



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE
GERMINADOS DEL MOROCHO (*Zea mays indurata*) Y MAÍZ
AMARILLO (*Zea mays*)”**

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

Autoras:

Chango Pallares Josselyn Gissela
Quishpe Cabascango María José

Tutor:

Molina Borja Franklin Antonio

LATACUNGA-ECUADOR
Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chango Pallares Josselyn Gissela, con cédula de ciudadanía No. 0503124505 y Quishpe Cabascango María José, con cédula de ciudadanía No. 1753729845, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GERMINADOS DEL MOROCHO (*Zea mays indurata*) Y MAÍZ AMARILLO (*Zea mays*)”**, siendo el Ingeniero Mg. Franklin Antonio Molina Borja, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 19 de febrero del 2025



Josselyn Gissela Chango Pallares
C.C: 0503124505
ESTUDIANTE



María José Quishpe Cabascango
C.C: 1753729845
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 **CHANGO PALLARES JOSSELYN GISSELA**, identificada con cédula de ciudadanía **0503124505** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GERMINADOS DEL MOROCHO (*Zea mays indurada*) Y MAIZ AMARILLO (*Zea mays*)”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2014 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de Diciembre del 2024

Tutor: Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.

Tema: **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GERMINADOS DEL MOROCHO (*Zea mays indurada*) Y MAIZ AMARILLO (*Zea mays*)”**

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días del mes de febrero del 2025.



Josselyn Gissela Chango Pallares
LA CEDENTE

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

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **QUISHPE CABASCANGO MARIA JOSE**, identificada con cédula de ciudadanía **1753729845** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GERMINADOS DEL MOROCHO (*Zea mays indurada*) Y MAIZ AMARILLO (*Zea mays*)”**, 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 2024 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de Diciembre del 2024

Tutor: Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg

Tema: **“ELABORACION DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GERMINADOS DEL MOROCHO (*Zea mays indurada*) Y MAIZ AMARILLO (*Zea mays*)”**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días del mes de febrero del 2025.


María José Quispe Cabascango
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 sobre el título:

“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GERMINADOS DEL MOROCHO (*Zea mays indurata*) Y MAÍZ AMARILLO (*Zea mays*)”, de Chango Pallares Josselyn Gissela y Quishpe Cabascango María José, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 19 de febrero del 2025



Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.

C.C: 0501821433

DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Chango Pallares Josselyn Gissela y Quishpe Cabascango María José, con el título del Proyecto de Investigación: **“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GERMINADOS DEL MOROCHO (*Zea mays indurata*) y MAÍZ AMARILLO (*Zea mays*)”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 19 de febrero del 2025



Ing. Zoila Elviana Zambrano Ochoa, Mg.
C.C: 0501773931
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Quim. Jaime Orlando Rojas Molina, Mg.
C.C: 0502645435
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Renato Agustin Romero Corral, Mg.
C.C: 1717122483
LECTOR 3 (MIEMBRO)

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, quienes son mi fuente de inspiración y mi mayor motivo para seguir adelante. También lo dedico a mis docentes, cuya guía enriqueció mi formación académica y me impulsaron a superar mis límites. Este logro es resultado de su confianza en mí y de mi compromiso con el desarrollo de nuestra sociedad por un futuro mejor.

Josselyn Gissela Chango Pallares

DEDICATORIA

En este trabajo está presente el esfuerzo de mis padres que han sido mi pilar fundamental en todo este proceso, me han guiado, dado su apoyo,

confianza y sobre todo su amor lo cual ha sido mi impulso para poder concluir una etapa de mi vida en la cual siempre estuvieron presentes, también quiero dedicar mi trabajo a mi pequeño hijo quien ha sido el principal motivo para culminar este trabajo.

María José Quishpe Cabascango

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiarme en la vida y en este camino académico. A mis padres, quienes con su amor incondicional y sacrificios me han permitido alcanzar mis metas; su apoyo ha sido el pilar fundamental en mi vida, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, especialmente a quienes con paciencia y dedicación me guiaron a lo largo de este camino, compartiendo sus conocimientos y experiencias valiosos para la vida.

Finalmente, expreso mi eterno agradecimiento a todos aquellos que, de una u otra manera, aportaron al desarrollo de este proyecto.

Josselyn Gissela Chango Pallares

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por a verme guiado, cuidado así permitiéndome cumplir una meta más en mi vida, por darme la oportunidad de darles una felicidad a mis padres quienes con tanto esfuerzo y sacrificio me dieron la oportunidad de cumplir este propósito.

A mi padre Agustín y a mi madre Margarita por ser los principales promotores de este sueño, por confiar y creer en mí, por darme la mano en todo momento, por ser la inspiración para lograr llegar hasta el final.

De igual manera le agradezco a mi tutor de tesis el Ing. Franklin Molina y a los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi por compartir su conocimiento, formándonos y forjándonos para ser buenos profesionales.

María José Quishpe Cabascango

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GERMINADOS DEL MOROCHO (*Zea mays indurata*) y MAÍZ AMARILLO (*Zea mays*)”.

Autoras:

Chango Pallares Josselyn Gissela
Quishpe Cabascango María José

RESUMEN

El presente proyecto de la investigación tuvo como fin principal, la elaboración de una bebida fermentada a partir de germinados del morocho (*Zea mays indurata*) 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

tratamiento demostró que el producto se mantiene estable durante 15 días, debido al crecimiento constante de levaduras, con resultados microbiológicos dentro de los límites permitidos según la Resolución No. 1407 de 2022 que establece criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos.

Palabras clave: bebida, fermentación, germinados, morocho, maíz, endulzantes.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI FACULTY OF AGRICULTURAL
SCIENCES AND NATURAL RESOURCE**

**TITLE: "PRODUCTION OF A FERMENTED BEVERAGE FROM SPROUTED
MOROCHO (*Zea mays indurata*) AND YELLOW CORN (*Zea mays*)"**

Authors:

Chango Pallares Josselyn Gissela
Quishpe Cabascango María José

ABSTRACT

The main objective of the present research project was to produce a fermented beverage from sprouted morocho (*Zea mays indurata*) and yellow corn (*Zea mays*). Germination occurs in response to water uptake by the seed through imbibition and ends with the beginning of radicle elongation. A physicochemical and sensory methodology was used, implementing a completely randomized block design (CRBD) in a 3x2x2 factorial arrangement with a total of 12 treatments and two replications. To prolong its stability, the beverage was developed from two types of sprouts and two types of sweeteners (white sugar and panela), physicochemical, sensory, nutritional, and microbiological analyses were evaluated. The results revealed that the sprouts of morocho and yellow corn had a significant impact on the parameters of soluble solids, pH, titratable acidity, and beverage density. Final values were obtained for soluble solids of 9 °Brix; pH of 3.79; titratable acidity of 0.00256%; and constant density of 1035 g/m³, analyzed under the NTE INEN 2304:2017 standard, the t10 treatment with the combination of 37% morocho sprout + 25% yellow corn sprout and 38% panela, with a fermentation time of 10 days, presented the best results compared to other treatments. A microbiological analysis was carried out on the best t10 treatment, which indicated that it meets acceptable standards. The nutritional results of the best treatment showed a protein content of 0.72%, fat 0.22%, fiber 0.14%, ash 0.17%, energy value 24.14 kcal/100g, and calcium 20.13%. Additionally, the study on the shelf life of the best treatment demonstrated that the product remains stable for 15 days, due to the constant growth of yeast, with microbiological results within the permitted limits according to

Resolution No. 1407 of 2022, which establishes microbiological criteria that foods must comply with.

Keywords: beverage, fermentation, sprouts, morocho, corn, sweeteners.

INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA..... | ii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR | iii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR | v |
| v AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | vii |
| AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN | viii |
| DEDICATORIA | ix |
| | x |
| AGRADECIMIENTO | xi |
| AGRADECIMIENTO | xii |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |
| | xv |
| INDICE DE TABLAS | xxii |
| INDICE DE FIGURAS | xxiii |
| | xxiii |

| | | |
|--------------|--|--------------|
| | xxiii | INTRODUCCIÓN |
| | 1 | |
| 1. | Datos generales | 2 |
| 2. | Diseño del proyecto | 2 |
| 2.1. | Planteamiento del problema | 2 |
| 2.2. | Marco contextual | 3 |
| 2.3. | Formulación del problema | 4 |
| 2.4. | Objetivos | 4 |
| 2.4.1. | Objetivo general: | 4 |
| 2.4.2. | Objetivos específicos: | 4 |
| 2.5. | Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados. | 5 |
| 2.6. | Fundamentación teórica o marco referencial | 7 |
| 2.6.1. | Marco teórico | 7 |
| 2.6.1.1. | Antecedentes | 7 |
| 2.6.1.2. | Bases teóricas o científicas | 10 |
| 2.6.1.2.2.1. | Optimización del perfil nutricional | 13 |
| 2.6.1.2.2.2. | Generación de compuestos bioactivos | 13 |
| 2.6.1.3. | Germinación de cereales | 13 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 2.6.1.4. | Imbibición | 14 |
| 2.6.1.5. | Activación de los sistemas enzimáticos | 15 |
| 2.6.1.6. | Degradación de las sustancias de reserva | 15 |
| 2.6.1.7. | Crecimiento del embrión | 15 |
| 2.6.1.7.1. | Ventajas de utilizar germinados en la fermentación | 16 |
| 2.6.1.7.1.1. | Mayor accesibilidad de azúcares fermentables | 17 |
| 2.6.1.7.1.2. | Perfeccionamiento de la calidad sensorial | 17 |
| 2.6.1.7.1.3. | Mayor valor nutricional del producto final | 17 |
| 2.6.1.8. | Maíz morocho (<i>Zea mays indurata</i>) | 17 |
| 2.6.1.8.1. | Descripción botánica del morocho | 18 |
| 2.6.1.8.2. | Propiedades nutricionales del morocho | 18 |
| 2.6.1.8.3. | Beneficios nutricionales del maíz y del morocho | 19 |
| 2.6.1.8.4. | Clasificación estructural del morocho | 20 |
| 2.6.1.8.4.1. | Composición físico-química del morocho | 20 |
| 2.6.1.8.5. | Usos del morocho | 20 |
| 2.6.1.8.6. | Industrialización del morocho..... | 21 |
| 2.6.1.8.7. | Interacción entre maíz y morocho | 21 |
| 2.6.1.9. | Maíz amarillo (<i>Zea mays</i>) | 21 |
| 2.6.1.9.1. | Propiedades nutricionales del maíz | 22 |
| 2.6.1.9.2. | Descripción botánica del maíz | 24 |
| 2.6.1.9.3. | Clasificación botánica del maíz | 24 |

| | | |
|---------------|--|----|
| 2.6.1.9.4. | Descripción del maíz..... | 24 |
| 2.6.1.9.6. | Usos del maíz | 26 |
| 2.6.1.9.4.1. | Alimentario | 26 |
| 2.6.1.9.7. | Industrialización del maíz | 26 |
| 2.6.1.10. | Fermentación | 27 |
| 2.6.1.10.1. | Principales efectos de la fermentación | 28 |
| 2.6.1.10.1.1. | Incremento de la actividad enzimática | 28 |
| 2.6.1.10.1.2. | Optimización de la fermentabilidad | 28 |
| 2.6.1.10.2. | Capacidad probiótica | 29 |
| 2.6.1.10.3. | Clasificación de la fermentación | 29 |
| 2.6.1.10.3.2. | Fermentación láctica | 29 |
| 2.6.1.10.3.3. | Fermentación acética | 30 |
| 2.6.1.11. | Proceso de fermentación en bebidas | 30 |
| 2.6.1.11.1. | Preparación del sustrato | 30 |
| 2.6.1.11.2. | Inoculación de microorganismos | 31 |
| 2.6.1.11.3. | Supervisión de las condiciones de fermentación | 31 |
| 2.6.1.11.4. | Generación de subproductos | 31 |
| 2.6.1.11.5. | Finalización y maduración | 31 |
| 2.6.1.12. | Chicha | 31 |

| | | |
|-------------|---|----|
| 2.6.1.13. | Elementos utilizados en la bebida fermentada a partir de germinados del morocho y maíz amarillo | 33 |
| 2.6.1.13.1. | Canela | 33 |
| 2.6.1.13.2. | Clavo de olor | 34 |
| 2.6.1.13.3. | Panela | 34 |
| 2.6.1.13.4. | Azúcar blanca | 35 |
| 2.6.1.14. | Vida útil | 36 |
| 2.6.1.15. | Pruebas de análisis de vida útil | 36 |

| | | |
|-------------|--|----|
| 2.6.1.16. | Requisitos físicos y químicos de la bebida | |
| | 37 | |
| 2.6.2. | Marco conceptual | |
| | 37 | |
| 2.6.2.1. | Monoica | |
| | 37 | |
| 2.6.2.2. | Bacterias lácticas BAL | |
| | 37 | |
| 2.6.2.3. | Panícula | |
| 38 2.6.2.4. | Atol de morocho | 38 |
| 2.6.2.5. | Bebida alcohólica | |
| | 38 | |
| 2.6.2.6. | Fermentación en la industria de bebidas..... | 38 |
| 2.6.2.7. | Tradiciones antiguas | |
| | 39 | |
| 2.6.2.8. | Usos en la industria | 39 |
| 2.7. | Metodología del proyecto de investigación | |
| | 39 | |
| 2.7.1. | Tipos de investigación | |
| | 39 | |
| 2.7.1.1. | Investigación documental | |
| | 39 | |
| 2.7.1.2. | Investigación predictiva | |
| | 39 | |
| 2.7.1.3. | Investigación bibliográfica | |
| | 40 | |
| 2.7.2. | Métodos de investigación | |
| | 40 | |
| 2.7.2.1. | Método teórico..... | |
| | 40 | |
| 2.7.2.2. | Método científico | |
| | 40 | |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.7.2.3. | Método deductivo | 40 |
| 2.7.3. | Técnicas de investigación | 41 |
| 2.7.3.1. | Encuesta | 41 |
| 2.7.3.2. | Referencia acumulada | 41 |
| 2.7.3.3. | Selección de referencias | 41 |
| 2.7.4. | Instrumentos de investigación | 41 |
| 2.7.4.1. | Hoja de evaluación sensorial | 41 |
| 2.7.5. | Metodología de elaboración de la bebida fermentada a partir de germinados del morocho (<i>Zea mays I.</i>) y maíz amarillo (<i>Zea mays</i>). | 42 |

xvii

| | | |
|----------|--|----|
| 2.7.5.1. | Materias primas y materiales | 42 |
| 2.7.5.2. | Formulación de la bebida | 43 |
| 2.7.6. | Elaboración de la bebida fermentada a partir de los germinados del morocho (<i>Zea mays indurada</i>) y maíz amarillo (<i>Zea mays</i>). | 45 |
| 2.7.6.1. | Diagrama del proceso | 45 |
| 2.7.7. | Metodología de la elaboración de la bebida fermentada a partir de los germinados del morocho (<i>Zea mays indurada</i>) y maíz amarillo (<i>Zea mays</i>). | 46 |
| 2.7.7.1. | Recepción de la materia prima | 46 |
| 2.7.7.2. | Preselección de materia prima | 46 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.7.7.3. | Germinación de los granos | 47 |
| 2.7.7.4. | Secado de los germinados | 47 |
| 2.7.7.5. | Molienda de los germinados | 47 |
| 2.7.7.6. | Pesado | 48 |
| 2.7.7.7. | Cocción | 48 |
| 2.7.7.8. | Mezclado | 49 |
| 2.7.7.9. | Enfriado | 49 |
| 2.7.7.10. | Fermentación | 50 |
| 2.7.7.11. | Filtrado | 50 |
| 2.7.7.12. | Pasteurizado | 51 |
| 2.7.7.13. | Enfriado | 51 |
| 2.7.7.14. | Envasado | 52 |
| 2.7.7.15. | Almacenamiento | 52 |
| 2.7.8. | Variables e indicadores | 53 |
| 2.7.9. | Metodología de germinación | 54 |
| 2.7.9.1. | Determinación de germinación del morocho (<i>Zea mays indurata</i>) y maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)..... | 54 |
| 2.7.9.2. | Metodología para el análisis físico y químico de los granos | 54 |

| | | |
|------------|--|----|
| 2.7.9.2.1. | Maíz Germinado | 54 |
| 2.7.9.2.2. | Morocho Germinado | 55 |
| 2.7.9.3. | Metodología para el análisis nutricional de los granos | 55 |
| 2.7.9.3.1. | Maíz Germinado | 55 |
| 2.7.9.3.2. | Morocho Germinado | 55 |
| 2.7.9.4. | Metodología para los análisis físicos y químicos | 56 |
| 2.7.9.4.1. | Determinación de pH | 56 |
| 2.7.9.4.2. | Determinación de acidez titulable | 56 |
| 2.7.9.4.3. | Determinación de sólidos solubles (° Brix). | 57 |
| 2.7.9.5. | Metodología para el aislamiento y recuento de levaduras de la bebida | 57 |
| 2.7.9.6. | Metodología para realizar el análisis nutricional de la bebida | 57 |
| 2.7.9.7. | Metodología para los análisis microbiológicos de la bebida | 58 |
| 2.7.9.8. | Metodología para establecer el tiempo de vida útil de la bebida | 58 |
| 2.7.9.9. | Metodología para determinado los grados de alcohol de la bebida | 58 |
| 2.8. | Hipótesis o preguntas científicas | 59 |
| 2.8.1. | Hipótesis nula (H_0) | 59 |
| 2.8.2. | Hipótesis alternativa (H_1) | 59 |
| 2.9. | Diseño experimental | 59 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.9.1. | Factores de estudio | 60 |
| 2.9.2. | Tratamientos | 60 |
| 2.10. | Análisis y discusión de resultados | 62 |
| 2.10.1. | Objetivo del estudio: | 62 |
| 2.10.2. | Descripción de los tratamientos: | 62 |
| 2.10.3. | Análisis de variables evaluadas: | 62 |
| 2.10.4. | Análisis descriptivo de los resultados | 62 |
| 2.10.5. | Resumen de los datos de las variables evaluadas: | 63 |
| 2.10.6. | Análisis estadístico (ANOVA) | 63 |
| 2.10.6.1. | Prueba de normalidad | 63 |
| 2.10.6.2. | ANOVA de medidas repetidas: | 64 |
| 2.10.7. | Tabla ANOVA variables | 64 |
| 2.10.7.1. | ANOVA para pH: | 65 |
| 2.10.7.2. | Comparaciones múltiples: | 65 |
| 2.10.7.3. | Prueba de Tukey | 65 |
| 2.10.7.4. | Informe y recomendación para estudio | 66 |
| 2.10.8. | Informe de aceptación sensorial para tratamientos de bebida | 68 |
| 2.10.9. | Aceptación de la apariencia | 68 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.10.10. | Aceptación de color | 69 |
| 2.10.11. | Aceptación del olor | 70 |
| 2.10.12. | Aceptación del sabor | 71 |
| 2.10.13. | Aceptabilidad general | 72 |
| 2.10.14. | Análisis de recuento e identificación de levaduras | 73 |
| 2.10.15. | Análisis nutricional del mejor tratamiento de la bebida fermentada de germinados del morocho y maíz amarillo | 76 |
| 2.10.16. | Análisis microbiológico del mejor tratamiento de la bebida fermentada de germinados del morocho y maíz amarillo | 77 |
| 2.10.17. | Análisis de estabilidad acelerada del mejor tratamiento de la bebida fermentada de los germinados morocho y maíz amarillo | 78 |
| 2.10.18. | Análisis físico y químico grados alcohólicos (t_{10} y t_{12}) | 79 |
| 3. | Impactos del proyecto | 80 |
| 3.1. | Impacto social y cultural | 80 |
| 3.2. | Impacto económico | 80 |
| 3.3. | Impacto ambiental | 80 |
| 3.4. | Impacto técnico | 81 |
| 4. | Recursos y presupuesto | 81 |
| 5. | Conclusiones | 82 |
| 6. | Recomendaciones | 84 |
| 7. | Bibliografías..... | 84 |

| | |
|-----------------|----|
| 8. Anexos | 96 |
|-----------------|----|

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Actividades planteadas en base a objetivos | 5 |
| Tabla 2 Descripción botánica del morocho | 18 |
| Tabla 3 Valor nutricional del morocho | 19 |
| Tabla 4 Composición físico y químico del morocho | 20 |
| Tabla 5 Composición nutricional del maíz | 23 |
| Tabla 6 clasificación botánica del maíz | 24 |
| Tabla 7 Composición físico y químico del maíz | 25 |
| Tabla 8 Valor nutritivo de la canela | 34 |
| Tabla 9 Valor nutritivo del clavo de olor | 34 |
| Tabla 10 Valor nutritivo de la panela | 35 |
| Tabla 11 Valor nutricional de la azúcar blanca | 35 |
| Tabla 12 Requisitos físico y químicos de la bebida | 37 |
| Tabla 13 Formulaciones para la bebida fermentada de germinados del morocho y maíz amarillo | 43 |
| Tabla 14 Variables e indicadores de la bebida | 53 |
| Tabla 16 Factores de estudio para la bebida fermentada con maíz amarillo y morocho | 60 |
| Tabla 17 Tratamientos de estudio para determinar la influencia de los germinados maíz amarillo y morocho en la bebida fermentada | 61 |
| Tabla 18 Resumen de los datos de las variables evaluadas | 63 |
| Tabla 19 Variables calculadas ANOVA | 64 |
| Tabla 20 Prueba Tukey | 65 |
| Tabla 21 Resultados de la aceptación de la apariencia de las bebidas fermentada | 69 |
| Tabla 22 Resultados de la aceptación del color de las bebidas fermentadas | 69 |
| Tabla 23 Resultados de la aceptación del olor de las bebidas fermentadas | 70 |
| Tabla 24 Resultados de la aceptación del sabor de las bebidas fermentadas | 71 |
| Tabla 25 Resultados de la aceptabilidad general de las bebidas fermentadas | 72 |
| Tabla 26 Análisis microbiológico (t ₁ panela 5 días fermentación) | 73 |
| Tabla 27 Análisis microbiológico (t ₁ panela 10 días fermentación) | 74 |

| | |
|---|----|
| Tabla 28 Análisis microbiológico (t ₂ azúcar 5 días fermentación) | 75 |
| Tabla 29 Análisis microbiológico (t ₂ azúcar 10 días fermentación) | 75 |
| Tabla 30 Análisis nutricional del mejor tratamiento | 76 |
| Tabla 31 Análisis microbiológicos del mejor tratamiento | 77 |
| Tabla 32 Control microbiológico del mejor tratamiento | 78 |
| Tabla 33 Estabilidad acelerada del mejor tratamiento | 79 |
| Tabla 34 análisis grados alcohólicos del mejore tratamiento..... | 79 |
| Tabla 35 Presupuesto del proyecto | 81 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Flujograma del proceso de elaboración de la bebida fermentada..... | 50 |
| Figura 2 Recepción de ingredientes | 52 |
| Figura 3 <i>Preseleccionado de materia prima</i> | 52 |
| Figura 4 Germinación | 52 |
| Figura 5 Secado | 53 |
| Figura 6 Molienda..... | 54 |
| Figura 7 Pesado | 54 |
| Figura 8 Cocción | 55 |
| Figura 9 Mezclado | 55 |
| Figura 10 Enfriado | 56 |
| Figura 11 Fermentación | 56 |
| Figura 12 Filtrado | 57 |
| Figura 13 Pasteurización | 57 |
| Figura 14 Enfriado | 58 |
| Figura 15 Envasado | 58 |
| Figura 16 Almacenamiento | 59 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1 para elaborar la bebida fermentada | 96 |
| Anexo 2 Análisis de pH, acidez, densidad, ° Brix | 98 |
| Anexo 3 Ficha de catación | 99 |
| xxii | |
| Anexo 4 Análisis sensorial de la bebida | 100 |
| Anexo 5 Análisis físicos, químicos y nutricionales de los germinados | 101 |
| Anexo 6 Análisis recuento e identificación de levaduras | 103 |
| Anexo 7 Análisis microbiológico y nutricional del mejor tratamiento | 105 |
| Anexo 8 Análisis de estabilidad acelerada del mejor tratamiento. | 106 |
| Anexo 9 Análisis grados alcohólicos del mejor tratamiento | 107 |

INTRODUCCIÓN

El consumo de bebidas fermentadas ha obtenido gran relevancia en los últimos años debido a su valor nutricional, propiedades funcionales y beneficios para la salud. En este contexto, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo la elaboración de una bebida fermentada a partir de germinados de morocho (*Zea mays indurata*) y maíz amarillo (*Zea mays*), destacando la importancia de recuperar el uso de granos tradicionales y adaptarlos a las nuevas demandas de productos innovadores en el mercado. Este trabajo incluye etapas clave como la selección de materia prima, prosiguiendo con la germinación de morocho y maíz amarillo, molienda, fermentación y pasteurización, utilizando endulzantes naturales: panela y azúcar blanca y especias. El alcance consiste en desarrollar una bebida fermentada a partir de los germinados de morocho y maíz amarillo evaluando sus propiedades organolépticas, nutricionales y funcionales, con el objetivo de ofrecer una alternativa saludable e innovadora en el mercado de bebidas fermentadas.

La investigación se desarrolló utilizando un enfoque metodológico basado en análisis físicos y químicos, sensoriales, nutricionales y microbiológicos. Para garantizar la calidad y validez de los resultados, se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial $3 \times 2 \times 2$, lo que permitió evaluar el impacto de tres formulaciones de germinados dos tipos de endulzantes (azúcar blanca y panela) y dos tiempos de fermentación. Este diseño dio lugar a un total de 12 tratamientos con dos repeticiones, proporcionando una base estadística sólida para analizar las interacciones entre los factores y seleccionar el tratamiento óptimo.

León D. (2024), en la investigación sobre las características organolépticas y nutricionales de bebidas fermentadas en el contexto de maíz y morocho. Estos años son constantemente utilizadas como ingredientes en la elaboración de bebidas fermentadas, aumentando su valor nutritivo sabor, aroma, color y textura, mejorando su valor nutritivo por su elevado porcentaje de almidones y otros nutrientes. La metodología utilizada evaluó las herramientas técnicas y tecnológicas específicas, concluyendo que el uso de maíz y morocho puede mejorar las características sensoriales y nutricionales finales del producto final.

1. Datos generales

Título del Proyecto

Elaboración de una bebida fermentada a partir de los germinados del morocho (*Zea mays indurata*) y maíz amarillo (*Zea mays*). **Fecha de inicio:** Abril 2024

Fecha de finalización: Febrero 2025 **Lugar de ejecución**

Barrio: Salache Bajo

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi **Zona:** 3 **Facultad que auspicia**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia

Carrera de Agroindustria **Equipo**

de Trabajo:

Tutor: Ing. Franklin Antonio Molina Borja Mg.

Investigador 1: Chango Pallares Josselyn Gissela

Investigador 2: Quishpe Cabascango María José

Línea de Investigación

Desarrollo y Seguridad Alimentaria.

Sub línea de investigación

Biotecnología Agroindustrial y Fermentativa.

2. Diseño del proyecto

2.1. Planteamiento del problema

En Ecuador, el morocho (*Zea mays indurata*) y el maíz amarillo (*Zea mays*) son cultivos con un profundo valor cultural y nutricional que han sido parte de la dieta tradicional durante generaciones.

Sin embargo, su aprovechamiento en la industria de bebidas fermentadas sigue siendo escaso, lo que constituye una oportunidad perdida para innovar en el mercado de bebidas funcionales y saludables. Particularmente en la provincia de Cotopaxi, estos cultivos representan una base económica clave, pero la falta de innovación en su transformación limita el crecimiento económico local.

Esta situación genera diversos efectos negativos: los agricultores no acceden a mercados más rentables que valoricen sus productos tradicionales, los cultivos de alto valor nutritivo no son explotados en su máximo potencial, y el mercado pierde una oportunidad de diversificación en el segmento de bebidas saludables. Si no se toman medidas para superar estas barreras, se desperdician recursos valiosos y se perderá la oportunidad de fortalecer tanto la economía local como la industria alimentaria nacional.

La limitada investigación sobre la fermentación de granos como el morocho y el maíz amarillo, sumada a la ausencia de infraestructura y tecnología moderna en Latacunga, ha impedido el desarrollo de bebidas fermentadas innovadoras. Además, los productores locales carecen de conocimientos técnicos para realizar procesos de fermentación eficaces, y la falta de proyectos que promuevan el uso creativo de estos granos frena el avance de la industria agrícola en la región.

Si este problema persiste, la región de Cotopaxi continuará perdiendo oportunidades económicas, mientras que el mercado de bebidas funcionales y saludables será dominado por productos importados. Esto no solo afectará a los agricultores locales, sino que también reducirá el interés en los granos tradicionales, poniendo en riesgo su valorización y conservación a largo plazo.

El proyecto busca perfeccionar la producción de una bebida fermentada a base de germinados de morocho y maíz amarillo mediante protocolos precisos. Además, propone capacitar a los productores locales en técnicas de fermentación, fomentar inversiones en infraestructura y tecnología para su elaboración a escala, y desarrollar estrategias de marketing que destaquen su valor cultural, nutricional y saludable, facilitando su acceso al mercado nacional e internacional.

2.2. Marco contextual

El efecto y causa principal del problema en la producción de bebidas fermentadas es la falta de productos fermentados de granos como el morocho y maíz amarillo limita la diversidad en el mercado de bebidas fermentadas. Los agricultores no pueden acceder a mercados mejores y están desaprovechando sus cultivos. La investigación inadecuada sobre la fermentación y la falta de tecnología y conocimiento entre los productores obstaculizan el desarrollo.

Consecuencias futuras existiría si no se soluciona el problema, la región de Cotopaxi seguirá perdiendo oportunidades económicas y dependerá de productos importados, lo que podría llevar a una menor valoración de los cultivos tradicionales.

2.3. Formulación del problema

¿El desconocimiento sobre las propiedades de las diferentes variedades de germinados del morocho (*Zea mays indurata*) y maíz amarillo (*Zea mays*) en la elaboración de bebidas fermentadas podría limitar la producción a gran escala de la chicha de jora como medida de restauración de conocimientos ancestrales en el Ecuador?

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general:

- Elaborar una bebida fermentada a partir de los germinados del morocho (*Zea mays indurata*) y maíz amarillo (*Zea mays*).

2.4.2. Objetivos específicos:

- Caracterizar los germinados del morocho (*Zea mays indurata*), y maíz amarillo (*Zea mays*), mediante un análisis físico, químico y nutricional.
- Determinar el mejor proceso de fermentación de la bebida de germinados mediante un análisis físico y químico.
- Evaluar las propiedades microbiológicas y proximales del mejor tratamiento.
- Establecer el tiempo de vida útil en base a un análisis microbiológico del mejor tratamiento.

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

Tabla 1 Actividades planteadas en base a objetivos

| Objetivo | Actividad | Metodología | Resultado |
|---|--|--|--|
| <p>Caracterizar los germinadas del morocho (<i>Zea mays indurata</i>). y maíz amarillo (<i>Zea mays</i>), mediante un análisis físico, químico y nutricional.</p> | <p>Germinar las semillas bajo condiciones controladas.</p> <p>Realizar análisis físicos y químicos: humedad, pH, proteínas, grasa. Realiza un análisis nutricional: proteínas, minerales (hierro, zinc, calcio y potasio).</p> | <p>Método: Germinar las semillas (NTE INEN 1557).</p> <p>Técnica: Análisis físico y químico de laboratorio (NTE INEN 2 302 2009-05).</p> <p>Humedad (NTE INEN 1513). Análisis nutricional (NTE INEN 2 324).</p> <p>Instrumentos: Gravimétrico, colorimetría, espectrofotómetro, balanza analítica.</p> | <p>Perfil detallado de las propiedades físico, químico y nutricionales de los germinados de morocho y maíz amarillo.</p> |

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>Determinar el mejor proceso de fermentación de la bebida de germinados.</p> | <p>Diseñar distintas formulaciones de ambos germinados (morocho y maíz amarillo), dos tipos de endulzantes (azúcar blanca y panela). y tiempo de fermentación.</p> <p>Realizar recuento e identificación de levaduras en la bebida</p> <p>Realizar análisis físico, químico y sensoriales de todos los tratamientos</p> | <p>Método: Diseño experimental DBCA (diseño de bloques totalmente al azar). utilizando un arreglo factorial de (A*B*C) para determinar el proceso óptimo de fermentación.</p> <p>Técnica: Recuento de mohos y levaduras (INEN 1529-10).</p> <p>medición de pH (NTE INEN ISO 1842). medición de acidez (NTE INEN 381). Analizar los resultados físico y químico (NTE INEN 2304), y pruebas organolépticas con un panel sensorial para evaluar apariencia, sabor, olor, color, aceptación.</p> <p>Instrumentos: Refractómetro, potenciómetro, probeta.</p> | <p>Condiciones óptimas de fermentación que maximicen la calidad nutricional de la bebida, disponer de una descripción completa, específica de bacterias y levaduras en la bebida, así determinar el mejor tratamiento.</p> |
|--|---|--|--|

| | | | |
|---|---|--|--|
| <p>Evaluar las propiedades microbiológicas y proximales del mejor tratamiento</p> | <p>Realizar análisis microbiológicos (Escherichia coli, Salmonella spp, Anaerobios mesófilos). y nutricionales (proteínas, carbohidratos, grasa).</p> | <p>Método: Análisis de contenido nutricional mediante (NTE INEN 1334-2:2011).</p> <p>Análisis de contenido microbiológico mediante (NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3549).</p> | <p>Composición nutricional y microbiológica del mejor tratamiento.</p> |
| <p>Establecer el tiempo de vida útil del mejor tratamiento.</p> | <p>Determinar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento mediante prueba de “estabilidad acelerada”.</p> | <p>Método: realizado bajo la guía ICH Q1A(R2) para la zona climática IV.</p> | <p>Análisis de vida útil del mejor tratamiento</p> |

2.6. Fundamentación teórica o marco referencial

2.6.1. Marco teórico

2.6.1.1. Antecedentes

De acuerdo con León D. (2024), en su investigación titulada “Influencia del maíz y morocho en las características organolépticas y nutricionales de bebidas fermentadas”, cuyo objetivo describir los efectos del maíz y morocho en las características organolépticas y nutricionales de bebidas fermentadas mejorando su valor nutritivo por su elevado porcentaje de almidones y otros nutrientes. La metodología empleada comprendió una estrategia detallada y precisa, en el cual se evaluó de forma detallada y precisa las herramientas técnicas y tecnológicas específicas con los casos relevantes de la literatura científica referida al tema. Los resultados de la investigación indicaron que el valor nutricional y la fermentabilidad están influenciadas por factores como la temperatura, el pH y la composición microbiana. Se concluyó que el uso del maíz y morocho en las bebidas fermentadas puede mejorar significativamente las características sensoriales y nutricionales finales del producto final.

Igualmente, Vasco (2022), en su investigación titulada “Elaboración de una bebida fermentada con la utilización de diferentes niveles de pulpa de arazá”, cuyo objetivo fue investigar las características de una bebida fermentada utilizando varios niveles de pulpa de arazá, donde se evaluaron las características físico y químicos como las microbiológicas, análisis sensoriales para determinar los niveles de aceptabilidad de la bebida. La metodología empleada fue basada en la revisión bibliográfica relacionadas con la temática; para el análisis de los resultados se tomó en cuenta los parámetros físicos y químicos como el pH, acidez, proteína y grasa. Los resultados obtenidos afirmaron diferencias altamente significativas en relación a los niveles de pulpa de arazá empleado en la bebida fermentada, de igual forma su contenido de proteína y grasa; en el análisis microbiológico todos los componentes estuvieron dentro del margen de la normativa INEN 2395-2011 para las leches fermentadas; por otra parte, las bacterias lácticas (BAL) se evidenció un incremento a medida que transcurría el tiempo de fermentación vinculados con la acidez y el pH; en los niveles de aceptabilidad fue calificada como “me gusta moderadamente”; pero este margen puede variar en función de la cantidad de pulpa que se adiciona, lo que incidió directamente en el

nivel de aceptabilidad. Se concluyó las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de la bebida fermentada depende en gran medida de la materia prima empleada, temperatura, acidez, pH.

De acuerdo con Bravo (2021), en su investigación titulada “Evaluación del contenido de polifenoles totales y características sensoriales de una bebida alcohólica tipo vino tinto a base de maíz (*Zea mays L.*) morado y rojo”; cuyo objetivo fue evaluar el contenido de polifenoles totales y características sensoriales de una bebida alcohólica a base de maíz morado y rojo. La metodología empleada consistió en el desarrollo de las formulaciones de dos variedades de maíz y tres concentraciones de sólidos solubles del mosto inicial (15,18 y 21 ° Brix), el maíz seco fue llevado a la cocción por 30 min con frutas (manzana verde, piña y zumo de limón) y la infusión que resultó fue precisada en función al contenido de sólidos solubles (°Brix) ajustados, seguidamente de una fermentación con *Saccharomyces cerevisiae* por un periodo de 5 días, desarrollándose el primer trasiego. Se procedió a pasteurizar la bebida a 64,7 °C por 3 min, permaneció en reposo por un periodo de 21 días en envases de vidrio tipo ámbar, luego se realizó el segundo trasiego. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante test no paramétricos de Friedman y Holm. El mejor tratamiento fue el t₃ (maíz morado; mosto de 21 °Brix) presentando valores de ácido gálico 177,26 mg/L; un pH 4,80; 8,83 ° Brix de sólidos solubles; viscosidad 1,2860 cp.; acidez 0,17 % (ácido cítrico) y un grado alcohólico de 8,14 ° GL.

Según Bolaños (2020), en su investigación titulada “Elaboración de una bebida fermentada tipo yogurt a base de morocho”, cuyo objetivo fue elaborar una bebida fermentada a base de morocho. Su metodología consistió en el desarrollo de tratamientos con 3 porcentajes de maíz blanco al 2,84 %, 3,75 % y 4,64 % y 2 tipos de microorganismos fermentativos *Lactococcus lactis* y *Lactobacillus bulgaricus*; se empleó el diseño completamente al azar (DCA) comprendido por 6 tratamientos de estudio. Para la evaluación sensorial se llevó a cabo una sesión que constó de 50 catadores desarrollando una prueba de aceptabilidad con una escala hedónica evaluando atributos de color, olor, sabor, viscosidad y aceptabilidad; posteriormente para la valoración de los parámetros físico y químicos se desarrollaron diversos métodos: Gerber (grasa), Kjeldahl (proteína), titulación con hidróxido de sodio al 0.1 N (acidez titulable) y la viscosidad se midió con el viscosímetro Brookfield modelo RVT. Los resultados de la investigación determinaron que el tratamiento de

mayor aceptabilidad fue el t₅ (40 g de harina de morocho y microorganismo mesófilo (*Lactococcus lactis*)), el cual presentó en sus parámetros físico y químicos 4.033 de grasa, 4.839 de pH, 0.76 % de acidez titulable, 5.465 de proteína y 31866.67 de viscosidad. Se concluye que el uso del cultivo mesófilo incide positivamente en las propiedades físicos y químicos y sensoriales de la bebida fermentada, optimizando la viscosidad, acidez, sabor lo que permitió que su vida útil fuese de 15 días en refrigeración bajo una temperatura de 3 a 5 ° C, posteriormente a este tiempo los parámetros fueron modificándose al valor permitido por la norma INEN 2395 de leches fermentadas.

Así mismo, 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 Bertoni*) 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.

Adjuntado a esto, Pico (2020), en su investigación titulada “Estudio del procesamiento de una bebida lacto fermentada con sabor arazá mediante un cultivo de Hongos Kéfir”, cuyo propósito fue desarrollar un estudio de procesamiento de una bebida lacto fermentada con sabor arazá mediante

un cultivo de hongos Kéfir llamada Kefiur realizado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La metodología empleada fue diseñar una bebida con bajos niveles de lactosa apta para todo tipo de consumidores, con la alimentación de los hongos Kéfir, con un método artesanal por el tipo de hongo no se puede industrializar. La investigación se orientó en tres momentos, las bases teóricas vinculadas con los criterios de autores que sustentaron la propuesta, la metodología utilizada de acuerdo a los paradigmas de la investigación, exploratoria, descriptiva y explicativa, orientado en el diseño de un prototipo de bebida probiótica deslactosada de arazá. Se concluyó que existió carencias de bebidas lácteas fermentadas con sabor a arazá disponible en los mercados de calidad, se diseñó la receta estándar con las especificaciones necesarias utilizando el cultivo de Kéfir.

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.

2.6.1.2. Bases teóricas o científicas

2.6.1.2.1. Bebida fermentada

Actualmente los requerimientos de los consumidores en su ingesta diaria de proteína han ido en incremento, lo que demanda a las industrias del sector a que oferten una diversidad de productos a partir de materias primas de origen vegetal y animal. La gran mayoría de la población está en la

búsqueda continua de nuevas opciones que sean fuente de proteínas vegetales para obtener diferentes bondades para la salud, por su bajo contenido de grasas insaturadas, contribuyendo en la disminución del colesterol, por contener elevado porcentaje de fibra beneficia la flora intestinal, lo que presume un menor grado de riesgo para hígado y riñones. Agregado a esto si adiciona una alimentación saludable y nutritiva, existe la posibilidad de mayor aporte de nutrientes esenciales. Las bebidas nutricionales constantemente se emplean para alimentar y nutrir a niños en sus etapas de desarrollo, cumplen con el objetivo de incrementar los niveles de calorías y nutrientes como lo son los carbohidratos, grasas, proteínas o demás nutrientes que son casi inexistentes en la ingesta diaria Moposita et al., (2023).

Las bebidas fermentadas que se originan de diversas materias primas azucaradas o productos amiláceos de fácil hidroxilación, son sometidas al proceso de fermentación por levaduras que los transforman en alcohol, presentado en proporciones relativamente bajas menor al 20 %. Estas bebidas tienen inmerso en su proceso de preparación la fase de fermentación, en que el azúcar se transforma en alcohol produciendo gases. Indistintamente cualquier sustancia líquida que contenga azúcar atraviesa por este proceso de manera natural bajo la atribución de la levadura, que por carencia de oxígeno favorece la descomposición de la glucosa y demás azúcares, generando dióxido de carbono y etanol. Estos procesos de fermentación se obtienen con frutas o cereales como el centeno, maíz, trigo, avena, etc.; con la presencia de azúcares naturales o adicionados para ser transformados en alcohol. Por esta razón la etapa de destilación que se realiza de los aguardientes es desarrollada a base de fermentación; comenzando con la acogida de las materias primas, seguidamente se envasa las materias primas y la unión de ingredientes, posteriormente se procede a la molienda y prensado, para proseguir a la fermentación, continuar al trasiego y finalizar el relleno (Sánchez, 2023).

Este tipo de bebidas están en la base misma de la alimentación, porque provienen básicamente de una variedad de frutas, cereales, leche, carnes, pescados, vegetales y tubérculos, generando una gama de productos desde bebidas alcohólicas como chichas, vinos, cervezas y bebidas no alcohólicas como las leches fermentadas, alimentos como el queso, pescados, condimentos, panes de diversos tipos y papillas. Todo esto teniendo su fundamento en el proceso de fermentación que consiste en el procedimiento microbiológico de transformación de los carbohidratos en alcoholes, empleando dióxido de carbono o ácidos orgánicos, bacterias y levaduras en una mezcla de éstos

bajo condiciones anaeróbicas, desarrollando nuevas perspectivas adaptadas en la cultura material a la organización social hasta destacar los estatus simbólicos de la fermentación con diversas creencias (Schneier, 2020).

Los productos fermentados que provienen de cereales, particularmente los que se originan del maíz como la chicha, presentan gran relevancia en América Latina por sus índices de consumo durante siglos. La chicha es una bebida fermentada de tradición más distinguida desde los tiempos prehispánicos en las regiones del noroeste de Argentina, las regiones andinas de Ecuador, Bolivia, Colombia y Perú; siendo consumidas principalmente por la población nativa en las festividades de carácter religioso y agrícolas. Las levaduras básicamente *S. cerevisiae*, y bacterias del género *Lactobacillus sp.*, *Leuconostoc sp.*, *Acetobacter sp.* con diversos mohos como *Aspergillus sp.* son los microorganismos más importantes en la etapa de la fermentación de la chicha (Rollán, 2020).

Se ha demostrado que la combinación del maíz y el morocho en la preparación de bebidas fermentadas han generado un resultado favorable en las características sensoriales del producto final, aplicar maíz y morocho en la combinación de la fermentación genera un impacto en el sabor, aroma y coloración de la bebida, propicia una experiencia única. El valor nutricional puede estar influenciado por diversos factores como lo son el tipo y calidad de los ingredientes utilizados, posterior al proceso de fermentación se da origen a un producto con mayor contenido de azúcares Remache y Vargas, (2020).

El morocho es rico en fibra y otros nutrientes fundamentales como vitaminas, grasas y proteínas, la utilización de microorganismos en la descomposición tiene una función importante en el resultado final de la bebida fermentada, las levaduras y las bacterias propician el ambiente para el proceso de fermentación de los nutrientes más complejos y en la formación de los compuestos como alcoholes, ácidos y componentes aromáticos en la duración del proceso Remache & Vargas, (2020).

El empleo de maíz y morocho en la elaboración de bebidas fermentadas puede generar un efecto favorable en las características sensoriales y nutricionales de la chicha, la aplicación de estos componentes aporta nutrientes adicionales en el resultado final como vitaminas, aminoácidos y antioxidantes. Se requieren diversificar las investigaciones para ampliar el margen de

entendimiento en referencia al impacto del maíz y morocho en las características sensoriales y nutritivas de las bebidas fermentadas (Parra L. 2023).

2.6.1.2.2. Ventajas y características de las bebidas fermentadas

Las bebidas fermentadas según Martín & Ayuso (2023), han sido apreciadas no solo por su habilidad para conservar alimentos y producir bebidas alcohólicas, sino también por los posibles beneficios nutricionales y funcionales.

2.6.1.2.2.1. Optimización del perfil nutricional

La fermentación puede incrementar la disponibilidad de nutrientes en los alimentos. Para los cereales, la fermentación tiene el potencial de reducir la existencia de anti nutrientes como los fitatos, que impiden la asimilación de minerales como el hierro y el zinc, Martín y Ayuso (2023).

2.6.1.2.2.2. Generación de compuestos bioactivos

A lo largo del proceso de fermentación, los microorganismos son capaces de producir compuestos bioactivos que poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y probióticas, lo que podría favorecer la salud del intestino y del organismo en general. El consumo moderado por adultos de las bebidas fermentadas genera un impacto favorable en la prevención de patologías cardiovasculares, metabólicas y cognitivas, Martín & Ayuso (2023).

2.6.1.2.2.3. Características organolépticas

Las bebidas fermentadas presentan perfiles sensoriales complejos y singulares, que son producto de la acción de los microorganismos. El alcohol, junto a los subproductos de la fermentación, otorga a estas bebidas sabores y aromas únicos que son valorados en diversas culturas. Los seres humanos han venido implementando los microorganismos para convertir de manera positiva alimentos y bebidas desde generaciones más antiguas. Lo que hoy se conoce como fermentación microbiana ha sido utilizado muchas generaciones atrás para dar un valor agregado a los alimentos de diversos orígenes, como los lácteos, vegetales, carnes, pescados y cereales Martín & Ayuso (2023).

2.6.1.3. Germinación de cereales

Los germinados de cereales son de alto valor nutritivo y de fácil digestión, por lo general son alimentos ricos y concentrados en hidratos de carbono complejos comprendidos por el almidón, proteínas, vitaminas y minerales de importancia para la salud. Los seres humanos han empleado diversas fuentes de alfa y beta para la obtención de los azúcares fermentados de sustratos con abundante porcentaje de almidón, vinculando la saliva humana en las chichas sudamericanas, hongos en las bebidas asiáticas sake y shochu, la de los cereales como lo son la cerveza y otras bebidas alcohólicas, que al ser germinados o malteados generan la activación de sus propias enzimas Libkind & Álvarez, (2020).

El proceso de germinación responde a la entrada de agua a la semilla por imbibición y finaliza con el inicio del alargamiento de la radícula. En condiciones de laboratorio, ocurre la rotura de las cubiertas seminales por la raíz es el acontecimiento que se desarrolla para considerar que se dio la germinación. El proceso de germinación se desarrolla la emergencia y desarrollo de una plántula normal (Satellan, 2023).

Las semillas que son consideradas sanas y recién cosechadas muestran el máximo potencial germinativo. Posterior a la cosecha se almacenan las semillas secas, sin embargo, puede contener humedad circulante, disminuyendo su vigor y viabilidad. Si las semillas son consideradas invalidadas por agentes fúngicos en la etapa de almacenamiento, ya el proceso de germinación se altera. La germinación es el inicio de las etapas del ciclo de vida de la planta por medio de la cual se origina la plántula. Es un proceso que requiere que la semilla emerja del letargo e inicie su fase de crecimiento hasta llegar a ser un individuo, es un procedimiento que conlleva la ocurrencia de acontecimientos en cadena de carácter metabólico y morfogenéticos que son respuesta de las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de la semillas, estas condiciones están vinculadas con la luz, temperatura, disponibilidad de oxígeno, porcentaje de humedad, disponibilidad de minerales y nutrientes en el suelo (Cayambe, 2024).

La fisiología de la germinación según Michaels et al., (2024), la germinación implica una serie de cambios bioquímicos y estructurales en el grano. El proceso generalmente sigue estos pasos:

2.6.1.4. Imbibición

La fase inicial de la germinación es la imbibición, es un proceso físico que permite el ingreso del agua desde el interior al exterior de la semilla. La fuerza que impulsa es el movimiento de potencial para desplazar agua entre la semilla y el ambiente, pero su capacidad permeable es fundamental para establecer la tasa de flujo del agua. Los niveles de agua que ingresan van a estar condicionado por la especie, que generalmente es elevada y depende del tipo de sustancia de reserva que esté compuesta, en el caso de las leguminosas pueden absorber hasta 180 % de su volumen.

2.6.1.5. Activación de los sistemas enzimáticos

El proceso de ingreso de agua en el interior de las semillas origina un esparcimiento de los coloides requeridos para el regreso a la vida activa, permitiendo la rehidratación de las reservas alimenticias que sólo llegan a convertirse en sustancias accesibles al embrión en existencia de agua. Con la hidratación de las semillas se activan los procesos enzimáticos, trasladándose desde el embrión a los tejidos endospermicos. Los alimentos que se encuentran almacenados en el endospermo o en los cotiledones son pasados a un proceso digestivo para migrar a los sitios claves de crecimiento del embrión.

2.6.1.6. Degradación de las sustancias de reserva

Las enzimas digieren las reservas de la semilla y colocan a disponibilidad del embrión los nutrientes, generando de la misma forma energía requerida para la fermentación y la respiración de los sustratos solubles. De esta forma los hidratos de carbono insolubles como el almidón e inulina se van degradando de hidrolasas a monosacáridos solubles, como la glucosa y fructosa. Los triglicéridos, principalmente lípidos de reserva característicos de muchas leguminosas, pasan por un proceso de degradación en tres fases como lo son cuerpos lipídicos, mitocondrias y glioxisomas, los cuales se descomponen a glicerol y ácidos grasos, y las proteínas de reserva son hidrolizadas a aminoácidos por proteinasas.

2.6.1.7. Crecimiento del embrión

Como producto de estos procesos descritos se genera que el embrión organice la disposición de los nutrientes suficientes para iniciar con su etapa de crecimiento, todo lo generado en la hidrólisis se convierte en nutrición para el embrión lo que influye favorablemente en su desarrollo. La raíz,

radícula o plúmula despliegan presión en el tegumento que ocasiona la emergencia con el rompimiento de la testa caulinar que es el órgano que surge en primer lugar. Cuando emerge ocurre la penetración en el suelo, produciendo pelos absorbentes y en ocasiones acompañados de raíces laterales iniciando la absorción de agua y nutrientes.

La modificación de la composición química generalmente las semillas son resistentes y de compleja digestibilidad, debido a esto la germinación da origen a la actividad metabólica, donde se desarrollan diversos procesos químicos, entre ellos la síntesis de las enzimas que despliegan las macromoléculas de proteínas, minerales y vitaminas permitiendo la absorción y asimilación. Es probable que la germinación se considere uno de los procesos biológicos necesarios para dar origen a la vida de diversas especies entre ellos granos de cereales y leguminosas, en los cambios en la composición, se puede observar modificaciones de los carbohidratos solubles, proteínas y fibra (Arenas, 2022).

El proceso de germinado sobre los valores nutricionales y las características funcionales, va a depender de las variables físicas en las que se desarrolla, entre estos el tiempo de remojo y germinado, disponibilidad de luz, parámetros que desempeñan un rol fundamental en la germinación y sus valores nutritivos. La germinación mejora la salud de las plantas al aumentar las vitaminas del grupo B (especialmente B2, B6 y folato) y la vitamina C. También aumenta la disponibilidad de minerales como el hierro, el zinc y el magnesio (Vilcanqui-Pérez et al., 2021).

En el proceso de germinación ocurre una disminución de fitatos (compuestos orgánicos formados de fósforo), taninos (compuestos amargos de plantas vegetales) afectando los niveles de absorción de nutrientes, incrementando la disponibilidad de minerales y proteínas. Los compuestos anti nutricionales son una sucesión de metabolitos de carácter secundario que se encuentran presentes en los alimentos y se generan como protección de las plantas cuando se enfrentan a eventos adversos como estrés o agresiones por plagas o insectos para cautivar agentes polinizadores (Kumar et al., (2022).

El proceso de germinación aumenta la cantidad y calidad de las proteínas en el grano, lo que hace que los aminoácidos esenciales estén más disponibles. Esto es importante porque aumenta el valor proteico del maíz, haciéndolo más adecuado para la producción de pan (Vilcanqui-Pérez et al., 2021).

2.6.1.7.1. Ventajas de utilizar germinados en la fermentación

Según Paucarchuco (2024), el uso de germinados en la fermentación ofrece varias ventajas:

2.6.1.7.1.1. Mayor accesibilidad de azúcares fermentables

La fermentación convierte el almidón en azúcares simples (glucosa y maltosa) debido a la acción de enzimas amilolíticas como la alfa-amilasa, que son fácilmente digeridas por levaduras y bacterias durante la fermentación. Esto da como resultado una fermentación eficiente y rápida. Son azúcares de pequeño peso molecular que funcionan como fuente de energía que motiva el crecimiento embrionario, Paucarchuco (2024).

2.6.1.7.1.2. Perfeccionamiento de la calidad sensorial

Las modificaciones químicas que suceden durante la fermentación pueden potenciar el gusto, la consistencia y el aroma de las bebidas fermentadas. Los compuestos volátiles y azúcares generados durante este procedimiento contribuyen a generar efectos complejos y cautivadores. Por esta razón diversos investigadores y organizaciones de la salud han influido favorablemente en la reducción de los factores anti nutricionales, porque beneficia la disponibilidad nutricional y la calidad organoléptica, Paucarchuco (2024).

2.6.1.7.1.3. Mayor valor nutricional del producto final

La combinación de cultivo y fermentación de la uva mejora el valor nutricional de la bebida final. La planta no sólo proporciona nutrientes esenciales, sino que, cuando se fermenta, produce compuestos biológicos como ácidos orgánicos y vitaminas, lo que convierte a la bebida en un producto útil con beneficios para la salud. Los compuestos de origen vegetal representan gran importancia por su gran número de propiedades nutricionales y saludables, lo que ha generado aumento en el consumo de estos alimentos a base de una fermentación, Paucarchuco (2024).

2.6.1.8. Maíz morocho (*Zea mays indurata*)

El morocho es un cereal similar al maíz, reconocido por su suavidad y fácil molienda, lo que lo hace nutritivo y versátil. Su endospermo frágil contiene proteínas y almidón, siendo ideal para la elaboración de fórmulas lácteas y otros platillos. Los principales nutrientes del morocho son carbohidratos, proteínas, fibra y minerales como magnesio, zinc y fósforo, con baja carga calórica, lo que lo convierte en una opción saludable para el control del peso. Se usa en panificación para hacer panes, pasteles y galletas, destacando su textura y sabor, además de contribuir a la salud digestiva por su contenido de fibra, según (Enríquez et al., 2020).

Este cereal tiene una rica historia en la región andina de Ecuador, donde se emplea en sopas y coladas. Su consumo se remonta a épocas prehispánicas y se ha mantenido en la dieta de otros países latinoamericanos. En Ecuador, el morocho es considerado un alimento nutritivo y se utiliza tanto para desayunos como postres (Parra, 2023).

El morocho tiene diversos usos en la panificación y en la preparación de bebidas. Ofrece nutrientes esenciales y es de fácil digestibilidad, lo que favorece su inclusión en dietas equilibradas. Su producción y uso histórico lo posicionan como un alimento valioso en varias culturas (Guamán et al., 2020).

2.6.1.8.1. Descripción botánica del morocho

Tabla 2 Descripción botánica del morocho

| | |
|----------|----------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Angiospermas |
| Clase | Monocotiledóneas |
| Orden | Poales |
| Familia | Poaceae (gramíneas). |
| Género | Zea |
| Especie | <i>Zea mays L.</i> |

Nombre científico *Zea mays indurata*

Fuente: *Romero y Ruíz, (2021).*

2.6.1.8.2. Propiedades nutricionales del morocho

En cuanto a las propiedades nutricionales se tienen las calorías que se refiere a cualquier unidad de energía admitida que permite expresar aumentos de calor, por lo general se emplea calorías (13, 16, 18, 25, 26). que se entiende por la energía requerida para incrementar a presión normal la temperatura de 1 gramo de agua a 1°C. Por otra parte, las proteínas representan fundamentalmente las células, son cruces de diversos tamaños con eslabones que reciben el nombre de aminoácidos; las uniones de diferentes aminoácidos propician los espacios para la conformación de diferentes proteínas, con una función específica; dando origen a la formación de tejidos, regeneración y renovación constantemente (Pérez, 2021).

En lo que respecta a almidón presente en el morocho representa una fuente de energía significativa en la alimentación, hay diversos almidones que son de lenta digestión o resistentes al proceso digestivo y están vinculados con efectos favorables para la salud humana y animal; es una macromolécula versátil que tiene amplio espectro en la industria alimentaria en la fase de producción de alimentos o en su función como aditivo (Trejo et al., 2024).

En las características nutricionales más destacadas del morocho se incluyen altos niveles de calorías y fósforo, así como un bajo nivel de proteínas, como se puede observar en la *Tabla 3*.

Tabla 3 Valor nutricional del morocho

| | |
|-----------|----------------|
| Calorías | 362 % |
| Proteínas | 6,9 % |
| Almidón | 71,37 mg/100mg |
| Fósforo | 275 mg/100mg |

| | |
|--------|-------------|
| Calcio | 18 mg/100mg |
|--------|-------------|

| | |
|--------|---------|
| Hierro | 2 mg/mg |
|--------|---------|

Fuente: *Romero y Ruíz, (2021).*

2.6.1.8.3. Beneficios nutricionales del maíz y del morocho

El maíz es un excelente proveedor de carbohidratos, proteínas y una variedad de vitaminas y minerales, además de ser rico en antioxidantes que contribuyen a reducir la densidad en la muestra e identificar enfermedades crónicas como afecciones cardíacas y cáncer. Además, posee antioxidantes particulares como los carotenoides que contribuyen a evitar el deterioro celular y la inflamación, la fibra presente en el morocho contribuye a potenciar la salud digestiva y a evitar ciertas patologías como el cáncer de colon. Además, el maíz específico empleado para la elaboración del morocho es abundante en compuestos fenólicos que disminuyen la inflamación y potencian la salud en general (León D. , 2024).

2.6.1.8.4. Clasificación estructural del morocho

2.6.1.8.4.1. Composición físico-química del morocho

El morocho tiene una composición rica en nutrientes. A continuación, se presenta una descripción general. El grano del maíz morocho, al igual que otras variedades de maíz, es el resultado de un proceso de doble fecundación, un mecanismo característico de las plantas angiospermas. Este proceso involucra la fecundación de dos células en el óvulo: una da lugar al embrión y la otra forma el endospermo, que proporciona nutrientes para el desarrollo del grano (Navarrete, 2020).

En las características físico-química del morocho se incluyen una alta cantidad de humedad, proteína, energía, fósforo y un bajo porcentaje de minerales, como se puede observar en la *Tabla 4*.

Tabla 4 Composición físico y químico del morocho

| Componente | Cantidad |
|------------|----------|
|------------|----------|

| | |
|---------------------|----------------|
| Humedad | 8 – 12 % |
| Proteínas | 9 – 12 % |
| Grasa (Lípidos) | 4 – 5 % |
| Carbohidratos | 10 – 16 % |
| Fibra cruda | 2 – 4 % |
| Cenizas (Minerales) | 1 – 2 % |
| Energía | 350 – 370 kcal |
| Calcio | 20 – 40 mg |
| Hierro | 2 – 4 mg |
| Fósforo | 200 – 300 mg |

Fuente: (Navarrete, 2020)

2.6.1.8.5. Usos del morocho

El morocho tiene múltiples aplicaciones, tanto alimenticias como industriales:

- Como alimentación humana.
- Es utilizado como alimento para bovinos.
- Como ingrediente principal en la elaboración de otros productos de carácter industrial.

2.6.1.8.6. Industrialización del morocho

La industrialización del morocho implica cuatro categorías o tipos de proceso

- Molienda
- Extracción de almidón
- Fermentación
- Elaboración de alimentos

2.6.1.8.6.1. Morocho en bebidas fermentadas

El morocho es un tipo de maíz de grano grane y blanco, favorece a la textura y gusto de las bebidas fermentadas, contribuyendo con el surgimiento de sabores suaves y cremosos, de igual manera los nutrientes esenciales como las proteínas y los minerales (Navarrete, 2020).

2.6.1.8.7. Interacción entre maíz y morocho

La fusión de maíz y morocho en bebidas fermentadas ocasiona un vínculo de sabores y olores complicados, que permiten un elevado valor nutricional se enriquezca gradualmente con una diversa variedad de nutrientes favorables para la salud (Parra, 2023).

2.6.1.9. Maíz amarillo (*Zea mays*)

El maíz amarillo (*Zea mays*) es crucial en la historia agrícola y economía de Ecuador, cultivado por diversas culturas durante milenios. Actualmente, su producción se beneficia de avances tecnológicos. Esta planta herbácea puede alcanzar entre 1 y 3 metros de altura, con hojas largas y puntiagudas, y produce granos amarillos (Hasang-Moran et al., 2021).

Su ciclo de desarrollo se divide en dos fases fisiológicas:

- **Etapa vegetativa:** Inicia con la gestación (nacimiento de hojas) y continúa con la evolución de la planta, culminando en la floración femenina.
- **Fase reproductiva:** Comienza con la madurez de los órganos reproductivos y termina con la formación de granos (Ron, 2021).

El maíz tiene una altura variable, con algunas variedades llegando hasta los 5 metros. Es una planta bianual y monoica. Las raíces son esenciales para su desarrollo y las inflorescencias producen polen y mazorcas tras la fecundación, que contienen semillas cariósides. El maíz prospera a temperaturas de 15 °C, con un ciclo vegetativo que varía desde 120 hasta 300 días según la altitud. Prefiere suelos con textura media y pH de 5,5 a 7,8, demandando riego constante en su etapa de crecimiento (Reyes, 2024).

Este cultivo necesita una buena preparación del terreno para controlar la maleza y las plagas. Con un adecuado manejo del suelo, se eliminan agentes patógenos. El control agropecuario incluye siembra, distanciamiento entre plantas, riego y cosecha. El maíz, originario de la región central de México, es un cereal nutritivo, dependiente del cuidado humano para su crecimiento. Es el único cereal usado como alimento en todas las etapas de su desarrollo (Becerra, 2023).

En el control agropecuario se vinculan todas las etapas que conlleva el desarrollo del cultivo desde sus fases de siembra, el distanciamiento entre plantas y surcos, las soluciones nutritivas aplicadas, el manejo integral de malezas, plagas y agentes patógeno que puedan incidir negativamente en el óptimo desarrollo de las plantas, el sistema de riego y las frecuencias y su posterior fase de cosecha (Linares, 2021).

2.6.1.9.1. Propiedades nutricionales del maíz

El maíz es un cereal abundante en nutrientes que aporta diversos nutrientes esenciales, tienen la función de fuentes de energía para los seres humanos por estar compuestos principalmente por hidratos de carbono siendo un grupo de componentes químicos que se jerarquizan por el índice de polimerización, conformado por tres grupos de azúcares, oligosacáridos y polisacáridos. Las proteínas son macromoléculas conformadas por carbono, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y en menores proporciones contienen minerales como fósforo, azufre, y los elementos como magnesio, hierro y cobre (Casado, 2020).

La grasa conformada primordialmente por los TAG con una significativa cantidad disponible de energía metabolizable considera al doble de carbohidratos, lo que las convierte en ideales para las reservas de energía en el organismo (Farfán-Codina, 2020). Por otra parte, la fibra es considerada la fuente de la pared celular, con características hidrofílicas e hidrofóbicas por sus regiones amorfas y cristalinas; caracterizada por su pared celular con la hidratación, intercambio iónico y adsorción orgánica (Chica, 2022).

En lo que corresponde al contenido de cenizas se hace referencia a la presencia de residuos inorgánicos que permanecen posterior a la combustión y oxidación de materia orgánica de un alimento. Además, los minerales que están presentes como el fósforo, sodio, azufre, calcio, hierro, potasio, magnesio y cobre; son nutrientes que forman parte de algunos alimentos, que fortalecen los huesos, dientes, tejidos blandos, músculos, sangre y células nerviosas. Las vitaminas y los minerales conforman el grupo de nutrientes reguladores (Calderón, 2021).

A continuación, la composición nutricional de maíz consta con una cantidad alta de hidratos de carbono, fósforo y una cantidad baja de hierro como se puede observar en la *Tabla 5*.

Tabla 5 Composición nutricional del maíz

| Composición por cada 100 g de maíz comestible | | | |
|--|---------|-------------|---------|
| Hidratos de Carbono | 71,88 g | Riboflavina | 0,10 mg |
| Proteínas | 8,84 g | Calcio | 10 mg |
| Grasas | 4,57 g | Hierro | 2,3 mg |
| Fibra | 2,15 g | Potasio | 286 mg |
| Cenizas | 2,33 g | Tiamina | 0,42 mg |
| Humedad | 10,23 g | Vitamina C | 0,12 mg |
| Fósforo | 348 mg | Magnesio | 139 mg |
| Sodio | 15,9 mg | Cobre | 0,14 mg |
| Azufre | 114 mg | | |

Fuente: (Michele, 2023)

2.6.1.9.2. Descripción botánica del maíz

El maíz *Zea mays L.* es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae (Gramineae), Tribu Andropogoneae, con dos géneros: *Zea* ($2n = 20$) y *Tripsacum* ($2n=36$). El género *Zea*, tiene además de la especie *Z. mays* (maíz común), cuatro especies conocidas generalmente como Teosintes (*Z. mexicana*, *Z. luxurians*, *Z. diploperennis* y *Z. perennis*). Es una gramínea anual, robusta, de crecimiento determinado, que puede alcanzar hasta 5 m de altura, normalmente está compuesta de un solo tallo dominante, pero puede producir hijos fértiles (Gordón, 2021).

Según la *Tabla 6* se describe la clasificación botánica:

2.6.1.9.3. Clasificación botánica del maíz

Tabla 6 clasificación botánica del maíz

| | |
|-----------------|---|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Liliopsida |
| Orden | Cyperales |
| Familia | Poaceae |
| Género | Zea |
| Especie | Mayz |
| Nombres Comunes | Maíz, morochillo, maíz, duro amarillo. Nombre |
| Científico | <i>Zea mays</i> L. |

Fuente: León D. (2024)

2.6.1.9.4. Descripción del maíz

El maíz es una planta herbácea anual, de ciclo vegetativo que varía entre 80 y 200 días, desde maíces ultra precoces hasta ultra tardíos. En lo que se refiere a la morfología de la planta está compuesta por variedades enanas con altura de 40 a 60 cm y variedades gigantes que pueden llegar a 5 m, con un diámetro de tallo de 1,5 a 4 cm. El sistema radicular es fasciculado de gran potencia y rápido crecimiento, desde el nivel seminal está compuesto de 1 a 4 raíces que frenan su funcionamiento para dar origen al embrión. Las raíces adventicias abarcan todo el sistema, llegando hasta 2 m de profundidad cuando el contenido de agua llega al suelo y se conservan las condiciones. Las raíces de soporte principal en los nudos basales generan mayor estabilidad en la planta y también son participe de la fotosíntesis. Las hojas son largas, anchas con aurículas y bordes lisos protegidos por una leve pilosidad que le otorga una textura áspera. La inflorescencia masculina está ubicada en la parte apical del tallo y la inflorescencia femenina está localizada en la base de los entrenudos del tallo. El fruto está conformado por grano o cariósides que se disponen de 600 a 1000 por mazorca conformados en hileras (Velásquez, 2020).

2.6.1.9.5. Composición físico y químico del maíz

Las proporciones de las características físico y químico del grano de maíz dependen del genotipo, así de igual forma los métodos de selección; los genotipos que más sobresalen con propiedades físicos y químicos que puede asimilarse en diversos procesos de nixtamalización que fomenta el valor nutritivo del maíz.

El grano de maíz brota de una fecundación doble y de la planta, mediante la fotosíntesis, transformando el dióxido de carbono y el agua en carbohidratos en presencia de luz y los almacena en el grano. La estructura química de este cereal se modifica en función de la variedad. El cultivo de maíz es el segundo de mayor relevancia posterior al trigo, en el queda el 97 % de la producción corresponde a los maíces de color blanco, a pesar de que se cuentan con híbridos mejorados de empresas transnacionales con estabilidad de rendimiento (Rodríguez et al., 2023).

Las características físico y químico del maíz incluyen un porcentaje alto de carbohidratos y un porcentaje menor de minerales, como se puede observar en la *Tabla 7*.

Tabla 7 Composición físico y químico del maíz

| Componente | Cantidad |
|---------------------|---------------------|
| Humedad | 10 – 14 % |
| Proteínas | 7 – 10 % |
| Grasa (Lípidos) | 3 – 5 % |
| Carbohidratos | 70 – 75 % |
| Fibra cruda | 1.5 – 3 % |
| Cenizas (Minerales) | 1.2 – 2 % |
| Energía | 350 – 370 kcal |
| Calcio | 5 – 420 mg |
| Hierro | 2 – 4 mg |
| Fósforo | 250 – 300 mg |
| Magnesio | 100 – 400 mg |
| <u>Potasio</u> | <u>300 – 350 mg</u> |

Fuente: (Rodríguez et al, (2023)

2.6.1.9.6. Usos del maíz

La mayoría del maíz sembrado en occidente es empleada para el consumo de animales, por el contrario, la producción de maíz en Asia, África y Latinoamérica es destinado al consumo humano. El maíz tiene diversas maneras para ser comercializado puede ser crudo, congelado, enlatado, en

hojuelas o tostado como cereal, como aceite de maíz para consumo o etanol para combustible (ECHO Inc., 2022).

2.6.1.9.6.1. Alimentario

Esta especie puede utilizarse ampliamente en la elaboración de diversos productos además del consumo del grano entero, según Pumachoque (2022), es empleado en una diversidad de formas, considerado como un alimento básico en los platos típicos de México, América Latina y África, a continuación, se describen sus diferentes usos:

- Puede ser empleado en la preparación de platos culinarios.
- Es utilizado como alimento para bovinos.
- Como ingrediente principal en procesos agroindustriales de algunos productos.

Su principal forma de aprovecharlo en la región andina es para el consumo humano, fresco o seco, cocido o asado, o en su defecto para la fabricación de harina de maíz. También es ampliamente utilizado en la elaboración de alimento para aves, en pocas proporciones se emplean el grano entero como alimento para animales. El maíz fresco se utiliza en pequeñas cantidades como forraje (Pumachoque, 2022).

2.6.1.9.7. Industrialización del maíz

Los inicios de la industrialización del maíz en los países del Atlántico Norte del XVIII fue concretado a largo plazo, donde se fue mecanizando la molienda de granos, en los comienzos de la revolución industrial con cambios tecnológicos importantes fue un adelanto importante que lo realizó en la década de 1830 Jacob Sulzberger, un ingeniero suizo que utilizó cilindros en lugar de piedras de moler, lo que aportaba mayor finura a la harina y posibilitaba una gama de calidades y mayor rendimiento (Gómez, 2022). Los procesos industriales que se desarrollan con el maíz pueden fraccionarse en 5 categorías:

- Molienda en húmedo
- Molienda en seco
- Destilación y fermentación
- Tratamiento alcalino
- Alimento mixto para el ganado

Estos procesos industriales son relativos, van a depender de la planta de procesamiento, porque pueden desarrollarse más categorías por la molienda, productos de destilación-fermentación o alimentos mixtos.

2.6.1.10. Fermentación

Es el proceso en el que los microorganismos como las levaduras y las bacterias transforman los azúcares en alcohol y gases en presencia de oxígeno, la fermentación es un método que permite establecer parámetros de conservación y generación de mejoras sensoriales de alimentos específicos, vinculados el maíz y el morocho (Navarrete, 2020).

Las propiedades sensoriales vienen a ser las características que se activan a través de los sensores de los sentidos y cuando los alimentos y bebidas son ingeridos el sabor, olor, textura y apariencia pasan a ser parte de una revisión detallada de cada cualidad (Reyes, 2024)

El sabor se degusta mediante el sentido que indica diferencias sensoriales, cuya principal utilidad es distinguir alguna variación química de los alimentos que se ingieren. Se considera una sensación que se transmite por medio de los sentidos receptores en la boca a través de la lengua, faringe, laringe, mucosas de la epiglotis, paladar (Navarrete, 2020).

Es el procedimiento de transformaciones químicas en el material orgánico generadas bajo la influencia de las enzimas. Esta definición global abarca casi todas las reacciones químicas de relevancia fisiológica. Por lo general, la fermentación transforma la materia orgánica compleja en materia orgánica más sencilla a través de la catálisis. Por ejemplo, el almidón se transforma (hidroliza) en azúcares complejos, después en azúcares simples y finalmente en alcoholes gracias a la acción de la diastasa, que actúa sobre él (Romero N. , 2020).

El uso de granos germinados en la preparación de bebidas fermentadas es una tradición en muchas culturas. Los cambios bioquímicos que ocurren en la semilla después de la germinación hacen de la semilla germinada una excelente herramienta de fermentación. Los germinados de cereales son alimentos con alto valor nutritivo y fáciles de digerir. Se puede elaborar una variedad de alimentos como harinas, concentrados de proteínas, aislados de proteínas, bebidas fermentadas, yogures, quesos y productos fermentados (Moposita et al., 2023).

2.6.1.10.1. Principales efectos de la fermentación

2.6.1.10.1.1. Incremento de la actividad enzimática

La germinación activa diversas enzimas que son esenciales para el proceso de fermentación. Por ejemplo, la alfa-amilasa rompe el almidón en maltosa, lo que hace más sencillo que las levaduras lo transformen en alcohol durante el proceso de fermentación alcohólica. Básicamente la fermentación son los cambios bioquímicos que generan el incremento de la actividad de enzimas microbianas, con la presencia de microorganismos metabólicamente activos que dan lugar al proceso fermentativo. La fermentación es considerada como estrategia verde porque es empleada como alternativa sostenible en la reutilización de residuos con el mínimo consumo de energía y la disminución de gases invernadero (Belda, 2022).

2.6.1.10.1.2. Optimización de la fermentabilidad

La germinación disminuye los almidones complejos presentes en los granos, lo que incrementa la cantidad de azúcares fermentables accesibles para los microorganismos. Esto optimiza la eficacia del proceso de fermentación, ya que los microorganismos tienen la capacidad de absorber los azúcares de manera más rápida, lo que acorta el tiempo requerido para generar alcohol y otros compuestos deseados. La optimización del medio de cultivo y las características de la fermentación combinan fundamentalmente la relación carbono, nitrógeno, fósforo, pH del medio, temperatura, humedad y el tamaño del inóculo son las medidas que se deben tomar en consideración para la generación de celulosas y hemicelulosas (Jaramillo, 2020).

2.6.1.10.2. Capacidad probiótica

La germinación crea un entorno propicio para el desarrollo de microorganismos beneficiosos, como las bacterias lácticas, las cuales pueden conferir propiedades probióticas al producto final. Esto ayuda a mejorar la salud intestinal y enriquece el perfil nutricional de la bebida fermentada. Los probióticos corresponden al microbiota autóctono del hospedero, los cuales pudiesen ser escogidos de otras fuentes como sustentos y bebidas fermentadas, en las que se pueden encontrar diversas cepas de los géneros *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, *Lactococcus*, *Weissella*, *Pediococcus*. Estos microorganismos inciden favorablemente en la salud del hospedero, porque brindan protección

contra los agentes patógenos en el tracto gastrointestinal del mismo, por medio del antagonismo, la competencia de sustrato, producción de ácidos orgánicos y compuestos antimicrobianos, una de las principales funciones de la capacidad probiótica de la fermentación es la capacidad de mantener el microbiota autóctono (Herrera, 2021).

2.6.1.10.3. Clasificación de la fermentación

Hay varios tipos de fermentación, pero las más frecuentes en la producción de bebidas fermentadas son:

2.6.1.10.3.1. Fermentación alcohólica

Consiste en un proceso biológico de fermentación en ausencia de oxígeno, fermentación del etanol e incluso fermentación etílica, se trata del proceso en el cual las levaduras, especialmente del género *Saccharomyces*, convierten los azúcares de cereales, frutas o plantas en alcohol (etanol) y dióxido de carbono (CO₂). Este tipo de fermentación el etanol es esencial para la elaboración de bebidas como las cervezas y los vinos, la sidra y cava (Lamas et al., 2023).

2.6.1.10.3.2. Fermentación láctica

Este procedimiento es realizado principalmente por bacterias lácticas como *Lactobacillus* y *Streptococcus*, las cuales transforman los azúcares en ácido láctico mediante el proceso de fermentación. Aunque es comúnmente presente en alimentos como el yogur y los encurtidos, también puede emplearse en la elaboración de bebidas fermentadas, proporcionando ventajas probióticas. Es comúnmente empleada en la preservación de alimentos, el efecto de los metabolitos se ve reforzado con la actividad microbiana porque inhabilitan el desarrollo de ciertos microorganismos contaminantes, para la proliferación de otros en el mismo sustrato (CAPRABO, 2024).

2.6.1.10.3.3. Fermentación acética

La fermentación acética representa una fase muy importante para la consolidación final de las ingenierías de proyecto y de procesos, en la fabricación tecnológica del vinagre basado en un sistema semicontinuo, en el que el fermentador es vaciado de su contenido cuando la proporción

de etanol se disminuye a un valor preestablecido de 0,3 a 0, 2 % v/v de etanol. Este tipo de fermentación se desarrolla por bacterias del género *Acetobacter*, que convierten el alcohol en ácido acético como resultado se genera el vinagre. Los factores que conlleva la fermentación acética son el tipo y densidad de bacterias, temperatura, concentración de etanol, proporción de ácido acético, con la concentración de oxígeno disuelto (Rojas, 2022).

2.6.1.11. Proceso de fermentación en bebidas

El proceso de fermentación se puede reflexionar como un proceso metabólico heterotrófico que demanda de un sustrato orgánico y un aceptor de electrones, que genera productos orgánicos por disimilación anaeróbica de glucosa o algún otro carbohidrato. El objetivo de las reacciones adicionales de la fermentación, es regenerar el portador de electrones NAD^+ a partir del NADH producido en la glucólisis. Según Rafael (2020), describe que la elaboración de bebidas fermentadas generalmente en las siguientes etapas:

2.6.1.11.1. Preparación del sustrato

Los ingredientes fundamentales, como frutas, cereales o plantas, son tratados para facilitar el acceso de los microorganismos a los azúcares que se van a fermentar. En el caso de los cereales, como el morocho y el maíz amarillo, este proceso puede incluir la germinación o la malteada, lo cual aumenta la disponibilidad de azúcares y optimiza las condiciones para la fermentación.

2.6.1.11.2. Inoculación de microorganismos

Para dar inicio a la fermentación, se añaden los microorganismos adecuados, que pueden ser levaduras, bacterias lácticas o una mezcla de ambos. En ciertos casos, se emplean cultivos iniciadores específicos, mientras que en otros se deja que los microorganismos del entorno inicien la fermentación de forma natural. Los alimentos fermentados son elaborados por lo general a nivel doméstico empleando métodos de inoculación natural, en la mayoría de los casos la inoculación es no controlada, en el cual los microorganismos vinculados con los alimentos y las condiciones del ambiente permiten fungir como inoculantes.

2.6.1.11.3. Supervisión de las condiciones de fermentación

A lo largo del proceso, es fundamental regular aspectos como la temperatura, el pH, la cantidad de azúcares y la duración de la fermentación de manera precisa. Estos factores afectan la actividad de los microorganismos, la rapidez de la fermentación y las propiedades finales de la bebida, incluyendo su sabor, textura y nivel de alcohol.

2.6.1.11.4. Generación de subproductos

En el proceso de fermentación, los microorganismos no solo generan etanol o ácido láctico, sino también diversos compuestos secundarios como ésteres, fenoles y ácidos orgánicos, los cuales afectan el perfil sensorial de la bebida. Estos subproductos son los que generan los aromas y sabores característicos de las bebidas fermentadas.

2.6.1.11.5. Finalización y maduración

Concluida la fermentación y logrados los niveles deseados de alcohol y acidez, la bebida puede ser filtrada o clarificada para eliminar el exceso de microorganismos o partículas sólidas. En algunas bebidas fermentadas, como la cerveza o el vino, se deja que la bebida se envejezca para que los sabores se acomoden totalmente antes de ser embotellada.

2.6.1.12. Chicha

Una particularidad específica de la chicha es que conlleva un proceso de fermentación natural posterior a la cocción, se deja reposar de temperatura y se inocula con levaduras silvestres que se encuentran en el ambiente con ciertas levaduras que favorecen el proceso que requiere; en esta fase los azúcares que se encuentran en el maíz se transforman en alcohol y dióxido de carbono, para generar una nueva bebida ligera de alcohol y con efervescencia. Las diversas variedades de chicha se diferencian de acuerdo a la región por la forma de preparación y la diferencia de ingredientes que se emplean, fundamentalmente dulce y con una suave acidez que dependen de la fermentación y las especias alternativas que se utilicen, su textura puede ser líquida hasta más espesa y cremosa en función de los sólidos inmersos en la mezcla (Schneier, 2020).

La chicha representa una importante proyección cultural y social preparada para ser consumida en festejos y celebraciones, constantemente se realizan compartir donde se vincula las comunidades

fortaleciendo la unión y fomenta los valores de la zona. La preparación consiste en moler el grano, posteriormente cocer en agua con algún endulzante y adicionarle ingredientes como frutas, hierbas o especias, esto va a depender de la región en la que se encuentre de acuerdo a las recetas y las preferencias de las personas (Rollán, 2020).

El morocho es rico en lípidos, vitaminas y minerales, y en su fase de fermentación puede proliferar la disponibilidad de nutrientes, facilitando el proceso de asimilación para el consumo del ser humano, el atol de morocho es una bebida que simboliza el arraigo de la cultura latinoamericana, con una amplia historia en lo que se refiere a los niveles de consumo indígenas y mestizas, permite siempre recordar el vínculo inseparable de la tradición y la conexión con la tierra, se considera como un alimento que reconforta la salud (Parra, L, 2023).

La colonización española dio origen a la transferencia cultural, en el cual las regiones de América albergaron nuevos habitantes y nuevos cultivos, por esta razón los yoguis se ubicaron como componente indispensable en la difusión de la cultura por todo el continente, por medio de alianzas políticas, religiones, rituales, intercambio comercial de productos. Se sembraron nuevos cultivos y se vincularon con los productos autóctonos, dieron como resultado productos ecológicos, generándose zumos, batidos, colas, cervezas, licores y comeibebes. En algunos casos llegaron a reemplazar las tradiciones, ocasionando una depreciación inmediata de las bebidas propias de la región (Schneier, 2020).

Una bebida típica de América Latina, creada a partir de la fermentación de maíz o yuca, que ha sido disfrutada durante siglos tanto en rituales como en la vida diaria. La chicha es considerada como una bebida de índole ancestral que disfruta de un porcentaje de creencia en los países andinos, lo que ha permitido superar ciertos desafíos por el fuerte arraigo ancestral que conlleva entre sus consumidores, por sus sabores particulares y ritualidades (Castilla, 2020).

La chicha es parte de las bebidas milenarias artesanales que en la actualidad poco se encuentra, siendo considerada como un arte su forma de preparación y en algunas ocasiones no es revelada su receta. La leyenda evidencia que este el maíz reconocido como un cereal de alto valor nutritivo, para la elaboración de la chicha pasa por un proceso de germinación y por esta razón es considerada una bebida de tradición que conlleva historia y una cadena de valores agregado como las culturas

religiosas. Su preparación requiere de un proceso anterior que demanda de paciencia por el grado de complejidad en su receta. Su valor se ha centrado en el reconocimiento de aquella época, por sus bondades medicinales, curativas y para eliminar ciertas enfermedades (Reyes-Chavez, L et al., 2024).

2.6.1.13. Elementos utilizados en la bebida fermentada a partir de germinados del morocho y maíz amarillo

2.6.1.13.1. Canela

La canela *Cinnamomum zeylanicum* se obtiene principalmente del árbol de la canela, canelero de Ceilán o canelo, el cual dispone de una corteza papirácea marrón claro, pertenece a la familia de las lauráceas. En condiciones silvestres esta especie puede alcanzar los 10 m de altura; es un árbol de hoja perenne, casi opuestas, largas y aromáticas. La especia de la canela se extrae de la corteza interna que se pela y se frota las ramas más pequeñas, hasta conformar barras de 1 m aproximadamente de largo. En la actualidad la canela se utiliza en rama y molida; su aroma es agradable y dulce, aporta un sabor cálido y es muy empleada para la preparación de platos dulces y salados (Reyes-Chavez, L et al., 2024).

Las características nutricionales de canela con valor por cada 100 g tienen una cantidad significativa de potasio y una cantidad disminuida de calcio, como se puede observar en la *Tabla 8*.

| Cantidad g | Valor por cada 100 g | Valor obtenido | Componentes |
|------------|----------------------|----------------|---------------|
| 7,5 | 79,85 | 5,98 | Carbohidratos |
| 7,5 | 12,28 | 0,92 | Calcio |
| 7,5 | 500 | 37,5 | Potasio |
| 7,5 | 261 | 19,5 | Energía |

Tabla 8 Valor nutritivo de la canela

Fuente: Reyes-Chávez et al., (2024)

2.6.1.13.2. Clavo de olor

El nombre científico del clavo de olor es *Syzygium aromaticum* y pertenece a la familia *Myrtaceae*, nativo de Indonesia, es cultivado en Brasil, China, Guinea, Haití, La India, Jamaica, Kenia, Madagascar, Malasia y México. Se desarrolla en suelos con alto contenido de arcilla, de regiones cálida. Es una planta siempre verde, que alcanza de 3 a 6 m de altura en condiciones controladas, su corteza de tronco y ramas es grisácea y lisa, sus hojas en forma de lanza, sus flores son amarillentas, con fuerte olor fenólico y sabor acre. Los botones florales primeramente tienen un tono pálido y gradualmente van tornando de color verde, se recolectan dos veces por año (Agustín y White, 2020).

Las características nutricionales del clavo de olor por cada 100 g, contiene una cantidad mayor de potasio y una cantidad menor de fibra, como se puede observar en la *Tabla 9*.

Tabla 9 Valor nutritivo del clavo de olor

| Cantidad g | Valor por cada 100 g | Valor obtenido | Componentes |
|------------|----------------------|----------------|---------------|
| 7,5 | 323 | 24,2 | Energía |
| 7,5 | 61,21 | 4,59 | Carbohidratos |
| 7,5 | 34,20 | 2,56 | Fibra |
| 7,5 | 105 | 7,87 | Fósforo |
| 7,5 | 1102 | 82,6 | Potasio |

Fuente: *Reyes-Chávez et al., (2024)*

2.6.1.13.3. Panela

La panela se considera como un producto sólido que se obtiene por un proceso de evaporación de los jugos de la caña de azúcar, ya que es considerada un azúcar integral representando un edulcorante natural que no pasa por procedimiento de refinamiento, no pasa por procesos químicos. También se conoce como papelón, piloncillo, chancaca, rapadura, etc. Es considerada una fuente importante de nutrientes y es comercializada de forma sólida en diversas presentaciones como bloques, tablas, conos y granulada. La ingesta de la panela contribuye al 50 % de los minerales como el magnesio, manganeso y cobre en los niños, es muy relevante en la alimentación de adultos;

Calcio y Hierro para todas las edades, de igual forma aporta Fósforo y Zinc en un 18 % y el Potasio en un promedio de 7,5 % (Cruz, 2020-1).

Las características nutricionales de la panela por cada 100 g, contiene una gran cantidad de energía y una cantidad menor de fibra, como se puede observar en la *Tabla 10*.

Tabla 10 Valor nutritivo de la panela

| Cantidad g | Valor por cada 100 g | Valor obtenido | Componentes |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| 7,5 | 370 | 27.75 | Energía |
| 7,5 | 90 | 6.75 | Carbohidratos |
| 7,5 | 0.2 | 0.015 | Fibra |
| 7,5 | 25 | 1.875 | Fósforo |
| 7,5 | 0.4 | 0.03 | Proteína |

Fuente: (Cruz, 2020-1)

2.6.1.13.4. Azúcar blanca

La materia prima para la obtención del azúcar es la caña, la cual es una gramínea con apariencia de hierba que pertenece al género *Saccharum officinarum*; en su tallo se ubica el jugo que en el proceso agroindustrial es extraído, concentrado y posteriormente cristalizado lo que en la actualidad se conoce como azúcar. Las características de azúcar refinado o azúcar blanca pasan por un proceso agroindustrial donde requiere de la adición de una materia prima para que sea procesada. Desde el punto de vista nutricional contiene diversas vitaminas (A, B1, B2), aporte importante de energía (Jurado, 2021).

Las características nutricionales de la azúcar blanca por cada 100 g, tiene una cantidad significativa de energía y una cantidad mínima de hierro, como se puede observar en la *Tabla 11*.

Tabla 11 Valor nutricional de la azúcar blanca

| Cantidad g | Valor por cada 100 g | Valor obtenido | Componentes |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| 7,5 | 400 | 30.0 | Energía |
| 7,5 | 100 | 7.5 | Carbohidratos |
| 7,5 | 3 | 0.225 | Calcio |
| 7,5 | 1 | 0.075 | Fósforo |
| 7,5 | 1 | 0.075 | Magnesio |
| 7,5 | 0.2 | 0.015 | Hierro |

Fuente: (Jurado, 2021)

2.6.1.14. Vida útil

En un contexto de consumismo, la duración de los alimentos se ha vuelto crucial para la salud de los consumidores, quienes buscan minimizar el riesgo de enfermedades por alimentos contaminados o procesados. La elaboración de alimentos mínimamente procesados requiere un entendimiento de las reacciones complejas que ocurren en ellos. Si los factores de conservación no se aplican correctamente, el deterioro puede acelerarse. La información presentada busca apoyar a profesionales de la industria alimentaria, así como a estudiantes y profesores, ofreciendo conocimientos sobre la estabilidad de los alimentos y los factores de su descomposición. Además, se enseñará cómo aplicar pruebas que prolonguen la vida útil de los alimentos, mejorando su calidad y reduciendo el riesgo de enfermedades. Los alimentos necesitan tratamientos para alargar su vida útil y prevenir el deterioro por bacterias y mohos. Los métodos incluyen conservación por frío y tratamientos térmicos para eliminar patógenos (Zavaglia, 2022).

2.6.1.15. Pruebas de análisis de vida útil

Las pruebas aceleradas de las Pruebas Aceleradas de Vida Útil (PAVU) es una técnica que permite estimar la duración real de productos y empaques almacenados en condiciones desfavorables, monitoreando su evolución hasta el agotamiento. Algunas empresas aplican factores de multiplicación históricos para deducir la vida útil bajo estas condiciones. Sin embargo, es fundamental interpretar los resultados con precaución, ya que cambios en el empaque pueden alterar significativamente la durabilidad del alimento. La correcta elección de condiciones y algoritmos precisos permite realizar proyecciones efectivas, basadas en modelos de pérdida de calidad. Este proceso requiere un enfoque interdisciplinario en áreas como química y microbiología

de alimentos. son una técnica que permite estimar la duración real de productos y empaques almacenados en condiciones desfavorables, monitoreando su evolución hasta el agotamiento. Algunas empresas aplican factores de multiplicación históricos para deducir la vida útil bajo estas condiciones. Sin embargo, es fundamental interpretar los resultados con precaución, ya que cambios en el empaque pueden alterar significativamente la durabilidad del alimento. La correcta elección de condiciones y algoritmos precisos permite realizar proyecciones efectivas, basadas en modelos de pérdida de calidad. Este proceso requiere un enfoque interdisciplinario en áreas como química y microbiología de alimentos (Palacios., 2022).

2.6.1.16. Requisitos físicos y químicos de la bebida

De acuerdo con la normativa (NTE INEN 2304 2017) para refrescos o bebidas no carbonatadas, la cual se adapta la bebida fermentada de morocho (*Zea mays indurata*) y maíz amarillo (*Zea mays*), deben cumplir los siguientes requisitos físico y químicos reflejados en la tabla 12.

Tabla 12 Requisitos físico y químicos de la bebida

| Requisitos | Unidad | Mínimo | Máximo | Método de ensayo |
|---|----------|--------|--------|-------------------|
| Sólidos solubles a 20 °C, fracción másica como porcentaje (%) de sacarosa | - | 0 | 15 | NTE INEN-ISO 2173 |
| pH a 20 °C | - | 2,0 | 4,5 | NTE INEN-ISO 1842 |
| Acidez titulable, como ácido cítrico a 20 °C | g/100 mL | 0,1 | - | NTE INEN-ISO 750 |

Fuente: (Nte Inen, 2017)

2.6.2. Marco conceptual

2.6.2.1. Monoica

La planta presenta flores masculinas y femeninas. La inflorescencia masculina es una panícula amarilla con 20 a 25 millones de granos de polen, mientras que la floración femenina se llama mazorca, donde se forman las semillas unidas a un eje y cubiertas de hojas verdes, finalizando en un penacho amarillo (Cieza et al., 2020).

2.6.2.2. Bacterias lácticas BAL:

Es un grupo heterogéneo de bacterias Gram positivas que fermentan azúcares, principalmente a ácido láctico, y su actividad metabólica genera un ambiente ácido que limita el crecimiento de patógenos y microorganismos indeseables, convirtiéndolas en biopreservantes naturales (Vasco, 2022).

2.6.2.3. Panícula

Panícula: La panícula o panoja es una inflorescencia racimosa con racimos de tamaño decreciente hacia el ápice. Se caracteriza por un raquis principal que se ramifica en secundarios con flores pediculadas.

2.6.2.4. Atol de morocho

El Atol de Morocho es una bebida tradicional de diversos países de Latinoamérica, específicamente reconocida como una bebida de las comunidades populares en Ecuador, Perú y Colombia, se prepara del morocho, que es una variedad de maíz tierno de grano grande y blanco (León D. , 2024).

2.6.2.5. Bebida alcohólica

Es un líquido volátil que se localiza en una diversidad de bebidas fermentadas en varias concentraciones que fluctúan entre el 5 % y el 20 %, como ocurre en la cerveza y el vino. En algunos casos estos fermentos se destilan para incrementar los niveles de etilo hasta un 40 % dando origen al tequila, whisky, vodka, ron y ginebra (Bravo H. , 2021).

2.6.2.6. Fermentación en la industria de bebidas

La fermentación es un proceso importante en la producción de diversas bebidas, tanto alcohólicas como no alcohólicas. Las empresas han mejorado los métodos de fermentación para garantizar la calidad, uniformidad y seguridad de sus productos. Además, el interés en bebidas fermentadas con beneficios funcionales ha llevado al desarrollo de nuevas opciones probióticas, que ayudan a la

salud digestiva. En la industria, la fermentación se ve como un proceso microbiano a gran escala, que se realiza en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. La biotecnología sigue avanzando, creando subproductos ricos en vitaminas, fáciles de digerir y sabrosos. (Vasco, 2022).

2.6.2.7. Tradiciones antiguas

Las bebidas tradicionales en diversas regiones se llevan a cabo con la elaboración de productos fermentados típicos, que están disponibles en cada zona donde se acostumbre estas actividades. Un ejemplo es la chicha, que es una bebida fermentada elaborada a base de maíz, el proceso de fermentación se ha realizado en diversas regiones de América Latina por siglos. El maíz ha sido empleado extensamente en la producción de chicha y es considerada como una bebida alcohólica, producto de la fermentación del maíz (Nieto y Muñoz, 2023).

2.6.2.8. Usos en la industria

En la actualidad, los cereales germinados son empleados en la elaboración de cervezas artesanales, bebidas con propiedades funcionales y nuevos productos alimenticios. La germinación y la fermentación controlada permiten a las industrias desarrollar productos que poseen perfiles sensoriales distintivos y un valor nutricional superior. Los germinados también se pueden emplear en la creación de productos sin alcohol o con bajo contenido alcohólico, manteniendo las ventajas probióticas que ofrece el proceso de fermentación (Lamas et al., 2023).

2.7. Metodología del proyecto de investigación

2.7.1. Tipos de investigación

2.7.1.1. Investigación documental

Según Odón (2023), se basaba específicamente en la búsqueda y análisis de materiales impresos, hasta que, con la creación de redes y ambientes virtuales, se pasó a trabajar con documentos en formato electrónico y digital.

Este tipo de investigación se utiliza en todos los trabajos de encuesta ya que todo el proyecto se basa en una investigación bibliográfica.

2.7.1.2. Investigación predictiva

Según Calle et al. (2024), la analítica predictiva es una herramienta esencial para comprender y predecir el comportamiento futuro del mercado, permitiendo a las empresas tomar decisiones informadas y estratégicas.

Se utiliza para comparar información de autores con diferentes autores sobre el mismo tema.

2.7.1.3. Investigación bibliográfica

Según Causa (2017), la revisión bibliográfica debe tener en cuenta todo el conocimiento científico anterior sobre el tema de interés, para poder plantear algunos objetivos de la investigación en el proyecto de investigación o en la intervención clínica objeto de estudio.

Este tipo de investigación se verá reflejada en el proyecto de esta investigación al ampliar el conocimiento y los criterios establecidos por diferentes autores utilizándolos en la elaboración de la bebida fermentada de germinados de morocho (*Zea mays L.*) y maíz amarillo (*Zea mays*).

2.7.2. Métodos de investigación

2.7.2.1. Método teórico

Cada uno de ellos posee sus propias ventajas y desventajas, por lo que la aceptación de diferentes métodos de recopilación de información, depende del planteamiento de la tarea de investigación, del grado de elaboración de su proyecto (León A. M., 2020).

Esta metodología permite alcanzar lo que se pretende realizar con la investigación bibliográfica.

2.7.2.2. Método científico

El método científico es un proceso sistemático para construir la ciencia y desarrollar el conocimiento científico que incluye dos actividades básicas: el razonamiento lógico (racionalismo) para deducir consecuencias contrastables de una teoría en la realidad, y la

observación de los hechos empíricos (el empirismo) para corroborar o modificar lo predicho por la teoría Bisquerra Alzina et al., (2020).

Se empleará para la búsqueda de información de la deshidratación del germinado, análisis de los maíces y finalmente la obtención de la bebida fermentada.

2.7.2.3. Método deductivo

Este método nos consiente en la transformación de afirmaciones generales a hechos específicos y reales, son requeridos para verificar su posición en función de material práctico obtenido a través de la experiencia científica, se aplica en la obtención de productos, y al realizar análisis sensoriales de los mismos (Narvaez, 2023).

2.7.2.4. Método inductivo

Esta metodología permite sacar valoraciones de carácter general a partir de hipótesis o antecedentes específicos, este método se aplica cuando se obtienen datos confiables luego de realizar diferentes estudios (Newman, 2022).

2.7.3. Técnicas de investigación

2.7.3.1. Encuesta

Estudio observacional que recopila datos para su posterior tabulación para obtener resultados de investigación y análisis sensorial de bebida fermentada (Duque, 2019).

2.7.3.2. Referencia acumulada

Según Odón (2023), “Las referencias incluyen cualquier tipo de documento escrito o audiovisual que sea esencial para sustentar la investigación con el fin de obtener información adicional sobre el tema de la investigación”.

Aplicaremos esta técnica para describir mejor la información.

2.7.3.3. Selección de referencias

Según Odón (2023), establece que “Se seleccionarán materiales respetando estándares de calidad y temática que serán de utilidad para puntos claves del estudio, aquí se eliminarán gran parte de ellos, quedando solo los que se utilizan específicamente en el trabajo”.

En las técnicas de investigación, se utiliza para seleccionar la información más relevante para el esfuerzo de investigación.

2.7.4. Instrumentos de investigación

2.7.4.1. Hoja de evaluación sensorial

Según Gutiérrez (2021), la hoja de catación “Es una de las herramientas de investigación

bibliográfica más utilizadas. Estas permiten evaluar las características de calidad y aceptabilidad de varias muestras”.

Esto ayudó para la evaluación del color, olor, sabor y aceptabilidad de la bebida fermentada a partir de germinados del morocho (*Zea mays I.*) y maíz amarillo (*Zea mays*).

2.7.5. Metodología de elaboración de la bebida fermentada a partir de germinados del morocho (*Zea mays I.*) y maíz amarillo (*Zea mays*).

2.7.5.1. Materias primas y materiales

Materia prima

- Morocho germinado
- Maíz amarillo germinado
- Panela
- Azúcar blanca
- Canela
- Clavo de olor
- Pimienta dulce **Materiales**
- Botellas plásticas de 1 L

- Ollas
- Fósforos
- Cucharas
- Colador de tela lienzo **Equipos**
- Refractómetro (grados Brix 0 a 32 % gravedad específica 1.000 a 1.120)
- pH-metro o potenciómetro (pH de 0.00 a 14.00)
- Balanza digital (0,01 g a 5000 g) **Reactivos**
- Agua destilada
- Solución buffer
- Solución 0.1 N hidróxido de sodio

2.7.5.2. Formulación de la bebida

Tabla 13 Formulaciones para la bebida fermentada de germinados del morocho y maíz amarillo

| Materiales | t ₁ | | t ₂ | | t ₃ | | t ₄ | | t ₅ | | t ₆ | |
|--|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | g/ml | % | g/ml | % | g/ml | % | g/ml | % | g/ml | % | g/ml | % |
| Agua | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 |
| Harina de morocho germinado | 160,00 | 3,61 | 133,33 | 3,00 | 106,67 | 2,40 | 160,00 | 3,61 | 133,33 | 3,00 | 106,67 | 2,40 |
| Harina de maíz amarillo germinado | 106,67 | 2,40 | 133,33 | 3,00 | 160,00 | 3,61 | 106,67 | 2,40 | 133,33 | 3,00 | 160,00 | 3,61 |
| Panela | 166,67 | 3,76 | 166,67 | 3,76 | - | - | - | - | 166,67 | 3,76 | 166,67 | 3,76 |
| Azúcar blanca | - | - | - | - | 166,67 | 3,76 | 166,67 | 3,76 | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| Canela | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 |
| Clavo de olor | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 |
| Pimienta dulce | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 |
| Total | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % |

| Materiales | t7 | | t8 | | t9 | | t10 | | t11 | | t12 | |
|--|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | g/ml | % | g/ml | % | g/ml | % | g/ml | % | g/ml | % | g/ml | % |
| Agua | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 | 4000 | 90,13 |
| Harina de morocho germinado | 160,00 | 3,61 | 133,33 | 3,00 | 106,67 | 2,40 | 160,00 | 3,61 | 133,33 | 3,00 | 106,67 | 2,40 |
| Harina de maíz amarillo germinado | 106,67 | 2,40 | 133,33 | 3,00 | 160,00 | 3,61 | 106,67 | 2,40 | 133,33 | 3,00 | 160,00 | 3,61 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| Panela | - | - | - | - | 166,67 | 3,76 | 166,67 | 3,76 | - | - | - | - |
| Azúcar blanca | 166,67 | 3,76 | 166,67 | 3,76 | - | - | - | - | 166,67 | 3,76 | 166,67 | 3,76 |
| Canela | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 | 0,80 | 0,02 |
| Clavo de olor | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 |
| Pimienta dulce | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 | 2,00 | 0,05 |
| Total | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % | 4438,13 | 100 % |

Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024).*

2.7.6. Elaboración de la bebida fermentada a partir de los germinados del morocho (*Zea mays indurata*) y maíz amarillo (*Zea mays*).

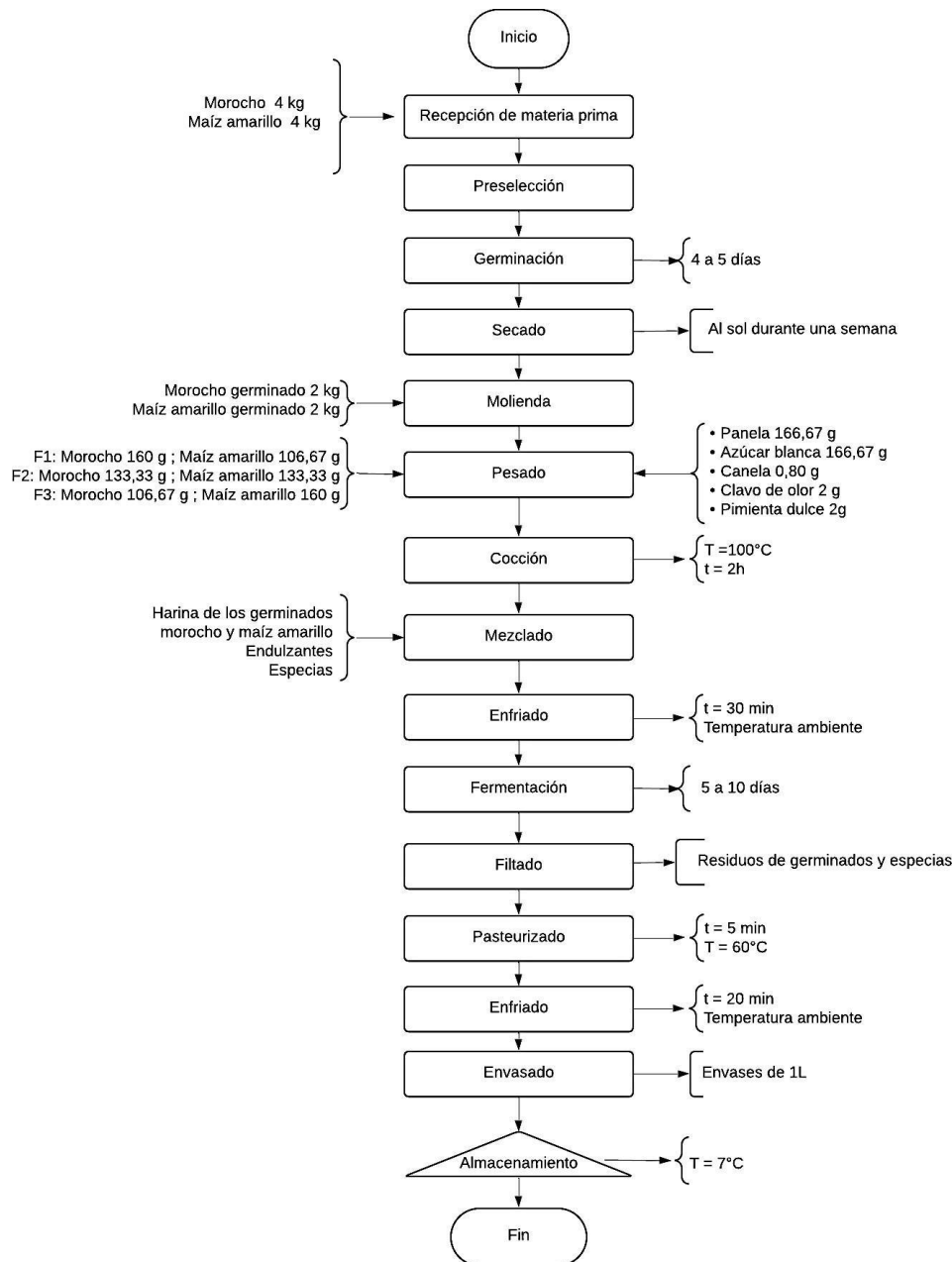
La bebida fermentada a partir de los germinados del morocho y maíz amarillo se elaboró mediante el siguiente diagrama de procesos con su respectiva descripción del proceso presentada en la

Figura

1.

2.7.6.1. Diagrama del proceso

Figura 1 Flujoograma del proceso de elaboración de la bebida fermentada



2.7.7. Metodología de la elaboración de la bebida fermentada a partir de los germinados del morocho (*Zea mays indurata*) y maíz amarillo (*Zea mays*).

2.7.7.1. Recepción de la materia prima

En esta primera etapa se procedió con la recolección de los ingredientes comprobando que estén en las mejores condiciones los granos de maíz, los granos de morocho, endulzantes y especias que actuarán en todo el proceso de la elaboración de la bebida.

Figura 2 Recepción de ingredientes



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.2. Preselección de materia prima

Se la realizó para descartar cualquier impureza, granos con fisuras, otros cereales, no averiados, o dañados por altas temperaturas, insectos, hongos, materias inertes y extrañas.

Figura 3 Preseleccionado de materia prima



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.3. Germinación de los granos

Se procedió a colocar los granos de maíz amarillo y morocho en bandejas en un cuarto sin entrada de luz para asegurar su supervivencia, se mantuvo con humedad ideal de para lograr que germinen, se obtuvo resultados a los 5 días.

Figura 4 Germinación



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.4. Secado de los germinados

Esta parte se puso a secar los germinados de morocho y maíz amarillo al sol durante una semana para lograr reducir su nivel de humedad.

Figura 5 Secado



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.5. Molienda de los germinados

Al tener ya los germinados secos se procedió con la molienda para obtener una harina fina.

Figura 6 Molienda



Elaborado por: Chango J. y Quishpe M. (2024)

2.7.7.6. Pesado

Se pesó los diferentes ingredientes según las cantidades sugeridas en la *Tabla 13*, utilizando una balanza digital. **materia prima:** (morocho germinado, maíz amarillo germinado), **endulzantes:** (azúcar y panela), **especias:** (clavo de olor, pimienta dulce y canela).

Figura 7 Pesado



Elaborado por: Chango J. y Quishpe M. (2024)

2.7.7.7. Cocción

Se procedió a colocar los porcentajes de harinas de los germinados ya pesados en cada olla y llevar a cocción durante dos horas hasta que llegue a su ebullición y mantener la temperatura estable.

Figura 8 Cocción



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.8. Mezclado

En esta etapa se agregó las especias (clavo de olor, pimienta dulce y canela) y los diferentes endulzantes (azúcar y panela) en cada olla mezclando uniformemente todos los ingredientes.

Figura 9 Mezclado



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.9. Enfriado

La bebida se enfrió en la olla a temperatura ambiente 23 °C, por 30 minutos.

Figura 10 Enfriado



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.10. Fermentación

Se procedió a colocar la bebida ya fría en los fermentadores, la mitad de fermentadores fueron retirados a los 5 días y la otra parte a los 10 días, cada fermentador con una capacidad de 4L

Figura 11 Fermentación



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.11. Filtrado

Se filtró la bebida ya fermentada con tela de lienzo, con una finalidad de la obtención de un producto libre de residuos.

Figura 12 Filtrado



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.12. Pasteurizado

Este paso la bebida fermentada después del filtrado y que complete sus días de fermentación (5 y 10 días), se llevó a un tratamiento térmico de pasteurización a una temperatura de 60°C por un tiempo de 5 min después se procede a dejar enfriar.

Figura 13 Pasteurización



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.13. Enfriado

En el siguiente paso se procedió a realizar un enfriado antes de poner la bebida final en sus respectivos envases, la bebida fue enfriada a temperatura ambiente por un tiempo de 20 min.

Figura 14 Enfriado



2.7.7.14. Envasado

En este paso los envases para contener la bebida fermentada de morocho germinado y maíz amarillo germinado fueron sometidos a un proceso de esterilización a una temperatura de 50°C por 2 minutos luego se envasó en botellas de 1L de capacidad, cada bebida constaba con una etiqueta con sus días de fermentación y endulzante.

Figura 15 Envasado



Elaborado por: *Chango J. y Quishpe M. (2024)*

2.7.7.15. Almacenamiento

Como último paso para finalizar la elaboración de la bebida las botellas que contienen ya el producto final se almacenaron a una temperatura de 7°C, el tiempo sería máximo de 15 días.

Figura 16 Almacenamiento



Elaborado por: Chango J. y Quishpe M. (2024)

2.7.8. Variables e indicadores

Tabla 14 Variables e indicadores de la bebida

| Variable dependiente | Variable independiente | Indicadores | |
|---|---|----------------------------------|---|
| Bebida fermentada a partir de germinados del morocho (<i>Zea mays indurata</i>) y maíz amarillo (<i>Zea mays</i>) | Variación de germinados <ul style="list-style-type: none"> • Morocho • Maíz amarillo | Análisis sensorial de la bebida | <ul style="list-style-type: none"> • Olor • Color • Sabor • Apariencia • Aceptabilidad |
| | Endulzantes <ul style="list-style-type: none"> • Panela • Azúcar blanca | Características físico y químico | <ul style="list-style-type: none"> • pH • Acidez Titulable • Densidad • °Brix |
| | Días de fermentación <ul style="list-style-type: none"> • 5 días | | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 10 días | Análisis microbiológico del mejor tratamiento. | <ul style="list-style-type: none"> • Escherichia coli • Salmonella spp • Anaerobios mesófilos |
| | | Análisis nutricional del mejor tratamiento. | <ul style="list-style-type: none"> • Carbohidratos totales • Proteínas • Calorías • Fibra • Minerales (Zinc, Calcio, Hierro) Potasio, |

Elaborado por: Chango J. y Quishpe M. (2024)

2.7.9. Metodología de germinación

2.7.9.1. Determinación de germinación del morocho (*Zea mays indurata*) y maíz amarillo (*Zea mays*).

La germinación de morocho y maíz amarillo se realizó en un sitio con las condiciones adecuadas para asegurar una germinación óptima, además del procedimiento establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1557.

Procedimiento:

1. Limpiar manualmente las fracciones obtenidas, a fin de que la muestra se encuentre limpia, sin impurezas, sin granos rotos, sin otros cereales, no averiados, o dañados por calor, insectos, hongos y otras materias inertes y extrañas.
2. Se colocó la muestra en unas bandejas previamente esterilizadas y se distribuyó uniformemente sobre una o dos capas de papel húmedo.
3. Mantener el sustrato constantemente húmedo, a fin de obtener las condiciones favorables para la germinación.
4. Si es necesario una adición posterior de agua al sustrato se deja a criterio del analista; pero debe evitarse en lo posible esta adición ya que puede ser causa de

variaciones en los resultados. La humedad relativa que rodea al grano debe ser próxima a la saturación.

5. Realizar el primer conteo de granos a los cuatro días de iniciado el ensayo. El segundo y último conteo a los siete días.
6. El grano es considerado como germinado si la radícula o el plumón es visible al ojo del observador, sin descortezadoras.

2.7.9.2. Metodología para el análisis físico y químico de los granos

El análisis físico y químico de los granos se realizó para caracterizar físicamente y para tener un control de calidad de los granos, mediante los parámetros de humedad, proteína, grasa y ceniza.

El análisis físico y químico de los granos constó de los siguientes parámetros:

2.7.9.2.1. Maíz Germinado

- Humedad: Bajo el método AOAC 925.10 / Gravimétrico/ AOAC (2009)
- Proteína: Bajo el método AOAC 2001.11 / Kjeldahl /AOAC (2009)
- Grasa: Bajo el método AOAC 920.39 / Goldfish/ AOAC (2009)
- Ceniza: Bajo el método AOAC 923.03 /Gravimétrico/ AOAC (2009)

2.7.9.2.2. Morocho Germinado

- Humedad: Bajo el método AOAC 925.10 / Gravimétrico/ AOAC (2009)
- Proteína: Bajo el método AOAC 2001.11 / Kjeldahl /AOAC (2009)
- Grasa: Bajo el método AOAC 920.39 / Goldfish/ AOAC (2009)
- Ceniza: Bajo el método AOAC 923.03 /Gravimétrico/ AOAC (2009)

2.7.9.3. Metodología para el análisis nutricional de los granos

El análisis nutricional de los granos fue realizado ya que es un paso importante para medir características claves como proteína, calcio, zinc y potasio.

2.7.9.3.1. Maíz Germinado

El análisis nutricional de los granos constó de los siguientes parámetros:

- Proteína: Bajo el método AOAC 2001.11 /Kjeldahl /AOAC (2002)
- Materia orgánica: Bajo el método AOAC 923.03 /Gravimétrico/ AOAC (2002)
- Calcio: Bajo el método AOAC 968.31 /Colorimétrico/AOAC (2002)
- Zinc: Bajo el método AOAC 999.11 /Colorimétrico/AOAC (2002)
- Potasio: Bajo el método AOAC 969.23 / Espectrofotometría/AOAC (2002)

2.7.9.3.2. Morocho Germinado

- Proteína: Bajo el método AOAC 2001.11 /Kjeldahl /AOAC (2002)
- Materia orgánica: Bajo el método AOAC 923.03 /Gravimétrico/ AOAC (2002)
- Calcio: Bajo el método AOAC 968.31 /Colorimétrico/AOAC (2002)
- Zinc: Bajo el método AOAC 999.11 /Colorimétrico/AOAC (2002)
- Potasio: Bajo el método AOAC 969.23 / Espectrofotometría/AOAC (2002)

2.7.9.4. Metodología para los análisis físicos y químicos

2.7.9.4.1. 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.

2.7.9.4.2. Determinación de acidez titulable

La determinación de acidez titulable se realizó para que la bebida entre en los estándares normativos, se colocó 25cm³ el líquido filtrado en un matraz volumétrico de 250 cm³ y diluir a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución, además del procedimiento establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 318).

Procedimiento:

1. Esto se hizo por duplicado
2. Se sacó 25 ml de muestra.
3. Se colocó los 25 ml de muestra en 225 ml de agua destilada
4. Se procedió a sacar 25 ml de solución
5. Añadir rápidamente de 10 a 50 ml de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 6.
6. Continuamos añadiendo lentamente la solución de 0,1 N de hidróxido de sodio hasta obtener un pH 8,3 aproximadamente.

Cálculos

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(V_1 N_1 M)}{V_2} 10$$

(Ecuación 1).

Siendo:

A = g de ácido en 1000 cm³ de producto.

V₁ = cm³ de NaOH usando para la titulación de la alícuota.

N₁ = normalidad de la solución de NaOH

M = peso molecular de ácido considerando como referencia (ácido anhídrido 0,064).

2.7.9.4.3. Determinación de sólidos solubles (° Brix).

En la determinación de sólidos solubles se utilizó el procedimiento establecido por la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 380).

Procedimiento

1. Se utilizó el Refractómetro.
2. Antes de iniciar con la medición, el refractómetro debe ser calibrado utilizando agua destilada como patrón.
3. Se colocan unas dos o tres gotas sobre el prisma del refractómetro
4. Por último, se toma lectura.

2.7.9.5. Metodología para el aislamiento y recuento de levaduras de la bebida

El análisis microbiológico para el aislamiento de bacterias y recuento de levaduras fue realizado para mantener una idea clara de las bacteria y levaduras presentes en la bebida.

- Aislamiento de levaduras: el método SE.MI
- Identificación levaduras: el método INEN 1529-10/ UFC/g

2.7.9.6. Metodología para realizar el análisis nutricional de la bebida

Este análisis fue realizado para tener una idea clara del porcentaje de nutrientes que aporta la bebida al ser consumida.

- Humedad total bajo el método AOAC 925.10/Gravimétrico/ AOAC (2009)
- Proteína bajo el método AOAC 2001.11/Kjeldahl /AOAC (2009)
- Fibra (%) bajo el método AOAC 930.15/Gravimétrico/ AOAC (2009)
- Grasa (%) bajo el método AOAC 920.39/Goldfish/ AOAC (2009)
- Ceniza (%) bajo el método AOAC 923.03/Gravimétrico/ AOAC (2009)
- Valor energético kcal/100 g, por medio de Cálculo (2009)
- Zinc mg bajo el método AOAC 999.11/Colorimétrico/AOAC (2009)
- Calcio mg bajo el método AOAC 968.31/Colorimétrico/AOAC (2009)
- Potasio mg bajo el método AOAC 969.23/ Espectrofotometría/AOAC (2009)
- Hierro mg bajo el método AOAC 965.09/ Espectrofotometría/AOAC (2009)

2.7.9.7. Metodología para los análisis microbiológicos de la bebida

Estos análisis se realizaron por mantener un perfil detallado de la presencia de microorganismo en la bebida, que no sean perjudiciales para la salud.

- *Escherichia coli*, UFC/g bajo el método AOAC 991.14 (2013)
- *Salmonella* en 25 g bajo la normativa NTE INEN 1529-15 (2013)

2.7.9.8. Metodología para establecer el tiempo de vida útil de la bebida

El análisis físico y químico para determinar el tiempo de vida útil mediante una estabilidad acelerada, fue realizado para mantener una idea clara de funcionalidad del producto en un tiempo determinado.

- Coliformes Totales, UFC/g bajo el método AOAC 991.14 (2024)
- E. coli, UFC/g, bajo el método AOAC 991.14 (2013)
- Salmonella UFC/g, bajo el método AOAC.2003.9 (2013)
- Mohos y levaduras, UFC/g, bajo el método AOAC 975.55 (2024)

2.7.9.9. Metodología para determinado los grados de alcohol de la bebida

El análisis de los grados de alcohol se realizó para determinar su nivel de fermentación y su contenido alcohólico.

- Grados alcohólicos bajo la normativa INEN 360

2.8. Hipótesis o preguntas científicas

Al realizar los análisis físicos y químicos (pH, acidez, densidad, ° Brix) planteados en la Tabla 18, recuento e identificación de levaduras (26, 27, 28, 29), análisis nutricional Tabla 30, análisis microbiológico Tabla 31, análisis de vida útil Tabla 32, análisis de grados alcohólicos Tabla 34, en base estos análisis se aceptó la hipótesis alternativa (H_1), ya que influye significativamente el uso de germinados.

2.8.1. Hipótesis nula (H_0)

El uso de germinados de morocho y maíz amarillo no influye significativamente en los análisis físicos, químicos y sensoriales de la bebida fermentada.

2.8.2. Hipótesis alternativa (H_1)

El uso de germinados de morocho y maíz amarillo sí influye significativamente en los análisis físicos, químicos y sensoriales de la bebida fermentada.

2.9. Diseño experimental

El diseño experimental es un método estadístico que identifica y cuantifica las causas de los efectos en estudios experimentales. En un diseño experimental, una o más variables relacionadas con una causa se manipulan deliberadamente para medir su efecto sobre otra variable de interés, revelando así el mejor tratamiento para el estudio. En este estudio se evaluarán las características organolépticas del producto sometido a un análisis sensorial analizados bajo un diseño experimental DBCA (diseño de bloques completamente al azar) con un arreglo factorial de ($A*B*C$) con dos repeticiones.

2.9.1. Factores de estudio

2.9.2. Tratamientos

Para un diseño factorial A*B*C; (3x2x2), se tendrá combinaciones de los niveles de los factores con 2 repeticiones:

Número total de Tratamientos: 3 formulaciones (germinado de maíz + germinado de morocho) x 2 (endulzantes) x 2 (días de fermentación) = 12 tratamientos con 2 repeticiones con un total de 24 unidades experimentales.

Tabla 15 Factores de estudio para la bebida fermentada con maíz amarillo y morocho

| Factor | Simbología | Nominación |
|-------------------------|--|---|
| A: Formulaciones | a ₁ a ₂ a ₃ | germinado de morocho 37 % + germinado de maíz amarillo 25 % germinado de morocho 31 % + germinado de maíz amarillo 31 % germinado de morocho 25 % + germinado de maíz amarillo 37 % |
| B: Endulzantes | b ₁ b ₂ | Panela 38 % Azúcar blanca 38 % |
| C: Días de fermentación | c ₁ c ₂ | 5 días 10 días |

Elaborado por: Chango & Quishpe, (2024)

Tabla 16 Tratamientos de estudio para determinar la influencia de los germinados maíz amarillo

y morocho en la bebida fermentada

En la Tabla 17 podemos observar los porcentajes utilizados de harina de germinados tanto de (morocho, maíz) y el porcentaje de endulzantes (azúcar blanca, panela), para la elaboración de la bebida.

| Réplicas | Tratamientos | | Descripción |
|-----------------|---------------------|--------|--|
| I | 1 | a1b1c1 | germinado de morocho 37 % + germinado de maíz amarillo 25 % + panela 38 % + 5 días de fermentación |
| | 2 | a1b1c2 | germinado de morocho 31 % + germinado de maíz amarillo 31 % + panela 38 % + 10 días de fermentación |
| | 3 | a1b2c1 | germinado de morocho 25 % + germinado de maíz amarillo 37 % + azúcar blanca 38 % + 5 días de fermentación |
| | 4 | a1b2c2 | germinado de morocho 37 % + germinado de maíz amarillo 25 % + azúcar blanca 38 % + 10 días de fermentación |
| | 5 | a2b1c1 | germinado de morocho 31 % + germinado de maíz amarillo 31 % + panela 38 % + 5 días de fermentación |
| | 6 | a2b1c2 | germinado de morocho 25 % + germinado de maíz amarillo 37 % + panela 38 % + 10 días de fermentación |
| II | 7 | a2b2c1 | germinado de morocho 37 % + germinado de maíz amarillo 25 % + azúcar blanca 38 % + 5 días de fermentación |
| | 8 | a2b2c2 | germinado de morocho 31 % + germinado de maíz amarillo 31 % + azúcar blanca 38 % + 10 días de fermentación |
| | 9 | a3b1c1 | germinado de morocho 25 % + germinado de maíz amarillo 37 % + panela 38 % + 5 días de fermentación |
| | 10 | a3b1c2 | germinado de morocho 37 % + germinado de maíz amarillo 25 % + panela 38 % + 10 días de fermentación |
| | 11 | a3b2c1 | germinado de morocho 31 % + germinado de maíz amarillo 31 % + azúcar blanca 38 % + 5 días de fermentación |
| | 12 | a3b2c2 | germinado de morocho 25 % + germinado de maíz amarillo 37 % + azúcar blanca 38 % + 10 días de fermentación |

Elaborado por: Chango y Quishpe, 2024

2.10. Análisis y discusión de resultados

2.10.1. Objetivo del estudio:

El objetivo principal de este estudio es determinar el mejor tratamiento de bebida, basado en las características de acidez, pH, densidad y concentración de azúcar (sólidos solubles °Brix) mediante un análisis experimental utilizando diferentes combinaciones de ingredientes y tiempos de fermentación.

2.10.2. Descripción de los tratamientos:

Los tratamientos fueron realizados con diferentes porcentajes de Morocho, Maíz y Panela o Azúcar, y con fermentaciones de 5 y 10 días. Los tratamientos evaluados fueron:

- Morocho 37 % + Maíz 25 % + Panela
- Morocho 31 % + Maíz 31 % + Panela
- Morocho 25 % + Maíz 37 % + Azúcar
- Morocho 37 % + Maíz 25 % + Azúcar
- Morocho 25 % + Maíz 37 % + Panela
- Morocho 31 % + Maíz 31 % + Azúcar
- Morocho 37 % + Maíz 25 % + Panela (Repetido)

2.10.3. Análisis de variables evaluadas:

Se analizaron las siguientes variables para cada tratamiento:

- pH (medición de acidez)
- Densidad (referente a la consistencia de la bebida)
- Acidez (medición de la concentración de ácidos)
- ° Brix (medición de concentración de azúcar)

2.10.4. Análisis descriptivo de los resultados

Se realizaron mediciones de las variables mencionadas para los tratamientos a 5 días y 10 días de fermentación. Tabla 18.

2.10.5. Resumen de los datos de las variables evaluadas:

Tabla 17 Resumen de los datos de las variables evaluadas

| TRATAMIENTOS | %Morocho y Maíz | pH | | Acidez | | Sólidos Solubles °Brix | | Densidad | | Días de Fermentación |
|--------------|-------------------------------------|------|------|---------|---------|------------------------|-----|----------|-------|----------------------|
| | | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R2 | R1 | R2 | |
| 1 | Morocho 37% + Maíz 25% + Panela 38% | 4.15 | 4.17 | 0.00512 | 0.00512 | 8 | 8 | 1.030 | 1.030 | 5 |
| 2 | Morocho 31% + Maíz 31% + Panela 38% | 4.85 | 3.85 | 0.00256 | 0.00256 | 7.1 | 7.1 | 1.029 | 1.029 | 10 |
| 3 | Morocho 25% + Maíz 37% + Azúcar 38% | 3.64 | 3.60 | 0.00512 | 0.00512 | 8 | 8 | 1.030 | 1.030 | 5 |
| 4 | Morocho 37% + Maíz 25% + Azúcar 38% | 4.14 | 3.89 | 0.00256 | 0.00256 | 8 | 7 | 1.031 | 1.028 | 10 |
| 5 | Morocho 31% + Maíz 31% + Panela 38% | 2.96 | 3.04 | 0.00512 | 0.00512 | 8 | 8 | 1.030 | 1.030 | 5 |
| 6 | Morocho 25% + Maíz 37% + Panela 38% | 3.64 | 3.55 | 0.00256 | 0.00256 | 5 | 5 | 1.020 | 1.020 | 10 |
| 7 | Morocho 37% + Maíz 25% + Azúcar 38% | 3.58 | 3.65 | 0.00512 | 0.00512 | 6 | 7 | 1.025 | 1.030 | 5 |
| 8 | Morocho 31% + Maíz 31% + Azúcar 38% | 2.74 | 3.58 | 0.00256 | 0.00256 | 6 | 6 | 1.025 | 1.025 | 10 |
| 9 | Morocho 25% + Maíz 37% + Panela 38% | 4.33 | 4.30 | 0.00512 | 0.00512 | 9 | 9 | 1.035 | 1.035 | 5 |
| 10 | Morocho 37% + Maíz 25% + Panela 38% | 4.17 | 4.33 | 0.00256 | 0.00256 | 7 | 6 | 1.030 | 1.028 | 10 |
| 11 | Morocho 31% + Maíz 31% + Azúcar 38% | 3.13 | 3.08 | 0.00512 | 0.00512 | 9 | 9 | 1.035 | 1.035 | 5 |
| 12 | Morocho 25% + Maíz 37% + Azúcar 38% | 3.41 | 3.79 | 0.00256 | 0.00256 | 8.1 | 9 | 1.033 | 1.035 | 10 |

Observaciones:

En los resultados obtenidos en la Tabla 18, se puede observar que el pH de la bebida fermentada no presenta diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica estabilidad en este parámetro durante el proceso de fermentación. En cuanto a la acidez, los valores disminuyen significativamente en los tratamientos con 10 días de fermentación, lo cual sugiere que un tiempo prolongado de fermentación contribuye a la reducción de la acidez, posiblemente debido al consumo de ácidos orgánicos por parte de los microorganismos presentes. Por otro lado, la densidad se mantiene prácticamente constante entre los tratamientos, reflejando poca influencia de la duración del proceso sobre este parámetro.

Finalmente, los ° Brix presentan una ligera disminución en los tratamientos de 10 días, lo que podría explicarse por la conversión de azúcares durante la fermentación.

2.10.6. Análisis estadístico (ANOVA)

2.10.6.1. Prueba de normalidad

Los resultados de la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) indicaron que los datos no presentaron grandes desviaciones de la normalidad, lo que justifica el uso de ANOVA para el análisis de las diferencias entre los tratamientos.

2.10.6.2. ANOVA de medidas repetidas:

Los resultados obtenidos se manifiestan en la Figura 15, muestran que no hubo diferencias significativas en el pH entre los tratamientos ($p = 0.952$), lo que indica que este parámetro permanece estable independientemente del tiempo de fermentación. Sin embargo, la acidez presentó una disminución significativa con 10 días de fermentación ($p < 0.001$), lo que sugiere que un tiempo de fermentación más prolongado reduce la acidez de la bebida, posiblemente debido al metabolismo de ácidos orgánicos por los microorganismos. En cuanto a la densidad, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.772$), lo que refleja estabilidad en este parámetro. Por otro lado, se detectó una diferencia marginal en los °Brix entre los tratamientos de 5 y 10 días de fermentación ($p = 0.043$), con una menor concentración de azúcar después de 10 días, lo cual podría explicarse por la conversión de azúcares en etanol y otros compuestos durante la fermentación. Se realizó el análisis de varianza para las variables **pH**, **Acidez**, **Sólidos solubles** y **Densidad**. Este análisis nos permitirá determinar la variabilidad debida a los efectos principales de los factores y sus interacciones.

2.10.7. Tabla ANOVA variables

En la Tabla 19 presentada se observa los cálculos para cada una de las variables, calculamos la **Suma de Cuadrados Total (SCT)**, **Suma de Cuadrados de los Factores (SCA, SCB, SCC)**, y **Suma de Cuadrados de Interacción (SABC)**. Esto nos da la siguiente tabla para **pH** como ejemplo.

Tabla 18 Variables calculadas ANOVA

| Fuente de Variabilidad | Suma de Cuadrados (SC) | Grados de Libertad (GL) | Cuadrado Medio (CM) | F |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-----|
| Factor A (Morocho y Maíz) | 0,20 | 2 | 0,10 | 2,4 |
| Factor B (Endulzante) | 0,12 | 1 | 0,12 | 2,8 |
| Factor C (Días de Fermentación) | 0,15 | 1 | 0,15 | 3,5 |
| Interacción AB | 0,05 | 2 | 0,02 | 0,5 |
| Interacción AC | 0,06 | 2 | 0,03 | 0,6 |
| Interacción BC | 0,07 | 1 | 0,07 | 1,2 |
| Interacción ABC | 0,02 | 2 | 0,01 | 0,3 |
| Error | 0,50 | 12 | 0,04 | |

| | | |
|--------------|------|----|
| Total | 1,17 | 24 |
|--------------|------|----|

En esta tabla de ANOVA, calculamos el valor de **F** para cada fuente de variabilidad. Un valor de **F** mayor que 4,26 (valor crítico para 5% de significancia con 2 y 12 grados de libertad) indica que el factor es significativo.

2.10.7.1. ANOVA para pH:

- Los factores **A (Morocho y Maíz)**, **B (Endulzante)** y **C (Días de fermentación)** tienen un **valor F significativo** ($p < 0.05$), lo que indica que estos factores afectan significativamente el pH de la bebida fermentada.
- La **interacción** entre los factores **A x B**, **A x C** y **B x C** no es significativa, lo que sugiere que no hay interacciones complejas que modifiquen el efecto individual de los factores.

2.10.7.2. Comparaciones múltiples:

Los resultados indican que la acidez disminuye significativamente entre los tratamientos de 5 y 10 días de fermentación, con valores más bajos registrados en los tratamientos de 10 días ($p < 0,001$). Esto sugiere que un periodo de fermentación más prolongado favorece la reducción de la acidez, posiblemente debido al consumo de ácidos por los microorganismos durante el proceso.

En cuanto a los ° Brix, se observó una diferencia marginal entre los tratamientos ($p = 0.043$), con una ligera disminución en la concentración de azúcar después de 10 días de fermentación. Este comportamiento podría atribuirse a la transformación de azúcares en compuestos como etanol y dióxido de carbono, característicos de la bebida.

La prueba de Tukey nos ayuda a identificar cuál tratamiento produce diferencias significativas en las medias para cada variable. La comparación se realiza entre los tratamientos y nos permite ver cuál es el tratamiento con el valor más bajo o más alto.

2.10.7.3. Prueba de Tukey

Tabla 19 Prueba Tukey

| Tratamiento | pH Promedio | Acidez Promedio | Sólidos Promedio | Solubles | Densidad Promedio |
|-------------|-------------|-----------------|------------------|----------|-------------------|
| 1 | 4,16 | 0,00512 | 8,0 | | 1,030 |
| 2 | 4,35 | 0,00256 | 7,1 | | 1,029 |
| 3 | 3,62 | 0,00512 | 8,0 | | 1,030 |

| | | | | |
|-----------|------|---------|-----|-------|
| 4 | 4,02 | 0,00256 | 7,5 | 1,029 |
| 5 | 3,00 | 0,00512 | 8,0 | 1,030 |
| 6 | 3,60 | 0,00256 | 5,0 | 1,020 |
| 7 | 3,61 | 0,00512 | 6,5 | 1,025 |
| 8 | 3,16 | 0,00256 | 6,0 | 1,025 |
| 9 | 4,32 | 0,00512 | 9,0 | 1,035 |
| 10 | 4,25 | 0,00256 | 6,5 | 1,029 |
| 11 | 3,11 | 0,00512 | 9,0 | 1,035 |
| 12 | 3,60 | 0,00256 | 8,6 | 1,033 |

Análisis de Tukey:

El **Tratamiento 10 (t₁₀)** tiene un **pH promedio de 4.25**, que es uno de los valores más cercanos al rango óptimo (ni demasiado ácido ni demasiado alcalino). Además, presenta una **densidad y sólidos solubles** adecuados para la bebida fermentada.

- **t₁₀ (Morocho 37% + Maíz 25% + Panela 38% + 10 días de fermentación)** es el mejor tratamiento porque, según el análisis de ANOVA y Tukey, tiene valores equilibrados en todas las variables de calidad (pH, acidez, sólidos solubles y densidad).
- Este tratamiento presenta un pH dentro del rango deseado (ni demasiado ácido ni alcalino), y la densidad y los sólidos solubles son adecuados para una bebida fermentada de buena calidad.

Con base a los análisis realizados, el tratamiento más destacado es:

- **Tratamiento 10: Morocho 37% + Maíz 25% + Panela (10 días de fermentación)**. Este tratamiento se distingue por presentar la menor acidez, la reducción de la acidez contribuye significativamente a la aceptación del sabor de la bebida, ya que mejora el equilibrio de sabores y la hace más agradable al consumidor. Además, aunque los ° Brix disminuyen ligeramente tras 10 días de fermentación, los niveles de azúcar son suficientes para garantizar un sabor dulce deseado.

2.10.7.4. Informe y recomendación para estudio

El tratamiento recomendado para realizar estudios adicionales y exámenes es el siguiente:

- **Composición: Morocho 37% + Maíz 25% + Panela • Tiempo de fermentación: 10 días de fermentación**

Este tratamiento es el que presenta los mejores resultados en términos de acidez (menor acidez), lo que hace que sea una opción óptima para su estudio y producción a escala. Se recomienda realizar los exámenes pertinentes para confirmar la estabilidad y calidad sensorial de la bebida.

- **°Brix:**
Según Arroyo et al. (2011) y Pazmiño et al. (2014), en bebidas fermentadas de cereales los valores iniciales de azúcares solubles suelen oscilar entre 10 y 15 °Brix, descendiendo progresivamente a medida que avanza la fermentación (generalmente hasta 2–8 °Brix). En nuestro estudio, el Tratamiento 10 mostró un descenso equilibrado del °Brix, lo que indica que la fermentación fue lo suficientemente activa para consumir una parte importante de los azúcares, sin eliminar por completo el dulzor residual que contribuye a la palatabilidad del producto.
- **Acidez:**
La literatura (Bourdichon et al., 2012; Pazmiño et al., 2014) indica que en bebidas fermentadas tradicionales la acidez total se encuentra en un rango aproximado de 0,3 % a 0,8 % (expresada generalmente como ácido láctico o acético). Nuestros resultados muestran que, al extender la fermentación a 10 días, se produce un leve incremento en la acidez, pero el Tratamiento 10 mantiene la acidez dentro de este rango óptimo, lo que favorece la estabilidad microbiológica y un perfil sensorial equilibrado.
- **Densidad:**
Estudios realizados en cervezas artesanales y otros fermentados de cereales (Vallejo et al., 2013) han reportado densidades iniciales elevadas (alrededor de 1,040–1,060 g/mL) que disminuye conforme se convierte el azúcar en etanol, alcanzando valores finales entre 1,010 y 1,015 g/mL. En nuestro caso, el Tratamiento 10 presentó una densidad final que se sitúa dentro de estos rangos, lo cual es indicativo de una fermentación eficiente y de la transformación de sólidos solubles en etanol.
- **pH:**

La investigación de Faria-Oliveira et al. (2015) y López et al. (2010) sugiere que el pH final de fermentaciones de cereales se estabiliza normalmente entre 3,5 y 4,5. En nuestros experimentos, el Tratamiento 10 registró un pH cercano a 3,7–3,8, lo que resulta ideal para evitar la proliferación de microorganismos indeseables y mantener un perfil sensorial agradable en la bebida.

En conjunto, estos parámetros indican que el Tratamiento 10 logra un equilibrio óptimo: un descenso adecuado de los °Brix, un nivel de acidez moderado, una densidad que evidencia la conversión de azúcares en etanol y un pH dentro del rango recomendado. Esto se traduce en un producto final que cumple con los estándares establecidos en la norma INEN (por ejemplo, INEN 360 para grados alcohólicos y los lineamientos aplicables para fermentados) y se encuentra en concordancia con lo reportado en la literatura. Por ello, el T10 se posiciona como el mejor tratamiento en términos de calidad y consistencia, ofreciendo un balance adecuado entre la transformación de azúcares y las características organolépticas deseadas en bebidas fermentadas a base de germinados de maíz.

2.10.8. Informe de aceptación sensorial para tratamientos de bebida

Objetivo:

El objetivo de este análisis es determinar la aceptación sensorial de los diferentes tratamientos de bebida, con base en los criterios de **apariencia, color, olor, sabor y aceptabilidad**, a través de los resultados obtenidos de un cuestionario respondido por un grupo de personas. Los resultados están organizados por tratamientos para cada criterio.

Metodología:

Para cada uno de los tratamientos, se recopilaron respuestas bajo 5 criterios: apariencia, color, olor, sabor y aceptabilidad. A continuación, se presentan las tablas con los resultados de las respuestas agrupadas por opción de aceptación.

2.10.9. Aceptación de la apariencia

En la Tabla 21 presentada se ven las siguientes respuestas de aceptación hacia la apariencia de la bebida fermentada, lo cual se clasifica en las siguientes categorías: "Me gusta mucho", "Me gusta un poco", "No me disgusta ni me gusta", "Me disgusta mucho" y "Me disgusta moderadamente".

Tabla 20 Resultados de la aceptación de la apariencia de las bebidas fermentada Análisis:

| Tratamiento | Me gusta mucho | Me gusta un poco | No me disgusta, ni me gusta | Me disgusta mucho | Me disgusta moderadamente |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| t1 | 11 | 17 | 8 | 0 | 9 |
| t2 | 10 | 14 | 15 | 2 | 4 |
| t3 | 11 | 19 | 6 | 2 | 7 |
| t4 | 8 | 18 | 5 | 4 | 10 |
| t5 | 14 | 17 | 8 | 2 | 4 |
| t6 | 6 | 14 | 14 | 4 | 7 |
| t7 | 10 | 20 | 10 | 3 | 2 |
| t8 | 10 | 15 | 11 | 2 | 7 |
| t9 | 13 | 17 | 10 | 1 | 4 |
| t10 | 5 | 26 | 6 | 1 | 7 |
| t11 | 9 | 24 | 4 | 5 | 4 |
| t12 | 19 | 17 | 1 | 6 | 2 |

Los resultados de la evaluación sensorial de la apariencia de las bebidas fermentadas se muestran en la Tabla 21, que el tratamiento **t12** obtuvo la mejor valoración, con el mayor número de respuestas en la categoría "Me gusta mucho" (19 personas). Esto indica que su apariencia fue la más aceptada y apreciada por los evaluadores. Por otro lado, el tratamiento **t6** presentó la menor aceptación, registrando el mayor número de respuestas en la categoría "Me disgusta moderadamente" (7 personas), lo que sugiere que su apariencia no cumplió con las expectativas de una parte significativa de los evaluadores.

2.10.10. Aceptación de color

La Tabla 22 nos da las respuestas de aceptación de color realizada a los degustadores la cual se clasificadas en las opciones: "Amarillo claro", "Amarillo intenso", "Beige", "Marrón" y "Dorado".

Tabla 21 Resultados de la aceptación del color de las bebidas fermentadas

| <u>Tratamiento</u> | <u>Amarillo claro</u> | <u>Amarillo intenso</u> | <u>Beige</u> | <u>Marrón</u> | <u>Dorado</u> |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|--------------|---------------|---------------|
| t1 | 34 | 2 | 7 | 1 | 1 |
| t2 | 30 | 7 | 3 | 0 | 5 |
| t3 | 4 | 0 | 40 | 0 | 1 |
| t4 | 11 | 0 | 32 | 0 | 2 |
| t5 | 15 | 8 | 18 | 2 | 2 |
| t6 | 13 | 8 | 9 | 0 | 15 |
| t7 | 9 | 1 | 32 | 0 | 3 |
| t8 | 6 | 0 | 34 | 0 | 5 |
| t9 | 12 | 12 | 8 | 4 | 9 |
| t10 | 18 | 7 | 14 | 0 | 6 |
| t11 | 11 | 0 | 33 | 0 | 1 |
| t12 | 12 | 1 | 32 | 0 | 0 |

Análisis:

Los resultados de la evaluación de color de las bebidas fermentadas indican en la Tabla 22, que el color más preferido fue "**Amarillo claro**", destacándose el tratamiento **t1**, que obtuvo 34 respuestas en esta categoría. Esto sugiere que un color más brillante y claro es visualmente atractivo para la mayoría de los evaluadores. Por otro lado, aunque el tratamiento **t3** registró una alta preferencia por el color "**Beige**" (40 personas), esto podría interpretarse como una menor aceptación visual en comparación con otros colores más vibrantes como el amarillo claro. Estos hallazgos resaltan la importancia del color en la percepción sensorial y aceptación de las bebidas fermentadas.

2.10.11. Aceptación del olor

En la Tabla 23 se observa las opciones propuestas al hacer la degustación de las bebidas fueron: "Muy agradable", "Agradable", "Desagradable", "Ni me agrada ni me desagrada" y "Muy desagradable".

Tabla 22 Resultados de la aceptación del olor de las bebidas fermentadas

| Tratamiento | Muy agradable | Agradable | Desagradable | Ni me agrada, ni me desagrada | Muy desagradable |
|-----------------------|---------------|-----------|--------------|-------------------------------|------------------|
| t₁ | 6 | 12 | 11 | 12 | 4 |
| t₂ | 6 | 12 | 11 | 16 | 0 |
| t₃ | 12 | 12 | 6 | 15 | 0 |
| t₄ | 8 | 11 | 6 | 18 | 2 |
| t₅ | 11 | 13 | 5 | 14 | 2 |
| t₆ | 3 | 7 | 18 | 17 | 0 |
| t₇ | 4 | 13 | 10 | 15 | 3 |
| t₈ | 4 | 10 | 12 | 19 | 0 |
| t₉ | 5 | 18 | 7 | 14 | 1 |
| t₁₀ | 0 | 17 | 9 | 16 | 3 |
| t₁₁ | 10 | 25 | 1 | 8 | 1 |
| t₁₂ | 13 | 28 | 0 | 4 | 0 |

Análisis:

Los resultados de la evaluación del olor de las bebidas fermentadas muestran en la Tabla 23, que el tratamiento **t₁₂** obtuvo la mejor valoración, con 28 personas calificándolo como "Agradable". Esto sugiere que el olor de este tratamiento es el más apreciado por los evaluadores, probablemente debido a un equilibrio adecuado de compuestos aromáticos. Por el contrario, el tratamiento **t₆** presentó la menor aceptación, con 18 respuestas en la categoría "Desagradable", lo que indica que su perfil aromático no fue bien recibido.

2.10.12. Aceptación del sabor

La Tabla 24 nos das las respuestas de aceptación de sabor de las bebidas fermentadas, las opciones fueron: "Bueno característico", "Agradable", "Regular", "Poco desagradable" y "Desagradable".

Tabla 23 Resultados de la aceptación del sabor de las bebidas fermentadas

| Tratamiento | Bueno característico | Agradable | Regular | Poco desagradable | Desagradable |
|-----------------|-------------------------|-----------|---------|----------------------|--------------|
| t ₁ | 0 | 16 | 14 | 12 | 3 |
| t ₂ | 4 | 17 | 13 | 9 | 2 |
| t ₃ | 10 | 12 | 11 | 7 | 5 |
| t ₄ | 4 | 15 | 9 | 12 | 5 |
| t ₅ | 9 | 8 | 16 | 10 | 2 |
| t ₆ | 3 | 6 | 15 | 8 | 13 |
| t ₇ | 1 | 19 | 9 | 11 | 5 |
| t ₈ | 3 | 10 | 15 | 6 | 11 |
| t ₉ | 9 | 18 | 11 | 2 | 5 |
| t ₁₀ | 3 | 10 | 15 | 10 | 7 |
| t ₁₁ | 8 | 18 | 15 | 3 | 1 |
| t ₁₂ | 10 | 24 | 5 | 4 | 2 |

Análisis:

Los resultados de la evaluación del sabor de las bebidas fermentadas muestran en la Tabla 24, que el tratamiento t₁₂ obtuvo la mejor valoración, con 24 respuestas en la categoría "Agradable". Esto indica que el sabor de este tratamiento tiene una alta aceptación sensorial, posiblemente debido a un equilibrio adecuado entre los componentes gustativos. Por otro lado, el tratamiento t₆ presentó la menor aceptación, con 13 respuestas en la categoría "Desagradable", lo que refleja un perfil de sabor menos favorable para los evaluadores.

2.10.13. Aceptabilidad general

En la Tabla 25 se observa los resultados de aceptabilidad de la bebida fermentada, las opciones fueron: "Altamente aceptable", "Muy aceptable", "Aceptable", "Poco aceptable" y "No aceptable".

Tabla 24 Resultados de la aceptabilidad general de las bebidas fermentadas

Análisis:

| Tratamiento | Altamente aceptable | Muy aceptable | Aceptable | Poco aceptable | No aceptable |
|----------------|------------------------|---------------|-----------|-------------------|-----------------|
| t ₁ | 0 | 4 | 27 | 12 | 2 |

| | | | | | |
|-----------------------|----|----|----|----|----|
| t₂ | 3 | 5 | 21 | 13 | 3 |
| t₃ | 8 | 5 | 21 | 9 | 2 |
| t₄ | 5 | 9 | 7 | 16 | 8 |
| t₅ | 4 | 8 | 14 | 17 | 2 |
| t₆ | 2 | 3 | 10 | 17 | 13 |
| t₇ | 2 | 6 | 19 | 11 | 7 |
| t₈ | 5 | 2 | 9 | 22 | 7 |
| t₉ | 8 | 11 | 13 | 16 | 4 |
| t₁₀ | 1 | 1 | 21 | 16 | 6 |
| t₁₁ | 7 | 10 | 24 | 3 | 1 |
| t₁₂ | 11 | 15 | 16 | 1 | 2 |

Los resultados de la evaluación de la aceptabilidad general de las bebidas fermentadas de la Tabla 25, destacan al tratamiento **t₁₂** como el de mayor preferencia, con 11 respuestas en la categoría "Altamente aceptable", 15 en "Muy aceptable" y 16 en "Aceptable". Estos resultados reflejan una excelente aceptación global del tratamiento, consolidándose como el más atractivo para los evaluadores. En contraste, el tratamiento **t₆** obtuvo la menor aceptabilidad general, con 13 respuestas en la categoría "No aceptable", lo que evidencia que su perfil de aceptación no fue bien recibido.

Conclusiones:

- **Tratamiento más aceptado:** El **t₁₂** es el tratamiento con mejores resultados en cuanto a apariencia, olor, sabor y aceptabilidad general.
- **Tratamiento menos aceptado:** El **t₆** tiene la menor aceptación sensorial en todas las categorías, destacándose principalmente en olor y aceptabilidad.

Se recomienda priorizar el tratamiento **t₁₂** para su producción y comercialización, dado su perfil sensorial superior.

2.10.14. Análisis de recuento e identificación de levaduras

Se realizó recuento e identificación de levaduras de 4 bebidas, ya que por tema económico se optó como una mejor opción mandar cuatro muestras con diferente endulzante y días de fermentación, para observar las variaciones en los resultados obtenidos.

En la Tabla 26 se observa el resultado obtenido al realizar un análisis microbiológico del t_1 con endulzante de panela con 10 días de fermentación.

Tabla 25 Análisis microbiológico (t_1 panela 5 días fermentación)

| t_1 Panela (5 días de fermentación) | | | |
|---|---|--|--|
| Ensayos microbiológicos | Método | Unidad | Resultados |
| Levaduras | INEN 1529-10 | UFC/g | 26×10^3 |
| Características de la colonia | | | |
| Identificación | Aislamiento-identificación de levaduras | TINCIÓN (levadura) morfología ovalada/elíptica Agar Sabouraud: Colonias de color blanco/crema, convexa, mucosa, redonda. Urea negativa. | GRAM: morfoloía (Gram +) Saccharomyces sp |

El análisis de levaduras, realizado mediante la Norma INEN 1529-10:2013, arrojó un recuento de 26×10^3 UFC/g. Este valor es adecuado para un producto fermentado, ya que las levaduras son los microorganismos responsables de la fermentación alcohólica, contribuyendo al desarrollo de las características sensoriales y funcionales de la bebida. El recuento de levaduras se encuentra dentro de un rango aceptable, lo que asegura la actividad fermentativa necesaria sin comprometer la calidad del producto.

La identificación preliminar se realizó mediante observación de la morfología de las colonias en medio de cultivo (por ejemplo, Agar Sabouraud) y la tinción de Gram, que mostraron células de forma ovalada/elíptica y Gram positivas, características típicas del género. Saccharomyces. Estas observaciones son consistentes con lo esperado en procesos fermentativos donde predominan especies del género Saccharomyces, reconocidas por su alta capacidad para llevar a cabo la fermentación alcohólica.

Tabla 26 Análisis microbiológico (t_1 panela 10 días fermentación)

| t_1 Panela (10 días de fermentación) | | | |
|--|---------------|---------------|-------------------|
| Ensayos microbiológicos | Método | Unidad | Resultados |
| Levaduras | INEN 1529-10 | UFC/g | 19×10^3 |

| Características de la colonia | | | |
|-------------------------------|--|--|---|
| Identificación | Aislamiento- identificación de levaduras | TINCIÓN (levadura) ovalada/elíptica Agar Sabouraud: Colonias de color blanco/crema, convexa, mucosa, redonda. Urea negativa. | GRAM: morfología (Gram +) Colonias de color blanco/crema, convexa, mucosa, redonda. |

El análisis microbiológico de la bebida fermentada con panela, evaluada a los días 5 y 10 de fermentación, muestra una disminución en el recuento de levaduras de 26×10^3 UFC/g a 19×10^3 UFC/g, según lo reportado en las Tablas 26 y 27. Este comportamiento es esperable en procesos fermentativos, donde la población de levaduras puede experimentar un descenso debido a la disminución de los sustratos disponibles, acumulación de metabolitos inhibidores (como etanol y ácidos orgánicos) o competencia con otros microorganismos.

Además, otros estudios sobre bebidas fermentadas a base de maíz y panela han indicado que un recuento de levaduras entre 10^3 y 10^5 UFC/g es adecuado para garantizar una fermentación eficiente sin comprometer la calidad microbiológica del producto (González et al., 2019).

Tabla 27 Análisis microbiológico (t_2 azúcar 5 días fermentación)

| t_2 Azúcar (5 días de fermentación) | | | |
|---|--|--|---|
| Ensayos microbiológicos | Método | Unidad | Resultados |
| Levaduras | INEN 1529-10 | UFC/g | 15×10^3 |
| Características de la colonia | | | |
| Identificación | Aislamiento- identificación de levaduras | TINCIÓN (levadura) ovalada/elíptica Agar Sabouraud: Colonias de color blanco/crema, convexa, mucosa, redonda. Urea negativa. | GRAM: morfología (Gram +) Colonias de color blanco/crema, convexa, mucosa, redonda. |

En base a la tabla presentada, el recuento de levaduras obtenidas se encuentra dentro del rango aceptable según lo estipulado por la norma INEN (por ejemplo, INEN 1529-10) para bebidas fermentadas, lo que indica que la población microbiana presente es adecuada para favorecer un

proceso de fermentación eficiente y seguro. Al comparar estos resultados con estudios bibliográficos recientes, en los que se reporta que en productos fermentados similares los recuentos varían generalmente entre 10^3 y 10^5 UFC/g, se constata que nuestros hallazgos se alinean con los parámetros establecidos en la literatura científica. Esto sugiere que el proceso fermentativo está siendo controlado de manera adecuada, garantizando tanto la calidad organoléptica como la inocuidad del producto final, y respalda la validez del método empleado conforme a los lineamientos normativos vigentes en Ecuador.

Tabla 28 Análisis microbiológico (t₂ azúcar 10 días fermentación)

| t₂ Azúcar (10 días de fermentación) | | | |
|---|---|--|---|
| Ensayos microbiológicos | Método | Unidad | Resultados |
| Levaduras | INEN 1529-10 | UFC/g | 18×10^3 |
| Características de la colonia | | | |
| Identificación | Aislamiento-identificación de levaduras | TINCIÓN (levadura) ovalada/elíptica (Gram +) Agar Sabouraud: Colonias de color blanco/crema, mucosa, redonda. | GRAM: morfología Agar Sabouraud: Colonias de color convexa, |
| | | Urea negativa. | Saccharomyces sp |

Los resultados del análisis microbiológico de la muestra t₂ de azúcar fermentada a 10 días, realizados de acuerdo a la norma INEN 1529-10, muestran un recuento de levaduras de 18×10^3 UFC/g. Este valor se encuentra dentro de los rangos esperados para procesos fermentativos en productos azucarados, lo que indica una actividad fermentativa adecuada y controlada. Además, la caracterización morfológica revela colonias de color blanco/crema, convexas, mucoides y redondas, con células de morfología ovalada/elíptica y tinción Gram positiva, además de un resultado negativo en la prueba de urea. Estas características son propias del género *Saccharomyces*, lo que confirma su papel predominante en la fermentación del azúcar. En comparación con estudios similares en bebidas fermentadas, donde se han reportado recuentos entre 10^3 y 10^5 UFC/g, nuestros hallazgos evidencian que el proceso fermentativo se desarrolla de manera estable, garantizando así tanto la calidad organoléptica como la seguridad microbiológica del producto final.

2.10.15. Análisis nutricional del mejor tratamiento de la bebida fermentada de germinados del morocho y maíz amarillo

Tabla 29 Análisis nutricional del mejor tratamiento

| PARÁMETRO | RESULTADO % | MÉTODO/ NORMA |
|----------------------------|-------------|--------------------------------------|
| Humedad total (%) | 93,75 | AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10 |
| Materia seca (%) | 6,25 | Cálculo |
| Proteína (%) | 0,72 | AOAC/Kjeldahl /AOAC 2001.11 |
| Fibra (%) | 0,14 | AOAC/Gravimétrico/ AOAC 930.15 |
| Grasa (%) | 0,22 | AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39 |
| Ceniza (%) | 0,17 | AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03 |
| Materia orgánica (%) | 99,83 | Cálculo |
| Valor energético kcal/100g | 24,14 | Cálculo |
| Zinc mg | 1,01 | AOAC/Colorimétrico/AOAC 999.11 |
| Calcio mg | 20,13 | AOAC/Colorimétrico/AOAC 968.31 |
| Potasio mg | 2,34 | AOAC/ Espectrofotometría/AOAC 969.23 |
| Hierro mg | 0,98 | AOAC/ Espectrofotometría/AOAC 965.09 |

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 30, realizados al mejor tratamiento (t_{10}) de la bebida fermentada a partir de germinados del morocho y maíz amarillo. Los parámetros evaluados indican que el producto tiene un contenido significativo de humedad 93,75%, lo cual es característico de las bebidas fermentadas y contribuye a su textura ligera y aceptable para el consumidor.

De acuerdo con las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2564, que regula productos alimenticios fermentados, este valor es bajo pero aceptable para una bebida cuya base principal son cereales germinados. En comparación con otros estudios similares de productos fermentados, los niveles de proteína pueden aumentar si se complementan con una fuente proteína, adicionales como las leguminosas. Según la NTE-INEN-1334-2, la fibra dietética no tiene un límite específico en las bebidas fermentadas, pero su contenido puede ser un atributo positivo para los consumidores interesados en opciones funcionales. El nivel calórico es adecuado para bebidas ligeras y refrescantes, alineándose con el objetivo de ofrecer un producto bajo en calorías. El valor energético se encuentra en un rango competitivo en comparación con otros productos fermentados tradicionales como la chicha. La materia seca (6,25%) y la materia orgánica (99,83%) reflejan el

bajo contenido de sólidos típico de este tipo de bebidas y aseguran que el producto sea adecuado para consumidores que buscan una opción más ligera.

Según investigaciones nutricionales, tanto el maíz como el morocho tienen su propio valor nutricional. El maíz es rico en carbohidratos y también contiene una cantidad moderada de proteínas y grasas. Es una buena fuente de potasio y el morocho contiene nutrientes esenciales para el cuerpo humano., como proteínas, carbohidratos y grasas. También es rico en minerales como hierro, zinc y fósforo (Martínez, 2021).

2.10.16. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de la bebida fermentada de germinados del morocho y maíz amarillo

Tabla 30 Análisis microbiológicos del mejor tratamiento

| PARÁMETRO/UNIDAD | RESULTADO | VLP* | MÉTODO/NORMA |
|---------------------------|------------------|-------------|---------------------|
| Escherichia coli, UFC/g | Ausencia | Ausencia | AOAC 991.14 |
| Aerobios mesófilos, UFC/g | 98 | <10000UFC/g | AOAC 990.12 |
| Salmonella en 25g | Ausencia | Ausencia | NTE INEN 1529-15 |

Los valores obtenidos en la Tabla 31, demuestran que el producto cumple con los parámetros de seguridad microbiológica establecidos por la normativa ecuatoriana e internacional. El análisis microbiológico del mejor tratamiento (t_{10}), la cual revela que se encuentra dentro de los estándares aceptables según la NTE INEN 1529 de acuerdo a cada parámetro de la mejor bebida, esto garantiza su inocuidad y calidad para el consumo humano.

El recuento obtenido de los aerobios mesófilos fue de 98 UFC/g, muy por debajo de los límites máximos establecidos en la NTE INEN 1529-5, lo que indica un control microbiano adecuado durante la producción, envasado y almacenamiento del producto.

Estudios similares en bebidas fermentadas como el kéfir o la kombucha reportaron valores entre 100 y 500 UFC/g para aerobios mesófilos en condiciones controladas, resaltando recuentos bajos en conjunto con la implementación de BPM y una producción más limpia relacionada con el medio ambiente.

Los resultados indican la ausencia de E. coli y salmonella, lo que refleja un adecuado control de calidad e higiene durante el proceso de producción. Esto cumple con los límites permisibles de la NTE INEN 1529-8, por lo que se procedió a declarar a la bebida del ensayo como libres de estos dos patógenos, listo para el consumo.

2.10.17. Análisis de estabilidad acelerada del mejor tratamiento de la bebida fermentada de los germinados morocho y maíz amarillo

Tabla 31 Control microbiológico del mejor tratamiento

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

Estudio de Estabilidad en tiempo real.

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

Tabla 32 Estabilidad acelerada del mejor tratamiento

| Parámetro | Tiempo de seguimiento (días) | | | VLP | Método |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | 1 | 7 | 15 | | |
| | Ensayo 1 | Ensayo 2 | Ensayo 3 | | |
| Coliformes Totales, UFC/g | <10 | <10 | 15 | <10000 | AOAC 991.14 |
| <u>E. coli, UFC/g</u> | <u>Ausencia</u> | <u>Ausencia</u> | <u>Ausencia</u> | <u>Ausencia</u> | <u>AOAC 991.14</u> |
| <u>Salmonella UFC/g</u> | <u>Ausencia</u> | <u>Ausencia</u> | <u>Ausencia</u> | <u>Ausencia</u> | <u>AOAC.2003.9</u> |
| Mohos y levaduras, UFC/g | <10 | <10 | 12 | <10000 | AOAC 975.55 |

Los análisis del estudio expuestos en las tablas 32 y 33 de estabilidad acelerada, evaluaron la calidad microbiológica y estabilidad del producto durante 15 días, siguiendo la guía ICH Q1A(R2) para la zona climática IV. Los resultados mostraron que el producto se mantuvo dentro de los límites permisibles, indicando control adecuado de los parámetros microbiológicos. Sin embargo, si no se conserva bien, puede haber un rápido crecimiento de microorganismos, reduciendo su vida útil. La ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. confirma la inocuidad del producto, con bajas concentraciones de otros microorganismos, por debajo del límite permisible establecido por la AOAC 991. 14

Según la NTE INEN 1529-15 y la metodología AOAC, estos patógenos deben estar ausentes en alimentos listos para el consumo, lo que respalda la inocuidad del producto. La estabilidad acelerada demuestra que mantiene su inocuidad microbiológica, cumpliendo normativas para alimentos fermentados y garantizando seguridad para el consumo humano.

2.10.18. Análisis físico y químico grados alcohólicos (t₁₀ y t₁₂)

Tabla 33 análisis grados alcohólicos del mejore tratamiento

| Tratamiento 10 | | | |
|----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Parámetro | Método | Unidades | Resultados |
| Grados alcohólicos (20 °C) | INEN 360 | % v/v | 1,48 |
| Tratamiento 12 | | | |
| Parámetro | Método | Unidades | Resultados |
| Grados alcohólicos (20 °C) | INEN 360 | % v/v | 3,19 |

Los resultados obtenidos de los grados alcohólicos del tratamiento 10 y 12 presentada en la tabla 34, podemos mencionar que los grados alcohólicos obtenidos muestran diferencias significativas: tratamiento 10 con 1,48 % v/v y tratamiento 12 con 3,19 % v/v. Ambas mediciones siguen la Norma INEN 360, validando los datos. Las variaciones en el grado alcohólico dependen de factores como el tipo de azúcares y los días de fermentación. Ambos tratamientos están dentro de los rangos típicos para bebidas fermentadas de maíz, lo que permite convenios en su producción para diferentes perfiles sensoriales.

3. Impactos del proyecto

3.1. Impacto social y cultural

La bebida incentiva la valorización de productos autóctonos y rescata prácticas tradicionales como la fermentación, adaptándolas a las demandas del mercado moderno. Esto fortalece y beneficia principalmente a pequeños agricultores locales al generar una demanda sostenible de estos granos, promoviendo prácticas agrícolas responsables y estimulando la economía rural.

Ayuda a mantener vivas las tradiciones culturales mientras se introduce un producto innovador.

3.2. Impacto económico

La producción de esta bebida fomenta el uso de materias primas locales, por ejemplo: el maíz amarillo y el morocho, generando oportunidades de empleo en las cadenas de valor agrícola y

agroindustrial. Además, puede incentivar la creación de emprendimientos basados en productos tradicionales con valor agregado. Contribuye al desarrollo económico local, especialmente en comunidades rurales que dependen de la agricultura.

3.3. Impacto ambiental

El uso de materias primas locales y procesos sostenibles, como el aprovechamiento de subproductos del maíz amarillo y morocho, contribuye a reducir el desperdicio de alimentos. Además, al tratarse de una producción local, se disminuyen las emisiones relacionadas con el transporte de insumos importados. Este impacto favorece la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en la agroindustria ya que no tendría ningún aporte negativo por lo tanto el producto en si ayuda al medio ambiente.

3.4. Impacto técnico

Este proyecto abre oportunidades para futuras investigaciones sobre la optimización de procesos fermentativos y el desarrollo de nuevos productos basados en granos o cereales andinos. Además, fomenta la integración de conocimientos científicos en la agroindustria local. Aporta al desarrollo de la ciencia aplicada y al fortalecimiento del vínculo entre la academia y la industria.

4. Recursos y presupuesto

Tabla 34 Presupuesto del proyecto

| PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FERMENTADA DE GERMINADOS DEL MOROCHO Y MAÍZ AMARILLO | | | | |
|---|----------|---------------------|-------------|-------------------------|
| Recursos | Cantidad | Unidad | V. unitario | Valor total (USD) (USD) |
| EQUIPOS | | | | |
| Cocina industrial | 1 | 3 horas de uso (3h) | \$0,50 | \$1,50 |
| Balanza digital | 1 | 3 horas de uso | \$0,10 | \$0,30 |
| Molino | 1 | 1 hora de uso | \$0,15 | \$0,15 |
| Tanque de gas | 1 | 3 horas de uso | \$2,00 | \$6,00 |
| Ollas de acero inoxidable | 3 | 3 horas de uso | \$0,25 | \$0,75 |
| Cucharón | 3 | u | \$1,50 | \$4,50 |
| Subtotal | | | | \$13,20 |
| MATERIALES E INSUMOS | | | | |
| Paquete de vasos desechables grandes | 1 | Paquete | \$1,20 | \$1,20 |
| Paquetes de vasos pequeños de una onza | 12 | Paquetes | \$1,00 | \$12,00 |
| Paquete de servilletas | 1 | Paquete | \$1,50 | \$1,50 |
| Envases de plástico de 1L | 44 | Botellas | \$0,19 | \$8,36 |
| Baldes transparentes de 4L | 12 | U | \$3,00 | \$36,00 |
| Colador | 2 | U | \$1,00 | \$2,00 |
| Colador de tela | 2 | U | \$3,00 | \$6,00 |
| Airlock | 6 | U | \$2,00 | \$12,00 |
| Jarras medidoras de 2 L | 2 | U | \$2,30 | \$4,60 |
| Subtotal | | | | \$83,66 |
| MATERIAS PRIMAS | | | | |
| Maíz amarillo | 4 | Kg | \$2,00 | \$8,00 |
| Maíz morocho | 4 | Kg | \$2,00 | \$8,00 |
| Panela | 3 | Lb | \$1,00 | \$3,00 |
| Azúcar blanca | 3 | Lb | \$1,00 | \$3,00 |
| Canela | 5 | g | \$0,05 | \$0,25 |
| Clavo de olor | 5 | g | \$0,05 | \$0,25 |

| | | | | |
|---|---|----------|---------|------------------|
| Pimienta dulce | 5 | g | \$0,05 | \$0,25 |
| Subtotal | | | | \$22,75 |
| ANÁLISIS DE LABORATORIO | | | | |
| Análisis físico y químico de los germinados | 2 | Análisis | \$37,50 | \$75,00 |
| Análisis nutricional de los germinados | 2 | Análisis | \$37,50 | \$75,00 |
| Aislamiento de levaduras | 4 | Muestras | \$13,00 | \$52,00 |
| Identificación de levaduras | 4 | Muestras | \$90,00 | \$360,00 |
| Análisis nutricional de la mejor bebida fermentada | 1 | Muestras | \$80,00 | \$80,00 |
| Análisis microbiológico de la mejor bebida fermentada | 1 | Muestras | \$80,00 | \$80,00 |
| Vida útil | 1 | Muestra | \$80,00 | \$80,00 |
| Subtotal | | | | \$802,00 |
| Subtotal total | | | | \$921,61 |
| Imprevistos 10% | | | | \$92,16 |
| Total | | | | \$1013,77 |

5. Conclusiones

- La combinación de germinados de morocho y maíz amarillo demostró ser una base adecuada para la producción de bebidas fermentadas. El contenido nutricional inherente de ambos granos, particularmente su alto aporte de carbohidratos, proteínas y minerales, facilitó el proceso de fermentación y resultó en un producto de valor agregado.
- Las tres formulaciones evaluadas evidenciaron diferencias significativas en términos de características organolépticas, físicos y químicas. Estas variaciones estuvieron influenciadas por las proporciones de los germinados utilizados, lo que resalta la importancia de seleccionar la mezcla más adecuada para optimizar el sabor, la textura y la aceptación del producto final, por lo cual nos permitió determinar 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, destacando que el tratamiento t_{10} 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.

- Los endulzantes (panela y azúcar blanca) y especias (clavo de olor, canela y pimienta dulce) empleados respaldaron significativamente en las propiedades sensoriales de la bebida fermentada, la panela contribuyo con un sabor más natural, además aportando con un porcentaje de minerales adicionales, por otro lado, la azúcar blanca proporcionó una dulzura más neutra, sobresaliendo las notas fermentativas.
- Los días de fermentación (5 y 10 días) jugaron un papel crucial en el crecimiento de microorganismo y la evolución de las características sensoriales del producto, se observó que un periodo de 10 días de fermentación favoreció a ella mismo, no obstante, los periodos alargados de fermentación disminuyen la aceptación sensorial ya que se incrementa la acidez
- Al realizar la identificación de levaduras de la bebida obtuvimos como resultado la levadura formada durante la fermentación fue *Saccharomyces* sp, sin embargo, al realizar un recuento se obtuvo diferencias significativas en la bebida.
- Los resultados obtenidos de vida útil del mejor tratamiento, durante 15 días se mantiene dentro de los límites microbiológicos permitidos, al pasar este tiempo el producto si no se conserva adecuadamente en refrigeración mostrará un rápido crecimiento de microorganismos, lo que limita su vida útil.
- Se procedió a realizar un análisis de grados alcohólicos del t_{10} el que presento resultados favorables en los análisis (pH, acidez, densidad, ° Brix) y t_{12} el mejor valorado en las pruebas sensoriales, dando una diferencia significativa, el t_{10} con 1,48 ° de alcohol y el t_{12} con 3.19° de alcohol, con el mismo tiempo de fermentación.

6. Recomendaciones

- Considerando que la combinación germinada de morocho 37% + germinado de maíz amarillo 25% y panela 38%, con un tiempo de 10 días de fermentación obtuvo resultados positivos en sólidos solubles de 9° Brix y acidez titulable de 0,00256%, se recomienda investigar diferentes medidas de estos ingredientes para mejorar aún más las características sensoriales y físicos y

químicas de la bebida. Experimentar con distintas formulaciones podría ayudar a encontrar la combinación óptima que maximice la aceptabilidad del producto.

- Restringido para menores de edad, mujeres embarazadas, conductores, por motivo de seguridad y cuidado del consumidor.

7. Bibliografías

- Agustín, M., & White, L. (Octubre de 2020). El clavo de olor, un viejo conocido. *Universitaria*, 26-27. Recuperado el 5 de enero de 2025, de <https://revistauniversitaria.uaemex.mx/article/download/15548/11465/>
- Arenas, D. (2022). *Influencia de la germinación sobre la composición químico-proximal, biactividad, minerales y propiedades térmicas de lenteja (Lens culinaris L), Arveja (Pisum sativum L) y frijol de palo (Cajanus cajan L)*. Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. Recuperado el 11 de diciembre de 2024, de <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a1d9470a-4a76-431a-98da-75fb4aa0d8a7/content>
- Becerra, J. (2023). *Evaluación de veinte híbridos de maíz (Zea mays) en cuatro localidades de Jalisco*. Tesis, Instituto Tecnológico de Tlajomulco, JAL, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, México. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/5767/1/Tesis%20Jose%20Luis%20Becera%20Moreno.pdf>
- Belda, C. (2022). *La fermentación como estrategias para la mejora de las propiedades funcionales de residuos y subproductos de alimentos de origen vegetal*. Trabajo Fin de Máster, Universitat Politècnica de Valencia, Valencia, España. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/188499/Belda%20-%20LA%20FERMENTACION%20APLICADA%20A%20LA%20MEJORA%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20FUNCIONALES%20DE%20RESIDUOS%20Y%20SUB%20PROD%20....pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Bisquerra Alzina, Rafael; Dorio Alcaraz, Inma ; Gómez, Jesús Alonso; Latorre Beltrán, Antonio;

Martínez Olmo, Francesc; Massot Lafon, Inés; Andrés, Joan Mateo; Sabariego Puig, Marta; Sans Martin, Antonio; Torrado Fonseca, Mercedes ; Vila Baños, Ruth;. (2020).

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA. Obtenido de Academic Editorial:

https://www.academia.edu/38170554/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_INVESTIGACION%C3%93N_EDUCATIVA_RAFAEL_BISQUERRA_pdf

Bolaños, G. (2020). *Elaboración de una bebida fermentada tipo yogur a base de morocho*. Trabajo de Titulación, Universidad Politécnica Estatal de Carchi, Tulcán, Ecuador. Recuperado el 4 de enero de 2025, de <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c4f148a6-d496-4cfd-8fdd-4038197402db/content>

Bravo, H. (2021). *Evaluación del contenido de polifenoles totales y características sensoriales de una bebida alcohólica tipo vino tinto a base de maíz (Zea mays L) morado y rojo*. Proyecto de Investigación, 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/6b6c2bf7-13d2-407a-8ed8-27a90fd115c4/content>

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-a2ba-4ce3d6ae7f3e/content>

Calderón, E. (octubre de 2021). Procedimiento para determinación de cenizas en alimentos. *Departamento del Meta*, 2, 1-10. Recuperado el 13 de enero de 2025, de https://devx.meta.gov.co/media/centrodocumentacion/2024/03/06/P-SA-109_POE_DETERMINACION_DE_CENIZAS_EN_ALIMENTOS_V2.pdf

Calle García, Aldrin Jefferson; Aviles Barcia, Emely Michelle; Baque Reina, Evelyn Andreina; Muñoz Rodríguez, Frixon Steven. (2024). EL PAPEL DE LA ANALÍTICA PREDICTIVA EN LA ANTICIPACIÓN DE CAMBIOS EN EL ENTORNO EMPRESARIAL. *Ciencia y Desarrollo*, 1-54.

CAPRABO. (11 de julio de 2024). Fermentación láctica: la guía completa. *Caprabo*, 1-4. Recuperado el 5 de enero de 2025, de <https://www.caprabo.com/pdflink/es/67150b6b-663e-11eb-ba68-0a015e50794c/fermentacion-lactica.pdf>

- Carrasco, W., Montero, P., Cobos, F., & Gómez, J. (5 de septiembre de 2023). Historia del maíz desde tiempos ancestrales hasta la actualidad . *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH* , 8(4), 115-130. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.10002071>
- Casado, I. (2020). *Hidratos de carbono: salud y medioambiente*. Trabajo de Titulación, Universidad de la Laguna, La Laguna, España. Recuperado el 12 de enero de 2025, de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/20261/Hidratos%20de%20carbono%20salud%20y%20medioambiente.pdf?sequence=>
- Castilla, F., Burbano, C., & Salazar, D. (2020). La chicha producto gastronómico y ritual: Caso de chorro de Quevedo (Colombia) y Otavalo (Ecuador). *Turismo y Sociedad*(XXVI), 205-224. doi:<https://doi.org/10.18601/01207555.n26.09>
- Causa, J. E. (2017). La revisión bibliográfica, base de la investigación. *ResearchGate*, 1-20.
- Cayambe, F. (2024). *Caracterización de germinado de Quinoa (Chenopodium quinoa)* . Trabajo de Titulación , Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado el 11 de diciembre de 2024, de http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13324/1/Franklin%20B.%2C%20Cayambe%20L.%20%282024%29_caracterizaci%C3%B3n%20de%20germinado%20de%20quinua%20%28chenopodium%20quinoa%29.pdf
- Chica, N. (2022). *Extracción de fibra comestible a partir de la pulpa de arazá (Eugenia stipitata)*. Trabajo de Titulación, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. Recuperado el 13 de enero de 2025, de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CHICA%20PEREZ%20NERY%20MABEL.pdf>
- Cieza, I., Jara, T., Terrones, R., Figueroa, Y., & Valdera, A. (2020). Características agronómicas, componentes de producción y rendimiento de grano de híbridos de maíz (*Zea mays*). *Manglar* , 17(3), 261-267. Recuperado el 2 de diciembre de 2024, de <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/a517d2d4-e23d-4d75-8940-fe3597c06146/content>
- Cruz, S. (2020-1). *Contenido de minerales en panela y su aporte nutricional*. Estudio de Caso, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia. Recuperado el 5 de enero de 2025, de http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4799/1/Cruz_2020_TG.pdf

- Duque, D. A. (2019). Aplicabilidad de cuestionarios aplicados a pruebas sensoriales gastronómicas orientados al producto y al consumidor. *INNOVA Research Journal, ISSN 2477-9024*, 116-130.
- ECHO Inc. (2022). MAÍZ. *ECHO FICHA DE INFORMACIÓN SOBRE PLANTAS*, 2. Recuperado el 13 de diciembre de 2024, de <https://www.echocommunity.org/es/resources/87c03b5a-e1c4-4f33-8c94-e1b2c63648bb.pdf>
- Enríquez, M., Remache, L., Vargas, E., & Ruíz, H. (enero-junio de 2020). Elaboración de una bebida de soya (Glycin max) y morocho blanco (Zea Mays) variedad morochon como una alternativa para consumo de proteína vegetal. *Universidad Estatal Amazónica*, 9(1), 67-79. Recuperado el 14 de diciembre de 2024, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9056163.pdf>
- Farfán-Codina, A. (2020). Las grasas en la alimentación. *Pediatría Integral*, XXIV(3), 1-174. Recuperado el 12 de enero de 2025, de https://www.researchgate.net/publication/344381340_Las_grasas_en_la_alimentacion
- Gómez, A. (mayo de 2022). La industrialización del nixtamal y la elaboración de la tortilla en México. *RIRA*, 7(1), 231-274. Recuperado el 13 de diciembre de 2024, de <https://doi.org/10.18800/revistaira.202201.006>
- González et al. (2019). *Cálculos UFC*. Obtenido de <https://hbg.ulpgc.es/PRACTICAS/PROBLEMAS/CALCULOS-UFC.pdf>
- Gordón, R. (2021). *El maíz en Panamá: Características y requerimientos y recomendaciones para su producción en ambientes con alta variabilidad climática*. Manual Técnico, Instituto de Innovación agropecuaria de Panamá, Panamá. Recuperado el 13 de diciembre de 2024, de https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/manual_tecnico_el_maiz_en_panama.pdf
- Guamán, R., Teodoro, D., Villavicencio, A., Ulloa, S., & Romero, E. (21 de mayo de 2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7(2), 47-58. Recuperado el 14 de diciembre de 2024, de <https://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/246/2461179006/2461179006.pdf>
- Hasang-Moran, E., García-Bendezú, S., Carrillo-Zenteno, M., Durango-Cabanilla, W., & Cobos-Mora, F. (2021). Sustentabilidad del sistema de producción del maíz, en la provincia de Los Ríos (Ecuador), bajo la metodología multicriterio de Sarandón. *J. Selva Andina Biosph*, 9(1). doi:<https://doi.org/10.36610/j.jsab.2021.090100026>

- Herrera, C. (2021). *Capacidad probiótica de levaduras y bacterias ácido lácticas (Bal) recuperadas del proceso de fermentación de cacao con potencial uso industrial*. Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/58283/CAPACIDAD%20PROBIOTICA%20DE%20LEVADURAS%20Y%20BAL%20RECUPERADAS%20DEL%20PROCESO%20DE%20FERMENTACION%20DE%20CACAO%20CON%20POTENCIAL%20USO%20INDUSTRIAL.%20-%20Carlos%20Herrera%20Acosta.pdf?seq>
- Jaramillo, M. (2020). *Diseño y optimización de un proceso de fermentación para la obtención de enzimas hemicelulolíticas y celulolíticas a partir de Trichoderma Koningiopsis Th003*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78989/2838642477.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jurado, D. (2021). *Estudio comparativo de los tipos de endulzantes: azúcar refinada, azúcar moreno y panela granulada en el cantón Lomas de Sargentillo*. Trabajo de Titulación, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 5 de enero de 2025, de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JURADO%20ORTIZ%20DAMARIS%20ANAIS.pdf>
- Kumar, Y., Basu, S., Goswami, D., Devi, M., Shivhare, U., & Vishwakarma, R. (2022). Antinutritional compounds in pulses: Implications and alleviation methods. *Legume Science*, 4(2), 111. Recuperado el 11 de diciembre de 2024, de <https://doi.org/10.1002/LEG3.111>
- Lamas, Y., Armas, A., Abernas, Y., & González, E. (9 de agosto de 2023). Análisis preliminar de la fermentación alcohólica utilizando mezclas de jugo de los filtros, miel final y meladura. *Revista Centro Azúcar*, 50(3), e1035. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v50n3/2223-4861-caz-50-03-e1035.pdf>
- León, A. M. (2020). MÉTODOS TEÓRICOS DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS-SÍNTESIS, INDUCCIÓN-DEDUCCIÓN, ABSTRACTO -CONCRETO E HISTÓRICO-LÓGICO. *ResearchGate*, 1-23.
- León, D. (2024). *Influencia del maíz y morocho en las características organolépticas y nutricionales de bebidas fermentadas*. Componente práctico examen de carácter complejo, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.

- Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16388/E-UTB-FACIAG-%20AGROINDUSTRIA-000026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Libkind, D., & Álvarez, L. (2020). Levaduras en cervezas y panificados, aportes desde la Patagonia Argentina. (I. S. Asociación Civil Danone para la Nutrición, Ed.) *CRELTEC, IPATEC-CONICET, 1*, 307-320. Recuperado el 5 de enero de 2025, de https://www.danoneinstitute.org/wp-content/uploads/2020/12/Book-Fermented-Food-2020_sp.pdf
- Linares, O. (2021). *Caracterización fenotípica de maíces de Sinaloa*. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán Rosales, Sinaloa, México. Recuperado el 2 de diciembre de 2024, de <https://cca.uas.edu.mx/images/posgrado/TesisDCA/COHORTE%202013-2017/FA/TESIS-DCA-Linares%20Holgu%C3%ADn.pdf>
- Martín, H., & Ayuso, L. (2023). Las bebidas fermentadas en España. Efecto sobre la salud, pautas de consumo e impacto de la publicidad. *Fundación Alternativas*(217), 114. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de https://fundacionalternativas.org/wp-content/uploads/2023/06/INTERIOR_Cerveceros_DIGITAL.pdf
- Michaels, T., Clark, M., Hoover, E., Irish, L., Smith, A., & Tepe, E. (2024). La ciencia de las plantas: comprensión de las plantas y cómo crecen. *LibreTexts*, 381. Recuperado el 5 de enero de 2025, de [https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/La_ciencia_de_las_plantas%3A_comprensi%C3%B3n_de_las_plantas_y_c%C3%B3mo_crecen_\(Michaels_et_al.\)/09%3A_A_Semillas/9.02%3A_Fisiolog%C3%ADa_de_Semillas](https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/La_ciencia_de_las_plantas%3A_comprensi%C3%B3n_de_las_plantas_y_c%C3%B3mo_crecen_(Michaels_et_al.)/09%3A_A_Semillas/9.02%3A_Fisiolog%C3%ADa_de_Semillas)
- Michele, M. (2023). *Nutrición, seguridad alimentaria y sostenibilidad del maíz modificado genéticamente*. Trabajo, Universidad de Valladolid, España. Recuperado el 13 de diciembre de 2024, de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/61261/TFG-M-N3084.pdf;jsessionid=B68D55222B26A10BDA9AB0BA77E8977D?sequence=1>
- Ministerio de Turismo. (2021). El morocho, la dulce bebida de los Andes. *Ministerio de Turismo*. Recuperado el 14 de diciembre de 2024, de <https://www.turismo.gob.ec/el-morocho-la-dulce-bebida-de-los-andes/>

- Miranda, E. (2021). Pequeñas Semillas Grandes Oportunidades; Agroecología Campesina Familiar y Cadenas Km0 En Bolivia. *Fichas de recolección de Maíz y Amaranto, Tiraque y Carcaje, Cochabamba Bolivia*, 1-11. Recuperado el 14 de diciembre de 2024, de <https://www.agrecolandes.org/wp-content/uploads/2022/04/Cartilla-Ficha-Tecnica-Maiz-Espan%CC%83ol-peq.pdf>
- Moposita, D., Godoy, M., Romero, M., & Moposita, L. (mayo de 2023). Uso de germinados de chocho (*Lupinus mutabilis*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) para la elaboración de una bebida nutricional. (e. 82, Ed.) *Polo de Conocimiento*, 8(5), 1387-1403. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de 10.23857/pc.v8i5
- Narvaez, M. (2023). *Método deductivo: Qué es y cuál es su importancia*. Obtenido de questionpro: <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-deductivo/>
- Navarrete, A. (2020). *Efecto del tamaño del grano y la concentración de almidón en las características físicas, químicas y organolépticas de una bebida con morocho (Zea mays)*. Tesis de Maestría, Universidad de las Américas , Quito, Ecuador. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/13440>
- Newman, G. D. (2022). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 180-205.
- Nieto, A., & Muñoz, J. (2023). Bebidas ancestrales y prácticas tradicionales a partir de la caña de azúcar en Villeta, Cundinamarca. *Sosquua*, 5(2), 67-90. doi:<https://doi.org/10.52948/sosquua.v5i2.948>
- Odón, F. A. (2023). Investigación documental, investigación bibliométrica y revisiones sistemáticas. *Redhecs*, 9-28.
- Palacios., P. (2022). *Optimización de parámetros óptimos en la elaboración de pulpa*.
- Parra, L. (2023). *Evaluación sensorial y nutricional de una galleta libre de gluten a base de fréjol de palo (Cajanus cajan), Morocho (Zea mays indurada) y Quinoa (Chenopodium quinoa)*. Trabajo de Titulación, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PARRA%20CACERES%20LADY%20NICOLE.pdf>
- Parra, L. (2023). *Evlución sensorial y nutricional de una galleta libre de gluten a base de fréjol de palo (Cajanus cajan), morocho (zea mays indurada) y quinua (chenopodium quinoa)*. Trabajo de Titulación, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. Recuperado el 5 de enero de 2025, de

- <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PARRA%20CACERES%20LADY%20NICOLE.pdf>
- Paucarchuco, J., & Vilchez, J. (2 de mayo de 2024). Aplicación alimentaria de la quinoa germinada y valorización de sus propiedades nutricionales biológicas y funcionales: Una revisión sistemática. *Rev. investig. Altoandín.*, 26(2). doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2024.599>
- Pérez, J. (noviembre de 2021). La vida no está hecha para contar calorías. *Revista de la Real Sociedad Española de Química An. Quím.*, 117(4), 283-289. Recuperado el 13 de enero de 2025, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8884902.pdf>
- Pico, W. (2020). *Estudio del procesamiento de una bebida lacto fermentada con sabor arazá mediante un cultivo de Hongos Kefir*. Proyecto de Investigación, Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Ecuador. Recuperado el 4 de enero de 2025, de <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/12124/1/PIUAESC012-2020.pdf>
- Pilamala, C. (2020). *Estabilización de cuatro bebidas ancestrales envasados fermentadas 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>
- Pumachoque, A. (2022). *CULTIVO DE MAÍZ FORRAJERO Y UTILIDAD*. Instituto Idema, Pedregal Majes-Perú. Recuperado el 13 de diciembre de 2024, de https://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2022_12_31_14_13_01_hectorpumachoque.bgmail.com_TR_ABAJO_INDIVIDUAL_CULTIVO_DE_MAIZ_FORRAJERO_Y_UTILIDAD.pdf
- Rafael, K. (2020). *Diseño de un proceso de fermentación alcohólica*. Tesis, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/4336/Rafael%20R%C3%ADos%20C%20Kenny%20Yohany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rahaman, A. S. (1984). Los insectos polinizadores de la palma africana. *Palmas*, Vol.5 Núm.4. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/72>
- Remache, L., & Vargas, E. (2020). *Elaboración de una bebida a base de soya (Glycine max) y morocho blanco (Zea mays variedad morochon) como una alternativa para consumo de proteína vegetal*. Proyecto de Investigación, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/901/1/T.%20AGROIN.%20B.%20UE>

A.%20%202138.pdf

- Remache, Y. (2021). *Ruta gastronómica sobre el arte culinario del Cantón Loja para transmitir las tradiciones y cultura del sector*. Trabajo de titulación, Universidad Iberoamericana del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado el 5 de enero de 2025, de <http://repositorio.unibe.edu.ec/bitstream/handle/123456789/467/REMACHE%20MOROCHO%20YADIRA%20ELIZABETH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes, A. (2024). *Desarrollo y caracterización física, química y nutracéutica de un pozol elaborado con maíz (Zea mays) criollo (azul y rojo), adicionado con cacao (Theobroma cacao)*. Tesis, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/9916/1/FQMAC-309129.pdf>
- Reyes-Chavez, L; Rodríguez-Pincay, I; Sión-Saltos, G; Palacios-Coly, M. (6 de marzo de 2024). Método ancestral para la elaboración de la chicha de maíz. *Polo del Conocimiento*, 9(3), 754-775. doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v9i3.6676>
- Rodríguez, G., García, A., Reynaga, F., Mendivil, J., Salazar, F., & Hidalgo, D. (14 de abril de 2023). Composición fisicoquímica en granos de maíz morado mejorado (*Zea mays* L) en el sur de Sonora, como alternativa funcional a la salud humana. *Latam, Redilat*, IV(1), 4327-4340. doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.567>
- Rojas, T. (2022). *Métodos de fermentación acética en la calidad de vinagre de vinoblanco*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c469f1aa-a1ba-4a6f-bb24-e94a6d76de2c/content>
- Rollán, G. (2020). Fermentación láctica de cereales y granos ancestrales andinos. (I. S. Asociación Civil Danone para la Nutrición, Ed.) *CERELA-CONICET*, 1ª edición, 195-218. Recuperado el 5 de enero de 2025, de https://www.danoneinstitute.org/wp-content/uploads/2020/12/Book-Fermented-Food-2020_sp.pdf
- Romero, K., & Ruíz, J. (2021). *Evaluación de la fertilización orgánico y sintético en el cultivo de maíz (Zea mays L), (Variedad Nutrinta Amarillo) Centro Experimental Las Mercedes, Managua, 2020*. Trabajo de Tesis, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado el 5 de enero de 2025, de <https://repositorio.una.edu.ni/4422/1/tnf04r763m.pdf>

- Romero, N. (2020). *Desarrollo de una cerveza artesanal de maíz rojo (Zea mays) con alta capacidad antioxidante, al evaluar el efecto del tiempo en la etapa de cocción usando dos variedades de lúpulo (Humulus lupulus L) cascade y columbus, y su evaluación sensorial*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, Ciudad de México. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://scholar.archive.org/work/ipfs6g3ck5babh4h2w7zsc5foq/access/wayback/http://bin.dani.izt.uam.mx/downloads/st74cq55j>
- Ron, I. (2021). *Determinación del ciclo de cultivo del maíz (Zea mays) var. Blanco harinoso tipo chazo*. Proyecto de Investigación, Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador. Recuperado el 2 de diciembre de 2024, de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/95fdffff-e473-4c6d-926d-78b955dd9240/content>
- Sanchez, A. (2023). *Obtención de bebida fermentada utilizando suero de leche y banano (Musa paradisiaca) de venta local como materia prima*. Trabajo de Titulación, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. Recuperado el 5 de enero de 2025, de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANCHEZ%20MIRANDA%20ANDRES%20ADO LFO.pdf>
- Satellan, S. (2023). *Productividad de germinado de maíz, avena y lenteja de 7 y 14 años de edad*. Tesis, Universidad Autónoma del Estado de México, Temascaltepec, Estado de México. Recuperado el 11 de diciembre de 2024, de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/139295/SANTELLAN-MONDRAGON-REPOS-23.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Schneier, P. (2020). La fermentación: Una mirada antropológica. (I. S. Asociación Civil Danone para la Nutrición, Ed.) *Instituto Danone, Región Cono Sur*, 19-40. Recuperado el 5 de enero de 2025, de https://www.danoneinstitute.org/wp-content/uploads/2020/12/Book-Fermented-Food-2020_sp.pdf
- Trejo, K., Rodríguez, G., Reyes, J., Lizarazo, C., & Hernández, C. (2024). Almidón, una plataforma versátil en la industria de alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 41(1), 44-51. Recuperado el 13 de enero de 2025, de <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v41n1/0250-5460-rbq-41-01-59.pdf>

- Vasco, M. (2022). *Elaboración de una bebida fermentada con la utilización de diferentes niveles de pulpa de arazá*. Trabajo de Integración Curricular, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado el 4 de enero de 2025, de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/19136/1/27T00661.pdf>
- Vasco, M. (2022). *Elaboración de una bebida fermentada con la utilización de diferentes niveles de pulpa de arazá*. Trabajo de integración Curricular, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado el 12 de diciembre de 2024, de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/19136/1/27T00661.pdf>
- Velásquez, D. (2020). *Estudio de la asociación maíz palomero (Zea mays everta) y frijol (Phaseolus vulgaris L) como alternativa de producción en Toluca México*. Tesis, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus universitario "El cerrillo", Toluca, México. Recuperado el 13 de diciembre de 2024, de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105706/Tesis%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vilcanqui-Pérez, F., Chaquilla-Quilca, G., Sarmiento, V., Céspedes, C., Ventura, Y., & Cortéz. (2021). Efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de basul (*Erythrina edulis*). *Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 71(4), 241-251. doi:<https://doi.org/10.37527/2021.71.4.001>
- Zavaglia, A. G. (2022). Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). *Repositorio Institucional de la UNLP*, 42-52. Obtenido de <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/146727>