



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE  
LECHE VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia  
esculenta*) COMO FUENTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de  
Ingenieras Agroindustriales

**Autoras:**

Aimacaña Peralta Joyce Sarahi  
Hidalgo Ante Nicole Esperanza

**Tutor:**

Cerda Andino Edwin Fabián

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo 2026**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Aimacaña Peralta Joyce Sarahi, con cédula de ciudadanía No. 1727642199 y Hidalgo Ante Nicole Esperanza, con cédula de ciudadanía No. 0550513295, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LECHE VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO FUENTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES”**, siendo el Ingeniero Mg. Edwin Fabián Cerda Andino, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 19 de febrero del 2026

Joyce Sarahi Aimacaña Peralta  
C.C: 1727642199  
**ESTUDIANTE**

Nicole Esperanza Hidalgo Ante  
C.C: 0550513295  
**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **AIMACAÑA PERALTA JOYCE SARAHI**, identificada con cédula de ciudadanía **1727642199** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE** y de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LECHE VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO FUENTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril – Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ingeniero Mg. Edwin Fabián Cerda Andino

Tema: **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LECHE VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO FUENTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES”**.

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días de febrero del 2026.

Joyce Sarahi Aimacaña Peralta  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **HIDALGO ANTE NICOLE ESPERANZA**, identificada con cédula de ciudadanía **0550513295** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LECHE VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO FUENTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril – Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ingeniero Mg. Edwin Fabián Cerda Andino

Tema: **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LECHE VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO FUENTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES”**.

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días de febrero del 2026.

Nicole Esperanza Hidalgo Ante  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LECHE VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO FUENTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES”**, de Aimacaña Peralta Joyce Sarahi y Hidalgo Ante Nicole Esperanza, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 19 de febrero del 2026

Ing. Edwin Fabián Cerda Andino, Mg.  
C.C: 0501369805  
**DOCENTE TUTOR**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Aimacaña Peralta Joyce Sarahi y Hidalgo Ante Nicole Esperanza, con el título del Proyecto de Investigación: **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LECHE VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO FUENTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 19 de febrero del 2026

Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.  
C.C: 0501511604  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.  
C.C: 0501821433  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal, Mg.  
C.C: 0501864854  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco de manera especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente; a la carrera de Agroindustria, por proporcionarme los conocimientos, experiencias y valores que fortalecieron mi crecimiento académico y personal; a todos mis docentes, por su dedicación, paciencia y enseñanzas fundamentales en este proceso; y de manera muy especial, a mi tutor de proyecto, por su guía constante, apoyo incondicional y orientación profesional durante el desarrollo de esta investigación; y finalmente, a mi amiga y compañera de proyecto, Nico, por su amistad sincera, por cada palabra de aliento, por su apoyo incondicional en los momentos difíciles y por compartir no solo este proyecto, sino también risas, aprendizajes y sueños, haciendo que este logro tenga un significado aún más especial.*

***Aimacaña Peralta Joyce Sarahi***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios, por sostenerme en los momentos de duda, por darme fuerzas cuando sentía que no podía más y por iluminar cada paso de este camino. A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por brindarme el espacio para crecer académicamente y formarme como profesional, a la carrera de Agroindustria la cual con cada clase y experiencia me formo con disciplina y compromiso, a mis docentes por sus conocimientos impartidos, por sus palabras y por su paciencia a lo largo de este camino, y en especial agradezco a mi tutor de proyecto por el apoyo brindado, por sus conocimientos y ser un guía durante la realización de este proyecto. Y, sobre todo, agradezco a mis primas quienes siempre han estado conmigo, me han escuchado y se han alegrado por cada logro por más pequeño que sea. A mi amiga y compañera de proyecto Joyce gracias por caminar conmigo durante este proceso, por escucharme, animarme, por las risas, las comidas juntas y siempre confiar en mí. Y sobre todo agradecerle por tu compañía de inicio a fin durante todo este camino, este logro lleva un pedacito de tu paciencia y cariño.*

**Hidalgo Ante Nicole Esperanza**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este logro con todo mi amor y gratitud infinita a mi familia, quienes han sido mi mayor bendición y el motor que impulsa cada uno de mis sueños. A mis queridos padres, por su esfuerzo incansable, por cada sacrificio silencioso, por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por enseñarme que con humildad, constancia y fe todo es posible; este triunfo es el reflejo de su amor y ejemplo. A mis herman@s, por caminar a mi lado, por sus consejos, su apoyo incondicional y por ser mi fortaleza en los momentos difíciles; gracias por celebrar mis alegrías como propias. A mis cuñadas y sobrinos, por su cariño sincero, por sus sonrisas que iluminan mis días y por recordarme siempre la importancia de luchar por un futuro mejor. Este logro no me pertenece solo a mí, es de todos ustedes, porque cada palabra de aliento, cada abrazo y cada gesto de amor fueron la fuerza que me permitió llegar hasta aquí*

***Aimacaña Peralta Joyce Sarahi***

## **DEDICATORIA**

*Con el corazón lleno de gratitud y amor, dedico este logro a quienes fueron mi fuerza y mi luz en cada paso del camino. Se las dedico a mis padres Lider Hidalgo y Gladis Ante Altamirano quienes han sido mi fuerza, mi fortaleza y mi apoyo incondicional durante todo este camino. A mis herman@s, por escucharme, por ser mi refugio seguro, por sus abrazos en los días difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño avance. Gracias por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba, por sus sacrificios, oraciones y por enseñarme que los sueños se construyen con disciplina, humildad, constancia y fe. Este logro también es suyo.*

***Hidalgo Ante Nicole Esperanza***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**TÍTULO: “ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LECHE**  
**VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO FUENTE**  
**ALTERNATIVA DE NUTRIENTES”**

**Autoras:**

Aimacaña Peralta Joyce Sarahi  
Hidalgo Ante Nicole Esperanza

**RESUMEN**

Frente al limitado aprovechamiento de la papa china, la presente investigación se planteó como objetivo el desarrollar una bebida fermentada a partir de la leche vegetal extraída de la papa china (*colocasia esculenta*), como alternativa a los productos lácteos tradicionales, valorizando su potencial nutricional y funcional. El estudio tiene un enfoque experimental, en la producción de la leche vegetal, se llevó a cabo un procedimiento de lavado, molienda, filtración y cocción. Posteriormente, se ejecutó un proceso fermentativo controlado mediante cultivos lácticos. Se evaluaron varios tratamientos identificándose el T<sub>6</sub> como el mejor, en el cual se utilizó endulmix como endulzante y pectina como estabilizante. Según la evaluación sensorial, este tratamiento presento una adecuada aceptación por parte de los panelistas, destacándose por su sabor, color, olor y textura. Esto demuestra que la formulación tiene un impacto positivo en como percibe el consumidor. El mejor tratamiento fue objeto de análisis microbiológico, fisicoquímico, nutricional, porcentaje de alcohol y etanol, además se realizó un análisis de vida útil. El análisis nutricional revela que cada 100 mL contenía un 1,72 % de proteína, un 0,37 % de grasa y un 0,77 % de cenizas; además, el valor energético es de 49,3 kcal, esto muestra un perfil nutricional apropiado. Siguiendo la normativa vigente, en el análisis microbiológico se encuentra que la cantidad de coliformes totales es inferior a 10 UFC/g y no se detecta *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, levaduras ni mohos. El análisis de estabilidad muestra que la bebida se conserva dentro del rango permitido después de ser almacenada durante 15 días a una temperatura de 25 °C ± 2 °C. Además, el análisis de alcohol revela una concentración de etanol de 0,03 g/100 cm<sup>3</sup> y niveles nulos de alcohol: se consideran seguros para el consumo humano. Para concluir, el tratamiento T<sub>6</sub> es el más adecuado, el cual se presenta con un potencial y aplicación en la industria alimentaria.

**Palabras clave:** Bebida fermentada; evaluación sensorial; fermentación láctica; leche vegetal; papa china (*Colocasia esculenta*).

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**  
**THEME: “DEVELOPMENT OF A FERMENTED BEVERAGE FROM VEGETABLE**  
**MILK EXTRACTED FROM THE CHINESE POTATO (*Colocasia esculenta*) AS AN**  
**ALTERNATIVE SOURCE OF NUTRIENTS”**

**Author:**

Aimacaña Peralta Joyce Sarahi  
Hidalgo Ante Nicole Esperanza

**ABSTRACT**

Given the limited use of Chinese yams, this research aimed to develop a fermented beverage from the vegetable milk extracted from Chinese yams (*Colocasia esculenta*) as an alternative to traditional dairy products, highlighting their nutritional and functional potential. The study has an experimental approach. In the production of vegetable milk, washing, grinding, filtration, and cooking procedure was carried out. Subsequently, a fermentation process controlled by lactic cultures was performed. Several treatments were evaluated, identifying T6 as the best, in which Endulmix was used as a sweetener and pectin as a stabilizer. According to the sensory evaluation, this treatment was well accepted by the panelists, standing out for its flavor, color, smell, and texture. This shows that the formulation has a positive impact on consumer perception. The best treatment was subjected to microbiological, physicochemical, and nutritional analysis, as well as alcohol and ethanol percentage analysis, and a shelf-life analysis was also performed. Nutritional analysis revealed that each 100 mL contained 1.72% protein, 0.37% fat, and 0.77% ash; in addition, the energy value is 49.3 kcal, which shows an appropriate nutritional profile. In accordance with current regulations, microbiological analysis shows that the total coliform count is less than 10 CFU/g and no *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, yeast, or mold is detected. Stability analysis shows that the beverage remains within the permitted range after being stored for 15 days at a temperature of 25 °C ± 2 °C. In addition, alcohol analysis reveals an ethanol concentration of 0.03 g/100 cm<sup>3</sup> and zero alcohol levels: these are considered safe for human consumption. In conclusion, the T6 treatment is the most suitable, with potential for application in the food industry.

**KEYWORDS:** Fermented beverage; Sensory evaluation; Lactic fermentation; Plant milk; Chinese yam (*Colocasia esculenta*)

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
DEDICATORIA.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxi
INDICE DE FIGURAS .....	xxii
INDICE DE GRAFICOS .....	xxii
INDICE DE ANEXOS .....	xxii
Introducción.....	1
1. Datos Generales.....	1
2. Diseño del Proyecto.....	2
2.1. Planteamiento del Problema .....	2
2.2. Marco contextual .....	3
2.3. Formulación del problema .....	4
2.4. Objetivos.....	4
2.4.1. Objetivo general: .....	4
2.4.2. Objetivos específicos:.....	4
2.5. Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados .....	5
2.6. Fundamentación Teórica.....	7
2.6.1. Antecedentes.....	7
2.6.2. Marco Teorico .....	8
2.6.3. Marco Conceptual.....	15

2.7.	Metodología.....	16
2.7.1.	Tipos de investigación.....	16
2.7.2.	Métodos de investigación.....	18
2.7.3.	Técnicas e instrumentos.....	18
2.7.4.	Metodológico.....	19
2.8.	Hipótesis.....	27
2.8.1.	Hipótesis nula ( $H_0$ ):.....	27
2.8.2.	Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):.....	27
2.9.	Diseño experimental.....	27
2.10.	Análisis y discusión de resultados.....	29
2.10.1.	Caracterización bibliográfica.....	29
2.10.2.	Análisis sensorial.....	32
2.10.3.	Análisis al mejor tratamiento.....	47
2.10.4.	Análisis económico.....	52
2.10.5.	Vida útil.....	54
3.	Impactos del proyecto.....	56
3.1.	Impacto técnico.....	56
3.2.	Impacto social.....	57
3.3.	Impacto económico.....	57
3.4.	Impacto ambiental.....	57
4.	Recursos y presupuestos.....	57
5.	Conclusiones.....	58
6.	Recomendaciones.....	60
7.	Bibliografía.....	61
8.	Anexos.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y tareas.....	5
Tabla 2. Características taxonómicas de la papa china .....	9
Tabla 3. Composición nutritiva de la papa china .....	11
Tabla 4. Composición química.....	11
Tabla 5. Técnicas e instrumentos .....	19
Tabla 6. Parámetros físico-químicos .....	19
Tabla 7. Parámetros microbiológicos .....	20
Tabla 8. Parámetros nutricionales .....	21
Tabla 9. Equipos de planta .....	22
Tabla 10. descripción de los símbolos de los diagramas.....	23
Tabla 11 Porcentajes de estabilizantes y endulzantes .....	27
Tabla 12. Diseño experimental.....	28
Tabla 13. Combinación de factores .....	28
Tabla 14. Análisis de varianza.....	28
Tabla 15. Variables dependientes e independientes .....	29
Tabla 16. Caracterización bibliográfica.....	29
Tabla 17. Apariencia ANOVA .....	32
Tabla 18. Prueba de Tukey de la apariencia.....	33
Tabla 19. Color ANOVA .....	35
Tabla 20. Prueba de Tukey del color.....	36
Tabla 21. Olor ANOVA .....	37
Tabla 22. Prueba de Tukey del olor.....	38
Tabla 23. Sabor ANOVA .....	40
Tabla 24. Prueba de Tukey del sabor .....	41
Tabla 25. Textura ANOVA .....	43
Tabla 26. Prueba de Tukey de la textura .....	44
Tabla 27. Análisis físico-químico del mejor tratamiento .....	47
Tabla 28. Análisis microbiológico del mejor tratamiento .....	48
Tabla 29. Análisis del porcentaje de alcohol y etanol del mejor tratamiento.....	49
Tabla 30. Análisis nutricional del mejor tratamiento .....	50
Tabla 31. Análisis de minerales del mejor tratamiento .....	51
Tabla 32. Análisis económico .....	53
Tabla 33. Vida útil de la bebida fermentada.....	55

Tabla 34. Recursos y presupuestos.....	57
--	----

### **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Diagrama de flujo de la extracción de leche vegetal de la papa china.....	24
Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida vegetal .....	25

### **INDICE DE GRAFICOS**

Gráfica 1. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey APARIENCIA.....	35
Gráfica 2. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey COLOR.....	37
Gráfica 3. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey OLOR .....	39
Gráfica 4. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey SABOR.....	42
Gráfica 5. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey TEXTURA .....	45
Gráfica 6. Polígono sensorial de todos los atributos .....	46

### **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 Hoja de vida del Tutor. ....	72
Anexo 2. Hoja de vida de la estudiante. ....	73
Anexo 3. Hoja de vida de la estudiante .....	74
Anexo 4. Hoja de evaluación sensorial .....	75
Anexo 5. Resultados Físico-químico.....	76
Anexo 6. Resultados microbiológicos, alcohol, etanol y nutricionales.....	77
Anexo 7. Resultados vida útil.....	78
Anexo 8. Aval de traducción .....	79

## Introducción

En los últimos años, las bebidas fermentadas de origen vegetal han despertado un interés como opciones saludables a los productos lácteos convencionales, impulsadas por su gran valor nutricional, funcional y por la presencia de microorganismos con efectos positivos para la salud humana (Hidalgo et al., 2024). La fermentación especialmente a través de bacterias ácido-lácticas, no solo aumenta la disponibilidad de nutrientes, también disminuye compuestos anti nutricionales y produce metabolitos bioactivos que favorecen el bienestar del consumidor (Heeney et al., 2017).

Estas bebidas que se producen a partir de cereales, legumbres y tubérculos, imitan ciertas propiedades físico-químicas de la leche, aunque presentan un perfil nutricional distinto y acorde con nuevas tendencias de alimentos saludables y sostenibles (Bonilla, 2024). Dentro estas materias primas, la papa china (*Colocasia esculenta*) se distingue por su alto contenido de almidón, fibra y compuestos bioactivos, no obstante, su potencial ha sido poco investigado en la creación de bebidas vegetales fermentadas.

Varios estudios han evidenciado que la fermentación de sustratos vegetales puede alterar notablemente las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del producto final, mejorando factores como el pH, la acidez y el contenido nutricional (Costa et al., 2018). En este marco, la elaboración de una bebida fermentada a base de leche vegetal de papa china se presenta como una alternativa novedosa para ampliar la agroindustria alimentaria, utilizar recursos locales y cubrir la demanda de alimentos funcionales.

En la actualidad, el propósito de la investigación es el análisis y desarrollo de una bebida fermentada a partir de leche vegetal hecha con papa china. Para poder generar conocimiento técnico-científico que apoye su uso nutricional y comercial, se estudian sus propiedades microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales.

### 1. Datos Generales.

**Título de Proyecto de Investigación:** “Elaboración de una bebida fermentada a partir de leche vegetal extraída de la papa china (*Colocasia esculenta*) como fuente alternativa de nutrientes”.

**Fecha de inicio:** octubre 2025

**Fecha de finalización:** marzo 2026

**Lugar de ejecución:** Cotopaxi, Latacunga, Eloy Alfaro, Salache, Universidad Técnica de Cotopaxi

**Carrera que auspicia:** Agroindustria

**Equipo de Trabajo:****Docente Tutor:** Ing. Edwin Fabián Cerda Andino. Mg**Autoras:**

Aimacaña Peralta Joyce Sarahi

Hidalgo Ante Nicole Esperanza

**Línea de investigación:** Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria.**Sub línea de investigación:** Generación de tecnologías para el desarrollo de productos agroindustriales.**2. Diseño del Proyecto****2.1. Planteamiento del Problema**

A nivel mundial, el cultivo de papa china se encuentra subutilizado y con un bajo nivel de investigación e inversión, comparados con otros cultivos de raíces y tubérculos como lo son la yuca, el maíz y la papa común, lo que limita su aprovechamiento alimentario e industrial (Foguel, 2023).

En Ecuador, la papa china (*Colocasia esculenta*) es un cultivo tradicional que forma parte de la agricultura familiar en zonas tropicales y subtropicales, sin embargo, su aprovechamiento agroindustrial es limitado. A pesar de sus propiedades nutricionales como su alto contenido de almidón, fibra, minerales, antioxidantes, este tubérculo es mayormente consumido de forma doméstica, sin desarrollos tecnológicos que diversifiquen su uso (Ferdaus et al., 2023). La creciente demanda nacional por productos saludables y libres de lactosa representa una oportunidad para transformar la papa china en una leche vegetal, y posteriormente en una bebida fermentada, con potencial funcional y valor agregado (Aguinda, 2019).

La falta de innovación en el aprovechamiento de este cultivo impide su valorización en el campo agroindustrial limitando su desarrollo rural. Impulsar a la transformación de alimentos funcionales elaborados con materia prima local representara una oportunidad para fortalecer cadenas productivas en el país (Vélez et al., 2023). La creación de productos a partir de papa china no únicamente ampliará la variedad de alimentos, de igual forma impulsará la seguridad alimentaria y nutricional, mientras que se generaría empleos e ingresos para pequeños productores (Murillo, 2020).

La papa china (*Colocasia esculenta*) ha sido cultivada de manera habitual en las propiedades familiares de la provincia de Cotopaxi, específicamente en el cantón La Maná, debido a que esta planta se adapta fácilmente al clima tropical húmedo. La papa china (*Colocasia esculenta*) se cultiva en propiedades familiares en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, debido a que tiene facilidad para adaptarse al clima tropical húmedo (Guamán, 2024). Aunque este cultivo tiene un alto valor nutricional, con minerales, antioxidantes, fibra y almidones complejos, todavía no se utiliza lo suficiente en la agroindustria local. Se usa principalmente para el consumo propio o para la venta sin procesar (Aguinda, 2019). Esta ausencia de cambio restringe su capacidad como componente fundamental para productos funcionales, como las bebidas vegetales fermentadas, cuya demanda ha aumentado en Ecuador a causa de tendencias de dieta saludable y limitaciones dietéticas como la intolerancia a la lactosa.

La falta de aplicación de estrategias de innovación en el sector agroindustrial del cantón la Maná limita los ingresos económicos de los pequeños productores de papa china, debido a la limitada diversificación de la producción. Adicionalmente, se descarta la opción de generar valor añadido y promover productos con identidad local que se ajusten a las demandas del consumidor contemporáneo. La elaboración de una bebida fermentada a partir de leche vegetal obtenida de la papa china puede transformarse en una opción técnica y económicamente asequible, al mismo tiempo que promueve el uso sostenible de cultivos infravalorados (Valdés et al., 2022). Esta propuesta facilitaría el desarrollo de la economía rural, la mejora de la seguridad alimentaria y el fomento en el campo agroindustrial local de manera inclusiva y sustentable.

## **2.2. Marco contextual**

La presente investigación se centra en la innovación del aprovechamiento agroindustrial de la papa china (*Colocasia esculenta*), un cultivo que, si bien forma parte de la agricultura ecuatoriana, no ha sido aprovechado en su totalidad, a pesar de su elevado contenido nutricional en almidón, fibra, minerales y antioxidantes. Su transformación en una bebida fermentada a partir de leche vegetal satisface una necesidad real del mercado actual, según (Neha et al., 2024), las bebidas elaboradas a partir de fuentes vegetales se han posicionado con fuerza en los mercados tanto nacionales como internacionales dentro del segmento de productos saludables. Este crecimiento se debe al interés de consumidores por alternativas de origen vegetal y se reflejan en los mercados su expansión continua.

El presente proyecto contribuye de manera directa a la seguridad alimentaria, pues aumenta la disponibilidad de alimentos funcionales mediante cultivos autóctonos. Por otra parte, la creación de un producto innovador a partir de materias primas disponibles en regiones como Cotopaxi fomenta que se valoricen y empleen los recursos agrícolas que están siendo poco aprovechados, de forma sustentable y eficaz.

El proyecto tiene beneficios sociales para quienes producen papa china, ya que promueve la valorización y utilización de la materia prima a través de un innovador proceso agroindustrial. De este modo, se crean nuevas posibilidades económicas y se fusionan con prácticas de consumo consciente, saludable y sostenible de alimentos.

El estudio ayuda a entender cómo se realiza la fermentación vegetal y cómo se emplean almidones alternativos para producir bebidas funcionales. Desde el punto de vista metodológico, el proyecto en curso permite la implementación y validación de técnicas de análisis microbiológicos, fisicoquímicos, sensoriales, fermentaciones y extracciones; esto sienta las bases para estudios futuros.

Por último, el alcance del proyecto va más allá de lo académico, pues sus hallazgos tienen el potencial de sentar las bases para que se logren futuros avances en alimentos funcionales derivados de cultivos tradicionales, fomentando así una visión más amplia y sostenible del sector agroindustrial en Ecuador.

### **2.3. Formulación del problema**

¿Cómo incide la extracción de la leche vegetal en el desarrollo y evaluación de la bebida fermentada a partir de la papa china?

### **2.4. Objetivos**

#### **2.4.1. Objetivo general:**

Obtener una bebida fermentada a partir de leche vegetal extraída de la papa china (*Colocasia esculenta*), mediante la aplicación de diferentes estabilizantes y endulzantes.

#### **2.4.2. Objetivos específicos:**

- Caracterizar la materia prima mediante la recopilación y análisis de información bibliográfica.

- Desarrollar la bebida fermentada a partir de la leche vegetal obtenida del almidón de papa china.
- Determinar las características organolépticas de la bebida fermentada para obtener el mejor tratamiento.
- Realizar un análisis fisicoquímico, microbiológico, porcentaje de alcohol, etanol y nutricional del mejor tratamiento.
- Determinar el análisis económico de la bebida obtenida en el presente proyecto
- Evaluar la vida útil de la bebida fermentada.

## 2.5. Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados

**Tabla 1.** *Actividades y tareas*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultado</b>
<b>Objetivo 1</b>			
Caracterizar la materia prima mediante la recopilación y análisis de información bibliográfica.	- Revisión y análisis de literatura científica relacionada con la caracterización de la papa china ( <i>Colacasia esculenta</i> )	- Recopilación de datos de fuentes científicas como artículos, tesis universitarias, libros y documentos técnicos.	Materia prima caracterizada con sus propiedades.
<b>Objetivo 2</b>			
Desarrollar la bebida fermentada a partir de la leche vegetal obtenida del almidón de papa china.	- Obtención de la materia prima - Elaboración de leche vegetal por medio del molino coloidal - Elaboración de la bebida fermentada por medio del cultivo láctico	- Proceso de elaboración de leche vegetal - Producción de la bebida - Diagramas de flujo	Leche vegetal Bebida fermentada
<b>Objetivo 3</b>			
Determinar las características organolépticas de la bebida fermentada para obtener el mejor tratamiento.	- Evaluaciones organolépticas	- Escalas hedónicas - Análisis estadístico	Mejor tratamiento

<b>Objetivo 4</b>			
Determinar el análisis económico de la bebida obtenida en el presente proyecto	- Recopilar datos relacionados con los costos asociados del proceso de producción de la bebida (materias primas, insumos, envases)	- Determinar costos totales de producción y estimar el valor comercial del producto	Precio de la bebida
	- Análisis económico de la bebida		
<b>Objetivo 5</b>			
Realizar un análisis fisicoquímico, microbiológico, porcentaje de alcohol, etanol y nutricional del mejor tratamiento.	Análisis de parámetros fisicoquímicos	Métodos de laboratorio normalizados	-pH -Acidez -Sólidos totales
	Análisis microbiológico		-Coliformes T. -Recuento de E. coli -Recuento de mohos y levaduras
	Análisis de porcentaje de alcohol		-Porcentaje de alcohol -Porcentaje de etanol
	Análisis nutricionales		-Grasa -Proteína -Energía -Cenizas y minerales
<b>Objetivo 6</b>			
Evaluar la vida útil de la bebida fermentada	-Establecer condiciones de almacenamiento (temperatura, tipos de envase y tiempo) para el monitoreo de la bebida	- Realizar análisis microbiológicos - Se mantendrá en almacenamiento, su evaluación será en tiempo real sin el uso de pruebas aceleradas	- Vida útil

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

## 2.6.Fundamentación Teórica

### 2.6.1. Antecedentes

El aumento en la demanda de opciones vegetales funcionales ha fomentado la creación de bebidas similares al yogurt elaboradas con leches vegetales. Estos artículos brindan ventajas como actividad probiótica, mejor digestibilidad y alternativas adecuadas para quienes tienen intolerancia a la lactosa, alergias o mantienen dietas veganas (Cuiñas et al., 2020).

Se registra que la fermentación láctica aplicada a matrices vegetales resultan efectivas cuando se emplean bacterias ácido-lácticas como *Lactobacillus spp*, siempre que incluyan azúcares fermentables y nutrientes vitales para el desarrollo de microorganismos (Barbosa, 2024).

Por ejemplo, (Battistini et al., 2017) realizaron una fermentación de leche vegetal de soja con *L. acidophilus* La<sub>5</sub>, *B. animalis* Bb<sub>12</sub> y *S. thermophilus*, consiguiendo una acidificación rápida (pH cerca de 4.8 en 3.2 h) y disminuyendo oligosacáridos como la rafinosa y la estaquiosa.

Según (Erem & Kilic-Akyilmaz, 2024), en un análisis exhaustivo de análogos lácteos vegetales, resalta que la fermentación con bacterias ácido-lácticas potencia el perfil sensorial, nutricional y microbiológico de las bebidas vegetales, subrayando la importancia de utilizar monocultivos y cultivos mixtos para mejorar propiedades de sabor y textura.

Estudios en la fermentación de zumos vegetales combinados presentan resultados, (Güney & Güngörmüşler, 2021) emplearon cepas como *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum* y *B. animalis* en una combinación de zumos de alcachofa, piña, calabaza y espinaca, logrando viabilidades bacterianas de aproximadamente 9–9,4 log CFU/mL durante 24 h y una aceptabilidad sensorial positiva.

No obstante, aunque hay muchas investigaciones sobre yogures de soja, avena o almendra, el empleo de tubérculos como la papa china (*Colocasia esculenta*) sigue siendo escaso considerando que es un área con alto potencial de innovación.

El interés por las bebidas vegetales y fermentadas ha crecido a causa de la exploración de opciones diferentes a los productos lácteos convencionales, sobre todo por sus ventajas en términos funcionales y nutricionales. Según (Daryani et al., 2024) el proceso de extracción de la leche vegetal es un paso crucial, porque define la composición fisicoquímica del sustrato y, en consecuencia, afecta las propiedades.

Se ha determinado que la papa china (*Colocasia esculenta*) es una materia prima con

posibilidades para el desarrollo de productos alimentarios novedosos, gracias a su composición de sustancias bioactivas, fibra y almidón (Llaguno et al., 2023). Esto demuestra a través de investigaciones que es factible utilizarlo como una opción vegetal en la producción de bebidas y otros artículos, destacando su valor nutricional y su aceptabilidad sensorial (Sotelo, 2025).

Además, estudios acerca de los procesos de fermentación han demostrado que los rasgos del sustrato vegetal afectan tanto a la actividad microbiana como a las propiedades fisicoquímicas del producto final de la fermentación, por ejemplo, el pH, la acidez y la composición en términos nutricionales. Esto confirma que el desarrollo y la calidad de las bebidas fermentadas se ven directamente afectados por las condiciones de extracción del extracto vegetal (Aleman et al., 2024).

En términos generales, estos antecedentes indican que el procedimiento de extracción de leche vegetal de papa china es un elemento crucial para la creación y análisis de bebidas fermentadas. No obstante, los estudios específicos sobre esta relación son escasos; por lo tanto, es necesario llevar a cabo la presente investigación.

## **2.6.2. Marco Teorico**

### **2.6.2.1. Origen de la papa china**

*Colocasia esculenta* corresponde al nombre científico de la papa china, un tubérculo ampliamente conocido en diversas regiones tropicales, pertenece a la familia *Araceae*, caracterizada por ser un tubérculo rico en almidón. Se originó en la India y Malasia desde ahí se expandió hacia el sudeste asiático y posteriormente a Oceanía, África y América tropical este cultivo es considerado uno de los primeros vegetales domesticados por el ser humano este ha sido utilizado principalmente como fuente alimenticia y energética (Ahmed et al., 2020).

Este tubérculo posee una amplia historia de domesticación y aprovechamiento agrícola en el Ecuador, Según el Instituto Interamericano de Cooperación de la Agricultura, su lugar de origen y dispersión principal se localiza en la provincia del Oro, donde se lo conocía principalmente como sango. Se distingue por su alto valor nutricional, se la ve como una valiosa fuente de minerales y vitaminas, puesto que contiene riboflavina, tiamina, hierro, fósforo, niacina, potasio, cobre, vitaminas  $B_6$  y C, magnesio, elevado contenido de fibra alimentaria y una gran cantidad de almidón (Montenegro, 2023). Su valor nutricional le hace un cultivo clave para la población que depende de fuentes vegetales de energía, ya que su almidón es altamente digestible cuando este se somete a procesos térmicos (Espinoza, 2019).

### 2.6.2.2. Característica Taxonómica de la papa china

A continuación, se resume la clasificación técnica de (*Colocasia esculenta*) y sus principales jerarquías (ver tabla 2). Esta especie pertenece al reino *plantae* y se caracteriza por ser monocotiledónea de amplia distribución en zonas tropicales y subtropicales.

La especie *esculenta* se caracteriza por su rizoma subterráneo el cual es rico en almidón y por su habilidad para adaptarse a diversas condiciones agroecológicas, convirtiéndose así en un recurso de gran valor agronómico y alimentación en varias regiones tropicales (Figueroa et al., 2019).

**Tabla 2.** Características taxonómicas de la papa china

Rango	Nombre científico
Reino:	<i>Plantae</i> (Plantas)
Sub-reino:	<i>Tracheobionta</i> (Plantas vasculares)
Superdivisión	<i>Espermatofitas</i> (Plantas con semilla)
Subclase:	Arecidae
Familia:	Araceae (familia Arum)
Género:	<i>Colocasia Schott</i> (Colocasia)
Especie:	<i>Colocasia esculenta</i> (L.)
Nombre común:	Isla malanga, malanga, oreja de elefante, papa china, pituca, tayoba, taro, yautía malanga.

Fuente: (Guamán, 2024).

### 2.6.2.3. Morfología de la papa china

La papa china es una especie herbácea perteneciente al grupo de las monocotiledóneas, pero se recolecta entre 5 y 12 meses tras su siembra. Desarrolla una altura que varía de 1 a 2 m y presenta un tallo central desarrollado ubicado directamente bajo la capa superficial del suelo, donde se proyectan las hojas hacia la parte superior y las raíces hacia la parte inferior, mientras los tallos, junto con los secundarios y los estolones se desarrollan hacia los lados (Guamán, 2024).

**Planta:** La papa china (*Colocasia esculenta*) es una planta herbácea que no presenta tallo aéreo y cuyo crecimiento proviene a partir de un rizoma tuberoso de gran tamaño o desde estolones subterráneos extremadamente delgados (Montenegro, 2023).

**Semilla:** Posee semillas extremadamente pequeñas, presenta una coloración marrón, su ciclo

de germinación y formación de plántula tarda entre los 23 y 26 días, su desarrollo también depende de la humedad (Montenegro, 2023).

**Raíz:** Las raíces se originan a partir del tallo tiene una consistencia fibrosa de color blanco. Cuando alcanza la madurez esta adquiere un color oscuro (Hinojosa, 2022).

**Tallo:** El tallo de la papa china corresponde a un rizoma de forma ovalada, que constituye una variedad que posee un tallo subterráneo que se extiende de manera horizontal por debajo de la tierra. Rico en carbohidratos (18 - 30 %) con una pulpa predominante blanca. A partir de este rizoma, la planta desarrolla raíces adventicias, es decir, estructuras radicales adicionales que surgen desde el tallo subterráneo para contribuir en la absorción de nutrientes y agua (Hinojosa, 2022).

**Hoja:** Las hojas iniciales que emergen del rizoma presentan pecíolos largos y carnosos que envuelven la zona de la base. Por lo general presentan una forma triangular o acorazonada en la base con aspecto de flecha; suelen ser más alargadas que anchas y de tamaño reducido. El desarrollo del cultivo muestra hojas de color verde oscuro, con una superficie de textura aterciopelada (Montenegro, 2023).

**Floración:** Durante su fase de madurez, se observa desde el meristemo apical del tallo comienza el desarrollo una formación con aspecto de espada. Estas formaciones son denominadas inflorescencias y tienen la capacidad de presentarse una o dos ocasiones durante el desarrollo de la planta. Estas características morfológicas y estructurales son típicas de las especies pertenecientes a la familia *Araceae*, las cuales suelen presentar hojas grandes, pecíolos largos y carnosos, rizomas subterráneos que se adaptan a ambiente húmedos (Montenegro, 2023).

#### **2.6.2.4. Composición nutritiva de la papa china**

La composición nutricional de la papa china se detalla a continuación (ver tabla 3) esto evidencia su alto contenido de carbohidratos que son digeribles y minerales claves como calcio, fósforo y potasio, lo cual refuerza su potencial como fuente energética y funcional (Hinojosa, 2022).

**Tabla 3.** *Composición nutritiva de la papa china*

<b>Composición</b>	<b>Unidad</b>	<b>Crudo</b>	<b>Cocinado</b>
Ca	g	22,00	26,00
Carbohidratos	g	23,80	25,70
Cenizas	g	1,20	0,70
Energía	Kcal	142,00	112,00
Fe	mg	0,90	0,60
Fibra	g	0,60	0,40
Grasa	g	0,80	0,20
Humedad	g	71,90	72,00
Niacina	mg	0,60	0,40
P	g	72,00	32,00
Proteína	g	1,70	1,00
Riboflavina	mg	0,02	0,01
Tiamina	mg	0,12	0,08
Vitamina A Retinol	mg	3,00	0,00

Fuente: (Montenegro, 2023).

#### **2.6.2.5. Composición Química de la papa china**

La papa china (*Colacasia esculenta*) es un tubérculo tropical que contiene un alto valor nutricional, este destaca por su elevado contenido de carbohidratos principalmente en almidón, además aporta proteína, fibra y minerales. Diversos estudios reportan que el almidón está presente en un 70 % y 80 % en peso seco, también presenta minerales como son calcio, zinc, fosforo y magnesio (Jara, 2024). La composición química de la papa china se expone a continuación, y sus parámetros específicos se escriben en detalle (ver tabla 4) estos componentes la convierten en un recurso alimentario importante para la producción de alimentos energéticos y para la realización de productos funcionales (Chuiza et al., 2021).

**Tabla 4.** *Composición química*

<b>Composición</b>	<b>Papa China (%)</b>
Humedad	69,29 ±3,53
Proteína	2,86
Grasa	0,57
Ceniza	1,75±0,013
Carbohidratos	24,77
Fibra	0,87

Fuente: (Jara, 2024).

#### **2.6.2.6. Origen de la leche**

La leche es uno de los alimentos con mayor antigüedad y simplicidad en la historia de la humanidad. Su consumo se remonta a miles de años, cuando los primeros seres humanos descubrieron que podrían encontrar alimento de forma directa de los animales domesticados como son las vacas, cabras y ovejas (Stock & Wells, 2023). A lo largo de la historia la leche ha sido un alimento crucial en muchas culturas y ha tenido un papel vital en su nutrición, además tuvo un rol esencial en la alimentación y la supervivencia de los seres humanos. La versatilidad permite su uso en múltiples formas, ya sea en estado fresco o modificado para convertirlo en productos lácteos (Cerna, 2024).

#### **2.6.2.7. Sustituto de la leche**

El remplazo de productos lácteos se realiza mediante la utilización de ingredientes de origen vegetal como sustitutos de la leche y sus derivados. Estas opciones pueden provenir de fuentes vegetales, como la leche de almendras, soja, coco o avena, o pueden ser lácteos procesados para disminuir la lactosa o la grasa. Las opciones alternativas a la leche son habituales para individuos que no toleran la lactosa, son alérgicos a las proteínas lácteas o mantienen una alimentación vegana o vegetariana (Cerna, 2024).

Un sustituto lácteo es un producto alimenticio formulado para reemplazar la leche animal en la alimentación, estos productos están diseñados para servir a individuos con intolerancia a la lactosa, alergias a la leche o que mantienen dietas veganas (Mena et al., 2021). El remplazo lácteo, denominado también “lacto reemplazante” tal como sugiere, reemplaza total o parcialmente la leche bovina a vez aportando nutrientes iguales a proteínas, vitaminas y minerales. Su uso es importante para las personas especialmente cuando se busca reducir el riesgo del consumo de leche cruda y así prevenir enfermedades zootecnistas (Loor & Cevallos, 2024).

#### **2.6.2.8. Bebidas vegetales: Origen**

Los antecedentes de las bebidas provienen de tiempos antiguos, cuando diversas civilizaciones hallaron la manera de obtener líquidos llenos de nutrientes de diferentes plantas para su ingestión (Caticuago & Allauca, 2024). A lo largo de la historia, diversas civilizaciones elaboraron diversas bebidas derivadas de hierbas para el consumo humano, empleando variados ingredientes y técnicas de elaboración. Entre las bebidas botánicas, la horchata destaca por ser la más histórica y reconocida, fabricada con chufa o almendras y procedente del antiguo Egipto y Grecia, en China se ha empleado el arroz para elaborar bebidas (Montemurro et al., 2021).

En América latina, el interés de bebidas vegetales ha ido creciendo de una forma muy notable en estas últimas décadas ya que estas bebidas se consideran alternativas sostenibles a diferencia de la leche bovina, su elaboración demanda menos recursos naturales y contribuye a una huella de carbono reducida (Ruiz K., 2024).

Durante la era medieval, diversas culturas en Europa, el mundo árabe, India y China empleaban bebidas de origen vegetal, en este último país, hacia finales de la dinastía Yuan (siglo XIV), comenzó a elaborarse leche de soja, además existen registros de recetas para elaborar leche de almendras, avellanas o arroz desde el siglo X. Por otro lado en Europa y en el ámbito árabe, la leche de almendras desempeñó un papel relevante en la alimentación y la gastronomía de esa época (Castillo, 2022).

#### **2.6.2.9. Bebidas fermentadas**

Desde tiempos antiguos, múltiples culturas han consumido bebidas fermentadas, la fermentación ocurre cuando los microorganismos, como bacterias y levaduras, descomponen los azúcares y otros elementos, para generar alcohol, ácidos y gases (Dalmau, 2024). Este procedimiento, llamado fermentación, tiene la capacidad de transformar no solo las características sensoriales de la bebida (textura, aroma y gusto), sino que además puede incrementar su valor funcional y nutricional al producir probióticos y sustancias bioactivas dependiendo del tipo de microorganismos y la fuente de carbono (Hidalgo et al., 2024).

#### **2.6.2.10. Tipos de fermentación**

**Fermentación láctica:** En los alimentos vegetales fermentados por bacterias lácticas, autores señalan que *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* son ampliamente empleados para la acidificación láctica, mejorando la estabilidad y perfil nutricional del producto (Gan et al., 2023). Para sustratos vegetales que tienen bajo contenido de proteínas y azúcares accesibles, es necesaria la adición de azúcares fermentables o estabilizantes que favorezcan el crecimiento microbiano y consigan una textura comparable a la del yogurt lácteo, además estos aditivos contribuyen a mejorar la viscosidad, la capacidad de retención del agua y la estabilidad durante el almacenamiento (Maldonado et al., 2018).

**Fermentación alcohólica:** Se define como fermentación alcohólica al proceso biológico anaeróbico, efectuado por microorganismos como bacterias y levaduras, en el que los azúcares se convierten en alcohol etílico (etanol) y dióxido de carbono, en la cual se utiliza levaduras como *S. cerevisiae* o *S. pastorianus* en conjunto o por separado, este procedimiento resulta

esencial en la elaboración de bebidas alcohólicas, tales como el vino y la cerveza (Garzon, 2018).

**Fermentación mixta:** Las fermentaciones mixtas son procesos en los que dos o más tipos de microorganismos (por ejemplo, levaduras y bacterias lácticas) actúan simultáneamente o secuencialmente sobre un sustrato, generando productos con características sensoriales, funcionales y nutricionales mejoradas (Shrestha, 2023).

#### **2.6.2.11. Almidón**

El almidón es uno de los polisacáridos más prevalente y significativo que está presente en la naturaleza representa una fuerza energética en varias especies vegetales, además está presente en cereales, tubérculos, legumbres, frutas y partes vegetales como hojas y tallos (Fonseca et al., 2025). Dentro del sector alimentario, se aplica el almidón con fines de espesar, estabilizar y gelificante, empleándose tanto en su forma natural como en versiones modificadas (Hernández & Ramos, 2024).

#### **2.6.2.12. Almidón de tubérculos**

El almidón es el carbohidrato predominante en las raíces y tubérculos, siendo una fuente clave de carbohidratos complejos con un alto valor nutricional (Santos, 2025). Este no solo destaca por su gran cantidad de almidón, del mismo modo a su diversa composición química (amilosa / amilopectina) y morfología de gránulo, factores que determinan sus propiedades funcionales y tecnológicas (gelatinización, hinchamiento, absorción de agua, solubilidad) (Cabezas et al., 2021).

#### **2.6.2.13. Bacterias ácido-lácticas**

Las bacterias ácido lácticas metabolizan azúcares para la producción de ácido láctico, estas cepas naturales juegan un papel esencial en alimentos fermentados como el yogurt, queso, chucrut y versiones vegetales similares (Lugo et al., 2021). Las bacterias ácido lácticas constituyen al grupo más destacado de microorganismos con gran actividad probiótica presente en diferentes alimentos, está presente en diversos alimentos fermentados junto con levaduras y aportes múltiples para los consumidores, además pueden mejorar propiedades sensoriales en los alimentos y también mejora su vida útil (Pita & Díaz, 2024).

Estos microorganismos benignos fermentan los alimentos generando ácido láctico, lo que aporta a su distintivo sabor y textura. Además de su función en el sector lechero, también son utilizadas para la fermentación (Nuñez, 2022).

#### 2.6.2.14. Leche vegetal

En la actualidad la venta de bebidas vegetales ha aumentado consideradamente en supermercados y tiendas de productos saludables, esto gracias al auge de la conciencia ecológica y sanitaria, existe una variedad de opciones, desde avena, almendra o soja hasta alternativas con tubérculos o legumbres (Saavedra et al., 2025). El aumento de popularidad se debe al rechazo de la leche de vaca ya sea por elección de dietas veganas, por motivos de salud o alergias como la sensibilidad a la caseína en algunos individuos. No obstante, debido a la gran variedad de leches vegetales, resulta imprescindible identificar cuál de todas las alternativas es la más apropiada para las personas, considerando sus necesidades nutricionales, preferencias dietéticas y posibles restricciones alimentarias (Garzon, 2018).

#### 2.6.2.15. Leche vegetal de la papa china

La leche vegetal elaborada a partir de papa china o también conocida como taro se produce a partir del corno del tubérculo es decir del tallo subterráneo, un tubérculo abundante en almidón y nutrientes vitales (Mancero, 2024). Esta bebida se distingue por su textura suave y su sabor un poco dulce y terrenal, lo que la convierte en perfecta para ser consumida (Guamán, 2024).

### 2.6.3. Marco Conceptual

**Papa china:** Es un tubérculo tropical con un alto contenido de fibra, almidón y minerales, estas características convierten esta materia prima apta para la elaboración de productos procesados (Guamán, 2024).

**Extracción:** Consiste en la obtención del extracto líquido del tubérculo mediante la molienda y adición de agua, este proceso influye en el rendimiento, la composición y calidad del producto (Castro et al., 2025).

**Leche vegetal:** Es el extracto acuoso obtenido de materias primas de origen vegetal, utilizado como sustituto de la leche animal, se caracteriza por ser libre de lactosa (Bonilla, 2024).

**Bebidas vegetales:** Son un producto líquido formulado a partir de la leche vegetal para el consumo humano. Su desarrollo se ha incrementado por la demanda de productos saludables y funcionales (García & Rodríguez, 2021).

**Estabilizadores:** Es el uso de agentes tecnológicos que favorecen la homogeneidad y evitan la separación de fases en las bebidas vegetales, lo cual tiene un impacto directo en su textura y apariencia (Castro et al., 2025).

**Endulzantes:** Son sustancias utilizadas para proporcionar sabor dulce a las bebidas vegetales, mejorando su aceptabilidad sensorial, esta puede ser de origen natural o artificial y debe ser incorporada en cantidades controladas para no alterar la estabilidad ni la calidad (Cárdenas et al., 2022).

## **2.7. Metodología**

El desarrollo de esta investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicada en el sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi donde se realizó la “elaboración de una bebida fermentada a partir de leche vegetal extraída de la papa china (*Colocasia esculenta*) como fuente alternativa de nutrientes”. A continuación, se procedió a la selección del tratamiento más idóneo, al que se someta a evaluaciones físico-químicas, microbiológicas, sensoriales y nutricionales con el fin de caracterizar integralmente sus propiedades y determinar su calidad.

### **2.7.1. Tipos de investigación**

Para el desarrollo del presente estudio de investigación, se consideró indispensable la implementación de distintos métodos y procedimientos específicos que permitieran fortalecer y profundizar la comprensión teórica en el campo de estudio. Estos métodos fueron seleccionados cuidadosamente para garantizar un análisis riguroso y detallado. A continuación, se describen los principales métodos que serán empleados durante el desarrollo de esta investigación, los cuales facilitarán la obtención de resultados precisos y confiables.

#### **2.7.1.1. Bibliográfica**

Consiste en recopilar y analizar información proveniente de tesis, artículos científicos, proyectos de investigación, revistas especializadas, periódicos y fuentes digitales, con el objetivo de ampliar el tema desde diferentes enfoques teóricos y criterios de diversos autores (Reyes & Carmona, 2020).

Este tipo de investigación facilitara la familiarización y comprensión de las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la leche vegetal de papa china. Ya que es un área poco explorada, este tipo de investigación permitirá conocer la viabilidad del sustrato y estructurar futuras etapas.

### **2.7.1.2.Descriptiva**

Consiste en la descripción, registro, análisis e interpretación de los datos obtenidos, en el presente estudio se observa y examinan las características y propiedades del objetivo de investigación, con el fin de clasificarlas, agruparlas, lo que permite profundizar y comprender el tema (Daen, 2011).

La investigación descriptiva permite registrar de manera sistemática las propiedades fisicoquímicas (acidez, pH, sólidos totales), nutricionales (carbohidratos, proteínas, grasas), microbiológicas (número de bacterias lácticas) y sensoriales (aroma, textura, sabor, color) del producto que se desarrolla (Molina et al., 2024). Estas descripciones son fundamentales para establecer una línea de referencia que permita comparar diferentes formulaciones o tipos de la bebida fermentada.

### **2.7.1.3.Aplicada**

Tiene como objetivo primordial, la exploración y fortalecimiento del conocimiento, así como la utilización de los saberes científicos y generación de tecnología en beneficio de la sociedad (Moreno, 2022).

En cuanto la investigación aplicada en este proyecto se dio por el desarrollo de la bebida fermentada con potencial de ser implementado en el mercado ecuatoriano, aprovechando cultivos locales y ofreciendo una alternativa funcional.

### **2.7.1.4.Enfoque cuantitativo**

Se trata de un enfoque en el cual se recopilan y analizan datos cuantitativos relacionados con distintas variables. Sea datos numéricos y estadísticos, partiendo de hipótesis, para medir y generalizar resultados. Es apropiada cuando se busca precisión, comparabilidad y objetividad en la recolección y análisis de datos (Pita & Díaz, 2024).

Este tipo de investigación facilita la toma de decisiones objetivas y reproducibles sobre cuáles formulaciones tienen mejor rendimiento, qué variables tienen un impacto más significativo y qué combinaciones son las más elegidas por los consumidores (Rodríguez et al., 2019). Se recogió y evaluó datos cuantitativos obtenidos a través de herramientas estandarizadas como es el R-Studio, pruebas de Tukey o comparativas también se utilizó escalas hedónicas para la medición sensorial.

## **2.7.2. Métodos de investigación**

### **2.7.2.1. Experimental**

Es el método más estricto para la determinación de la relación causa y efecto gracias a la alteración y control de variables. Al emplear este método, se pretende reducir los errores sistemáticos y aumentar la validez interna del estudio, además posibilita hacer inferencias más fuertes acerca de la casualidad en las variables que se estudian (Zúñiga et al., 2023). En el presente trabajo se modificaron dos variables independientes que son el tipo de estabilizante y el tipo de endulzante, con el fin de estudiar su efecto en las características finales de la bebida fermentada a partir de papa china. Este enfoque experimental de tipo factorial, nos permite la evaluación del efecto individual de cada variable y de sus posibles interacciones, lo cual nos permitió una base para poder aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

### **2.7.2.2. Método científico**

Es un proceso sistemático que posibilita la creación de conocimiento comprobable a través de fases organizadas, entre los pasos que comprende se incluyen la observación, la definición del problema, la formulación de hipótesis, la realización de experimentos, el análisis de resultados y la elaboración de conclusiones. Su implementación garantiza que el proceso de investigación sea objetivo, reproducible y se base en evidencias (Mora, 2023). Para validar procesos tecnológicos, uniformizar las condiciones experimentales y asegurar que el producto final alcance la calidad y la seguridad requeridas, este método es crucial en investigaciones agroindustriales y de alimentos. Según (Leyva & Garrido, 2021), la validación en el método científico implica confirmación rigurosa de los resultados mediante la experimentación y revisión, el enfoque científico guía la organización del proceso de fermentación de la leche vegetal de papa china, el análisis de las variables experimentales y la interpretación de los resultados en términos fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales y nutricionales en esta investigación.

## **2.7.3. Técnicas e instrumentos**

Las técnicas y los instrumentos empleados en el desarrollo de la investigación se describen a continuación (ver tabla 5). Cada técnica se acompaña de las herramientas utilizadas para la recolección, medición y análisis de los datos experimentales.

Tabla 5. Técnicas e instrumentos

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento o herramienta</b>
<b>Observación directa</b>	Hoja de registro técnico del proceso
<b>Experimentación</b>	Bitácora de laboratorio, control de condiciones
<b>Análisis físico-químico</b>	pH-metro, refractómetro, balanza digital
<b>Evaluación sensorial</b>	Ficha hedónica con escala de 5 puntos
<b>Microbiológica</b>	Medios de cultivo para recuento bacteriano

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

## 2.7.4. Metodológico

### 2.7.4.1. Análisis físico-químicos

Para caracterizar adecuadamente una bebida fermentada a base de leche vegetal, se aplican diversas técnicas físico-químicas. Estas permiten medir variables clave como el contenido de sólidos totales, grasa (si aplica), humedad, pH, acidez titulable, viscosidad, capacidad espumante, estabilidad en el tiempo, y comportamiento frente a la temperatura como estabilidad durante el almacenamiento o posibles fases de separación (Guano & Zambrano, 2021).

Los potenciómetros se emplean para medir y controlar el pH, un factor clave que condiciona la actividad de microorganismos durante la fermentación. Mantener un pH adecuado permite que el proceso se desarrolle de forma estable, contribuyendo directamente a la calidad del producto (Carbajal et al., 2022).

A continuación (ver Tabla 6) se presentan los parámetros físico-químicos establecidos para la bebida fermentada, mostrando valores necesarios y su fuente referencial. Esta información es fundamental para garantizar la calidad y estabilidad del producto, especialmente el pH.

Tabla 6. Parámetros físico-químicos

<b>Parámetro</b>	<b>Recomendado</b>	<b>Fuente de referencia</b>
pH final	4,0 – 4,6	INEN 2395 / FAO
Sólidos totales	≥ 11,3 %	INEN 273
Acidez titulable	0,6 – 1,2 % ácido láctico	INEN 2395

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

### 2.7.4.2. Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos son fundamentales para garantizar la inocuidad y la calidad de una bebida fermentada de origen vegetal. Estas pruebas permiten identificar y cuantificar la presencia de microorganismos tanto benéficos como potencialmente patógenos, así como microorganismos responsables del deterioro del producto, además, son esenciales para su verificación en los procedimientos de conservación, fermentación y envasado (Arcos, 2022).

Los métodos utilizados se apoyan en técnicas de cultivos microbiológicos, los cuales incluyen el recuento de bacterias mesófilas aerobias, la detección de coliformes totales y fecales, la búsqueda de *salmonella spp* así como el conteo de levaduras y mohos. Estas decisiones se fundamentan en variables esenciales que posibilitan la evaluación de la estabilidad y la inocuidad de la bebida durante toda su vida útil. Con estos análisis, se puede lograr una perspectiva completa de la calidad microbiológica del producto fermentado y comprender cómo el empleo de almidón de papa china afecta sus propiedades sanitarias y su comportamiento microbiológico mientras se almacena.

A continuación, se muestran los parámetros microbiológicos establecidos para el producto, junto con los límites permitidos que aseguran su calidad e inocuidad. Estos valores permiten evaluar la estabilidad del producto y asegura que cumplan los estándares de seguridad alimentaria requeridos en la elaboración (ver tabla 7). También, se incluyen las fuentes referenciales que respaldan cada parámetro proporcionando un marco confiable para la interpretación de resultados.

Tabla 7. Parámetros microbiológicos

Parámetros	Valor estimado / Rango	Método / Norma
Ausencia de coliformes totales	0 UFC/ml	Petrifilm AOAC991
<i>E. coli</i>	0 UFC/ml	Petrifilm AOAC991.14
Ausencia de mohos y levaduras patógenas	0 UFC/ml	Petrifilm AOAC9755.55

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

### 2.7.4.3. Pruebas sensoriales

La evaluación sensorial de los alimentos forma parte de una función primaria del ser humano. Desde la infancia el individuo acepta o rechaza los alimentos según la sensación que experimenta al observar o ingerir. La evaluación sensorial es una herramienta científica utilizada para medir y analizar las características organolépticas de los alimentos, es decir, aquellas percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Severiano, 2019).

En la práctica, se emplean, entre otras cosas, la prueba hedónica (que da como resultado un nivel de agrado), la escala de puntuación numérica y las comparaciones pareadas entre tratamientos, ejecutadas por los catadores en función del propósito del análisis sensorial que se va a aplicar. Los hallazgos logrados posibilitarán la identificación de tratamientos con una percepción sensorial más elevada, incluyendo el color, el aroma, el sabor y la textura. Para optimizar la calidad organoléptica y la estabilidad del producto final, se requiere esta información para alterar o complementar lo que respecta a la composición y las condiciones del proceso de fermentación. Estas mejoras contribuyen directamente a la viabilidad tecnológica y comercial de la bebida fermentada, proporcionando un producto con propiedades sensoriales atractivas y potencial aceptación en el mercado.

#### **2.7.4.4. Análisis nutricionales**

Las pruebas nutricionales de los productos implican análisis químicos para determinar los valores nutricionales, garantizando así el cumplimiento de los requisitos de etiquetado. Se utilizan métodos analíticos estándar, para la precisión del muestreo, la preparación y la evaluación estadística de los resultados (Merit Cudkowicz, 2022).

El análisis nutricional del producto se presenta a continuación, y sus valores específicos se detallan de manera organizada en la Tabla 8.

*Tabla 8. Parámetros nutricionales*

<b>Parámetro nutricional</b>	<b>Valor estimado</b>	<b>Método / Norma</b>
<b>Proteínas</b>	1 – 3 %	Kjeldahl (AOAC 2001.11)
<b>Grasa</b>	0,5 – 2 %	Goldfish (AOAC 920.39)
<b>Energía (kcal/100 g)</b>	30 – 50 kcal	Cálculo a partir de macronutrientes
<b>Cenizas / Minerales</b>	0,5 – 1 %	Gravimétrico (AOAC 923.03)

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

#### **2.7.4.5. Materiales**

A continuación, se expone el listado detallado de los equipos de planta utilizados, especificando sus características y funciones dentro del proceso productivo utilizados a lo largo de la investigación, desde equipos para la elaboración del producto hasta utensilios específicos y auxiliares.

##### **a) Material vegetal**

La papa china (*Colacasia esculenta*) que se empleara en esta investigación será adquirida en el mercado de Latacunga, asegurando que provenga de proveedores confiables y que cumplan las

condiciones mínimas de frescura y calidad. Posteriormente los tubérculos son sometidos al proceso de selección con el objetivo de eliminar los que se encuentran en mal estado, garantizando así que se utilice materia prima óptima para el desarrollo del estudio. Esta selección es fundamental para asegurar uniformidad de los tratamientos experimentales y la fiabilidad de los resultados próximos a obtener.

### b) Equipos de planta

A continuación, se detalla los equipos y utensilios utilizados en la planta de producción, incluyendo información sobre su material de fabricación, características técnicas y especificaciones de uso (ver tabla 9), lo que permite comprender su función dentro del proceso y asegura su adecuada selección y manejo.

Tabla 9. Equipos de planta





<b>Equipo / Utensilio</b>	<b>Material principal</b>	<b>Especificación / Uso</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
<b>Balanza</b>	Acero inoxidable y plástico	Pesaje de ingredientes o materia prima	Temperatura ambiente
<b>Licuada industrial</b>	Acero inoxidable y base de aluminio	Homogeneización de mezclas. Capacidad 5–10 L.	Hasta 80
<b>Ollas o recipientes</b>	Acero inoxidable	Recipientes para cocción o almacenamiento	0 – 120
<b>Molino coloidal</b>	Acero inoxidable	Reducción de tamaño y emulsificación de suspensiones líquidas	0 – 90
<b>Cucharones</b>	Acero inoxidable	Manipulación de líquidos o semilíquidos durante el proceso.	0 – 100
<b>Cuchillos</b>	Acero inoxidable	Corte de materia prima vegetal o troceado de ingredientes.	Temperatura ambiente
<b>Tamizador</b>	Malla de acero inoxidable	Separación de partículas o fibras gruesas de la mezcla.	Temperatura ambiente
<b>Cocina a gas</b>	Acero inoxidable y hierro fundido	Fuente de calor para cocción y pasteurización de matrices.	Hasta 250
<b>pH-metro</b>	Cuerpo plástico y electrodo de vidrio	Medición del pH de productos líquidos o semilíquidos.	0 – 60 (ideal < 40)
<b>Acidómetro</b>		Determinación del grado de acidez titulable en muestras líquidas.	20 – 40
<b>Fenolftaleína</b>	Solución en etanol (reactivo químico)	Indicador de acidez o alcalinidad en titulación.	15 – 25 (temperatura ambiente)

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

### 2.7.4.6.Etapas de la metodología

Los diagramas de flujo son una herramienta fundamental para la representación de manera grafica y ordenada de las etapas de un proceso, facilitando la comprensión de estos. Por ello, conocer e interpretar correctamente los símbolos básicos de los diagramas de flujo resulta esencial para documentar, evaluar y mejorar cualquier forma sistemática, a continuación en la tabla 10 se presentan los símbolos utilizados en este proyecto.

Tabla 10. descripción de los símbolos de los diagramas

Símbolo	Denominación	Función
	Inicio / final	Indica el inicio o final de un proceso.
	Proceso	Representa una operación o actividad dentro del proceso.
	Entrada / salida	Señala la entrada de materiales y salida de resultados.
	Línea de flujo	Indica la dirección y secuencia en el que se desarrollan las actividades del proceso.

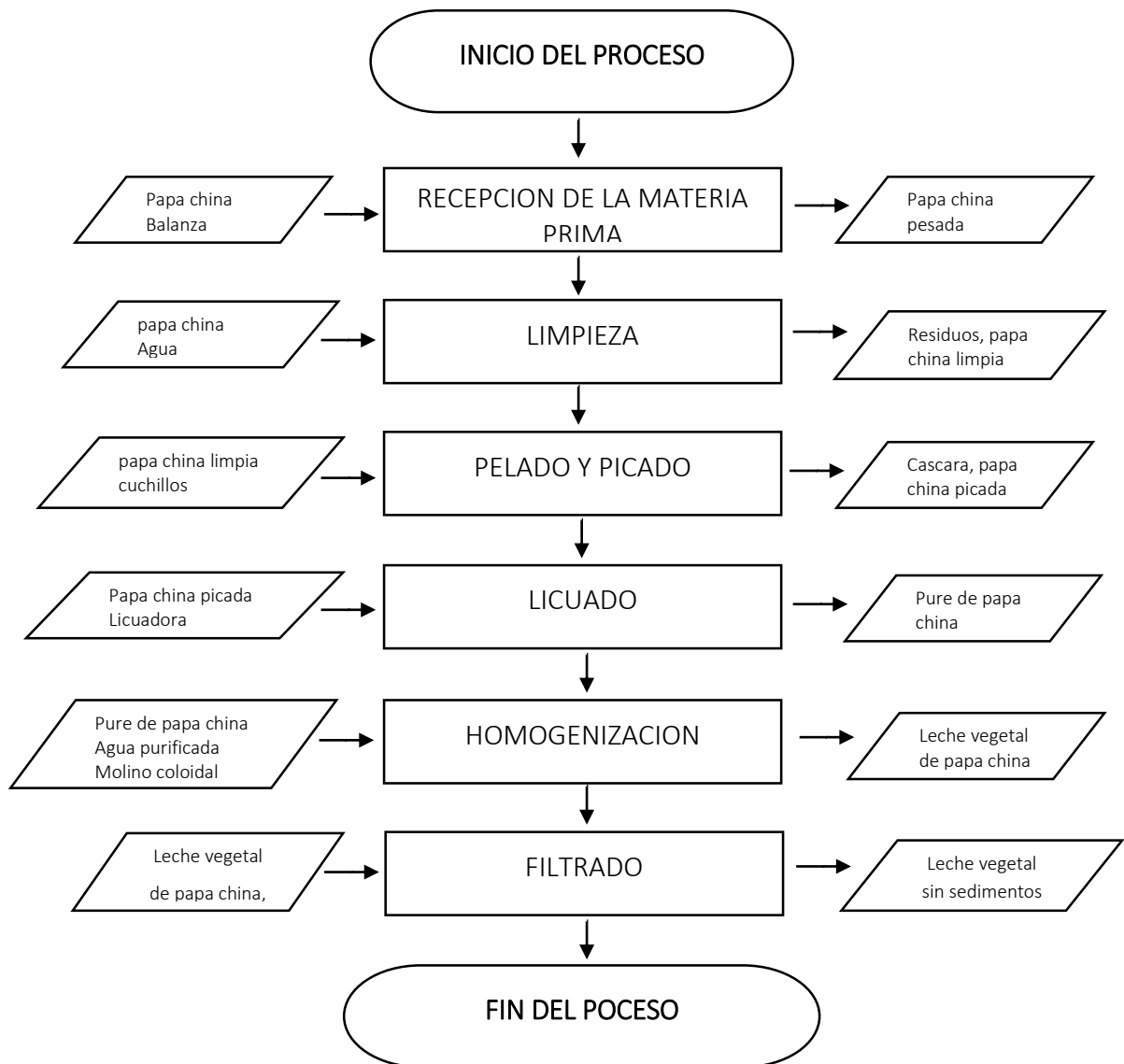
Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

### Elaboración de la leche vegetal

- a) **Obtención:** Se selecciono la papa china en condiciones óptimas de madurez y sanidad.
- b) **Limpieza:** Posteriormente, se lavó con agua limpia para eliminar cualquier impureza o microorganismo.
- c) **Pelado y troceado:** Después se realizó el pelado y troceado del tubérculo para su adecuada manipulación.
- d) **Licuada:** A partir del tubérculo pelado y troceado, se extrajo el almidón mediante trituración en una licuadora industrial, se lo licuo hasta que tenga la consistencia de una pasta.
- e) **Homogeneización:** Una vez obtenido el almidón se lo mezclo con agua purificada en una relación 3 a 1, es decir que por cada Kg de almidón se agrega 3 L de agua, en un molino coloidal para una mejor homogeneización.
- f) **Filtrado:** Cuando la mezcla estuvo totalmente homogeneizada se la coloco en un recipiente de acero inoxidable y se filtró con un tamiz para obtener nuestra leche vegetal.

## Diagrama de flujo de la obtención de la leche vegetal

Figura 1. Diagrama de flujo de la extracción de leche vegetal de la papa china



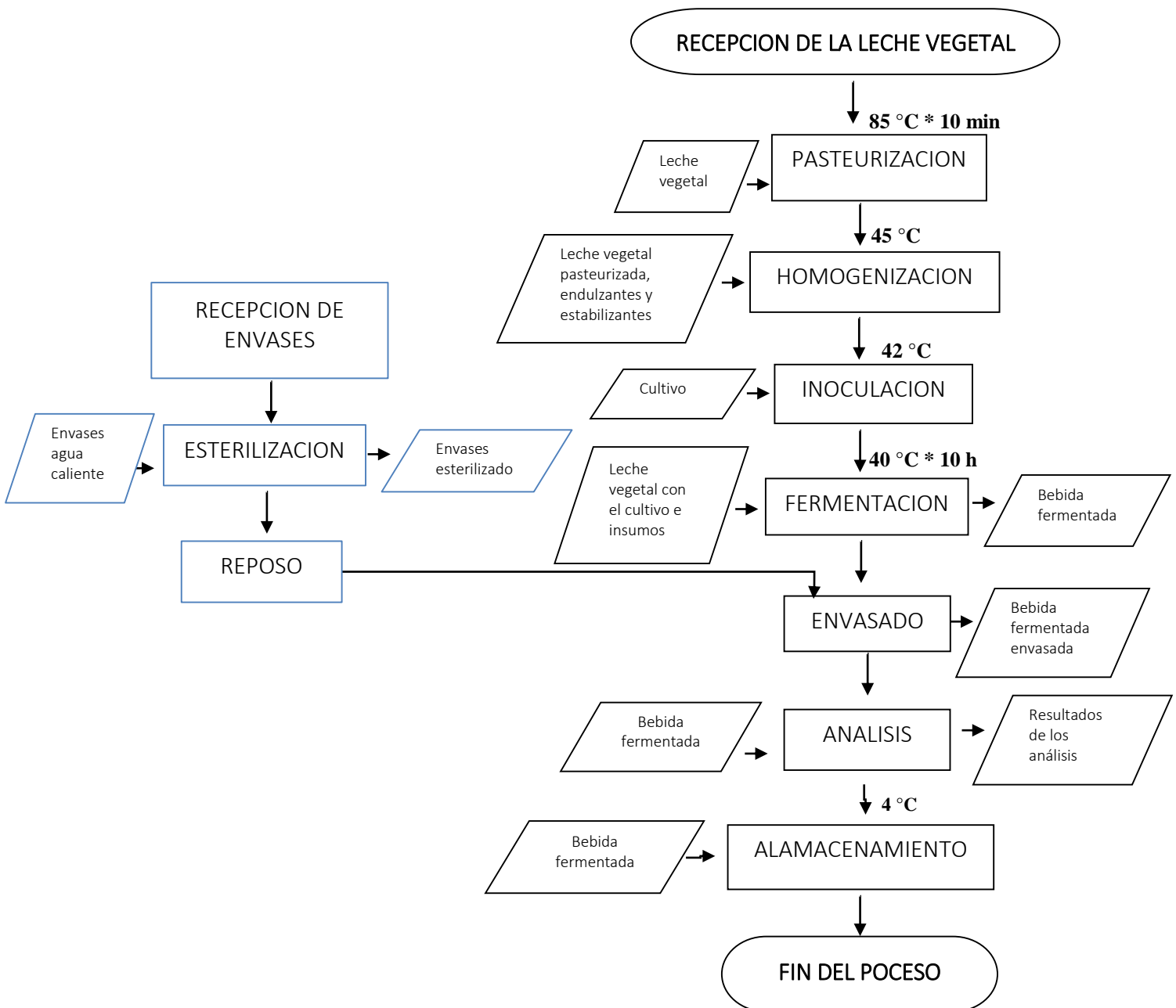
### Elaboración de la bebida fermentada

- Pasteurización:** Se calentó la leche vegetal a 85 °C durante de 10 min.
- Homogeneización:** En esta parte la temperatura mantuvo en 45 °C y se debe mezclar constantemente, se añadió el espesante y el endulzante.
- Inoculación:** Se añadió el cultivo, la leche debía tener una temperatura de 42 °C y mezclar suavemente para que el cultivo pueda comenzar con su función.
- Fermentación:** En esta parte la temperatura tenía que estar entre 40 °C a 45 °C, el tiempo de fermentación es de 10 a 12 h para que el pH este en 4,0 o 4,6.

- e) **Envasado:** Se procedió a envasar en recipientes previamente esterilizados.  
 f) **Refrigeración:** Se refrigeró a 4 °C y mantiene en un ambiente fresco y seco.

### Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida fermentada

Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida vegetal



### Antecedentes

Para mejorar la estabilidad coloidal, la textura y la viscosidad del producto final en la producción de bebidas fermentadas a partir de leches vegetales, es esencial agregar estabilizantes hidrocoloides. La formación de geles estructurados está restringida por la falta de

grasa y proteínas lácteas en las matrices vegetales, lo cual requiere que se añadan polisacáridos funcionales como la goma xantana y la pectina para evitar la separación de fases y la sinéresis (Greis et al., 2022; McClements, 2021).

En las paredes celulares de las plantas se encuentra la pectina, un polisacárido estructural que se emplea frecuentemente como gelificante y estabilizante en productos alimentarios. La pectina se utiliza comúnmente en yogures y bebidas vegetales con concentraciones que oscilan entre 0.2 % y 0.6 % (2-6 g/kg); su incorporación ayuda a aumentar la viscosidad y mejorar la estabilidad fisicoquímica del sistema (Mohd et al., 2023). La goma xantana, un polisacárido que se genera a través de la fermentación microbiana, es empleada en concentraciones que oscilan entre el 0,1 % y el 0,3 % (1-3 g/kg), por su alta capacidad de estabilización y espesamiento, incluso con concentraciones reducidas (Glyn, 2009).

La mezcla de hidrocoloides, como la goma xantana y la pectina, produce efectos sinérgicos que optimizan las propiedades sensoriales y reológicas de las bebidas vegetales fermentadas, según han evidenciado varias investigaciones. Con respecto a esto, para lograr productos que tengan la consistencia, la estabilidad y la aceptación sensorial adecuadas, es fundamental optimizar las concentraciones de estos estabilizadores (Greis et al., 2022).

Los endulzantes son fundamentales en la elaboración de bebidas fermentadas a base de vegetales, porque no solamente añaden dulzor, sino que además funcionan como fuente de carbono para los microorganismos durante el proceso de fermentación láctica (Ruiz et al., 2020). La fructosa y la glucosa son monosacáridos que las bacterias lácticas metabolizan con facilidad, lo cual afecta la rapidez de acidificación, el perfil sensorial del producto final y la generación de ácido láctico (Maturano, 2014).

La concentración de azúcares fermentables en yogures y bebidas vegetales normalmente fluctúa entre el 2 % y el 7 % (20-70 g/L), lo que depende del perfil sensorial deseado y del tipo de producto. La alteración de la proporción de azúcares, como fructosa y glucosa, tiene un impacto significativo en las características fisicoquímicas y sensoriales del producto fermentado, según investigaciones experimentales (Mohd et al., 2023). Además, se utilizan mezclas comerciales de edulcorantes (por ejemplo, el endulmix) en concentraciones que oscilan entre el 0,1 % y el 0,5 %, con la finalidad de equilibrar la dulzura, disminuir las calorías y aumentar la aceptación sensorial del producto final (Greis et al., 2022).

Por lo tanto, la elección y optimización de estabilizantes y endulzantes son un elemento crucial en el desarrollo de bebidas fermentadas a partir de leches vegetales porque tienen un impacto

directo en las características fisicoquímicas, reológicas y sensoriales del producto (McClements, 2021).

Según (Greis et al., 2022; McClements, 2021), el uso de estabilizantes y endulzantes es esencial en las bebidas fermentadas a partir de las leches vegetales, ya que están ayudando en la estabilidad, la textura y la aceptación. A continuación, en la tabla 11 se presentan los porcentajes y cantidad en gramos que se deben agregar de estabilizantes y endulzantes a un producto basado que en este caso es una bebida fermentada hecha a base de leche vegetal de papa china.

*Tabla 11 Porcentajes de estabilizantes y endulzantes*

<b>Componente</b>	<b>Concentración típica (%)</b>	<b>Rango (%)</b>	<b>Cantidad usada</b>
Pectina	0,5 %	0,5 – 1,0 %	1,0 g
Goma xantana	0,3 %	0,3 – 0,5 %	1,0 g
Glucosa	2,0 %	2 – 5 %	50 g
Fructosa	0,5 %	0,5 – 2 %	50 g
Endulmix	0,2 %	0,1 – 0,5 %	1 g

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

## **2.8. Hipótesis**

### **2.8.1. Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

El tipo de estabilizante y endulzante no influye en las características sensoriales, de la bebida fermentada a base de la papa china.

### **2.8.2. Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):**

El tipo de estabilizante y el endulzante si influye en las características sensoriales, de la bebida fermentada a base de la papa china.

## **2.9. Diseño experimental**

Se empleará un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 2x3, este diseño incluye dos factores experimentales:

Tabla 12. Diseño experimental

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nivel</b>
<b>FACTOR A</b>	Tipo de estabilizante	a <sub>1</sub> = goma xantana
		a <sub>2</sub> = pectina
<b>FACTOR B</b>	Tipo de endulzante	b <sub>1</sub> = glucosa
		b <sub>2</sub> =fructosa
		b <sub>3</sub> =edulmix

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

### Combinación de factores

Tabla 13. Combinación de factores

<b>Repetición</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Codificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>I.</b>	T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Goma xantana, glucosa
	T <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	pectina, glucosa
	T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Goma xantana, fructosa
	T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	pectina, fructosa
	T <sub>5</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Goma xantana, edulmix
	T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	pectina, edulmix
<b>II.</b>	T <sub>7</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Goma xantana, glucosa
	T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	pectina, glucosa
	T <sub>9</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Goma xantana, fructosa
	T <sub>10</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	pectina, fructosa
	T <sub>11</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Goma xantana, edulmix
	T <sub>12</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	pectina, edulmix

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

### Análisis de varianza

Tabla 14. Análisis de varianza

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Fórmula</b>
Total	11	A x B x 2 - 1
Tratamientos	5	A x B
Repeticiones	1	r - 1
Factor A	1	(A-1)
Factor B	2	(B-1)
A x B	2	(A-1) (B-1)
Error experimental	5	Total - grados de libertad

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

### Variables dependientes e independientes

Tabla 15. Variables dependientes e independientes

Variables dependientes	Variables independientes
Elaboración de bebida fermentada a partir de la papa china	<b>Factor A</b>
	Tipo de estabilizante
	a <sub>1</sub> = goma xantan
	a <sub>2</sub> = pectina
	<b>Factor B</b>
	Tipo de endulzante
b <sub>1</sub> = glucosa	
b <sub>2</sub> = fructosa	
b <sub>3</sub> = edulmix	

Elaborado por: Aimacaña, J. & Hidalgo, N.

## 2.10. Análisis y discusión de resultados

### 2.10.1. Caracterización bibliográfica

En la Tabla 16 se presenta los hallazgos de la caracterización proximal y fisicoquímica de la papa china (*Colocasia esculenta*). Los parámetros que se tienen en cuenta son el índice de madurez, la acidez titulable, el pH, los sólidos solubles, la materia seca, el contenido de humedad, las cenizas, la densidad aparente, las grasas o lípidos, las proteínas, la fibra y los carbohidratos totales. Estos parámetros posibilitan la estimación de la estabilidad, la calidad nutricional y el potencial tecnológico del insumo primario, lo que se convierte en una base crucial para utilizarlo en el desarrollo de productos alimenticios, tales como bebidas o derivados fermentados vegetales.

Tabla 16. Caracterización bibliográfica

Parámetros	Resultados
Acidez titulable	0,78 %
pH	4,75
Sólidos solubles	3,08 %
Índice de madures	3,94 %
Materia seca	87,31 b. s
Humedad	12,69 %
Cenizas	0,26 %
Densidad aparente	0,63 %
Lípidos	0,55 %
Proteína	3,84 %
Fibra	0,09 %

Calcio	54,5 %
Carbohidratos totales por diferencia	82,63 %

Fuente: (Moro Pisco, 2025)

Los resultados de la caracterización fisicoquímica y proximal de la papa china (*Colocasia esculenta*), el ingrediente base que se emplea para hacer la bebida vegetal, aparecen en la tabla 15. Estos parámetros son muy relevantes para verificar la idoneidad tecnológica, funcional y nutricional apropiadas durante el proceso de transformación agroindustrial.

Con una acidez titulable de 0,78 % y un pH de 4,75, la papa china (*Colocasia esculenta*) se encuentra en un nivel ligeramente ácido y con una acidez moderada. Es un elemento positivo para los procesos de fermentación láctica en términos tecnológicos. Según la NTE INEN 2395, para que no haya microorganismos alterantes y patógenos en los productos fermentados de yogurt, es necesario elaborarlos a un pH lo suficientemente ácido. Esto ayuda a mantener la estabilidad microbiológica y la seguridad alimentaria. En esta línea, un pH de 5.0 o menos favorece la proliferación de bacterias ácido-lácticas y disminuye la competencia de flora no deseada (Tamite, 2007).

Asimismo, investigaciones acerca de las propiedades fisicoquímicas de *Colocasia esculenta* sugieren que esta especie tiene rasgos químicos que propician su utilización como sustrato para la fermentación (Zúñiga et al., 2023). A modo de ejemplo, un pH ligeramente ácido y concentraciones adecuadas de sólidos solubles crean un ambiente óptimo donde los cultivos iniciadores prosperan y generan productos estables con una textura de alta calidad (Correa & Cuenca, 2022). De acuerdo con las leyes ecuatorianas e internacionales, la papa china es un ingrediente apropiado para elaborar bebidas fermentadas, como el yogur vegetal, conforme a sus estándares de inocuidad y calidad.

Prueba la existencia de 3,08 °Brix de sólidos solubles en la papa china (*Colocasia esculenta*) que muestra que hay azúcares y componentes solubles que sirven como fuente de carbono para los microorganismos en proceso de fermentación láctica, lo cual favorece el desarrollo y la actividad metabólica de las líneas iniciadoras. Según la NTE INEN 273, para medir la habilidad fermentativa de las materias primas vegetales, se requiere el cálculo de los sólidos solubles a través de la refractometría. Por otro lado, el índice maduro de 3,94 indica que el tubérculo tiene una condición óptima para realizar un proceso de fermentación que mejore la calidad sensorial del producto final. Según investigaciones previas, los niveles adecuados de sólidos solubles y la madurez de la papa china están asociados con una fermentación más estable, así como con productos que tienen mayor aceptación (Naranjo et al., 2025).

La papa china (*Colocasia esculenta*) contiene un porcentaje elevado de elementos sólidos, con una humedad del 12,69 % y una materia seca (b.s.) del 87,31 %. Esto resulta ventajoso desde la perspectiva tecnológica de las bebidas fermentadas, ya que produce un producto final con mayor estabilidad, cuerpo y consistencia. De acuerdo con la norma NTE INEN 1463 y los criterios tecnológicos de las materias primas vegetales, incrementar el contenido de materia seca mejora tanto la textura como la rentabilidad en productos manufacturados. Asimismo, el contenido de cenizas (0.26 %) demuestra la presencia de minerales esenciales, los cuales brindan valor nutricional a la bebida fermentada.

Investigaciones anteriores han indicado que la papa china tiene un perfil mineral significativo y que su contenido seco elevado promueve su utilización en productos fermentados de origen vegetal (Murillo, 2020).

La densidad aparente de la papa china (*Colocasia esculenta*) es de 0,63 y está vinculada con la estructura del tubérculo y su habilidad para crear suspensiones estables al producir leche vegetal. Esto es beneficioso para conseguir bebidas fermentadas que sean estables y homogéneas. La densidad tiene una influencia directa en el comportamiento tecnológico del producto a lo largo de su procesamiento, según las normas técnicas del INEN para análisis fisicoquímicos y los criterios analíticos que se utilizan para caracterizar las materias primas vegetales.

Además, el hecho de que la papa china tenga un contenido graso de 0,55 % confirma que es una materia prima apropiada para elaborar productos vegetales con poco contenido de lípidos, lo cual se alinea con las tendencias actuales del consumo saludable. En cambio, el contenido de proteína (3,84 %) supone una contribución nutricional significativa en matrices vegetales, lo cual ayuda a incrementar el valor nutricional de la bebida fermentada. Según investigaciones científicas, *Colocasia esculenta* tiene propiedades fisicoquímicas que la hacen apta para ser usada en productos fermentados y en bebidas funcionales (Zubair et al., 2023).

A pesar de que la papa china tiene un contenido bajo de fibra (0,09 %), ayuda a que la bebida fermentada sea estructural y estable, lo que constituye un criterio importante para los productos vegetales procesados en términos de calidad técnica (NTE INEN 1334-1, rotulado y composición nutricional). La contribución mineral del tubérculo se destaca por su contenido de calcio (54,5 mg/100 g), lo cual es coherente con los hallazgos de (Valencia & De La Vega, 2020), quienes afirman que *Colocasia esculenta* tiene minerales fundamentales que tienen la capacidad de enriquecer productos alimenticios procesados.

Además, la alta proporción de carbohidratos totales (82,63 %), en su mayoría almidón, es esencial para desarrollar textura y viscosidad en bebidas fermentadas; criterios tecnológicos que concuerdan con lo que (Cuenca & Moncada, 2020) describieron: el almidón de tubérculos tropicales promueve estructuras gelificadas y características reológicas adecuadas para los fermentados.

Según las normas INEN 1334-1 y INEN 1463, los elementos nutricionales y funcionales de productos vegetales procesados deben ser caracterizados en términos de seguridad e inocuidad. Esto respalda que estos parámetros sean incluidos y considerados al elaborar un yogur o una bebida fermentada a partir de papa china. En síntesis, estos resultados apoyan que la papa china no solo aporta energía y volumen al producto, sino también características funcionales y nutricionales que son adecuadas para la preparación de bebidas fermentadas a partir de vegetales.

### 2.10.2. Análisis sensorial

#### Obtención del mejor tratamiento

El análisis sensorial se llevó a cabo con panelistas no entrenados mediante una escala hedónica dentro de la cual se tuvo 5 puntos de evaluación con los siguientes parámetros: color, olor, sabor, textura y apariencia. El formato que fue utilizado para el análisis sensorial se puede observar en el ANEXO I el cual esta adjunto a este documento.

Se presentaron 12 tratamientos a cada panelista y un vaso de agua después de cada catación. La escala técnica que se tomó para la evaluación fue la siguiente: 1 muy malo, 2 malo, 3 regular, 4 bueno, 5 muy bueno, se utilizó el programa estadístico R-STUDIO para descubrir el mejor tratamiento, los resultados obtenidos se presentan a continuación:

#### Apariencia

A continuación, se presenta en la tabla 17 el análisis de varianza ANOVA con respecto al parámetro de APARIENCIA en cuanto a la interacción de los factores nombrados anteriormente en el diseño experimental.

Tabla 17. Apariencia ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor	
Estabilizante	1	15,62	15,625	21,311	5,47e-06	***
Endulzante	2	32,29	16,144	22,019	9,70e-10	***
Estabilizante:Endulzante	2	7,47	3,733	5,092	0,0066	**

Residuo	354	259,55	0,733
---------	-----	--------	-------

El efecto del estabilizante, el endulzante y su interacción sobre la variable de respuesta estudiada determina al análisis de varianza (ANOVA). Los resultados muestran que el factor estabilizante tiene un efecto muy significativo ( $F = 21,31$ ;  $p < 0,001$ ), lo cual sugiere que los diferentes niveles analizados producen variaciones en el comportamiento del producto que fueron estadísticamente significativas.

El estabilizante tiene un papel muy relevante en las características del sistema, pues afecta significativamente a la respuesta medida, como sugiere el resultado previo.

De manera similar, el factor endulzante tiene un impacto significativo ( $F=22,02$ ;  $p<0,001$ ), ya que, según la suma de los cuadrados obtenidos, fue el factor que explicó la mayor parte de la variabilidad. Esto implica que el tipo o la cantidad de endulzante empleado tiene un impacto en la variable analizada, lo cual resalta su relevancia en la formulación del producto.

Además, se detecta una interacción relevante entre el estabilizante y el endulzante ( $F = 5,09$ ;  $p < 0,01$ ), lo que señala que el efecto de un factor depende del otro. En este sentido, la reacción del sistema depende de la mezcla concreta de estabilizante y endulzante que se utilice, lo cual quiere decir que para optimizar el producto no se pueden tomar en cuenta los factores por separado, sino todos juntos.

Por último, la baja cifra del cuadrado medio del error (0,733) apunta a una escasa variabilidad residual, lo que señala un ajuste estadístico óptimo y la suficiente capacidad explicativa de los factores analizados respecto a la variable de respuesta.

### Prueba de Tukey

En la tabla 18 se muestran los datos obtenidos de la prueba de Tukey del parámetro APARIENCIA, los cuales muestran la interacción entre tratamientos y sus medias.

*Tabla 18. Prueba de Tukey de la apariencia*

Nombre	media	n	Letras
T 1	2,57	60	a
T 2	2,72	60	a
T 3	2,88	60	ab
T 4	3,17	60	b
T 5	2,97	60	ab
T 6	3,78	60	c

El número de observaciones ( $n = 60$ ), la agrupación estadística por letras y las medias logradas por cada tratamiento ( $T_1-T_6$ ) se presentan en la tabla 17. Los tratamientos con letras diferentes

presentan diferencias significativas, mientras que los que tienen la misma letra no las muestran ( $p > 0,05$ ).

Los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$ , designados con la letra "a", presentan una puntuación media inferior (2.57 y 2.72 en ese orden), lo que indica que la variable analizada fue menos bien recibida. No existen diferencias a nivel estadístico entre estos tratamientos.

Los tratamientos  $T_3$  y  $T_5$ , que están identificados con la letra "ab", tienen un escenario medio (2.88 y 2.97), lo que indica que no se observan diferencias significativas entre los tratamientos marcados como "a" o "b". Esto indica un comportamiento sensorial de transición entre los grupos que tienen la menor y mayor aceptación.

El tratamiento  $T_4$ , que se identifica con la letra "b" y tiene una media de 3.17, tiene un nivel de aceptación significativamente superior al de  $T_1$  y  $T_2$ , pero no es diferente al de  $T_3$  y  $T_5$ , manteniéndose en un nivel intermedio-alto.

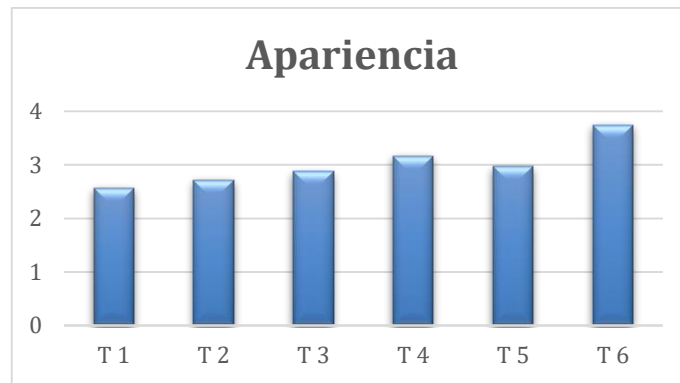
Por último, el tratamiento  $T_6$ , que se clasifica con la letra "c", tiene la media más elevada (3,78), siendo así significativamente diferente de los otros tratamientos. Este resultado señala que el tratamiento  $T_6$  fue el más aceptado en relación a la variable.

Los resultados en conjunto muestran una distinción clara entre los tratamientos, con el tratamiento  $T_6$  siendo el más valorado y  $T_1$  y  $T_2$  teniendo los valores más bajos. Los tratamientos  $T_3$ ,  $T_4$  y  $T_5$  se posicionaron en una categoría de aceptación media.

### **Diagrama de barras de la Prueba de Tukey**

El diagrama de barras de las puntuaciones sensoriales del atributo apariencia para los tratamientos  $T_1$  a  $T_6$ , evaluados utilizando una escala hedónica e incorporando la agrupación estadística que resulta de la prueba de Tukey, se presenta en la **gráfica 1**.

Gráfica 1. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey APARIENCIA



Los resultados señalan que el atributo de apariencia se incrementa gradualmente desde el T<sub>1</sub> hasta el T<sub>6</sub>, lo que demuestra una mejora significativa a medida que cambian las formulaciones. El tratamiento T<sub>6</sub> es más aceptado, lo que sugiere que su composición beneficia a sus cualidades visuales y las hace más llamativas para los clientes, como la uniformidad, el brillo y el aspecto global del producto. Al contrario, el T<sub>1</sub> registra la menor puntuación, lo cual sugiere deficiencia visual debido a su posible formulación. Este comportamiento señala que las modificaciones en la formulación influyen directamente en la aceptabilidad visual del producto, ya que la apariencia cuenta como un atributo determinante en la primera impresión de los consumidores.

### Color

En la tabla 19 se contemplan los resultados del ANOVA en cuanto al parámetro de COLOR donde se muestran los datos obtenidos de los factores analizados y la interacción entre ellos.

Tabla 19. Color ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Estabilizante	1	1,00	1,003	1,503	0,22103
Endulzante	2	2,37	1,186	1,778	1,77052
Estabilizante:Endulzante	2	7,11	3,553	5,325	0,00527 **
Residuo	354	236,18	0,667		

El efecto del estabilizante, el endulzante y su interacción sobre la variable de respuesta estudiada se puede determinar gracias al análisis de varianza (ANOVA). Los resultados muestran que el factor estabilizante no tiene un impacto estadísticamente significativo ( $F = 1,50$ ;  $p = 0,221$ ), lo cual indica que, individualmente los distintos niveles analizados no producen diferencias relevantes en la variable examinada.

Asimismo, el tipo de endulzante no influye considerablemente en la variable de respuesta ( $F =$

1,78;  $p = 0,171$ ), lo que nos permite concluir que el tipo o nivel de endulzante utilizado no tiene un impacto significativo en la conducta del producto cuando se estudió individualmente. No obstante, se nota una interacción significativa ( $p < 0,01$ ) entre el estabilizante y el endulzante ( $F = 5.33$ ), lo cual significa que el impacto de uno de los factores analizados está condicionado por el nivel del otro. En otras palabras, la reacción del sistema cambia en función de la mezcla específica de endulzante y estabilizante que se utiliza, por lo tanto, a pesar de que los factores no muestran efectos significativos por sí solos, su acción conjunta es determinante en la variable analizada.

Además, el valor del cuadrado medio del error (0,667) muestra que la variabilidad residual es relativamente baja, lo que indica que el modelo estadístico está bien ajustado y que se explica correctamente la variación detectada en los datos experimentales.

### Prueba de Tukey

La Tabla 20 muestra las medias de las puntuaciones sensoriales logradas para los tratamientos T<sub>1</sub> a T<sub>6</sub>, el total de evaluaciones que se hicieron ( $n = 60$ ) y la agrupación estadística por letras, que fue establecida por medio de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Los tratamientos que tienen la misma letra no muestran diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ( $p > 0,05$ ).

Tabla 20. Prueba de Tukey del color

Nombre	media	n	letras
T 1	3,23	60	ab
T 2	3,10	60	a
T 3	3,35	60	ab
T 4	3,30	60	ab
T 5	3,10	60	a
T 6	3,60	60	b

Los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>5</sub>, que están marcados con la letra "a", tienen las medias más bajas (3,1), lo que muestra una aceptación más baja del atributo evaluado. Estos tratamientos no presentan diferencias estadísticas entre ellos.

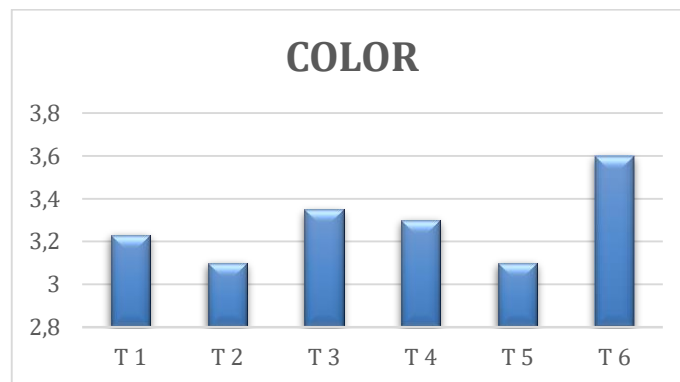
Los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> (marcados con la letra "ab") tienen valores intermedios (3,23; 3,35 y 3,30, en ese orden), lo cual muestra que no son significativamente diferentes de los tratamientos del grupo "a" o del grupo "b". Esta actitud demuestra una aceptación intermedia de la propiedad evaluada. El tratamiento T<sub>6</sub>, que se muestra con la letra "b", es depurado en su media más alta (3,6), ya que, desde un punto de vista estadístico, fue diferente a T<sub>2</sub> y a T<sub>5</sub>.

Este descubrimiento pone de relieve que el tratamiento T<sub>6</sub> es el que tiene la mayor aceptación sensorial, superando a todos los demás tratamientos estudiados. Sin embargo, los hallazgos muestran que, a pesar de que los tratamientos tienen niveles de aceptación parecidos, el tratamiento T<sub>6</sub> se distingue por obtener la mejor puntuación del atributo analizado. Esto indica que su formulación tiene un impacto positivo en la percepción sensorial del producto.

### Diagrama de barras de la prueba de Tukey

Para los tratamientos T<sub>1</sub> a T<sub>6</sub>, la **gráfica 2** presenta un diagrama de barras de las puntuaciones sensoriales del atributo color, que se evalúan con una escala hedónica. La ilustración muestra la agrupación estadística, que se establece a partir de la prueba Tukey de comparaciones múltiples, y que está simbolizada con letras encima de cada tratamiento. Esto simplifica el reconocimiento de las diferencias significativas entre los promedios.

*Gráfica 2. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey COLOR*



En el atributo color, las medias obtenidas varían entre 3,10 de T<sub>2</sub> y T<sub>5</sub> y 3,60 del T<sub>6</sub>, lo que indica una aceptabilidad general adecuada en los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento T<sub>6</sub> destaca nuevamente como el mejor valorado, el cual indica una tonalidad más atractiva hacia los consumidores. Las diferencias que se observan entre tratamientos nos dan a conocer que la composición de ingredientes, influyen directamente en el color del producto terminado. Aunque el T<sub>2</sub> y T<sub>5</sub> presentan valores inferiores, estos se mantienen dentro del rango aceptable.

### Olor

Se puede observar en la tabla 21 los resultados obtenidos del programa estadístico en cuanto al análisis ANOVA para el parámetro de OLOR donde se analizan los factores anteriormente nombrados en el diseño experimental y su interacción.

*Tabla 21. Olor ANOVA*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
---------------------	--------------------	-------------------	------------------	-------------	---------

Estabilizante	1	8,10	8,100	10,842	0,00103	**
Endulzante	2	4,29	2,144	2,870	0,05799	
Estabilizante:Endulzante	2	5,27	2,633	3,525	0,03050	*
Residuo	354	264,47	0,747			

El resultado del estabilizante, el endulzante y su interacción sobre la variable de respuesta estudiada se puede determinar gracias al análisis de varianza (ANOVA). Los hallazgos revelan que el factor estabilizador tiene un efecto significativo desde el punto de vista estadístico ( $F = 10,84$ ;  $p < 0,01$ ), lo cual indica que los niveles diversos evaluados tienen una incidencia directa en la conducta del producto, produciendo variaciones importantes en la variable analizada.

En cuanto al factor endulzante, no se identifica un efecto significativo a un nivel del 5 % de significancia ( $p = 0,058$ ;  $F = 2,87$ ). No obstante, la cercanía del valor de  $p$  al límite de significancia indica una tendencia hacia la significación, lo cual podría indicar que el endulzante tiene un impacto moderado sobre la variable de respuesta, especialmente si se considera su interacción con otras variables.

Asimismo, se nota una interacción entre el estabilizante y el endulzante que tiene importancia estadística ( $F = 3,53$ ;  $p < 0,05$ ), lo que señala que la acción del estabilizante depende del nivel o tipo de endulzante utilizado. Este hallazgo pone de manifiesto lo importante que es analizar las combinaciones de los dos factores, debido a que no se puede explicar la respuesta del sistema solo a partir de los efectos individuales.

El valor del cuadrado medio del error (0,747), al final señala una variabilidad residual controlada, lo que implica que el modelo estadístico se ajusta adecuadamente y que la fluctuación observada en los datos experimentales está debidamente explicada.

### Prueba de Tukey

La Tabla 22 presenta los valores promedio de la evaluación sensorial para el atributo analizado en los tratamientos T<sub>1</sub> a T<sub>6</sub>, basándose en muestras de 60 jueces por tratamiento. Además, se incorporan las letras que resultan de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, que posibilitan el establecimiento de diferencias significativas entre las medias ( $p < 0,05$ ).

Tabla 22. Prueba de Tukey del olor

Nombre	media	n	letras
T 1	3,10	60	ab
T 2	3,07	60	ab
T 3	2,73	60	a
T 4	3,13	60	ab

T 5	2,93	60	a
T 6	3,47	60	b

Los tratamientos T<sub>3</sub>, y T<sub>5</sub> tienen letras iguales “a”, según los resultados obtenidos. Esto demuestra que no hay diferencias importantes entre ellos con respecto a la aceptación sensorial del atributo analizado.

Por otro lado, el T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub> comparten las letras estadísticas (ab), lo que indica que no presentan diferencias significativas entre sí, ni con los tratamientos de grupo “a” ni el grupo “b”, estos comportamientos reflejan una aceptación intermedia.

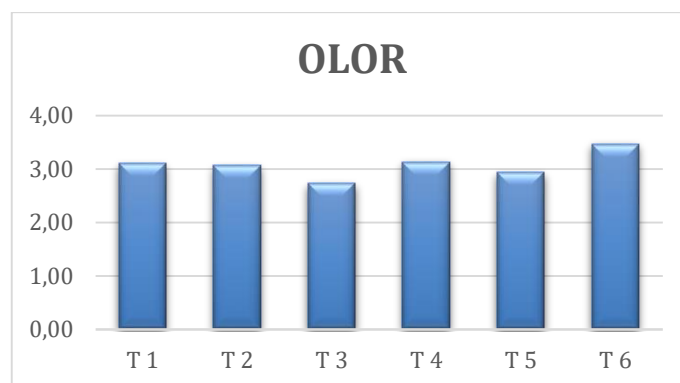
Por otra parte, el tratamiento T<sub>6</sub>, identificado con la letra “b”, registra la media más elevada (3,47) y presenta diferencias estadísticas significativas en comparación con los demás tratamientos, este resultado evidencia que el tratamiento T<sub>6</sub> alcanza una mayor aceptación sensorial, destacándose entre todas las formulaciones.

En general, los resultados indican que la mayoría de los tratamientos muestran un comportamiento sensorial comparable. Sin embargo, el tratamiento T<sub>6</sub> tiene una mayor aceptación, lo cual sugiere que la formulación utilizada en este tratamiento tiene un efecto positivo en la percepción del atributo evaluado. Esta diferencia podría estar vinculada a modificaciones en la composición o en el proceso tecnológico que se usa.

### Diagrama de barras de la prueba de Tukey

La **gráfica 3** presenta el diagrama de barras de la propiedad sensorial "olor" para los tratamientos analizados, que señalan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

*Gráfica 3. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey OLOR*



En lo que respecta al atributo olor, hay más variaciones entre los tratamientos, con valores que oscilan entre 2.73 y 3.47. El tratamiento T<sub>6</sub> muestra una mayor aceptación en relación a este atributo, lo que indica un perfil volátil atractivo, probablemente vinculado con la interacción de sus componentes en la formulación. En cambio, el T<sub>3</sub> tiene la valoración más baja, lo que podría estar vinculado con la existencia de compuestos aromáticos menos placenteros. Esto demuestra que la formulación incide directamente en la percepción olfativa del producto, siendo este un atributo clave en la aceptación por el consumidor.

### Sabor

A continuación, se observan en la tabla 23 el análisis de varianza para el parámetro SABOR donde se presentan los factores analizados y la interacción que hay entre ellos.

Tabla 23. Sabor ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor	
Estabilizante	1	34,2	34,22	31,011	5,08e-08	***
Endulzante	2	66,0	32,99	29,889	1,01e-12	***
Estabilizante:Endulzante	2	1,1	0,56	0,506	0,603	
Residuals	354	390,7	1,10			

El efecto del estabilizante, el endulzante y su interacción sobre la variable de respuesta estudiada se determinan gracias al análisis de varianza (ANOVA). Los resultados indican que el endulzante y el estabilizante tienen un impacto importante en la variable examinada. El estabilizador tiene un valor  $F = 31,01$  con un nivel de significación  $p < 0,001$ . Esto demuestra que los diversos niveles analizados producen alteraciones en la respuesta que son estadísticamente relevantes.

El factor endulzante también tiene un impacto significativo, con una  $F$  de 29.89 y un  $p$  menor que 0.001; además, es el que explica el mayor porcentaje de la variabilidad observada según la suma de cuadrados. Este hallazgo destaca la importancia del tipo o la concentración del endulzante en el valor de la variable de respuesta, lo que demuestra su función en la formulación del producto. Por otra parte, el contacto entre el estabilizante y el endulzante no fue estadísticamente significativo ( $F = 0,51$ ;  $p = 0,603$ ), lo cual indica que estos dos componentes operan de forma independiente. Por lo tanto, el impacto del estabilizante no está determinado

por el tipo de endulzante utilizado y viceversa; esto hace posible que se analicen los efectos principales de forma independiente.

Finalmente, el valor del cuadrado medio del error (1,10) indica que la variabilidad residual es moderada, lo que refleja un adecuado ajuste del modelo estadístico y una explicación satisfactoria de la variación observada en los datos experimentales,

### **Prueba de Tukey**

Los valores promedios del rasgo sensorial examinado para los tratamientos T<sub>1</sub>–T<sub>6</sub>, la cantidad de evaluaciones efectuadas (n = 60) y el agrupamiento estadístico logrado a través de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $p < 0,05$ ) se muestran en la Tabla 24. Las conclusiones muestran que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que las condiciones empleadas tuvieron un impacto directo en la percepción sensorial del atributo analizado.

*Tabla 24. Prueba de Tukey del sabor*

<b>Nombre</b>	<b>media</b>	<b>n</b>	<b>letras</b>
T 1	2,10	60	d
T 2	2,68	60	a
T 3	2,77	60	ab
T 4	3,27	60	b
T 5	3,05	60	ab
T 6	3,82	60	c

El tratamiento T<sub>6</sub> tiene el promedio más elevado (3,82) y se coloca en un grupo estadístico distinto (c), lo que demuestra una aceptación sensorial más alta de los evaluadores. Este comportamiento señala que el tratamiento del que se habla favoreció la aparición de características sensoriales más agradables, las cuales probablemente están relacionadas con una formulación o control mejorados del proceso. Estos elementos han sido subrayados en la bibliografía como determinantes para la calidad sensorial del producto.

El tratamiento T<sub>4</sub>, con una media de 3,27 y la letra "b", exhibe un rendimiento sensorial positivo; sin embargo, fue estadísticamente inferior al de T<sub>6</sub>. Este resultado señala que, aunque el tratamiento ayuda a mejorar la percepción del atributo evaluado, todavía hay elementos que podrían mejorarse para lograr niveles de aceptación semejantes a los del tratamiento con un desempeño más alto.

Los tratamientos T<sub>3</sub> (2,77) y T<sub>5</sub> (3,05) muestran cifras intermedias y compartieron la letra "ab",

lo cual demuestra que no hay diferencias importantes entre ambos. Este comportamiento refleja una aceptación sensorial de nivel medio, posiblemente asociada a condiciones de formulación o de procesamientos que no generan efectos claramente favorables ni desfavorables sobre el atributo evaluado.

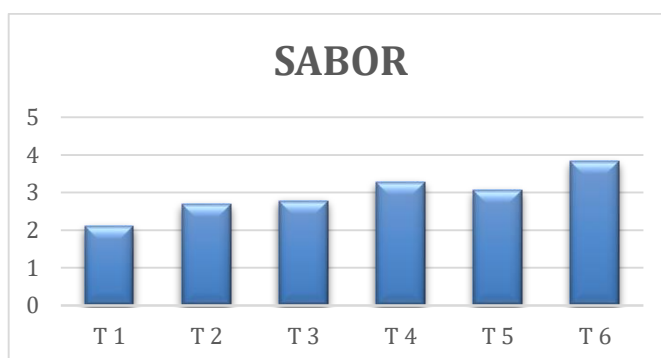
Por otra parte, el tratamiento T<sub>2</sub>, identificado con la letra "a" y con una media de 2,68, presenta una menor aceptación sensorial en comparación con los tratamientos mejor valorados. Finalmente, el tratamiento T<sub>1</sub> registra la media más baja (2,10) y fue clasificado con la letra "d" diferenciado de forma significativa del resto; estos resultados sugieren una aceptación sensorial limitada, que puede estar relacionada con la presencia de características poco agradables, con olores inusuales o de baja intensidad del atributo evaluado.

Finalmente, los hallazgos corroboran que las disparidades entre tratamientos tienen un impacto significativo en la calidad sensorial del producto. En este escenario, el tratamiento T<sub>6</sub> es considerado como la opción más adecuada. Por su parte, los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> requieren cambios en sus condiciones de elaboración para optimizar su grado de aceptación a nivel sensorial. Estos hallazgos son coherentes con lo reportado en estudios previos, que enfatizan la importancia de supervisar la tecnología para asegurar una calidad sensorial adecuada y la aceptación del producto.

#### **Diagrama de barras de la prueba de Tukey**

En la **gráfica 4** se presenta el diagrama de barras del atributo sensorial "sabor" para los tratamientos T<sub>1</sub>–T<sub>6</sub>, las cuales permiten identificar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados.

*Gráfica 4. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey SABOR*



el atributo sabor es el que presenta mayor viabilidad entre tratamientos, con valores que varían de 2,10 a 3,82. En esta gráfica se puede observar una tendencia clara y progresiva en cuanto a la aceptación desde el primer hasta el último tratamiento, lo que indica un perfil gustativo positivo. El tratamiento T<sub>6</sub> alcanza la mayor valoración, evidenciando un equilibrio adecuado entre los

componentes sensoriales. En cuanto el  $T_1$  muestra la menor aceptación, lo que demuestra un desequilibrio en la formulación que afecta negativamente la percepción del sabor. Estos resultados posicionan el sabor como el atributo más determinante en las preferencias del consumidor en la aceptación del producto

### Textura

En la tabla 25 se puede observar los resultados que arroja el programa estadístico sobre el parámetro de TEXTURA donde se analizó dos factores que son estabilizante y endulzante, además se analiza la interacción entre ellos.

Tabla 25. Textura ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor	
Estabilizante	1	10,68	10,678	15,034	0,000126	***
Endulzante	2	13,34	6,669	9,390	0,000106	***
Estabilizante:Endulzante	2	3,84	1,919	2,702	0,068425	
Residuales	354	251,43	0,710			

El efecto del estabilizante, el endulzante y su interacción sobre la variable de respuesta estudiada se puede determinar gracias al análisis de varianza (ANOVA). Los hallazgos revelaron que el factor estabilizante tuvo un impacto muy significativo ( $F = 15,03$ ;  $p < 0,001$ ), lo cual señala que los diversos niveles analizados inciden de forma relevante en el comportamiento del producto.

El factor endulzante muestra un impacto estadísticamente significativo en la variable de respuesta ( $F = 9,39$ ;  $p < 0,001$ ), lo que indica que el tipo o nivel de endulzante empleado produce una diferencia a nivel estadístico.

En relación con la interacción entre el estabilizante y el endulzante, este no logra significancia estadística al 5 % ( $p = 0,068$ ;  $F = 2,70$ ). Sin embargo, dado que se trata de un valor de  $p$  próximo a la significancia, es posible deducir que hay una tendencia; esto indica que la combinación de los dos factores podría ejercer un impacto moderado en la variable analizada.

No obstante, si el valor de  $p$  se encuentra cerca del límite de significancia, se concluye que existe una tendencia a ser significativo. Esto quiere decir que la combinación de los dos elementos puede afectar de manera moderada a la variable en estudio y debe ser considerada en el análisis completo del sistema.

En resumen, el valor del cuadrado medio de error (0,710) señala una baja variabilidad residual.

Esto significa que el modelo estadístico se ajusta bien y explica correctamente la variación observada en los datos experimentales.

En conclusión, el análisis de varianza permite evidenciar que tanto el endulzante como el estabilizante influyen de manera significativa en el comportamiento del producto, ya sea de forma individual o conjunta, dependiendo de la variable utilizada.

La interacción entre estos dos factores muestra efectos variables, lo cual sugiere que en ciertos casos su acción combinada es decisiva, mientras que en otros actúan de forma independiente. En general, los modelos estadísticos se ajustaron de manera apropiada, lo que da fe de la fiabilidad de los resultados y subraya lo fundamental que es seleccionar correctamente el endulzante y el estabilizante para optimizar la formulación.

### **Prueba de Tukey**

La Tabla 26 muestra los valores medios del atributo sensorial de sabor para los tratamientos T<sub>1</sub> a T<sub>6</sub>, la cantidad de evaluaciones (60 en total) y el agrupamiento estadístico logrado por medio de la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ).

*Tabla 26. Prueba de Tukey de la textura*

<b>Nombre</b>	<b>media</b>	<b>n</b>	<b>Letras</b>
T 1	2,89	60	a
T 2	3,00	60	a
T 3	2,97	60	a
T 4	3,27	60	a
T 5	3,10	60	a
T 6	3,72	60	b

Los hallazgos indican que, en términos estadísticos, la mayoría de los tratamientos no mostraron diferencias entre ellos. Esto explica porque los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> tienen en común la letra "a", con valores medios de entre 2,88 y 3,27 estos resultados reflejan una aceptación sensorial moderada y similar del atributo sabor entre los tratamientos ya mencionados, lo que indica que las variaciones en sus condiciones de elaboración no influyeron de manera significativa en como se percibía el sabor.

El tratamiento T<sub>6</sub>, con una media de 3,72 y ubicado en un grupo estadísticamente diferente (letra "b"), presentó una aceptación sensorial superior, destacándose frente a los demás tratamientos evaluados. Este resultado indica que el tratamiento realizado en T<sub>6</sub> contribuyó de

manera importante al desarrollo del sabor, probablemente porque se utilizó una formulación más balanceada o porque las condiciones del procesamiento fueron más apropiadas.

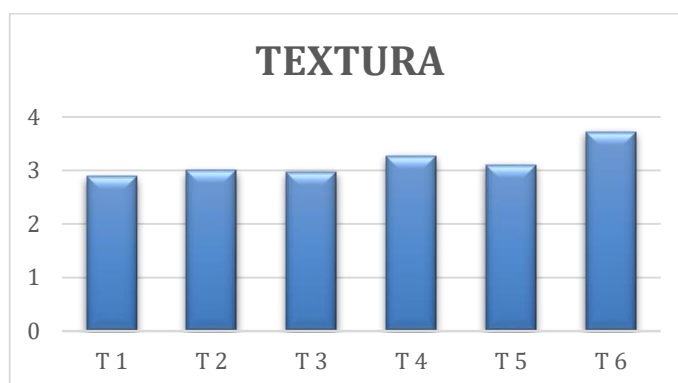
No se identifica diferencias notables entre T<sub>1</sub> y T<sub>5</sub> señala que, a pesar de que los valores promedio presenten ligeras variaciones numéricas, no fue lo suficientemente significativas para ser detectadas de forma constante por los evaluadores. Por el contrario, la diferencia que se nota en T<sub>6</sub> corrobora que el cambio implementado en este tratamiento tuvo un efecto positivo y sensorial evidente.

Por consiguiente, se puede inferir que T<sub>6</sub> es el tratamiento que más destaca en términos de desempeño sensorial en el atributo sabor, mientras que los otros tratamientos tienen una aceptación similar entre ellos, aunque menor.

### Diagrama de barras de la prueba de Tukey

El diagrama de barras del atributo sensorial textura para los tratamientos T<sub>1</sub>–T<sub>6</sub> se presenta en la **gráfica 5**. Este incluye las letras de comparación múltiple, que son adquiridas por medio de la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ), las cuales posibilitan el reconocimiento de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados.

*Gráfica 5. Diagrama de barras de la Prueba de Tukey TEXTURA*

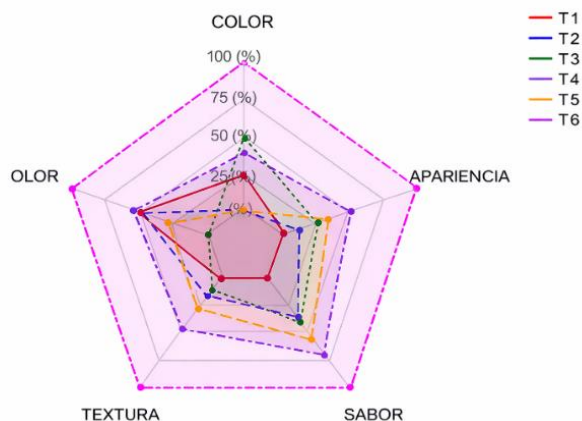


Los resultados de la textura demuestran una tendencia creciente de T<sub>1</sub> a T<sub>6</sub> evidenciando una mejora progresiva en la aceptación táctil y estructural del producto. El tratamiento T<sub>6</sub> presenta la mayor aceptación, lo que demuestra una textura más agradable, homogénea y estable, asociada a una mejor interacción entre los componentes estructurales de la formulación. De lo contrario el T<sub>1</sub> sigue registrándose con la menor puntuación como los anteriores atributos, lo que demuestra una deficiencia en la sensación bucal. Estos resultados demuestran que la textura constituye un factor determinante en la experiencia sensorial y aceptabilidad del producto.

### Polígono sensorial

El gráfico 6 se presenta el radar del resume el desempeño sensorial de seis tratamientos (T<sub>1</sub> a T<sub>6</sub>) en relación con las características de olor, sabor, textura, apariencia y color. Estos atributos se expresan en términos del porcentaje de aceptación según la escala hedónica de cinco puntos.

*Gráfica 6. Polígono sensorial de todos los atributos*



Esta clase de representación posibilita la comparación simultánea del rendimiento total de cada tratamiento en los distintos atributos sensoriales.

En términos generales, el tratamiento T<sub>6</sub> presenta los porcentajes más elevados en cada uno de los atributos estudiados, destacándose especialmente en sabor, aspecto y color, con cifras cercanas al 100 %. Esta conducta evidencia una aceptación sensorial más elevada a escala global, lo cual se alinea con los resultados del ANOVA, en el que se identificaron efectos significativos de estabilizantes y endulzantes en diversas variables sensoriales estudiadas.

Los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> presentan un comportamiento intermedio, con cifras comparativamente elevadas en cuanto a las características de textura y sabor, pero inferiores en lo que respecta al olor y el color. Esto muestra una aceptación sensorial balanceada, aunque no muy intensa. Los resultados estadísticos, que señalaron que la interacción entre el estabilizante y el endulzante tuvo un impacto significativo en ciertos casos, corroboran la diversidad observada entre los diferentes atributos. La influencia fue diferente dependiendo del atributo sensorial evaluado.

En cambio, los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> tienen perfiles sensoriales más bajos y menos estables, sobre todo en cuanto a textura y sabor, lo que demuestra una aceptación inferior de los evaluadores. Este comportamiento concuerda con los resultados del ANOVA, en el que se encontraron diferencias notables entre los tratamientos, lo que confirma que la formulación afecta directamente la percepción sensorial del producto.

En síntesis, el gráfico radar proporciona una visión integral del rendimiento sensorial de cada tratamiento y verifica que la combinación apropiada de endulzante y estabilizante es crucial

para mejorar la aceptación del producto. Por lo tanto, complementa los resultados del análisis de varianza.

El gráfico radar confirma que hay diferencias sensoriales evidentes entre los tratamientos, las cuales son consistentes con los resultados del ANOVA. Sobresale el tratamiento con más equilibrio y aceptación en todas las características analizadas.

### 2.10.3. Análisis al mejor tratamiento

#### Análisis físico-químico

Estos análisis se presentan a continuación, en la tabla 27 se puede observar los resultados obtenidos de los análisis físicoquímicos que se realizó al mejor tratamiento (T<sub>6</sub>).

Tabla 27. Análisis físico-químico del mejor tratamiento

Parámetro	Resultado	Fuente de referencia
pH	4,10	INEN 2395 / FAO
Acidez titulable	0,24 %	INEN 2395
Sólidos totales	5,80 %	INEN 273

Con el propósito de evaluar la calidad y estabilidad del producto, los datos de los parámetros físico-químicos de la bebida fermentada hecho con papa china (*Colocasia esculenta*) se contrastan en la tabla presentada con las referencias FAO y las normas técnicas INEN.

El pH (4,10) que se obtuvo está en el rango típico de los productos fermentados. Los productos fermentados de tipo yogurt deben tener un pH ácido, que por lo general está entre 4.0 y 4.6, según la NTE INEN 2395 y las sugerencias de la FAO; esto ayuda a mantener el producto estable e inocuo desde el punto de vista microbiológico. Por lo tanto, el valor conseguido muestra que el procedimiento de fermentación de la bebida fermentada de papa china es apropiado.

La acidez titulable obtenida (0,24 %) se encuentra dentro de los rangos establecidos por la NTE INEN 2395, la cual define valores mínimos de acidez expresados como ácido láctico para garantizar la calidad de la bebida fermentada, este resultado evidencia la adecuada actividad de las bacterias ácido-lácticas durante la fermentación y contribuye al desarrollo de características sensoriales favorables, como un sabor ácido suave y equilibrado.

Por su parte, el contenido de sólidos totales (5,8 %) determinado conforme a la NTE INEN 273 indica que el producto presenta una concentración adecuada de componentes sólidos. Dado que

los parámetros influyen directamente en la viscosidad, textura y consistencia de la bebida fermentada, su valor resulta relevante. Aunque es inferior al observado en yogures lácteos tradicionales, se considera aceptable para bebidas de origen vegetal, especialmente cuando la fuente de carbohidratos y almidón es la papa china.

Los resultados demuestran que la bebida fermentada elaborada a partir de la papa china cumple con los parámetros fisicoquímicos establecidos en las normas INEN correspondientes, presentando valores adecuados de sólidos totales, pH y acidez. Esto asegura que el producto es estable, de calidad tecnológica y tiene la posibilidad de ser aceptado, lo cual lo convierte en una opción factible frente a los yogures tradicionales de origen lácteo.

### **Análisis microbiológicos**

En la tabla 28 se analizan los resultados del análisis microbiológico de la bebida vegetal hecho con papa china (*Colocasia esculenta*), utilizando métodos oficiales de la AOAC y placas Petrifilm para determinar la presencia de levaduras, mohos, *Escherichia coli* y coliformes totales. Para comprobar la inocuidad y calidad sanitaria del producto final, estas evaluaciones son esenciales.

*Tabla 28. Análisis microbiológico del mejor tratamiento*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO TCO</b>	<b>METODO / NORMA</b>
Coliformes totales	UFC/ ml.	<10	Petrifilm AOAC991
<i>E. Coli</i>	UFC/ ml.	Ausencia	Petrifilm AOAC991,14
Mohos y levaduras	UFC/ mg.	Ausencia	Petrifilm AOAC975,55

Según la NTE INEN 2395, que establece límites bajos para microorganismos indicadores de contaminación higiénico-sanitaria en productos fermentados, los coliformes totales mostraron una cantidad menor a 10 UFC/ml, lo cual se considera aceptable. Este resultado señala que, durante la elaboración de la bebida fermentada, se mantuvieron prácticas de higiene adecuadas, especialmente en las etapas de manipulación y fermentación.

La ausencia de *E. coli* se establece, en cumplimiento con la normativa INEN que exige que este patógeno no esté presente en los productos destinados al consumo humano. La ausencia de *E. coli* significa que el artículo está exento de contaminación fecal y que tanto la fermentación como el tratamiento térmico resultaron ser exitosos.

En cuanto a levaduras y mohos, los resultados señalan su ausencia, lo cual evidencia que la bebida fermentada tiene una buena estabilidad microbiológica. La NTE INEN 2395 indica que la presencia de estos microorganismos puede afectar las propiedades sensoriales del producto y su vida útil. Por lo tanto, si no están presentes, esto demuestra que se ha controlado correctamente el pH ácido, la humedad y las condiciones de almacenamiento.

En general, los resultados microbiológicos cumplen los límites establecidos por las normas INEN, lo que confirma que la bebida fermentada a base de papa china es microbiológicamente segura para el consumo humano y fue elaborada bajo condiciones adecuadas de higiene y sanidad. Además, el pH ácido característicos del producto fermentado favorece la inhibición de microorganismos patógenos y alterantes, contribuyendo a mejorar su inocuidad.

### **Análisis del porcentaje de alcohol**

La tabla 29 presenta los resultados del contenido total de alcohol y etanol en la bebida fermentada producida con papa china. Estos fueron determinados a través de métodos volumétricos oficiales AOAC.

*Tabla 29. Análisis del porcentaje de alcohol y etanol del mejor tratamiento*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO TCO</b>	<b>METODO / NORMA</b>
ALCOHOL TOTAL, (%)	No detectable	Volumétrico/AOAC 942.06
ETANOL, (%)	0,03	Volumétrico/AOAC 984.14

Estos parámetros son importantes para analizar el comportamiento del proceso de fermentación y confirmar que el producto permanezca dentro de los límites permitidos en un alimento fermentado no alcohólico.

No se pudo detectar el alcohol total en la muestra que se examinó. Este resultado es positivo y está en línea con lo que la NTE INEN 2395 ha determinado, que es que los productos fermentados como el yogur no deben tener un contenido alcohólico significativo porque su fermentación es más bien láctica que alcohólica. La falta de alcohol indica que el proceso fue manejado correctamente, previniendo fermentaciones secundarias no deseadas provocadas por levaduras.

Con respecto al etanol, fue reportado un bajo valor de 0,03 %, que puede considerarse traza y es aceptable desde el punto de vista tecnológico. Durante la fermentación láctica, este grado de etanol puede producirse naturalmente por el metabolismo de los microorganismos iniciadores, sobre todo si se utilizan sustratos vegetales que contengan muchos carbohidratos, como la papa china. A pesar de esto, este valor está muy por debajo de los límites que definirían una bebida

alcohólica, cumpliendo con las pautas de la normativa INEN para productos fermentados que se destinan al consumo general.

Los hallazgos muestran que la bebida fermentada de papa china mantiene su condición de producto no alcohólico, lo que demuestra un control apropiado del proceso de fermentación, en particular del tiempo, la temperatura y el cultivo inicial. Asimismo, la escasa concentración de etanol ayuda a mantener las propiedades sensoriales, la aceptabilidad y la inocuidad del producto. Los resultados obtenidos se ajustan a las exigencias establecidas por las Normativas Técnicas Ecuatoriana (NTE INEN) en materia de calidad, debido que los parámetros evaluados cumplen los límites y criterios especificados por dichas normas.

### **Análisis nutricional**

Los resultados de la composición proximal y el valor energético de la bebida fermentada producida a base de papa china se presentan en la tabla 30, los cuales fueron calculados por medio de métodos oficiales AOAC, que son muy reconocidos y se ajustan a las normas analíticas establecidas en las regulaciones técnicas ecuatorianas para alimentos procesados.

*Tabla 30. Análisis nutricional del mejor tratamiento*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO TCO</b>	<b>METODO / NORMA</b>
PROTEINA, (%)	1,72	Kjeldahl / AOAC 2001.11
GRASA, (%)	0,37	Goldfish / AOAC 920.39
CENIZA, (%)	0,77	Gravimétrico / AOAC 923.03
ENERGIA kcal/100 ml	49,3	Calorimetría

El método Kjeldahl (AOAC 2001.11) fue el utilizado para determinar que la cantidad de proteína extraída era del 1,72 %. Este valor es típico de los yogures vegetales, que suelen tener menos proteínas que el yogurt de leche animal. No obstante, se puede considerar que el valor obtenido es adecuado, pues la papa china tiene proteínas de alta calidad biológica y el procedimiento de fermentación puede hacerla más fácil de digerir, lo cual es importante desde un punto de vista nutricional. Según la NTE INEN 2395, a pesar de que esta norma está enfocada fundamentalmente en el yogurt lácteo, determina que es esencial declarar y supervisar la cantidad de proteínas como criterio para calificar la calidad del producto final.

Mediante el método Goldfish (AOAC 920.39) se determinó un contenido de grasa de 0,37 % lo que confirma que el producto presentó un bajo aporte lipídico. Este resultado es coherente con la naturaleza de la papa china, caracterizada por su escaso contenido de grasas y presenta

una ventaja nutricional para los consumidores que buscan alternativas vegetales con menor aporte graso, lo cual coincide con las tendencias actuales sobre la alimentación saludable.

La ceniza, que se calculó por medio del método gravimétrico (AOAC 923.03) y tiene un valor del 0,77 %, indica la existencia de minerales provenientes de la materia prima vegetal. Este resultado muestra que los componentes minerales se han conservado apropiadamente durante la fermentación y el procesamiento, lo cual es importante para la calidad nutricional de la bebida fermentada. Los elementos que se encuentran en los tubérculos, como el magnesio, el calcio y el potasio, son los que están directamente asociados con la existencia de cenizas.

La bebida fermentada de papa china es considerada un alimento de bajo valor calórico, ya que la calorimetría determinó que su contenido energético era 49,3 kcal/100 mL. Este resultado está vinculado de manera directa con los bajos niveles de proteína y grasa y con la calidad de los carbohidratos que contiene, lo que hace que sea un producto apropiado para regímenes hipocalóricos o de control energético.

Los resultados de la composición proximal, en su totalidad, demuestran que la bebida fermentada de papa china tiene atributos nutricionales apropiados para un producto fermentado de procedencia vegetal, resaltando por ser bajo en grasa, tener una cantidad moderada de proteínas y un valor calórico reducido. A pesar de que las normas INEN en vigor se centran, sobre todo, en los productos lácteos, los valores adquiridos están dentro de márgenes aceptables desde el punto de vista tecnológico para bebidas y yogures vegetales. Esto respalda la factibilidad del producto como una opción nutritiva y funcional al yogurt convencional.

#### **Análisis nutricional (minerales)**

Los resultados que se muestran en la tabla 31 se obtuvieron del contenido de minerales (magnesio, calcio, fósforo y potasio) en la bebida fermentada producida con papa china, que fueron establecidos a través de métodos oficiales AOAC. Estos procedimientos están aceptados y son referenciados por las normas técnicas ecuatorianas para la evaluación de alimentos.

*Tabla 31. Análisis de minerales del mejor tratamiento*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO TCO</b>	<b>METODO / NORMA</b>
Fósforo, (%)	0,053	Método Oficial AOAC 925.10. 2005
Potasio, (%)	0,210	Método Oficial AOAC 925.10. 2005
Calcio, (%)	0,042	Método Oficial AOAC 985.35
Magnesio, (%)	0,024	Método Oficial AOAC 2015.06

El fósforo, que tiene un valor de 0,053%, desempeña un rol esencial en la creación de estructuras celulares y en el metabolismo energético. La presencia del tubérculo (*Colocasia esculenta*) en la bebida fermentada demuestra su contribución nutricional, dado que este tubérculo es conocido por tener minerales esenciales. A pesar de que la NTE INEN 2395 no determina límites concretos para el fósforo en los yogures, su presencia es significativa para caracterizar el producto nutricionalmente y etiquetarlo.

El potasio fue el mineral con mayor valor entre todos los analizados (0,21 %). Esto es coherente con la composición natural de la papa china, que se sabe que es una buena fuente de este mineral. El potasio es fundamental para la función muscular y el equilibrio electrolítico, de modo que su presencia refuerza las propiedades funcionales de la bebida fermentada. Desde el punto de vista tecnológico, este mineral tiene la capacidad de incidir en la percepción sensorial y en la estabilidad del producto sin perjudicar la fermentación.

El contenido de calcio fue del 0,042 %, que es menor al que se ha encontrado en yogures derivados de productos lácteos, lo cual es previsible en productos vegetales. Sin embargo, este nivel indica que la bebida fermentada de papa china tiene la capacidad de ayudar con la ingesta diaria de calcio, sobre todo cuando se incluye en una dieta equilibrada o en formulaciones fortificadas. La determinación de calcio es un parámetro importante en la declaración nutricional que se encuentra dentro de las normas INEN.

El magnesio, que está presente en un 0,024 %, es un mineral esencial para la función de las enzimas y el rendimiento neuromuscular. Su presencia señala que los micronutrientes se preservan de manera apropiada a lo largo del proceso de elaboración de la bebida fermentada, mostrando que las fases de procesamiento y fermentación no generaron una reducción importante de este elemento.

En líneas generales, el análisis mineral revela que la bebida fermentada de papa china tiene un perfil mineral balanceado, con una alta concentración de potasio, lo cual la distingue. A pesar de que los valores son más bajos que en los productos lácteos tradicionales, tienen un papel importante en la valoración nutricional del producto y apoyan su potencial como opción vegetal saludable. Desde la perspectiva normativa, el empleo de técnicas AOAC validadas asegura que los resultados sean fiables y cumplan con las exigencias de calidad establecidas por las normas INEN para los alimentos procesados.

#### **2.10.4. Análisis económico**

Se muestra en la tabla 32 la evaluación de los costos de producción de la bebida fermentada,

hecha con papa china, tomando en cuenta los elementos de materia prima, mano de obra, gastos indirectos de fabricación e impuestos. Esto permite calcular el costo final por litro del producto.

Tabla 32. Análisis económico

<b>COSTOS DE PRODUCCION DE LA BEBIDA FERMENTADA</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>unidad de medida</b>	<b>Valor</b>	<b>COSTO TOTAL USD</b>
<b>Materia Prima</b>				
Papa china	10,0	kg	-	20,00
Agua purificada	30,0	L	-	15,00
Edulmix	20,0	g	-	1,50
Pectina	6,0	g	-	1,30
Cultivo de yogurt	1,8	G	-	3,00
Envases	12,0	U	-	15,00
Materiales de aseo	1,0		3	3,00
<b>Mano de Obra</b>				
Sueldos Mano de Obra Directa	2	H	2,87	5,74
<b>Costos Indirectos de Fabricación</b>				
Servicios Básicos	1	H	1	1,00
Transporte	1		5	5,00
Costos Adim.	1		5	5,00
<b>COSTOS DE PRODUCCION SUB-TOTAL / USD</b>				<b>75,54</b>
<b>VOLUMEN OBTENIDO</b>				
<b>30</b>	Impuestos			
	IVA	15%		11,33
	SUB-TOTAL CON IVA			<b>86,87</b>
<b>COSTO POR LITRO DE LA BEBIDA FERMENTADA</b>				<b>2,90</b>

La materia prima es el elemento fundamental del costo de producción. La papa china, que es el insumo básico (10 kg), tiene un costo de USD 20,00. Esto muestra su relevancia como el componente principal del proceso. El empleo de agua purificada (30 L), en combinación con azúcar (edulmix) y estabilizante como pectina, aumenta el precio; sin embargo, es indispensable para asegurar la textura, estabilidad, dulzura y aceptabilidad sensorial de la bebida fermentada. Asimismo, para garantizar una fermentación láctica controlada y un producto seguro, el cultivo iniciador es crucial, lo cual supone un costo significativo. Asimismo, los envases y los materiales de limpieza son insumos esenciales, ya que tienen un impacto directo en la

presentación final del producto y en la observancia de las buenas prácticas de manufactura requeridas por las regulaciones INNEN.

El valor total de la mano de obra directa equivale a dos horas de trabajo, es decir, 5.74 dólares estadounidenses. Esto indica que el proceso productivo tiene una relativa sencillez y eficiencia. Este valor es consistente con la escala piloto o artesanal de producción de bebida fermentada, lo que representa un elemento positivo para su hipotética puesta en marcha a pequeña y mediana escala.

Los costos indirectos de fabricación abarcan los servicios esenciales, los gastos administrativos y el transporte, cuyo monto total es de USD 11,00. Aunque estos costos no participan de manera directa en la transformación del producto, son esenciales para que el proceso productivo funcione y deben ser tomados en cuenta con el fin de calcular un costo realista del producto final.

El costo total de producción es de 75,54 USD. El subtotal con IVA, una vez incluido el 15 %, es de USD 86,87. Si tomamos en cuenta un volumen total de 30 litros, el precio por litro de bebida fermentada de papa china es de USD 2,90.

El análisis de los costos de producción de la bebida fermentada a base de papa china demuestra que la materia prima representa la mayor contribución al costo total. Esto se debe a que el tubérculo se emplea como elemento fundamental del producto y porque se añaden ingredientes para asegurar la fermentación, estabilidad y calidad del yogur. La mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación tienen una participación moderada, lo que demuestra que la producción es efectiva y viable a pequeña escala.

Se cree que el precio definitivo por litro de USD 2,90, con impuestos incluidos, es competitivo en el mercado ecuatoriano, especialmente si se lo compara con otros yogures vegetales. En términos generales, los resultados confirman que la bebida fermentada de papa china es viable económicamente y tiene posibilidades de ser desarrollada y comercializada como una alternativa innovadora de origen vegetal.

#### **2.10.5. Vida útil**

Para obtener la vida útil del producto se hicieron tres ensayos de análisis microbiológicos durante 15 días, el primer ensayo se realizó el día 1, el segundo ensayo se realizó el día 7 y el último ensayo se hizo el día 15. Los parámetros que se midieron en cada ensayo fueron Coliformes totales, *E. coli*, *Salmonella*, Aerobios mesófilos y Mohos y levaduras en la tabla 33 que se presenta a continuación se detalla la cantidad encontrada de cada parámetro y el método

utilizado en cada uno de ellos.

Tabla 33. Vida útil de la bebida fermentada

PARAMETRO	Tiempo de seguimiento (días)			VLP	METODO
	1	7	15		
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3		
Coliformes totales, UFC/ g	<10	<10	>100	<10000	AOAC 991.14
<i>E. Coli</i> , UFC/ g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AOAC 991.14
<i>Salmonella</i> , UFC/ g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AOAC.2003.9
Aerobios Mesófilos, UFC/ g	<10	<10	<10	<1000000	AOAC 990.12
Mohos y Levaduras, UFC/ g	<10	<10	12	<10000	AOAC 975.55

La microbiología de la bebida fermentada producido a partir de papa china (*Colocasia esculenta*) se analizó durante un seguimiento de 1, 7 y 15 días. Los hallazgos indican que el producto tiene un comportamiento microbiológico variable en función del tipo de almacenamiento, lo cual posibilita determinar su inocuidad en relación con los límites establecidos por la normativa ecuatoriana vigente.

En relación con los coliformes totales, se observan valores de menos de 10 UFC/g en el primer y séptimo día, lo que señala que las condiciones sanitarias e higiénicas durante la producción y el almacenamiento inicial del producto fueron apropiadas. No obstante, el día 15 se notó un aumento de más de 100 UFC/g. No obstante, este valor sigue siendo inferior al Valor Límite Permitido (por debajo de 10 000 UFC/g), que se encuentra fijado por la NTE INEN 1528 y la NTE INEN 1334; por lo tanto, desde el aspecto microbiológico, el producto continúa siendo apto para ser consumido. El tiempo de almacenamiento y la presencia de nutrientes en la bebida fermentada pueden ser responsables de este incremento.

En relación con la presencia de *Escherichia coli*, los hallazgos muestran que no está presente en ninguna de las etapas de evaluación, lo cual cumple a cabalidad con lo establecido por la normativa INEN: que este microorganismo patógeno esté ausente en los productos alimentarios

procesados. Esto comprueba que el producto es inocuo y que se aplicaron adecuadamente las buenas prácticas de manufactura durante su elaboración.

Asimismo, el análisis *de Salmonella spp.* reveló que no se encontró en ninguna de las muestras analizadas, lo cual se ajusta a lo dispuesto por la NTE INEN 1528, que exige que este patógeno no esté presente en los productos tipo yogurt. Este hallazgo es particularmente importante porque asegura la seguridad microbiológica de la bebida fermentada a lo largo de todo el estudio.

Respecto a los aerobios mesófilos, en las tres etapas de monitoreo se lograron valores por debajo de 10 UFC/g, lo cual es significativamente más bajo que el límite permitido (<1 000 000 UFC/g). Esto demuestra una calidad microbiológica general satisfactoria, un control apropiado del proceso de fermentación y condiciones óptimas para la conservación del producto.

Finalmente, los mohos y las levaduras mostraron cifras por debajo de 10 UFC/g en los primeros siete días. No obstante, se notó un incremento discreto hasta 12 UFC/g al día 15. Aunque este aumento se presenta, los valores continúan siendo muy inferiores al límite permitido (<10 000 UFC/g), lo cual señala que el producto retiene su estabilidad microbiológica y que la proliferación fúngica no supone un peligro para la calidad ni para la inocuidad de la bebida fermentada.

En general, los hallazgos microbiológicos de la bebida fermentada de papa china están dentro de los límites fijados por las normas INEN. Esto evidencia que el producto es seguro desde el punto de vista microbiológico durante el periodo de conservación de 15 días. El ligero aumento de levaduras, mohos y coliformes totales hacia el final del seguimiento subraya la relevancia de controlar rigurosamente las condiciones de almacenamiento, en particular la temperatura de refrigeración, a fin de asegurar que el producto tenga una vida útil más larga.

### **3. Impactos del proyecto**

#### **3.1. Impacto técnico**

Este proyecto presenta una innovación tecnológica dentro del ámbito agroindustrial, al desarrollar una bebida fermentada a partir de leche vegetal extraída de la papa china. La incorporación de nuevos procesos como la fermentación y análisis sensorial permite mejorar las propiedades organolépticas del producto. Además, se aplican técnicas experimentales que fortalecen el conocimiento científico y técnico sobre productos cultivados en la zona central del país y que no son industrializados. La bebida resultante podría convertirse en un referente de vegetal funcional en el mercado ecuatoriano.

### 3.2. Impacto social

La iniciativa del proyecto beneficia directamente a personas con intolerancia a la lactosa o a quienes siguen dietas basadas en vegetales, al ofrecer una alternativa saludable y funcional. También tiene un fuerte componente social al revalorizar el trabajo de pequeños productores de papa china, quienes actualmente no aprovechan del todo este cultivo.

### 3.3. Impacto económico

El proyecto tiene el potencial de generar nuevas fuentes de ingreso para los grandes y pequeños agricultores mediante la diversificación productiva y el valor agregado de la papa china. Al transformar esta materia prima en un producto comercializable, se estimula la creación de microempresas agroindustriales.

### 3.4. Impacto ambiental

Desde un enfoque ambiental, el proyecto no produce efectos negativos, dado que utiliza recursos agrícolas disponibles sin alterar el ecosistema. La utilización de la papa china como recurso básico conlleva un bajo efecto ecológico debido a su sencilla adaptación a terrenos húmedos y a su necesidad escasa de insumos químicos para su siembra.

## 4. Recursos y presupuestos

Tabla 34. Recursos y presupuestos

<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>									
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Valor Unitario (\$)</b>	<b>Valor Total (\$)</b>			
<b>Materia prima</b>									
60	Papa china			Kg	2,00	60,00			
						<b>Subtotal Materia prima</b>	<b>60,00</b>		
<b>Equipos</b>									
1	Molino coloidal	Motor	H. uso	(10 días)	5,20	52,00			
	;1500w - 220v bifásico.								
1	Licuidora INOX	industrial	Acero	H. uso	(15 días)	1,36	20,40		
1	Balanza DS-781			H. uso	(15 días)	0,70	10,50		

1	pH-metro MW101-SOIL	H. uso (30 días)	0,80	24,00
<b>Subtotal Equipos</b>				<b>106,90</b>
<b>Materiales</b>				
2	Cuchillos	U	2,50	5,00
1	Cucharon	U	2,60	2,60
1	Tamizador	U	4,10	4,10
2	Tabla de picar	U	3,00	6,00
2	Ollas de acero inoxidable	U	45,00	90,00
2	Alcohol antiséptico	L	3,00	6,00
12	Envases 500ml	U	0,30	3,60
50	Vasos pequeños	U	0,02	1,00
<b>Subtotal Materiales</b>				<b>118,30</b>
<b>Reactivos</b>				
200	Agua purificada	L	0,90	180
10	Agua mineral	L	1,00	10,00
1	Cultivo	U	5,50	5,50
1	Fenolftaleína	U	20,00	20,00
1	Hidróxido de sodio	Botella	31,74	31,74
<b>Subtotal Reactivos</b>				<b>247,24</b>
<b>Material Bibliográfico y fotocopias</b>				
1	Esferos	U	0,30	0,30
540	Impresiones	U	0,05	27,00
6	Anillado	U	1,25	7,50
100	Computadora (uso proporcional)	U	1,1872	118,72
<b>Subtotal Material Bibliográfico</b>				<b>153,52</b>
<b>Gastos varios</b>				
700	Internet	Horas	0,11	77,00
36	Transporte	Días	3,57	128,57
36	Alimentación	Días	3,00	108,00
<b>Subtotal Gastos varios</b>				<b>313,57</b>
<b>Análisis</b>				
	Análisis físico-químicos		-	-
	Análisis microbiológicos		100,00	100,00
	Análisis nutricionales		100,00	100,00
	Análisis de metanol y etanol		84.75	84.75
<b>Subtotal Gastos análisis</b>				<b>284,75</b>
<b>TOTAL, GENERAL</b>				<b>1 283,38</b>

## 5. Conclusiones

La revisión y el análisis de fuentes bibliográficas permitieron identificar a la papa china como una materia prima con elevado contenido de almidón, adecuada capacidad de gelatinización y

significativo aporte energético, características que la posicionan como una alternativa técnicamente viable para la obtención de leche vegetal y el desarrollo de bebidas fermentadas. El empleo de la papa china en la agroindustria está respaldado por varias investigaciones que apoyan su valor nutricional.

A través de un procedimiento tecnológico apropiado, se logró extraer la leche vegetal del almidón de este tubérculo, lo que resultó en un producto con características físicas uniformes, un color aceptable y una consistencia apropiada. Estos hallazgos evidencian que el almidón de papa china puede utilizarse como insumo para la fabricación de la bebida vegetal con eficacia.

Se creó una bebida fermentada estable a partir de la leche vegetal, lo que demuestra la viabilidad técnica del proceso de fermentación. El producto final mostró atributos propios de las bebidas fermentadas que no son lácteas, lo cual demuestra la viabilidad de utilizar papa china como materia prima alternativa para productos fermentativos novedosos.

El análisis sensorial permitió la detección de diferencias estadísticamente relevantes entre los tratamientos estudiados. El tratamiento T<sub>6</sub> se destacó como el de mayor aceptación en cuanto a atributos como la textura, el sabor, el olor y el color. Esto indica que tanto como la formulación como las condiciones de procesos de fermentación influyen directamente en la percepción y aceptación de los consumidores.

El tratamiento seleccionado como el mejor cumplió con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos exigidos para bebidas fermentadas, mostrando valores adecuados de pH, acidez y recuentos microbianos seguros, de igual forma, los contenidos de alcohol y etanol se mantuvieron dentro de los rangos aceptables, y el análisis nutricional evidencia un aporte energético y de carbohidratos acorde con su base de almidón.

El análisis económico de la producción de la bebida fermentada a partir de leche vegetal de la papa china resulta viable, debido al bajo costo de la materia prima y a la facilidad del proceso, lo que hace atractiva para su elaboración a pequeña o mediana escala

Finalmente la evaluación de la vida útil mostró que la bebida fermentada mantiene condiciones adecuadas de calidad físico química, microbiológica y sensorial durante 15 días de almacenamiento, siempre que se respeten las normas de higiene y refrigeración, garantizando así su inocuidad y calidad.

## **6. Recomendaciones**

Se sugiere llevar a cabo un control riguroso de las horas de fermentación, dado que este aspecto afecta de manera directa las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de la bebida fermentada, además del nivel de alcohol y acidez del producto final.

Se recomienda que en próximos trabajos de investigación se utilice el almidón residual producido en el proceso de elaboración de la leche vegetal, analizando su posible aplicación en la creación de otros productos agroindustriales como espesantes, gelificantes o ingredientes funcionales, contribuyendo de este modo al uso integral de la materia prima.

Para mejorar la fermentación, así como el perfil sensorial, la estabilidad y el valor nutricional de la bebida fermentada, se recomienda examinar una variedad de cultivos iniciadores y niveles de microorganismos.

Para garantizar la seguridad durante la venta, mantener la calidad sensorial y prolongar el tiempo de vida del producto, se aconseja realizar más estudios sobre las condiciones de almacenamiento y los tipos de envase.

## 7. Bibliografía

- Abreu-Naranjo, R., et al. (2025). Evaluation of taro (*Colocasia esculenta*) as a raw material for bioethanol production. *Fermentación*, 11(2), 102.
- Aguinda, J. R. (2019). Elaboración de una compota infantil como una alternativa de uso de la papa china (*Colocasia esculenta*) y de la zanahoria blanca (*Arracacia anthorrhiza*). [B.S. thesis, Universidad Estatal Amazónica].  
<https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/709>
- Ahmed, I., Lockhart, P. J., Agoos, E. M. G., Naing, K. W., Nguyen, D. V., Medhi, D. K., & Matthews, P. J. (2020). Evolutionary origins of taro (*Colocasia esculenta*) in Southeast Asia. *Ecology and Evolution*, 10(23), 13530-13543. <https://doi.org/10.1002/ece3.6958>
- Aleman, R. S., Montero-Fernández, I., Marcía, J. A., Maldonado, S. A. S., & Martín-Vertedor, D. (2024). Application of Fermentation as a Strategy for the Transformation and Valorization of Vegetable Matrices. *Fermentation*, 10(3).  
<https://doi.org/10.3390/fermentation10030124>
- Arcos, T. M. (2022). Evaluación de la calidad microbiológica en función de la norma Inen 2395 en yogures artesanales expandido en la feria de la Plaza Jesús Camañero parroquia matriz del Cantón Alausí. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/7dc1ccc8-5b05-4666-9428-2f7ae43a9359>
- Barbosa, J. (2024). Techno-functionalities and antioxidant capacity of chickpea flour fermented by *Lacticaseibacillus casei* or by co-culture (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*, and *Streptococcus thermophilus*). *Ciência Rural*, 54, e20230611.  
<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20230611>
- Battistini, C., Gullón, B., Ichimura, E. S., Gomes, A. M. P., Ribeiro, E. P., Kunigk, L., Moreira, J. U. V., & Jurkiewicz, C. (2017). Development and characterization of an innovative

- synbiotic fermented beverage based on vegetable soybean. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(2), 303-309. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.08.006>
- Bonilla, A. G. (2024). Efecto prebiótico de bebidas vegetales y su aplicación en la elaboración de un yogur vegano.
- Cabezas, N. M., Cuadrado, A. Z., Maigua, I. S., & Hernández, P. A. (2021). Composición química, morfología y propiedades tecnológicas de los almidones nativos de origen andino: Una revisión sistemática. *RECIENA*, 1(2), 45-57. <https://doi.org/10.47187/9dkm0808>
- Carbajal, I., Pilco, H., García, F. A., Coronel, I., Gonzales, J. R., & Cabanillas, L. (2022). Fermentador inteligente con tecnología de fermentación controlada para estandarizar procesos de fermentación de cafés de especialidad. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 2(1), e303-e303. <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.303>
- Cárdenas, A. M. H. C., Durand, E. M. S., Robles, R. L., & Málaga, P. D. la C. (2022). Conocimiento y consumo de edulcorantes no calóricos en estudiantes universitarios peruanos. *Alpha Centauri*, 3(3), 77-82. <https://doi.org/10.47422/ac.v3i3.95>
- Castillo. (2022, junio 10). Historia: El origen de las leches vegetales. *La Zona Veggie*. <https://lazonaveggie.com/2022/06/10/historia-el-origen-de-las-leches-vegetales/>
- Castro, M. P. T., Martez, R. S. A., Chango, N. E. C., & Valles, C. D. P. (2025). Composición y declaraciones nutricionales en el etiquetado de bebidas vegetales no saborizadas ecuatorianas. *Polo del Conocimiento*, 10(7), 1925-1945. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i7.9998>
- Caticuago, E. J. G., & Allauca, M. P. B. (2024). Licenciada en Gastronomía.
- Cerna, M. J. (2024). Uso de bebidas vegetales de Chocho (*Lupinus mutabilis*), Garbanzo (*Cicer arietinum*) y Amaranto (*Amaranthus*) como sustitución de la leche de vaca en yogurt. [B.S. thesis, BABAHOYO: UTB, 2024]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16060>

- Chuiza, M. R., Haro Velasteguí, C. V., & Brito Moína, H. L. (2021). Identificación de las variables de proceso óptimas para la producción del almidón de papa china (*Colocasia esculenta*). *Dominio de las Ciencias*, 7(1), 41.
- Correa, A. R., & Cuenca, M. (2022). Evaluation of lactic acid fermentation in a dairy and non-dairy beverage using two commercial starter cultures. *Vitae (Medellín)*. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v29n2a347447>
- Costa, M. R., de Alencar, E. R., dos Santos Leandro, E., Mendonça, M. A., & de Souza Ferreira, W. F. (2018). Characterization of the kefir beverage produced from yam (*Colocasia esculenta* L.), sesame seed (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 55(12), 4851-4858. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3419-0>
- Cuenca, M., & Moncada, M. (2020). Preparación de un recubrimiento comestible a base del almidón de papa china (*Colocasia esculenta*) para aplicaciones alimenticias. Trabajo de titulación en Ing. Alimentos. Universidad Técnica de Machala.
- Cuiñas, A. A. F., Vailati, P. A., & Lazzatti, G. L. (2020). Vegetarianismo y veganismo: Percepciones en el consumo de bebidas de origen vegetal en el Área Metropolitana de Buenos Aires Vegetarianism and Veganism: Perceptions on the Consumption of Vegetable Beverages in Buenos Aires Metropolitan Area.
- Daen. (2011). que es la investigacion descriptiva—Google Académico. [https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=que+es+la+investigacion+descriptiva&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=que+es+la+investigacion+descriptiva&btnG=)
- Dalmau, J. (2024). Todo sobre las bebidas fermentadas | Mūn Kombucha. MUN KOMBUCHA. <https://munkombucha.com/blogs/todas/todo-sobre-las-bebidas-fermentadas>

- Daryani, D., Pegua, K., & Aryaa, S. S. (2024). Review of plant-based milk analogue: Its preparation, nutritional, physicochemical, and organoleptic properties. *Food Science and Biotechnology*, 33(5), 1059-1073. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01482-z>
- Erem, E., & Kilic-Akyilmaz, M. (2024). The role of fermentation with lactic acid bacteria in quality and health effects of plant-based dairy analogues. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(4), e13402. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13402>
- Espinoza, G. (2019). A mi mamá, porque me impulsó y alentó a ganar esta batalla.
- Ferdaus, M. J., Chukwu-Munsen, E., Foguel, A., Silva, R. C. da, Ferdaus, M. J., Chukwu-Munsen, E., Foguel, A., & Silva, R. C. da. (2023). Taro Roots: An Underexploited Root Crop. *Nutrients*, 15(15). <https://doi.org/10.3390/nu15153337>
- Figueroa, Y., Milián-Jiménez, M. D., & Rodríguez-García, Y. (2019). Mejoramiento, conservación y diversidad genética de la malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott.) en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 40(2). [https://www.redalyc.org/journal/1932/193262825009/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.redalyc.org/journal/1932/193262825009/?utm_source=chatgpt.com)
- Foguel, A. (2023). Taro Roots: An Underexploited Root Crop. *Nutrients*, 15(15), 3337. <https://doi.org/10.3390/nu15153337>
- Fonseca, H., sartillo, W., & Ledezma, A. (2025, enero 7). Almidón al rescate: Creando empaques sostenibles y biodegradables. RDU UNAM. [https://www.revista.unam.mx/2025v26n1/almidon\\_al\\_rescate\\_creando\\_empaques\\_sostenibles\\_y\\_biodegradables/](https://www.revista.unam.mx/2025v26n1/almidon_al_rescate_creando_empaques_sostenibles_y_biodegradables/)
- Gan, J., Kong, X., Wang, K., Chen, Y., Du, M., Xu, B., Xu, J., Wang, Z., Cheng, Y., & Yu, T. (2023). Effect of fermentation using different lactic acid bacteria strains on the nutrient components and mineral bioavailability of soybean yogurt alternative. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1198456>

- García, A., & Rodríguez, G. (2021). BEBIDAS VEGETALES Y SUS APORTES FUNCIONALES. *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 3(1), 31-48. <https://doi.org/10.15174/cia.v3i1.33>
- Garzon. (2018, octubre 11). Fermentación alcohólica: Qué es y cómo afecta al vino. Bodega Garzón. <https://bodegagarzon.com/es/blog/fermentacion-alcoholica/>
- Glyn. (2009). Gums and Stabilisers for the Food Industry 12. <https://books.rsc.org/books/edited-volume/520/Gums-and-Stabilisers-for-the-Food-Industry-12>
- Greis, M., Sainio, T., Katina, K., Nolden, A. A., Kinchla, A. J., Seppä, L., & Partanen, R. (2022). Physicochemical Properties and Mouthfeel in Commercial Plant-Based Yogurts. *Foods*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/foods11070941>
- Guamán. (2024). Utilización de almidón de papa china (*Colocasia esculenta*) como estabilizante para la elaboración de helado de leche. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/79e13d97-676e-4782-8b20-48754c79ea43>
- Guano, L., & Zambrano, A. (2021). Caracterización del lactosuero en las microempresas productoras de lácteos en la parroquia Mulaló del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/fcf301a9-e12e-4333-bf4c-0e72aae70b4c>
- Güney, D., & Güngörmüşler, M. (2021). Development and Comparative Evaluation of a Novel Fermented Juice Mixture with Probiotic Strains of Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 13(2), 495-505. <https://doi.org/10.1007/s12602-020-09710-2>
- Heeney, D., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Folligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., & Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: Microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology, Food biotechnology • Plant biotechnology*, 44, 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>

- Hernández, M. G., & Ramos, A. (2024). ARTÍCULO ARBITRADO: REVISIÓN. 1(04).
- Hidalgo, B., Anselmo de J., Sandoval, O., Espinosa, T., González-Reza, R. M., Zambrano-Zaragoza, M. L., Liceaga, A. M., Aguilar-Toalá, J. E., Hidalgo-Fuentes, B., Jesús-José, E. de, Cabrera-Hidalgo, A. de J., Sandoval-Castilla, O., Espinosa-Solares, T., González-Reza, R. M., Zambrano-Zaragoza, M. L., Liceaga, A. M., & Aguilar-Toalá, J. E. (2024). Plant-Based Fermented Beverages: Nutritional Composition, Sensory Properties, and Health Benefits. *Foods*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/foods13060844>
- Hinojosa, G. A. C. (2022). INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS.
- Jara. (2024). Estudio de relaciones de catalizador en la acetilación de almidón de papa china para la aplicación en Film. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/24001>
- Leyva, L., & Garrido, Y. C. P. (2021). El método científico: Validación y confirmación del resultado investigativo. *REFCalE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*. ISSN 1390-9010, 9(2), 1-20.
- Llaguno, S. N. S., Narvaez, R. I. N., Mosquera, J. A. N., & Montiel, J. A. P. (2023). Obtención de almidón de malanga: *Colocasia esculenta* L. y *Xanthosoma sagittifolium* L, mediante la aplicación de tres métodos químicos. *InGenio Journal*, 6(2), 40-50. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v6i2.677>
- Loor, M. J. G., & Cevallos, H. X. G. (2024). Impacto de las enfermedades zoonóticas en animales bovinos sobre la práctica de la medicina veterinaria. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias*, 6(7), 292-300.
- Lugo, L., Cruz-Cansino, N. del S., Cervantes-Elizarrarás, A., Delgado-Olivares, L., Ariza-Ortega, J. A., & Zafra-Rojas, Q. Y. (2021). Bacterias ácido lácticas de bebidas vegetales fermentadas: Producción de metabolitos y propiedades antimicrobianas. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 9(18), 175-186. <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i18.6590>

- Maldonado, R., Carrillo-Herrera, P., Ramírez-Cárdenas, L., & Carvajal-Larenas, F. E. (2018). Elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Enfoque UTE*, 9(3), 1-11.
- Mancero, D. (2024). Proyecto de factibilidad para la industrialización y comercialización de productos de papa china en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, año 2024. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/23590>
- Maturano. (2014). metabolismo de azúcares y sustancias glicosiladas en relación con la producción de aromas en bacterias lácticas aisladas de frutas y bebidas fermentadas, incidencia sobre la calidad del producto final—Conicet. [https://bicyt.conicet.gov.ar/fichas/produccion/6154438?utm\\_source=chatgpt.com](https://bicyt.conicet.gov.ar/fichas/produccion/6154438?utm_source=chatgpt.com)
- McClements, D. J. (2021). Food hydrocolloids: Application as functional ingredients to control lipid digestion and bioavailability. *Food Hydrocolloids*, 111, 106404. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106404>
- Mena, G., Mogas, B., & Souza, S. (2021). Rol de los lácteos y de las alternativas vegetales en una alimentación saludable y sostenible. *Nutrición Hospitalaria*, 38(SPE2), 40-43.
- Merit Cudkowicz. (2022, enero 1). Chemical analysis | analysis of final product composition for labeling. Elsevier eBooks. SciSpace - Paper. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85125-1.00036-3>
- Mohd, S. N., Marzlan, A. A., Meor Hussin, A. S., Abd Rahim, M. H., Madzuki, I. N., & Mohsin, A. Z. (2023). Physicochemical, microbiological, and sensorial properties of chickpea yogurt analogue produced with different types of stabilizers. *Discover Food*, 3(1), 19. <https://doi.org/10.1007/s44187-023-00059-3>
- Molina, M. C., Varela García, N., Jaramillo Yepes, F., Valencia Naranjo, A., Gómez Velásquez, S., Agudelo Martínez, M. A., Molina Castillo, M. C., Varela García, N., Jaramillo Yepes, F., Valencia Naranjo, A., Gómez Velásquez, S., & Agudelo Martínez, M. A.

- (2024). Caracterización fisicoquímica, nutricional y sensorial de dos complementos alimenticios biofortificados. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 74(1), 10-21. <https://doi.org/10.37527/2024.74.1.002>
- Montemurro, M., Pontonio, E., Coda, R., & Rizzello, C. G. (2021). Plant-Based Alternatives to Yogurt: State-of-the-Art and Perspectives of New Biotechnological Challenges. *Foods*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/foods10020316>
- Montenegro, J. A. A. (2023). Comportamiento agronómico de cultivares de papa china (*Colocasia esculenta*) en el Ecuador [bachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2023]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14800>
- Mora, J. (2023). PRINCIPIOS BÁSICOS DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA - Buscar con Google. <https://www.google.com/search?q=PRINCIPIOS+CIENTÍFICA>
- Moreno, E. (2022, julio 25). Metodología de investigación, pautas para hacer Tesis.: LA INVESTIGACION APLICADA. Metodología de investigación, pautas para hacer Tesis. <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2022/07/la-investigacion-aplicada.html>
- Moro Pisco, J. F. (2025). Caracterización fisicoquímica y reológica de almidones de pituca (*Colocasia esculenta*) y su aplicación en bandejas biodegradables. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/5102>
- Murillo, M. P. (2020). Análisis bromatológico de la harina de papachina (*Colocasia esculenta*): Una alternativa alimenticia de alto contenido proteico y nutricional para las familias del Chocó Biogeográfico. *Revista Bioetnia*, 17(1), 85-93. <https://doi.org/10.51641/bioetnia.v17i1.224>
- Naranjo, R., Yupangui, J. E. L., Yordi, E. G., Lara-Fiallos, M., Pais-Chanfrau, J.-M., & Martínez, A. P. (2025). Evaluation of Taro (*Colocasia esculenta*) as a Raw Material for

- Bioethanol Production Through Ultrasound-Assisted Enzymatic Hydrolysis. Fermentation, 11(2). <https://doi.org/10.3390/fermentation11020102>
- Neha, Nushrat Yeasmen, Laurette Dub, & Valerie Orsat. (2024). A review on current scenario and key challenges of plant-based functional beverages. Food Bioscience, 60, 104320. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104320>
- Núñez. (2022). ¿Qué son las bacterias acidolácticas? <https://infoalimentos.org.ar/temas/salud-y-alimentos/98-las-bacterias-acidolacticas>
- Pita, S., & Díaz, S. P. (2024). Investigación cuantitativa y cualitativa. Cad aten primaria, 9(1), 76-78.
- Reyes, L., & Carmona, F. A. (2020). La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. <https://hdl.handle.net/20.500.12442/6630>
- Rodríguez, D., Erazo, J. C., & Narváez, C. I. (2019). Técnicas cuantitativas de investigación de mercados aplicadas al consumo de carne en la generación millennial de la ciudad de Cuenca. Revista ESPACIOS, 40(32). [https://revistaespacios.com/a19v40n32/19403220.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://revistaespacios.com/a19v40n32/19403220.html?utm_source=chatgpt.com)
- Ruiz K. (2024). Desarrollo de una bebida vegetal alternativa al consumo de leche a partir de semillas obtenidas como un subproducto del procesamiento de ayote (*Cucurbita* sp.). [https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/65cb1afe-5a23-46ba-8ff9-e8dfd544e6c3?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/65cb1afe-5a23-46ba-8ff9-e8dfd544e6c3?utm_source=chatgpt.com)
- Ruiz, L. G., Mendoza, L. M., Van Nieuwenhove, C. P., Pescuma, M., & Mozzi, F. B. (2020). Fermentación de jugos y bebidas a base de frutas. En Alimentos fermentados: Microbiología, nutrición, salud y cultura. Instituto Danone. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/120385>
- Saavedra, L., Valencia, J. G., Bazán, N., Galindo, D., & Melgar, J. Z. (2025). Contenido nutricional de bebidas vegetales: Un análisis del mercado en Lima, Perú. Nutrición

- Clínica y Dietética Hospitalaria, 45(2). (from 2007).  
<https://doi.org/10.12873/452saavedra>
- Santos, J. (2025). Almidón: La energía en nuestros alimentos – Hablemos Claro.  
<https://hablemosclaro.org/almidon-la-energia-en-nuestros-alimentos/>
- Severiano, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? INTER DISCIPLINA, 7(19), 47. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Shrestha, A. (2023, agosto 21). Mixed Acid Fermentation: Types and Products • Microbe Online. Microbe Online. <https://microbeonline.com/mixed-acid-fermentation/>
- Sotelo, E. D. (2025). Características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una bebida energética funcional a base de quinua malteada (*Chenopodium quinoa* Wild) y soya germinada (*Glycine max*). Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/170745>
- Stock, J. T., & Wells, J. C. K. (2023). Dairying and the evolution and consequences of lactase persistence in humans. *Animal Frontiers*, 13(3), 7-13.  
<https://doi.org/10.1093/af/vfad022>
- Tamite. (2007). *Yoghurt*. <https://shop.elsevier.com/books/tamime-and-robinsons-yoghurt/tamime/978-1-84569-213-1>
- Valdés, M., Padrón, I., Castro, Y., Rodríguez, E., Bejerano, D., Martínez, L., González, J., & Duarte, C. (2022). Desarrollo de una bebida fermentada a partir de una pasta de frijol caupí. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 32(2), 18-22.
- Valencia, Y., & De La Vega, J. C. (2020). Efecto del proceso de deshidratación sobre el contenido de oxalato de calcio y las propiedades fisicoquímicas de dos variedades de papa china colocasia esculenta y xanthosoma sagittifolium.  
<https://agris.fao.org/search/en/providers/124703/records/67051462b1dfe472e14577a4>

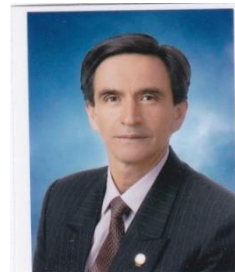
- Vélez, M. Y. F., Rivadeneira, C., & Barcia, A. V. Z. (2023). La innovación y el emprendimiento en el sector agroindustrial del cantón Chone Manabí—Ecuador. *Journal Business Science - ISSN: 2737-615X*, 4(1), 46-64. <https://doi.org/10.56124/jbs.v4i1.0004>
- Zubair, M. W., Imran, A., Islam, F., Afzaal, M., Saeed, F., Zahra, S. M., Akhtar, M. N., Noman, M., Ateeq, H., Aslam, M. A., Mehta, S., Shah, M. A., & Awuchi, C. G. (2023). Functional profile and encapsulating properties of *Colocasia esculenta* (Taro). *Food Science & Nutrition*, 11(6), 2440-2449. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3357>
- Zúñiga, P. I. V., Cedeño, R. J. C., & Palacios, I. A. M. (2023). Metodología de la investigación científica: Guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762.

## 8. Anexos

### Anexo 1 Hoja de vida del Tutor.

#### DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Cerda Andino  
NOMBRES: Edwin Fabián  
ESTADO CIVIL: Casado  
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0501369805  
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Urbanización  
Santa Elena. Locoá  
TELÉFONO CONVENCIONAL: 032234107  
TELÉFONO CELULAR: 0999206978  
CORREO ELECTRÓNICO:  
edwin.cerda@utc.edu.ec



#### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CODIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCER	LICENCIADO EN FÍSICA Y MATEMÁTICAS INGENIERO AGROINDUSTRIAL	03-08-2002 27-08-2002	1010-02-142182 1020-02-179935
CUARTO	MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	07-04-2006	1020-06-646550

#### HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ACADÉMICA EN LA QUE LABORA: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

CARRERA A LA QUE PERTENECE: Agroindustria

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Ciencias Básicas-Matemáticas, Ingeniería, Industria y Construcción; Industria y Producción.

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 01 de septiembre del 2000

-----  
**DOCENTE UNIVERSITARIO**

## Anexo 2. Hoja de vida de la estudiante.



JOYCE SARAHÍ AMACAÑA PERALTA

1727642199  
almacanajoyce@gmail.com  
023674301  
0998580946  
NINGUNA  
Femenino  
SOLTERO/A  
22 años

### Resumen Profesional

Soy una persona proactiva, responsable y comprometida con mis objetivos profesionales. Destaco por mi capacidad de trabajo en equipo, liderazgo y resolución efectiva de problemas. Me adapto fácilmente a nuevos entornos y desafíos, lo que me permite aprender rápidamente y contribuir de manera positiva en cualquier proyecto. Tengo habilidades sólidas en comunicación, organización y manejo de herramientas tecnológicas, que utilizo para optimizar procesos y alcanzar resultados eficientes.

### Formación Académica

INSTITUCIÓN	TÍTULO	ESTADO
UNIDAD EDUCATIVA MACHACHI	BACHILLEN EN CIENCIAS	FINALIZADO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL	CURSANDO

### Experiencia Laboral

INSTITUCIÓN	DESDE	HASTA	CARGO	AREA	MOTIVO SALIDA	CONTACTO
GRUPPOROSSI	2024/08/16	2024/09/30	PASANTE	AREA DEPRODUCCION, CONTROL DE CALIDAD, PRODUCTOS ELABORADOS Y EMPAQUE	ESTUDIOS	099741426
GOBIERNO AUTONOMO DESENLTRALIZADO DEL CANTÓN MEJIA	2024/03/12	2024/05/08	PASANTE	TURISMO Y FOMENTO PRODUCTIVO	ESTUDIOS	099122352

### Cursos y Certificaciones

NOMBRE	TIPO	INSTITUCIÓN	NO HORAS	DOCUMENTO
TÉCNICAS Y PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CUERO	SEMINARIO	ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR	40	CERTIFICADO
PRODUCTOS CON VALOR AGREGADO: LÁCTEOS	CAPACITACIÓN	GOBIERNO AUTONOMO DESENLTRALIZADO DEL CANTÓN MEJIA	9	CERTIFICADO
III SEMINARIO AGROINDUSTRIAL "DESARROLLO, PRODUCCIÓN E INNOVACIÓN AGROINDUSTRIAL	SEMINARIO	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	20	CERTIFICADO

### Lenguas

NOMBRE DEL IDIOMA	NIVEL CONVERSAIÓN	NIVEL DE ESCRITURA
INGLÉS	BASICO	BASICO

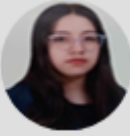
### Referencias Laborales / Personales

TIPO DE REFERENCIA	NOMBRE	CORREO	CELULAR	TELEFONO
PERSONAL	NIKOL AMACAÑA	jelena040898@gmail.com	0982044916	
PERSONAL	VALENTINO GERMAN	germanvalentino05@gmail.com	0969958570	

### Logros personales

TIPO DE LOGRO	DESCRIPCION DE LOGRO	RECONOCIMIENTO OBTENIDO
SIN REGISTROS QUE MOSTRAR		

### Anexo 3. Hoja de vida de la estudiante



NICOLE ESPERANZA HIDALGO ANTE

0550513295  
hidalgonicole151@gmail.com  
022522422  
0984794317  
NINGUNA  
Femenino  
SOLTERO/A  
23 años

#### Resumen Profesional

Soy una persona amable, responsable, puntual, también me considero una persona extrovertida y con buena disposición para la tarea que se me asigne, he trabajado en diferentes locales en atención al cliente y en producción.

#### Formación Académica

INSTITUCIÓN	TÍTULO	ESTADO
UNIDAD EDUCATIVA "JORGE ICAZA"	BACHILLER EN CIENCIAS	FINALIZADO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL	CURSANDO

#### Experiencia Laboral

INSTITUCION	DESDE	HASTA	CARGO	AREA	MOTIVO SALIDA	CONTACTO
TECNIMOTO QUEVEDO	2024/10/03	2025/01/06	ATENCIÓN AL CLIENTE	RECEPCIÓN	POR ESTUDIOS	0995690719
AGROCALIDAD	2024/08/28	2024/10/11	PASANTE	INOCUIDAD DE ALIMENTOS	POR ESTUDIOS	0983296891
RANCHITO	2025/03/17	2025/04/04	PASANTE	PRODUCCION	POR ESTUDIOS	0987098449

#### Cursos y Certificaciones

NOMBRE	TIPO	INSTITUCION	NO HORAS	DOCUMENTO
SEMINARIO AGROINDUSTRIAL "DESARROLLO, PRODUCCIÓN E INNOVACIÓN AGROINDUSTRIAL"	SEMINARIO	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	20	CERTIFICADO
TECNICAS DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DEL CUERO	SEMINARIO	ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR	40	CERTIFICADO
V CONGRESO INTERNACIONAL DE VINCULACIÓN	SEMINARIO	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	40	CERTIFICADO

#### Lenguas

NOMBRE DEL IDIOMA	NIVEL CONVERSACIÓN	NIVEL DE ESCRITURA
INGLÉS	BASICO	BASICO

#### Referencias Laborales / Personales

TIPO DE REFERENCIA	NOMBRE	CORREO	CELULAR	TELEFONO
PERSONAL	ERIC PARRA	parraeric3b@hotmail.com	0999749746	

#### Logros personales

TIPO DE LOGRO	DESCRIPCION DE LOGRO	RECONOCIMIENTO OBTENIDO
PERSONAL	ESTAR EL FRENTE DE UN GRUPO DE BAILE	PERDER EL MIEDO A ESTAR AL FRENTE DE MUCHAS PERSONAS
PERSONAL	SER MAESTRA DE SEREMONIAS DE UN EVENTO CON MAS DE 100 PERSONAS	PERDER EL MIEDO A HABLAR EN PUBLICO
ACADEMICO	GRADUAR DEL INGLES EN B1	TENER MAS CONFIANZA EN MI MISMA

## Anexo 4. Hoja de evaluación sensorial

### HOJA DE EVALIACION SENSORIAL

Nombre: .....

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: Masculino \_\_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_\_

Consumo bebidas fermentadas no alcohólicas a base de leche vegetal: SI \_\_\_\_\_ A VECES \_\_\_\_\_ NUNCA \_\_\_\_\_

Esta hoja permite evaluar sensorialmente una bebida fermentada mediante una escala hedónica de 5 puntos, considerando atributos clave como color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad global. El objetivo de esta evaluación sensorial es determinar el nivel de aceptabilidad de cada tratamiento, permitiendo identificar cuál presenta mejores características organolépticas según la percepción de los consumidores. *La escala utilizada se detalla a continuación:*

- 1. Muy malo
- 2. Malo
- 3. Regular
- 4. Bueno
- 5. Muy bueno

Características T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T12 COMENTARIOS

Color

Olor

Sabor

Textura

Aceptabilidad global

Firma \_\_\_\_\_

## Anexo 5. Resultados Físico-químico



UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
COTOPAXI



FACULTAD DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA  
PLANTA AGROINDUSTRIAL

### INFORME DE RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

**Proyecto / Práctica:** Proyecto de Investigación

**Producto analizado:** Bebida fermentada a partir de la leche vegetal extraída de la papa china (*colacasia esculenta*) como fuente de alternativa.

**Lugar de análisis:** Planta Agroindustrial – Universidad Técnica de Cotopaxi

**Fecha de análisis:** 03 / 12 / 2025

#### Proyecto de titulación

**1. Objetivo del análisis:** Describir y evaluar los parámetros fisico-químicos del producto analizado, con el fin de caracterizar su calidad y verificar el cumplimiento de criterios técnicos.

**2. Metodología general:** Los análisis fisico-químicos se realizaron en la Planta Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, siguiendo métodos estandarizados y procedimientos establecidos en laboratorio.

#### 3. Resultados fisico-químicos

Parámetro	Resultado	Fuente de referencia
pH	4,10	INEN 2395 / FAO
Acidez titulable	0,24 %	INEN 2395
Sólidos totales	5,8 %	INEN 273

#### VALIDACIÓN Y FIRMA



Firma:

Ing. Cristóbal Alberto Guajero Merizalde

Fecha: 03/12/2025

Latacunga - Ecuador

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido / San Felipe, Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205



Anexo 6. Resultados microbiológicos, alcohol, etanol y nutricionales

## SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS  
Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Róldos Teléfono 0998407494 Email: luciasilva@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

### REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 11530

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta: Nicole Hidalgo

Domicilio / Address

Latacunga

Teléfonos / Telephones

0984794317

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Yogurt de papa china

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

### RESULTADOS BROMATOLÓGICOS

PARAMETRO	RESULTADO(TCO)	METODO/NORMA
PROTEINA, (%)	1.72	Kjeldahl /AOAC 2001.11
GRASA, (%)	0.37	Goldfish/ AOAC 920.39
CENIZA, (%)	0.77	Gravimétrico/ AOAC 923.03
ALCOHOL TOTAL, (%)	No detectable	Volumetrico/AOAC 942.06
ETANOL, (%)	0.03	Volumetrico/AOAC 984.14
ENERGIAkcal/100ml	49.3	Calorimetría

### Resultados de Minerales

Parámetro	RESULTADOS (TCO)	Método/Norma
Fosforo, (%)	0.053	Método Oficial AOAC 925.10. 2005
Potasio, (%)	0.21	Método Oficial AOAC 925.10. 2005
Calcio, (%)	0.042	Método Oficial AOAC 985.35
Magnesio, (%)	0.024	Método Oficial AOAC 2015.06

### Resultados Microbiológicos

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO TCO	METODO/NORMA
Coliformes Totales	UFC/ml.	<10	Petrifilm AOAC991
E. Coli	UFC/ml.	Ausencia	Petrifilm AOAC991,14
Mohos y levaduras	UFC/g	Ausencia	Petrifilm AOAC 975.55

Emitido en: Riobamba, el 22 diciembre de 2025

  
**Dr. William Viñan A.**  
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio  
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

Anexo 7. Resultados vida útil

# SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS  
 Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Róldos Teléfono 0998407494 Email: [luciasilvax@yahoo.com](mailto:luciasilvax@yahoo.com)

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

## REPORTE DE RESULTADOS

Código Rch- 11530

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta: Nicole Hidalgo

Domicilio / Address Teléfonos / Telephones

Latacunga 0984794317

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Yogurt de papa china

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

## REPORTE DE RESULTADOS

Ensayo	Tiempo en días de evolución	Control Microbiológico
1	Día 1	Dentro de los límites permisibles
2	Día 7	Dentro de los límites permisibles
3	Día 15	Incremento de los límites permisibles

Los análisis que se realizaron a la muestra objetivo fueron microbiológicos, pues estas son las características que pueden cambiar durante el almacenamiento y que influyen en la eficiencia y calidad de este producto. Los resultados encontrados durante esta prueba presentan ligeras modificaciones por lo que se considera que hasta los 15 días de prueba el producto permanece estable, pero pasado este tiempo el producto si no es conservado adecuadamente mostrará un rápido crecimiento de microorganismos, lo que limita su vida útil.

### Estudio de Estabilidad en tiempo real.

Especificaciones, GUIA ICH Q1A(R2) – ZONA CLIMATICA IV: 25°C ± 2°C/ 65%HR ± 5%HR

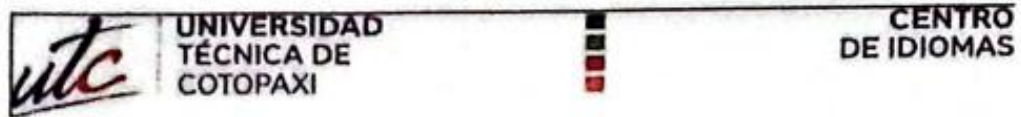
Parámetro	Tiempo de Seguimiento (días)			VLP	Metodo
	1	7	15		
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3		
Coliformes Totales, UFC/g	<10	<10	>100	<10000	AOAC 991.14
E. Coll, UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AOAC 991.14
Salmonella UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AOAC.2003.9
Aerobios Mesófilos, UFC/g	<10	<10	<10	< 1000000	AOAC 990.12
Mohos y levaduras, UFC/g	<10	<10	12	<10000	AOAC 975.55

Emitido en: Riobamba, el 22 de diciembre de 2025

  
 Dr. William Vifian A.  
**RESPONSABLE TECNICO**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

Anexo 8. Aval de traducción



**AVAL DE TRADUCCIÓN**

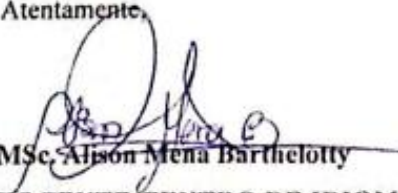
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del tema de tesis cuyo título versa: **ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LECHE VEGETAL EXTRAÍDA DE LA PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) COMO FUENTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES** presentado por: **Aimacaña Peralta Joyce Sarahi e Hidalgo Ante Nicole Esperanza** egresadas de la Carrera de Agroindustria perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, febrero de 2026

Atentamente,

  
MSc. Alison Mena Barthelotty  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC  
CI: 0501801252



CENTRO DE IDIOMAS