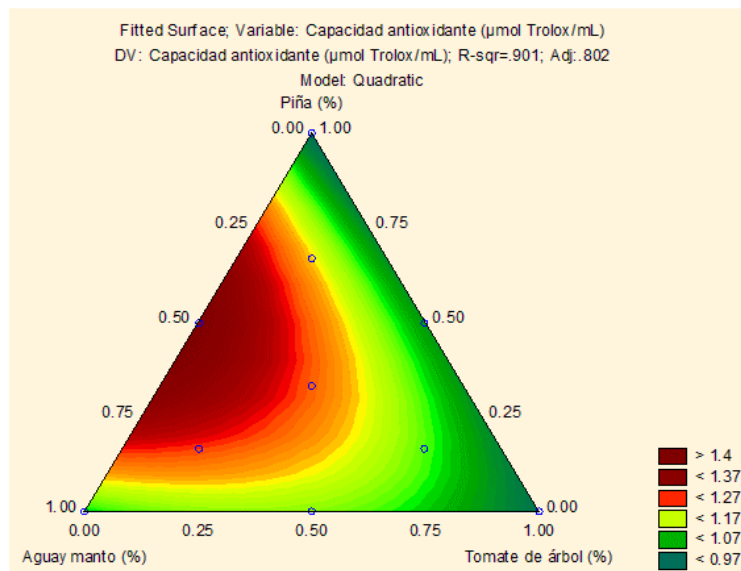
#### 4.2.2. Evaluación de la capacidad antioxidante del néctar mixto.

Los resultados obtenidos para la capacidad antioxidante de las mezclas de néctar mixto, se muestran en la Tabla 13. Los valores variaron entre 0,97 y 1,41  $\mu\text{mol Trolox/mL}$ , siendo la formulación 3 formada solo por zumo de piña con menor contenido, seguida de la formulación 8 con proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña (66,66%, 16,66% y 16,66%), mientras que la formulación 5 formada por zumo de aguaymanto y piña (50%, 50%) con mayor capacidad de capturar el radical DPPH. Este mismo comportamiento se muestra en la Figura 10 y 11, los gráficos de contorno y superficie de respuesta.

El gráfico de contorno (Figura 10) de la capacidad antioxidante de las mezclas de néctar mixto generados utilizando el modelo cuadrático, donde se observa una zona de color rojo que indica la zona de valores más altos de la variable de respuesta capacidad antioxidante que representa a la formulación de zumos de aguaymanto y piña. Estudios previos señalan que las bebidas elaboradas a partir de combinaciones de extracto de chufa, moringa y jengibre, así como combinaciones de zumos de piña, zanahoria, naranja tienen mayor capacidad antioxidante (Badejo, 2015); (Ogundele *et al.*, 2016). La alta capacidad antioxidante del néctar con formulaciones binarias de aguaymanto y piña podría deberse a la alta concentración de antioxidantes en la fruta de aguaymanto (2,46 mg de vitamina C/g). El aumento de la capacidad antioxidante de los néctares que contienen zumos de frutas podría deberse a un efecto combinado y sinérgico de los compuestos presentes, vitaminas, carotenoides, compuestos fenólicos, minerales, terpeno, etc. (Aniceto *et al.*, 2021).

**Figura 10**

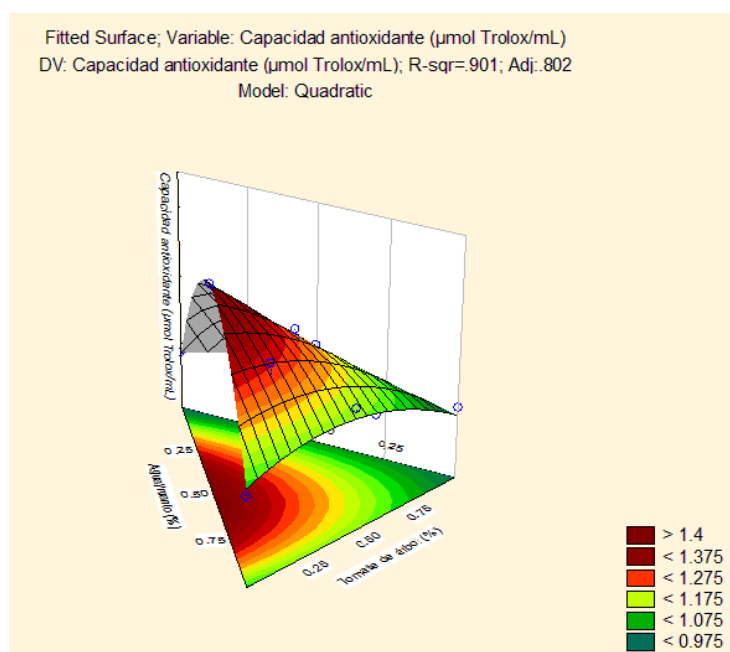
Superficie de contorno (modelo cuadrático) de las formulaciones de zumos para capacidad antioxidante.



El gráfico de superficie de respuesta de la capacidad antioxidante de las mezclas de néctar mixto se generó utilizando el modelo cuadrático, donde se observa una zona de color rojo que indica la zona de valores más altos de la variable de respuesta capacidad antioxidante que representa a la formulación de zumos de aguaymanto y piña (Figura 11).

**Figura 11**

Representación gráfica de superficie de respuesta para capacidad antioxidante.



Por otro lado, la Tabla 14 muestra el análisis de varianza para los valores de capacidad antioxidante del néctar mixto.

**Tabla 14**

*Análisis de varianza para capacidad antioxidante en función al porcentaje (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña).*

Modelo	SS	GL	CM	SS Error	GL Error	CM Error	F	p	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Lineal	0,043	2	0,021	0,152	8	0,018	1,119	0,373	0,219	0,023
Cuadrático	0,133	3	0,044	0,019	5	0,003	11,486	0,011	0,901	0,802
Cúbico	0,002	1	0,002	0,017	4	0,004	0,422	0,551	0,910	0,776
Total	0,194	10	0,019							

El modelo de regresión cuadrático fue significativo ( $p < 0,05$ ) para la variable de respuesta capacidad antioxidante y el modelo lineal y cúbico no fueron significativos, así mismo, se utilizó el modelo lineal, cuadrático y cúbico para el ajuste respectivo de los datos, el modelo que presentó el mayor coeficiente de determinación ajustado fue el modelo cuadrático ( $R^2 > 0,90$  y  $R^2$  ajustado  $> 0,80$ ). De modo que, el modelo cuadrático fue seleccionado para evaluar y optimizar las formulaciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña con respecto al contenido de capacidad antioxidante.

Se muestra la ecuación polinómica generada por el modelo cuadrático:

$$\text{Capacidad antioxidante } (\mu\text{mol Trolox/g}) = 1,08*A + 0,98*B + 0,96*C + 0,45*A*B + 1,58*A*C + 0,33*B*C - 1,21*A*B*C$$

Donde A, B y C son los porcentajes de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña, respectivamente.

En la Tabla 15 se encuentran los coeficientes de regresión cuadrática para los valores de capacidad antioxidante del néctar mixto.



**Tabla 15**

*Coefficientes de regresión para capacidad antioxidante en un modelo cuadrático.*

<b>Factor</b>	<b>Coefficiente Estimado</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>p</b>
(A)Aguaymanto (%)	1,08	0,06	0,00
(B)Tomate de árbol (%)	0,98	0,06	0,00
(C) Piña (%)	0,96	0,06	0,00
AB	0,46	0,32	0,23
AC	1,59	0,32	0,01
BC	0,34	0,32	0,35
ABC	-1,21	1,87	0,55

Por otro lado, se mostró efecto significativo de los coeficientes del modelo cuadrático ( $p < 0,05$ ) de la capacidad antioxidante de la formulación individual de cada componente (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña), y de la formulación binaria de los componentes (aguaymanto-piña) (Tabla 15). Sin embargo, no se mostró efecto significativo en el coeficiente de la formulación binaria (aguaymanto-tomate de árbol y tomate de árbol-piña) y de la formulación ternaria (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña).

#### 4.2.3. Evaluación de la aceptabilidad del néctar mixto.

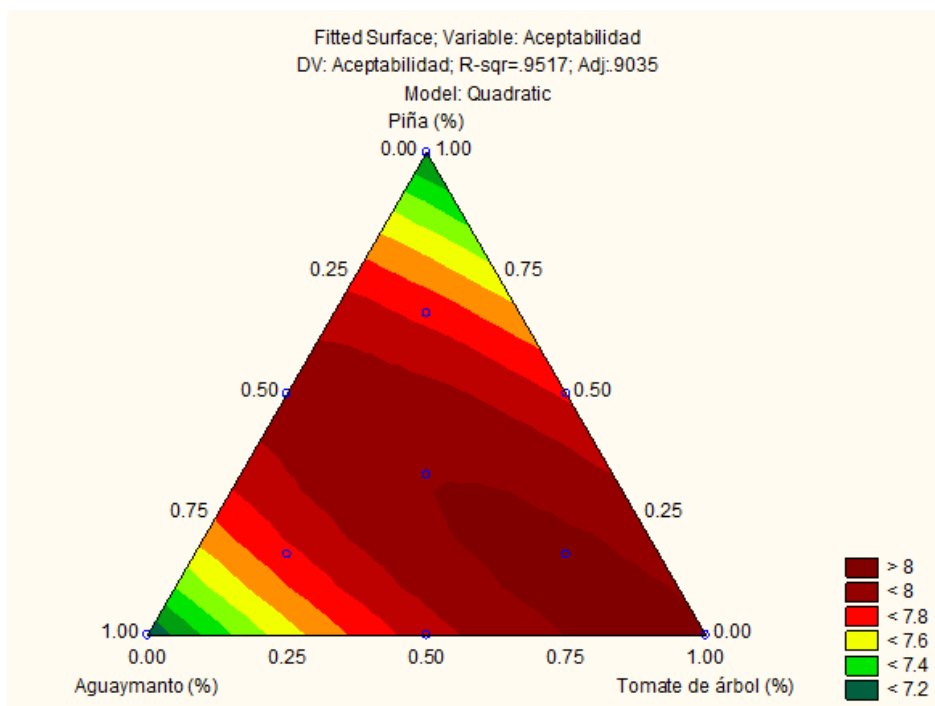
Los resultados obtenidos para aceptabilidad de las mezclas de néctar mixto se muestran en la Tabla 13, los valores variaron entre 7,15 y 8,18, siendo la formulación 9 con un 16,66% de zumo aguaymanto, 66,66% de tomate de árbol y 16,16% de piña con mayor aceptación por los panelistas. Por el contrario, la formulación 1 con un 100% de zumo aguaymanto presentó menor aceptabilidad. Este mismo comportamiento se observa en la Figura 12 y Figura 13, gráficos de contorno y de superficie de respuesta.

El gráfico de contorno de la aceptabilidad de las mezclas de néctar mixto se generó utilizando el modelo matemático, donde se observa una zona de color rojo que indica la zona de valores más altos de la variable aceptabilidad que representa a la formulación de cada componente ( zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña) (Figura 12). Las interacciones entre el aroma y la sapidez pueden afectar la clasificación de frutas basadas

en el sabor; durante la etapa madurez las frutas están constituidas por compuestos volátiles y no volátiles. El estado óptimo de madurez es uno de los criterios importantes para obtener un néctar con buenas propiedades y sin sabores extraños. La piña pudo haber influenciado en alta aceptabilidad de las formulaciones, con un nivel de acidez aceptable para el consumiéndose.

**Figura 12**

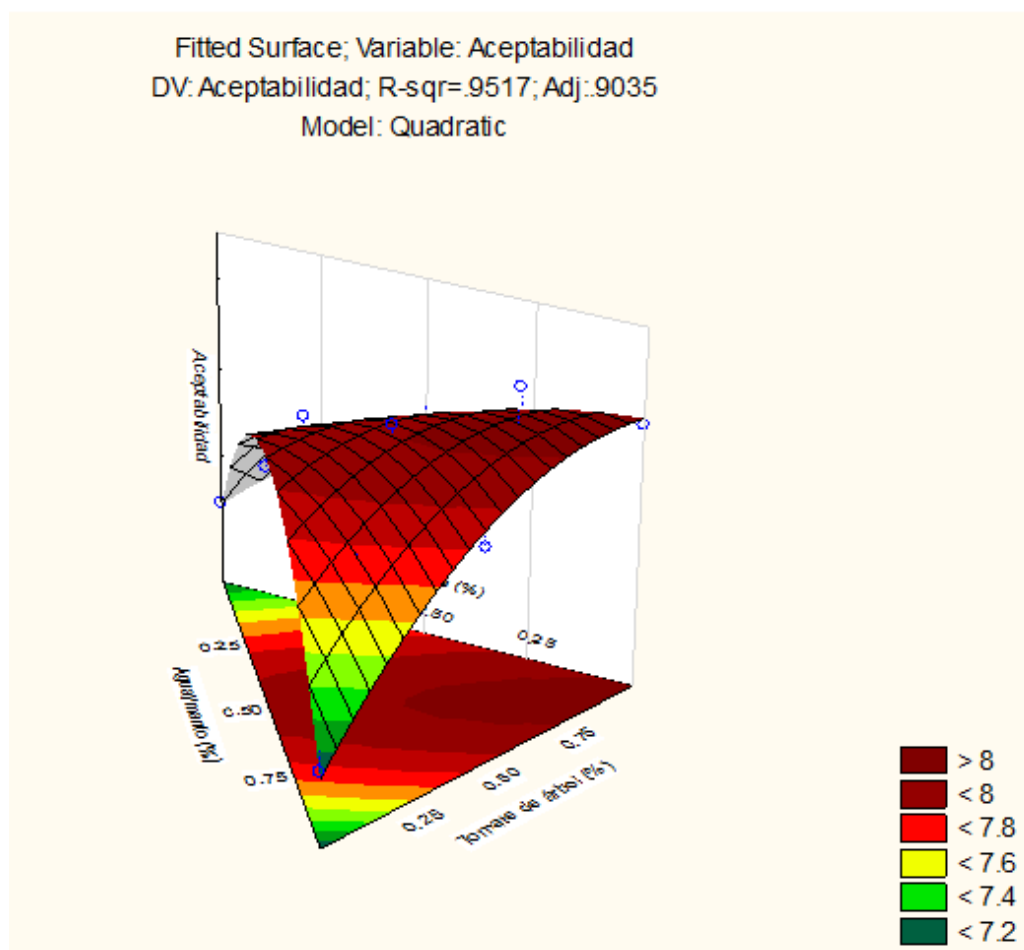
Superficie de contorno (modelo cuadrático) de las formulaciones de zumos para aceptabilidad.



En la presentación de superficie de respuesta (Figura 13) de la aceptabilidad de las mezclas de néctar mixto se generó utilizando el modelo matemático, dónde se observa una zona de color rojo que indica la zona de valores más altos de la variable aceptabilidad que representa a la formulación de cada componente (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña).

**Figura 13**

Representación gráfica de superficie de respuesta para aceptabilidad.



En la Tabla 16 se muestra, el análisis de varianza para los valores de aceptabilidad del néctar mixto.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza para aceptabilidad en función al porcentaje (zumos de aguardiente, tomate de árbol y piña).*

Modelo	SS	GL	CM	SS Error	GL Error	CM Error	F	p	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Lineal	0,385	2	0,192	0,709	8	0,089	2,172	0,176	0,352	0,189
Cuadrático	0,656	3	0,219	0,053	5	0,011	20,721	0,003	0,952	0,904
Cúbico	0,014	1	0,014	0,039	4	0,009	0,010	1,446	0,965	0,911
Total	1,093	10	0,109							

El modelo de regresión cuadrático fue significativo ( $p < 0,05$ ) para la variable aceptabilidad y el modelo lineal y cúbico no fueron significativos, así mismo, se utilizó el modelo lineal, cuadrático y cúbico para el ajuste respectivo de los datos, el modelo que presentó el mayor coeficiente de determinación ajustado fue el modelo cuadrático ( $R^2 > 0,95$  y  $R^2$  ajustado  $> 0,90$ ). De modo que, el modelo cuadrático fue seleccionado para evaluar y optimizar las formulaciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña con respecto a la aceptabilidad.

Se muestra la ecuación polinómica generada por el modelo cuadrático:

$$\text{Aceptabilidad} = 7,12*A + 8,02*B + 7,18*C + 0,89*A*B + 2,90*A*C + 0,49*B*C + 3,35*A*B*C$$

Donde A, B y C son los porcentajes de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña.

En la Tabla 17 se muestran los coeficientes de regresión cuadrática para los valores de aceptabilidad del néctar mixto.

**Tabla 17**

*Coefficientes de regresión lineal para aceptabilidad en un modelo cuadrático.*

Factor	Coefficiente Estimado	Error Estándar	p
(A)Aguaymanto (%)	7,12	0,09	0,00
(B)Tomate de árbol (%)	8,02	0,09	0,00
(C) Piña (%)	7,19	0,09	0,00
AB	0,89	0,48	0,14
AC	2,91	0,48	0,00
BC	0,49	0,48	0,36
ABC	3,35	2,79	0,29

Por otro lado, se mostró efecto significativo de los coeficientes del modelo cuadrático ( $p < 0,05$ ) de la aceptabilidad de la formulación individual de cada componente (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña), y de la formulación binaria de los componentes (aguaymanto-piña). Sin embargo, no se mostró efecto significativo en el coeficiente de la

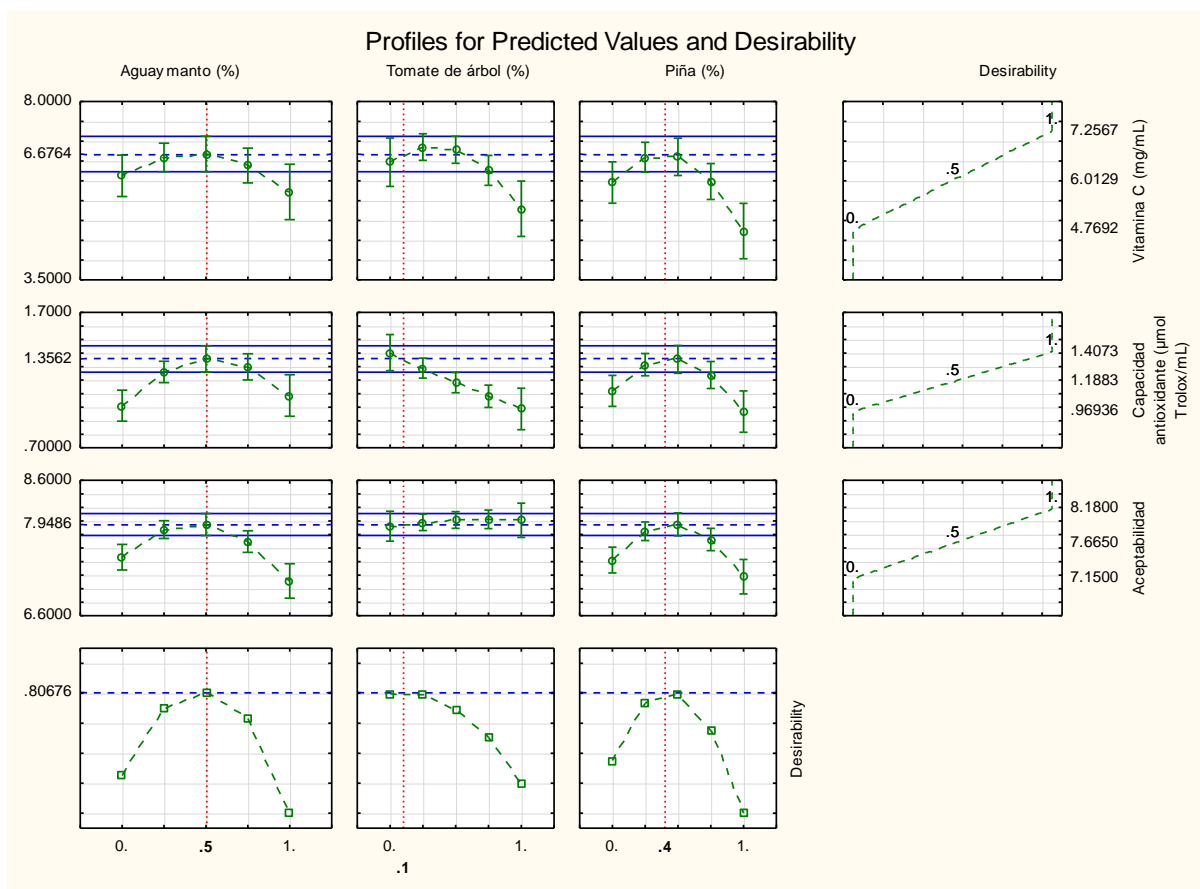
formulación binaria (aguaymanto-tomate de árbol y tomate de árbol-piña) y de la formulación ternaria (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña) (Tabla 17).

#### 4.3. Optimización de la formulación de zumos (aguaymanto, tomate de árbol y piña) en función de vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad.

En la Figura 14 se muestra la mezcla óptima de néctar mixto (formulación óptima) determinada mediante la función de deseabilidad para las variables vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad.

**Figura 14**

*Formulación óptima determinada mediante la función de deseabilidad para las variables vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad.*



Como los modelos cuadráticos de las formulaciones para vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad presentaron el mayor  $R^2$  ajustado. Estos se utilizaron para determinar los

porcentajes óptimos de la formulación de zumos, que exhibieron el mayor contenido de vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad. Mediante la función de deseabilidad (Figura 14) se determinó la formulación óptima, la cual fue elaborada con 50% de zumo de aguaymanto, 10% de zumo de tomate de árbol y 40% de zumo de piña. Esto indica que las formulaciones elaboradas con zumos de frutas (aguaymanto, tomate de árbol y de piña) presentaron el mayor contenido de vitamina C y capacidad antioxidante, además, fueron las más aceptadas por los panelistas. No obstante, cabe mencionar que cuando la optimización se realiza para cada variable (vitamina C, capacidad antioxidante y aceptabilidad), los parámetros óptimos de la formulación varían. Esto podría deberse a que la función de deseabilidad combina diferentes valores de ambas variables de respuesta para generar una formulación óptima. Por otro lado, la formulación óptima (50% de zumo de aguaymanto, 10% de zumo de tomate de árbol y 40% de zumo de piña) indica que posiblemente existe una sinergia entre los componentes del zumo de tomate de árbol (a bajos porcentajes) con los componentes (zumo aguaymanto y piña) debido a la presencia de una elevada cantidad de vitaminas que presenta una correlación importante con la alta capacidad de captura de radicales libres (Cazanevscaia *et al.*, 2020).

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Las proporciones de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña influyeron en el contenido de vitamina C, la capacidad antioxidante y la aceptabilidad del néctar mixto. Esto indica que las formulaciones binarias y ternarias de los tres zumos de frutas en comparación con los zumos puros son una buena alternativa para la industria de los néctares para diseñar formulaciones de zumos de fruta debidos a sus altas propiedades antioxidantes y beneficios para la salud.

Los frutos de aguaymanto presentaron el mayor °Brix, altos valores de acidez y bajos de pH, altos valores de vitamina C y mayor cantidad de capacidad antioxidante en comparación con los frutos de tomate de árbol y piña.

El contenido de vitamina C de las mezclas de néctar mixto estuvo entre 4,77 y 7,26 mg/mL, El modelo de regresión cuadrático fue significativo ( $p < 0,05$ ) para la variable de respuesta vitamina C, además, este modelo presentó el mayor coeficiente de determinación ajustado fue el modelo cuadrático ( $R^2 > 0,93$  y  $R^2$  ajustado  $> 0,86$ ), lo que indicó un buen ajuste de los datos experimentales. Así mismo, se observó un efecto significativo de los coeficientes del modelo cuadrático ( $p < 0,05$ ) de la formulación individual de cada componente (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña), de la formulación binaria de los componentes (aguaymanto-piña y tomate de árbol-piña) y de la formulación ternaria (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña) en el contenido de vitamina C de las mezclas de néctar mixto. Sin embargo, no se mostró efecto significativo en el coeficiente de la formulación binaria (aguaymanto-tomate de árbol).

La capacidad antioxidante de las mezclas de néctar mixto estuvo entre 0,97 y 1,41  $\mu\text{mol Trolox/mL}$ . El modelo de regresión cuadrático fue significativo ( $p < 0,05$ ) para la variable de respuesta capacidad antioxidante y este modelo que presentó el mayor coeficiente de determinación ajustado ( $R^2 > 0,90$  y  $R^2$  ajustado  $> 0,80$ ), lo que indicó un buen ajuste de los datos experimentales. Así mismo, las mezclas de néctar mixto sólo se observó efecto

significativo de los coeficientes del modelo cuadrático ( $p < 0,05$ ) de la formulación individual de cada componente (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña), y de la formulación binaria de los componentes (aguaymanto-piña).

La aceptabilidad de las mezclas de néctar mixto estuvo entre 7,15 y 8,18. El modelo de regresión cuadrático fue significativo ( $p < 0,05$ ) para la variable aceptabilidad y este presentó el mayor coeficiente de determinación ajustado ( $R^2 > 0,95$  y  $R^2$  ajustado  $> 0,90$ ) fue el modelo cuadrático, lo que indicó un buen ajuste de los datos experimentales. Así mismo, solo se observó efecto significativo de los coeficientes del modelo cuadrático ( $p < 0,05$ ) de la formulación individual de cada componente (zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña), y de la formulación binaria de los componentes (aguaymanto-piña) en la aceptabilidad de las mezclas de néctar mixto.

## **5.2. Recomendaciones**

Determinar la vida útil y la aceptabilidad de los néctares mixtos de frutas durante el tiempo de vida para evaluar si existe un cambio en la calidad organoléptica que pueda afectar la calidad del producto terminado.

Evaluar otras frutas para obtener bebidas mixtas con mayor contenido de capacidad antioxidante, vitamina C considerando los costos, rendimiento, mediante la metodología del diseño (DMSCA).



## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aebisher, D., Cichonski, J., Szpyrka, E., Masjonis, S., Chrzanowski, G. (2021). Aceites esenciales de siete plantas de Lamiaceae y su capacidad antioxidante. *Moléculas*, 26(13). 3793. <https://doi.org/10.3390/molecules26133793>
- Alam, M. R., Habib, M. A., Chowdhury, P., Shill, L. C. & Al Mamun, A. (2019). Determination of Ascorbic Acid Concentration in Commercially Available Fruit Drinks in Bangladesh. *Asian Food Science Journal*, 13(3), 1-6. <https://doi.org/10.9734/afsj/2019/v13i330112>
- Alfaro, S. C. (2019). *Diseño de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de pulpa de mango (Mangifera indica L.), noni (Morinda citrifolia) y aguaymanto (Physalis peruviana L.)* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima. [file:///C:/Users/Javier/Downloads/UNFV\\_Victorio\\_Roman\\_Eva\\_Maria\\_Titulo\\_Profesional\\_2018.pdf](file:///C:/Users/Javier/Downloads/UNFV_Victorio_Roman_Eva_Maria_Titulo_Profesional_2018.pdf)
- Almeida, M. M. B., De Sousa, P. H. M., Campos, A. M. A., Do Prado, G. M., Carvalho, C. E., Arraes, G. & Gomes, T. L. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, 44(7), 2155-2159. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.051>
- Aniceto, A., Montenegro, J., Cadena, R. & Junger, A. T. (2021). Physicochemical characterization, antioxidant capacity, and sensory properties of murici (*Byrsonima crassifolia (L.) kunth*) and taperebá (*Spondias mombin L.*) beverages. *Molecules*, 26(2), 332. <https://doi.org/10.3390/molecules26020332>
- Apaza, C. (2018). *Inclusión de albúmina de huevo, goma de tara y concentrado funcional de soya en hot dog de llama (Lama glama)* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Badejo, A. A., Damlare, A. & Ojudade, T. (2014). Processing Effects on the Antioxidant Activities of Beverage Blends Developed from *Cyperus esculentus*, *Hibiscus sabdariffa*, and *Moringa oleifera* Extracts. *Nutrición preventiva y ciencia de los alimentos*, 19(3), 227-233. [10.3746/pnf.2014.19.3.227](https://doi.org/10.3746/pnf.2014.19.3.227)

- Barroso, M., Carvalho, A., Correia, M., Ramalhosa, M., Delerue-Matos, C. & Grosso, C. (2019). Characterization of bioactive compounds in flavored waters and fruit juices. *The Science of Beverages*, 4(1), 311-366. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815272-0.00012-X>
- Bastías, M. & Cepero, Y. (2016). Vitamin C as an effective micronutrient in the food fortification. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1), 81–86. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100012>
- Belizario, J. & Cahuana, P. (2014). *Evaluación de la Capacidad Antioxidante del Copoazú y Ungurahú en el proceso de la elaboración del néctar* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado.
- Calderón, S. C. K. & Morán, L. D. (2020). Optimization of the content of bioactive compounds in the mixed nectar made from passion fruit (*Passiflora edulis*), star fruit (*Averrhoa carambola*) and mango (*Mangifera indica*) juices using the mix design. *Functional Food Science and Technology Journal*, 2(1), 57-69. <http://revistas2.unprg.edu.pe/ojs/index.php/cytaf>
- Cárdenas, A., Alvites, H., Valladares, G., Obregón, J. & Vasquez-Villalobos, V. (2013). Optimization by mixtures design of syneresis and sensory texture of natural smoothie yogurt using three types of hydrocolloids. *Agroindustrial Science*, 3(1), 35-40. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2013.01.04>
- Cazanevscaia, A., Dediu, A. V., Furdui, B., Vinatoru, C., Maggi, F., Caprioli, G. & Dinica, R. M. (2020). Comparative Study of the Chemical Compositions and Antioxidant Activities of Fresh Juices from Romanian Cucurbitaceae Varieties. *Moléculas*, 25(22), 5468. <https://doi.org/10.3390/molecules25225468>
- Cornell, J. A. (2002). Experimento con mezclas: diseños, modelos y el análisis de datos de mezclas. (3ª ed.).
- Cortés, G. M., Prieto, G. A. & Rozo, W. E. (2015). Bromatological and Physicochemical Characterization of *Physalis peruviana* L., and its Potential as a Nutraceutical. *Ciencia En Desarrollo*, 6(1), 87-97. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-74882015000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-74882015000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Cortijo-Mendoza, P., Haro R., Cerna, M. F., Arana-Fu, L., Gutiérrez, A. G., Espinoza, M. &

- Sánchez-González, J. (2017). Effect of the blanching and freezing methods prior to lyophilization on weight loss of vitamin C content in aguaymanto (*Physalis peruviana L.*). *Agroindustrial Science*, 7(1), 33-40. <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience>
- Cubas, L. M., Seclén, L. O. & León, N. (2016). Influence of percentage of addition of quinoa (*Chenopodium quinoa*), pineapple (*Ananas comosus L. Merr*) and dilution level of fortification nectar apple (*Malus domestica*) on the quality of the product. *Agroindustrial Science*, 6(1), 97-105. <https://doi.org/10.1126/science.140.3567.659-b>
- Dasenaki, M. E. & Thomaidis, N. S. (2019). Quality and authenticity control of fruit juices-a review. In *Molecules*, 24(6), 1014. <https://doi.org/10.3390/molecules24061014>
- Devolli, A., Stafasani, M., Shahinasi, E., Dara, F. & Hamiti, H. (2021). Determination of vitamin c content in commercial fruit juices by volumetric and spectrophotometric methods. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 34(1), 124-131.
- Elgailani, I. E., Elkareem, M. A., Noh, E. A., Adán, O. E. & Alghamdi, A. M. (2017). Comparison of Two Methods for The Determination of Vitamin C (Ascorbic Acid) in Some Fruits. *American Journal of Chemistry*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.20448/812.2.1.1.7>
- Falcón, P., Rosales, E. & Toscano, A. (2019). Eect of the time of the pre-fermentation maceration on the antioxidant capacity, carotenes, vitamin C of a fermented drink of aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) to the mature state. *Aporte Santiaguino*, 12(2), 186-199. <https://doi.org/10.32911/as.2019.v12.n2.641>
- FAO. (2014). Procesados de frutas. Ficha técnica.
- Ferreira, R. P. & Joau, M. (2014). Influence of processing and storage on fruit juices phenolic compounds. *International Journal of Medical and Biological Frontiers*, 20(1), 45-58. <https://www.researchgate.net/publication/277197260>
- Figás, M., Prohens, J., Raigón, M., Fita, A., García-Martinez, M., Casanova, C., Borrás, D., Plazas, M., Andújar, I. & Soler, S. (2015). Characterization of composition traits related to organoleptic and functional quality for the differentiation, selection and enhancement of local varieties of tomato from different cultivar groups. *Food Chemistry*, 187(1), 517-524. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.083>

- Gonzalez-Torre, H., Aliaga-Barrera, I. & Velásquez-Barreto, F. (2020). Efecto del Chlorpropham (CIPC) en la brotación y compuestos bioactivos de mashua morada (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón) durante el almacenamiento. *Bioagro*, 32(1), 49-58.
- Gordillo, C., Guerrero, N., Izáziga, N., Laguna, P., Lázaro, M. & Rojas, J. C. (2012). Effect of the proportion of orange (*Citrus sinensis*), papaya (*Carica papaya*), and pineapple (*Ananas comosus*) on sensory acceptability of a mixed nectar. *Agroindustrial Science*, 2(2), 132-138.
- Hernández, G., Ortega, E. & Ortega, I. H. (2021). Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 7(14), 24–28. <https://doi.org/10.29057/icap.v7i14.7232>
- Islam, M. Z., Tabassum, S., Harun-ur-Rashid, M., Vegarud, G. E., Alam, M. S. & Ashiqul, M. A. (2021). Development of probiotic beverage using whey and pineapple (*Ananas comosus*) juice: Sensory and physico-chemical properties and probiotic survivability during in-vitro gastrointestinal digestion. *Journal of Agriculture and Food Research*, 4(1). 100144. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100144>
- Lourenco, S., Moldao-Martins, M. & Alves, V. (2019). Antioxidantes de origen vegetal natural: desde las fuentes hasta las aplicaciones en la industria alimentaria. *Moléculas*, 24(22). 4132. <https://doi.org/10.3390/molecules24224132>
- Málaga, R., Guevara, A. & Araujo, M. (2013). Efecto del procesamiento de puré de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), sobre los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante. *Revista de la sociedad química del Perú*, 78(2), 162-174.
- Mamani, R. & Quiroz, J. (2017). *Investigación para la cuantificación de ácido ascórbico en la elaboración de una bebida de noni (Morinda citrifolia) con maracuyá (Passiflora Edulis)* (Tesis de pregrado). Universidad de San Agustín de Arequipa, Arequipa.
- Marroquín, R. (2012). *Metodología de la investigación*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. La Molina.
- Molina, M. S. (2010). *Estudio para el mejoramiento del proceso de producción de mermelada de piña en una empresa agroindustrial, a través de alternativas de producción más limpia*.

- (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2604/1/CD-3279.pdf>
- Muhammad, D. R.A., Praseptianga, D., Van de Walle, D. & Dewettinck, K. (2017). Interaction between natural antioxidants derived from cinnamon and cocoa in binary and complex mixtures. *Food Chemistry*, 231(1), 356-364. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.128>
- Navarro, A. (2017). *Evaluación físicoquímica del fruto de Solasnum betaceum procedente de Celendín y de Huayrapongo, región Cajamarca* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Nielsen, S. S. (2017). Vitamin C Determination by Indophenol Method. *Food Analysis Laboratory Manual*, (3ra ed.) 143-146. 143-146. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6_32)
- NTP 203.110: 2009. Jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisitos.
- Obasi, B., Whong. C. & Ameh, J. (2017). Nutritional and sensory qualities of commercially and laboratory prepared orange juice. *African Journal of Food Science*, 11(7), 189-199. 10.5897/AJFS2015.1371
- Obregón-La Rosa, A. J., Elías-Peñañiel, C. C., Contreras-López, E., Arias-Arroyo, G. C. & Bracamonte-Romero, M. (2021). Características físicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(1), 17-25. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.202>
- Ogundele, O. M. A., Awolu, O., Badejo, A., Nwachukwu, I. D. & Fagbemi, T. N. (2016). Development of functional beverages from blends of Hibiscus sabdariffa extract and selected fruit juices for optimal antioxidant properties. *Food Science and Nutrition*, 4(5), 679-685. <https://doi.org/10.1002/fsn3.331>
- Okokon, E. J. & Okokon, E. O. (2018). Proximate analysis and sensory evaluation of freshly produced apple fruit juice stored at different temperatures and treated with natural and artificial preservatives. *Global journal of pure and applied sciences*, 25(1), 31-37. <https://dx.doi.org/10.4314/gjpas.v25i1.5>
- Pacco, W. (2015). *Evaluación del Efecto del Soleado y la Cocción en la Capacidad Antioxidante del Puré Deshidratado de Mashua (Tropaeolum Tuberosum R. Et P.)* (Tesis de pregrado).

Universidad Nacional del Altiplano , Puno.

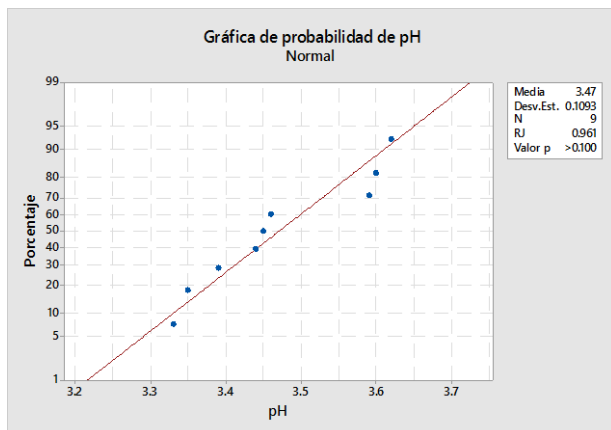
- Palacios, M. (2013). *Influencia del blanqueado y secado a dos temperaturas en el contenido de compuestos fenólicos, carotenoides y capacidad antioxidante de los tubérculos de mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz and Pavón)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto.
- Pinto, T., Vilela, A. & Cosme, F. (2022). Chemical and Sensory Characteristics of Fruit Juice and Fruit Fermented Beverages and Their Consumer Acceptance. *Beverages*, 8(2), 33. <https://doi.org/10.3390/beverages8020033>
- Ramírez, F. & Kallarackal, J. (2019). Tree tomato (*Solanum betaceum Cav.*) reproductive physiology: A review. *Scientia Horticulturae*, 248(1), 206-215. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.019>
- Ramos, M., Jordán, O., Silva-Jaimes, M., Salvá-Ruiz, B. & Silva-Paz, R. (2021). Ideal sensory profile for the cabanossi with llama meat (*Lama glama*) from three feeding systems using the CATA method (Check-all-that-apply). *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 393-401. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.043>
- Rodríguez, R., Becquer, R., Pino, Y., López, D., Rodríguez, R. C., González, L., Izquierdo, R. E. & Gonzáles, J. (2016). Fruits production of pineapple (*Ananas comosus (L.) Merr.*) MD-2 from vitroplants. *Cultivos Tropicales*, 37(1), 40-48. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4732.3765>
- Rojas, D. S., Repo, R. & Encina, C. R. (2017). Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 83(2), 174–186. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v83i2.195>
- Sharma, H., Sapkota, H., Khanal, A., Dhakal, O. & Gurung, R. (2019). A Comparative Analysis of Vitamin-C Concentration in Commercial Fruit Juices and Fresh Fruits of Nepal With Effect of Temperature. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 11(8), 46-51. <https://doi.org/10.22159/ijpps.2019v11i8.33408>
- Siche, R., Ávalos, C., Arteaga, H., Saldaña, E. & Vieira, T. (2015). Antioxidant Capacity of Binary

- and Ternary Mixtures of Orange, Grape, and Starfruit Juices. *Current Nutrition & Food Science*, 12(1), 65-71. <https://doi.org/10.2174/1573401311666150901221115>
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T. & Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10), 24673-24706. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>
- Suwonsichon, S. (2019). La importancia de los léxicos sensoriales para la investigación y el desarrollo de productos alimenticios. *Alimentos*, 8(1).27. <https://doi.org/10.3390/foods8010027>
- Wang, S. & Zhu, F. (2020). Tamarillo (*Solanum betaceum*): Chemical composition, biological properties, and product innovation. *Trends in Food Science and Technology*, 95, 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.004>
- Zulueta, A., Esteve, M. J., Frasquet., I. & Frígola, A. (2007). Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *Food Chemistry*, 103(4), 1365-1374. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.052>

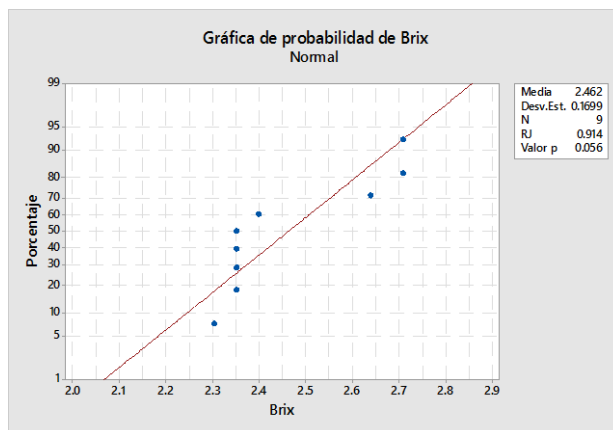
## CAPÍTULO VII.

## ANEXOS

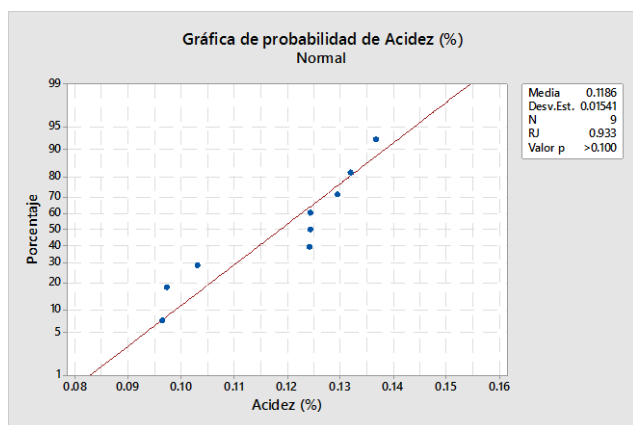
**Anexo 1. Pruebas de normalidad de Ryan-Joiner para las características fisico-químicas de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña.**



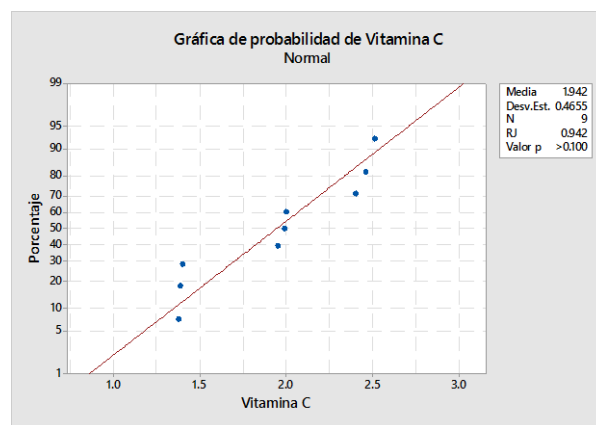
(a) Gráfico de probabilidad normal de pH



(b) Gráfico de probabilidad normal de °Brix

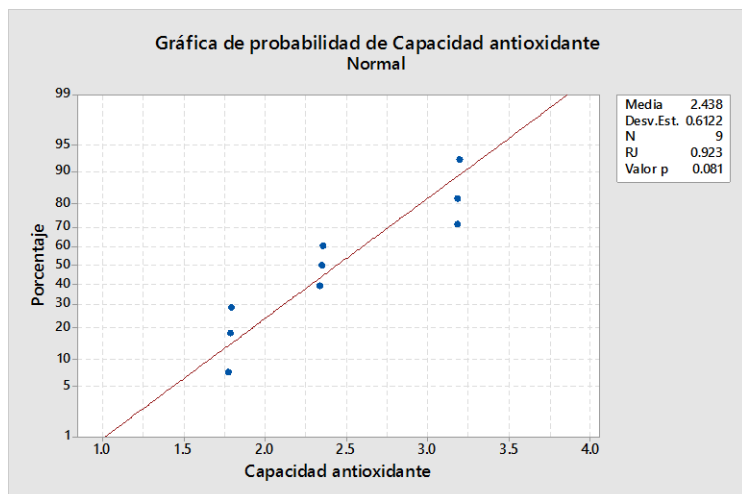


(c) Gráfico de probabilidad normal de acidez



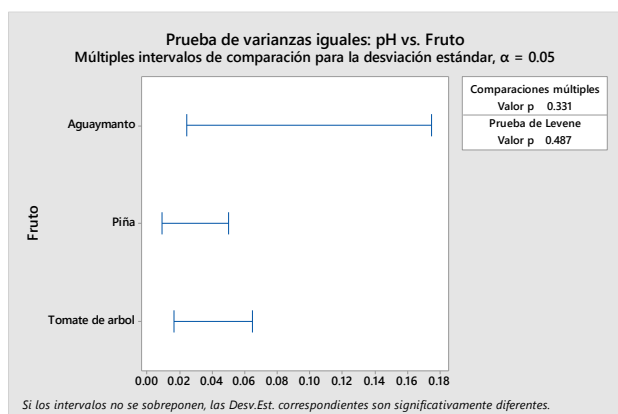
(d) Gráfico de probabilidad normal de Vitamina C



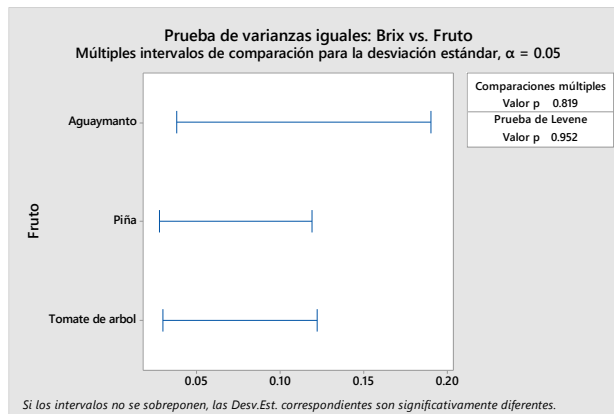


(d) Gráfico de probabilidad normal de capacidad antioxidante.

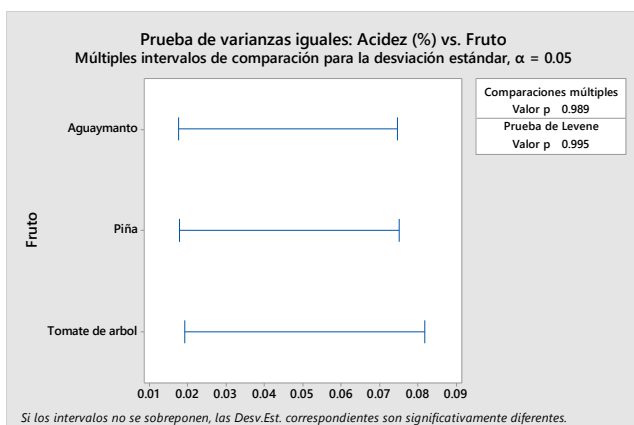
**Anexo 2.** Pruebas de igualdad de varianzas de Levene para las características físico-químicas de zumo de aguaymanto, tomate de árbol y piña.



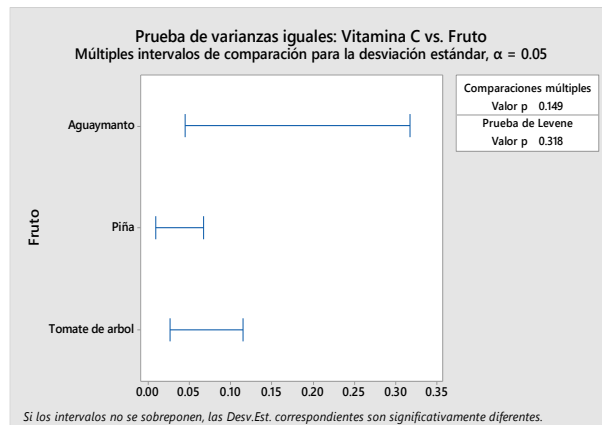
(a) Prueba de igualdad de varianzas para pH



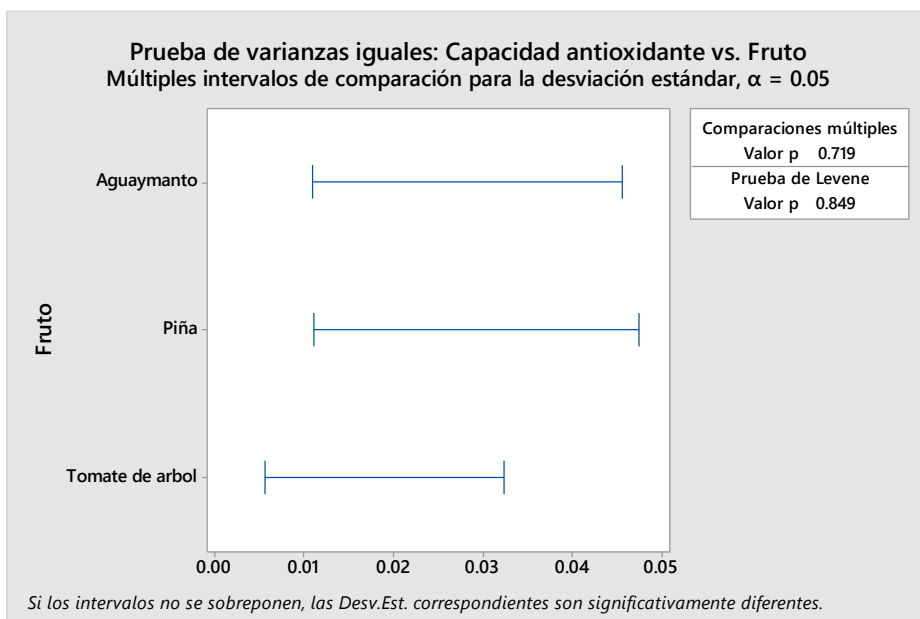
(b) Prueba de igualdad de varianzas para °Brix



(c) Prueba de igualdad de varianzas para acidez

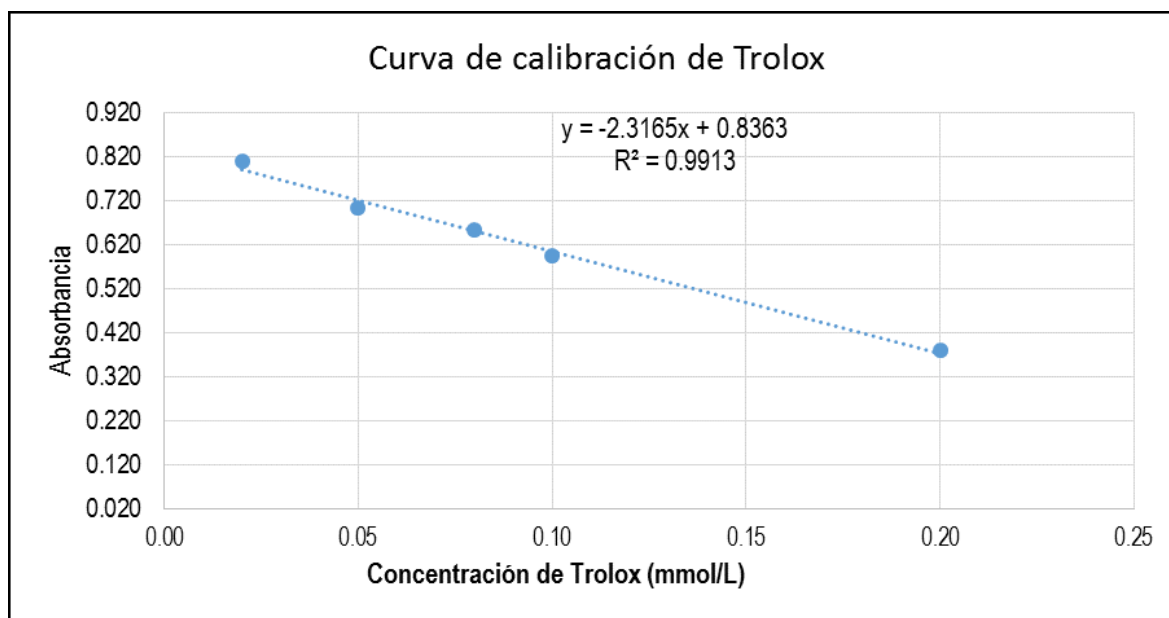


(d) Prueba de igualdad de varianzas para Vitamina C



(d) Prueba de igualdad de varianzas para capacidad antioxidante

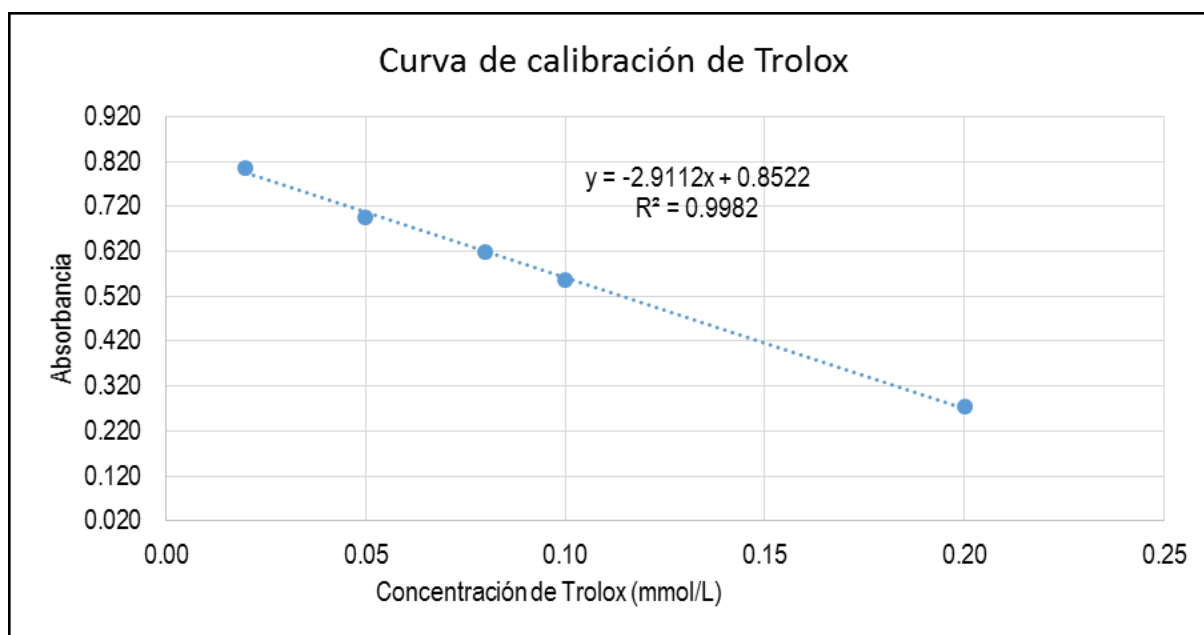
**Anexo 3.** Curva de calibración para capacidad antioxidante (materia prima).



**Anexo 4.** Soluciones para la curva patrón de trolox.

Muestra	Concentración Trolox	Agua	Abs	
1	0,02	100	900	0,810
2	0,05	250	750	0,702
3	0,08	400	600	0,652
4	0,1	500	500	0,595
5	0,2	1000	0	0,380

**Anexo 5.** Curva de calibración para capacidad antioxidante (néctar).



**Anexo 6.** Soluciones para la curva patrón de trolox.

Muestra	Concentración Trolox	Agua	Abs	
1	0,02	100	900	0,806
2	0,05	250	750	0,696
3	0,08	400	600	0,618
4	0,1	500	500	0,557
5	0,2	1000	0	0,274

**Anexo 7.** Ficha para la evaluación de los panelistas.

**Ficha de aceptabilidad de un néctar a partir de zumos de aguaymanto, tomate de árbol y piña.**

**INSTRUCCIONES:** Ud. Recibirá 11 muestras de néctar para evaluar de acuerdo a su preferencia en cuanto a las características de sabor en el orden indicado de izquierda a derecha. Por favor, escriba el número correspondiente la alternativa (escala) para cada característica de cada muestra.

**Nota:** Por favor enjuagarse la boca después de cada prueba.

A: Aguaymanto      TA: Tomate de árbol      P: Piña

FORMULACIÓN	ZUMOS	FORMULACIÓN	ZUMOS
F1	A	F6	TA y P
F2	TA	F7	A, TA, P
F3	P	F8	A, TA, P
F4	A y TA	F9	A, TA, P
F5	A y P	F10	A, TA, P
		F11	A, TA, P

Calificación	Puntaje
Me disgusta extremadamente	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta levemente	4
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me gusta levemente	6
Me gusta moderadamente	7
Me gusta mucho	8
Me gusta extremadamente	9

Código	Calificación del sabor
F1	
F2	
F3	
F4	
F5	
F6	
F7	
F8	
F9	
F10	
F11	

¡GRACIAS POR SU APOYO!

### Anexo 8. Resultados de Vitamina C.

TRATAMIENTO	mg ácido ascórbico	Gasto Estándar (ml)	Gasto DCFIF (ml)	Gasto blanco (ml)	Concent. Muestra	ml ensayado	volumen ensayo inicial	volumen alicuota	Ac. Ascórbico (mg/mL nectar)	Ac. Ascórbico (mg/mL nectar)	DS
T1	50.2	7.00	2.00	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	6.052	5.716	0.291
	50.2	7.20	1.90	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	5.572		
	50.2	7.10	1.86	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	5.526		
T2	50.2	7.00	1.88	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	5.566	5.436	0.115
	50.2	7.20	1.86	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	5.348		
	50.2	7.10	1.85	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	5.394		
T3	50.2	7.00	1.74	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	4.968	4.769	0.177
	50.2	7.20	1.70	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	4.711		
	50.2	7.10	1.65	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	4.629		
T4	50.2	7.00	2.10	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	6.123	5.890	0.206
	50.2	7.15	2.04	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	5.813		
	50.2	7.10	2.00	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	5.734		
T5	50.2	7.00	2.22	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	6.358	6.150	0.181
	50.2	7.20	2.18	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	6.062		
	50.2	7.10	2.14	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	6.030		
T6	50.2	7.00	2.45	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	7.099	6.876	0.196
	50.2	7.15	2.40	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	6.800		
	50.2	7.10	2.36	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	6.729		
T7	50.2	7.00	2.50	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	7.309	7.106	0.202
	50.2	7.20	2.50	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	7.103		
	50.2	7.10	2.40	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	6.905		
T8	50.2	7.00	2.35	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	6.731	6.635	0.130
	50.2	7.20	2.40	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	6.687		
	50.2	7.10	2.30	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	6.488		
T9	50.2	7.00	2.40	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	6.526	6.257	0.257
	50.2	7.20	2.36	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	6.232		
	50.2	7.10	2.25	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	6.013		
T10	50.2	7.00	2.30	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	6.582	6.508	0.077
	50.2	7.20	2.34	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	6.512		
	50.2	7.10	2.28	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	6.429		
T11 (repetición T7)	50.2	7.00	2.55	0.10	0.073	0.5	5.5	5.5	7.461	7.257	0.209
	50.2	7.20	2.48	0.10	0.071	0.5	5.5	5.5	7.044		
	50.2	7.10	2.52	0.10	0.072	0.5	5.5	5.5	7.265		

### Anexo 9. Resultados de capacidad antioxidante.

Tratamiento	Repeticiones	Abs blanco	Abs muestra	$\Delta$ Abs (Muestra-Blanco)	a=-2.9112	b	[X]	V (ml)	P (g)	Factor de dilución (1:10)	Capacidad antioxidante ( $\mu$ mol Trolox/mL base humedad)	Capacidad antioxidante ( $\mu$ mol Trolox/mL base seca)	Promedio	Dest.Est.	Promedio	Dest.Est.
T1	R1	0.050	0.592	0.542	2.9112	0.8522	0.1066	1	1	10	1.066	21.311	1.064	0.002	21.276	0.049
	R2	0.050	0.593	0.543	2.9112	0.8522	0.1062	1	1	10	1.062	21.242				
T2	R1	0.050	0.605	0.555	2.9112	0.8522	0.1021	1	1	10	1.021	20.418	1.012	0.012	20.246	0.243
	R2	0.050	0.61	0.560	2.9112	0.8522	0.1004	1	1	10	1.004	20.074				
T3	R1	0.050	0.623	0.573	2.9112	0.8522	0.0959	1	1	10	0.959	19.181	0.969	0.015	19.387	0.291
	R2	0.050	0.617	0.567	2.9112	0.8522	0.0980	1	1	10	0.980	19.593				
T4	R1	0.050	0.562	0.512	2.9112	0.8522	0.117	1	1	10	1.169	23.372	1.158	0.015	23.166	0.291
	R2	0.050	0.568	0.518	2.9112	0.8522	0.115	1	1	10	1.148	22.960				
T5	R1	0.050	0.485	0.435	2.9112	0.8522	0.143	1	1	10	1.433	28.662	1.407	0.036	28.146	0.729
	R2	0.050	0.500	0.450	2.9112	0.8522	0.138	1	1	10	1.382	27.631				
T6	R1	0.050	0.578	0.528	2.9112	0.8522	0.111	1	1	10	1.114	22.273	1.093	0.029	21.860	0.583
	R2	0.050	0.590	0.540	2.9112	0.8522	0.107	1	1	10	1.072	21.448				
T7	R1	0.050	0.546	0.496	2.9112	0.8522	0.122	1	1	10	1.224	24.471	1.242	0.027	24.849	0.534
	R2	0.050	0.535	0.485	2.9112	0.8522	0.126	1	1	10	1.261	25.227				
T8	R1	0.050	0.530	0.480	2.9112	0.8522	0.128	1	1	10	1.279	25.570	1.299	0.029	25.982	0.583
	R2	0.050	0.518	0.468	2.9112	0.8522	0.132	1	1	10	1.320	26.395				
T9	R1	0.050	0.607	0.557	2.9112	0.8522	0.101	1	1	10	1.014	20.280	1.004	0.015	20.074	0.291
	R2	0.050	0.613	0.563	2.9112	0.8522	0.099	1	1	10	0.993	19.868				
T10	R1	0.050	0.560	0.510	2.9112	0.8522	0.118	1	1	10	1.175	23.509	1.158	0.024	23.166	0.486
	R2	0.050	0.570	0.520	2.9112	0.8522	0.114	1	1	10	1.141	22.822				
T11	R1	0.050	0.536	0.486	2.9112	0.8522	0.126	1	1	10	1.258	25.158	1.266	0.012	25.330	0.243
	R2	0.050	0.531	0.481	2.9112	0.8522	0.128	1	1	10	1.275	25.502				

**Anexo 10. Fotografías.**

Imagen 1. Zumos de aguaymanto tomate de árbol y piña;



Imagen 2. Néctar mixto con zumo de aguaymanto tomate de árbol y piña



Imagen 3. Evaluación del contenido de vitamina C y capacidad antioxidante



Imagen 4. Evaluación de aceptabilidad del néctar mixto con panelistas no entrenados.