

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN AGROINDUSTRIA**



**DESARROLLO DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE LA MEZCLA DE**  
**TAXO (*Passiflora tarminiana*) y AMARANTO (*Amaranthus quitensis*)**  
**FERMENTADAS CON GRÁNULOS DE KÉFIR DE AGUA**

**PLAN DE TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**INGENIERA EN AGROINDUSTRIA**

**AUTORA:**

**TATIANA NARCISA CAMPOVERDE QUILCA**

**DIRECTOR:**

**ING. JOSÉ MANUEL PAÍS CHANFRAU PhD.**

**Ibarra – Ecuador**  
**2025**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004278618		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Campoverde Quilca Tatiana Narcisa		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Chaltura, Juan Elías Terán		
<b>EMAIL:</b>	tncampoverdeq@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0982817424

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Desarrollo de una bebida funcional a base de la mezcla de taxo ( <i>Passiflora tarminiana</i> ) y amaranto ( <i>Amaranthus quitensis</i> ) fermentadas con gránulos de kéfir de agua
<b>AUTORA:</b>	Tatiana Narcisa Campoverde Quilca
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	06/05/2025
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera en Agroindustria
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. José Manuel País Chanfrau PhD.

## **2. CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 6 días del mes de mayo de 2025

**EL AUTOR:**



Tatiana Narcisa Campoverde Quilca

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN  
CURRICULAR**

Ibarra, 6 de mayo de 2025

Ing. José Manuel País Chanfrau PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



*Ing. José Manuel País Chanfrau PhD.*

*C.C: 0959747320*

## **APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR**

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “Desarrollo de una bebida funcional a base de la mezcla de taxo (*Passiflora tarminiana*) y amaranto (*Amaranthus quitensis*) fermentadas con gránulos de kéfir de agua” elaborado por Campoverde Quilca Tatiana Narcisa previo a la obtención del título del Ingeniera en Agroindustria, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.



Firmado electrónicamente por:  
**JOSE MANUEL PAIS  
CHANFRAU**

Validez únicamente con FirmadIC

(f).....

*Ing. José Manuel País Chanfrau PhD.*

*C.C: 0959747320*



Firmado electrónicamente por:  
**JIMMY NUNEZ PEREZ**

Validez únicamente con FirmadIC

(f).....

*Ing. Jimmy Núñez Pérez, MSc*

*C.C: 1756606339*

## **PRESENTACIÓN**

Yo, TATIANA NARCISA CAMPOVERDE QUILCA como autora de la Tesis Titulada **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE LA MEZCLA DE TAXO (*Passiflora tarminiana*) y AMARANTO (*Amaranthus quitensis*) FERMENTADAS CON GRÁNULOS DE KÉFIR DE AGUA”**, me hago responsable de los resultados, discusión, conclusiones y demás parte de la investigación; y pongo este documento como fuente de apoyo para consultas dirigidas a todos los estudiantes.

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco principalmente a Dios por ser mi fortaleza en mi vida.*

*A la Universidad Técnica del Norte por los conocimientos, herramientas y recursos  
brindados para culminar esta investigación.*

*A mi madre por su esfuerzo y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.*

*A mi familia por la motivación y ser un pilar fundamental.*

*A mi director de tesis Ing. José Manuel País Chanfrau PhD y a mi asesor de tesis al  
Ing. Jimmy Nuñez por los conocimientos, orientación y su compromiso fue importante  
para realizar este trabajo.*

*A mis amigos que estuvieron conmigo en las buenas y malas acompañándome en cada  
momento y hacer menos complicada esta etapa estudiantil.*

## **DEDICATORIA**

*El siguiente trabajo está dedicado a Dios por no dejarme dar por vencida en este largo camino.*

*A mi hijo Samuel por ser la razón por la que cada día me levante, ser mi impulso para cumplir mis metas, ser mi luz cada día de mi vida, mi motivación para seguir adelante.*

*Recuerda que eres muy fuerte y valiente y ya vendrán tiempos mejores. Espero que este trabajo sea una motivación para que sigas tus sueños y nunca te rindas.*

*A mi madre por todos los sacrificios que hizo para que yo pudiera culminar esta etapa, por ser mi mayor fuente de inspiración. Gracias por siempre estar a mi lado y por tu dedicación. Eres mi más grande orgullo.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	7
DEDICATORIA .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	12
ÍNDICE DE TABLAS .....	13
ÍNDICE DE ANEXOS.....	13
CAPÍTULO I.....	18
INTRODUCCIÓN .....	18
1.1    Antecedentes.....	18
1.2    Planteamiento del problema.....	18
1.3    Justificación .....	19
1.4    Pregunta directriz.....	20
1.5    Objetivos.....	21
1.5.1    Objetivo general. ....	21
1.5.2    Objetivos específicos.....	21
1.6    Hipótesis .....	21
CAPÍTULO II .....	22
2.    MARCO TEÓRICO .....	22
2.1    Bebidas Funcionales .....	22
2.2    Materia Prima .....	22
2.2.1    Taxo.....	22
2.2.2    Amaranto.....	23

2.2.3	Gránulos de Kéfir .....	23
2.3	Características fisicoquímicas.....	25
2.3.1	pH .....	25
2.3.2	Sólidos solubles.....	25
2.3.3	Densidad.....	26
2.3.4	Vitamina C .....	26
2.3.5	Proteína.....	26
2.4	Probióticos .....	26
2.4.1	Bacterias ácido lácticas.....	27
2.4.2	Levaduras .....	27
2.5	Diseño de mezclas combinadas .....	27
2.5.1	Design expert.....	27
2.6	Análisis sensorial .....	28
2.6.1	Escala hedónica de 9 puntos.....	28
CAPÍTULO III.....		29
3.	METODOLOGÍA .....	29
3.1	Tipo de investigación.....	29
3.2	Ubicación del lugar.....	29
3.3	Obtención de la materia prima.....	29
3.4	Análisis de las propiedades fisicoquímicas de las materias primas .....	30
3.5	Identificación de la mezcla de materias primas que maximice el contenido de los compuestos probióticos .....	30
3.6	Instalación del experimento .....	32

3.6.1	Procedimiento.....	32
3.7	Determinación de aceptabilidad general (OL) de la bebida fermentada y contenido nutricional del mejor tratamiento .....	36
3.8	Identificación de la bebida óptima.....	37
3.9	Optimización de la mezcla de taxo y amaranto .....	37
3.10	Contenido nutricional de la bebida optimizada .....	38
CAPÍTULO IV.....		39
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1	Análisis de las propiedades físico-químicas de las materias primas.....	39
4.2	Identificación de la mezcla de materias primas que maximice el contenido de los compuestos probióticos .....	40
4.3	Determinación de la aceptabilidad general de la bebida fermentada.....	40
4.4	Identificación de la bebida óptima.....	42
4.5	Análisis de datos de la bebida óptima.....	42
4.6	Contenido nutricional de la bebida optimizada .....	43
CAPÍTULO V .....		46
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	46
5.1	Conclusiones.....	46
5.2	Recomendaciones .....	47
REFERENCIAS .....		48
ANEXOS.....		53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo de la pulpa del fruto .....	32
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo de la colada de amaranto.....	33
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo de la bebida .....	34
<b>Figura 4.</b> Aceptabilidad de bebidas a 24°C .....	41
<b>Figura 5.</b> Aceptabilidad de bebidas a 32°C .....	41
<b>Figura 6.</b> Comparación de concentración de LAB, Yeasts y Protein.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición nutricional del taxo.....	22
<b>Tabla 2.</b> Contenido nutricional del amaranto .....	23
<b>Tabla 3.</b> Contenido nutricional de los gránulos de kéfir.....	24
<b>Tabla 4.</b> Diseño experimental de mezclas combinadas .....	30
<b>Tabla 5.</b> Escala hedónica para determinación de aceptabilidad .....	36
<b>Tabla 6.</b> Resultados del análisis de las materias primas .....	39
<b>Tabla 7.</b> Resultados de los tratamientos .....	40
<b>Tabla 8.</b> Restricciones para encontrar soluciones de optimización .....	42
<b>Tabla 9.</b> Máximos posibles de la bebida funcional.....	43
<b>Tabla 10.</b> Valores conseguidos de la bebida óptima 2.....	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> .....	53
<b>Anexo 2</b> .....	53
<b>Anexo 3</b> .....	53
<b>Anexo 4</b> .....	53
<b>Anexo 5</b> .....	54
<b>Anexo 6</b> .....	54
<b>Anexo 7</b> .....	55
<b>Anexo 8</b> .....	55
<b>Anexo 9</b> .....	55
<b>Anexo 10</b> .....	56

<b>Anexo 11</b> .....	56
<b>Anexo 12</b> .....	56
<b>Anexo 13</b> .....	57
<b>Anexo 14</b> .....	57
<b>Anexo 15</b> .....	57
<b>Anexo 16</b> .....	58
<b>Anexo 17</b> .....	60
<b>Anexo 18</b> .....	61
<b>Anexo 19</b> .....	63

## RESUMEN

El taxo (*Passiflora tarminiana* C. & V.E.B.) y el amaranto (*Amaranthus quitensis* K.) son dos materias primas de origen andino que han sido poco industrializadas en Ecuador y que poseen alto valor nutricional. Estas en combinación con los gránulos de kéfir producen una fermentación en la cual se obtienen compuestos probióticos. Este trabajo busca desarrollar una bebida funcional a base de la mezcla de taxo y amaranto fermentados con gránulos de kéfir de agua. Para la elaboración de esta bebida se obtuvo la pulpa de taxo y se preparó una colada de amaranto. Estas materias primas fueron sometidas a fermentación durante 48 horas, manteniendo temperaturas de 24°C o 32°C. Para el conteo de la concentración celular (UFC/ml) se inocularon en placas Petry con medios específicos para la detección de bacterias ácido lácticas al inicio y después de determinado el proceso de fermentación. Para determinar la aceptabilidad de la bebida se efectuó un análisis sensorial utilizando una escala hedónica de 9 puntos y un panel “semientrenado” de 10 personas. En el recuento de bacterias ácido lácticas se obtuvieron  $3.02 \times 10^9$  y en el de levaduras  $2.73 \times 10^8$  y en la cuantificación de proteína se obtuvieron 0.30 g/ml. La bebida se encuentra dentro de la normativa INEN 2395 y se la considera funcional. La mezcla de las materias primas después de la fermentación con kéfir indicó propiedades nutricionales superiores en comparación con cada ingrediente por separado.

**Palabras clave:** nutricional, probióticos, inoculación, bacterias ácido lácticas, levaduras, proteína

## ABSTRACT

Taxo (*Passiflora tarminiana* C. & V.E.B.) and amaranth (*Amaranthus quitensis* K.) are two raw materials of Andean origin that have been little industrialized in Ecuador and have high nutritional value. These, in combination with kefir granules, produce a fermentation in which probiotic compounds are obtained. This work seeks to develop a functional beverage based on a mixture of taxo and amaranth fermented with water kefir granules. For the elaboration of this beverage, taxo pulp was obtained and an amaranth wash was prepared. These raw materials were subjected to fermentation for 48 hours, maintaining temperatures of 24°C or 32°C. To count the cell concentration (CFU/ml), they were inoculated in Petry plates with specific media for the detection of lactic acid bacteria at the beginning and after the fermentation process was determined. To determine the acceptability of the beverage, a sensory analysis was carried out using a 9-point hedonic scale and a “semi-trained” panel of 10 people. The lactic acid bacteria count was  $3.02 \times 10^9$ , the yeast count was  $2.73 \times 10^8$  and the protein quantification was 0.30 g/ml. The beverage complies with INEN 2395 standards and is considered functional. The mixture of raw materials after fermentation with kefir indicated superior nutritional properties compared to each ingredient separately.

**Key words:** nutritional, probiotic, inoculation, lactic acid bacteria, yeast, protein

## **LISTA DE SIGLAS**

**INEN:** El Instituto Ecuatoriano de Normalización

**TJ:** Jugo de taxo

**AP:** Puré (colada) de amaranto

**LAB:** Bacterias ácido-lácticas

**Yeasts:** Levaduras

**OL:** Aceptabilidad general

**UFC:** Unidad formativa de colonias

**AAC:** Bacterias ácido-acéticas

**SCOPY:** Colonia simbiótica de bacterias y levaduras

**BSA:** Albúmina Sérica Bovina

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

En la investigación de Paredes et al. (2022), se evaluó la combinación de jugo de frutas y verduras como sustrato en combinación con los gránulos de kéfir. Se midieron los efectos de la cantidad de kéfir y el tiempo de fermentación. En donde se obtuvo una bebida probiótica desarrollada con gránulos de kéfir.

Además, en el estudio de Nastar (2022), se realizó la producción de una bebida con propiedades probióticas. Se mezcló suero de leche de cabra con jugo de frutos andinos fermentado con gránulos de kéfir. Con un tiempo y temperatura controlada se aumentó el número de (LAB) Y (Yeasts) en el producto final. Se midieron los niveles de aceptabilidad con una escala hedónica de 7 puntos.

Y de acuerdo con el trabajo de Guamán (2022), elaboró una bebida combinada con melocotón y con amaranto fermentada con kéfir de agua en el que se analizó la concentración de la harina para aportar proteínas. Los estudios microbiológicos indicaron una alta presencia de (LAB) y (Yeasts) indicando que es una bebida probiótica. Se determinó que la adición de harina de amaranto favorece al contenido de proteína y además el melocotón mejora su sabor.

### 1.2 Planteamiento del problema

La inclinación en el consumo de alimentos funcionales ha ido en aumento, hay una alta demanda de alimentos potenciados con probióticos como bebidas, productos lácteos y postres (Akan et al., 2025). En los años recientes las personas tienen interés en consumir alimentos que tengan beneficios naturales a la salud (Penna et al., 2021).

Por otro lado, el cultivo de taxo (*Passiflora tarminiana* C. & V.E.B.) es apreciado a nivel local, sin embargo, esta fruta se ve afectada por la falta de interés que existe en los proyectos de investigación y conservación (Inlago, 2020). Considerando la escasez de referencias académicas y documentales de esta fruta son necesarios estudios para obtener información sobre este alimento (Landa, 2012).

El amaranto (*Amaranthus quitensis* K.) es un pseudo cereal rico en proteínas. Según Peralta (2012), estas semillas contienen entre 13% y 17% de proteína esta proporción es la más alta. En el país, solo el 4% de la población emplea este producto. Su consumo está relacionado con sus propiedades medicinales y sus antioxidantes. (Jurado, 2019).

El kéfir no tiene presencia comercial a nivel nacional, la mayor parte de su producción se concentra en la región sierra. En la actualidad su consumo está creciendo paulatinamente ya que aporta beneficios a la salud. (Ruiz et al., 2014). De acuerdo con Bazán (2020) los aportes son que se puede retardar el desarrollo del cáncer de mama y además tiene propiedades terapéuticas contra el cáncer colon.

Con lo antes mencionado, el problema de la propuesta investigativa radica en la necesidad de aprovechar el potencial de estas materias primas. De manera que se busca crear un producto final que satisfaga las demandas del mercado. Además, de que este, debe ofrecer impactos positivos en la salud.

### **1.3 Justificación**

La presente investigación se centró en el estudio de una bebida funcional. Este producto se elaboró con taxo (*Passiflora tarminiana* C. & V.E.B.) y amaranto (*Amaranthus quitensis* K.) en conjunto con los gránulos de kéfir de agua. Se utilizaron

materias primas que son poco industrializadas en el país, pero tienen beneficios para la salud.

Con respecto a la (*Passiflora tarminiana* C. & V.E.B.) según Oñate (2022) esta fruta andina tiene propiedades antioxidantes ya que tiene alto contenido en ácido ascórbico (AS). Por otra parte, de acuerdo con Jurado (2019) el (*Amaranthus quitensis* K.) se cultiva en Imbabura y determino que existen insuficientes productos industrializados a partir de ello. Por tanto, es fundamental elaborar productos a base de estos alimentos.

La materia prima adquirió en la Asociación de Desarrollo Social e Integral “Lacta Pura”. Se brindó apoyo a esta agrupación usando las materias primas que son poco consumidas, a pesar de los grandes beneficios que tienen.

El kéfir de agua es una opción factible para las personas que no consumen alimentos que contienen lácteos y tiene diversos beneficios para la salud (Bozkir et al., 2024). Los alimentos probióticos son una de las categorías de alimentos más nuevas y de rápido crecimiento. Constantemente se están usando recursos vegetales con propiedades funcionales como alternativas a ciertos alimentos. (Agarbaty et al., 2024)

La inclinación para consumir alimentos con probióticos va en aumento, por esta razón es necesario producir alimentos que aporten ventajas a la salud.

#### **1.4 Pregunta directriz**

¿Se puede mejorar las propiedades nutricionales de una bebida mediante la mezcla de taxo y amaranto en combinación con los gránulos de kéfir de agua?

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general.**

- Desarrollar una bebida funcional a base de la mezcla de taxo (*Passiflora tarminiana* C. & V.E.B.) y amaranto (*Amaranthus quitensis* K.) fermentadas con gránulos de kéfir de agua.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Analizar las propiedades físico-químicas de las materias primas.
- Identificar la mezcla de materias primas que maximice el contenido de los compuestos probióticos.
- Determinar la aceptabilidad de la bebida fermentada y contenido nutricional del mejor tratamiento.

## **1.6 Hipótesis**

Es posible mejorar las propiedades nutricionales de una bebida fermentada mediante la mezcla de taxo y amaranto en combinación con los gránulos de kéfir de agua, cuyo contenido nutricional supere al de cada ingrediente.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Bebidas Funcionales

Las bebidas funcionales son las que proporcionan beneficios hacia la salud. Estas se elaboran con materias primas nutraceuticas como hierbas, frutas y vitaminas, también incluyen elementos bioactivos. (Jiménez, 2017). Además, no contienen compuestos muy procesados como químicos y aditivos y han tenido un crecimiento acelerado con elementos esenciales como vitaminas, prebióticos, probióticos, minerales, antioxidantes que contribuyen a la salud (Chaudhary et al., 2025).

#### 2.2 Materia Prima

##### 2.2.1 Taxo

El taxo (*Passiflora tarminiana*) proviene de la zona de las montañas de América del sur y es un fruto que se cultiva en huertos familiares o de forma silvestre. Su pulpa es de color naranja y su tamaño va desde 12 cm de largo y 4cm de diámetro (Santos, 2023). Tiene un ligero sabor ácido, tiene gran cantidad de compuestos fenólicos y vitaminas esenciales para el organismo (Conde-Martínez et al., 2014).

##### 2.2.1.1 Composición nutricional

**Tabla 1.** Composición nutricional del taxo

Componente	Contenido
Agua	92%
Calorías	25 g
Proteínas	0.60 g
Grasa	0.10 g
Carbohidratos	6.30 g
Fibras	0.30 g
Calcio	4 ug
Fósforo	20 mg
Hierro	0.40 mg
U.I	1.700 (como vitamina A)
Ácido ascórbico	70 mg

Niacina	2.5 mg
Riboflamina	0.03 mg

Fuente: (Landa, 2012).

## 2.2.2 *Amaranto*

El amaranto negro (*Amaranthus quitensis*) conocido como ataco o sangorache se cultiva en América del Sur que puede reproducirse a través de semillas (Delgado & Martín, 2023; Romagnoli et al., n.d.). Este pseudocereal que contiene propiedades antioxidantes y carece de gluten, es ideal para dietas específicas. Además, la cantidad de ácidos esenciales que contiene es alta, así como la lisina en comparación a otros cereales (Cornejo et al., 2019).

### 2.2.2.1 Composición nutricional

**Tabla 2.** Contenido nutricional del amaranto

Componente	Contenido
Proteína	12 – 19 g
Carbohidratos	71.8 g
Lípidos	6.1 – 8.1 g
Fibra	3.5 – 5.0 g
Cenizas	3.0 – 3.3 g
Energía	391 kcal
Calcio	130 – 164 mg
Fósforo	530 mg
Potasio	800 mg
Vitamina C	1.5 mg

Fuente: Alemán, (2022).

### 2.2.3 *Gránulos de Kéfir*

Son granos pequeños semifirmes que están formados por proteínas y polisacáridos. Funcionan como generadores simbióticos y provocan péptidos bioactivos, aminoácidos libres aumentando su valor nutricional. (Luo et al., 2025)

Son reconocidos por ser un excelente suministro de compuestos probióticos que tienen efectos positivos a la salud. Su origen se da en las montañas del Cáucaso, Mongolia

y El Tíbet. En sus inicios se obtenía a partir de leche de oveja fermentada con gránulos de kéfir. Su nombre proviene del turco “keyif” y su significado es “sentirse bien” (Bazán, 2020).

### 2.2.3.1 Composición nutricional

*Tabla 3. Contenido nutricional de los gránulos de kéfir*

Componente	Contenido	Componente	Contenido
Energía	65 kcal	Calcio	0.12 g
Grasas	3.5 %	Fósforo	0.10 g
Proteína	3.3 %	Magnesio	12 g
Lactosa	4 %	Potasio	0.15 g
Agua	87.5 %	Sodio	0.05 g
Alcohol etílico	0.9 g	Cloro	0.10 g
Ácido láctico	1 g	Hierro	0.05 mg
Colesterol	13 g	Cobre	12 µg
Fosfatos	40 g	Molibdeno	5.5 µg
Triptófano	0.005 g	Manganeso	5 µg
Fenilalanina + Tirosina	0.35 g	Zinc	0.36 mg
Leucina	0.34		

Fuente: Salazar et al., (2019).

### 2.2.3.2 Tipos de kéfir

- **Kéfir de leche**

Los gránulos de kéfir de leche están compuestos por un ecosistema microbiano simbiótico. Contienen bacterias ácido lácticas (LAB), bacterias ácido acéticas (AAB) y levaduras, su estructura es similar a los floretes de coliflor, color cremoso, textura viscosa y forma irregular y elástica (González-Orozco et al., 2022).

- **Kéfir de agua**

El kéfir de agua también conocido como kéfir de azúcar o tibicos posee una textura pegajosa y turbia, su color oscila entre rubio y amarillo, tiene sabor ácido y burbujeante. Tiene importantes compuestos bioactivos que se producen

durante la fermentación. Ayuda a la salud de las personas, esta variedad es diferente al kéfir de leche (Bozkir et al., 2024).

- **Kéfir de té (Kombucha)**

El kombucha es una bebida fermentada con hongos de té llamado colonia simbiótica de bacterias y levaduras (SCOBY). Está compuesto por variadas levaduras y una mínima cantidad de (LAB) preparada con una infusión de te endulzado (Zhang et al., 2024).

## **2.3 Características fisicoquímicas**

### **2.3.1 pH**

El pH establece la acidez o alcalinidad de una sustancia, está relacionado con la cantidad de iones de hidrogeno ( $H^+$ ) e hidroxilo ( $OH^-$ ). Si la cantidad de iones de hidrogeno es mayor que la de iones hidroxilo, la solución es ácida debido a que su pH es menor que 7. De igual forma si la cantidad de iones hidroxilo excede a la de iones hidrogeno la solución es básica, y el valor de 7 considera neutro (Colcha, 2022).

### **2.3.2 Sólidos solubles**

Son compuestos solubles que contienen azúcar, sal, ácidos y entre otros en la fruta. Para conseguir el valor, el jugo se lo inserta en una maquina refractiva. Conforme la fruta madura la cantidad de azúcar aumenta, los estándares de madurez nos indican la cantidad de solidos solubles y con ello se puede medir la calidad organoléptica (Catota & Collaguaso, 2022).

Se miden en °Brix y ayudan a calcular la materia seca (azúcares) que se encuentra disuelta en un líquido (Bravo, 2021).

### **2.3.3 Densidad**

La densidad establece la cantidad de masa presente en un volumen. La presión y la temperatura están relacionadas con la densidad de un compuesto, a medida que la presión es alta, la densidad incrementa (Aguilar, 2011).

### **2.3.4 Vitamina C**

El ácido ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ), también llamado vitamina C, se encuentra en los alimentos y es una molécula que es soluble en agua. Tiene propiedades antioxidantes y es usado como aditivo en la industria de alimentos. Los métodos más sostenibles para extraer la vitamina C son: extracción asistida por ultrasonido, extracción asistida por microondas, extracción mediante uso de líquidos presurizados y supercríticos (Susa & Pisano, 2023).

### **2.3.5 Proteína**

Las proteínas son macromoléculas que se constituyen por cadenas de aminoácidos. Los componentes proteicos se conectan a través de enlaces peptídicos (González-Torres et al., 2007). Es un componente indispensable en la alimentación y es importante para el desarrollo celular y el desarrollo en el cuerpo (Reliance Protein Project Group et al., 2024).

## **2.4 Probióticos**

Los probióticos son microorganismos que pueden ser bacterias o levaduras. al consumirlos en cantidades adecuadas son beneficiosos para la salud. Promueven el buen funcionamiento intestinal recuperando la microbiota (Mgomi et al., 2025). Asimismo, se considera que no todas las (LAB) y (Yeasts) son probióticos. Deben cumplir con ciertos requisitos tal como resistir a los ácidos del estómago y aportar ventajas a la salud. (Eufic, 2025)

### **2.4.1 *Bacterias ácido lácticas***

Las bacterias ácido lácticas son fundamentales en la fermentación ya que tienen capacidad para acidificar y además de su impacto en el olor, sabor y textura de los alimentos fermentados (Parra, 2010).

Para las bebidas probióticas se usa la Norma INEN 2395, de acuerdo con esta regulación, deben tener más de  $10^7$  UFC/g de LAB.

### **2.4.2 *Levaduras***

Las levaduras son microorganismos que se desarrollan a una temperatura de 25 °C y son mesófilos aeróbicos. Estos microorganismos pueden generar cambios en los alimentos particularmente en los alimentos que tengan presión osmótica y acidez alta (Tiban & Maigua, 2021).

Conforme a la norma INEN 2395, el número mínimo de levaduras para bebidas fermentadas es de  $10^4$  UFC/g.

## **2.5 *Diseño de mezclas combinadas***

El diseño experimental de mezclas implica los componentes de un grupo de experimentos en los que se evalúan mezclas definidas por el diseño. Los componentes no se pueden modificar y su suma debe dar como resultado 100% además de que sus proporciones deben oscilar entre 1 y 0 (Ortega-Pérez et al., 2015).

### **2.5.1 *Design expert***

Design expert es un programa que se emplea para llevar a cabo experimentos estadísticos. También proporciona diseños combinados, formulaciones de mezcla,

optimización, selección, caracterización y evaluaciones comparativas (Hernández & Rostran, 2021).

## **2.6 Análisis sensorial**

Es el conjunto de métodos para medir la aceptabilidad de un producto, a través de los sentidos. Existen dos tipos de técnicas que son las pruebas analíticas y las pruebas con consumidores. Se pueden dividir en pruebas hedónicas donde se usa una escala para medir la preferencia del consumidor y las de preferencia en el cual los evaluadores deciden cual es el ideal entre diversos productos (Alvarado, 2018).

### ***2.6.1 Escala hedónica de 9 puntos.***

La escala hedónica verbal de 9 puntos ha sido usada para elaboración y mejora de nuevos productos alimenticios. Esta escala está conformada por 9 opciones donde 1 significa “me disgusta muchísimo” y 9 “me gusta muchísimo”. Ha sido usada para medir el “gusto” a su vez utiliza para determinar la preferencia considerando que la mejor opción son los productos con una valoración alta (Xia et al., 2020).

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

En este capítulo se describe detalladamente el proceso que se llevó a cabo para alcanzar los objetivos propuestos sobre el tema de investigación.

#### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación se enfocó en el método cuantitativo por motivo de que se evaluaron los componentes probióticos por medio de pruebas microbiológicas. De la misma manera los elementos nutricionales a través de análisis fisicoquímicos. Además, el siguiente estudio se centró en el método cualitativo, debido a que se realizó una evaluación sensorial para determinar la aprobación de la bebida.

#### **3.2 Ubicación del lugar**

El experimento para el desarrollo de la bebida funcional se realizó en la Universidad Técnica del Norte en los laboratorios de agroindustria y biotecnología del campus San Vicente de Paúl con coordenadas (17N 821310.92 E; 38415.82 N) en la ciudad de Ibarra.

#### **3.3 Obtención de la materia prima**

Las materias primas para desarrollar la bebida funcional se obtuvieron en la Asociación de Desarrollo Social e Integral “Llacta Pura”, el taxo se obtuvo en el cantón Pimampiro en la parroquia Chugá con coordenadas (18N 176631.19 E; 41457.86 N). El amaranto se adquirió de la misma asociación, pero esta pertenece a la marca Amarantos Alba que se produce en la comunidad San Clemente de la parroquia rural de La Esperanza con coordenadas (17N 819785.57 E; 31033.66N) del cantón Ibarra.

### 3.4 Análisis de las propiedades fisicoquímicas de las materias primas

Se evaluaron las materias primas fueron preparadas para su respectiva evaluación, la pulpa de taxo se obtuvo como se detalla en la **Figura 1** y la colada de amaranto se preparó como se muestra en la **Figura 2**. Se midió sólidos solubles, densidad y pH.

El análisis de sólidos solubles se evaluó mediante el método AOAC 932.12 con un refractómetro digital (ABBE 315RS), se tomó una muestra, se insertó en el refractómetro y se realizó la lectura de los °Brix.

Para la determinación de la densidad se usó el método AOAC 962.37 que consistió en pesar el picnómetro vacío y después se añadió la muestra a un volumen específico para posteriormente pesar el picnómetro con la muestra.

El pH se midió mediante un potenciómetro Orión (modelo Star A121) de acuerdo con el método AOAC 981.12 que se basa en la introducción del equipo en la muestra.

Además, para el estado de madurez de la (*Passiflora tarminiana*) se eligieron los frutos que se encuentren en estado de madurez “pintón” como se menciona en el estudio de (Encina & Carpio, 2011).

### 3.5 Identificación de la mezcla de materias primas que maximice el contenido de los compuestos probióticos

Para identificar la mezcla con mayor contenido probiótico se desarrolló un diseño experimental de mezclas combinadas usando el software Design Expert. Este modelo contribuyó a encontrar el máximo contenido de bacterias LAB y Yeasts.

**Tabla 4.** *Diseño experimental de mezclas combinadas*

N° Tratamiento	Componente TJ	Componente AP	Temperatura
1	0.00	1.00	24 °C
2	0.25	0.75	24 °C
3	0.00	1.00	24 °C

4	1.00	0.00	24 °C
5	1.00	0.00	24 °C
6	0.50	0.50	24 °C
7	0.50	0.50	24 °C
8	0.50	0.50	24 °C
9	0.50	0.50	24 °C
1	0.50	0.50	32 °C
2	0.00	1.00	32 °C
3	0.5	0.5	32 °C
4	1.00	0.00	32 °C
5	0.75	0.25	32 °C
6	1.00	0.00	32 °C
7	0.00	1.00	32 °C
8	0.50	0.50	32 °C
9	0.50	0.50	32 °C

TJ: Jugo de taxo

AP: Colada de amaranto

Para determinar la mezcla que contenga mayor contenido de probióticos se realizó la siembra en placas Petrifilm de cada tratamiento para LAB y para Yeasts en placas Compact Dry. Se llevó a cabo la siembra en las placas al inicio y al final de la fermentación de los todos los tratamientos.

Este proceso se efectuó de acuerdo con la investigación de Natar (2022) que mencionó lo siguiente: Se tomó un 1 ml de cada de tratamiento en un tubo eppendorf y se realizaron diluciones con agua destilada para el inicio se tomaron las diluciones de  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  y  $10^{-7}$ , y se sembraron en las respectivas placas. Al concluir la fermentación se tomaron las diluciones de  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  y  $10^{-8}$  y se inocularon en las placas. Estas se incubaron a 28°C y 25°C de 48 horas a 72 horas.

De igual forma, se hizo la cuantificación de proteínas por el método de Bradford siguiendo el proceso de (Guerrero, 2025), para cada tratamiento al finalizar la fermentación durante el cual se hizo lo siguiente. Para la curva de calibración se tomaron 6 tubos Eppendorf y se colocó 1 ml de Albúmina sérica bovina (BSA) en el primer tubo y en los tubos del 2 hasta el 6 se añadió 500 µl de tampón fosfato 25 mM pH 7. En el tubo 2 se añadió 500 µl del tubo 1 y se homogenizó suavemente 10 veces y se continuo de esta

manera hasta el tubo 6. Se encendió el espectrofotómetro con 1 ml de tampón fosfato con una longitud de onda de 595 nm. Se tomaron las soluciones de los tubos y se añadieron en celdas y se anotaron sus respectivas absorbancias.

Para analizar las muestras se colocó 1 ml de reactivo Bradford en 20 tubos eppendorf y en cada tubo se añadió 100 µl de las muestras que fueron centrifugadas previamente por 10 minutos. Se incorporó cada solución en celdas y se procedió a tomar lectura de las absorbancias.

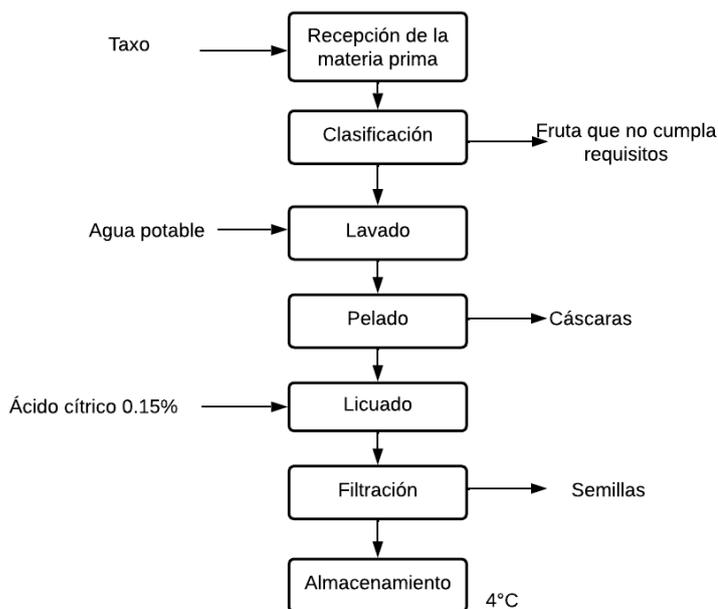
### 3.6 Instalación del experimento

Para la elaboración de la bebida funcional se llevará a cabo el procedimiento de acuerdo con el estudio realizado por (Guamán, 2022).

#### 3.6.1 Procedimiento

#### Proceso de la obtención de pulpa de taxo

*Figura 1. Diagrama de flujo de la pulpa del fruto*



## **Descripción del proceso**

**Recepción de la materia prima:** Se adquirió el taxo y se verificó que cuente con sus características organolépticas correctas color distintivo, libre de daño o fisuras, aspecto fresco, firmeza correcta y sin contaminación.

**Clasificación:** La materia prima que no contó con las características organolépticas antes mencionadas, se separaron del proceso.

**Lavado:** Se limpió la fruta con agua potable, para eliminar cualquier tipo de impureza que contenga.

**Pelado:** Se retiró la cascará de la materia prima y se desechó en el lugar correspondiente.

**Despulpado:** Con la ayuda de una cuchara se colocó la pulpa del taxo en un recipiente.

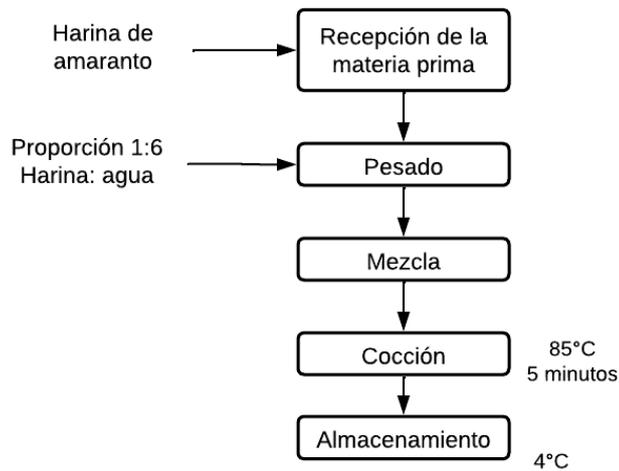
**Licuada:** Se colocó la pulpa de la fruta en la licuadora doméstica y se agregará una porción de ácido cítrico 0.15%. Se licuó por 5 segundos, como se menciona en el estudio de (Escobar, 2023).

**Filtración:** Con la ayuda de un colador plástico se separó la pulpa de las semillas.

**Almacenamiento:** Se almacenó en un recipiente de vidrio con tapa a una temperatura de 4°C.

## **Proceso de obtención de la colada de amaranto**

*Figura 2. Diagrama de flujo de la colada de amaranto*



### Descripción del proceso

**Recepción de la materia prima:** Se consiguió harina de amaranto de la marca Amarantos Alba.

**Pesado:** Se pesó la harina de amaranto y el agua en una proporción de 1:6.

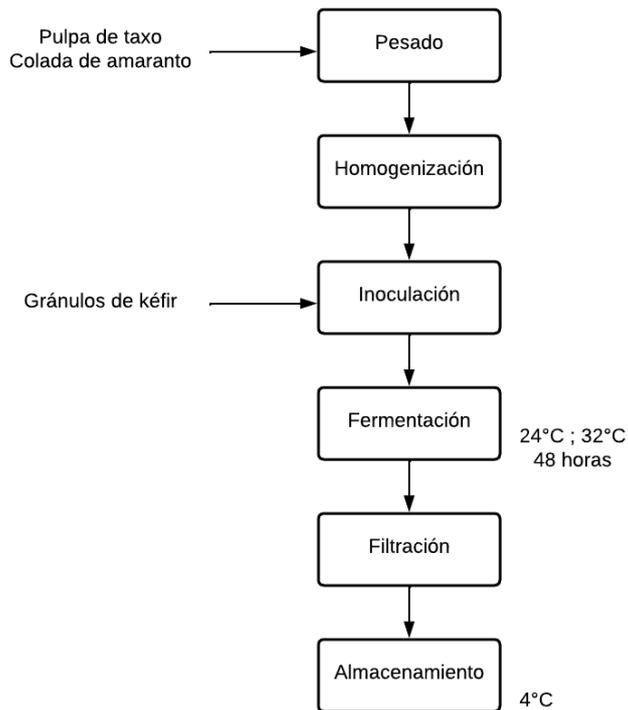
**Mezcla:** Se colocó la materia prima en un recipiente de acero inoxidable y se homogenizó.

**Cocción:** Se realizó la cocción a una temperatura de 85°C, agitando continuamente por 5 minutos.

**Almacenamiento:** Se llevó la mezcla a un recipiente de vidrio y se dejó enfriar a temperatura ambiente, posteriormente se almacenó a una temperatura de 4°C.

### Proceso de la bebida fermentada

*Figura 3. Diagrama de flujo de la bebida*



### Descripción del proceso

**Pesado:** se pesó los sustratos tanto la pulpa de taxo como la colada de amaranto de acuerdo con el diseño experimental y se distribuirá en un matraz Erlenmeyer.

**Homogenización:** se revolvió la mezcla con una varilla agitadora de vidrio hasta que la mezcla este homogénea.

**Inoculación:** Se pesó 10 g de gránulos de kéfir y se añadió a cada tratamiento y se cerró cada frasco.

**Fermentación:** se llevó a fermentación al agitador a una temperatura de 24 °C y 32° C respectivamente por el tiempo de 48 horas.

**Filtración:** posterior a la fermentación se filtró la bebida para separar los gránulos de kéfir de la mezcla.

**Almacenado:** Cada tratamiento se almacenó a una temperatura de 4°C.

### 3.7 Determinación de aceptabilidad general (OL) de la bebida fermentada y contenido nutricional del mejor tratamiento

Se determinó la aceptabilidad general (OL) de la bebida mediante una evaluación sensorial a través de un panel de 10 voluntarios “semientrenados”. Este panel estaba compuesto por 5 hombres y 5 mujeres con edades entre 18 y 25 años. Los voluntarios son personas sanas, no fumadoras y no bebedoras habituales.

Estas personas no se consideran catadores profesionales ya que tienen poco conocimiento acerca de evaluaciones sensoriales, por esta razón se los clasifica como “semientrenados”. Se les explico el proceso de la evaluación sensorial en el que se les hizo firmar un consentimiento informado de su participación en el estudio. Y se aclaró que no deben influir en las opiniones de los demás panelistas.

Este experimento fue realizado en pequeñas dimensiones ya que es una bebida de control, por ello se añadieron 15 ml de las bebidas en diferentes vasos con diferentes codificaciones, y se presentó a cada panelista para que realicen su respectivo análisis sensorial.

De acuerdo con el estudio de Kiesling (2018) para medir su aprobación mediante una escala hedónica de 9 puntos en donde se midió su olor, color, sabor y textura. Con estos valores se promediaron y se calculó la aceptación general.

**Tabla 5.** Escala hedónica para determinación de aceptabilidad

<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta un poco
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta un poco
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

Fuente: Jara-Solis et al., (2023).

### 3.8 Identificación de la bebida óptima

Para identificar la bebida óptima se tuvo en cuenta el crecimiento de las bacterias ácido lácticas y levaduras, como potenciales probióticos. Además, se tuvo en cuenta la aceptabilidad general (OL) y el contenido de proteína. Se usó la función de deseabilidad para determinar cuál es la mejor combinación de sustratos

$$d_{LAB} = \begin{cases} = 0 & \text{if } \hat{y}_{LAB} \leq L_{LAB} \\ = \left( \frac{\hat{y}_{LAB} - L_{LAB}}{T_{LAB} - L_{LAB}} \right)^{SL} & \text{if } L_{LAB} < \hat{y}_{LAB} < T_{LAB} \\ = 1 & \text{if } \hat{y}_{LAB} \geq T_{LAB} \end{cases} \quad (1)$$

$$d_{Yeast} = \begin{cases} = 0 & \text{if } \hat{y}_{Yeast} \leq L_{Yeast} \\ = \left( \frac{\hat{y}_{Yeast} - L_{Yeast}}{T_{Yeast} - L_{Yeast}} \right)^{SY} & \text{if } L_{Yeast} < \hat{y}_{Yeast} < T_{Yeast} \\ = 1 & \text{if } \hat{y}_{Yeast} \geq T_{Yeast} \end{cases} \quad (2)$$

$$d_{PROT} = \begin{cases} = 0 & \text{if } \hat{y}_{PROT} \leq T_{PROT} \\ = \left( \frac{\hat{y}_{PROT} - U_{PROT}}{T_{PROT} - U_{PROT}} \right)^{SP} & \text{if } T_{PROT} < \hat{y}_{PROT} < U_{PROT} \\ = 1 & \text{if } \hat{y}_{PROT} \geq U_{PROT} \end{cases} \quad (3)$$

$$d_{OL} = \begin{cases} = 0 & \text{if } \hat{y}_{OL} \leq T_{OL} \\ = \left( \frac{\hat{y}_{OL} - U_{OL}}{T_{OL} - U_{OL}} \right)^{SO} & \text{if } T_{OL} < \hat{y}_{OL} < U_{OL} \\ = 1 & \text{if } \hat{y}_{OL} \geq U_{OL} \end{cases} \quad (4)$$

*Función de deseabilidad*

$$D = (d_{LAB}^{w_{LAB}} \cdot d_{Yeast}^{w_{Yeast}} \cdot d_{Prot}^{w_{Prot}} \cdot d_{OL}^{w_{OL}})^{\frac{1}{\sum w_i}} \quad (5)$$

Donde:

$d_{LAB}$ ,  $d_{Yeast}$ ,  $d_{Prot}$  y  $d_{OL}$  expresan las funciones de deseabilidad de cada respuesta.

$w_{LAB}$ ,  $w_{Yeast}$ ,  $w_{Prot}$  y  $w_{OL}$  indican los pesos relativos.

### 3.9 Optimización de la mezcla de taxo y amaranto

Se utilizó la metodología de superficie de respuesta que se basa en optimizar la función de deseabilidad. Buscando las condiciones de los factores (TJ), (AP) y (TEMP) para lo cual se maximice la función de deseabilidad.

A través del software Design Expert se presentaron 3 posibilidades para la maximizar LAB, Yeasts, SA y minimizar proteína.

### **3.10 Contenido nutricional de la bebida optimizada**

Al tratamiento que resultó óptimo se evaluó el contenido de las bacterias ácido lácticas y levaduras y de proteína por el método de Bradford

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos durante la investigación.

#### 4.1 Análisis de las propiedades físico-químicas de las materias primas

**Tabla 6.** Resultados del análisis de las materias primas

Materia prima	Sólidos solubles (°Brix)	Densidad (g/ml)	pH
Taxo	11.5 ± 0.10	1.003 ± 0.004	3.18 ± 0.02
Amaranto	10.3 ± 0.19	0.978 ± 0.005	6.93 ± 0.14

± Desviación estándar n=3

Los resultados de la pulpa de taxo, son similares al estudio de Encina & Carpio (2011), expresando que el taxo contiene  $12 \pm 0.5$  ° Brix y en cuanto al pH los valores recopilados también son concordantes estableciendo  $3.28 \pm 0.08$  de pH. Además, la NTE INEN 2 337 menciona que el pH debe ser inferior a 4.5 de esta manera los resultados se encuentran dentro de la norma indicada. Asimismo, Pardo-Jumbo et al. (2018) indica que la densidad de la pulpa de (*Passiflora edulis*) da como resultado  $1.07 \pm 0.002$  g/ml estos datos son semejantes a los conseguidos en el estudio.

Los °Brix del amaranto (*Amaranthus quitensis*) en comparación con el estudio de Enriquez & Ore (2021) los resultados obtenidos fueron de  $11.50$  ° Brix. Debido a que en el estudio mencionado se elaboró una bebida con (*Amaranthus caudatus L.*) y pulpa de pitahaya ya que este fruto aporta sólidos solubles adicionales a la bebida estudiada. En cuanto a la densidad con base a la investigación de Durango (2022) los resultados son distintos. Debido a que la proporción de agua y harina es diferente y también se midió la densidad en combinación con pulpa de (*Passiflora edulis*). Respecto al pH de la colada de amaranto en la investigación de Martin (2022) los valores son comparables, ya que en

su análisis obtiene  $6.71 \pm 0.04$  de pH. Esto indica que los datos adquiridos se sitúan dentro del rango de solubilidad de proteínas, de tal forma que se incrementan las alternativas para uso.

#### 4.2 Identificación de la mezcla de materias primas que maximice el contenido de los compuestos probióticos

Los valores obtenidos a través del conteo de placas de bacterias ácido lácticas, levaduras y la cuantificación de proteínas se muestran en la **Tabla 7**.

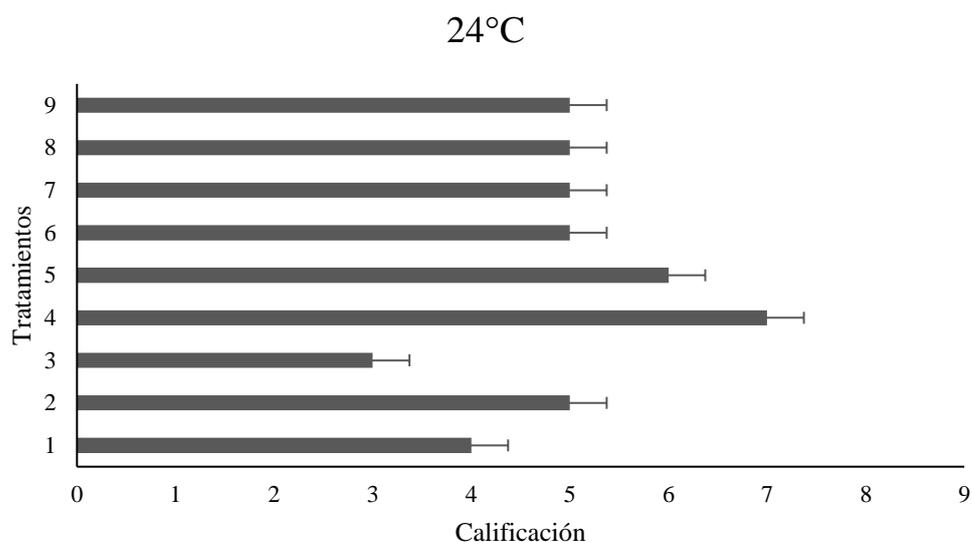
**Tabla 7.** Resultados de los tratamientos

Tratamiento	Componente		Temp	LAB (UFC/ml)	Yeasts (UFC/ml)	Proteína (mg/ml)	OL
	TJ	AP					
1	0.00	1.00	24 °C	$1.00 \times 10^{10}$	$2.60 \times 10^7$	0.16	4
2	0.25	0.75	24 °C	$3.00 \times 10^8$	$1.20 \times 10^8$	0.26	5
3	0.00	1.00	24 °C	$1.00 \times 10^{10}$	$2.00 \times 10^8$	0.15	3
4	1.00	0.00	24 °C	$3.00 \times 10^5$	$2.10 \times 10^8$	0.52	7
5	1.00	0.00	24 °C	$2.00 \times 10^9$	$3.60 \times 10^8$	0.47	6
6	0.50	0.50	24 °C	$-1.00 \times 10^7$	$4.70 \times 10^7$	0.24	5
7	0.50	0.50	24 °C	$-6.00 \times 10^6$	$7.00 \times 10^7$	0.22	5
8	0.50	0.50	24 °C	$-4.00 \times 10^7$	$1.30 \times 10^9$	0.30	5
9	0.50	0.50	24 °C	$-4.00 \times 10^6$	$1.30 \times 10^8$	0.28	5
1	0.50	0.50	32 °C	$2.00 \times 10^{10}$	$2.40 \times 10^9$	0.34	6
2	0.00	1.00	32 °C	$2.00 \times 10^{10}$	$5.40 \times 10^8$	0.27	3
3	0.5	0.5	32 °C	$2.00 \times 10^{10}$	$9.90 \times 10^9$	0.56	6
4	1.00	0.00	32 °C	$3.00 \times 10^{10}$	$1.30 \times 10^{11}$	0.44	7
5	0.75	0.25	32 °C	$2.00 \times 10^{10}$	$5.40 \times 10^{10}$	0.57	6
6	1.00	0.00	32 °C	$2.00 \times 10^{10}$	$3.20 \times 10^9$	0.32	5
7	0.00	1.00	32 °C	$5.00 \times 10^{10}$	$5.40 \times 10^8$	0.25	3
8	0.50	0.50	32 °C	$3.00 \times 10^{10}$	$4.40 \times 10^{10}$	0.29	6
9	0.50	0.50	32 °C	$5.00 \times 10^{10}$	$6.50 \times 10$	0.26	5

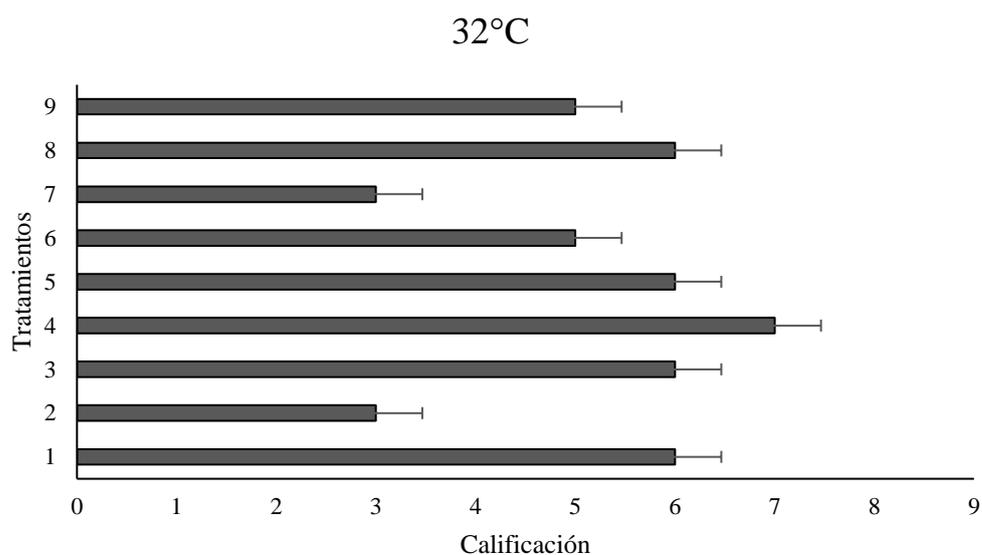
#### 4.3 Determinación de la aceptabilidad general de la bebida fermentada

Los panelistas que realizaron el análisis sensorial calificaron cada tratamiento en los siguientes aspectos color, olor, sabor y textura. Y a través del análisis estadístico se obtuvieron los siguientes resultados.

**Figura 4.** Aceptabilidad de bebidas a 24°C



**Figura 5.** Aceptabilidad de bebidas a 32°C



El análisis sensorial de la bebida indico resultados diversos y en ambos rangos de temperatura se obtuvo que los tratamientos número 4 obtienen la mayor puntuación en cuanto a deseabilidad. La producción de alimentos fermentados usando jugo de frutas y kéfir puede ser considerada una opción saludable para las personas (Puerari et al., 2012; Randazzo et al., 2016).

La alta ingesta de alimentos procesados ha aumentado últimamente, poniendo en riesgo la salud debido a esto las personas buscan nuevas alternativas de alimentos desarrollados con frutas (Sopla Huaman et al., 2023).

#### 4.4 Identificación de la bebida óptima

Se generaron 4 modelos matemáticos que expresan los valores experimentales.

$$\sqrt{\hat{y}_{LAB} + 4.62 \times 10^7} = 92677.72 * A + 1.38 \times 10^5 * B - 1.40 \times 10^5 * AB + 64444.93 * AC + 32861.37 * BC + 1.22 \times 10^5 * ABC \quad (6)$$

$$\log_{10}(\hat{y}_{YEAST}) = 9.52 * A + 8.37 * B + 0.7573 * C \quad (7)$$

$$\frac{1}{\hat{y}_{PROT}} = 2.11 * A + 4.84 * B - 1.15 * C + 1.41 * AC \quad (8)$$

$$\hat{y}_{OL} = 6.24 \cdot A + 3.29 \cdot B + 2.62 \cdot C \quad (9)$$

Los estudios estadísticos que se realizaron para obtener los modelos se muestran en **Anexo 16, Anexo 17, Anexo 18 y Anexo 19**. Y se puede evidenciar que los 4 modelos tienen un  $p < 0.0001$  lo que indica que son significativos.

#### 4.5 Análisis de datos de la bebida óptima

Se analizaron los parámetros en todo el rango y a las 4 respuestas se les dio el mismo nivel de importancia promedio. Las restricciones se muestran en la **Tabla 8**.

**Tabla 8.** Restricciones para encontrar soluciones de optimización

Factor	Objetivo	Límite inferior	Límite superior	Peso inferior	Peso superior	Importancia
A:TJ	Dentro del rango	0	1	1	1	3
B: AP		0	1	1	1	3
C: TEMP		T24	T32	1	1	3
LAB		$-4.2 \times 10^7$	$4.68 \times 10^{10}$	1	1	3
Yeast		$2.57 \times 10^7$	$1.28 \times 10^{11}$	1	1	3

Protein	Maximizar	0.152	0.5741	1	1	3
OL		3	7	1	1	3

Se generaron 3 soluciones para encontrar la bebida óptima que se muestran en la **Tabla 9**. Máximos posibles de la **bebida funcional** Se evaluó el número 2 que demostró estabilidad entre viabilidad y valores nutricionales.

**Tabla 9.** Máximos posibles de la bebida funcional

Número	TJ	AP	Temp	LAB	Yeast	Protein	OL	Deseabilidad
1	0.641	0.359	T32	$2.57 \times 10^{10}$	$2.15 \times 10^{10}$	0.373	5.784	0.526
<b>2</b>	<b>0.196</b>	<b>0.804</b>	<b>T24</b>	<b><math>3.21 \times 10^9</math></b>	<b><math>2.01 \times 10^8</math></b>	<b>0.196</b>	<b>4.283</b>	<b>0.276</b>
3	0.936	0.064	T24	$1.09 \times 10^9$	$1.43 \times 10^9$	0.522	6.205	0.199

El consumo de cereales ha sido relacionado con un modo de vida saludable (Ashaolu et al., 2025; Garrido-Galand et al., 2021). El amaranto es un pseudocereal altamente nutritivo, con una alta cantidad de proteína por esta razón los consumidores consideran alternativas saludables (Das et al., 2025). Por esta razón al añadir harina de amaranto a la bebida en conjunto con jugo de taxo, se mejoran sus propiedades nutricionales.

**Tabla 10.** Valores conseguidos de la bebida óptima 2

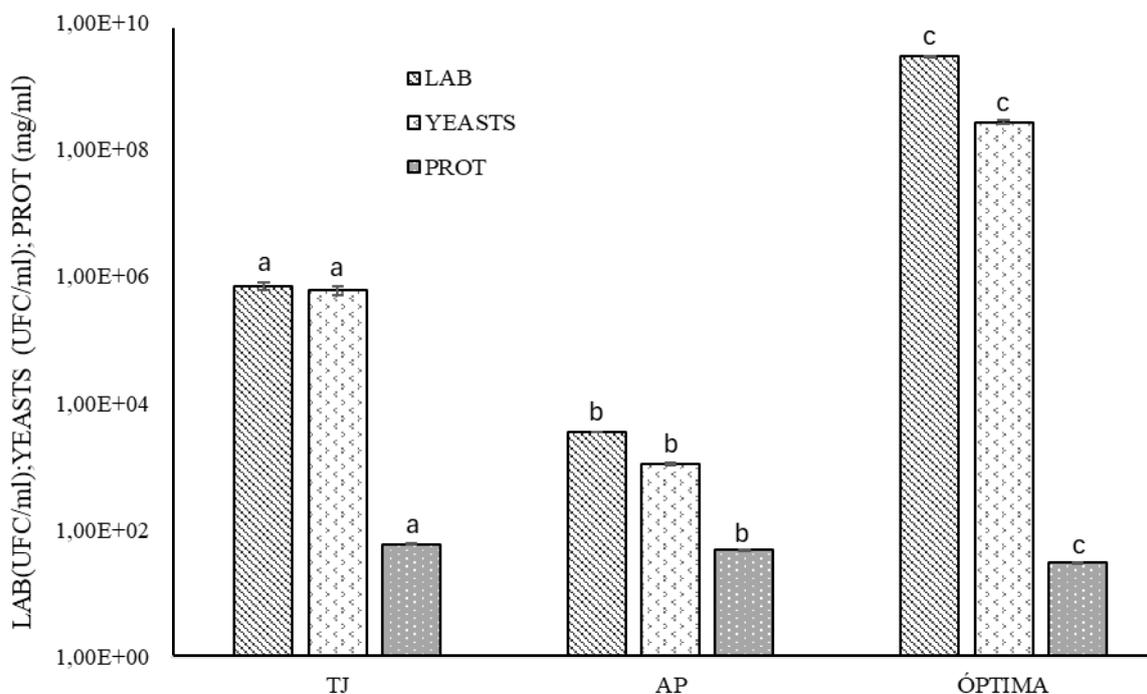
LAB (UFC/ml)	Yeast (UFC/ml)	Protein (mg/ml)	OL
$3.02 \times 10^9$	$2.73 \times 10^8$	0.30	2.675

Los resultados obtenidos al realizar la bebida óptima se acercan a los valores pronosticados en la **Tabla 9**.

#### 4.6 Contenido nutricional de la bebida optimizada

Para determinar el contenido nutricional de la bebida funcional, se evaluó el crecimiento de LAB y Yeasts y además la cuantificación de proteína. Se comparó con los análisis de los sustratos que se usaron en la bebida (TJ) y (AP).

**Figura 6.** Comparación de concentración de LAB, Yeasts y Protein



± Desviación estándar n=3

La bebida óptima tiene valores de las bacterias ácido lácticas (LAB) de  $3.02 \times 10^9$  UFC/ml y levaduras (Yeasts)  $2.73 \times 10^8$  UFC/ml, por el aporte de los gránulos de kéfir de agua que favorecieron con la fermentación. Estos resultados son significativamente superiores a estos microorganismos presentes en las materias primas que le dieron origen a la mezcla en la **Figura 6**. La bebida óptima se encuentra encima de los valores mínimos de la norma INEN 2395 en LAB ( $10^6$  UFC/g) y en Yeasts ( $10^4$  UFC/g).

Un comportamiento diferente se observó en el contenido de proteína soluble en donde se obtuvo 0.60 mg/ml de (TJ), 0,48 mg/ml de (AP) y 0.30 mg/ml de la bebida óptima. La posible razón de la cifra reducida en (AP) es que la harina de amaranto usada

en la experimentación fue sometida a un proceso de tostado y posteriormente, a una cocción durante 5 minutos. Y de acuerdo con Sobral et al. (2012) la solubilidad de las proteínas disminuye en relación con el incremento de temperatura y tiempo de tostado. En un estudio realizado con harina de soja las temperaturas  $>110^{\circ}\text{C}$  generaron la desnaturalización de las proteínas, impactando de manera negativa en el uso de productos alimenticios.

Además, la reducción de las proteínas solubles, de acuerdo con la investigación de Cruz-Casas et al. (2023) esto se puede deber a que la fermentación con LAB, puede llegar a degradar hasta un 95% de dichas proteínas y se generan péptidos bioactivos y aminoácidos. Además, el método utilizado para cuantificar proteína fue el método de Bradford, que solo mide proteínas solubles una parte sustancial de proteínas insolubles pudieron haber quedado asociadas a pequeños fragmentos semisólidos presentes en el puré de amaranto. La mezcla de las materias primas usadas en la bebida puede hacer que la degradación de las proteínas solubles sea más acelerada por las bacterias y levaduras que posee el kéfir.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se evaluó la mezcla que potencia los componentes probióticos de las materias primas, siendo esta la mezcla que contiene mayor contenido de harina de amaranto. La bebida desarrollada cumple con la norma establecida y se afirma que una bebida funcional.
- Los resultados muestran que la mezcla de las materias primas al ser fermentadas proporciona mejores propiedades nutricionales, en comparación a los sustratos sin combinar, es decir por si solos.

## 5.2 Recomendaciones

- Realizar la investigación a un rango más amplio de temperaturas para establecer la temperatura adecuada para aumentar la concentración de compuestos probióticos en las bebidas.
- Llevar a cabo el estudio con otra variedad de harina de amaranto, como la variedad (*Amaranthus hypochondriacus*) para modificar el contenido de proteína en la bebida, ya que por diversos estudios se ha comprobado su alto contenido en proteína.
- Replicar los protocolos óptimos obtenidos en esta investigación y realizar análisis acerca de péptidos bioactivos, para entender más acerca de los beneficios de esta bebida funcional.

## REFERENCIAS

- Agarbati, A., Canonico, L., Ciani, M., Morresi, C., Damiani, E., Bacchetti, T., & Comitini, F. (2024). Functional potential of a new plant-based fermented beverage: Benefits through non-conventional probiotic yeasts and antioxidant properties. *International Journal of Food Microbiology*, 424, 110857. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2024.110857>
- Aguilar, F. (2011). *Propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de densidad y presión abordados en la educación básica secundaria*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8301>
- Akan, E., Yavaş, A., & Dikme, M. (2025). Bioactive potentials of paraprobiotic kefir: Enhanced protein hydrolysis and anticancer efficacy. *International Dairy Journal*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106169>
- Alemán, R. (2022). *Evaluación de harina de amaranto (Amaranthus spp) variedad INTA soberano en productos de panificación en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, en el periodo de octubre 2021 a junio 2022* [Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4579>
- Alvarado, P. (2018). *Desarrollo de un bioproceso para la obtención de una bebida funcional a partir de lactosuero en polvo y gránulos de kéfir* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8282>
- Ashaolu, T. J., Varga, L., & Greff, B. (2025). Nutritional and functional aspects of European cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*, 209, 116221. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.116221>
- Bazán, D. (2020). *Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir*. <http://hdl.handle.net/11093/1643>
- Bozkir, E., Yilmaz, B., Sharma, H., Esatbeyoglu, T., & Ozogul, F. (2024). Challenges in water kefir production and limitations in human consumption: A comprehensive review of current knowledge. *Heliyon*, 10(13). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E33501/ASSET/01014CC5-A2A2-4063-B8DF-CC1598955D44/MAIN.ASSETS/GR2.JPG>
- Bravo, H. (2021). *Evaluación del contenido de polifenoles totales y características sensoriales de una bebida alcohólica tipo vino tinto a base de maíz (Zea Mays L.), morado y rojo* [Universidad Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6456>
- Catota, G., & Collaguaso, N. (2022). *Aplicaciones pedagógicas del refractómetro digital en procesos de transformación agroindustrial* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9417>
- Chaudhary, K., Khalid, S., Alomar, T. S., AlMasoud, N., Ansar, S., Ghazal, A. F., Ait-Kaddour, A., & Aadil, R. M. (2025). Ultrasound assisted natural deep eutectic solvents based sustainable extraction of *Spirulina platensis* and orange peel extracts for the development of strawberry-cantaloupe based novel clean-label functional drink. *Ultrasonics Sonochemistry*, 118, 107357. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2025.107357>
- Colcha, M. (2022). *Medidor de pH del suelo para el cultivo de rosas* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13028>

- Conde-Martínez, N., Sinuco, D. C., & Osorio, C. (2014). Chemical studies on curuba (*Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey) fruit flavour. *Food Chemistry*, *157*, 356–363. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.056>
- Cornejo, F., Novillo, G., Villacrés, E., & Rosell, C. M. (2019). Evaluation of the physicochemical and nutritional changes in two amaranth species (*Amaranthus quitensis* and *Amaranthus caudatus*) after germination. *Food Research International*, *121*, 933–939. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2019.01.022>
- Cruz-Casas, D. E., Aguilar, C. N., Ascacio-Valdés, J. A., Rodríguez-Herrera, R., Chávez-González, M. L., & Flores-Gallegos, A. C. (2023). Potencial biológico de péptidos obtenidos del amaranto mediante fermentación con bacterias ácido lácticas. *2023*, *2023*(5), 10.
- Das, D., Sheikh, M. A., & Mir, N. A. (2025). Exploring the potential of amaranth proteins: Composition, functional characteristics, modifications, bioactive peptides, and possible applications in food and packaging industries. In *Journal of Food Composition and Analysis* (Vol. 139). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.107146>
- Delgado, H., & Martín, J. P. (2023). Genetic Diversity of Black Amaranth (*Amaranthus quitensis* Kunth) Landraces of Ecuadorian Highlands: Association Genotypes—Color Morphotypes. *Agriculture (Switzerland)*, *13*(1). <https://doi.org/10.3390/agriculture13010034>
- Durango, J. (2022). *Diseño de un proceso para la elaboración de una bebida energética y nutritiva a base de harina de amaranto (Amaranthus caudatus L.), maracuyá (Passiflora Edulis) y panela* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17757>
- Encina, C., & Carpio, L. (2011). Máxima retención de ácido ascórbico, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tumbo. *Ingeniería Industrial*. <https://doi.org/https://doi.org/10.26439/ing.ind2011.n029.236>
- Enriquez, I., & Ore, F. (2021). Elaboración de una bebida funcional a base de malta de *Amaranthus caudatus* L. y pulpa de *Hylocereus triangularis*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *5*(3), 3353–3366. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.536](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.536)
- Escobar, V. (2023). *Evaluación del efecto de enriquecimiento de ácido ascórbico en el proceso de enlatado de nectar de maracuyá Passiflora edulis* [Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14226>
- Eufic. (2025). *El papel de las bacterias ácido lácticas en la fermentación de alimentos*. <https://www.eufic.org/es/produccion-de-alimentos/articulo/las-bacterias-acido-lacticas-y-su-uso-en-la-alimentacion>
- Gallardo, G., & Roberti, D. (2020). *Caracterización sensorial de una bebida “Ready to drink” a base de agua de coco (Cocos nucifera L.)*.
- Garrido-Galand, S., Asensio-Grau, A., Calvo-Lerma, J., Heredia, A., & Andrés, A. (2021). The potential of fermentation on nutritional and technological improvement of cereal and legume flours: A review. In *Food Research International* (Vol. 145). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110398>
- González-Orozco, B. D., García-Cano, I., Jiménez-Flores, R., & Álvarez, V. B. (2022). Invited review: Milk kefir microbiota—Direct and indirect antimicrobial effects. In *Journal of*

*Dairy Science* (Vol. 105, Issue 5, pp. 3703–3715). Elsevier Inc.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2021-21382>

- González-Torres, L., Téllez-Valencia, A., Sampedro, J. G., & Nájera, H. (2007). *Las proteínas en las nutrición*.
- Guamán, M. (2022). *Elaboración de kéfir de agua proteinizado con amaranto (Amaranthus caudatus L.) y saborizado con melocotón* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19135>
- Guerrero, J. (2025). *Búsqueda de péptidos bioactivos procedente de proteína residual de papa (Solanum Tuberosum) contra fitopatógenos* [Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/16912>
- Hernández, A., & Rostran, M. (2021). *Empleo del software Design Expert para la optimización de biofertilizantes líquidos mediante indicadores fisicoquímicos y fermentativos* [Universidad Politécnica de Nicaragua]. <http://repositorio.unp.edu.ni/id/eprint/474>
- Inlago, C. (2020). *Evaluación de la variabilidad morfológica de taxo (Passiflora tripartita Juss) cultivado en chacras de agricultores de la provincia de Imbabura* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10467>
- Jara-Solis, F., Araya-Quesada, Y., ÓMahony, M., & Cubero-Castillo, E. (2023). Is the R-index method for eliciting preference measures from the 9-point hedonic scale fit for purpose? *Food Quality and Preference*, 103, 104710. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2022.104710>
- Jiménez, L. (2017). *Escalamiento de la producción de bebidas funcionales a partir de productos vegetales no tradicionales* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59619>
- Jurado, E. (2019). *Estudio de la producción y comercialización del amaranto (Amaranthus sp) en la provincia de Imbabura* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9888>
- Kiesling, Y. (2018). *Formulación de una bebida de agua de coco (Cocos nucifera) fermentada por Lactobacillus plantarum BG112 adicionada con inulina de Agave tequilana* [Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6256>
- Landa, D. (2012). *Diagnostico situacional del taxo (PassifloramollissimaB.H.K.)* [Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3942>
- Luo, J., Liu, S., Wang, Y., Chen, Q., & Shi, Y. (2025). Improvement of compositional, textural, and rheological characteristics in plant-based cheese analogs fermented by kefir grain. *Food Chemistry*, 477. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143519>
- Martin, A. (2022). *Propiedades físicas, funcionales y químicas de harina obtenida a partir de semillas de amaranto*. Universitat Politècnica de València.
- Mgomi, F. C., Zhang, B. xin, Lu, C. lei, Yang, Z. quan, & Yuan, L. (2025). Novel biofilm-inspired encapsulation technology enhances the viability of probiotics during processing, storage, and delivery. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 160). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.105032>
- Nastar, D. (2022). *Producción de una bebida funcional a partir de mezclas de suero de leche de cabra y jugos de frutos andinos, fermentadas con gránulos de kéfir* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12973>

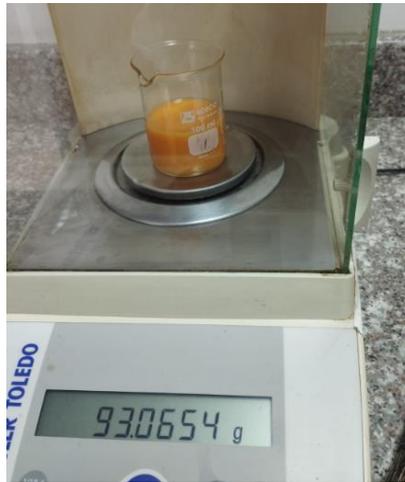
- Oñate, J. (2022). *Análisis de las características organolépticas de la pitahaya (Selenicereus undatus) y taxo (Passiflora tripartita): nuevos usos culinarios para una propuesta de cocina de autor* [Universidad de Cuenca]. <https://core.ac.uk/download/pdf/544318566.pdf>
- Ortega-Pérez, D. C., Bustamante-Rua, M. O., Gutiérrez-Rôa, D. F., & Correa-Espinal, A. A. (2015). Diseño de mezclas en formulaciones industriales. *DYNA (Colombia)*, 82(189), 149–156. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n189.42785>
- Pardo-Jumbo, A. , Nubia-Lisbeth, Ana-Paola, ;, & Echavarría. (2018). *Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá (passiflora edulis)* (Vol. 1).
- Paredes, J. L., Escudero-Gilete, M. L., & Vicario, I. M. (2022). A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization. *LWT*, 154, 112728. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112728>
- Parra, R. (2010). REVIEW. BACTERIAS ACIDO LÁCTICAS: PAPEL FUNCIONAL EN LOS ALIMENTOS. *SciELO*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612010000100012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612010000100012&script=sci_arttext)
- Penna, A. C. G., Portel, C. S., Pagani, M. M., Mársico, E. T., Silva, A. C. O., & Esmerino, E. A. (2021). Impact of food choice and consumption profile on the perception of food coloring on kefir labels: Insights of the projective technique of Product Personality Profiling. *Food Research International*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110802>
- Peralta, E. (2012). *El amaranto en el Ecuador*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3259/1/iniapscCD53.pdf>
- Puerari, C., Magalhães, K. T., & Schwan, R. F. (2012). New cocoa pulp-based kefir beverages: Microbiological, chemical composition and sensory analysis. *Food Research International*, 48(2), 634–640. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.005>
- Randazzo, W., Corona, O., Guarcello, R., Francesca, N., Germanà, M. A., Erten, H., Moschetti, G., & Settanni, L. (2016). Development of new non-dairy beverages from Mediterranean fruit juices fermented with water kefir microorganisms. *Food Microbiology*, 54, 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.10.018>
- Reliance Protein Project Group, Dattaroy, T., & Shukla, M. R. (2024). A Comprehensive Safety Assessment of Algae Protein from Picochlorum for Human Consumption. *Regulatory Toxicology and Pharmacology : RTP*, 105753. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2024.105753>
- Romagnoli, M. V, TUESCA, D., & PERMINGEAT, H. R. (n.d.). *AMARANTHUS RESISTENTES A HERBICIDAS INHIBIDORES DE LA ALS Caracterización de la resistencia de Amaranthus quitensis a tres familias de herbicidas*.
- Ruiz, M., Fernández, R., Noriega, D., Villavicencio, C., & Áviles, R. (2014). Elaboración de bebida fermentada tipo kéfir caucasiense a partir de la fruta Vaccinium Myrtillus (Arándano). *Revista Ingeniería Química y Desarrollo*, 1, 6–11. [https://sga.unemi.edu.ec/media/evidenciasiv/2018/02/20/articulo\\_20182201083.pdf](https://sga.unemi.edu.ec/media/evidenciasiv/2018/02/20/articulo_20182201083.pdf)
- Salazar, E., Sánchez, J., & Londoño, L. (2019). Características y beneficios del Kéfir como probiótico: Una revisión para el mejoramiento de la salud. *MICROCIENCIA*. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/microciencia/article/view/7407>

- Santos, S. (2023). *Cambios en las propiedades fisicoquímicas y del sistema antioxidante durante el desarrollo de los frutos de Passiflora tarminiana* [Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/3356>
- Sobral, P., Palazolo, G., & Wagner, J. (2012). *Evaluación de cambios estructurales en las proteínas de soja durante el proceso de obtención de harina desgrasada de soja*.
- Sopla Huaman, F. R., Guevara-Alvarado, H. M., Guevara – Mestanza, E. E., & Zuta– Chamoli, V. (2023). Caracterización fisicoquímica, análisis sensorial y composición bioactiva de una bebida funcional elaborada a base de aguaymanto, soya y estevia. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 4(1), 52–61. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i1.141>
- Susa, F., & Pisano, R. (2023). Advances in Ascorbic Acid (Vitamin C) Manufacturing: Green Extraction Techniques from Natural Sources. In *Processes* (Vol. 11, Issue 11). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/pr11113167>
- Tiban, L., & Maigua, C. (2021). *Estudio reológico de tres bebidas fermentadas de yuca (Manihot esculenta crantz) con kéfir y levadura* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10129>
- Xia, Y., Song, J., Zhong, F., Halim, J., & O'Mahony, M. (2020). The 9-point hedonic scale: Using R-Index Preference Measurement to compute effect size and eliminate artifactual ties. *Food Research International*, 133, 109140. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109140>
- Zhang, J., Ma, H., Wang, H., Sun, M., Yu, C., Liu, Q., He, Z., Song, S., Feng, T., & Yao, L. (2024). Flavor and sensory profile of kombucha fermented with raw Pu-erh tea and evaluation of the antioxidant properties. *LWT*, 200, 116220. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2024.116220>

## ANEXOS

### Anexo 1

#### *Análisis de densidad*



### Anexo 2

#### *Madurez del taxo*



### Anexo 3

#### *Medición de pH*



### Anexo 4

*Medición de sólidos solubles*



**Anexo 5**

*Pesado de la materia prima para bebida*



**Anexo 6**

*Fermentación de los tratamientos*



## **Anexo 7**

### *Filtración de las bebidas*



## **Anexo 8**

### *Siembra en placas*



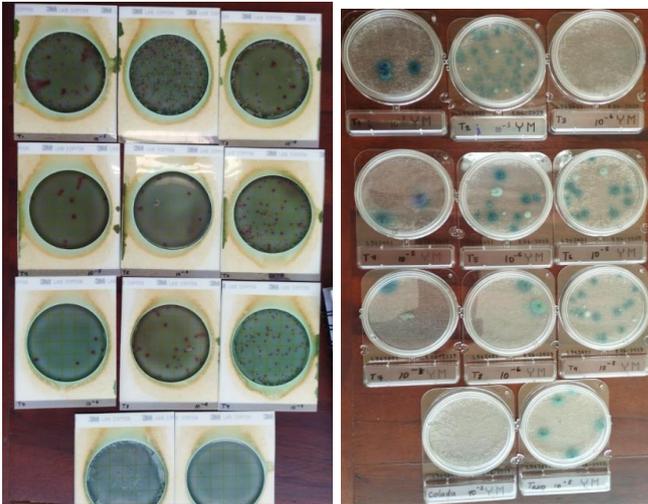
## **Anexo 9**

### *Incubación de las placas*



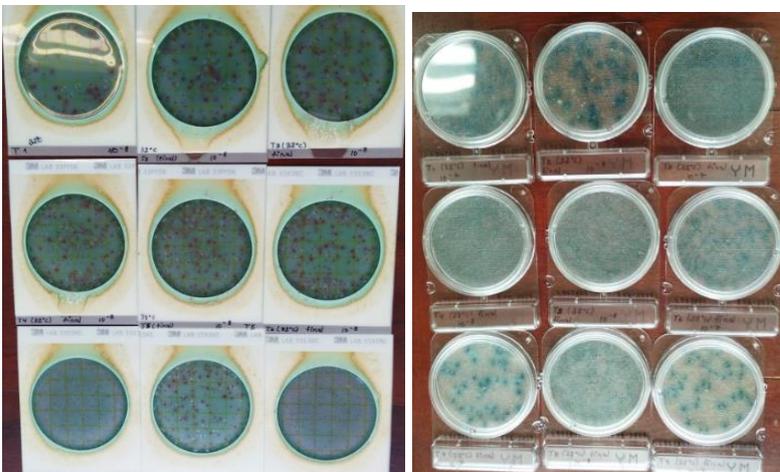
### Anexo 10

*Crecimiento de colonias de LAB y YEASTS antes de la fermentación*



### Anexo 11

*Crecimiento de colonias de LAB y YEASTS después de la fermentación*



### Anexo 12

*Conteo de colonias*



**Anexo 13**

*Optimización de bebida*



**Anexo 14**

*Análisis sensorial*



**Anexo 15**

*Evaluación sensorial realizada a través de google*

# ANÁLISIS SENSORIAL BEBIDA FUNCIONAL ÓPTIMA A BASE DE LA MEZCLA DE TAXO Y AMARANTO FERMENTADA CON GRANULOS DE KÉFIR

Esta prueba tiene la finalidad de medir la aceptación de la bebida funcional a base de la mezcla de taxo y amaranto con gránulos de kéfir.

Escala de preferencia:

- 1 Me disgusta muchísimo
- 2 Me disgusta mucho
- 3 Me disgusta moderadamente
- 4 Me disgusta un poco
- 5 No me gusta ni me disgusta
- 6 Me gusta un poco
- 7 Me gusta moderadamente
- 8 Me gusta mucho
- 9 Me gusta muchísimo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color	<input type="radio"/>								
Olor	<input type="radio"/>								
Sabor	<input type="radio"/>								
Textura	<input type="radio"/>								

## Anexo 16

*Análisis de varianza para LAB*

Fuente	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F-valor	p-valor	
<b>Modelo</b>	8,72E+10	5	1,74E+10	20,97	< 0.0001	significante
<sup>(1)</sup> Mezcla Lineal	1,77E+09	1	1,77E+09	2,13	0,17	

AB	5,03E+09	1	5,03E+09	6,04	0,0301	
AC	1,72E+10	1	1,72E+10	20,64	0,0007	
BC	4,46E+09	1	4,46E+09	5,37	0,039	
ABC	3,79E+09	1	3,79E+09	4,56	0,0541	
<b>Residual</b>	9,98E+09	12	8,32E+08			
Falta de ajuste	5,73E+08	2	2,87E+08	0,3048	0,7439	no significante
Error puro	9,41E+09	10	9,41E+08			
<b>Cor Total</b>	9,72E+10	17				

---

#### Estadística de ajuste

<b>Desv. est</b>	28838,86	<b>R<sup>2</sup></b>	0,8973
<b>Media</b>	97932,07	<b>Ajustado R<sup>2</sup></b>	0,8545
<b>C.V. %</b>	29,45	<b>Previsto R<sup>2</sup></b>	0,7164
		<b>Precisión adeq:</b>	10,1946

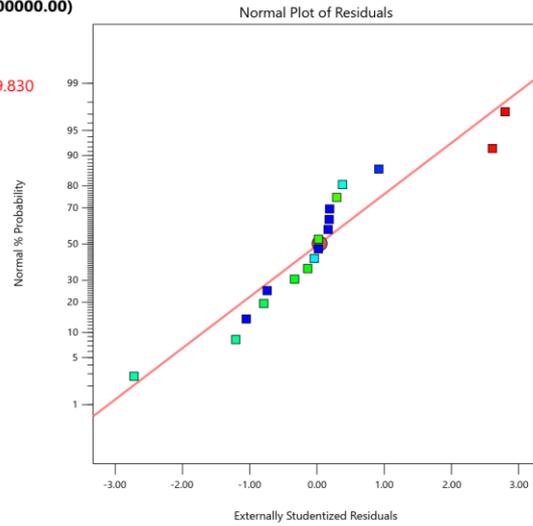
#### Residuales

Response: Sqrt(LAB + 4620000.00)

Color points by value:

LAB:

2049.390 216439.830

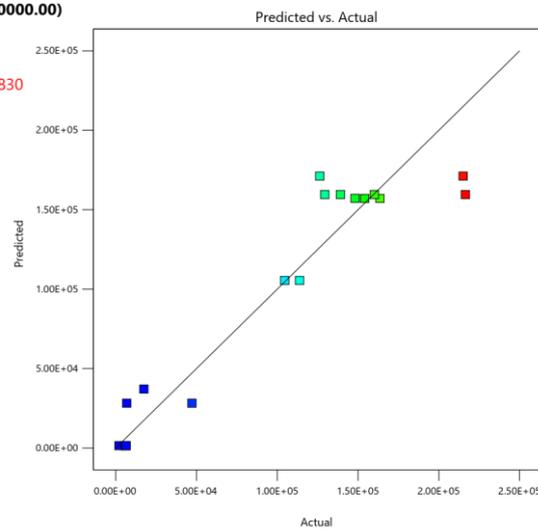


Response: Sqrt(LAB + 4620000.00)

Color points by value:

LAB:

2049.390 216439.830



## Anexo 17

### Análisis de varianza para Yeasts

Fuente	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F-valor	p-valor	
<b>Modelo</b>	14,02	2	7,01	17,39	0,0001	significante
<sup>(1)</sup> Mezcla lineal	3,76	1	3,76	9,33	0,008	
C-Temp	10,26	1	10,26	25,45	0,0001	
<b>Residual</b>	6,05	15	0,403			
Falta de ajuste	1,23	5	0,2461	0,511	0,7625	no significante
Error puro	4,82	10	0,4815			

### Estadística de ajuste

<b>Desv. est</b>	0,6348	<b>R<sup>2</sup></b>	0,6987
<b>Media</b>	8,95	<b>Ajustado R<sup>2</sup></b>	0,6585
<b>C.V. %</b>	7,1	<b>Previsto R<sup>2</sup></b>	0,5707
		<b>Precisión adeq:</b>	10,289

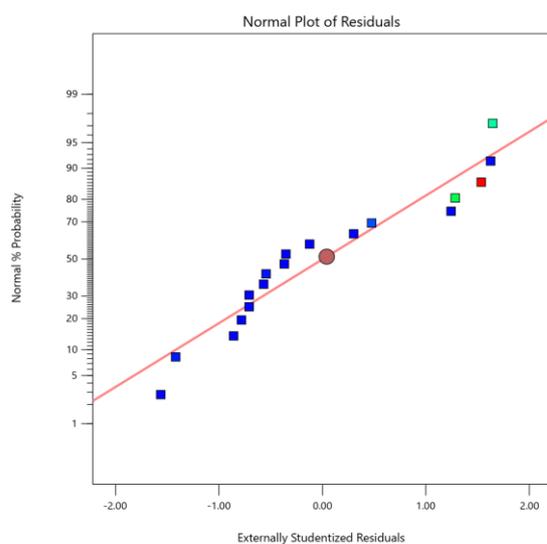
### Residuales

**Response: Log10(Yeast)**

Color points by value:

Yeast:

7.410  11.107

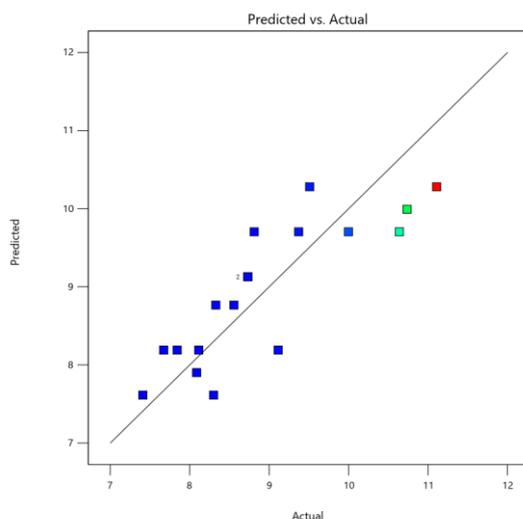


**Response: Log10(Yeast)**

Color points by value:

Yeast:

7.410  11.107



### Anexo 18

*Análisis de varianza para proteína*

Fuente	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F-valor	p-valor	
<b>Modelo</b>	24,86	3	8,29	17,05	< 0.0001	significante
<sup>0</sup> Mezcla lineal	17,07	1	17,07	35,12	< 0.0001	
C-Temp	7,62	1	7,62	15,67	0,0014	
AC	4,18	1	4,18	8,6	0,0109	
<b>Residual</b>	6,81	14	0,4861			
Falta de ajuste	2,99	4	0,7473	1,96	0,1772	no significante
Error puro	3,82	10	0,3816			
<b>Cor Total</b>	31,66	17				

### Estadística de ajuste

<b>Desv. est</b>	0,6972	<b>R<sup>2</sup></b>	0,7851
<b>Media</b>	3,52	<b>Ajustado R<sup>2</sup></b>	0,739
<b>C.V. %</b>	19,83	<b>Previsto R<sup>2</sup></b>	0,6804
		<b>Precisión adeq:</b>	12,5835

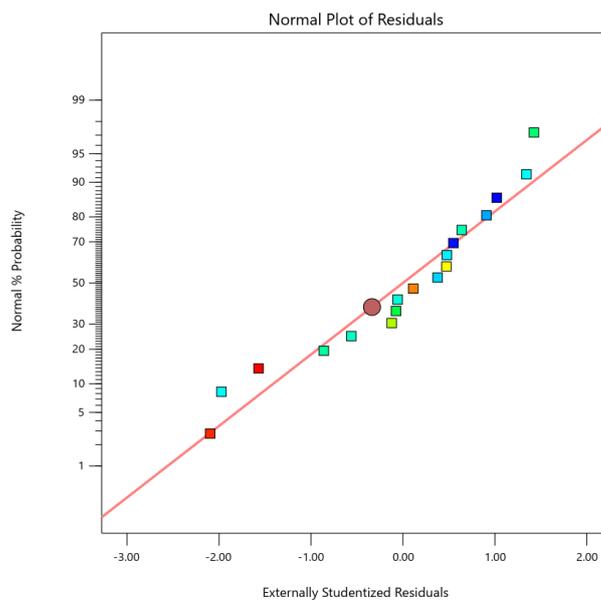
### Residuales

#### Response: 1/(Protein)

Color points by value:

Protein:

6.579  1.742

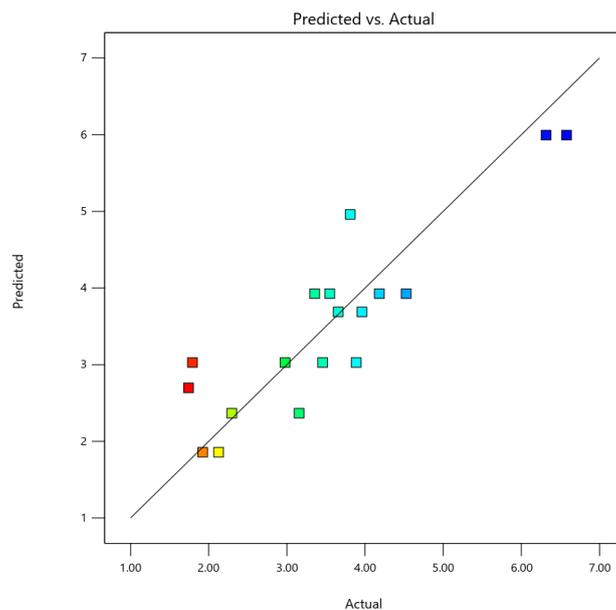


**Response: 1/(Protein)**

Color points by value:

Protein:

6.579  1.742



## Anexo 19

### Análisis de varianza para SA

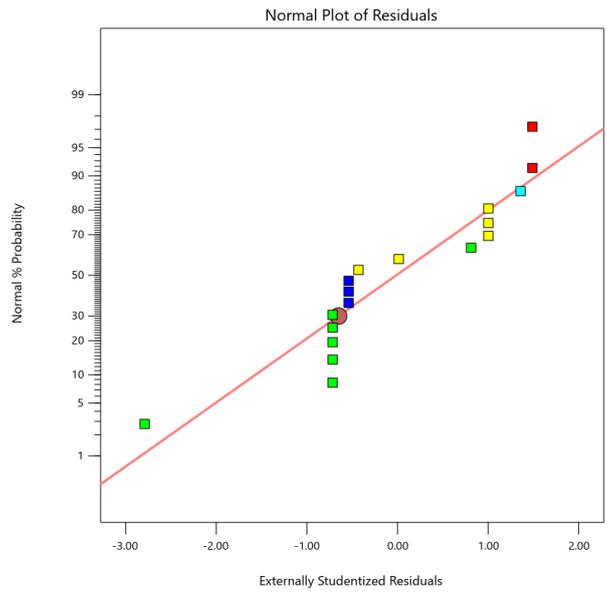
Fuente	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F-valor	p-valor	
<b>Modelo</b>	20,15	2	10,07	26,84	< 0,0001	significante
<sup>(1)</sup> Mezcla lineal	18,38	1	18,38	48,98	< 0,0001	
AB	1,77	1	1,77	4,71	0,0465	
<b>Residual</b>	5,63	15	0,3753			
Falta de ajuste	1,88	5	0,3759	1	0,4639	no significante
Error puro	3,75	10	0,375			
<b>Cor Total</b>	25,78	17				

### Estadística de ajuste

<b>Desv. est</b>	0,6126	<b>R<sup>2</sup></b>	0,7816
<b>Media</b>	5,11	<b>Ajustado R<sup>2</sup></b>	0,7525
<b>C.V. %</b>	11,99	<b>Previsto R<sup>2</sup></b>	0,6602
		<b>Precisión adeq:</b>	11,76

### Residuales

**Response: OL**  
 Color points by value:  
 OL:  
 3  7



**Response: OL**  
 Color points by value:  
 OL:  
 3  7

