



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGROINDUSTRIA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE
DE MAÍZ (*ZEA MAYS*), CHOCHO (*LUPINUS MUTABILIS*) Y
AMARANTO (*AMARANTHUS*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros Agroindustriales

Autores:

Guaraca Condo Jose Rocendo
Pachucho Tapia Lizeth Stefania

Tutor:

Edwin Fabián Cerda Andino

LATACUNGA – ECUADOR
Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Guaraca Condo Jose Rocendo, con cédula de ciudadanía No. 1726821414 y Pachucho Tapia Lizeth Stefania, con cédula de ciudadanía No. 0550573166, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (*ZEA MAYS*), CHOCHO (*LUPINUS MUTABILIS*) Y AMARANTO (*AMARANTHUS*)”**, 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, 02 de febrero del 2026

Jose Rocendo Guaraca Condo
C.C: 1726821414
ESTUDIANTE

Lizeth Stefania Pachucho Tapia
C.C: 0550573166
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 **GUARACA CONDO JOSE ROCENDO**, identificado con cédula de ciudadanía **1726821414** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL 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. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (*ZEA MAYS*), CHOCHO (*LUPINUS MUTABILIS*) Y AMARANTO (*AMARANTHUS*)”**, 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: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ingeniero Mg. Edwin Fabián Cerda Andino

Tema: **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (*ZEA MAYS*), CHOCHO (*LUPINUS MUTABILIS*) Y AMARANTO (*AMARANTHUS*)”**

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, **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 02 días del mes de febrero del 2026.

Jose Rocendo Guaraca Condo
EL 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 **PACHUCHO TAPIA LIZETH STEFANIA**, identificada con cédula de ciudadanía **0550573166** 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 Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (ZEA MAYS), CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS) Y AMARANTO (AMARANTHUS)**”, 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: Octubre 2021- Marzo 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ingeniero Mg. Edwin Fabián Cerda Andino

Tema: “**DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (ZEA MAYS), CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS) Y AMARANTO (AMARANTHUS)**”

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 solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 02 días del mes de febrero del 2026.

Lizeth Stefania Pachucho Tapia
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:

“DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (ZEA MAYS), CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS) Y AMARANTO (AMARANTHUS)”, de Guaraca Condo Jose Rocendo y Pachucho Tapia Lizeth Stefania, 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, 02 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, los postulantes: Guaraca Condo Jose Rocendo y Pachucho Tapia Lizeth Stefania, con el título del Proyecto de Investigación: **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (*ZEA MAYS*), CHOCHO (*LUPINUS MUTABILIS*) Y AMARANTO (*AMARANTHUS*)”**, 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, 02 de febrero del 2026

Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal, Mg.
C.C: 0501864854
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Renato Agustín Romero Corral, Mg.
C.C: 1717122483
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.
C.C: 1714592746
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y, de manera especial, a la Carrera de Agroindustria, por los conocimientos adquiridos durante esta etapa de mi vida, así como a los docentes que, con dedicación y compromiso, impartieron su sabiduría y contribuyeron a mi formación a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradezco a la vida por cada aprendizaje, por los desafíos que me impulsaron a crecer y por las oportunidades que me permitieron avanzar en mi formación personal y profesional. Cada experiencia, incluso aquellas marcadas por la duda y la incertidumbre, contribuyó a fortalecer mi carácter y a reafirmar mi compromiso con las metas que me he propuesto alcanzar.

A mi familia, quienes me enseñaron que incluso en medio de la duda es posible encontrar dirección. Gracias por brindarme estabilidad cuando todo parecía incierto y por recordarme siempre la importancia de perseverar. Este logro representa el esfuerzo compartido y la confianza que depositaron en mí.

Jose Rocendo Guaraca Condo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a todos los docentes por sus conocimientos impartidos, compromiso y constante apoyo durante mi formación académica. De igual manera al comité de lectores por sus valiosos comentarios y consejos para que se efectuó el presente trabajo.

De manera especial a mi tutor Ing. Fabian Cerda, extendiendo mi más profundo agradecimiento por su acompañamiento constante durante el proceso de investigación. Su paciencia y compromiso fueron esenciales para la culminación de este trabajo.

Un agradecimiento especial a mi amiga Lady. Gracias por tu apoyo incondicional, por tus palabras de ánimo en los momentos de cansancio, tus consejos y hasta nuestras conversaciones largas hicieron que este camino fuera más llevadero.

A mis 7 estrellas más brillantes en mi galaxia, su música me recordó que incluso en los días más difíciles, siempre hay una razón para seguir adelante.

“Love yourself, speak yourself”

Lizeth Stefania Pachucho Tapia

DEDICATORIA

A mi madre, por ser el ejemplo vivo de perseverancia y entrega que inspira mi vida. Si tan solo supieran cuántas veces tu apoyo fue la razón por la que seguí adelante. Gracias por sostener mis sueños cuando yo mismo dudaba de ellos. Este logro es también tuyo, porque sin ti no habría sido posible alcanzarlo.

A mi padre, que descansa en paz, pero permanece presente en cada uno de mis logros. Tu partida dejó un vacío profundo, pero también sembró en mí la determinación de salir adelante. Hoy culmino esta etapa pensando en ti y en lo que significaría poder compartir este triunfo. Este logro honra tu memoria, que siempre guardaré en mi corazón.

A mis hermanos Bladimir, Christian y Lucy, quienes han sido espejo y apoyo constante en mi proceso de crecimiento personal. Este logro representa la madurez, la unión y la fortaleza que hemos construido juntos.

Finalmente, quiero dedicar unas palabras a tres personas especiales que, aunque llegaron a mi vida en un periodo breve de esta etapa académica, dejaron una huella profunda: Diana, Dayana y Joselyn. A pesar del poco tiempo compartido, su amistad se volvió cercana y significativa. Con ustedes aprendí que no se necesita mucho tiempo para construir lazos verdaderos y sinceros. Sin duda, esta experiencia no habría tenido el mismo significado sin su compañía y su presencia.

“No se trata de ser más que nadie, sino de ser mejor que ayer.”

Jose Rocendo Guaraca Condo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo amor y gratitud a mis padres, Luis Pachucho y Teresa Tapia, quienes con su ejemplo de vida, esfuerzo constante y amor incondicional han sido el pilar fundamental de mi formación personal y profesional. Gracias por cada sacrificio realizado, por su apoyo permanente y por inculcarme valores que hoy me permiten alcanzar esta meta.

A mi enamorado Michael, gracias por creer en mí, por impulsarme a no rendirme y por caminar a mi lado con confianza y ternura. Tu apoyo fue una luz constante en este camino.

Este logro no solo representa un objetivo cumplido, sino también el reflejo del amor y apoyo que me brindaron. Con todo mi corazón, les dedico este logro.

Lizeth Stefania Pachucho Tapia

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (*ZEA MAYS*), CHOCHO (*LUPINUS MUTABILIS*) Y AMARANTO (*AMARANTHUS*)”.

Autores:

Guaraca Condo Jose Rocendo
Pachucho Tapia Lizeth Stefania

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar una bebida vegetal fermentada a base de maíz (*Zea mays*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y amaranto (*Amaranthus*). Para ello se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 3x2x2, resultando en un total de 12 tratamientos con dos repeticiones en cada tratamiento. La bebida vegetal fermentada se elaboró en combinación de las harinas de las tres materias (maíz germinado, chocho y amaranto), dos tipos de levaduras (Fermivin y Safale K-97) y dos tipos de endulzante (azúcar y panela). Inicialmente se llevaron a cabo las caracterizaciones de las harinas donde se realizó análisis proximales para determinar el porcentaje de humedad, cenizas, grasas, proteína, fibra, carbohidratos y pH de cada materia prima. Posteriormente, se procedió a elaborar la bebida, donde para determinar el mejor tratamiento se evaluó las propiedades fisicoquímicas (° Brix, pH, acidez, densidad, alcohol), además se realizó un análisis sensorial en el cual los catadores determinaron aspectos como color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad. Los resultados obtenidos indican que el porcentaje de las harinas, así como el tipo de levadura y endulzante influyen significativamente en los parámetros de la bebida. Se destaca el tratamiento t12, que combina los tres tipos de harinas (80M10A10C) con la levadura Fermivin y azúcar. Este tratamiento presenta mejores condiciones tanto fisicoquímicas como sensoriales a comparación de los demás. Al mejor tratamiento se le realizó un análisis nutricional y microbiológico, los cuales confirmaron el cumplimiento de los estándares establecidos por la norma NTE INEN 1529-5 y la norma NTE-INEN-1334-2. Los análisis nutricionales del mejor tratamiento revelan un contenido de proteína de 0,73%, grasa 0,33%, fibra 1,96%, cenizas 0,14%, carbohidratos 10,04%, y kilocalorías 46,05 kcal. Además, el análisis microbiológico revela ausencia de Salmonella, E. coli, Bacillus cereus y los aerobios mesófilos cumpliendo con las normativas vigentes.

Palabras clave: bebida vegetal, fermentación, maíz, chocho, amaranto.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

Title: “DEVELOPMENT OF A FERMENTED PLANT-BASED BEVERAGE FROM MAIZE (ZEA MAYS), ANDEAN LUPIN (LUPINUS MUTABILIS), AND AMARANTH (AMARANTHUS)”.

Authors:

Guaraca Condo Jose Rocendo

Pachucho Tapia Lizeth Stefania

ABSTRACT

The objective of this research project is to develop a fermented vegetable drink based on corn (*Zea mays*), lupine (*Lupinus mutabilis*), and amaranth (*Amaranthus*). To this end, a completely randomized block design (CRBD) with a 3x2x2 factorial arrangement was used, resulting in a total of 12 treatments with two replicates in each treatment. The fermented vegetable drink was made by combining the flours of the three ingredients (sprouted corn, lupin, and amaranth), two types of yeast (Fermivin and Safale K-97), and two types of sweetener (sugar and panela). Initially, the flours were characterized by performing proximate analyses to determine the percentage of moisture, ash, fat, protein, fiber, carbohydrates, and pH of each raw material. Subsequently, the beverage was prepared, and the physicochemical properties (° Brix, pH, acidity, density, alcohol) were evaluated to determine the best treatment. In addition, a sensory analysis was performed in which tasters determined aspects such as color, smell, taste, appearance, and acceptability. The results obtained indicate that the percentage of flours, as well as the type of yeast and sweetener, significantly influence the parameters of the beverage. Treatment t12 stands out, combining the three types of flours (80M10A10C) with Fermivin yeast and sugar. This treatment presents better physicochemical and sensory conditions compared to the others. The best treatment underwent nutritional and microbiological analysis, which confirmed compliance with the standards established by NTE INEN 1529-5 and NTE-INEN-1334-2. Nutritional analyses of the best treatment reveal a protein content of 0.73%, fat 0.33%, fiber 1.96%, ash 0.14%, carbohydrates 10.04%, and kilocalories 46.05 kcal. In addition, microbiological analysis reveals the absence of *Salmonella*, *E. coli*, *Bacillus cereus*, and mesophilic aerobes, complying with current regulations.

Keywords: plant-based beverage, fermentation, maize, Andean lupin, amaranth.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	viii
<i>AGRADECIMIENTO</i>	ix
<i>AGRADECIMIENTO</i>	x
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDO	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xx
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1
1. Datos generales.....	2
2. Diseño del proyecto	3
2.1. Planteamiento del problema	3
2.2. Marco contextual	4
2.3. Formulación del problema.....	4
2.4. Objetivos.....	4
2.4.1. Objetivo General.....	4
2.4.2. Objetivos específicos.....	5
2.5. Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
2.6. Fundamentación teórica o marco referencial.....	7
2.6.1. Marco teórico.....	7
2.6.1.1. Antecedentes.....	7
2.6.1.2. Fundamentación teórica.....	8
2.6.1.2.1. Agua.....	9
2.6.1.2.2. Origen de las bebidas vegetales.....	9
2.6.1.2.3. Maíz.....	9
2.6.1.2.3.1. Características principales del maíz	10

2.6.1.2.3.2. Taxonomía del maíz	10
2.6.1.2.3.3. Propiedades nutricionales del Maíz.....	11
2.6.1.2.3.4. Beneficios nutricionales	11
2.6.1.2.3.5. Bebidas fermentadas de maíz	11
2.6.1.3. Chocho.....	12
2.6.1.3.1. Clasificación Taxonómica del chocho.....	13
2.6.1.3.2. Características botánicas del chocho	13
2.6.1.3.3. Propiedades nutricionales del chocho.....	13
2.6.1.3.4. Beneficios del chocho.....	14
2.6.1.3.5. Harina de chocho	14
2.6.1.4. Amaranto	14
2.6.1.4.1. Descripción botánica del amaranto.....	15
2.6.1.4.2. Beneficios del Amaranto	15
2.6.1.4.3. Harina de amaranto.....	16
2.6.1.5. Bebidas vegetales	16
2.6.1.6. Fermentación	16
2.6.1.6.1. Función de la fermentación	16
2.6.1.6.2. Fermentación alcohólica.....	17
2.6.1.6.3. Fermentación láctica.....	18
2.6.1.6.4. Fermentación acética	18
2.6.1.7. Chicha.....	18
2.6.1.7.1. Procedimiento de elaboración de la chicha	19
2.6.1.7.2. Compra y selección del maíz.....	19
2.6.1.7.3. Remojo y germinación.....	19
2.6.1.7.4. Secado y molido	19
2.6.1.7.5. Mezclado y preparación del proceso de fermentación	20
2.6.1.7.6. Inoculación con levadura.....	20
2.6.1.7.7. Fermentación	20
2.6.1.8. Panela.....	20
2.6.1.9. Azúcar.....	20
2.6.1.10. Levaduras.....	21
2.6.1.10.1. Levadura Fermivin	21
2.6.1.10.2. Levadura Safale K-97.....	22

2.6.2. Marco conceptual	23
2.7. Metodología del proceso de investigación	25
2.7.1. Tipos de investigación	25
2.7.1.1. Investigación Bibliográfica.....	25
2.7.1.2. Investigación Experimental	26
2.7.1.3. Investigación Descriptiva	26
2.7.1.4. Investigación Aplicada	27
2.7.2. Métodos de investigación	27
2.7.2.1. Método inductivo.....	27
2.7.2.2. Método deductivo	27
2.7.3. Técnicas e instrumentos de investigación	28
2.7.3.1. Observación	28
2.7.3.2. Ficha de escala hedónica.	28
2.7.3.3. Evaluación sensorial	28
2.7.4. Metodología para el desarrollo del estudio.....	29
2.7.4.1. Metodología para los análisis físicos y químicos.	29
2.7.4.1.1. Determinación de pH.....	29
2.7.4.1.2. Determinación de acidez titulable	29
2.7.4.1.3. Determinación de sólidos solubles (° Brix).....	30
2.7.5. Metodología de elaboración de la bebida fermentada a base maíz, chocho y amaranto	30
2.7.5.1. Materias primas y materiales	30
2.7.5.2. Formulación de la bebida vegetal fermentada.....	32
2.7.6. Elaboración de la bebida vegetal fermentada a base de maíz (<i>Zea mays</i>), chocho (<i>lupinus mutabilis</i>) y amaranto (<i>Amaranthus</i>).....	34
2.7.7. Preparación de Materias Primas	34
2.7.7.1. Proceso de germinación en maíz	34
2.7.7.2. Obtención de la harina de chocho.....	35
2.7.7.3. Obtención de la harina de amaranto	36
2.7.5.1. Diagrama del proceso	38
2.7.8. Metodología de la elaboración de la bebida vegetal fermentada a base de maíz (<i>Zea mays</i>), chocho (<i>lupinus mutabilis</i>) y amaranto (<i>Amaranthus</i>).....	39
2.7.8.1. Recepción de la materia prima	39
2.7.8.2. Selección.....	39
2.7.8.3. Germinación	40

2.7.8.4. Secado.....	40
2.7.8.5. Molienda.....	41
2.7.8.6. Pesado.....	41
2.7.8.7. Cocción.....	42
2.7.8.8. Mezclado.....	42
2.7.8.9. Enfriado.....	42
2.7.8.10. Preparación de levaduras.....	43
2.7.8.11. Fermentación.....	44
2.7.8.12. Filtrado.....	44
2.7.8.13. Pasteurizado.....	44
2.7.8.14. Enfriado.....	45
2.7.8.15. Envasado.....	46
2.7.8.16. Almacenamiento.....	46
2.8. Hipótesis.....	47
2.8.1. Hipótesis Nula (Ho).....	47
2.8.2. Hipótesis alterna (Ha).....	47
2.9. Diseño Experimental.....	47
2.9.1. Factores de estudio.....	47
2.9.2. Variables independientes (factores):.....	47
2.9.3. Tratamientos.....	48
2.9.4. Combinaciones del DBCA.....	48
2.9.5. Variables e indicadores.....	49
2.9.6. Matriz experimental.....	50
2.10. Análisis y discusión de los resultados.....	51
2.10.1. Análisis proximal de las materias primas.....	51
2.10.2. Análisis proximal de la harina de maíz germinado.....	51
2.11. Análisis Físicoquímico.....	53
2.11.1. Análisis de varianza de la variable °Brix.....	53
2.11.2. Prueba de Tukey °Brix.....	54
2.11.3. Análisis de varianza de la variable pH.....	55
2.11.4. Prueba de Tukey pH.....	56
2.11.5. Análisis de varianza de la variable Acidez.....	57
2.11.6. Prueba de Tukey Acidez.....	58

2.11.7. Análisis de varianza de la variable Densidad	60
2.11.8. Prueba de Tukey para la variable DENSIDAD	61
2.11.9. Análisis de varianza de la variable Alcohol.	62
2.11.10. Prueba de Tukey para la variable ALCOHOL (Factor A*B)	63
2.12. Análisis sensorial	65
2.12.1. Aceptación de color	65
2.12.2. Aceptación de olor	65
2.12.3. Prueba de Tukey de la variable olor	66
2.12.4. Aceptación de sabor	68
2.12.5. Prueba de Tukey de la variable sabor	69
2.12.6. Rango de aceptabilidad	70
2.12.7. Aceptación de apariencia	71
2.12.8. Prueba de Tukey de la variable apariencia	72
2.13. Análisis microbiológico del mejor tratamiento obtenido de la bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto	74
2.14. Análisis nutricional del mejor tratamiento obtenido de la bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto.	75
3. Impactos del proyecto	76
3.1. Técnicos	76
3.2. Sociales	77
3.3. Económicos.	77
3.4. Ambientales	77
4. Recursos y Presupuesto.	78
5. Conclusiones	80
6. Recomendaciones	81
7. Bibliografía	82
8. Anexos	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
Tabla 2. Taxonomía del maíz.	10
Tabla 3. Taxonomía de la planta de chocho	13
Tabla 4. Características botánicas del chocho	13
Tabla 5. Descripción botánica del amaranto	15
Tabla 6. Descripción de levadura fermivin	21
Tabla 7. Descripción de levadura Safale K-97	22
Tabla 8. Formulación de la bebida vegetal fermentada a distintas concentraciones de harina de maíz, chocho y amaranto.	32
Tabla 9. Combinaciones del DBCA	48
Tabla 10. Variables e indicadores.....	49
Tabla 11. Matriz experimental del estudio	50
Tabla 12. Resultados del análisis proximal de la harina de maíz germinado.....	51
Tabla 13. Análisis de varianza ANOVA de la variable °BRIX.....	53
Tabla 14. Prueba de Tukey para la variable °BRIX	54
Tabla 15. Análisis de varianza ANOVA de la variable pH.....	55
Tabla 16. Prueba de Tukey para la variable pH	56
Tabla 17. Análisis de varianza ANOVA de la variable ACIDEZ.....	57
Tabla 18. Prueba de Tukey para la variable ACIDEZ.....	58
Tabla 19. Análisis de varianza ANOVA de la variable DENSIDAD (g/mL).....	60
Tabla 20. Prueba de Tukey para la variable DENSIDAD (g/mL).....	61
Tabla 21. Análisis de varianza ANOVA de la variable ALCOHOL.....	62
Tabla 22. Prueba de Tukey para la variable ALCOHOL (Factor A*B).....	63
Tabla 23. Análisis de varianza de color.....	65
Tabla 24. Análisis de varianza de olor	66
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos en la variable olor.....	66
Tabla 26. Análisis de varianza de sabor	68
Tabla 27. Prueba de Tukey de los tratamientos en la variable sabor.....	69
Tabla 28. Análisis de varianza de aceptabilidad.....	71
Tabla 29. Análisis de varianza de apariencia	71
Tabla 30. Prueba de Tukey de los tratamientos en la variable apariencia.....	72
Tabla 31. Análisis microbiológico.....	74
Tabla 32. Análisis nutricional.....	75
Tabla 33. Presupuesto del proyecto	78
Tabla 34. Presupuesto de laboratorio	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo, obtención de harina de maíz germinado	35
Figura 2. Diagrama de flujo, obtención de harina de chocho.....	36
Figura 3. Diagrama de flujo, obtención de harina de amaranto.	37
Figura 4. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida vegetal fermentada	38
Figura 5. Recepción de materias primas.....	39
Figura 6. Recepción de materias primas.....	39
Figura 7. Germinación	40
Figura 8. Secado/Deshidratación	40
Figura 9. Molienda	41
Figura 10. Pesado de ingredientes	41
Figura 11. Cocción	42
Figura 12. Mezclado	42
Figura 13. Enfriado.....	43
Figura 14. Preparación de levaduras.....	43
Figura 15. Fermentación.....	44
Figura 16. Filtrado	44
Figura 17. Pasteurización	45
Figura 18. Enfriado.....	45
Figura 19. Envasado	46
Figura 20. Almacenamiento	46
Figura 21. Gráfica de barras para la variable ° Brix.....	54
Figura 22. Gráfica de barras para la variable pH.....	56
Figura 23. Gráfica de barras para la variable acidez	59
Figura 24. Gráfica de barras para la variable densidad	61
Figura 25. Gráfica de barras para la variable alcohol.....	64
Figura 26. Aceptabilidad del color por parte de los catadores	67
Figura 27. Aceptabilidad del sabor por parte de los catadores.....	70
Figura 28. Aceptabilidad de la apariencia por parte de los catadores	73

INTRODUCCIÓN

Las bebidas vegetales fermentadas han ganado interés creciente dentro de la investigación alimentaria debido a su potencial como alternativas nutritivas y funcionales a los productos lácteos tradicionales. Estudios recientes destacan que este tipo de productos, elaborados a partir de materias primas vegetales, son fuentes importantes de compuestos bioactivos y probióticos, así como presentar perfiles nutricionales beneficiosos para la salud humana. Por ejemplo, se han desarrollado bebidas fermentadas a base de quinua, avena o amaranto mediante bacterias ácido-lácticas, con el objetivo de obtener productos inocuos y sensorialmente aceptables con valor agregado funcional (PUCE, 2025).

El uso de cereales y semillas andinas, como el maíz germinado (*Zea mays*), el chocho (*Lupinus mutabilis*) y el amaranto (*Amaranthus*), responde a la búsqueda de ingredientes con alto valor nutricional y disponibilidad local, capaces de mejorar el perfil proteico y funcional de bebidas de origen vegetal. Investigaciones similares han explorado el desarrollo de bebidas nutricionales a base de chocho y amaranto, confirmando su factibilidad técnica y aportes proteicos relevantes para dietas especiales (Mejía, 2025)

En el contexto de estas tendencias científicas y nutricionales, el presente trabajo se enfoca desarrollar una bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto, evaluando las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, nutritivas y microbiológicas del producto final. Con el propósito de aportar una alternativa funcional, nutritiva y sostenible dentro del portafolio de bebidas basadas en ingredientes andinos.

1. Datos generales

Título del proyecto

Desarrollo de una bebida vegetal fermentada a base de maíz (*zea mays*), chocho (*lupinus mutabilis*) y amaranto (*amaranthus*).

Fecha de inicio: Abril 2025

Fecha de finalización: Marzo 2026

Lugar de ejecución

Barrio: Salache

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Agroindustria

Equipo de trabajo

Tutor: Ing. Edwin Fabián Cerda Andino Mg.

Investigador 1: Guaraca Condo Jose Rocendo

Investigador 2: Pachucho Tapia Lizeth Stefania

Línea de investigación: Proceso 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

En las últimas décadas ha aumentado significativamente el interés por el desarrollo de bebidas vegetales como alternativas nutritivas a los productos lácteos convencionales, debido a la creciente prevalencia de intolerancias, alergias alimentarias y preferencias por dietas basadas en plantas, así como por razones de sostenibilidad ambiental y bienestar animal (García-Hernández & Rodríguez-Hernández, 2023). Estas bebidas derivadas de leguminosas, cereales o pseudocereales son consideradas alimentos funcionales por sus compuestos bioactivos, fibra y potencial para satisfacer demandas nutricionales específicas, posicionándose como una opción relevante dentro del mercado alimentario actual.

Sin embargo, a pesar de su creciente popularidad, muchas bebidas vegetales presentan limitaciones nutricionales y sensoriales, como bajo contenido de proteína, sabores no deseados o perfiles organolépticos poco aceptados por el consumidor, lo que afecta su competitividad frente a los productos tradicionales (Hidalgo-Fuentes et al., 2024).

En el futuro es considerable que los países en tendencia en desarrollo será el uso de maíz como alimento únicamente animal, disminuyendo su uso como alimento humano. Esto se debe a una posible mejora de poder adquisitivo de los países que se encuentran en desarrollo donde una gran parte de número de personas tendrá acceso a proteínas de origen animal. Una de las principales limitaciones radica en la selección de las materias primas vegetales, las cuales deben ser nutricionalmente densas, funcionales y adecuadas para la fermentación. Aunque existen ingredientes como el maíz, el chocho (*Lupinus mutabilis*) y el amaranto con un alto potencial nutricional (Meneses, M., Ortiz, J., & Quintero, M., 2019.).

Cada uno de estos ingredientes posee características específicas que afectan la textura, sabor, estabilidad y fermentabilidad del producto. Por ejemplo, el chocho requiere procesos de desamargado para eliminar alcaloides, el maíz tiene un alto contenido de almidón que puede dificultar la fermentación si no es acondicionado adecuadamente, y el amaranto presenta compuestos fenólicos influyen en el sabor y la actividad microbiológica del producto. Existe una limitada disponibilidad de estudios científicos que integren de forma simultánea ingredientes como el chocho, el maíz y el amaranto en el diseño de bebidas fermentadas, lo cual

representa una brecha en el conocimiento actual y una oportunidad para la innovación en el sector de alimentos funcionales (Tipán, 2020).

2.2. Marco contextual

En los últimos años, el consumo de bebidas vegetales ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado por cambios en los hábitos alimentarios, el incremento de la intolerancia a la lactosa, el interés por dietas basadas en plantas y la búsqueda de alimentos más saludables y sostenibles. Estas bebidas representan una alternativa nutricional a los productos lácteos y han sido objeto de investigación por su potencial funcional y tecnológico (FAO, 2019).

La investigación en bebidas fermentadas de origen vegetal ha explorado diversas materias primas como la quinoa, el arroz, la avena o frutas tropicales, buscando mejorar su valor nutricional y funcional mediante procesos de fermentación controlada con bacterias ácido-lácticas y probióticos (Gentinetta & Desuque, s. f.; Avilés-Rivera et al., 2025). En muchos casos, estos productos han demostrado la capacidad de generar compuestos con efectos beneficiosos para la salud, como ácidos orgánicos, antioxidantes y microorganismos vivos que contribuyen a la protección del microbiota intestinal.

En particular, los fermentados de cereales y pseudocereales han despertado interés por su adaptabilidad tecnológica y funcional. Por ejemplo, las investigaciones sobre bebidas fermentadas a base de quinoa destacan su perfil nutritivo enriquecido con probióticos naturales, ofreciendo así alternativas funcionales a la leche y a otras bebidas procesadas (INTA Informa, 2023).

2.3. Formulación del problema

¿De qué manera influye la combinación de harinas de maíz, chocho y amaranto en las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y nutricionales en la elaboración de una bebida vegetal fermentada?

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo General

- Desarrollar una bebida vegetal fermentada a base de maíz (*zea mays*), chocho (*lupinus mutabilis*) y amaranto (*amaranthus*).

2.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las harinas de maíz germinado, chocho y amaranto mediante un análisis proximal.
- Obtener el mejor tratamiento mediante análisis fisicoquímicos (pH, acidez, grados alcohólicos (vol. %) y sólidos solubles) y sensoriales de la bebida fermentada.
- Realizar análisis nutricional y microbiológico al mejor tratamiento.

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

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultado
<p>Objetivo 1 Caracterizar las harinas de maíz, chocho y amaranto mediante análisis proximal.</p>	<p>-Obtener las materias primas (maíz, chocho y amaranto). -Realizar un germinado de maíz (Zea mays). -Elaboración de harina de maíz, harina de chocho y harina de amaranto. -Realizar el análisis proximal a las harinas.</p>	<p>Método: Germinado de maíz (NTE INEN 1557) y (Escobar-Álvarez et al., 2021). Método: Obtención de harinas (García-Pacheco et al., 2020). Técnica: Análisis fisicoquímicos a las materias primas (harinas) a partir de las Normas: -Determinación de pH (MO-LSAIA-09). -Determinación de humedad (MO-LSAIA-01.01/U. FLORIDA 1970). -Determinación de proteína (MO-LSAIA-01.04/U. FLORIDA 1970). -Determinación de cenizas (MO-LSAIA-01.02/U. FLORIDA 1970).</p>	<p>Materias primas caracterizadas de acuerdo con cada Norma aplicada para la elaboración de la bebida vegetal fermentada.</p>

<p>Objetivo 2</p> <p>Obtener el mejor tratamiento mediante análisis fisicoquímicos (pH, acidez, grados alcohólicos (vol. %) y sólidos solubles) y sensoriales de la bebida fermentada.</p>	<p>-Diseñar las formulaciones para determinar los tratamientos.</p> <p>-Elaboración de la bebida vegetal fermentada.</p> <p>-Medición de parámetros de control de pH, acidez, grados alcohólicos y sólidos solubles al inicio y al final de la elaboración de la bebida fermentada.</p> <p>-Realizar un diseño experimental para obtener el mejor tratamiento.</p>	<p>Determinación de pH, acidez, grados alcohólicos, sólidos solubles y densidad. (NTE INEN 338).</p> <p>-Análisis sensorial a través de un panel sensorial para evaluar: aceptación, color, olor, sabor y apariencia.</p> <p>-Aplicar un Diseño experimental DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar), con arreglo factorial (A*B*C) para obtener el mejor tratamiento.</p>	<p>-Determinación del mejor tratamiento de acuerdo con el diseño experimental aplicado.</p> <p>-Bebida vegetal fermentada en base a los parámetros de la Norma NTE INEN 338.</p>
<p>Objetivo 3</p> <p>Realizar análisis microbiológicos, y nutricionales del mejor tratamiento.</p>	<p>Realizar análisis microbiológicos (Salmonella spp, Escherichia coli, Bacillus cereus, Anaerobios mesófilos). y nutricionales (Carbohidratos totales, proteínas, grasa, cenizas).</p>	<p>Método:</p> <p>Análisis microbiológico mediante (PEE-AN-08-MB/ISO 6579:2017/PEE-AN-11-MB/INEN ISO 4833/PEE-AN-09-MB/AOAC 092201).</p> <p>Análisis nutricionales.</p> <p>Carbohidratos totales</p> <p>Proteínas (PEE-AN-02-FQ/INEN ISO 8968)</p> <p>Grasa (PEE-AN-03-FQ/INEN ISO 8262)</p> <p>Ceniza (PEE-AN-04-FQ/INEN ISO 936)</p>	<p>Contenido microbiológico y nutricional del mejor tratamiento</p>

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.6. Fundamentación teórica o marco referencial

2.6.1. Marco teórico

2.6.1.1. Antecedentes

De acuerdo con Bravo (2020), en su estudio que tuvo por título “Bebida con base en maíz morado (*Zea mays l.*) edulcorada con Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*)”; cuyo objetivo fue la elaboración de una bebida con base en maíz morado (*Zea mays L.*) edulcorada con Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*) y conocer cuál es la aceptabilidad de los consumidores al aplicar Stevia a la bebida. La metodología empleada fue un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial (2x4) representado por el factor A (maíz morado) con porcentajes de 12,5 y 14 %; el factor B representado (Stevia) con porcentajes de 0.0075; 0.1; 0.125 y 0.1 %; en el cual se aplicaron los análisis sensoriales con jueces semi-entrenados midiendo los parámetros de sabor, color, textura, olor y aceptabilidad, para posteriormente determinar el mejor tratamiento por medio de la prueba de Tukey al 0,05. Los resultados obtenidos indicaron que el mejor tratamiento fue t4 (12,5% de maíz morado + 0,15% de Stevia), en el análisis físico y químico de los valores de pH todos los tratamientos se encontraron acorde a la normativa NTE INEN 2337, el t4 obtuvo un valor de 4,10; los valores de acidez todos los tratamientos se encontraron en los valores permitidos de acuerdo a la norma general del CODEX STAN 247-200, los valores de acidez de la investigación son de 0,50 a 0,67; los análisis microbianos se le realizaron al t4. Se concluyó que el mejor tratamiento fue el t4, cumple con los parámetros de acuerdo a las normativas, determinándose ausencia de microorganismos patógenos.

Según Pilamala (2020), su proyecto titulado “Estabilización de cuatro bebidas ancestrales envasadas fermentadas con Kéfir y levadura”, se evaluó la estabilización de cuatro bebidas ancestrales utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial (4*3) y 2 repeticiones, lo que dio un total de 24 tratamientos. La metodología incluyó procesos como el pelado, lavado, cocción, fermentación, uso de estabilizantes como goma xantana y albúmina, pasteurización y envasado. Las variables analizadas fueron pH, acidez, ° Brix, turbidez y densidad, con recolección de datos cada 24 horas durante tres días. Los resultados mostraron que la chicha de chonta con goma xantana obtuvo el mejor tratamiento, destacando un pH de 4,3 y una acidez titulable de 0,84 %. Además, se observó que los tratamientos con goma xantana no presentaron sedimentación y los análisis de laboratorio demostraron variaciones en pH, acidez y densidad. En el análisis sensorial, la bebida fue percibida con un color claro y un aroma

considerado entre desagradable y neutro, mientras que la textura varió según el estabilizante utilizado. La aceptabilidad general fue valorada como neutra.

Igualmente, Chango y Quishpe (2025) en su investigación titulada “Elaboración de una bebida fermentada a partir de germinados del morocho (*Zea mays* indurada) y maíz amarillo (*Zea mays*)”, la germinación responde a la entrada de agua a la semilla por imbibición y finaliza con el inicio del alargamiento de la radícula. Se utilizó de la metodología físico y químico y sensorial implementando el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 3*2*2 con un total de 12 tratamientos con dos repeticiones, con el fin de prolongar su estabilidad, se elaboró la bebida a partir de dos tipos de germinados y dos tipos de endulzantes (azúcar blanca y panela), se evaluó los análisis físicos y químicos, sensoriales, nutricionales y microbiológicos. Los resultados revelaron que los germinados del morocho y maíz amarillo tuvieron un impacto significativo en los parámetros de sólidos solubles, pH, acidez titulable, densidad de la bebida. Se obtuvieron valores finales en sólidos solubles de 9 ° Brix; pH de 3,79; acidez titulable de 0,00256 %; densidad constante en 1035g/m³, analizados bajo la normativa NTE INEN 2304:2017, se destacó el tratamiento t10 con la combinación de germinado de morocho 37 % + germinado de maíz amarillo 25 % y panela 38 %, con un tiempo de 10 días de fermentación el cual presentó los mejores resultados en comparación a otros tratamientos. Se realizó un análisis microbiológico al mejor tratamiento t10 el cual indicó que cumple con los estándares aceptables. Los resultados nutricionales del mejor tratamiento evidenciaron un contenido de proteína de 0,72 %, grasa 0,22%, fibra 0,14 %, ceniza 0,17%, valor energético 24,14 kcal/100g y calcio de 20,13%. Además, el estudio sobre el tiempo de vida útil al mejor

2.6.1.2. Fundamentación teórica.

América Latina e individualmente Ecuador experimenta una mutación en los hábitos de consumo hacia productos más saludables y sostenibles. Sin embargo, la demanda de bebidas vegetales fermentadas sigue siendo limitada particularmente aquellas bebidas vegetales fermentadas que contienen ingredientes autóctonos y poseen alto valor nutricional como el maíz, chocho y amaranto. Según la “Organización Mundial de la Salud (OMS) “: cerca del 21% de la energía total consumida es derivada de bebidas azucaradas, zumos y bebidas alcohólicas.

El maíz posee gran importancia económica a nivel mundial por su uso alimentario tanto para el humano como para el animal. A su vez se lo usa como materia prima para la elaboración de

diversos productos industriales. Alrededor del 40% del maíz producido en algunos países tropicales se usa precisamente para ganado y establecimientos avícolas. (Paliwal, R. L., 2001)

2.6.1.2.1. Agua

El agua constituye por excelencia la principal fuente de bebida para el correcto funcionamiento del organismo. Sin embargo, el aporte de líquidos se hace principalmente mediante el consumo de bebidas procesadas, como refrescos, zumos y bebidas alcohólicas, etc. Hay una gran diferencia entre el agua y las bebidas que contienen agua, ya que, estas bebidas además de suplir la función de hidratar y ayudar el equilibrio homeostático del organismo aportan un excesivo contenido de nutrientes que no tienen efectos beneficiosos para la salud (Apesteguía, 2024).

2.6.1.2.2. Origen de las bebidas vegetales

El origen de las bebidas vegetales se remonta a civilizaciones antiguas que descubrieron cómo extraer líquidos ricos en nutrientes de diversas plantas para el consumo. A lo largo de la historia, diferentes culturas han desarrollado sus propias versiones de este tipo de bebidas a base de hierbas utilizando diferentes ingredientes y métodos de preparación. Una de las bebidas más antiguas y famosas es la horchata, que se elabora a partir de almendras y es originaria del antiguo Egipto y Grecia. En países como China, la gente ha utilizado el arroz para preparar bebidas como gachas de arroz desde la antigüedad (Montemurro et al., 2021).

2.6.1.2.3. Maíz

El maíz (*Zea mays*) es uno de los productos alimenticios propio de los países andinos y de nuestros antepasados, siendo este producto considerado como un alimento de los dioses por los nutrientes que tiene y los beneficios que aporta para la alimentación del ser humano.

El maíz es el producto agrícola que más se consume a nivel mundial, por sus características nutritivas, el aprovechamiento que ha sabido darle el ser humano en la creación de proteína para animales y el uso moderno. En Ecuador, la provincia que representa un nivel de rendimiento significativo del maíz es la provincia de Los Ríos con 6,62 toneladas por hectárea (SIPA, 2023).

El Ecuador es uno de los países con mayor diversidad genética del maíz, actualmente se ha reconocido un total de 36 variedades, que se representa como un recurso natural renovable lo que ayudaría a salvaguardar la seguridad alimentaria de la población. En la serranía ecuatoriana

el cultivo de maíz es uno de los granos más importantes debido a la superficie sembrada y al papel que representa en la alimentación al ser un componente básico en la dieta de la población rural (Caviedes Cepeda et al., 2022).

La evolución del cultivo del maíz en el Ecuador en los últimos años muestra que existen profundas diferencias entre los dos tipos utilizados: maíz duro y maíz suave. El maíz duro-seco se utiliza principalmente para uso industrial y es esta precisamente la razón que justifica la expansión tanto en superficie cultivada como en producción y rendimiento. Este producto tiene una amplia demanda por parte de la agroindustria, destinada principalmente a la producción avícola y de alimentos balanceados (Cepeda, 2019).

2.6.1.2.3.1. Características principales del maíz

La planta de maíz presenta características como una mazorca cilíndrica de 4 a 6 cm de diámetro, con un largo entre 15 y 30 centímetros y un peso de 200 g. El color de las hojas que las cubren es de color verde y turgentes. Mientras que los granos deben ser uniformes, dispuestos en hileras, de un color típico (amarillo) y lechosos al romperlos.

2.6.1.2.3.2. Taxonomía del maíz

Tabla 2. Taxonomía del maíz.

Reino	Plantae
División	Liliopsida
Subdivisión	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Paricoideae
Género	Zea
Especie	Zea Mays

Fuente: (Findlay et al., 2021)

2.6.1.2.3.3. Propiedades nutricionales del Maíz

El maíz aporta fibras que ayudan a mejorar el estado del microbiota. Es un grano rico en nutrientes. Algunas de las propiedades nutricionales del maíz:

- **Carbohidratos:** Es un cereal amiláceo, que contiene hidratos de carbono, que se encuentran en forma de almidón, 100 gramos de maíz contienen de 19- 21 gramos de carbohidratos (Rodríguez, 2023).
- **Minerales:** El maíz aporta minerales como magnesio, hierro y fósforo, el hierro es importante para la salud de la sangre y el sistema inmunológico, también el fósforo y magnesio son importantes para los huesos (Martínez et al., 2019).
- **Fibras:** La fibra favorece a la salud digestiva, su fibra proviene de la cáscara exterior del grano, cada 100 gramos de maíz contienen 2,7 gramos de fibra (Warwick et al., 2021).
- **Vitaminas:** El maíz contiene vitaminas como la tiamina (B1), niacina (B3) y ácido fólico (B9), estas vitaminas son importantes para la función cerebral, el crecimiento celular y para la producción de energía (León, 2024).
- **Proteínas:** Contiene 3,4 gramos de proteínas por 100 gramos de maíz, puede ser parte de una dieta equilibrada (Rodríguez, 2023).

2.6.1.2.3.4. Beneficios nutricionales

El maíz es rico en fibra soluble como insoluble. La fibra soluble del maíz se descompone y forma un gel en el intestino, lo que puede contribuir al control del colesterol. Además, la fibra soluble del maíz se utiliza en la fabricación de alimentos procesados.

La cubierta de cada grano de maíz es insoluble. Es el tipo indigerible que el cuerpo no puede descomponer y que pasa por el cuerpo prácticamente intacto. La fibra insoluble del maíz también actúa como prebiótico, nutriendo y favoreciendo el crecimiento de bacterias intestinales saludables (Vélez, 2023).

2.6.1.2.3.5. Bebidas fermentadas de maíz

Chicha de jora : La chicha es una bebida ancestral que tiene sus raíces en las culturas precolombinas de América Latina, especialmente en regiones como Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, se elabora principalmente a partir de maíz, aunque también se usa otros granos como el arroz, la quinua o el trigo, este grano es molido y luego cocido en agua con azúcar y, a veces,

con ingredientes adicionales como frutas, hierbas o especias, dependiendo de la receta regional y las preferencias personales (Salazar, 2015).

2.6.1.3. Chocho

El tarwi, chocho o lupino (*Lupinus mutabilis*) considerado como un superalimento, se cultiva en las tierras altas de Ecuador en las provincias de Bolívar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Tungurahua. El cultivo de esta leguminosa presenta características de fácil adaptación y tolerancia al suelo, es una leguminosa que crece a una altitud que va desde los 2800 hasta los 3600 m.s.n.m. El rendimiento de aquellos cultivos que utilizan semillas tradicionales es de unos 400 kg por hectárea, mismo que es utilizado por los pequeños productores. Sin embargo, el chocho es un cultivo que no requiere niveles altos de nutrientes y su crecimiento se desarrolla en suelos marginales (MAGAP, 2021).

Por su alto valor nutricional, mantiene la fertilidad del suelo gracias a la fijación de nitrógeno por lo que su aporte es considerado valioso. Del mismo modo al mezclarlo con el suelo en forma de abono verde en estado de floración, se puede obtener un suelo con mayor contenido de materia orgánica lo que ayuda a mejorar la estructura del suelo y la capacidad de retención de agua del suelo (INIAP, 2019).

En el Ecuador, los granos andinos representan un área de cultivo de aproximadamente 150.000 hectáreas, en donde alrededor de 500.000 familias tienen pequeños territorios donde cultivan este grano ancestral que está destinado para su venta y consumo. En las zonas rurales de la región andina, la alimentación de estos pueblos se basa en la ingesta de vegetales, donde predominan los tubérculos, que son ricos en hidratos de carbono, pero pobre en aminoácidos esenciales, el consumo de granos y de leguminosas compensa a las carencias de los tubérculos (Celi, 2022).

2.6.1.3.1. Clasificación Taxonómica del chocho

Tabla 3. Taxonomía de la planta de chocho

Clasificación taxonómica del chocho	
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Arquiclamídeas
Orden	Rosales
Familia	Fabaceae Leguminosas
Género	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>Mutabilis</i>
Nombre científico	<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>
Nombres comunes	Tarwi, Chocho

Fuente: (INIAP,2014)

2.6.1.3.2. Características botánicas del chocho

Las características botánicas de la planta de chocho dependen del tipo de clima y altura en donde haya sido plantado. La presente tabla muestra las características botánicas:

Tabla 4. Características botánicas del chocho

Característica	Descripción
Nombre científico	<i>Lupinus mutabilis Sweet.</i>
Familia	Fabaceae Leguminosas.
Hojas	Palmadas, verdes y suaves al tacto.
Frutos	Legumbre con varias semillas, de forma ovalada y color blanco.
Semillas	Las semillas presentan un tamaño variable de 4 a 15 mm.
Tallo	La altura de la planta podría variar entre 0.5 a 2 metros.

Fuente: (Vaca Muñoz, 2021).

2.6.1.3.3. Propiedades nutricionales del chocho

El chocho al igual que otras leguminosas de grano comestible presentan gran relevancia en el mercado local y nacional, caracterizándose por su alto contenido de proteína (20 al 46 % en grano seco), carbohidratos, minerales y fibra (Llerena, 2022).

El mineral que más predomina en el chocho es el calcio, con una concentración promedio de 0,48%, que está localizado principalmente en la cáscara del grano, por eso mismo es recomendable su consumo sin pelar. Al calcio le sigue en importancia el fósforo, donde el

promedio de concentración es de 0,43%. El fósforo actúa como controlador del calcio, para mantener el sistema óseo, la actividad del músculo cardíaco y producir energía (INIAP, 2019).

Se realiza un cultivo de aproximadamente entre 6,000 y 8,000 hectáreas por año, de esto se obtiene un rendimiento promedio de 800 a 1,200 kg por hectárea (Llerena, 2022).

2.6.1.3.4. Beneficios del chocho

El consumo de chocho aporta importantes beneficios para la salud ya que representa una excelente fuente de proteínas de alta calidad, fibra dietética y minerales como el hierro, calcio y zinc. Debido a su bajo índice glucémico es ideal para controlar el azúcar en la sangre, mientras que el contenido de antioxidantes ayuda a proteger las células del daño de los radicales libres. Además, el chocho no contiene gluten lo que lo hace ideal para personas con sensibilidad al gluten o enfermedad celíaca (Llerena, 2022).

El chocho ofrece una variedad de beneficios para la salud debidos a su rico perfil nutricional. Es especialmente destacado el alto contenido de proteínas, siendo una excelente fuente de macronutrientes, lo que lo convierte en una de las primeras opciones para aquellos que siguen dietas veganas. Además, el chocho es rico en fibra, lo que contribuye a una mejor digestión y mantener la sensación de saciedad por más tiempo (Gordillo, 2021).

2.6.1.3.5. Harina de chocho

Una de las grandes características de la harina de chocho, es su baja proporción de grasas, representando un 10 % en grasas solubles: omega 3 y 9, rica en fibras insolubles, lecitinas y ácidos glicólicos. El chocho al encontrarse en un estado de harina puede alcanzar la cantidad de 44,6 g de proteína al considerar 100 g de porción que se va a consumir (Gavidia & Romero, 2024).

2.6.1.4. Amaranto

El amaranto (*Amaranthus*) en nuestro medio es conocido como ataco, sangorache o quinua de castilla, este grano fue uno de los principales cereales que encontraron los españoles durante la conquista, juntamente con el maíz, fréjol y quinua. En el Ecuador el cultivo de amaranto es poco conocido a pesar de que existen varias especies dispersas como plantas ornamentales o malezas. El amaranto se adapta desde el nivel del mar hasta los 2 800 m.s.n.m. a temperaturas

que oscilan entre 18 a 24 C y requiere de 300 o 400 mm de precipitación anual (Ayala et al., 2016).

Por miles de años el amaranto (*Amaranthus*) ha constituido un alimento importante en el continente americano, y actualmente ha logrado captar un creciente interés debido a su potencial como alimento y su calidad nutritiva. El amaranto se distribuye ampliamente en América, donde presenta gran variabilidad genética, que se aprecia en la diversidad de características de la planta, tipo de inflorescencia, color de la semilla, precocidad, contenido proteico de semilla y resistencia a plagas y enfermedades. Se adapta a varios tipos de suelos, altitudes, temperaturas y fotoperíodos, además de adaptarse a distintos requerimientos de pH y precipitación. Se conoce que en el continente americano existen 3.000 accesiones de *Amaranthus* en bancos de germoplasma, lo que representa 87 especies (Aguilera et al., 2020).

2.6.1.4.1. Descripción botánica del amaranto

Tabla 5. Descripción botánica del amaranto

Atributo	Descripción
Tipo de planta	Anual, herbácea o arbustiva, alcanza desde 0.4–3 m de altura
Tallo	Cilíndrico o acanalado, colores variables (verde, púrpura, rojo)
Hojas	Enteras, lisas o ligeramente pubescentes; color de verde a púrpura
Flores	Monoicas, pequeñas y unisexuales
Fruto	Pixidio unilocular que se abre en la madurez liberando la semilla
Semilla	Lenticular o esférica, variedad de colores según especie (blanca, amarilla, rojiza, negra)

Fuente: (INIAP,2014)

2.6.1.4.2. Beneficios del Amaranto

El valor nutritivo de amaranto es parecido al de la quinua, con un alto contenido de aminoácidos esenciales. Sin embargo, el amaranto no tiene la misma resistencia al frío, por lo que se lo siembra en los valles interandinos. El amaranto tiene la ventaja frente la quinua de no contener saponinas, por lo que no requiere del proceso de saponificación y no representa un riesgo para el consumo ni para el medio ambiente. Por su composición, la proteína del amaranto se asemeja a la de la leche y se acerca mucho a la proteína ideal para la alimentación humana. Tiene un contenido importante de lisina, aminoácido esencial en la alimentación humana y que comúnmente es más limitado en otros cereales (Navarro, 2024).

2.6.1.4.3. Harina de amaranto

La harina de amaranto es un producto alimenticio que se obtiene al moler las semillas de la planta de amaranto. Es una opción sin gluten y alta en nutrientes, incluyendo proteínas de alta calidad (con todos los aminoácidos esenciales), fibra, vitaminas (A, C, E, B) y minerales como calcio, hierro y fósforo. Su sabor es suave y terroso, y se utiliza en repostería, como espesante o para añadir valor nutricional a sopas y batidos (Federación de asociaciones de celíacos de España, 2024).

2.6.1.5. Bebidas vegetales

Las bebidas vegetales son productos que se han consumido a lo largo del tiempo, aunque hoy en día parezca algo novedoso y que está de moda. Las bebidas vegetales aparecen como sustitutos de la leche de vaca. Estas bebidas contienen un gran porcentaje de agua u son extractos de legumbre, aceite, semillas, cereales o pseudocereales que se asemejan a la apariencia de la leche de vaca. Existe una gran diversidad de plantas tradicionales como son maíz, chocho amaranto, soja, avena, arroz, etc. que dan lugar a bebidas vegetales en todo el mundo. (Natalia Moraleja García-Saavedra, 2017)

2.6.1.6. Fermentación

La fermentación ha acompañado a la humanidad desde la antigüedad, los avances recientes en biotecnología han permitido comprenderla mejor, optimizando sus procesos y aplicaciones. Hoy, la fermentación es crucial no solo en la conservación de alimentos, sino también en el desarrollo de ingredientes funcionales y nuevas matrices alimenticias (Andreu & Saavedra, 2022).

La fermentación es un proceso biológico fundamental guiado por microorganismos como levaduras, bacterias y mohos, los cuales transforman sustancias orgánicas habitualmente azúcares en otros compuestos, liberando energía en ausencia de oxígeno. Este mecanismo ha sido esencial en la evolución de la alimentación y la tecnología alimentaria, llevando a la creación de productos básicos en la dieta global (Delgado, 2020).

2.6.1.6.1. Función de la fermentación

Durante la fermentación, los microorganismos descomponen carbohidratos en ausencia de oxígeno, obteniendo energía y produciendo compuestos como etanol, ácidos orgánicos y gases.

El procedimiento puede ser espontáneo o bien controlado mediante la inoculación de cultivos seleccionados. Los parámetros clave incluyen la preparación del sustrato, inoculación, condiciones ambientales (temperatura, pH, humedad) y, en algunos casos, una etapa de maduración para desarrollar sabores y texturas complejas (Rodríguez, 2023).

2.6.1.6.2. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica (denominada también como fermentación del etanol o incluso fermentación etílica) es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire, originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares: como pueden ser por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol, en forma de gas y unas moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico. El etanol resultante se emplea en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas, tales como el vino, la cerveza, la sidra, el cava, etc. (Rodríguez, 2023).

Es realizada principalmente por levaduras que producen etanol y CO₂. Cuando hay oxígeno las levaduras realizan la respiración, crecen, oxidan completamente la glucosa y así obtienen el ATP, pero en condiciones de anaerobiosis, estos microorganismos fermentan azúcares, como la glucosa y algunas la lactosa. Así, la glucosa se transforma en ácido pirúvico, siguiendo la secuencia de reacciones de la glucólisis, y luego ácido pirúvico se transforma en acetaldehído media la enzima piruvato-descarboxilasa, seguidamente acetaldehído se convierte en etanol por medio de enzima alcohol-deshidrogenasa. La fermentación etílica se usa para la producción de los vinos, cervezas y bebidas destiladas. De acuerdo con los sustratos y las cepas, en las fermentaciones por levaduras se obtienen otros alcoholes como propanol, butanol, isobutanol, pentanol, y, además, glicerina, ácido succínico, ésteres, aldehídos, cetonas, aminas y compuestos de azufre, entre otros (Sosa et al., 2024).

La fermentación alcohólica es el proceso mediante el cual las levaduras convierten los azúcares en alcohol y dióxido de carbono. Este tipo de fermentación es fundamental para la producción de bebidas como la cerveza y el vino. En la elaboración de la cerveza, la cebada malteada se mezcla con agua caliente para extraer los azúcares fermentables, que luego se fermentan con levaduras para producir alcohol. En la vinificación, el jugo de uva se fermenta para producir vino, con la levadura transformando los azúcares naturales de la uva en alcohol (Dalmau, 2024).

2.6.1.6.3. Fermentación láctica

La fermentación láctica es uno de los procesos microbianos más estudiados y aplicados en la tecnología alimentaria contemporánea. Este proceso ocurre cuando diversos microorganismos, principalmente bacterias de los géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* y *Streptococcus*, metabolizan azúcares como la glucosa y la fructosa en ausencia de oxígeno, transformándose en ácido láctico. El ácido láctico no solo acidifica el medio, sino que además inhibe el crecimiento de patógenos y microorganismos no deseados, contribuyendo así a la preservación y seguridad de los alimentos. La fermentación láctica es esencial para la producción de una amplia gama de productos tradicionales y modernos, entre los que destacan el yogur, el kéfir, el chucrut, el kimchi, los encurtidos y ciertos embutidos. Este proceso mejora la digestibilidad de las matrices alimenticias y potencia su perfil nutricional, al incrementar la biodisponibilidad de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos (García, 2024).

2.6.1.6.4. Fermentación acética

La fermentación acética representa un proceso biotecnológico sofisticado en el que microorganismos pertenecientes a los géneros *Acetobacter* y *Gluconobacter* convierten el etanol en ácido acético bajo condiciones estrictamente aeróbicas. Este tipo de fermentación es la base para la producción de vinagre, pero también es clave en la elaboración de otros alimentos fermentados como la kombucha, el kéfir de agua y diversos productos tradicionales asiáticos. La fermentación acética no solo aporta el sabor ácido característico y propiedades conservantes, sino que además genera compuestos bioactivos con potencial antioxidante y antimicrobiano que, según investigaciones recientes, beneficia la salud humana a través de la modulación de la microbiota intestinal y el control glucémico (García, 2024).

2.6.1.7. Chicha

La chicha de jora es una bebida alcohólica, originaria del Perú, que se obtiene por la fermentación de la materia azucarada contenida en el mosto de malta del maíz. Se elabora desde el tiempo de los incas y su consumo fue común en todo el imperio incaico y hasta la actualidad se sigue elaborando en nuestro país y en otros de América del Sur como Ecuador, Colombia y Chile. Es una bebida que perdura en el tiempo. Se consume en las regiones de la sierra, de manera especial durante las festividades regionales, aunque con el pasar de los años y por diversos motivos como la inclusión de alimentos (bebidas) poco saludables como las gaseosas,

energizantes o jugos que contienen sustancias y sabores artificiales o idénticos a los naturales, razones por las cuales se ha ido perdiendo la costumbre de consumirla y por ende, elaborarla (Rojas, 2018).

El proceso de elaboración de chicha a partir de germinado de maíz comienza con la selección y lavado de los granos, que se remojan en agua entre 24 y 48 horas para inducir la germinación; tras este periodo, se escurren y se mantienen en ambiente húmedo y a temperatura controlada (20-25 °C) durante 2 a 4 días hasta la aparición del brote. Los granos germinados se muelen y se mezclan con agua, y en esta etapa se inoculan levaduras seleccionadas para asegurar una fermentación controlada; el proceso de fermentación se extiende por 24 a 72 horas, ajustando el tiempo según el perfil organoléptico deseado. Finalmente, la bebida se filtra y almacena en recipientes limpios hasta su consumo (Universidad de San Martín de Porres, Perú et al., 2018).

2.6.1.7.1. Procedimiento de elaboración de la chicha

2.6.1.7.2. Compra y selección del maíz

Para empezar con el proceso se debe adquirir el maíz y realizar el proceso de limpieza y selección, donde se debe desechar cualquier impureza y material que pueda afectar dentro del proceso de elaboración de la chicha. Una vez realizado este proceso se debe lavar el maíz con agua (Reyes et al., 2024).

2.6.1.7.3. Remojo y germinación

Luego del proceso de preselección, el maíz debe ser colocado en una cantidad de agua que duplique la cantidad de maíz utilizado por ejemplo para germinar 1kg de maíz, se necesita alrededor de 2,5 litros de agua por un lapso de 24 horas. El maíz absorberá la cantidad necesaria de agua para poder germinar, luego se debe colocar en papel periódico y cubrir con algodón para mantener la humedad (Jurado, 2024).

El proceso de germinación debe durar hasta que la radícula del maíz empiece a crecer.

2.6.1.7.4. Secado y molido

Una vez finalizado el proceso de germinación, el maíz debe ser colocado en papel seco o en una bandeja para ser llevado a un proceso de deshidratación. Una vez seco el maíz deberá ser procesado en un molido o pulverizado para producir la harina de jora la cual se utilizará posteriormente (Fermín, 2020).

2.6.1.7.5. Mezclado y preparación del proceso de fermentación

Se debe mezclar 600g de harina de jora con 3 litro de agua fría (para evitar la formación de grumos) y pasar a una estufa para, hasta que empiece a espesar, a este punto se debe colocar 750 g de azúcar, y dejar que hierva por un tiempo de 35 a 45 minutos, luego de este tiempo dejar enfriar la mezcla a temperatura ambiente (Díaz et al., 2022).

Una vez enfriada la muestra, se pasa por el colador para eliminar los grumos formados. Teniendo la mezcla lista, se trasvasa a un recipiente cerrado para tomar una medición inicial de los grados Brix y pH para evaluar variaciones durante la fermentación.

2.6.1.7.6. Inoculación con levadura

Diluir 1 g de levadura en una pequeña cantidad de agua destilada y calentar hasta 35°C para activarlas. Esta dilución se debe colocar dentro del recipiente cerrado (Valle et al., 2022).

2.6.1.7.7. Fermentación

La fermentación debe ser producida hasta que la medida inicial de grados Brix descienda hasta 12°. Durante este proceso, se debe tomar medidas del nivel de pH y grados Brix cada 24 horas

2.6.1.8. Panela

La panela como se conoce en Ecuador es un producto natural que se obtiene por la cristalización de los azúcares, como resultado de la evaporación del agua y concentración del jugo extraído de la caña de azúcar. Las denominaciones que tiene este producto en el mundo varían acorde con el país productor, en Ecuador y Colombia se denomina para fines comerciales como panela, en Perú y Chile como chancana, en México y Costa Rica como piloncillo, en Venezuela y algunos países centroamericanos como papelón, en Cuba, Brasil y Bolivia como raspadura (Luna et al., 2023).

2.6.1.9. Azúcar

El azúcar es un elemento que se caracteriza por su sabor dulce, se disuelve en agua y es de color blanco. Este tipo de sustancia forma parte de los hidratos de carbono. Según (Pérez Porto & Gardey) “El azúcar aporta calorías que se califican como vacías, ya que no tienen minerales o

vitaminas. Sin embargo, es un ingrediente muy utilizado como endulzante para realzar el sabor de las preparaciones.” (2023)

2.6.1.10. Levaduras

La levadura es un microorganismo unicelular que pertenece al reino de los hongos. A diferencia de los mohos, que forman estructuras multicelulares, las levaduras están compuestas por una sola célula, lo que les permite multiplicarse rápidamente en ambientes adecuados. Son capaces de alimentarse de azúcares presentes en diversos medios (como frutas, cereales o jugos) y, mediante el proceso de fermentación, transformarlos en alcohol, dióxido de carbono (CO₂) y otros compuestos secundarios que aportan aroma y sabor (Burini et al., 2021).

2.6.1.10.1. Levadura Fermivin

La levadura Fermivin es el agente principal de fermentación alcohólica en bebidas fermentadas, por su capacidad de fermentar azúcares simples en etanol y dióxido de carbono, además de influir en aspectos como aroma, sabor y composición química del producto final. Las levaduras de este género son seleccionadas y adaptadas para soportar estrés enológico como altas concentraciones de azúcar, pH bajo, temperaturas variables y presencia de compuestos inhibitorios, lo que las hace ideales para fermentaciones industriales controladas con cultivos starters. (Guindal, A. M. 2024).

Tabla 6. Descripción de levadura fermivin

Aspecto	
Tipo de levadura	Levadura seca activa compuesta por <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , utilizada en fermentaciones alcohólicas.
Aporta	Produce etanol, CO ₂ y compuestos aromáticos; mejora el perfil sensorial (sabor y aroma) y contribuye a la estabilidad microbiológica del producto
Sustratos que fermenta	Azúcares simples (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa). No fermenta almidón directamente; requiere hidrólisis previa.
Influencia en harinas	Necesitan procesos previos (gelatinización, germinación o acción enzimática) para liberar azúcares fermentables que permitan una fermentación eficiente
Efecto tecnológico general	Disminuye el pH indirectamente, mejora la digestibilidad, desarrolla compuestos volátiles y contribuye a la conservación mediante producción de etanol y CO ₂ .

Fuente:(Boulton & Quain, 2006; Fermentis.2018; Madigan et al., 2019).

2.6.1.10.2. Levadura Safale K-97

Es un cultivo seco de levadura tipo *Saccharomyces cerevisiae* diseñada para fermentaciones de cerveza estilo ale. Esta levadura se utiliza en la industria cervecera —y también por cerveceros artesanales para fermentar mostos de cerveza en condiciones de alta fermentación, convirtiendo los azúcares fermentables en alcohol (etanol) y dióxido de carbono (CO₂). Su empleo permite lograr una fermentación completa y reproducible, con un perfil de ésteres moderado que contribuye a un carácter aromático floral y frutal equilibrado, ideal para cervezas delicadas como Kölsch, witbier o session ales, así como para cervezas con alta carga de lúpulo sin sabores indeseables. (Fermentis,2018)

Tabla 7. Descripción de levadura Safale K-97

Aspecto	
Tipo de levadura	Levadura seca activa compuesta por <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , cepa tipo ale utilizada en fermentaciones cerveceras.
Aporta	Produce etanol, CO ₂ y compuestos aromáticos (ésteres y alcoholes superiores); genera perfil fermentativo limpio con ligera nota afrutada.
Sustratos que fermenta	Glucosa, fructosa, sacarosa y maltosa; no degrada almidón directamente, requiere hidrólisis previa.
Influencia en harinas	Necesitan gelatinización, germinación o acción enzimática para liberar azúcares fermentables; permite fermentación eficiente cuando hay disponibilidad de maltosa y glucosa.
Efecto tecnológico general	Buena capacidad de atenuación, fermentación estable a temperaturas moderadas (15–25 °C), mejora el perfil sensorial y contribuye a la estabilidad microbiológica mediante producción de etanol y CO ₂ .

Fuente:(Boulton & Quain, 2006; Fermentis,2018)

2.6.2. Marco conceptual

Alérgenos

Sustancias que causan reacciones alérgicas, como las proteínas lácteas (Copa, 2023).

Almidón

Carbohidrato complejo presente en cereales como el maíz; requiere hidrólisis para ser fermentado (Núñez et al., 2022).

Amiláceo

Contiene almidón o se parece a esa sustancia (ASALE & RAE, 2025) (ASALE & RAE, 2025).

Chicha

Bebida fermentada tradicional elaborada a base de maíz u otros cereales (Vargas et al., 2020).

Desamargado

Proceso que elimina compuestos amargos (alcaloides) del chocho para hacerlo comestible (Lara, 2021).

Divieso

Tumor inflamatorio, pequeño, puntiagudo y doloroso, que se forma en el espesor de la dermis y termina por supuración seguida del desprendimiento del llamado clavo (RAE, 2024).

Enfermedad celíaca

Trastorno autoinmune en el cual el consumo de gluten, una proteína presente en el trigo, la cebada y el centeno, desencadena una respuesta inmunitaria que daña el intestino delgado (Daley, 2025).

Funcionalidad

Capacidad de un alimento de aportar beneficios más allá de la nutrición básica (Gonzalvo, 2024).

Fermentación

Proceso biotecnológico que mejora la digestibilidad, valor nutricional y propiedades sensoriales de los alimentos a través de la acción de microorganismos (Siddiqui et al., 2023).

Germoplasma

Es el conjunto de genes que se transmite en la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras (ASALE & RAE, 2025).

Homeostático

Relacionado con la homeostasis, que es un estado de equilibrio entre todos los sistemas del cuerpo. La homeostasis es necesaria para que el cuerpo funcione correctamente (Vargas, 2023).

Índice glucémico

Es una medida que indica la rapidez con la que un alimento que contiene carbohidratos eleva el nivel de azúcar en la sangre después de comerlo (Perdomo, 2025).

Monoicas

Que tiene separadas las flores de cada sexo, pero en un mismo pie. andrógino (ASALE & RAE, 2025).

Nervaduras

Es un sistema de canales (llamados nervios) que conducen sustancias dentro de la hoja y brindan soporte a los tejidos que la conforman (Laguna et al., 2021).

Pixidio

Tipo de fruto sincárpico con dehiscencia transversal (*Eschweilera coriacea*) (Super User, 2021).

Probióticos

Microorganismos vivos que, consumidos en cantidades adecuadas, proporcionan beneficios para la salud intestinal (Pacheco et al., 2023).

Pseudocereal

Planta que se consume como cereal pero que no pertenece a la familia de las gramíneas, como el amaranto o la quinua (Upasana & Yadav, 2022).

Saponinas

Compuestos que dan sabor amargo y tener efecto anti nutricional, presentes en algunos pseudocereales como la quinua (Melini, 2021)

Turgentes

De consistencia suave pero sólida y firme (Biggers, 2021).

2.7. Metodología del proceso de investigación

2.7.1. Tipos de investigación

2.7.1.1. Investigación Bibliográfica

Para la investigación se utilizará diferentes tipos de artículos, sitios web y documentos con el objetivo de sustentar teóricamente sobre la elaboración de bebidas vegetales fermentadas utilizando un cereal (maíz), una leguminosa (chocho) y un pseudocereal (amaranto), y cómo afectan los tipos de levadura en aquellas características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Además, una vez obtenida la bebida vegetal fermentada comparar los resultados obtenidos con trabajos realizados con anterioridad por autores, el cual consiste en la revisión, búsqueda, recopilación, valoración e información bibliográfica existente con respecto al tema de estudio (Salas, 2019).

Este tipo de investigación se utilizará para la sustentación teórica a través de la revisión de libros, artículos científicos recientes, tesis, informes técnicos y otras fuentes que basen su información en el desarrollo de bebidas vegetales fermentadas cuya información sea relevante para sustentar cada proceso a realizar. La investigación bibliográfica también permitirá conocer de otros antecedentes similares los métodos que se hayan considerado adecuados para la elaboración, que permitirá criterios técnicos y científicos mismo que facilitará la comparación de los resultados y fortalecer la validez del proyecto basado en las evidencias.

La investigación bibliográfica ayudará a comprobar mediante el experimento y a través de pruebas directas el comportamiento de las materias primas utilizadas en el desarrollo de la bebida vegetal fermentada con los procesos fermentativos.

2.7.1.2. Investigación Experimental

Este tipo de investigación consiste en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas (Arias, 2021).

Además, ayudará a determinar qué tratamiento fue el mejor para obtener un producto innovador dentro del mercado, a través de la manipulación de una variable experimental en condiciones controladas, teniendo como fin describir de qué modo se produce un acontecimiento particular.

Este tipo de investigación permitirá realizar diferentes formulaciones con el porcentaje de materias primas, los tipos de levaduras y el tipo de endulzante que se van a utilizar en las diferentes combinaciones de los tratamientos y donde se elegirá al mejor tratamiento para su posterior evaluación.

2.7.1.3. Investigación Descriptiva

Para este tipo de investigación se empleará en la metodología de la investigación, la cual describe de forma detallada el proceso de formulación de la bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto, la cual detalla aquellas características consideradas las más importantes dentro del proceso de estudio, enfocado en el origen y desarrollo. Aquí el objetivo será describir un problema en diferentes circunstancias, detallando cómo se manifiesta la misma (Vega, 2020).

Este tipo de investigación trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Esta puede incluir los siguientes tipos de estudios: Encuestas, Casos, Exploratorios, Causales, De Desarrollo, Predictivos, De Conjuntos, De Correlación y dentro de la investigación se utilizará para describir aquellos aspectos a evaluar, tales como el color, olor, sabor, textura y apariencia, así como, aquellos atributos que presente la bebida vegetal fermentada y así poder documentar cada proceso durante el desarrollo de la bebida y de esta manera poder caracterizar un perfil nutricional al mejor tratamiento.

2.7.1.4. Investigación Aplicada

Este tipo de investigación guarda íntima relación con la investigación de tipo básica, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar (Castro & Lazarte, 2021).

Este tipo de investigación aplicada permitirá llevar los conocimientos teóricos a un contexto real, lo que significaría la materialización del proyecto para el desarrollo de la bebida vegetal fermentada. Además, esta investigación se enfocará en diseñar una bebida vegetal fermentada enfocada a personas con dietas vegetarianas utilizando ingredientes tradicionales a un bajo costo y un elevado valor nutricional.

2.7.2. Métodos de investigación

2.7.2.1. Método inductivo

El método inductivo es más utilizado al momento de obtener conclusiones generales a partir de observaciones en particular, mismo que parte de un conjunto de observaciones o datos específicos para llegar a una conclusión general a través de la identificación de patrones en los datos. Por lo tanto, el método inductivo está basado en la generalización a partir de lo particular (Narváez, 2024).

El método inductivo se utilizará para justificar problemas mediante el análisis y discusión de resultados.

2.7.2.2. Método deductivo

El método deductivo está asociado a los métodos de investigación cuantitativa, como la deducción, la objetividad, estimación numérica y la interferencia estadística y suele estar orientada a los resultados.

Un método deductivo parte de una hipótesis, mientras el método inductivo realiza una serie de preguntas de investigación para centrarse en el área de estudio. Mientras en el deductivo toda la atención suele centrarse en la causalidad (Narváez, 2024).

Al igual que en el método inductivo este método se utilizará dentro del análisis, interpretación y discusión de los resultados.

2.7.3. Técnicas e instrumentos de investigación

Las técnicas de investigación son un conjunto de herramientas, procedimientos e instrumentos utilizados para obtener información y un posterior conocimiento, algunas técnicas utilizadas son:

2.7.3.1. Observación

Esta técnica se basa en la observación del proceso de elaboración del producto, los cambios físicos que se vayan presentando a lo largo de la elaboración y la reacción de los consumidores al momento de la degustación. La observación se suele aplicar en las diversas etapas del proceso de investigación, que va desde la formulación del problema hasta la verificación de la hipótesis o la elaboración de las conclusiones. A medida que avanza la investigación, se van adaptando medios de observación más precisos (Gayubas, 2019).

2.7.3.2. Ficha de escala hedónica.

La escala más utilizada es la escala hedónica y existen desde 3 puntos, 9 puntos y desde 11 puntos, desde su invención en 1940 ha sido ampliamente utilizada en la evaluación de diversos productos, es la prueba más recomendada para la mayoría de los proyectos de investigación, su objetivo principal es indicar si existen diferencias entre los niveles de aceptación de los consumidores. Las pruebas son realizadas exclusivamente a consumidores y no a evaluadores entrenados (López, 2022).

A los panelistas se les solicita evaluar las muestras de los productos, señalando cual es el nivel de agrado de cada muestra, marcando cada una de las categorías que tienen términos como “me gusta mucho” hasta “me disgusta mucho”, son presentadas numérica o textualmente. Las muestras se codifican con números y letras aleatorias (López, 2022).

2.7.3.3. Evaluación sensorial

Es una metodología que evalúa cómo reaccionan las personas a diferentes estímulos que se encuentran en alimentos. Factores como color, olor, sabor, por ejemplo, se modifican la manera

en la que se detectan otras características sensoriales, como el olor o el sabor. (Severiano P, 2021).

2.7.4. Metodología para el desarrollo del estudio.

2.7.4.1. Metodología para los análisis físicos y químicos.

2.7.4.1.1. Determinación de pH

La determinación de pH se realizó para tener un rango que asegure su calidad, se utilizó el procedimiento reportado en la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO 1842, 2013).

Procedimiento:

1. Antes de iniciar se calibra el potenciómetro con agua destilada. Instrumento.
2. Este procedimiento se realizó por duplicado.
3. Se colocó 15 ml de muestra en un vaso de precipitación.
4. Se sumergió el potenciómetro directamente en la muestra y se dejó reposar hasta que se estabilice el indicador de pH.
5. Se registró la lectura de pH de la muestra.

2.7.4.1.2. Determinación de acidez titulable

La determinación de acidez titulable se realizó para que la bebida entre en los estándares normativos del procedimiento establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 318).

Procedimiento:

1. Se sacó 25 ml de muestra.
2. Se colocó los 25 ml de muestra en 225 ml de agua destilada
3. Se procedió a sacar 25 ml de solución
4. Añadir rápidamente de 10 a 50 ml de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, agitando.
5. Registrar el valor obtenido.

2.7.4.1.3. Determinación de sólidos solubles (° Brix).

1. En la determinación de sólidos solubles se utilizó el procedimiento establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 380).
2. Procedimiento
3. Se utilizó el Refractómetro.
4. Antes de iniciar con la medición, el refractómetro debe ser calibrado utilizando agua destilada como patrón.
5. Se colocan unas dos o tres gotas sobre el prisma del refractómetro
6. Por último, se toma lectura.

2.7.5. Metodología de elaboración de la bebida fermentada a base maíz, chocho y amaranto

2.7.5.1. Materias primas y materiales

Materias primas

- Chocho
- Maíz germinado
- Amaranto
- Azúcar blanca
- Panela
- Canela

Levaduras

- Fermivin
- Safale K-97

Materiales

- Ollas
- Cernidor
- Cocina
- Fósforo
- Recipiente de acero

- Cucharas
- Tela manto de cielo
- Cucharones
- Botellas plásticas 500 ml
- Bandejas

Equipos

- Refractómetro
- pH-metro
- Balanza digital
- Acidímetro 0-100 Gerber
- Deshidratador

Reactivos

- Fenolftaleína
- Agua destilada
- Solución de hidróxido de sodio al 0,1 N

2.7.5.2. Formulación de la bebida vegetal fermentada

Tabla 8. Formulación de la bebida vegetal fermentada a distintas concentraciones de harina de maíz, chocho y amaranto.

Materiales	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Harina de maíz germinado	180	5,11	180	5,11	180	5,11	180	5,11	210	5,99	210	5,99
Harina de chocho	30	0,85	30	0,85	30	0,85	30	0,85	30	0,85	30	0,85
Harina de amaranto	90	2,56	90	2,56	90	2,56	90	2,56	60	1,70	60	1,70
Panela	160	4,57	-	0	160	4,57	-	0	160	4,57	-	0
Azúcar Blanca	-	0	160	4,57	-	0	160	4,57	-	0	160	4,57
Safale K-79	0,5	0,014	0,5	0,014	-	0	-	0	0,5	0,014	0,5	0,014
Fermivin	-	0	-	0	0,5	0,014	0,5	0,014	-	0	-	0
Canela	40	1,14	40	1,14	40	1,14	40	1,14	40	1,14	40	1,14
Agua	3000	85,756	3000	85,756	3000	85,756	3000	85,756	3000	85,756	3000	85,756
TOTAL	3500,5	100%	3500,5	100%	3500,5	100%	3500,5	100%	3500,5	100%	3500,5	100%

Materiales	T7		T8		T9		T10		T11		T12	
	g	%	g	%	G	%	g	%	g	%	g	%
Harina de maíz germinado	210	5,99	210	5,99	240	6,85	240	6,85	240	6,85	240	6,85
Harina de chocho	30	0,85	30	0,85	30	0,85	30	0,85	30	0,85	30	0,85
Harina de amaranto	60	1,70	60	1,70	30	0,85	30	0,85	30	0,85	30	0,85
Panela	160	4,57	-	0	160	4,57	-	0	160	4,57	-	0
Azúcar Blanca	-	0	160	4,57	-	0	160	4,57	-	0	160	4,57
Safale K-79	-	0	-	0	0,5	0,014	0,5	0,014	-	0	-	0
Fermivin	0,5	0,014	0,5	0,014	-	0	-	0	0,5	0,014	0,5	0,014
Canela	40	1,14	40	1,14	40	1,14	40	1,14	40	1,14	40	1,14
Agua	3000	85,756	3000	85,756	3000	85,756	3000	85,756	3000	85,756	3000	85,756
TOTAL	3500,5	100%	3500,5	100%	3500,5	100%	3500,5	100%	3500,5	100%	3500,5	100%

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.6. Elaboración de la bebida vegetal fermentada a base de maíz (*Zea mays*), chocho (*lupinus mutabilis*) y amaranto (*Amaranthus*).

2.7.7. Preparación de Materias Primas

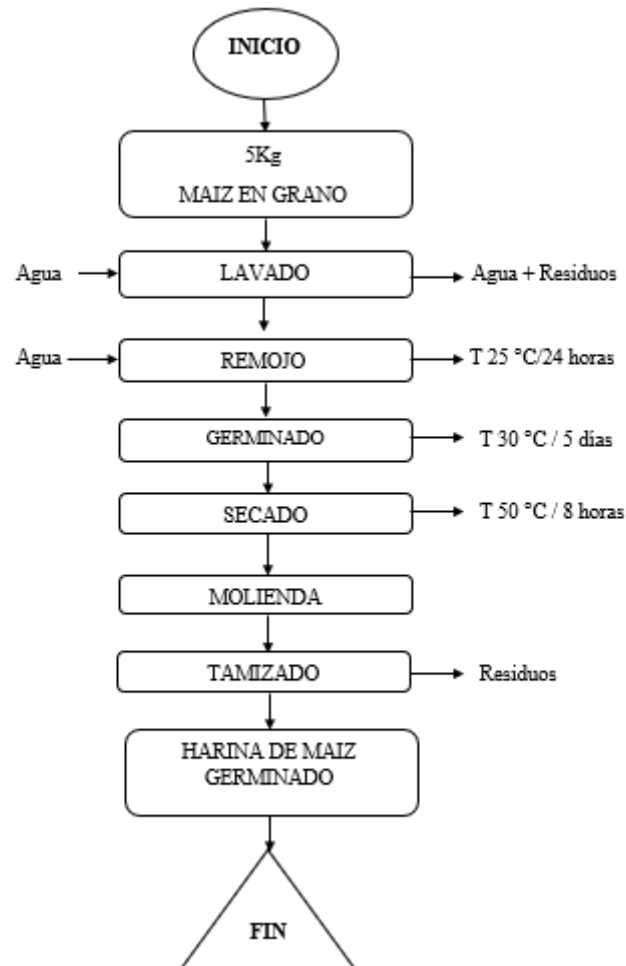
2.7.7.1. Proceso de germinación en maíz

La germinación no es más que la reanudación de la actividad enzimática bajo condiciones favorables de humedad y temperatura, lo cual promueve una aceleración en la división y elongación celular hasta que finalmente emerge el embrión a través de la cubierta de la semilla de maíz. El proceso de germinación se desencadena como consecuencia de la absorción de agua a través de la cubierta de la semilla, a dicha etapa se le da el nombre de imbibición, durante la cual la semilla absorbe un 30 % de su peso seco en agua antes de comenzar a germinar. Una absorción menor a la indicada puede ocasionar que se detenga o retrase el proceso germinativo a causa de un secado rápido de la zona en donde se encuentra la semilla (De la Cuadra, 2024).

Los indicadores visuales de la germinación son:

- Tarda de 2 a 3 días en lugares cálidos y con una adecuada humedad, pero puede también tardar hasta una o dos semanas cuando se tienen suelos secos y/o más frescos (<10 °C).
- Puede ocurrir en uno o varios días dependiendo de la temperatura del suelo, esta estructura vegetal rígida es la encargada de abrir paso a través del suelo para la emergencia de la planta, en virtud de la elongación del meso cotilo.
- Cuando las condiciones de temperatura (32 a 35 °C) y humedad son adecuadas, las tres estructuras emergen casi el mismo día.

Figura 1. Diagrama de flujo, obtención de harina de maíz germinado



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.7.7.2. Obtención de la harina de chocho

Selección y limpieza: Se quita cualquier impureza, piedras, granos dañados, etc.

Remojo: 12 h en agua a temperatura ambiente haciendo una relación de 1:3(grano/agua)

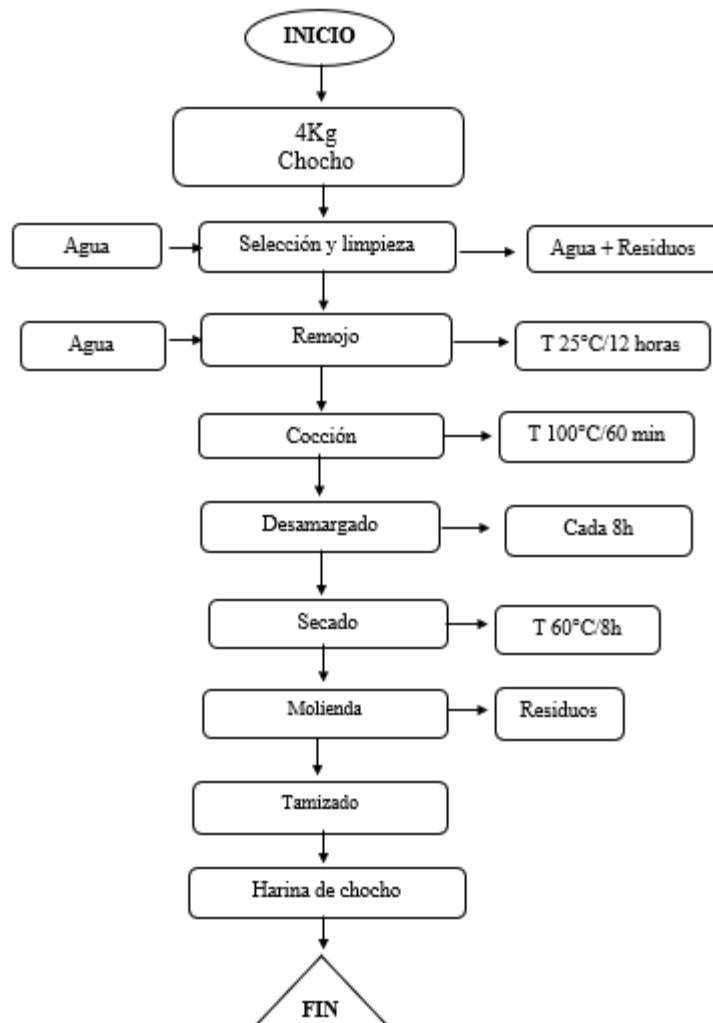
Cocción: Realizar la cocción en temperaturas de hasta 100°C por 45-60 Min.

Desamargado: Lavar los granos, cambiar de agua cada 6-8h, hasta que el agua salga sin sabor amargo

Secado y Molienda: Secar en deshidratador a 60°, una vez deshidratado moler los granos secos en molino.

Tamizado: Tamizado en malla N° 60 o 80, hasta obtener una harina homogénea.

Figura 2. Diagrama de flujo, obtención de harina de chocho.



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.7.3. Obtención de la harina de amaranto

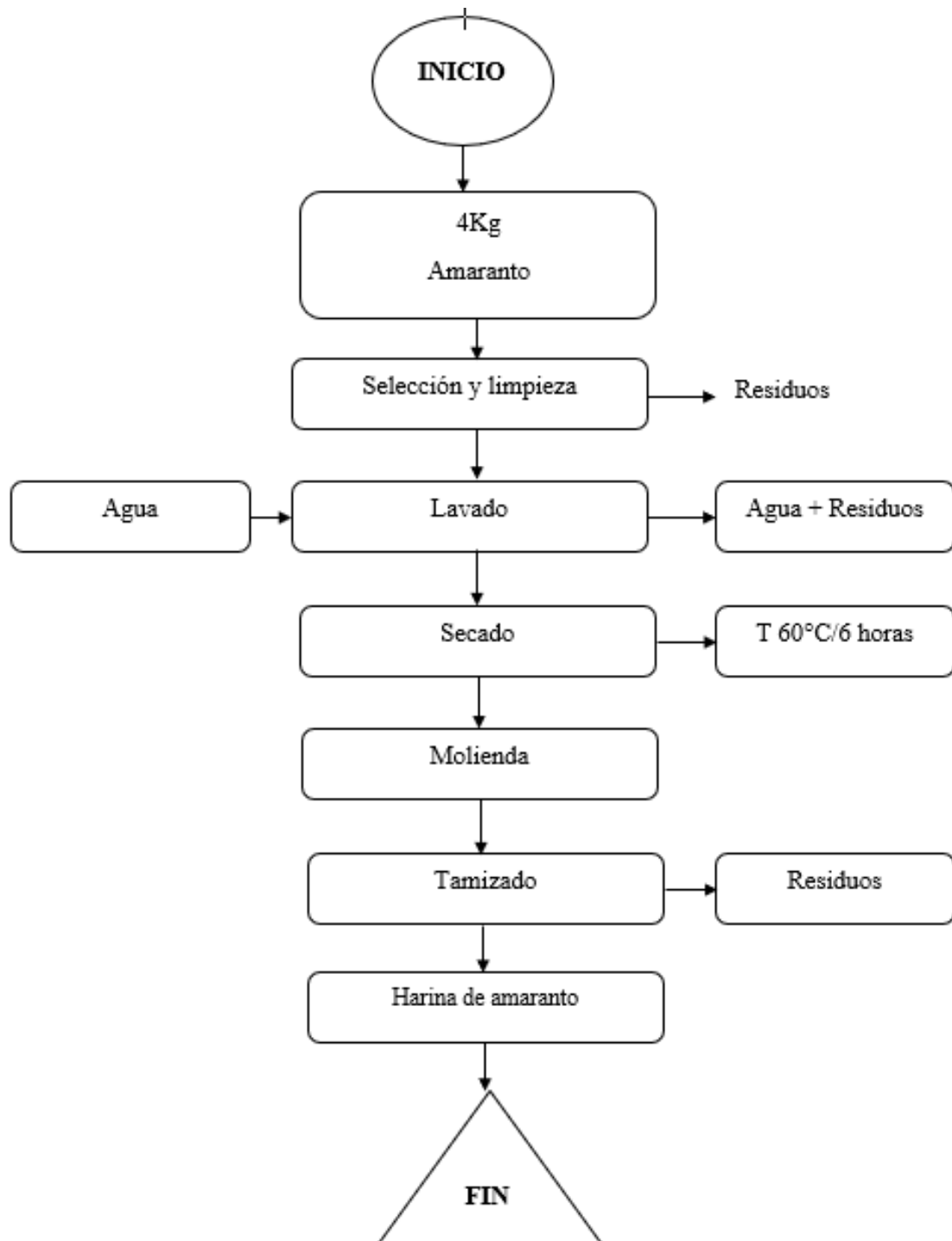
Selección y limpieza: Seleccionar las materias primas en buen estado, verificar que no haya granos podridos, piedras, etc.

Lavado: Lavar los granos con abundante agua luego dejar escurrir el agua.

Secado: Deshidratar a una temperatura de 60° C, durante 6 horas para reducir su humedad.

Molienda: Una vez deshidratado moler los granos.

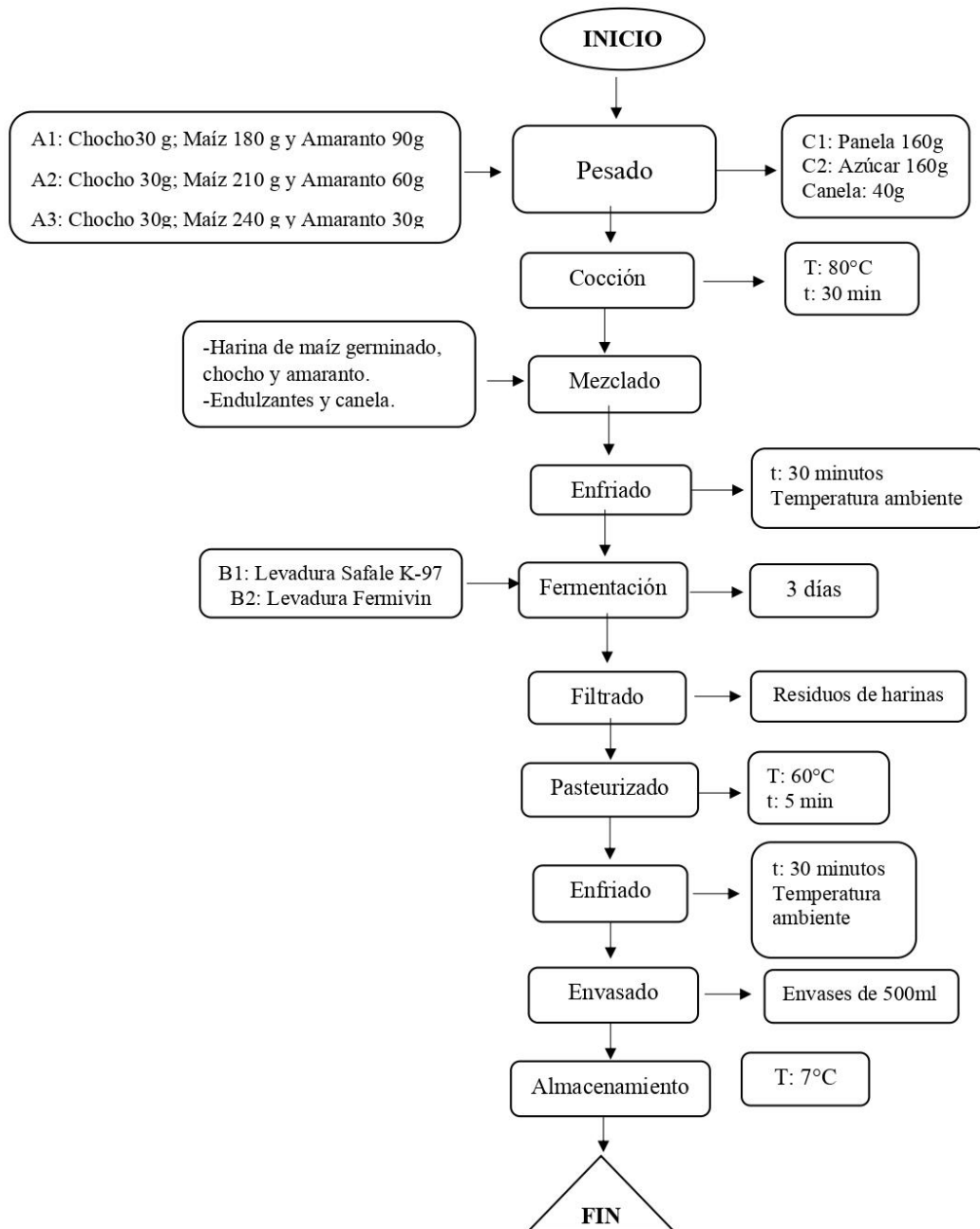
Tamizado: En malla N° 60 o 80, hasta obtener una harina homogénea.

Figura 3. Diagrama de flujo, obtención de harina de amaranto.

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.5.1. Diagrama del proceso

Figura 4. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida vegetal fermentada



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.8. Metodología de la elaboración de la bebida vegetal fermentada a base de maíz (*Zea mays*), chocho (*lupinus mutabilis*) y amaranto (*Amaranthus*).

2.7.8.1. Recepción de la materia prima

En esta primera etapa, se comenzó con la adquisición de cada una de las materias primas, levaduras y materiales que fueron utilizadas para cada proceso en las mejores condiciones como los granos de maíz para su posterior proceso de germinación, los granos de chocho seco, los granos de amaranto, levaduras (Fermivin y Safale K-97), endulzantes y especias que se ocuparon durante el proceso de elaboración de la bebida vegetal fermentada.

Figura 5. Recepción de materias primas



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.8.2. Selección

Una vez obtenido los granos de maíz, chocho y amaranto se realizó una selección y descarte de aquellas impurezas, granos que presenten deformidades en su estructura, otros cereales, insectos, hongos, granos deteriorados por la temperatura o humedad y materias inertes que puedan existir en cada materia prima.

Figura 6. Recepción de materias primas



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.7.8.3. Germinación

Para el proceso de germinado del maíz primero se hidrato por 12 horas y se colocó en bandejas por un tiempo estimado de cinco días a una temperatura de 20 °C evitando la entrada de luz y manteniendo un ambiente húmedo para lograr una germinación homogénea. Una vez germinado el maíz se procedió a aplicar otra selección rápida de aquellos granos que no hayan germinado.

Figura 7. Germinación



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.8.4. Secado

Antes de llegar a esta parte del proceso se debe tener preparados los granos de chocho desamargados y sin cáscara. Teniendo las materias primas principales listas para el proceso de secado se colocaron en bandejas y se colocaron en el deshidratador por un tiempo de ocho horas a una temperatura de 60° C.

Figura 8. Secado/Deshidratación



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.7.8.5. Molienda

Luego de concluido el proceso de secado, se dejó enfriar a temperatura ambiente y se colocó en envases sellados para ser molidos y obtener un polvo fino que será tamizado y de esta forma obtener la harina de cada una de las materias primas.

Figura 9. Molienda



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.7.8.6. Pesado

En esta parte del proceso se procedió al pesaje de cada uno de los ingredientes en relación con las cantidades sugeridas en la *tabla 6* apoyándonos de la balanza digital. **Materias primas** (harina de maíz germinado, harina de chocho y harina de amaranto). **Endulzantes** (azúcar blanca y panela). **Especia** (canela). **Levaduras** (Fermivin y Safale K-97).

Figura 10. Pesado de ingredientes



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.7.8.7. Cocción

Terminado el proceso de pesado, se procedió a colocar las harinas en ollas para hidratarlas con un litro de agua por un lapso de 15 minutos, pasado el tiempo se agregó el faltante de agua y se llevó a cocción a una temperatura estable de 80° C por 30 minutos.

Figura 11. Cocción



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.8.8. Mezclado

Cuando la cocción de las harinas llega a 80° C se procedió a colocar los diferentes tipos de endulzante (azúcar blanca o panela) y la canela en cada olla mezclando de manera uniforme para homogeneizar todos los ingredientes.

Figura 12. Mezclado



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.8.9. Enfriado

Culminado los 30 minutos de cocción se dejó enfriar a temperatura ambiente (22°C), por un lapso de 30 minutos.

Figura 13. Enfriado

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.7.8.10. Preparación de levaduras

Para dar inicio al proceso de fermentación, se necesita calentar agua a una temperatura de 35 ° C, que es la adecuada para rehidratar las levaduras sin llegar a causar un daño celular, seguido de esto se debe pesar cada levadura; para realizar la activación se agrega azúcar para acondicionarla al medio de fermentación, mezclar suavemente por dos minutos y dejar en reposo absoluto por un tiempo entre 10 a 15 minutos hasta notar una activación adecuada de las levaduras.

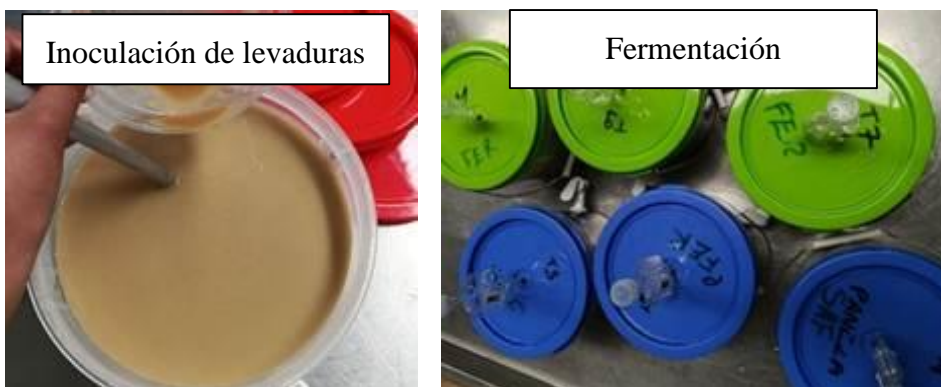
Figura 14. Preparación de levaduras

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.7.8.11. Fermentación

Obtenido el mosto para la bebida vegetal fermentada se procedió a inocular las levaduras (Fermivin y Safale K-97), por 15 minutos y luego colocar en los fermentadores de capacidad de 4 L para que las levaduras actúen por 3 días.

Figura 15. Fermentación



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.8.12. Filtrado

Pasado los tres días de fermentación y obtenida ya la bebida vegetal fermentada se procedió a realizar el proceso de filtrado con la ayuda de una tela manto de cielo para obtener una bebida libre de residuos.

Figura 16. Filtrado



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.8.13. Pasteurizado

Después de filtrar la bebida se aplicó un proceso de pasteurización el cual consistió en elevar la temperatura de la bebida hasta los 60° C por cinco minutos, y posterior a ello se colocó en agua

fría para disminuir la temperatura de forma brusca aplicando un shock térmico que asegure la vida útil del producto.

Figura 17. Pasteurización



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.7.8.14. Enfriado

Una vez pasteurizada la bebida se dejó enfriar por 30 minutos a temperatura ambiente para continuar con el siguiente proceso.

Figura 18. Enfriado



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.7.8.15. Envasado

Dentro del proceso de envasado lo principal que se debe realizar es la esterilización de los envases, luego de ello se deberá llenar cada envase al máximo de su capacidad (500 ml), etiquetándolas con el número de tratamiento tipo de endulzante y levadura utilizada para evitar confusiones.

Figura 19. Envasado



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.7.8.16. Almacenamiento

Como parte final del proceso de elaboración de la bebida vegetal fermentada, aquellos envases que contengan el producto final serán almacenados a una temperatura de 7° C teniendo un tiempo máximo de consumo de 20 días desde el día de su envasado.

Figura 20. Almacenamiento



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.8. Hipótesis.

2.8.1. Hipótesis Nula (Ho)

La proporción de los tipos de harina, el tipo de levadura y el tipo de endulzante no presenta diferencias significativas en las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida vegetal fermentada formulada con chocho, maíz y amaranto.

2.8.2. Hipótesis alterna (Ha)

La proporción de los tipos de harina, el tipo de levadura y el tipo de endulzante si presenta diferencias significativas en las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida vegetal fermentada formulada con harina de maíz, chocho y amaranto.

2.9. Diseño Experimental

El diseño experimental constituye una herramienta estadística que permite determinar y medir la relación causa-efecto en investigaciones experimentales. En este tipo de diseño, una o varias variables independientes son modificadas de manera intencional con el fin de evaluar su influencia sobre una variable respuesta, lo que posibilita identificar el tratamiento más adecuado para el estudio. Para la investigación se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de A*B* C.

2.9.1. Factores de estudio

2.9.2. Variables independientes (factores):

Factor A: Porcentaje de harinas (chocho, maíz, amaranto)

- A1: 10 por ciento de chocho / 60 por ciento de maíz / 30 por ciento de amaranto
- A2: 10 por ciento me chocho / 70 por ciento de maíz / 20 por ciento de amaranto
- A3: 10 por ciento de chocho / 80 por ciento de maíz / 10 por ciento de amaranto

Factor B: Tipo de levadura fermentadora

- Levadura Fermivin
- Levadura Safale K-97

Factor C: Tipo de endulzante

- Panela
- Azúcar

2.9.3. Tratamientos

Para el diseño factorial propuesto (3x2x2)

Número total de tratamientos: 3 formulaciones (Harina de maíz germinado + harina de chocho y harina de amaranto) × 2 tipos de levaduras × 2 tipos de endulzantes = 12 tratamientos

- Cada tratamiento con 2 repeticiones → 24 muestras en total

En la tabla 7 se presenta las combinaciones del Diseño Experimental con arreglo Factorial de A x B x C, donde se evaluarán las características organolépticas mediante un análisis sensorial por medio de un diseño experimental DBCA (diseño de bloques completamente al azar) con arreglo factorial de (A*B*C) con dos repeticiones. Donde se toma en cuenta el factor A: Porcentaje de ingredientes, B: tipo de levadura fermentadora y factor C: tipo de endulzante.

2.9.4. Combinaciones del DBCA

Tabla 9. Combinaciones del DBCA

Combinaciones del Diseño Factorial con arreglo de A x B x C				
FACTOR A Formulaciones	FACTOR B (Levaduras)	FACTOR C (Endulzantes)	COMBINACIÓN (Tratamientos)	REPETICIONES
A1: 10% Chocho 60 % Maíz 30% Amaranto	B1: Levadura Safale K.-97	C1: Panela	T1: a1b1c1 T2: a1b1c2 T3: a1b2c1 T4: a1b2c2	2 repeticiones
A2: 10% Chocho 70 % Maíz 20% Amaranto	B2: Levadura Fermivin	C2: Azúcar	T5: a2b1c1 T6: a2b1c2 T7: a2b2c1 T8: a2b2c2	
A3: 10% Chocho 80% Maíz 10% Amaranto			T9: a3b1c1 T10: a3b1c2 T11: a3b2c1 T12: a3b2c2	

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho, 2025)

2.9.5. Variables e indicadores

Tabla 10. Variables e indicadores

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	
Bebida vegetal fermentada a base de maíz (<i>Zea mays</i>), chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>) y amaranto (<i>Amaranthus</i>).	Harinas <ul style="list-style-type: none"> ● Maíz germinado ● Chocho ● Amaranto 	Características fisicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> ● Sólidos solubles (°Brix) ● pH ● Acidez ● densidad ● % alcohol
	Endulzantes <ul style="list-style-type: none"> ● Panela ● Azúcar Levadura <ul style="list-style-type: none"> ● Safale K.-97 ● Fermivin 	Análisis sensorial	<ul style="list-style-type: none"> ● Olor ● Color ● Sabor ● Apariencia ● Aceptabilidad

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

2.9.6. Matriz experimental

Tabla 11. Matriz experimental del estudio

Réplica	Tratamientos	Descripción
I	II	T1: a1b1c1 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) + 28% Panela + Safale K-97
		T2: a1b1c2 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Azúcar + Safale K-97
		T3: a1b2c1 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Panela + Fermivin
		T4: a1b2c2 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Azúcar + Fermivin
		T5: a2b1c1 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Panela + Safale K-97
		T6: a2b1c2 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Azúcar + Safale K-97
		T7: a2b2c1 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Panela + Fermivin
		T8: a2b2c2 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Azúcar + Fermivin
		T9: a3b1c1 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) + 28% Panela + Safale K-97
		T10: a3b1c2 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Azúcar + Safale K-97
		T11: a3b2c1 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Panela + Fermivin
		T12: a3b2c2 70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28% Azúcar + Fermivin

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

2.10. Análisis y discusión de los resultados

2.10.1. Análisis proximal de las materias primas

El análisis proximal de alimentos es un método de análisis bromatológico, ciencia que estudia los alimentos y cómo se componen, que se encarga de determinar los valores de los macronutrientes en los alimentos. A través de una combinación de diversos métodos y técnicas, se determinan cantidades de grasa, proteína, carbohidratos, humedad, residuos inorgánicos, entre otros (Hidrolab, 2021).

En las diferentes tablas se encuentran los resultados obtenidos del análisis proximal realizados a las materias primas utilizadas (harina de maíz germinado, harina de chocho y harina de amaranto).

2.10.2. Análisis proximal de la harina de maíz germinado.

Tabla 12. Resultados del análisis proximal de la harina de maíz germinado.

Descripción de la muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Carbohidratos (%)	pH
Harina de maíz germinado	5,50	1,74	5,64	9,82	2,73	80,07	6,06
Harina de chocho	3,49	1,45	19,11	46,79	3,86	28,78	5,67
Harina de amaranto	7,49	1,75	6,98	13,51	3,65	74,10	6,76

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025). **Fuente:** (LSAIA/DNC/EESC, 2025).

En la tabla 12 se observa los resultados obtenidos del análisis proximal realizado a la harina de maíz germinado, donde el parámetro con mayor porcentaje son los carbohidratos con 80,07 %. En el estudio de (Guzmán et al., 2025), indica que el porcentaje total de carbohidratos que puede existir en la harina de maíz es de 83%, indicando que el resultado obtenido en el análisis se encuentra dentro del rango de aceptación. En cuanto al porcentaje de proteína que se encuentra en la harina de maíz germinado es de 9,82%. Según el (CODEX, 2023) el porcentaje mínimo de proteína que debe presentar la harina de maíz es de 8 %, lo que indica que el estudio el valor cumple y supera el valor mínimo establecido por la normativa lo que la hace apta para consumo humano desde el punto de vista proteico. Para el análisis proximal de humedad se observa que

posee 5,50 %. De acuerdo con (Guamán, 2023), el porcentaje de humedad para la harina de maíz debe ser de 13 % por lo que el resultado obtenido está por debajo del límite permitido. Según la NTE INEN 2051:2013 (Cereales y leguminosas, maíz molido, sémola, harina, gritz), el porcentaje de humedad registrado se encuentra dentro de los valores de humedad recomendados

El valor de pH de la harina de maíz germinado indicó un 6,06 %. Según (Olaechea & Chaparro, 2020), en su estudio indican que el valor mínimo de pH debe ser de 5 % llegando hasta un máximo de 6,19 %.

El porcentaje de cenizas obtenido en la harina de maíz germinado es de 1,74 %, valor que se encuentra por debajo del valor obtenido por (Rozo et al., 2023) que fue de 1,94 %, en su estudio sobre la determinación de cenizas en dos tipos de harinas de maíz. Mientras que la norma Codex para harina y sémola de maíz sin germen establece un porcentaje máximo de 1%.

En la tabla 12 se observa los resultados obtenidos del análisis proximal realizado a la harina de chocho, donde se destaca la proteína con un 46,79 %, siendo el parámetro de mayor proporción en la composición proximal. En cuanto a la determinación del porcentaje de grasa obtenido refleja un 19,11 %. Según (Vegas et al., 2023) en su estudio sobre las propiedades funcionales de harina de chocho muestra valores de grasa de 22,31 %, lo que indica que los valores obtenidos en los análisis proximales se encuentran dentro del rango de verificación. Para el análisis de fibra presente en la harina de chocho según (INIAP, 2005) indica un valor de 10,27 %, y de acuerdo al análisis proximal realizado indica un valor de 3,86 %, siendo un porcentaje bajo de fibra debido que el análisis proximal fue realizado al grano de chocho. La cantidad porcentual de humedad en la harina de chocho representa un 3,49 %. Dentro de la norma (NTE INEN-ISO 712, 2020), indica que el porcentaje de humedad máximo en harinas es de 14,5%. La medición del pH en la harina de chocho de nuestra investigación tiene como resultado 5,67 % que indica que es ligeramente ácida.

Dentro de la tabla 12 se detalla los resultados obtenidos del análisis proximal realizado a la harina de amaranto, donde el parámetro con mayor porcentaje son los carbohidratos con 74,10 %. De acuerdo con (Alemán, 2023) en su estudio sobre la evaluación de harina de amaranto de un tipo de variedad indica que dentro de 100 gramos de amaranto existe un valor mínimo de 60 % y máximo de 70 % de carbohidratos.

En cuanto a la proteína el valor obtenido de los análisis es de 13,51 %. El porcentaje de humedad obtenido a través de los análisis proximales muestra un valor de 7,49 %. El contenido de grasa presente en la harina de amaranto de los análisis proximales muestra un valor de 6,98 %. para el análisis de fibra presente en la harina de amaranto y de acuerdo al análisis realizado indica un valor de 3,65%. En cuanto al valor de cenizas el análisis proximal muestra 1,75 %. Todos los porcentajes de los diferentes análisis proximales están orientados y verificados por la norma ecuatoriana (NTE INEN 2646, 2012), la cual indica aquellos requisitos que debe cumplir el grano de amaranto para la comercialización y procesamiento teniendo valores de 14 % de proteína, 12 % de humedad máxima, 7 % máximo de grasa, fibra máxima de 9 % y cenizas de 3 %. comprobando así que dichos valores obtenidos de los análisis proximales realizados a la harina de amaranto se encuentran dentro de los valores permitidos por la normativa.

2.11. Análisis Físicoquímico.

2.11.1. Análisis de varianza de la variable °Brix

Tabla 13. Análisis de varianza ANOVA de la variable °BRIX

Fuente de Variación	de Suma de cuadrados	de Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	12,89	12	1,07	6,46	0,0021
Factor A	0,44	2	0,22	1,33	0,3030
Factor B	2,67	1	2,67	16,04	0,0021
Factor C	0,14	1	0,14	0,81	0,3868
Bloque	0,20	1	0,20	1,21	0,2942
Interacción A*B	9,04	2	4,52	27,20	0,0001
Interacción A*C	0,09	2	0,05	0,27	0,7678
Interacción B*C	0,17	1	0,17	1,00	0,3382
Interacción A*B*C	0,14	2	0,07	0,43	0,6603
Error	1,83	11	0,17		
Total	14,72	23			
C V%	6,26				
\square^2	0,88				

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

En la tabla 13 se expresa los valores del análisis de varianza de la cantidad de sólidos solubles (°Brix) de la bebida vegetal fermentada, donde se expresa el coeficiente de variación de 6,26 % lo cual indica que existe una baja dispersión entre los tratamientos, lo que significa que el 93,74 % de los datos son confiables. Asimismo, el coeficiente de determinación ($R^2=0,88$) demuestra que el 88 % de la variabilidad demuestra un excelente ajuste estadístico.

Respecto a efectos de los factores, se determinó que el factor B influye significativamente en la cantidad de sólidos solubles ($p=0,0021$), y de igual manera la interacción de A*B ($p=0,0001$), lo que indica que el efecto del factor A depende del factor B, por lo que se procede a realizar una prueba de Tukey para determinar las diferencias entre las medias.

2.11.2. Prueba de Tukey °Brix

Tabla 14. Prueba de Tukey para la variable °BRIX

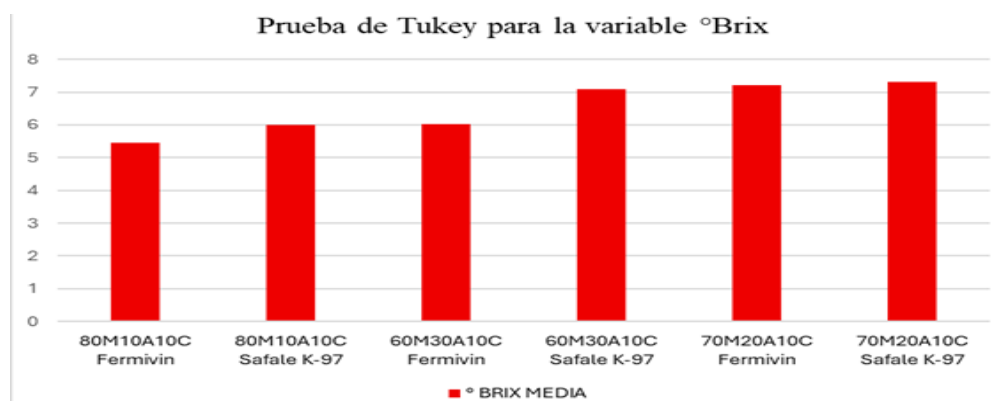
Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
80M10A10C	Fermivin	5,45	4	0,20	A
80M10A10C	Safale K-97	6,00	4	0,20	A
60M30A10C	Fermivin	6,03	4	0,20	A
60M30A10C	Safale K-97	7,08	4	0,20	B
70M20A10C	Fermivin	7,20	4	0,20	B
70M20A10C	Safale K-97	7,30	4	0,20	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

En la tabla 14 se expresa los datos obtenidos de la prueba de Tukey, y se determina que entre la interacción de A*B el promedio más relevante para el atributo analizado es el que presenta una media de 5,45 °Brix atribuido al tratamiento T12 y evidenciando un buen consumo de azúcares por parte de las levaduras. En conclusión, el contenido de sólidos solubles (°Brix) está influenciado por el factor B y la interacción presente con el factor A.

Figura 21. Gráfica de barras para la variable ° Brix



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

Dentro de la figura 21, se muestran los valores de las diferencias entre las medias de ° Brix de los tratamientos evaluados mediante la prueba de Tukey, donde la interacción entre los factores A*B evidencia un descenso significativo de °Brix en función a la concentración de las harinas

y el tipo de levadura utilizado. De acuerdo con la gráfica los tratamientos donde la concentración de harinas es de 80M10A10C presentan una media más baja, lo que indica un consumo de azúcares durante la fermentación.

De acuerdo con Bastidas (2023), en su investigación sobre la elaboración de una bebida a base de maíz como variable para el consumo, indica que el valor máximo permitido en bebidas a base maíz oscila entre 5,50 °Brix, lo que indica que lo realizado en la investigación está dentro de los valores permitidos.

2.11.3. Análisis de varianza de la variable pH

Tabla 15. Análisis de varianza ANOVA de la variable pH

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	5,75	12	0,48	116,10	<0,0001
Factor A	0,33	2	0,16	39,82	<0,0001
Factor B	0,47	1	0,47	113,26	<0,0001
Factor C	0,17	1	0,17	40,78	<0,0001
Bloque	0,01	1	0,01	2,04	0,1806
Interacción A*B	2,80	2	1,40	338,80	<0,0001
Interacción A*C	0,01	2	0,01	1,55	0,2558
Interacción B*C	1,52	1	1,52	366,98	<0,0001
Interacción A*B*C	0,45	2	0,23	54,89	<0,0001
Error	0,05	11	4,1E-03		
Total	5,80	23			
C V%	1,60				
\square^2	0,99				

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

En la tabla 15 se detalla los valores del análisis de varianza del pH, donde el coeficiente de variación fue de 1,60 %, valor que demuestra una alta precisión experimental y medición de pH a la bebida vegetal fermentada. Además, el coeficiente de determinación fue de 0,99 el cual refleja un buen ajuste de los datos estadísticos. En cuanto a los factores A, B y C influyeron significativamente sobre el pH teniendo un valor $p = <0,0001$. Asimismo, las interacciones entre cada factor se mostraron significativas, esto demuestra que el comportamiento del pH está determinado por las interacciones individuales de cada factor y de sus respectivas interacciones, por lo que se procede a realizar la prueba de Tukey sobre las interacciones de A*B*C.

2.11.4. Prueba de Tukey pH

Tabla 16. Prueba de Tukey para la variable pH

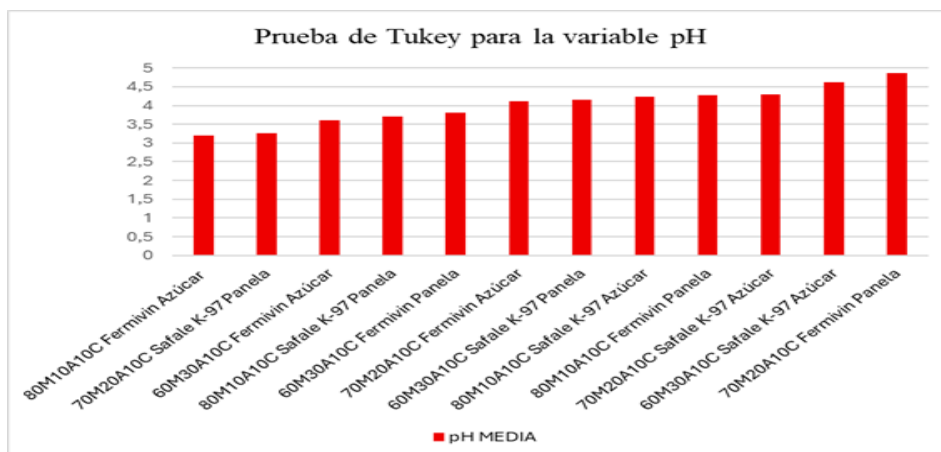
T	Factor A	Factor B	Factor C	Medias	n	E.E.	
t12	80M10A10C	Fermivin	Azúcar	3,19	2	0,05	A
t5	70M20A10C	Safale K-97	Panela	3,26	2	0,05	A
t4	60M30A10C	Fermivin	Azúcar	3,60	2	0,05	B
t9	80M10A10C	Safale K-97	Panela	3,71	2	0,05	B
t3	60M30A10C	Fermivin	Panela	3,80	2	0,05	B
t8	70M20A10C	Fermivin	Azúcar	4,12	2	0,05	C
t1	60M30A10C	Safale K-97	Panela	4,15	2	0,05	C
t10	80M10A10C	Safale K-97	Azúcar	4,23	2	0,05	C
t11	80M10A10C	Fermivin	Panela	4,28	2	0,05	C
t6	70M20A10C	Safale K-97	Azúcar	4,29	2	0,05	C
t2	60M30A10C	Safale K-97	Azúcar	4,62	2	0,05	D
t7	70M20A10C	Fermivin	Panela	4,87	2	0,05	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

En la tabla 16 se muestra la comparación de las medias a través de la prueba de Tukey permitió determinar la diferencia estadística entre cuatro grupos diferentes, dentro del grupo A se encuentran los tratamientos t12 y t5, dentro del grupo B se encuentran los tratamientos t4,t9 y t3, dentro de grupo C se encuentran los tratamientos t8, t1, t10, t11, t6 y dentro del último grupo se encuentran los tratamientos t2 y t7 los, cuales evidencian que las interacciones entre cada factor favorecen al valor del pH, determinando así al t12 como mejor tratamiento en valor de pH de la bebida vegetal fermentada.

Figura 22. Gráfica de barras para la variable pH



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

La figura 22 presenta la comparación de medias de pH entre los tratamientos presentados en la prueba de Tukey, donde se evidencia que el pH depende de la triple interacción entre la concentración de las harinas, el tipo de levadura y el tipo de endulzante. Se puede observar que los tratamientos t12, t5, t4, t9, t3 presentan valores bajos, mientras que los tratamientos t8, t1, t10, t11, t6, t2, t7 presentan valores de pH elevados.

Según Pomasqui (2020), en su estudio sobre parámetros óptimos en la fermentación alcohólica para industrializar la chicha de jora, además indica que el pH óptimo para la chicha de jora es de 3,23 demostrando que la investigación cumple con lo descrito por el autor.

2.11.5. Análisis de varianza de la variable Acidez

Tabla 17. Análisis de varianza ANOVA de la variable ACIDEZ

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	2,1E-03	12	1,8E-04	7,15	0,0013
Factor A	1,3E-03	2	6,6E-04	26,95	0,0001
Factor B	2,2E-04	1	2,2E-04	8,80	0,0128
Factor C	1,3E-05	1	1,3E-05	0,55	0,4739
Bloque	5,4E-05	1	5,4E-05	2,20	0,1661
Interacción A*B	2,7E-05	2	1,3E-05	0,55	0,5920
Interacción A*C	1,1E-04	2	5,4E-05	2,20	0,1571
Interacción B*C	1,2E-04	1	1,2E-04	4,95	0,0480
Interacción A*B*C	2,4E-04	2	1,2E-04	4,95	0,0293
Error	2,7E-04	11	2,5E-05		
Total	2,4E-03	23			
C V%	13,21				
\square^2	0,89				

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

En la tabla 17 se expresa los valores del análisis de varianza de la acidez de la bebida vegetal fermentada donde el coeficiente de variación CV=13,21 % lo cual indica que la dispersión de los datos es relativamente buena entre los tratamientos, lo que significa que solo el 86,79 % de los datos son confiables. Del mismo modo el valor del coeficiente de determinación fue de 0.89, el cual indica que un 89 % de los datos reflejan un buen ajuste estadístico. En las interacciones individuales de cada factor se observa que los factores A y B influyeron significativamente sobre la acidez de la bebida con valores de $p=0,0001$ y $p=0,0128$ respectivamente. En cambio,

las únicas interacciones entre factores que presentaron diferencia significativa fueron la interacción de B*C ($p=0,0480$) y A*B*C ($p=0,0293$), lo que indica que la acidez depende de las interacciones entre factores, por lo que se procede a realizar una comparación de medias a través de la prueba de Tukey.

2.11.6. Prueba de Tukey Acidez

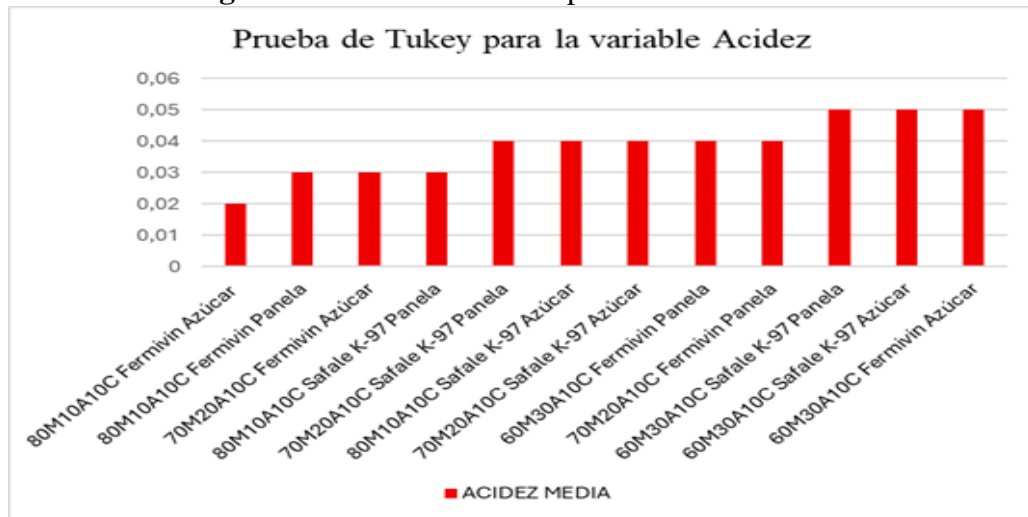
Tabla 18. Prueba de Tukey para la variable ACIDEZ

T	Factor A	Factor B	Factor C	Medias	n	E.E.	
t12	80M10A10C	Fermivin	Azúcar	0,02	2	3,5E-03	A
t11	80M10A10C	Fermivin	Panela	0,03	2	3,5E-03	A
t8	70M20A10C	Fermivin	Azúcar	0,03	2	3,5E-03	A
t9	80M10A10C	Safale K-97	Panela	0,03	2	3,5E-03	A
t5	70M20A10C	Safale K-97	Panela	0,04	2	3,5E-03	A B
t10	80M10A10C	Safale K-97	Azúcar	0,04	2	3,5E-03	A B
t6	70M20A10C	Safale K-97	Azúcar	0,04	2	3,5E-03	A B
t3	60M30A10C	Fermivin	Panela	0,04	2	3,5E-03	A B
t7	70M20A10C	Fermivin	Panela	0,04	2	3,5E-03	A B
t1	60M30A10C	Safale K-97	Panela	0,05	2	3,5E-03	B
t2	60M30A10C	Safale K-97	Azúcar	0,05	2	3,5E-03	B
t4	60M30A10C	Fermivin	Azúcar	0,05	2	3,5E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

En la tabla 18 se muestra la comparación de medias utilizando la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0,05$) para determinar la acidez. Los tratamientos t12, t11, t8 y t9 se encuentran en el grupo con valores de acidez baja, mientras que los tratamientos t1, t2 y t4 presentan valores más altos. En función a la interacción de AxBxC el tratamiento t12 registró un valor menor de acidez de 0,02 considerándolo, así como mejor tratamiento para la variable pH.

Figura 23. Gráfica de barras para la variable acidez

Elaborado por: ((Guaraca y Pachucho; 2025).

La figura 23 de la prueba de Tukey para la variable acidez a través de la comparación de medias muestra que existe una interacción de $A \times B \times C$, entre la concentración de las harinas, el tipo de levadura y el tipo de endulzante, lo cual indica que el comportamiento de la acidez depende la combinación de los tres factores y no del efecto de uno solo. Se observa que los tratamientos t12, t11, t8 y t9 presentan una acidez baja; los tratamientos t5, t10, t6, t3 y t7 se ubican en un nivel de acidez intermedia; y finalmente los tratamientos t1, t2 y t4 presentan los valores más elevados de acidez.

De acuerdo con Tipantiza (2024), en su estudio sobre la caracterización fisicoquímica y sensorial de una bebida mediante un proceso de fermentación alcohólica señala que una acidez de 0,26 es consecuencia de la actividad de microorganismos que resistieron el tratamiento térmico de pasteurización.

2.11.7. Análisis de varianza de la variable Densidad

Tabla 19. Análisis de varianza ANOVA de la variable DENSIDAD (g/mL).

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	1000,00	12	83,33	11,00	0,0002
Factor A	152,08	2	76,04	10,04	0,0033
Factor B	4,17	1	4,17	0,55	0,4739
Factor C	150,00	1	150,00	19,80	0,0010
Bloque	16,67	1	16,67	2,20	0,1661
Interacción A*B	139,58	2	69,79	9,21	0,0045
Interacción A*C	118,75	2	59,38	7,84	0,0077
Interacción B*C	337,50	1	337,50	44,55	<0,0001
Interacción A*B*C	81,25	2	40,63	5,36	0,0237
Error	83,33	11	7,58		
Total	1083,33	23			
C V%	0,27				
\square^2	0,92				

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

En la tabla 19 se expresa los valores del análisis de varianza de la densidad de la bebida vegetal fermentada, donde el coeficiente de variación muestra un valor de 0,27 % mismo que demuestra una uniformidad en las mediciones de densidad. Del mismo modo el coeficiente de determinación indica un valor de 0,92 el cual muestra que el 92 % de la variabilidad total refleja un óptimo ajuste de los datos experimentales. En cuanto a los factores A ($p=0,0033$) y C ($p=0,0010$) influyen significativamente sobre la densidad de la bebida. Asimismo, las interacciones entre factores aquellos que presentaron valores significativos fueron A*B, A*C, B*C, y la triple interacción de A*B*C ($p<0,05$) por lo que se procede a realizar la prueba de Tukey para comparar las medias de cada interacción.

2.11.8. Prueba de Tukey para la variable DENSIDAD

Tabla 20. Prueba de Tukey para la variable DENSIDAD (g/mL).

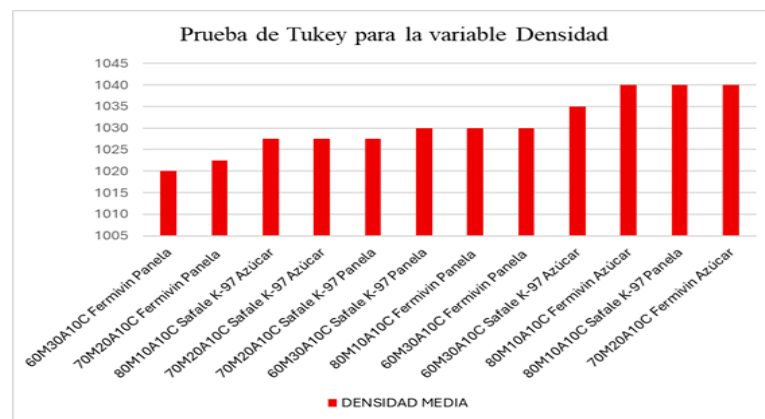
T	Factor A	Factor B	Factor C	Medias	n	E.	E.
t3	60M30A10C	Fermivin	Panela	1020,00	2	1,95	A
t7	70M20A10C	Fermivin	Panela	1022,50	2	1,95	A
t10	80M10A10C	Safale K-97	Azúcar	1027,50	2	1,95	A B
t6	70M20A10C	Safale K-97	Azúcar	1027,50	2	1,95	A B
t5	70M20A10C	Safale K-97	Panela	1027,50	2	1,95	A B
t1	60M30A10C	Safale K-97	Panela	1030,00	2	1,95	B C
t11	80M10A10C	Fermivin	Panela	1030,00	2	1,95	B C
t4	60M30A10C	Fermivin	Azúcar	1030,00	2	1,95	B C
t2	60M30A10C	Safale K-97	Azúcar	1035,00	2	1,95	B C
t12	80M10A10C	Fermivin	Azúcar	1040,00	2	1,95	C
t9	80M10A10C	Safale K-97	Panela	1040,00	2	1,95	C
t8	70M20A10C	Fermivin	Azúcar	1040,00	2	1,95	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

En la tabla 20 se evaluó la comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($\alpha=5\%$) para determinar los valores de la densidad. Para determinar el mejor tratamiento en cuanto a la densidad se debe tener en cuenta que la bebida vegetal fermentada debe presentar un cuerpo ni tan líquido ni tan consistente, de acuerdo con la tabla los tratamientos t3 y t7 presentan una densidad baja; mientras que los tratamientos t12, t9 y t8 presenta una densidad elevada, por lo cual y de acuerdo al criterio evaluado estos tres últimos tratamientos con media de 1040 g/mL pueden ser considerados como mejores tratamientos.

Figura 24. Gráfica de barras para la variable densidad



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

En la figura 24 se muestra la comparación de las medias de densidad entre los tratamientos, obtenida a partir de la prueba de Tukey, así como el efecto de la interacción entre la concentración de harinas, tipo de levadura y tipo de endulzante, donde aquellos tratamientos que presentan una densidad elevada son considerados como los más favorable, de acuerdo con la figura los tratamientos t12, t9 y t8 registran una densidad de 1040 g/mL, mientras que los tratamientos t3 y t7 presentan valores de densidad de 1020 g/mL y 1022,5 g/mL respectivamente.

La densidad de una bebida va a estar influenciada por la proporción de sólidos solubles, el contenido alcohólico, pH y la acidez. Debido que, durante la fermentación la concentración de azúcares solubles disminuye conforme se transforman en alcohol por acción de la levadura, lo que reduce la densidad del producto final, dado que el alcohol presenta una menor densidad que el agua y los solutos. Del mismo modo, los cambios en el pH y acidez son el resultado de la actividad metabólica de los microorganismos y de la composición química del medio de cultivo (sustrato), afectando así a las propiedades fisicoquímicas de la bebida (Alcívar, 2020).

Según Chasiloa (2021), en su estudio sobre la evaluación reológica de la chicha de jora indica que para que una chicha sea aceptable para el consumidor debe presentar una densidad máxima de 1045 g/mL, siendo estos valores óptimos para estabilizar la chicha de jora.7

2.11.9. Análisis de varianza de la variable Alcohol.

Tabla 21. Análisis de varianza ANOVA de la variable ALCOHOL

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	5,17	12	0,43	10,33	0,0002
Factor A	1,75	2	0,88	21,00	0,0002
Factor B	0,38	1	0,38	9,00	0,0121
Factor C	0,38	1	0,38	9,00	0,0121
Bloque	0,04	1	0,04	1,00	0,3388
Interacción A*B	0,75	2	0,38	9,00	0,0048
Interacción A*C	1,75	2	0,88	21,00	0,0002
Interacción B*C	0,04	1	0,04	1,00	0,3388
Interacción A*B*C	0,08	2	0,04	1,00	0,3990
Error	0,46	11	0,04		

Total	5,63	23
C V%	8,59	
\square^2	0,92	

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

En la tabla 21 se expresa los valores del análisis de varianza de alcohol en la bebida vegetal fermentada y tenemos que el modelo estadístico fue significativo, lo cual indica que existe significancia entre los tratamientos evaluados. Además, el coeficiente de variación presentó un valor de 8,59 % considerado como valor aceptable en procesos fermentativos y el coeficiente de determinación mostró un valor de 0,92, lo que indica que el 92 % refleja un buen ajuste de los datos experimentales. En cuanto a las interacciones individuales se determinó que los factores A, B y C influyeron significativamente sobre el porcentaje de alcohol de la bebida. En cambio, las interacciones entre factores demostraron que la interacción entre A*B y A*C mostraron diferencia significativa ($p < 0,05$) el cual evidencia que el contenido de alcohol depende del nivel entre el tipo de endulzante y el tipo de levadura, por lo que se procede a realizar la prueba de Tukey para cada interacción, comparar las medias y determinar el mejor tratamiento.

2.11.10. Prueba de Tukey para la variable ALCOHOL (Factor A*B)

Tabla 22. Prueba de Tukey para la variable ALCOHOL (Factor A*B)

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.		
80M10A10C	Fermivin	2,00	4	0,10	A	
80M10A10C	Safale K-97	2,00	4	0,10	A	
60M30A10C	Fermivin	2,25	4	0,10	A	B
70M20A10C	Fermivin	2,50	4	0,10		B
70M20A10C	Safale K-97	2,50	4	0,10		B
60M30A10C	Safale K-97	3,00	4	0,10		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

En la tabla 22 se presenta la prueba de Tukey para la interacción entre la concentración de las harinas y el tipo de levadura (A*B), donde los tratamientos que presentan concentración de harinas de 80M10A10C y diferente tipo de levadura son aquellos que registran la menor media de alcohol (2,00 %); mientras que los tratamientos que contengan una concentración de harinas de 70M20A10C y 60M30A10C y diferente tipo de levadura presentan una media de alcohol de 2,50 % y 3,0 % respectivamente. Cada tratamiento se diferencia por tres grupos diferenciados

(A, B y C) donde para determinar el mejor tratamiento hay que tener en cuenta que el porcentaje de alcohol debe ser bajo.

Figura 25. Gráfica de barras para la variable alcohol



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

La figura 25 muestra la comparación de medias obtenida mediante la prueba de Tukey para la variable alcohol y las diferencias entre los tratamientos evaluados, lo que evidencia que el grado alcohólico alcanzado no es uniforme entre las combinaciones estudiadas. En este sentido, se confirma la presencia de una interacción entre el factor A (concentración de harinas) y el factor B (tipo de levadura), ya que el efecto de la formulación sobre la producción de alcohol varía según la levadura utilizada.

Se observa que los tratamientos que contengan la concentración de harinas de 80M10A10C presentan los valores más bajos de alcohol, tanto con Fermivin como con Safale K-97, lo que sugiere una menor conversión de azúcares en etanol. Por el contrario, los tratamientos con 60M30A10C, especialmente en presencia de Safale K-97, alcanzaron los valores más elevados de alcohol, seguidas por los tratamientos de 70M20A10C con ambas levaduras. Este patrón indica que el incremento de la proporción de A en la formulación, en conjunto con el tipo de levadura, favorece una mayor producción de etanol, reflejando el efecto combinado de ambos factores sobre esta variable.

2.12. Análisis sensorial

2.12.1. Aceptación de color

La tabla 23 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable de color, aspecto de la bebida vegetal fermentada a base de maíz (*Zea mays*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y amaranto (*Amaranthus*).

Tabla 23. Análisis de varianza de color

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1,39	12	0,12	2,04	0,1234
Tratamientos	1,26	11	0,11	2,01	0,1306
Catadores	0,14	1	0,14	2,38	0,1515
Error	0,63	11	0,06		
Total	2,02	23			
CV%	6,61				
\square^2	0,69				

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

Realizada la tabla de análisis de varianza se observa que no hay diferencias significativas ($p > 0,05$) por lo cual no se realiza prueba Tukey. El coeficiente de variación (CV) es de 6,61%, este valor indica una baja variabilidad relativa entre los tratamientos y repeticiones, esto se considera aceptable y evidencia buena precisión en los resultados experimentales. El coeficiente de determinación ($\square^2 = 0,69\%$) señala que el modelo describe el 69% de la variación total observada en la variable de color, siendo un dato moderado.

2.12.2. Aceptación de olor

La tabla 24 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable de olor, atributo de la bebida vegetal fermentada a base de maíz (*Zea mays*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y amaranto (*Amaranthus*) evaluado por los catadores.

Tabla 24. Análisis de varianza de olor

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	2,51	12	0,21	6,02	0,0028
Tratamientos	2,05	11	0,19	2,38	0,048
Catadores	0,45	1	0,45	13,09	0,0040
Error	0,38	11	0,03		
Total	2,89	23			
CV%	5,66				
\square^2	0,87				

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

El análisis de varianza muestra diferencias significativas en la percepción del olor característicos de cada tratamiento aplicado ($p < 0,05$), lo cual sugiere que las respuestas no fueron homogéneas entre los calificadores, por lo cual se realiza prueba de Tukey al 5%. El coeficiente de variación (CV) es del 5,66%, presentando una variabilidad moderna de los datos considerado aceptable. El coeficiente de determinación ($\square^2 = 0,87$) muestra que el 87% de la variabilidad observada puede explicarse por el modelo, lo que demuestra un excelente ajuste estadístico.

2.12.3. Prueba de Tukey de la variable olor

Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos en la variable olor.

Tratamientos	Medias	N	E. E	Niveles de significancia
12	3,75	2	0,13	A
5	3,60	2	0,13	A B
7	3,55	2	0,13	A B
8	3,50	2	0,13	A B
10	3,45	2	0,13	A B
9	3,40	2	0,13	A B

11	3,25	2	0,13	A	B
4	3,20	2	0,13	A	B
3	3,25	2	0,13	A	B
6	2,90	2	0,13		B
1	2,85	2	0,13		B
2	2,85	2	0,13		B

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

La comparación de medias mediante la prueba Tukey al 5% de significancia de la tabla 25 facilita identificar diferencias estadísticas entre los tratamientos analizados en la variable olor. El tratamiento T12 tuvo un resultado de no me gusta ni me disgusta con la media más alta (3,75) y se clasificó en el grupo A, demostrando que fue significativamente mayor al resto de los tratamientos en términos de aceptación de olor. Los tratamientos T5, T7, T8, T10, T9, T11, T4, T3 presentan medias entre (3,60-3,25) y se agrupan a los niveles (A y B) reflejando que no existen diferencias significativas entre ellos. Por otro lado, los tratamientos T6, T1, T2, obtuvieron las calificaciones más bajas entre (2,90-2,85) y se ubican solamente en el grupo B.

Figura 26. Aceptabilidad del color por parte de los catadores



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

La figura 26 presenta la aceptabilidad por parte de los catadores frente a la variable olor, el T12 obtuvo un rendimiento significativamente superior con 3,75 estando en el grupo de ni me gusta

ni me disgusta, en cambio T6, T1 y T2 fueron los tratamientos menos aceptados por los consumidores. Los tratamientos intermedios (T5, T7, T8, T10, T9, T11, T4 y T3) conformaron un grupo sin diferencias significativas entre ellos, lo cual indica una efectividad comparable, pero menor que T12.

Según Gustavo Cordero (2017) menciona que el olor es un atributo sensorial esencial en la evaluación de alimentos y bebidas porque está directamente relacionado con la percepción de calidad y con la experiencia global del consumidor. Las sustancias volátiles responsables del olor son captadas por los receptores olfativos, lo que influye en la aceptación o rechazo del producto, ya que el olfato contribuye a la formación de sensaciones complejas que no pueden captarse únicamente por el gusto o la vista.

2.12.4. Aceptación de sabor

La tabla 26 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable sabor, atributo de la bebida vegetal fermentada a base de maíz (*Zea mays*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y amaranto (*Amaranthus*), evaluado por los catadores.

Tabla 26. Análisis de varianza de sabor

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	6.07	12	0,51	7,40	0,0011
Tratamientos	5.61	11	0,51	7,47	0,012
Catadores	0,45	1	0,45	6,64	0,0257
Error	0,75	11	0,07		
Total	6,82	23			
CV%	8,65				
\square^2	0,89				

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

El análisis de varianza del sabor en la tabla 26 muestra diferencias estadísticamente significativas en la percepción del sabor entre los tratamientos evaluados, con un valor de ($p < 0,05$), por ello se realiza prueba de Tukey al 5%. El coeficiente de variación (CV) es del 8,65%, lo cual indica una variabilidad moderada en los datos obtenidos. El coeficiente de determinación ($\square^2=0,89$) presenta el 89% de la variabilidad total de los datos. Se evidencia que el modelo

estadístico aplicado presenta un ajuste satisfactorio, siendo apropiado para explicar y representar los afectos analizados.

2.12.5. Prueba de Tukey de la variable sabor

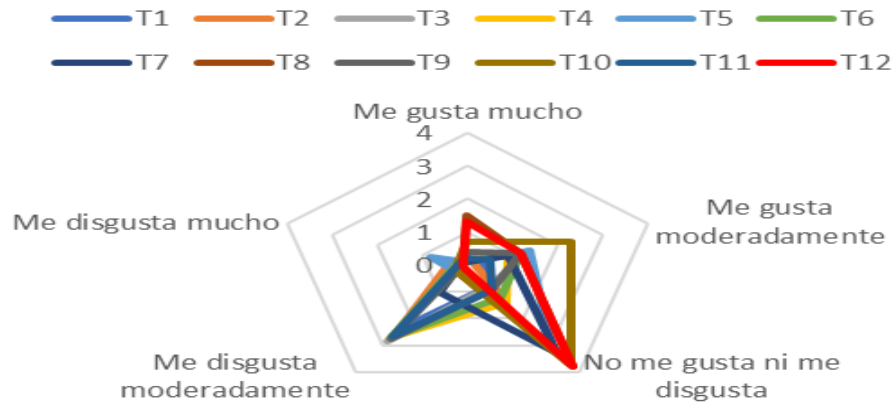
Tabla 27. Prueba de Tukey de los tratamientos en la variable sabor

Tratamientos	Medias	N	E. E	Niveles de significancia		
12	3,80	2	0,18	A		
8	3,80	2	0,18	A		
10	3,75	2	0,18	A	B	
7	3,25	2	0,18	A	B	C
5	3,00	2	0,18	A	B	C
3	2,85	2	0,18	A	B	C
9	2,75	2	0,18	A	B	C
4	2,70	2	0,18		B	C
6	2,70	2	0,18		B	C
11	2,65	2	0,18			C
2	2,60	2	0,18			C
1	2,40	2	0,18			C

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

La prueba de comparación de Tukey aplicada al 5% de significancia de la tabla 27, comprueba diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, de la variable evaluada. Los tratamientos T12 y T8 y T10, con una aceptación de no me gusta ni me disgusta con la media más alta (3,80- 3,75), situándose en el grupo estadísticamente superior (A). El tratamiento T7, T5, T3, T9, T4 y T6 se agrupan en los niveles intermedios (A, B y C), evidenciando que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero sí con respecto al extremo inferior. Los tratamientos T11, T12 y T1 tuvieron la calificación más baja (2,65-2,40, me disgusta moderadamente)) y se ubican de manera exclusiva en el grupo (C).

Figura 27. Aceptabilidad del sabor por parte de los catadores



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

La figura 27 corresponde a la prueba Tukey para determinar la aceptabilidad del sabor del mejor tratamiento de la bebida vegetal fermentada. Se observa al T12 y T8 con la media más alta (3.80) posicionándose en no me gusta ni me disgusta y ubicándose en el grupo A, lo que indica que su rendimiento fue similar y significativamente superior, por otro lado, T11, T2 y T1, presentan valores más bajos y se ubican en un grupo distinto C, demostrando que su rendimiento fue estadísticamente inferior en comparación con los dos primeros tratamientos.

Según (Acuña-Sánchez et al.2021), el sabor es un atributo sensorial fundamental en el análisis de bebidas porque representa la percepción integrada de las sensaciones químicas que se experimentan al ingerir el producto, influenciando directamente la aceptación y preferencia del consumidor. A través de pruebas sensoriales, se puede determinar qué formulaciones de bebidas son más agradables al paladar y cuáles presentan sabores no deseados o defectuosos que reducen su aceptabilidad.

2.12.6. Rango de aceptabilidad

La tabla 28 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable aceptabilidad, atributo de la bebida vegetal fermentada a base de maíz (*Zea mays*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y amaranto (*Amaranthus*).

Tabla 28. Análisis de varianza de aceptabilidad

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1,73	12	0,14	2,37	0,0823
Tratamientos	1,64	11	0,15	2,46	0,0756
Catadores	0,08	1	0,08	1,34	0,2709
Error	0,67	11	0,06		
Total	2,39	23			
CV%	7,87				
\square^2	0,72				

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

El análisis de varianza de la aceptabilidad en la tabla 28 muestra que no hay diferencias significativas en la percepción de aceptabilidad donde ($p > 0,05$), por lo tanto, no se realiza prueba de Tukey. El coeficiente de variación (CV) es del 7,87%, lo que indica una variabilidad moderada dentro de los datos, permitido en estudios de análisis sensorial. El coeficiente de determinación ($\square^2 = 0,72$) presenta el 72% de la variabilidad total puede explicarse por el modelo, lo que indica un buen ajuste estadístico.

2.12.7. Aceptación de apariencia

La tabla 29 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable apariencia, atributo de la bebida vegetal fermentada a base de maíz (*Zea mays*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y amaranto (*Amaranthus*) evaluado por los catadores.

Tabla 29. Análisis de varianza de apariencia

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,92	12	0,08	6,10	0,0027
Tratamientos	0,88	11	0,08	6,35	0,0024
Catadores	0,04	1	0,04	3,31	0,0960
Error	0,14	11	0,01		
Total	1,06	23			

CV%	3,34
\square^2	0,87

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

El análisis de varianza de apariencia en la tabla 29 muestra diferencias significativas en la percepción de la apariencia entre los tratamientos, con un valor de ($p < 0,05$), por lo tanto, se realiza prueba de Tukey al 5%. El coeficiente de variación (CV) es del 3,34%, un valor bajo pero excelente para el estudio. El coeficiente de determinación ($\square^2=0,87$) revela que el modelo explica el 87% de la variación total de la variable apariencia, indicativo de un excelente ajuste.

2.12.8. Prueba de Tukey de la variable apariencia

Tabla 30. Prueba de Tukey de los tratamientos en la variable apariencia

Tratamientos	Medias	N	E. E	Niveles de significancia		
12	3,75	2	0,08	A		
8	3,60	2	0,08	A	B	
10	3,55	2	0,08	A	B	
7	3,45	2	0,08	A	B	C
5	3,35	2	0,08	A	B	C
4	3,35	2	0,08	A	B	C
11	3,30	2	0,08	A	B	C
9	3,30	2	0,08	A	B	C
3	3,25	2	0,08		B	C
6	3,20	2	0,08		B	C
1	3,15	2	0,08		B	C
2	3,05	2	0,08			C

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025)

La prueba de comparación de Tukey aplicada al 5% de significancia de la tabla 30, confirmó que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, de la variable apariencia evaluada. El tratamiento T12 con una aceptación de no me gusta ni me disgusta se ubica con la media más alta (3,70) ubicándose exclusivamente en el grupo (A). Los tratamientos T8, T10, T7, T5, T4, T11, T9, T3, T6 y T1, evidencian que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero sí con respecto al extremo superior en dos niveles e inferior en tres niveles, con medias (3,60-3,15), se agrupan en los niveles intermedios (A, B y C). El tratamiento T2, tuvo la calificación más inferior (3,05 (no me gusta ni me disgusta)) y se posiciona de manera única en el grupo (C).

Figura 28. Aceptabilidad de la apariencia por parte de los catadores



Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025).

La figura 28 representa los resultados de la prueba Tukey lo que permite visualizar de forma clara las diferencias significativas entre los tratamientos. Se observa que el tratamiento T12 se ubica notablemente por encima del resto con una media de (3.75, no me gusta ni me disgusta) clasificando únicamente en el grupo A. En los niveles intermedios T8, T10, T7, T5, T4, T11, T9, T3, T6 y T1, presentan medias entre (3,60-3,15), reflejando agrupación parcial entre sí, clasificando en los grupos (A, B y C). Finalmente, T2 destaca por tener el promedio más bajo y aparece únicamente en el grupo C mostrando un desempeño considerablemente menor.

Según Gustavo Cordero (2017), la apariencia puede estar asociada subconscientemente a atributos de calidad, frescura y estabilidad del producto: un color uniforme y un aspecto sin partículas o turbidez son percibidos como signos de buena formulación y manejo tecnológico, mientras que alteraciones visuales generan rechazo incluso si el sabor es adecuado.

De acuerdo con los análisis fisicoquímicos realizados, el tratamiento t12 fue seleccionado como el mejor debido a que presentó un desempeño favorable en la mayoría de los parámetros evaluados. En particular, el tratamiento t12 destacó en ° Brix, acidez y densidad. En ° Brix, registró un valor de 5,45, lo que indica un mayor consumo de azúcares durante la fermentación; en acidez, se mantuvo en el rango de aquellos tratamientos con media de 0,02 lo que refleja una acidificación controlada; y en densidad, presentó un valor de 1040, posicionándose dentro del grupo más favorable según este criterio.

Adicionalmente, los valores de pH y alcohol se mantuvieron dentro de rangos adecuados en comparación con los demás tratamientos.

El tratamiento T12 se posiciona como el mejor tratamiento, con mejor aceptación, reflejando un equilibrio entre los atributos evaluados. Este mismo tratamiento también fue preferido en cuanto a olor, sabor y apariencia, lo que refleja un impacto positivo en la percepción inicial del producto por parte de los catadores. Aunque cada tratamiento presenta fortalezas, el T12 reúne varias cualidades notorias, tanto a nivel sensorial como físico químico, lo que lo posiciona como el mejor tratamiento.

2.13. Análisis microbiológico del mejor tratamiento obtenido de la bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto

Tabla 31. Análisis microbiológico

UNIDAD	RESULTADO	VLP
Aerobios mesófilos UFC/g	660	10^3
Salmonella spp en 25g UFC/g	Ausencia	<10
E. coli UFC/g	Ausencia	<10
Bacillus cereus	Ausencia	<10

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025). **Fuente:** (Laboratorio AndesLAB, 2025)

La tabla 31 presenta los resultados del análisis microbiológico, en donde se observa que el conteo de aerobios mesófilos es de 660 UFC/g, esto indica que se ubica por debajo del valor límite permitido (10^3 UFC/g). La carga de aerobios mesófilos indica una carga microbiana por debajo de los límites establecidos en la NTE INEN 1529-5, lo que sugiere la aplicación efectiva de medidas de control microbiológico durante todas las etapas del proceso. Así mismo no se

detectó presencia de *Salmonella* spp, reportándose ausencia de este microorganismo patógeno en la muestra analizada se evidencia que se encuentra dentro del límite establecido por la norma NTE INEN 1529-15. Por otro lado, los recuentos de *Escherichia coli* y *Bacillus cereus* fueron inferiores a (<10 UFC/g) lo que refleja condiciones microbiológicas satisfactorias, esto demuestra la aplicación de un control adecuado de calidad e higiene a lo largo del proceso productivo. Asimismo, los resultados obtenidos cumplen con los límites establecidos por la norma NTE INEN 1529-8, por lo que la bebida evaluada se considera libre de estos dos microorganismos patógenos y apta para el consumo.

2.14. Análisis nutricional del mejor tratamiento obtenido de la bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto.

Tabla 32. Análisis nutricional

PARÁMETROS	RESULTADO	MÉTODO
Humedad	88,76	PEE-AN-01-FQ/INEN ISO 5534
Proteína	0,73	PEE-AN-02-FQ/INEN ISO 8968
Grasa Total	0,33	PEE-AN-03-FQ/INEN ISO 8262
Ceniza	0,14	PEE-AN-04-FQ/INEN ISO 936
Fibra	1,96	PEE-AN-05-FQ/INEN 522
Carbohidratos totales	10,04	Cálculo
Energía total Kcal /100g	46,05	Cálculo
Sodio	6,91	PEE-AN-09-FQ/ AOAC 983.14/ AOAC 960.29
Azúcares totales	6	AOAC 977.20 modificado

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho; 2025). **Fuente:** (Laboratorio AndesLAB, 2025)

Los análisis nutricionales presentados en la tabla 32, realizados al mejor tratamiento T12 de la bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto. Los factores evaluados indican que la bebida vegetal fermentada presentó un contenido de humedad de 88,76 %, ligeramente por debajo del rango tradicionalmente reportado para este tipo de bebidas, el cual suele ser superior a 90 % debido a su matriz líquida y características propias de fermentación (Gómez et al., 2019).

El contenido de proteína es de 0,73%. Según OCU (2021) la proteína vegetal está diluida en una matriz con alto contenido de agua y carbohidratos, parte de esos compuestos no se incorporan completamente al extracto líquido final, además la fermentación no necesariamente incrementa el contenido de proteína total, sino que modifica su perfil funcional, mientras que la grasa total (0,33%) y ceniza (0,14%) también presentan niveles bajos similares a lo reportado en formulaciones vegetales fermentadas. Según la NTE-INEN-1334-2 la fibra dietética no presenta un límite máximo establecido en bebidas fermentadas; sin embargo, su presencia es considerada un atributo favorable, especialmente para consumidores que buscan productos con propiedades funcionales y beneficios potenciales para la salud. El contenido de 10,04 % de carbohidratos totales se encuentra dentro del rango reportado para bebidas vegetales fermentadas, indicando una fermentación adecuada, sin degradación excesiva de los carbohidratos, y contribuyendo al aporte energético del producto.

Según OCU (2021), en su estudio el rango reportado para bebidas vegetales fermentadas es de 25-60 kcal/100 g, en el análisis realizado el contenido energético obtenido es de 46,05 kcal/100 g, es un valor que se encuentra dentro del rango reportado para este tipo de bebidas. El contenido de sodio es de 6,91 mg/100 g, considerado bajo y característico de bebidas vegetales sin adición de sal.

Así mismo, los azúcares totales alcanzaron 6 g/100 g, ubicándose dentro del rango comúnmente descrito para bebidas vegetales fermentadas (3–10 g/100 g), lo que evidencia un adecuado control del proceso fermentativo y un perfil nutricional equilibrado. (Aguilar-Toala et al., 2021, p. 459)

3. Impactos del proyecto.

3.1. Técnicos.

El desarrollo de bebidas vegetales fermentadas a partir de maíz, chocho y amaranto permitirá conocer el impacto que genere en la sociedad teniendo como objetivo acercar a la población en implementar nuevas tecnologías que se enfoquen en desarrollar alimentos saludables e innovadores. Y además de ello se conocerá cómo los procesos fermentativos se han acreditado importancia en la industria alimentaria mejorando las propiedades nutricionales de los productos enfocándose en aquellos procesos biotecnológicos ofreciendo alternativas a las personas que siguen una dieta vegetariana.

3.2. Sociales.

El uso de materias primas autóctonas como el chocho, maíz y amaranto contribuirá a rescatar el conocimiento ancestral de las culturas andinas. Promoverá una identidad alimentaria local y valorará la herencia cultural de comunidades rurales, fortaleciendo la conexión entre tradición y salud. El consumo de bebidas fermentadas ricas en proteínas vegetales, fibra y compuestos bioactivos combatirá la malnutrición, especialmente en poblaciones vulnerables (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas). Su fácil digestibilidad la hace ideal para personas con intolerancia a la lactosa o alergias alimentarias.

3.3. Económicos.

La elaboración de este tipo de bebida vegetal fermentada podrá generar un impacto de carácter positivo en la sociedad, ya que promoverá el uso de aquellos cultivos propios de la localidad para transformarlos en productos a los que se puede generar un valor agregado, abriendo posibilidades de acceder a nuevos mercados, enfocados hacia aquellos mercados interesados en el desarrollo de alimentos saludables, funcionales y sostenibles. Al evaluar el desarrollo de productos a base de maíz, chocho y amaranto se empezará a crear un enlace con los pequeños productores, emprendedores y microempresas que se dedican al desarrollo de nuevas alternativas saludables para el consumidor.

3.4. Ambientales

La producción de una bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto generará un impacto positivo ya que basa su formulación en el uso de ingredientes naturales de origen vegetal combinando cereales, leguminosas y pseudocereales. Al ser una alternativa sustentable, contribuirá a la reducción de la contaminación ya que al ser materias primas de origen vegetal cumplen con un doble propósito, el primero contribuirá al desarrollo de nuevas alternativas saludables y segundo que aquellos residuos podrán ser utilizados en la creación de compostaje, con la finalidad de evitar contaminación a futuro.

4. Recursos y Presupuesto.

Tabla 33. Presupuesto del proyecto

MATERIA PRIMA				
Materiales	Cantidad	Unidad	C.U (\$)	Costo Total (\$)
Amaranto	4	Kg	3,25	13,00
Chocho	4	Kg	2,00	8,00
Maíz	6	Kg	2,20	13,20
Subtotal				34,2
EQUIPOS DE LABORATORIO				
Equipo	Cantidad	Unidad	C.U (\$)	Costo Total (\$)
Balanza analítica de precisión.	3	horas	0,25	0,75
Refractómetro. (horas de uso)	4	horas	0,50	2,00
Espectrofotómetro. (horas de uso)	2	horas	1,00	2,00
Termómetro digital de acero inoxidable.	24	horas	0,50	12,00
Subtotal				16,75
REACTIVOS DE LABORATORIO				
Reactivo	Cantidad	Unidad	C.U(\$)	Costo Total (\$)
Agua destilada	1	ml	2,35	2,35
Hidróxido de sodio al 0,1 N.	1	ml	25,88	25,88
Fenolftaleína.	1	ml	29,00	29,00
Subtotal				57,23
MATERIALES				
Materiales	Cantidad	Unidad	C.U (\$)	Costo Total (\$)
Baldes plásticos 4 L	24	unidades	3.50	84,00
Panela	9	lb	0,5	4,5
Azúcar	9	lb	0,60	5,4
Levadura Fermivin	1	g	3,05	3,05
Levadura Safale k-97	1	g	4,60	4,60
Botellas	30	unidades	0,30	9,00

Airlock	2	-	2,50	50,00
Olla de acero inoxidable.	5	horas	0,25	1,25
Cedazo	1	-	1,00	1,00
Tela manta cielo	3	m	2,50	7,50
Lavavajillas	1	g	2,85	2,85
Limpiones.	2	-	1,90	3,80
Subtotal				176,95
GASTOS VARIOS				
Gasto	Cantidad	Unidad	C.U (\$)	Costo Total (\$)
Transporte	50	c/día	2,50 -1,5	312
Alimentación	50	c/día	2,00	192
Horas computadora /Internet	300	horas	0,50 ctvs.	150,00
Impresiones y anillado	450	hojas/anillado	0.05 ctvs.	22,5
Subtotal				676,50

Tabla 34. Presupuesto de laboratorio

Análisis de laboratorio			
Gasto	Cantidad	C.U (\$)	Costo Total (\$)
Análisis proximal de la harina de maíz germinado, chocho y amaranto	3	70,36	181,08
Análisis microbiológico del mejor tratamiento de la bebida vegetal fermentada	1	74,00	74,00
Análisis nutricional del mejor tratamiento de la bebida vegetal fermentada	1	117,39	117,39
Subtotal			372,47
IVA (15%)			55,87
Subtotal			428,34
TOTAL			1389,97

5. Conclusiones

- Se desarrolló una bebida vegetal fermentada a base de maíz (*Zea mays*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y amaranto (*Amaranthus spp.*), obteniendo un producto con características fisicoquímicas y sensoriales aceptables. La harina de maíz, al constituir el mayor porcentaje, influyó principalmente en el aporte de carbohidratos complejos que actuaron como sustrato fermentable, favoreciendo la producción de ácidos orgánicos, la disminución del pH y la generación de cuerpo en la bebida. La harina de chocho, incorporada en un 10 %, incrementó significativamente el contenido proteico, mejoró el valor biológico mediante el aporte de aminoácidos esenciales como la lisina y contribuyó a una mejor consistencia y estabilidad coloidal. Por su parte, la harina de amaranto, también en un 10 %, complementa el perfil aminoacídico, aporta minerales, fibra y compuestos bioactivos, además de favorecer la retención de agua y la estabilidad física del producto. En conjunto, la proporción utilizada permitió una adecuada complementación nutricional, buena digestibilidad y aceptación sensorial.
- El análisis proximal de las harinas de maíz germinado, chocho y amaranto evidenció composiciones nutricionales diferenciadas y complementarias. La harina de maíz germinado presentó un alto contenido de carbohidratos (80,07 %) y una proteína moderada (9,82 %), destacándose como principal fuente energética. Por su parte, la harina de chocho mostró un elevado contenido proteico (46,79 %) y de grasa (19,11 %), lo que la posiciona como el componente de mayor aporte proteico y lipídico del sistema. En contraste, la harina de amaranto presentó un equilibrio nutricional, con un aporte relevante de carbohidratos (74,10 %), proteína (13,51 %) y fibra (3,65 %). Los valores de pH cercanos a la neutralidad en las tres harinas indican condiciones adecuadas para su uso en procesos de fermentación.
- La selección del mejor tratamiento se realizó mediante la evaluación integral de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales, identificando al tratamiento T12 como el más sobresaliente del estudio. Este tratamiento, formulado con 80 % de maíz, 10 % de amaranto y 10 % de chocho, presentó valores adecuados de densidad, pH, sólidos solubles y grados alcohólicos, evidenciando un comportamiento fermentativo estable y acorde con las características esperadas del producto. Asimismo, obtuvo mayor aceptación en los atributos sensoriales de olor, sabor y apariencia, reflejando un equilibrio adecuado entre acidez, cuerpo y perfil aromático. La proporción

predominante de maíz favoreció el aporte energético y el sustrato fermentable, mientras que el amaranto y el chocho contribuyeron al mejoramiento del perfil nutricional y a la estabilidad del producto, posicionando al T12 como la formulación más completa y equilibrada

- los análisis nutricionales y microbiológicos realizados al mejor tratamiento (T12) confirmaron que el producto cumple con los criterios de inocuidad y calidad establecidos para bebidas fermentadas, evidenciándose la ausencia de *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* y *Bacillus cereus*, así como un recuento de aerobios mesófilos dentro de los límites permisibles, lo que garantiza condiciones higiénico-sanitarias adecuadas durante el proceso de elaboración y almacenamiento. Desde el punto de vista nutricional, el tratamiento presentó un bajo contenido de grasa (0,33 %) y sodio (6,91 mg/100 g), un aporte moderado de carbohidratos (10,04 %) y fibra (1,96 %), además de un valor energético reducido (46,05 kcal/100 g), características que lo posicionan como una alternativa saludable y apta para consumidores que buscan productos de bajo contenido graso y moderado aporte calórico. Asimismo, el contenido de fibra contribuye al beneficio digestivo y el perfil nutricional general refleja el potencial de la bebida como opción funcional de origen vegetal con valor agregado.

6. Recomendaciones

- Se recomienda tomar en cuenta y seguir las instrucciones de la normativa para la germinación del maíz, el cual es esencial para conseguir un proceso germinativo estable y uniforme.
- Durante el proceso de deshidratación controlar la temperatura recomendada para cada materia prima (50-60 °C) para garantizar un secado eficiente para alargar la vida útil de las harinas.
- Ampliar la investigación sobre metodologías para la caracterización de las harinas y mejorar así las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida, experimentar con nuevas formulaciones, diferentes tipos de levaduras podría ayudar a maximizar la aceptabilidad del producto.

7. Bibliografía

- Acuña-Sánchez, J., Barreto-Cabel, A., Culquichicon-Jacobo, K., (2021). Percepción *sensorial de bebidas gaseosas utilizando pruebas sensoriales y análisis multivariado*. Journal of Neuroscience and Public Health. Revest UCT
- Aguilera, E., Solis, K., Ibarra, A., Cifuentes, R., Sánchez, I. (2020). Amaranto: distribución y diversidad morfológica del recurso genético en partes de la región Maya (sureste de México, Guatemala y Honduras). *Acta Botánica Mexicana*, (128).
<https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1738>
- Alemán, B. (2023). *Evaluación de harina de amaranto (Amaranthus spp) variedad INTA soberano, en productos de panificación*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.
<https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4579>
- Alomaliza, M. (2021). *“LEGUMINOSAS COMO SUSTITUTO DEL TRIGO EN LA INDUSTRIA DE LAS PASTAS”*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstreams/6c930859-ca5c-4964-a6b0-3ec36bbbcde/download>
- Aprovechamiento económico del bioconocimiento, los recursos genéticos, las especies y las funciones ecosistémicas en el Ecuador: memorias del seminario*. (2011). Ministerio Coordinador de Patrimonio.
- Arias, J. (2021). *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. 978-612-48444-2-3
- ASALE, R., & RAE. (2025). *Diccionario de la lengua española RAE - ASALE*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/amil%C3%A1ceo>
- Ayala, A., González, M., & Limón, A. (2016). *Mecanización para el proceso productivo de maíz y amaranto en la sierra central de México*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. <https://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.36250.85449>

- Biggers, A. (2021). *Tipos de heces: Apariencia, color y cuándo es normal*. Medical News Today. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/tipos-de-heces>
- Boulton, C., & Quain, D. (2006). *Brewing yeast and fermentation*. Blackwell Publishing.
- Bravo, J. (2020). Bebida con base en maíz morado (*Zea mays* L.) edulcorada con Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Título de la unidad de integración curricular, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Recuperado el 4 de enero de 2025, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b350b736-8c67-40cc-a2ba4ce3d6ae7f3e/content>
- Castro, V., & Lazarte, C. (2021). *Development of an instant-mix probiotic beverage based on fermented quinoa with reduced phytate content* (Vol. 87). <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104831>
- Celi, A. (2022). “*LA PRODUCCIÓN DE CHOCHO EN EL ECUADOR Y SU CONTRIBUCIÓN A LA SOBERANÍA ALIMENTARIA*”. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE ECONOMÍA AGRÍCOLA CARRERA DE ECONOMÍA AGRÍCOLA. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CELI%20HERAS%20ALEJANDRA%20NADIA.pdf>
- Cerna Mora, 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*. Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16060>
- CODEX. (2023). *NORMA PARA LA HARINA Y LA SÉMOLA DE MAÍZ SIN GERMEN CXS 155-1985*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh->

proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B155-1985%252FCXS_155s.pdf

Copa, M. L. (2023). *Revista Española de Pediatría*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/622619999/alergenosen>

Cordero Gustavo. (2017). *ANALISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS*. BELLISCO. EDICIONES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS. https://belliscovirtual.com/tecnologia-de-los-alimentos-industrias-conservacion-ensado-y-cadenas-alimentarias/4581-analisis-sensorial-de-alimentos-9788494555848.html?utm_source=

Daley, S. (2025). *Celiac Disease - StatPearls - NCBI Bookshelf*. NCBI. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441900/>

Dalmau, J. (2024). *Todo sobre las bebidas fermentadas*. MUN KOMBUCHA. https://munkombucha.com/blogs/todas/todo-sobre-las-bebidas-fermentadas?srsid=AfmBOopm-8m3dJ1PhIaRB2Kp_ah2XwbQaf35wZsAwxUzMHZ7TVIMlywr

De la Cuadra, C. (2024). *Germinación De Semillas De Maíz: Guía Completa*. Blog Cambiagro. <https://blog.cambiagro.com/maiz/ciclo-vegetativo-del-maiz/germinacion-de-semillas-de-maiz/>

El nuevo Ecuador. (2016). *Mediante dos estrategias, Ecuador aumenta los rendimientos de maíz*. El nuevo Ecuador. <https://www.agricultura.gob.ec/mediante-dos-estrategias-ecuador-aumenta-rendimientos-de-maiz/>

Fermentis. (2018). *SafAle™ K-97: levadura seca para cervezas delicadas y lupuladas*. Recuperado de <https://fermentis.com/es/producto/safale-k-97/>

Findlay, A., Fraga, G., Guerrero, J., Ortiz, P., & Realpe, C. (2021). Maíz, el grano de oro. *Boletín Informativo CEI, Volumen 8(Número 3), 144-147*. <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/2875>

- García, G. (2024). *Aplicación de la técnica de fermentación en seis productos cultivados en la provincia del Azuay y el desarrollo de un modelo de estrategias para su comercialización*. Ucuena.edu.ec. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/4bd10639-24fe-487c-9f70-8e047dbcd456>
- García-Hernández, A., Rodríguez-Hernández, G. (2021). BEBIDAS VEGETALES Y SUS APORTES FUNCIONALES. *CIENCIA E INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO*, Vol. 3, pp. 31-48. <http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/11681/1/Bebidas%20vegetales%20y%20sus%20aportes%20funcionales.pdf>
- García-Hernández, A., & Rodríguez-Hernández, G. (2023). *Bebidas vegetales y sus aportes funcionales*. *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria*, 3(1), 33.
- Gavidia, V., & Romero, J. (2024). “*DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE CHOCHO APLICANDO LA METODOLOGÍA SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING) EN LA CORPORACIÓN SUMAK TARPUY*”. <file:///C:/Users/PC/Downloads/85T00830.pdf>
- Gayubas, A. (2019). *Técnicas de investigación*. Concepto. <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>
- Gentinetta, F. A., & Desuque, A. (2018). *Elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa*. Universidad Nacional de Rafaela.
- Gonzalvo, I. (2024). *Alimentos funcionales: Qué son y qué beneficios aportan*. AINIA. Retrieved December 16, 2025, from <https://www.ainia.com/ainia-news/alimentos-funcionales>
- Gordillo, A. (2021). *¿POR QUÉ EL CHOCHO (LUPINI) ES BUENO PARA ADELGAZAR?* Guipi. <https://guipi.org/2021/04/13/chocho-es-bueno-para-adelgazar/>

- Guamán, S. (2023). *Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 2051:2013 | PDF | Alimentos | Maíz*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/661348397/2051-1R>
- Guindal, A. M. (2024). *Estrategias de uso de Saccharomyces cerevisiae en fermentaciones aeróbicas* (Tesis doctoral). Universidad de La Rioja.
- Guzmán, M., Martínez, A., & Segreda, C. (2025). *Desarrollo de harina de maíz (Zea mays L.) variedad Tizate -Estandarización del proceso, viabilidad técnica y económica-*. *Alimentación y Ciencia de los Alimentos.*, 6(6), 43-54. <https://doi.org/10.32870/rayca.v0i0.109>
- Hidrolab. (2021). *el análisis proximal de alimentos. ¿Qué es el análisis proximal de alimentos?* <https://www.hidrolab.com/blog/en-que-consiste-el-analisis-proximal-de-alimentos-y-por-que-es-tan-importante/>
- Imbacuán, M. (2023). *Evaluación de la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto (Amaranthus) y quinua (Chenopodium quinua) saborizada con chilguacán*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1949>
- INIAP. (2005). *Desarrollo y evaluación de la tecnología de fermentación sólida del grano desamargado de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Iniap.gob.ec. <https://repositorio.iniap.gob.ec/items/e1d83369-1950-4319-8380-377b9dcb0e71>
- INIAP. (2014). *Manual técnico del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador.
- INIAP. (2019). *Chocho*. Tecnología INIAP. Retrieved June 10, 2025, from <https://tecnologia.iniap.gob.ec/chocho/>
- INIAP. (2019). *INIAP investigó propiedades nutritivas del chocho, alternativa para una mejor alimentación*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

<https://www.agricultura.gob.ec/iniap-investigo-propiedades-nutritivas-del-chocho-alternativa-para-una-mejor-alimentacion/>

- Laguna, M., Bohn, S., & Jagla, E. (2021). *¿Cómo se forman los nervios foliares de las plantas?* Agencia SINC. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Como-se-forman-los-nervios-foliares-de-las-plantas>
- Lara, K. (2021). *Estudio de alternativas tecnológicas para el desamargado de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Iniap.gob.ec. <https://repositorio.iniap.gob.ec/items/6235e24b-2f5d-49c4-90ac-769d8054783e>
- Llerena, L. (2022). Beneficios del chocho para mejorar la nutrición. *Revista Qualitas*, 24(24), 066-075. <https://doi.org/10.55867/qual24.05>
- Llerena, L. A. (2022). *Beneficios del chocho para mejorar la nutrición | Revista Qualitas*. Revista Qualitas. Retrieved junio 10, 2025, from <https://revistas.unibe.edu.ec/index.php/qualitas/article/view/149/271>
- Lozada, E. (2022). *¿Qué son las técnicas de investigación?* Tesis y Masters. <https://tesisymasters.com.co/tecnicas-de-investigacion/>
- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2019). *Brock biology of microorganisms* (15th ed.). Pearson.
- MAGAP. (2021). *El déficit de chocho llega a 6.397 toneladas*. El Telégrafo. Retrieved Junio 10, 2025, from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/88/8/el-deficit-de-chocho-llega-a-6-397-toneladas>
- Mejía Ramírez, E. S., & Paguay Pazmiño, J. D. (2025). *Desarrollo de una bebida nutricional a base de aislado de proteína de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) y harina precocida de amaranto (Amaranthus)* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC.

- Melini, V. (2021). *Functional Components and Anti-Nutritional Factors in Gluten-Free Grains: A Focus on Quinoa Seeds*. *Foods*. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/2/351>
- Meneses, M., Ortiz, J., & Quintero, M. (2019). Desarrollo de una bebida fermentada a base de *Lupinus mutabilis* con propiedades funcionales. *Revista Ciencia y Tecnología de los Alimentos*.
- 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), 316-316. <https://doi.org/10.3390/foods10020316>
- Narváez, M. (2024). *Método inductivo: Qué es, características y ejemplos*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-inductivo/>
- Natalia Moraleja García-Saavedra. (2017). *BEBIDAS VEGETALES*. FACULTAD DE FARMACIA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/311cad1-5a55-4213-afc9-26198f035e58/content>
- Navarro, C. (2018). *Amaranto: qué es, propiedades, beneficios y cómo cocinarlo*. Cuerpamente. Retrieved June 17, 2025, from <https://www.cuerpamente.com/guia-alimentos/amaranto>
- Navarro, R. (2024). *Amaranto: Qué es, beneficios, propiedades y usos*. Consejos de Farmacia Online Atida. https://www.atida.com/es-es/blog/amaranto?srsltid=AfmBOorrsA1HeWWjRCITf46rlxAdbTa8PLEdXF1_U49dVIBqSrY2gQyO
- NTE INEN 2646. (2012). *NTE INEN 2646 2012 - Granos Cereales Amaranto*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/513032341/NTE-INEN-2646-2012-GranosCerealesAmaranto>

- NTE INEN-ISO 712. (2020). *Norma ISO 712-HUMEDAD*. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/482500106/Norma-ISO-712-HUMEDAD>
- Núñez, E., Castillo, A., Martínez, H., & Gómez, O. (2022). *El don del almidón: la partícula espesante*. Ciencia UNAM. <https://ciencia.unam.mx/leer/1262/el-don-del-almidon-la-particula-espesante>
- Olaechea, J., & Chaparro, L. (2020). *Evaluación de las características físico-químicas, microbiológicas, sensoriales y funcionales de harinas de maíz (Zea mays) obtenidas por procesos artesanales de nixtamalización*. Agroindustria, Sociedad y Ambiente. <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/2829>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2025). *Informe sobre sistemas alimentarios y nutrición: tendencias en dietas y consumo de alimentos saludables*. FAO.
- Pacheco, C., Saucedo, G., Rodríguez, L., & Pérez, L. (2023). *Características de microorganismos utilizados como probióticos tradicionales y nuevos probióticos*. Actualidades Biológicas. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842023000200005
- Paliwal, R. L. (2001). *El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. https://www.fao.org/4/x7650s/x7650s08.htm#P0_0
- Perdomo, C. (2025). *Índice glucémico: definición, función y efectos* / CUN. Clínica Universidad de Navarra. <https://www.cun.es/escuela-salud/indice-glucemico>
- Pérez Porto, J., & Gardey., A. (2023). Azúcar - Qué es, características, definición y concepto. *Definición. DE*. <https://definicion.de/azucar/>

- Pilamala, C. (2020). Estabilización de cuatro bebidas ancestrales envasados fermentados con Kéfir y levadura. Proyecto de Investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Recuperado el 4 de enero de 2025, de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e6e52b2a-d13a-40bd-8149-6832adde8ea1/content>
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador (2025). *Desarrollo de una bebida fermentada por bacterias ácido-lácticas a partir de leche vegetal de avena, quinua o amaranto* [Proyecto de investigación]. PUCE Investiga.
- RAE. (2024). *divieso* | *Diccionario de la lengua española (2001)* | RAE - ASALE. Real Academia Española. <https://www.rae.es/drae2001/divieso>
- Rodríguez, A. (2023). *Qué es la fermentación y beneficios en la industria alimentaria - Amerex Ingredientes*. Amerex Ingredientes. <https://amerexingredientes.com/blog/que-es-la-fermentacion/>
- Rozo, J., Rodríguez, J., Pinzón, L., & Herrera, B. (2023). *DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y CENIZAS EN DOS TIPOS DE HARINA DE MAÍZ*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/319130133/Determinacion-de-Humedad-y-Cenizas-en-Dos-Tipos-de-Harina-Comercial>
- Salas, D. (2019). *Investigación bibliográfica*. <https://investigaliacr.com/investigacion/investigacion-bibliografica/>
- Salazar. (2015). *Chicha, bebida ceremonial y milenaria – Ministerio de Cultura y Patrimonio*. Ministerio de Cultura y Patrimonio. Retrieved June 10, 2025, from <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/chicha-bebida-ceremonial-y-milenaria/>
- Severiano P. (2021). *¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial?* Scielo, 7(19),47-68. doi: <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>

- Siddiqui, S., Erol, Z., Musa, L., & Castro, R. (2023). *An overview of fermentation in the food industry - looking back from a new perspective*. PubMed Central. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10991178/>
- SIPA. (2023). *Maíz*. Agricultura.gob.ec. Retrieved Junio 8, 2025, from <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz>
- Sosa, C., Mejía, J., & García, D. (2024). *Fermentación alcohólica de guayaba (Psidium guajava L.) por Kluyveromyces marxianus*. PADI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/12017>
- Super User. (2021). *Frutos*. Florandalucia. <https://www.florandalucia.es/index.php/angiospermas-dicotiledoneas/cruciferas/erucavescaria/frutos>
- Tapia, M., Rosel, C., & de la Torre, A. (2012). *Cultivos andinos subutilizados y su aporte a la alimentación*. FAO.
- Upasana, & Yadav, L. (2022). *Pseudocereals: A Novel Path towards Healthy Eating*. Pseudocereals. <https://www.intechopen.com/chapters/81333>
- Vaca Muñoz, J. (2021). *Ecogeografía de la agrobiodiversidad del chocho (Lupinus Mutabilis Sweet.) en el Ecuador*. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11372>
- Vargas, D. (2023). *La homeostasis:Cuál es este equilibrio vital para nuestro organismo*. Regenera Health | Líderes en Medicina Integrativa y Psiconeuroinmunología. <https://regenerahealth.com/blog/homeostasis-que-es/>
- Vargas, D., Aguilar, B., Pezo, N., Shetty, K., & Gálvez, L. (2020). *Journal of Ethnic Foods*. Ancestral Peruvian ethnic fermented beverage “Chicha” based on purple corn (*Zea*

mays L.): unraveling the health-relevant functional benefits.

<https://link.springer.com/article/10.1186/s42779-020-00063-3>

Vega, J. (2020). *Elaboración, análisis sensorial y nutricional de una bebida vegetal a base de chocho (Lupinus mutabilis sweet)*.

<https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/24969>

Vegas, R., Iris, A., & Vegas, C. (2023). *Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades funcionales de harina de semillas de lupinus mutabilis "tarwi" variedad criolla*.

Agroindustrial Science.

[https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/download/1537/1537#:~:text=de%20tarwi%20deslupinizada,%25%20\(Ridner%2C%202006\)](https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/download/1537/1537#:~:text=de%20tarwi%20deslupinizada,%25%20(Ridner%2C%202006)).

Vélez, S. W. (2023). *Beneficios del maíz para la salud*. Johns Hopkins Medicine.

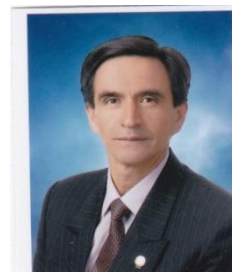
<https://www.hopkinsmedicine.org/health/wellness-and-prevention/health-benefits-of-corn>

8. Anexos

Anexo 1. Datos informativos del docente tutor de titulación.

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Cerda Andino
NOMBRES: Edwin Fabián
ESTADO CIVIL: Casado
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0501369805
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Urbanización Santa Elena.
Locoa
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	03-08-2002	1010-02-142182
	INGENIERO AGROINDUSTRIAL	27-08-2002	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. Datos informativos del estudiante

DATOS PERSONALES.

APELLIDOS: Guaraca Condo

NOMBRES: Jose Rocendo

ESTADO CIVIL: Soltero

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1726821414



LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Machachi, 10 de abril del 2000

DIRECCION DOMICILIARIA: Aloasí, Potreros Altos. Av. Fernández Salvador.

Urbanización Los Pinos.

TELÉFONO CELULAR: 0981168983

CORREO ELECTRÓNICO: jose.guaraca1414@utc.edu.ec

FORMACIÓN ACADÉMICA

Estudios primarios: Escuela Fiscal Mixta “Isabel Yánez”

Estudios secundarios: Bachiller Técnico en Instalaciones, Equipos y Maquinas Eléctricas.

Unidad Educativa “Aloasí”

Estudios universitarios: Ingeniería en Agroindustria, en proceso.

Universidad Técnica de Cotopaxi

FORMACIONES ADICIONALES

IV JORNADAS DE INVESTIGACIÓN AGROINDUSTRIA.

V CONGRESO INTERNACIONAL DE VINCULACIÓN “Tres décadas vinculadas con el pueblo”.

Jose Rocendo Guaraca Condo

C.C.: 1726821414

Anexo 3. Datos informativos del estudiante

DATOS PERSONALES.

APELLIDOS: Pachucho Tapia

NOMBRES: Lizeth Stefania

ESTADO CIVIL: Soltera

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0550573166

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 29 de mayo del 2002

DIRECCION DOMICILIARIA: Ciudadela las Bethlemitas, Av. San Pablo

TELÉFONO CELULAR: 0994464660

CORREO ELECTRÓNICO: lizeth.pachucho3166@utc.edu.ec



FORMACIÓN ACADÉMICA

Estudios primarios: Unidad educativa Once de Noviembre

Estudios secundarios: Unidad educativa Primero de Abril

Estudios universitarios: Universidad Técnica de Cotopaxi
Estudiante de la Carrera de Agroindustria

EXPERIENCIA LABORAL

Prácticas laborales:

Skynny helados

Aguas San Felipe

Área: Producción-empaque

Área: Producción

DLIP Industrial S.A

Área: Laboratorio

CURSOS REALIZADOS

"TECNICAS Y PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE CUERO"

Modalidad: Presencial

Impartido: Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador

Duración:40 horas académicas

Lizeth Stefania Pachucho Tapia



C.C.: 0550573166

Anexo 4. Registro de análisis fisicoquímicos

	Sólidos Solubles ° Brix		pH		Acidez		Densidad		% Alcohólicos	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
% Harina de Maíz germinado, harina de chocho y harina de amaranto, %Endulzantes y Levaduras										
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) + 28%Panela + Safale K-97	7,1	7,1	4,12	4,18	0,0540	0,0450	1030	1030	3%	3%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Azúcar+Safale K-97	7	7,1	4,6	4,63	0,0450	0,0540	1040	1030	3%	3%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Panela+Fermivin	6	6	3,86	3,74	0,0360	0,0450	1020	1020	3%	2%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Azúcar+ Fermivin	6,1	6	3,52	3,67	0,0450	0,0540	1030	1030	2%	2%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Panela+Safale K-97	5,4	5,4	3,24	3,28	0,0360	0,0360	1030	1025	2%	2%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Azúcar+Safale K-97	5,5	5,5	4,3	4,28	0,0450	0,0360	1030	1025	3%	3%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Panela+Fermivin	7,4	7,4	4,88	4,85	0,0360	0,0450	1020	1025	2%	2%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Azúcar+ Fermivin	7	7	4,15	4,08	0,0270	0,0270	1040	1040	3%	3%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Panela+Safale K-97	5	5	3,17	3,21	0,0270	0,0270	1040	1040	2%	2%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Azúcar+Safale K-97	6	6	3,6	3,81	0,0360	0,0450	1030	1025	2%	2%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Panela+Fermivin	7,5	7,7	4,24	4,32	0,0270	0,0270	1030	1030	2%	2%
70% harinas (Maíz germinado, Chocho, Amaranto) +28%Azúcar+Fermivin	7	7	4,19	4,27	0,0180	0,0270	1040	1040	2%	2%

Elaborado por: (Guaraca y Pachucho, 2025)

Anexo 5. Análisis proximal de las materias primas (chocho, maíz y amaranto).

	<p style="text-align: center;">ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</p>		<p style="text-align: center;">MC-LSAIA-2201 Rev. 10</p>
---	--	---	---

INFORME DE ENSAYO N°:25-0141


****NOMBRE DEL PETICIONARIO:** Sr. JOSE ROCENDO GUARACA CONDO
****DIRECCIÓN:** ALOASI
FECHA DE EMISIÓN: 2025-12-05
FECHA DE ANÁLISIS: Del 21 de noviembre al 05 de diciembre del 2025
ANÁLISIS SOLICITADOS Proximal ,pH

****INSTITUCIÓN:** PARTICULAR
****ATENCIÓN:** Sr. JOSE ROCENDO GUARACA CONDO
FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-11-21
HORA DE RECEPCIÓN: 11:30

RESULTADOS DE ANÁLISIS						
ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Harina Maíz Germinado	25-0808	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	5,50	%
CENIZAS [□]	Harina Maíz Germinado	25-0808	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	1,74	%
EXTRACTO ETHEREO (EE) [□]	Harina Maíz Germinado	25-0808	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	5,64	%
PROTEINA [□]	Harina Maíz Germinado	25-0808	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	9,82	%
FIBRA [□]	Harina Maíz Germinado	25-0808	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	2,73	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO E L N	Harina Maíz Germinado	25-0808	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	80,07	%
pH	Harina Maíz Germinado	25-0808	MO-LSAIA-09	Potencio métrico	6,06	Unidades pH
HUMEDAD	Harina Amaranto	25-0809	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	7,49	%
CENIZAS [□]	Harina Amaranto	25-0809	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	1,75	%
EXTRACTO ETHEREO (EE) [□]	Harina Amaranto	25-0809	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	6,98	%
PROTEINA [□]	Harina Amaranto	25-0809	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	13,51	%
FIBRA [□]	Harina Amaranto	25-0809	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	3,65	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO E L N	Harina Amaranto	25-0809	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	74,10	%
pH	Harina Amaranto	25-0809	MO-LSAIA-09	Potencio métrico	6,76	Unidades pH
HUMEDAD	Harina de chocho	25-0810	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	3,49	%
CENIZAS [□]	Harina de chocho	25-0810	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	1,45	%
EXTRACTO ETHEREO (EE) [□]	Harina de chocho	25-0810	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	19,11	%
PROTEINA [□]	Harina de chocho	25-0810	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	46,79	%
FIBRA [□]	Harina de chocho	25-0810	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	3,86	%

ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO E.L.N	Harina de chocho	25-0810	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	28,78	%
pH	Harina de chocho	25-0810	MO-LSAIA-09	Potencio métrico	5,67	Unidades pH

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (Q) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en éste documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. **NOTA DE DESCARGO:** Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en éste informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. los datos marcados con ** son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

RESPONSABLES DEL INFORME	
Nombre	Dr. Iván Samaniego, Ph.D.
Cargo	RESPONSABLE DNC
Firma	
Fecha	2025-12-05

Anexo 6. Análisis nutricional



INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 - AND - INF - 0666

Página 1 de 5

Nombre del cliente*:	José Guaraca / Lizeth Pachucho		
Dirección del cliente*:	Aloasí		

Nombre del producto*:	Bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto	Marca/s*:	---
Descripción de la muestra:	Líquido color habano	Fecha de elaboración*:	2025-12-09
Contenido*:	Declarado: 500 mL Encontrado: 480 mL	Fecha de vencimiento*:	2026-01-10
Lote*:	T12	Envase*:	Vidrio

Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-11	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%

*Datos proporcionados por el cliente

Fecha de recepción:	2025-12-12	Fecha de emisión del informe:	2025-12-23
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-13	Temperatura ambiental:	22,2 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-23	Humedad relativa ambiental:	41 %

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado	Incertidumbre U (k=2)
Humedad	PEE-AN-01-FQ/INEN ISO 5534	g / 100 g	88,76	± 0,26
Proteína	PEE-AN-02-FQ/INEN ISO 8968	g / 100 g	0,73	± 0,15
Grasa total	PEE-AN-03-FQ/INEN ISO 8262	g / 100 g	0,33	± 0,03
Ceniza	PEE-AN-04-FQ/INEN ISO 936	g / 100 g	0,14	± 0,09
Fibra*	PEE-AN-05-FQ/INEN 522	g / 100 g	1,96	---
Carbohidratos totales*	Cálculo	g / 100 g	10,04	---
Energía total*	Cálculo	kcal / 100 g	46,05	---



Firmado electrónicamente por:
**ANDREA ESTEFANIA
CORDONEZ CARRERA**
Validar únicamente con FirmasCE

Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



Anexo 7. Análisis microbiológico



INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 - AND - INF - 0666

Página 5 de 5

Nombre del cliente*:	José Guaraca / Lizeth Pachucho		
Dirección del cliente*:	Aloasi		
Nombre del producto*:	Bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto	Marca/s*:	---
Descripción de la muestra:	Líquido color habano	Fecha de elaboración*:	2025-12-09
Contenido*:	Declarado: 500 mL Encontrado: 480 mL	Fecha de vencimiento*:	2026-01-10
Lote*:	T12	Envase*:	Vidrio
Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-11	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%

*Datos proporcionados por el cliente

Fecha de recepción:	2025-12-12	Fecha de emisión del informe:	2025-12-23
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-13	Temperatura ambiental:	20,7 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-23	Humedad relativa ambiental:	54 %

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Anaerobios mesófilos	PEE-AN-11-MB/INEN ISO 4833 modificado en anaerobiosis	ufc/ g	660
<i>Escherichia coli</i>	PEE-AN-09-MB/ MicroVal 2008LR04 (MV0806-004LR)	ufc/ g	< 10
<i>Bacillus cereus</i>	AOAC 092201	ufc/ g	< 10



Firmado electrónicamente por:
**ANDREA ESTEFANIA
ORDONEZ CARRERA**

Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



Anexo 8. Análisis microbiológico



INFORME DE RESULTADOS

N° 2025 - AND - INF - 0666

Página 4 de 5

Nombre del cliente*:	José Guaraca / Lizeth Pachucho		
Dirección del cliente*:	Aloasi		
Nombre del producto*:	Bebida vegetal fermentada a base de maíz, chocho y amaranto	Marca/s*:	--
Descripción de la muestra:	Líquido color habano	Fecha de elaboración*:	2025-12-09
Contenido*:	Declarado: 500 mL Encontrado: 480 mL	Fecha de vencimiento*:	2026-01-10
Lote*:	T12	Envase*:	Vidrio
Muestreado por:	El cliente	Método de muestreo:	---
Fecha de toma de muestra*:	2025-12-11	Temperatura ambiental del muestreo:	---°C
Ubicación del muestreo*:	---	Humedad relativa del muestreo:	---%

**Datos proporcionados por el cliente*

Fecha de recepción:	2025-12-12	Fecha de emisión del informe:	2025-12-23
Fecha de inicio de ensayo:	2025-12-13	Temperatura ambiental:	20,7 °C
Fecha de fin. de ensayo:	2025-12-23	Humedad relativa ambiental:	54 %

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
<i>Salmonella spp.</i>	PEE-AN-08-MB/ISO6579:2017	Ausencia /Presencia en 25 g	Ausencia



Gerente General

Los resultados de este informe solo afectan a la muestra tal y como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. ANDESLAB no se hace responsable por la información proporcionada por el cliente. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.



Anexo 9. Hoja de catación



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Replica 1

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA "BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAIZ, CHOCHO Y AMARANTO".

PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA

Nombre: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES:

- Frente a usted hay diferentes muestras de la bebida (a diferentes concentraciones), las cuáles debe probar una a la vez y marca con una X, a su juicio sobre cada muestra y atributo (color, olor, sabor y textura), según la escala de valoración presentada.
- Las muestras deberán ser evaluadas desde su izquierda y deberá utilizar esfero color azul.
- En la evaluación de color debe descansar la vista por unos segundos y para los demás atributos se le proporcionara agua para limpiar el paladar.

ESCALA	MUESTRAS																			
	T1					T2					T3					T4				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia
Me gusta mucho																				
Me gusta moderadamente																				
No me gusta ni me disgusta																				
Me disgusta moderadamente																				
Me disgusta mucho																				
ESCALA	T5					T6					T7					T8				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia
	Me gusta mucho																			
Me gusta moderadamente																				
No me gusta ni me disgusta																				
Me disgusta moderadamente																				
Me disgusta mucho																				
ESCALA	T9					T10					T11					T12				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia
	Me gusta mucho																			
Me gusta moderadamente																				
No me gusta ni me disgusta																				
Me disgusta moderadamente																				
Me disgusta mucho																				

Latacunga - Ecuador

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

Anexo 10. Aval del Traductor Externo

AVAL DE TRADUCCIÓN - PROFESIONAL EXTERNO

Yo Lasluisa Naranjo Gladys Janeth, con cédula de identidad número: 050263854-7, licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Inglés con número de registro de la SENESCYT No. 1020-06-657638 ; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma Inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (*Zea Mays*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y AMARANTO (*Amaranthus*)”** de: **Guaraca Condo Jose Rocendo y Pachucho Tapia Lizeth Stefania**, de la carrera de **Agroindustria**, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

En virtud de lo expuesto y para constancia de lo mismo se registra la firma respectiva.

Latacunga, 23 de febrero del 2026



Lasluisa Naranjo Gladys Janeth, Mgtr.

C.I: 050263854-7

Email: gladyslasluisa.yahoo.com

Contacto: 0987420132