

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: "Evaluación de la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto (*Amaranthus*) y quinua (*Chenopodium quinua*) saborizada con chilguacán"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Imbacuán González Maribel Cristina

TUTOR: MSc. Rivas Rosero Carlos Alberto

Tulcán, 2023

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Imbacuán González Maribel Cristina con el número de cédula 0402045918 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto (*Amaranthus*) y quinua (*Chenopodium quinua*) saborizada con chilguacán"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



MSc. Rivas Rosero Carlos Alberto

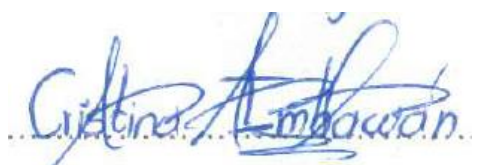
TUTOR

Tulcán, febrero de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de Alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Imbacuán González Maribel Cristina con cédula de identidad número 0402045918 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, reading "Cristina Imbacuán". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

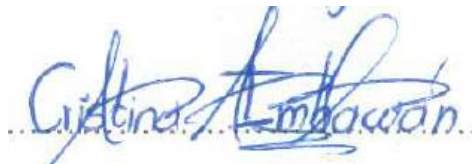
Imbacuán González Maribel Cristina

AUTORA

Tulcán, febrero de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Imbacuán González Maribel Cristina declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto (*Amaranthus*) y quinua (*Chenopodium quinua*) saborizada con chilguacán" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, reading "Cristina Imbacuán", written over a dotted line.

Imbacuán González Maribel Cristina

AUTORA

Tulcán, febrero de 2023

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por permitirme la vida, salud, paciencia, confianza y sabiduría para poder culminar una de mis metas, mi tan anhelado proyecto de investigación. También, agradecer a mis padres Rosa González y Vicente Imbacuán por inculcarme buenos valores, por haberme enseñado que en la vida siempre hay una segunda oportunidad para poder empezar de nuevo y sobre todo por su amor incondicional. Igualmente, a mi querido esposo Sergio Castro por brindarme la confianza y apoyo económico para que pudiera continuar con mis estudios para ser una profesional al servicio de la sociedad.

A mi querida Universidad Politécnica Estatal del Carchi por abrirme sus puertas y permitirme estudiar una carrera profesional con buenas bases y valores, que me permitirán seguir creciendo personal y profesionalmente.

A todos mis docentes que han sido parte de mi formación profesional, agradecerles por todos los conocimientos compartidos, valores inculcados, la paciencia, dedicación y la confianza brindada durante toda la etapa de estudio.

Finalmente agradecer a mi Tutor MSc. Carlos Rivas, a la Lic. Anita Cerón y al Químico Vinicio Revelo por su predisposición de ayudarme, enseñarme y orientarme con sus conocimientos en todo el proceso investigativo, gracias a su apoyo incondicional se pudo culminar este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios por ser el motor y conductor de mi vida, por escuchar mis problemas y oraciones y no abandonarme aun en las peores circunstancias que he atravesado.

A mis queridos padres y hermanos por darme consejos, amor incondicional, estar siempre pendiente de mis problemas y necesidades y por alentarme cada vez que atravieso situaciones complicadas.

A mis queridas amigas, Marshory Karolina y Nicole Teresa, por su amistad, confianza y también por sus consejos, nunca me han abandonado a pesar de las dificultades presentadas.

A mi querido esposo, porque a pesar de la distancia siempre ha estado apoyándome, brindándome su amor y confianza.

Especialmente a mi querida hija Jhoane Areliz quien me ha enseñado a valorar y aprovechar cada día, por ser mi principal inspiración y motivo para estudiar y esforzarme para poder culminar con mi trabajo de investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	16
INTRODUCCIÓN	18
I. EL PROBLEMA	20
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	21
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	23
1.4.1. Objetivo General	23
1.4.2. Objetivos Específicos	23
1.4.3. Preguntas de Investigación	23
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	24
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.2. MARCO TEÓRICO	26
2.2.1. Bebidas Fermentadas lácteas.....	26
2.2.2 Bebidas fermentadas a base de vegetales.....	27
2.2.3. Tipos de fermentación.....	27
2.2.4. Materias primas del proceso	30
2.2.5. Caracterización de los alimentos.....	43
2.2.6. Requisitos Físicoquímicos bebidas fermentadas.....	44
2.2.7. Microorganismos viables en las bebidas lácteas fermentadas.....	44
2.2.8. Requisitos microbiológicos de leches fermentadas	45
III. METODOLOGÍA	46
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	46
3.1.1. Enfoque	46
3.1.2. Tipo de Investigación	46

3.2. IDEA A DEFENDER	46
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	46
3.3.1. Definición de las variables	46
3.3.2. Operacionalización de las variables	47
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	49
3.4.1. Diseño de experimentos.....	49
3.4.2. Obtención del extracto de quinua y amaranto.....	51
3.4.3. Obtención de la jalea de chilguacán.....	53
3.4.4. Elaboración de la bebida fermentada	55
3.4.5. Análisis sensorial de la bebida fermentada	58
3.4.6. Características fisicoquímicas de la bebida fermentada	58
3.4.7. Análisis microbiológico	60
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1. RESULTADOS.....	62
4.1.1.Resultados de las características fisicoquímicas de los extractos de amaranto y quinua	62
4.1.2.Resultados de los parámetros de fermentación de los tratamientos.....	62
4.1.3.Resultados de las características fisicoquímicas de los tratamientos saborizados con jalea.....	65
4.1.4.Resultados del Análisis sensorial	65
4.1.5.Resultados de los análisis fisicoquímicos del extracto inicial y los mejores tratamientos.....	66
4.1.6.Resultados del análisis de viabilidad de las BAL	67
4.1.7.Análisis microbiológico de los mejores tratamientos	68

4.2. DISCUSIÓN.....	69
4.2.1. Análisis de los parámetros de fermentación de los tratamientos	69
4.2.2. Análisis de las características fisicoquímicas de los tratamientos saborizados con jalea.	70
4.2.3. Análisis sensorial de la bebida fermentada	70
4.2.4 Análisis fisicoquímicos del mosto inicial y los mejores tratamientos	71
4.2.5. Análisis de viabilidad de la bebida fermentada almacenada a 4°C	73
4.2.6. Análisis microbiológico	75
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
5.1. CONCLUSIONES.....	76
5.2. RECOMENDACIONES	77
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
VII. ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del amaranto y principales cereales.....	32
Tabla 2. Aminoácidos esenciales de la quinua y otros cereales (g/100g de proteína)	34
Tabla 3. Minerales de la quinua y otros cereales	35
Tabla 4. Vitaminas en algunos cereales en mg por cada 100g de peso seco.....	36
Tabla 5. Composición Bioquímica del chilguacán	37
Tabla 6. Requisitos Fisicoquímicos de las leches fermentadas.....	44
Tabla 7. Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación.....	44
Tabla 8. Requisitos microbiológicos de leches fermentadas.....	45
Tabla 9: Operalización de las variables.....	47
Tabla 10: Factores, niveles y repeticiones del diseño.	49
Tabla 11: Interacción de niveles	50
Tabla 12. Formulación de los tratamientos para el experimento	50
Tabla 13. Medida de pH, Acidez y ° Brix de los extractos.....	62
Tabla 14. °Brix iniciales y finales de las bebidas al inicio y final del proceso fermentativo.	63
Tabla 15. Valores de las medias obtenidos de la medición pH inicial y final	64
Tabla 16. Valores de las medias de Acidez inicial y final.....	64
Tabla 17. Parámetros finales de las bebidas fermentadas con 7% de jalea de chilguacán.....	65
Tabla 18. Resultados del análisis sensorial.	66

Tabla 19. Resultados del análisis fisicoquímico de la mezcla de extracto inicial vs mejores tratamientos	67
Tabla 20. Evaluación de la cantidad de microorganismos posterior a la fermentación en el almacenamiento	68
Tabla 21. Evaluación microbiológica de los mejores tratamientos	68
Tabla 22: Valores de la escala para cada atributo.	97
Tabla 23. Valor de las medias para el atributo de apariencia.	98
Tabla 24. Valor de las medias para el atributo de color.	98
Tabla 25. Valor de las medias para el atributo olor.	98
Tabla 26. Valor de las medias para el atributo de sabor.....	99
Tabla 27. Valor de las medias para el atributo de viscosidad.	99
Tabla 28. Valor de las medias para el atributo de aceptación general	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ruta metabólica del ácido láctico.....	28
Figura 2: Ruta metabólica del etanol.....	29
Figura 3. Ruta metabólica del ácido acético	30
Figura 4: Diagrama de flujo extractos de quinua y amaranto.....	52
Figura 5. Diagrama de flujo elaboración de la jalea de chilguacán	54
Figura 6. Diagrama de flujo elaboración de bebida fermentada con: <i>S. thermophilus</i> y <i>L. bulgaricus</i>	56
Figura 7. Diagrama de flujo bebida fermentada con <i>L. casei</i>	57
Figura 8. Lavado y desinfección	87
Figura 9. Pelado de chilguacán	87
Figura 10. Licuado de la pulpa	87
Figura 11. Pesado del jugo	87
Figura 12. Pesado de la azúcar.....	87
Figura 13. Concentración del jugo	87
Figura 14. Envasado de la jalea de chilguacán.....	88
Figura 15. Lavado de la quinua	88
Figura 16. Lavado del amaranto	88
Figura 17. Remojo de la quinua	88
Figura 18. Remojo del amaranto	88
Figura 19. Tostado de la quinua.....	89
Figura 20. Tostado del amaranto	89

Figura 21. Cocción de la quinua	89
Figura 22. Filtrado de la quinua.....	89
Figura 23. Licuado de los extractos	89
Figura 24. Envasado de los extractos	89
Figura 25. Pesado de los extractos	90
Figura 26. Pesado de la goma xantana.....	90
Figura 27. Pesado del azúcar	90
Figura 28. Adición de azúcar y goma	90
Figura 29. Licuado de los extractos	90
Figura 30. Pasteurización del mosto.....	90
Figura 31. Pesado de los cultivos	91
Figura 32. Inoculación con cultivos	91
Figura 33. Fermentación de las bebidas	91
Figura 34. Envasado y adición de jalea	91
Figura 35. Tratamientos con <i>L. bulgaricus</i> y <i>S. thermophilus</i>	91
Figura 36. Tratamientos con <i>L. casei</i>	91
Figura 37. Medición de pH	92
Figura 38. Medición de °Brix	92
Figura 39. Valoración de la acidez.....	92
Figura 40. Análisis de proteína.....	92
Figura 41. Extracción de nitrógeno.....	92
Figura 42. Análisis de grasa.....	92

Figura 43. Grasa extraída de la bebida	93
Figura 44. Determinación de humedad.....	93
Figura 45. Determinación de fibra	93
Figura 46. Preparación de las muestras.....	94
Figura 47. Siembra en cajas Petrifilm 3M	94
Figura 48. Placas Petrifilm de recuento de E. coli y Coliformes totales T7	94
Figura 49. Placas Petrifilm de recuento de E. coli y Coliformes totales T8	94
Figura 50. Placas Petrifilm de recuento de mohos y levaduras T7	94
Figura 51. Placas Petrifilm de recuento de mohos y levaduras T8	94
Figura 52. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 1 T7.	95
Figura 53. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 1 T8.	95
Figura 54. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 14 T7	95
Figura 55. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 14 T8	95
Figura 56. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 28 T7.....	95
Figura 57. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 28 T8.....	95
Figura 58. Catación realizada a estudiantes de la carrera de Alimentos	96
Figura 59. Hoja de la evaluación sensorial.....	96

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	84
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	85
Anexo 3. Evidencias fotográficas del trabajo de integración curricular.....	87
Anexo 4. Hoja de catación de la evaluación sensorial.....	97
Anexo 5. Tablas del análisis sensorial de las 10 formulaciones.....	98
Anexo 6. Resultados de análisis de proteína	100
Anexo 7. Resultados de análisis de viscosidad	101
Anexo 8. Ficha técnica para la aplicación de <i>Lactobacillus Delbrueckii Subs. Bulgaricus</i> y <i>Streptococcus salivaricus</i> subsp. Thermophilus.....	102
Anexo 9. Ficha Técnica de la aplicación de L. casei 431	103

RESUMEN

En el Ecuador la producción de cereales es a pequeña escala, por ende, la industrialización, desarrollo e innovación de nuevos productos a base de pseudocereales es baja. La demanda de vegetales va en aumento a nivel mundial, por lo que el empleo de bacterias lácticas sobre matrices vegetales se ha vuelto tendencia con el fin de mejorar las características sensoriales y nutricionales, tal es el caso de la quinua y el amaranto que poseen alto valor nutricional, pero son poco aprovechados. Por ello el objetivo de la investigación fue evaluar la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto y quinua saborizada con chilguacán. Se formularon 10 tratamientos con diferentes porcentajes de extracto de quinua y amaranto y dos tipos de BAL (*L. delbrueckii ssp. Bulgaricus*, *S. thermophilus* y *L. casei*), a los cuales se evaluaron pH, acidez y °Brix por triplicado. Los mejores tratamientos de la evaluación sensorial aplicada fueron T7 (46,5% extracto de amaranto, 46,5% extracto de quinua + 0,02% de cultivo *S. thermophilus* y *L. bulgaricus*) y T8 (46,5% extracto de amaranto +46% extracto de quinua+ 0,005% *L. casei*). A estas dos muestras se realizó un análisis fisicoquímico (proteína, grasa, fibra, y viscosidad) por duplicado, siguiendo las normativas INEN y AOAC. El tratamiento T7 presentó 2,79% de proteína, 1,01% de grasa, 1,18% de fibra, y viscosidad de 227,6 Cp y el tratamiento T8 obtuvo 2,74% de proteína, 0,99% de grasa, 1,21% de fibra, y viscosidad de 233,8 cP. Mediante la evaluación de parámetros de fermentación, se pudo deducir que las bacterias ácido lácticas *L. casei*, *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* lograron adaptarse en la bebida a base de extractos de quinua y amaranto produciendo ácidos orgánicos que provocaron el descenso de pH y aumento del porcentaje de ácido láctico en todos los tratamientos.

Palabras claves: fermentación, bacterias ácido lácticas, extractos, bebidas y macronutrientes.

ABSTRACT

In Ecuador, the production of cereals is done on a small scale, therefore, the industrialization, development and innovation of new products based on pseudocereals is low. The demand of vegetables is increasing worldwide, so the use of lactic cultures on vegetable matrices has become a trend in order to improve sensory and nutritional characteristics, such is the case of quinoa and amaranth, which have high nutritional value, but these are not taken advantage as they should. The aim of the research was to evaluate the fermentation with lactic cultures of a drink based on extract of amaranth and quinoa flavored with chilguacán. There were conducted 10 treatments with different percentages of quinoa and amaranth extract and two types of BAL (*L. delbrueckii ssp. Bulgaricus*, *S. thermophilus* and *L. casei*), at which pH, acidity and °Brix were evaluated in triplicate. The best treatments of the applied sensory evaluation were T7 (46.5% amaranth extract, 46.5% quinoa extract + 0.02% *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* culture)) and T8 (46.5% extract amaranth +46% quinoa extract + 0.005% *L. casei*). A physicochemical analysis (protein, fat, fiber, and viscosity) was done in duplicate on these two samples following the INEN and AOAC regulations. Treatment T7 showed 2.79% protein, 1.01% fat, 1.18% fiber, and a viscosity of 227.6 Cp and treatment T8 obtained 2.74% protein, 0.99% fat, 1.21% fiber, and viscosity of 233.8 cP. Through the evaluation of fermentation parameters, it might be deduced that lactic acid bacteria *L. Casei*, *L. Bulgaricus* and *S. Thermophilus* managed the adaptation to the beverage based on extracts of quinoa and amaranth due to they produced organic acids that caused the decrease in pH and increased the percentage of lactic acid in all treatments.

Keywords: fermentation, lactic acid bacteria, extracts, drinks and macronutrients.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el consumo de alimentos naturales y saludables se ha vuelto una tendencia a nivel mundial, debido al fuerte aumento de consumidores que cada vez son más exigentes con su alimentación, por lo que se buscan alimentos y bebidas a base de vegetales con excelentes aportes nutricionales que puedan consumirse de manera rápida, segura, y a bajo costo (García, 2022).

La industria alimentaria tiene grandes desafíos para desarrollar e innovar productos saludables y sostenibles. Los cereales, legumbres y frutas con la adición de cultivos lácticos son las principales materias primas que se están empleando para desarrollar y producir nuevos alimentos entre ellos bebidas fermentadas no alcohólicas, que puedan satisfacer las necesidades de los consumidores (Maldonado et al., 2018).

Las bacterias lácticas se consideran muy importantes dentro de la industria de alimentos, porque durante los procesos fermentativos producen ácido láctico, lo que provoca un descenso del pH y un aumento en la acidez, también aportan en el sabor, olor, textura y viscosidad, mejoran las propiedades nutricionales y terapéuticas, además, ayudan a prolongar el tiempo de vida útil del producto. Las BAL son muy exigentes en cuanto a requerimientos nutricionales, siendo la leche el principal alimento donde pueden crecer con normalidad, ya que está compuesta por carbohidratos fermentables como la lactosa, proteínas y aminoácidos esenciales, indispensables para su desarrollo y crecimiento en el proceso fermentativo y durante el almacenamiento. La quinua y el amaranto son pseudocereales que tienen una composición similar a la leche, por lo que podrían ser una buena alternativa para el desarrollo de BAL (Castro et al., 2017 y Del castillo y Mestres, 2004).

El Ecuador posee una gran variedad de cereales y pseudocereales entre ellos el amaranto y la quinua que se consideran como cultivos milenarios que contribuyen en la seguridad alimentaria mundial, porque contienen todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos, vitaminas, grasas saludables, entre ellas el escualeno y Omega 6, además no contiene gluten y son bajos en saponinas. Los aminoácidos esenciales de la quinua y amaranto se encuentran en el núcleo del grano, por lo que se aprovecha todo el grano a diferencia del arroz y el trigo que los poseen en la cáscara (Matías et al., 2018).

Por otra parte, el chilguacán contiene vitamina C, grupo B, fibra, minerales como el hierro, calcio y fósforo, pigmentos entre ellos carotenoides, terpenoides, licopeno, además de un exquisito sabor y aroma que pueden ser aprovechados en el desarrollo de nuevos productos (Arellano, 2019).

Considerando todo lo mencionado anteriormente, esta investigación buscó aprovechar la quinua, amaranto y chilguacán para la elaboración de una bebida fermentada con cultivos lácticos que sea nutritiva y de calidad, de esta manera poderle dar un valor agregado principalmente a los pseudocereales andinos que han sido poco aprovechados en la industrialización, desarrollo e innovación de nuevos productos. El objetivo planteado fue evaluar la fermentación con cultivos lácticos (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* y *L. casei*) de una bebida a base de extracto de amaranto (*Amaranthus*) y quinua (*Chenopodium quinua*) saborizada con chilguacán determinando la influencia de los porcentajes de extracto y cultivos lácticos sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del producto final.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las bebidas vegetales fermentadas y sin fermentar cobran mayor importancia y demanda a nivel mundial, principalmente en países de América, Europa y Asia, esto se debe al incremento de personas con enfermedades de intolerancia a la lactosa u otros componentes de la leche, alergia a las proteínas de cereales entre ellas el gluten, personas veganas y consumidores que cada vez son más exigentes en cuanto a requerimientos nutricionales en su alimentación (Vásquez et al, 2020).

La producción de cereales y pseudocereales en Ecuador se realiza a pequeña escala, por lo que, la industrialización y comercialización a nivel nacional e internacional es baja, por tal razón el INIAP busca desarrollar y adaptar nuevas tecnologías que permitan la producción sostenida, el mejoramiento de las semillas y un mayor rendimiento principalmente de trigo, cebada, avena, triticale, y también de cultivos nativos entre ellos quinua y amaranto (INIAP, 2020). En la actualidad aún se siguen investigando sobre el mejoramiento y producción de estos cereales, por ende, la competitividad en el desarrollo e innovación de nuevos productos a base de cereales aún sigue siendo baja.

El desarrollo e innovación de bebidas a base de pseudocereales como el amaranto y quinua pueden ser una excelente alternativa que permita el aprovechamiento de estas materias primas que poseen un excelente contenido nutricional, por ende la adición de cultivos lácticos en este tipo de matrices se ha vuelto un desafío para la industria alimentaria para poder alargar el tiempo de vida útil, mejora el contenido nutricional y las características sensoriales de los productos y sobre todo para aprovechar los componentes nutricionales de diversas fuentes alimenticias que en muchos países han sido poco aprovechadas como el amaranto, quinua y chilguacán (Maldonado et al., 2018).

En el Ecuador a partir del año 2018 se presentó una disminución en la producción de quinua y amaranto debido al desconocimiento en gran parte de la población sobre su aporte nutricional y beneficios en la salud que genera su consumo, otro problema radica en la baja demanda tanto en el mercado nacional e internacional, el precio es uno de los factores que más genera variabilidad en su demanda, ya que países

como Perú y Bolivia son los mayores productores y los que más generan competitividad en el mercado internacional, ofertando su producto a precios más bajos, esto provoca pérdidas económicas para los productores e intermediarios y también del producto, ya que muchos optan por no vender y se queda almacenado por más de 4 meses expirando su tiempo de vida útil, por lo que se debe buscar otras alternativas para el desarrollo de nuevos productos que sean diferentes a los tradicionales, en los cuales se aproveche de mejor manera estas materias primas y todos sus nutrientes (Enríquez, 2018).

A pesar de que el chilguacán se puede encontrar en pequeños mercados ecuatorianos, su producción, comercialización y consumo es muy bajo a nivel nacional, lo que ha provocado que en el Ecuador exista una baja industrialización del chilguacán (Benítez, 2017).

Monge (2016) y Nazate (2013) coinciden en que no existen datos estadísticos de la producción y consumo del chilguacán, pues se cultiva únicamente en huertos familiares, además de que la información que se encuentra acerca de esta fruta no es muy amplia, lo que provoca que el conocimiento de su existencia y de los beneficios nutricionales y sensoriales sean limitados, por ende, la producción, la aplicación a nivel industrial y gastronómica también es limitada.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Los cultivos lácticos podrán desarrollarse en los extractos de quinua y amaranto, mejorando las características sensoriales y nutricionales, permitiendo su aprovechamiento en el desarrollo e innovación de nuevos productos?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las bebidas fermentadas son excelentes alimentos que pueden ser ingeridas para complementar deficiencias nutricionales. La adición de microorganismos adecuados favorece el proceso de fermentación aportando buenas características sensoriales, acción microbiana y beneficios a la salud de los consumidores (Del castillo y Mestres, 2004). Existen investigaciones sobre el empleo de cultivos lácticos en matrices vegetales y frutas que contienen buenas características nutricionales, estos microorganismos demostraron viabilidad para desarrollarse durante la fermentación. Los extractos de pseudocereales como la quinua y amaranto son fuentes de

proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, importantes para el crecimiento de las BAL, sin embargo es necesario la adición de azúcares (galactosa, glucosa y fructosa) debido a que es el principal carbohidrato para su desarrollo, además de espesantes y estabilizantes que permitan tener una matriz estable, bajo estas condiciones se ha logrado el crecimiento de algunas bacterias lácticas y probióticas entre ellas: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* (Castro, Moreno y Cortez, 2017).

El amaranto y la quinua que se produce en Ecuador son de excelente calidad, y bajos en saponinas, factor importante para ser considerado como materia prima para el desarrollo de nuevos productos. Estos pseudocereales presentan proteínas de alto valor biológico (globulinas), aminoácidos esenciales (lisina y aminoácidos azufrados), fibras, minerales (potasio, calcio, hierro y fósforo), vitaminas (A, C, D, B1, B2 y ácido fólico) y grasas saludables (escualeno y Omega 6). (Matías et al., 2018). Además, su consumo no es perjudicial, porque no aumenta los índices de glucosa como el maíz, avena, trigo y arroz (FAO, 2020).

Los macro y micronutrientes son esenciales para el crecimiento y desarrollo del cuerpo humano y se los obtiene principalmente mediante la ingesta de frutas y vegetales. El chilguacán es una fruta nutritiva que posee algunos minerales (hierro, calcio y fósforo) y vitaminas (C y E), además esta fruta crece de manera natural y no se emplean químicos en su desarrollo. En la actualidad se considera como una fruta exótica por el agradable sabor y aroma que ofrece, por lo que es muy apetecible para la elaboración de productos gastronómicos entre ellos postres y bebidas (Arellano, 2019).

La presente investigación busca aprovechar las materias primas tradicionales de nuestro país y todos sus componentes nutricionales que pueden ser integrados en una bebida y de esta manera reducir el desperdicio de alimentos y aumentar la diversificación de productos en el mercado ecuatoriano, brindando al consumidor la oportunidad de probar alimentos nuevos, con sabores diferentes y también muy nutritivos.

De igual manera contribuirá en la recuperación del consumo de alimentos andinos no tradicionales, que durante el transcurso del tiempo se ha ido perdiendo el hábito de consumirlos y se ha optado por alimentos poco saludables y de fácil acceso.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar la fermentación con cultivos lácticos (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* y *L. casei*) de una bebida a base de extracto de amaranto (*Amaranthus*) y quinua (*Chenopodium quinua*) saborizada con chilguacán.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Formular las concentraciones adecuadas de extractos de amaranto y quinua.
- Determinar mediante un análisis sensorial los mejores tratamientos.
- Realizar una caracterización fisicoquímica de los mejores tratamientos.
- Analizar la viabilidad de las bacterias lácticas *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*, y *Lactobacillus casei* en la bebida fermentada.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Los cultivos lácticos podrán desarrollarse en el extracto de quinua y amaranto?

¿Cuáles serán las formulaciones más aceptables para el consumidor?

¿Cómo evaluar la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto (*Amaranthus*) y quinua (*Chenopodium quinua*) saborizado con chilguacán?

¿Cómo influirá la presencia de cultivos lácticos en los extractos sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del producto final?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Referente a la aplicación de cultivos lácticos en extracto de quinua y soya, existe una investigación denominada "Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y soya (*Glycine max*) con la aplicación de probióticos" realizada por Barco (2017), la investigación se efectuó en la Universidad Zamorano de Honduras, en el cual se buscó determinar las características fisicoquímicas y aceptación sensorial, el mejor tratamiento fue el fermentado con *Lactobacillus casei*, obtuvo un 3.23% de proteína, 0.99% de lípidos y probióticos (8.92 Log UFC/mL). En esta investigación también se evidencian los parámetros de fermentación empleados para diferentes cultivos lácticos, la temperatura de 37 °C y tiempo de 20 h resultó ideal para *Lactobacillus casei*, y 25 °C por 24 h para *Lactobacillus plantarum*. La bebida fermentada con *Lactobacillus plantarum* durante el almacenamiento alcanzó un pH de 4,35 y acidez expresada en porcentaje de ácido láctico fue de 1.43%, mientras que la muestra fermentada con *Lactobacillus casei* obtuvo un pH de 5,25 y 0.91% de acidez, finalmente la muestra fermentada con una bacteria nativa presentó 0.89% de acidez. El conteo de la viabilidad de las BAL En las bebidas fermentadas hasta los 28 días de almacenamiento presentó una variación de 8.92 a 9.39 Log UFC/mL.

Otra investigación en la cual se emplea cultivos lácticos sobre una matriz de quinua fue la realizada por Maldonado et al. (2018) denominada "Elaboración de una bebida fermentada a base de quinua (*Chenopodium quinoa*)", la investigación fue desarrollada en la Universidad San Francisco de Quito, Ecuador. En esta investigación se evidencia la aplicación de cultivos lácticos y probióticos (*S. thermophilus* y *L. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium*), además se analiza la estabilidad de la bebida mediante la adición de aditivos entre ellos goma xanthan (0.30 %, 0.40 % y 0.50 % p/p) y sacarosa: fructosa (90:10, 70:30, 50:50 p/p) resultando la formulación con 0.50 % de goma xanthan y una relación sacarosa: fructosa de 90:10, el mejor tratamiento obtuvo 9 g de proteína por una porción de 200 g y con una vida útil aproximada de 70 días a una temperatura de 4°C. El pH de la bebida final fue de 3, 62 y el porcentaje de acidez expresado en porcentaje de ácido láctico fue 0,25.

En la investigación de Bianchi (2013) "Desarrollo y evaluación en un simulador de ecosistema microbiano humano de una bebida Simbiótica a base de extractos acuosos de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y soja" realizada en la Universidad de estadual paulista "Julio de Mezquita Filho perteneciente a Brasil se centró en desarrollar una bebida fermentada, potencialmente simbiótica, fermentada con *Lactobacillus casei* Lc-01 y adicionada con fructooligosacárido a base de extractos acuosos de quinua y soja, en donde se evaluó su acción sobre la microbiota intestinal a través de un sistema in vitro, para ello se desarrollaron 5 formulaciones con diferentes % de extracto líquido de soja y quinua, también analizaron la viabilidad de los microorganismos en las bebidas y la composición química de los extractos. También analizó las propiedades reológicas y sensoriales de los productos, el mejor tratamiento fue el de 70% de extracto de soja y 30% de quinua, esta fue sometida a microbiota intestinal humana evaluada en un simulador de ecosistemas microbianos humanos, se observó una estimulación en el crecimiento de *Lactobacillus ssp*, *Bifidobacteria spp*, también se mostró una reducción de la población de *Clostridium spp*, *bacteroides*, *Enterococcus spp* y enterobacterias.

Con respecto a la utilización de amaranto y aplicación de cultivos lácticos, se encontró una investigación denominada "Desarrollo de una bebida a base de harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y salvado de arroz (*Oryza sativa*) con fermentación sólida y sumergida" desarrollada por Escobar (2019) en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, para el proceso de fermentación en medio líquido utilizó suero de leche en combinación con bacterias *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. El tratamiento de mayor aceptabilidad fue el tratamiento con 50 % de harina de amaranto y 50 % de salvado de arroz molido inoculado con *Aspergillus oryzae*, la humedad fue de 69,27 %, proteína 7,72 %, cenizas, 1,1 %, lípidos 2,34 %, 18,13 % fibra total, y carbohidratos 2,36 %. El tiempo de vida útil de la bebida a 20°C fue de 10 días y a 4°C de 21 días.

Referente a la aplicación de jaleas se encontró la investigación denominada "Evaluación del efecto de la adición de jalea de sábila (*aloe vera barbadensis*) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en el yogurt" realizada por Meza (2020) en donde se observaron los efectos de la adición de 0%, 7%, y 10% de jalea de sábila en un yogurt sobre el pH, acidez titulable, grados brix, capacidad de retención de agua, susceptibilidad a la sinéresis, viscosidad y recuento de

bacterias ácido lácticas, por lo que logró demostrar que las propiedades del yogurt no se vieron afectadas durante los días de almacenamiento.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Bebidas Fermentadas lácteas

Las Bebidas fermentadas son originarias de la cultura egipcia y griega, estas se obtienen mediante un proceso fermentativo mediante la inoculación con cultivos lácteos (Maldonado et al., 2018).

Bebida de leche fermentada: es un producto lácteo de baja viscosidad que se obtiene de la fermentación de leche y la mezcla de otros derivados lácteos, con la adición de microorganismos vivos, los cuales deben permanecer activos hasta la fecha de caducidad del producto (INEN 2608, 2012).

Productos lácteos fermentados

En el mundo existe un gran número de alimentos y bebidas que se producen mediante procesos fermentativos con la aplicación de bacterias lácticas; varios ejemplos se describen a continuación:

Yogurt: el yogurt es un producto coagulado que se obtiene mediante el proceso de fermentación donde intervienen bacterias lácticas, las más utilizadas son *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* y *Streptococcus salivaris subsp thermophilus* (INEN 2608, 2012).

Buttermilk: el buttermilk es una bebida refrescante láctea que se obtiene a partir de leche descremada, los cultivos que se emplean para su proceso fermentativo son del género *Streptococcus* y *Leuconostoc*. El Yakult es una bebida similar, pero el cultivo empleado específicamente es *Lactobacillus casei* (Sandor, 2012).

Kéfir: el kéfir es una bebida fermentada de consistencia cremosa, burbujeante y sabor ácido que se elabora con granos de kéfir, *Lactobacillus kéfir*, y otras bacterias lácticas entre ellas; *Leuconostoc*, *Lactococcus* y *Acetobacter* (NTE INEN 2395, 2011).

El porcentaje de ácido láctico de la bebida es de 0,7-1%, alcohol 0,05 -1% y un 50% de gas carbónico. El kéfir tradicional se elabora a base de leche de oveja, para su proceso fermentativo se emplean bacterias ácido lácticas y acéticas, las BAL aportan

ácido láctico y las acéticas alcohol, por lo que la bebida tiene sabores únicos. El tiempo de fermentación láctica de esta bebida es de 18-24h a una temperatura de 20-5°C (García,2013).

Kumis: la norma NTE INEN 2395 (2011) define al Kumis como una bebida fermentada que se obtiene de la inoculación con bacterias ácido lácticas entre ellas; *Lactococcus lactis subsp cremoris* y *Lactococcus lactis subsp lactis*), las cuales producen ácido láctico y alcohol.

2.2.2 Bebidas fermentadas a base de vegetales

Kombucha: la Kombucha es una bebida probiótica a base de té y endulzantes como la sacarosa, fermentada a base de una mezcla de bacterias, hongos y levaduras (Sandor, 2012).

Kvas: el Kvas es una bebida fermentada que se elabora con pan, harina de centeno e incluso de remolacha, las levaduras son el principal cultivo empleado para el proceso fermentativo, el sabor y contenido de alcohol de esta bebida depende del tiempo de fermentación y otros ingredientes adicionados (Sandor, 2012).

Rejuvelac: el Rejuvelac se denomina una bebida fermentada que se obtiene a partir de cereales germinados. El proceso de elaboración es muy sencillo, debido a que solo se necesita poner en remojo cualquier cereal germinado durante 1-2 días hasta que se observe una coloración blanquecina (Zorokian, 2017).

2.2.3. Tipos de fermentación

Existen algunos tipos de fermentación entre ellas: láctica, alcohólica y butírica como se detallan a continuación:

2.2.3.1. Fermentación Láctica homofermentativa y heterofermentativa

Del castillo y Mestres (2004) mencionan que “En la fermentación homofermentativa la glucosa se metaboliza por la vía glicolítica y la galactosa-6P entra por la ruta de la tagatosa” produciendo ácido láctico. Las enzimas encargadas de regular este proceso son: Aldolasas, Piruvato kinasa (PK) Lactato deshidrogenasa (LDH). Estas enzimas forman metabolitos que regulan la captación de lactosa hasta que la acidez desarrollada frena la multiplicación de las bacterias lácticas, por lo que, *Lactococcus*

deja de crecer a un 0,6% -0,9% de ácido láctico, *Lactobacillus homofermentativas* a 1,8 y el 2,5% de ácido láctico (Del castillo y Mestres, 2004).

Las bacterias lácticas heterofermentativas no pueden fermentar la lactosa por la ruta de la 6-P-gluconato, por lo que el metabolismo de azúcares lo realizan mediante la vía de la hexosa monofosfato o de la pentosa, debido a que producen la enzima fosfatocetolasa y no producen las enzimas aldolasas y hexosa isomerasa. En esta ruta la fosfoketolasa hidroliza el 6-Pgluconato a CO₂ y pentosa-5-P, que a su vez se convierte en gliceraldehído-3-P y acetil-P. Los productos que se obtienen en esta fermentación son ácido láctico y etanol (Del castillo y Mestres, 2004).

En la Figura 1 se presenta la ruta metabólica de la fermentación láctica.

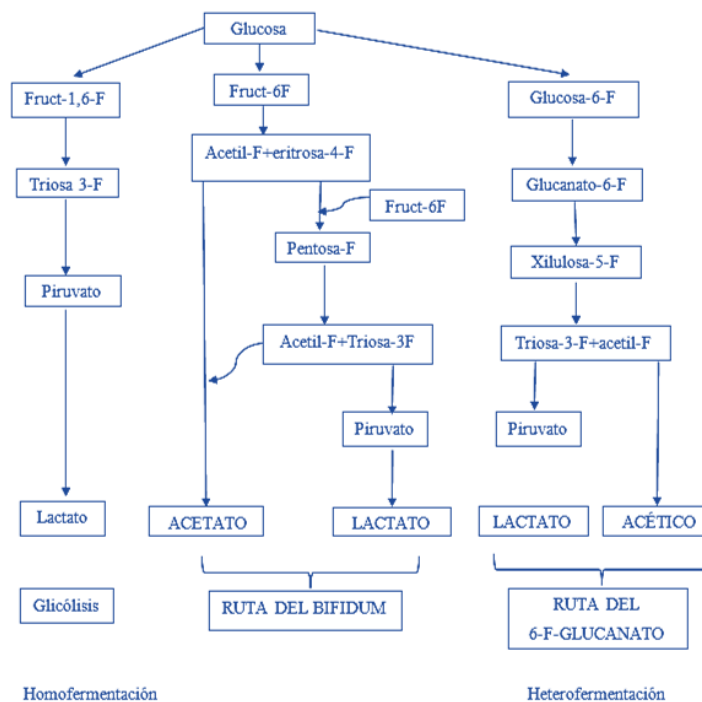


Figura 1: Ruta metabólica del ácido láctico

Fuente: García et al. (2014)

2.2.3.2. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica se produce con la aplicación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* mediante un metabolismo anaerobio, los productos finales de este tipo de fermentación son: etanol y CO₂ (Shiray y Malpica, 2013).

La actividad de los microorganismos se ve afectada cuando la disponibilidad de los nutrientes del sustrato es baja, produciendo desprendimiento mínimo de burbujas (Shiray y Malpica, 2013).

En la Figura 2 se presenta la ruta metabólica de la fermentación alcohólica.

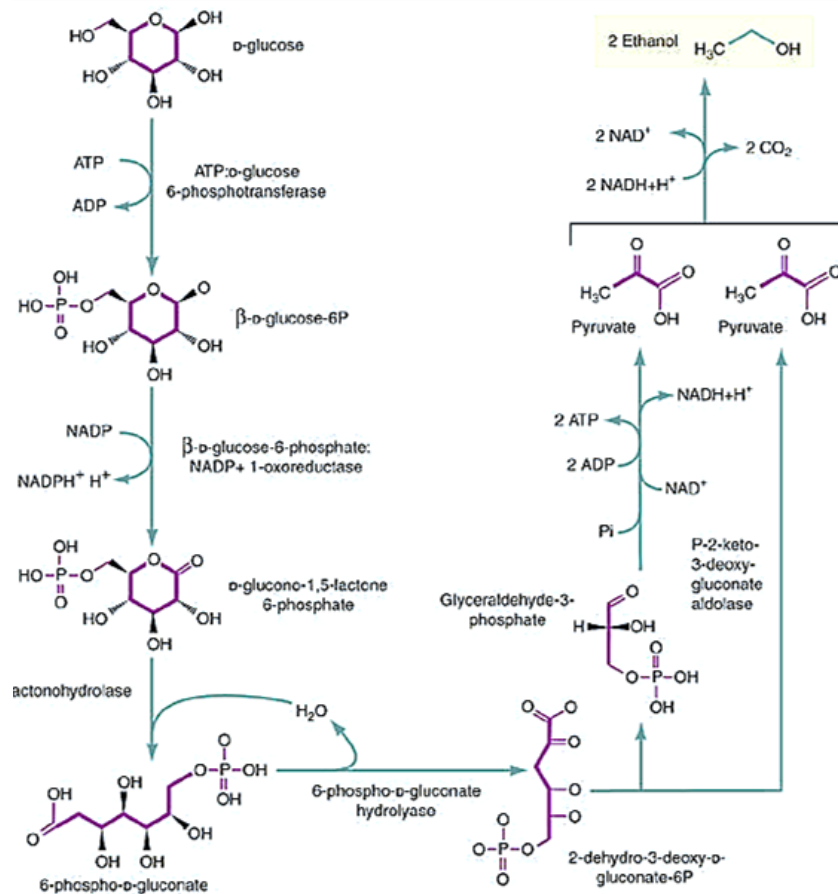


Figura 2: Ruta metabólica del etanol

Fuente: Morales et al. (2011)

2.2.3.3. Fermentación acética

La fermentación acética se produce principalmente por la adición de bacterias acéticas en mostos alcohólicos, el principal producto de esta fermentación es el ácido acético y como productos secundarios y en menor cantidad están aldehídos, ésteres y cetonas responsables del aroma y sabor del vinagre. Las bacterias que más se emplean en este tipo de fermentación pertenecen a la familia Acetobacteraceae, Acetobacter y Gluconobacter (Shiray y Malpica, 2013).

En la Figura 3 se presenta la ruta metabólica para la obtención de ácido acético.

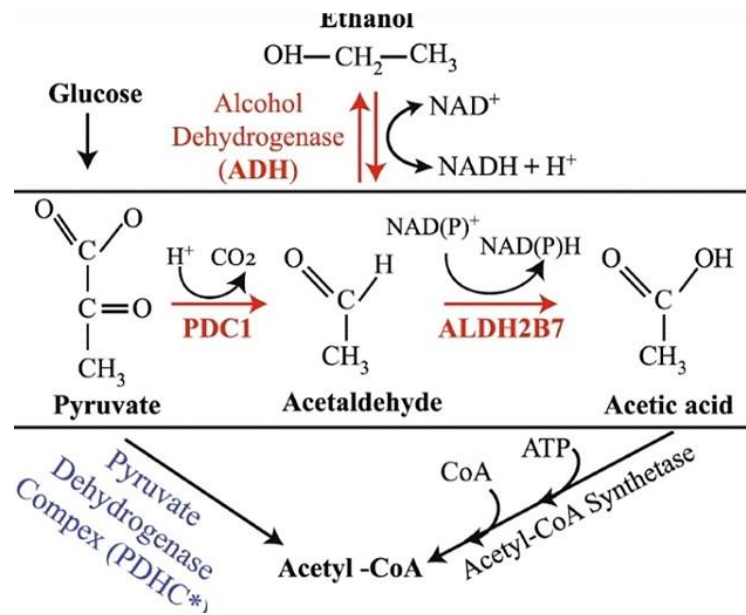


Figura 3. Ruta metabólica del ácido acético

Fuente: Rasheed et al. (2018)

2.2.4. Materias primas del proceso

2.2.4.1 Amaranto

El amaranto (*Amaranthus.spp*) es una planta autóctona de América del Sur y Central, específicamente de la ciudad de Loja, perteneciente a Ecuador. Su utilización para la alimentación se registra desde la Prehistoria consumiendo las hojas y semillas de diferentes especies aun sin domesticar (FAO, 1990). En la historia el amaranto fue considerado un alimento muy importante al igual que el maíz y fréjol, sin embargo, con la invasión española su producción y consumo alcanzó un gran descenso y en la actualidad se siembra en bajas cantidades en valles andinos. En el Ecuador es conocido como ataco o sangoroche (FAO, 1990).

2.2.4.1.1. Descripción botánica del amaranto variedad INIAP alegría

El amaranto es una planta de raíz pivotante y ramificada, la forma del tallo es redondo y verde cuando es una planta joven y verde-amarillo-rosado en su madurez, la forma de sus hojas es romboidal y de tamaño grande (20 cm de largo y por 8 cm de ancho), el color de estas hojas es muy variado de verde cuando es joven a rosado intenso en su adultez, el color de la panoja joven es rosado pálido, en flor color rosado y en adulta rosado intenso, el tamaño de la panoja es de 50-80 cm. El color del grano

seco es de blanco a crema, su forma es redonda mide aproximadamente 0,7-14 mm, el grano es menos duro al moler y revienta fácilmente al entrar en contacto con alta temperatura. El rendimiento de grano secos es 1500-2000 kg/ha (INIAP, 2010).

2.2.4.1.2. Variedades de amaranto

Existen algunas variedades de *Amaranthus* entre ellas *A. quitensis* de grano blanco y *A. cruentus* L de grano negro, pero la especie más vigente y mejorada es INIAP alegría de color amarillo crema.

2.2.4.1.3. Producción y cultivo del amaranto

Los datos de producción del Amaranto hasta el 2014 eran de aproximadamente 50 hectáreas que en semilla seca representan 1,5-2 toneladas por hectárea, en la actualidad estos datos no han sido actualizados por el MAGAP, sin embargo, se conoce que las provincias de Imbabura, Pichincha y Chimborazo son las que más se dedican al cultivo de este pseudocereal (MAGAP, 2014).

2.2.4.1.4. Usos y consumo del amaranto

El amaranto tiene diversos usos y formas de consumo, la mayor parte se consume como cereal o se emplea para la elaboración de subproductos artesanales entre ellos; granola, harinas integrales, panificados, pastas y dulces, productos procesados como aceites comestibles, papillas para bebés, concentrados proteicos, colorantes, barras energéticas, bebidas funcionales, galletas y panes, dentro de la repostería se emplea debido a que no presenta gluten, otras personas lo consumen fresco en mezclas con azúcar o miel (Hernández et al., 2018).

2.2.4.1.5. Propiedades nutricionales

El amaranto es un pseudocereal que aporta energía, ya que contiene Vitaminas (A, B, C y D), minerales (potasio, calcio, hierro y fósforo), aminoácidos esenciales como (lisina, valina, metionina, histidina), grasas insaturadas (escualeno, omega 3 y 6) (Matías et al., 2018).

En la Tabla 1 se describe la composición del amaranto y otros cereales.

Tabla 1. Composición del amaranto y principales cereales.

Componentes	Cereales			
	Amaranto	Maíz	Arroz	Trigo
Humedad %	11,1	13,8	11,7	12,5
Proteína %	17,9	10,3	8,5	14,0
Grasa %	7,7	4,5	2,1	2,1
Fibra %	2,2	2,3	0,9	2,6
Cenizas %	4,1	1,4	1,4	1,9
Carbohidratos %	57,0	67,7	75,4	66,9

Fuente: Matías et al. (2018).

2.2.4.2. Quinua

Según la FAO (2013) indica que la quinua (*Chenopodium quinua Willd*) es originaria de Sudamérica sus primeros cultivos se registran en Bolivia y Perú, en la actualidad se ha extendido por varios países del mundo. En Bolivia se albergan hasta la actualidad la mayor diversidad genética de quinua (FAO, 2013).

2.2.4.2.1 Descripción botánica de la quinua

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea con una altura de 0,2 a 3,0 m, los colores de la planta son muy variados de entre verde, morado, rojo o en mezcla, su tallo puede estar ramificado o no, esto depende del ecotipo cultivado, la raíz que posee es ramificada, las hojas son de diferente forma, las basales son grandes en forma de rombo o triángulo, y las hojas superiores del alrededor de la panoja son lanceoladas, sus flores son pequeñas y densas del mismo color de los sépalos (Roche, 2005).

2.2.4.2.2. Variedades de quinua

Las variedades de quinua que se conservan en el Ecuador son; INIAP Tunkahuan e INIAP Ingapirca por ser variedades que presentan un bajo contenido de saponina factor importante para ser consumidas (FAO, 2011).

2.2.4.2.3. Usos y consumo de la quinua

En la actualidad la quinua se emplea como ingrediente de sopas y coladas, también en la elaboración de harinas, que luego son utilizadas en el proceso de elaboración de panes y galletas, su uso más actual es en la elaboración de cervezas.

2.2.4.2.4. Producción y cultivo de la quinua

Los países que más producen quina en Latino América son: Bolivia, Perú y Ecuador, en el año 2009 registraron una producción de 70 000 toneladas. En la actualidad el cultivo de quinua es más amplio y se cultivan en países como; Canadá, Francia, Inglaterra, Suecia, Dinamarca, Holanda, Italia, Kenia, India y Estados Unidos (FAO, 2014).

La producción anual de la quinua es de 2 mil hectáreas aproximadamente. En el año 2020 se registró una producción de 4500 toneladas, de las cuales el 40% se producen en las provincias de Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha (El Universo, 2020). En la provincia del Carchi en el cantón Montufar comunidad de Canchaguano la asociación Cereales Campo de Oro se dedican a la producción de quinua a baja escala y también a la comercializa la y elaboración de productos artesanales entre ellos; pan, pasteles, galletas de quinua, que se comercializan en San Gabriel y en Tulcán.

2.2.4.2.5. Propiedades nutricionales de la quinua

Proteína

La quinua presenta entre 13,81-21,9% de proteína, este valor es superior al trigo (12,6%), cebada (10,7%), maíz (10,2%) siendo similar a la leche que presenta un 3,5%, además contiene aminoácidos esenciales (isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina) que son de gran importancia en la alimentación ya que el organismo no puede sintetizarlos y se deben consumir con los alimentos (FAO, 2011).

En la tabla 2 se presenta los aminoácidos presentes en la quinua y otros cereales.

Tabla 2. Aminoácidos esenciales de la quinua y otros cereales (g/100g de proteína)

Aminoácido	Cereal			
	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Isoleucina	4,9	4,0	4,1	4,2
Leucina	6,6	12,5	8,2	6,8
Lisina	6,0	2,9	3,8	2,6
Metionina	5,3	4,0	3,6	3,7
Fenilalanina	6,9	8,6	10,5	8,2
Treonina	3,7	3,8	3,8	2,8
Triptófano	0,9	0,7	1,1	1,3
Valina	4,5	5,0	6,1	4,4

Fuente: FAO (2011).

Grasa

La mayor cantidad de grasa disponible en la quinua corresponde a grasas insaturadas, entre ellas omega 6 (ácido linoleico) que se encuentra en un 50,24%, Omega 3 (ácido linolénico) 4,77% y ácido palmítico 9,59%, estos valores son cercanos a los que se encuentran en el aceite de germen de maíz (45-65%). Las grasas insaturadas son de gran importancia en la alimentación, debido a que permiten la reducción del colesterol malo en el organismo (FAO, 2011).

Carbohidratos

El contenido de carbohidratos presentes en la quinua es muy elevado, siendo el más predominante el almidón con rangos de 58-68%, también dispone de un 5% de azúcares, por lo que se considera un alimento con excelentes aportes energéticos (FAO, 2011).

Minerales

Los minerales más predominantes de la quinua son el calcio y hierro, que favorecen en el fortalecimiento de los huesos y la formación de glóbulos rojos en la sangre, sin embargo, la presencia de anti nutrientes entre estos; las saponinas y oxalatos reducen la presencia de minerales, por lo cual no se puede consumir la quinua directamente y es necesario la aplicación de procesos de remojo, tostado y cocción (FAO, 2013).

En la Tabla 3 se presenta la cantidad de minerales disponibles en la quinua y otros cereales.

Tabla 3. Minerales de la quinua y otros cereales

Minerales	Unidad	Cereales			
		Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Calcio	mg/100g	148,7	17,1	6,9	50,3
Hierro	mg/100g	13,2	2,1	0,7	3,8
Magnesio	mg/100g	249,6	137,1	73,5	169,4
Fósforo	mg/100g	383,7	292,6	137,8	467,7
Potasio	mg/100g	926,7	377,1	118,3	578,3
Zinc	mg/100g	4,4	2,9	0,6	4,7

Fuente: FAO (2013)

Vitaminas

La quinua además de proteína, grasa y minerales también dispone vitaminas (B1, B2, B3, vitamina E y ácido fólico) (FAO, 2013).

En la Tabla 4 se describe el contenido de vitaminas en quina, maíz, arroz y trigo.

Tabla 4. Vitaminas en algunos cereales en mg por cada 100g de peso seco.

Vitamina	Quinoa	Maíz	Arroz	Trigo
Tiamina	0,2-0,4	0,42	0,06	0,45-0,49
Riboflavina	0,2-0,3	0,1	0,06	0,17
Ácido fólico	0,0781	0,026	0,020	0,078
Niacina	0,5-0,7	1,8	1,9	5,5

Fuente: FAO (2013).

2.2.4.3. Chilguacán

El chilguacán (*Carica pubescens* y *Vasconcellea*) es una planta herbácea que pertenece a la familia de las caricáceas, se la conoce como papaya de olor, chamburo o chiglacón (Vásquez, 2015). Esta fruta es originaria de África y en la actualidad se cultiva en países de Suramérica como; Panamá, Venezuela, Colombia, Bolivia y Ecuador (Arellano, 2019).

2.2.4.3.1. Producción de chilguacán en Ecuador

La producción del chilguacán a nivel nacional es muy baja, por lo que no se registran datos estadísticos. El cultivo a pequeña escala se lo realiza en provincias de Loja, Tungurahua, Bolívar, Pichincha, Azuay, Imbabura y Carchi (Nazate, 2013).

2.2.4.3.2. Usos de chilguacán

El chilguacán tiene un excelente aroma, por lo que, es muy apreciado como ingrediente en la preparación de bebidas, postres y dulces, a nivel industrial se emplea para la obtiene látex y ablandadores de carnes (Arellano, 2019).

2.2.4.3.3. Composición nutricional del chilguacán

Los nutrientes más importantes del chilguacán son minerales (calcio, fósforo, hierro), vitaminas (ácido Ascórbico, cítrico y málico), también posee algunos pigmentos (carotenoides, terpenoides, licopeno) y enzimas (papaína, quimiopapaína) (Arellano, 2019).

En la Tabla 5 se evidencia la composición bioquímica del chilguacán.

Tabla 5. Composición Bioquímica del chilguacán.

Análisis	Unidad	Medida
pH	4,64	pH
Agua	93,43	%
Cenizas	12,75	%
Proteína	1,01	%
Fibra	1,24	%
Azúcares totales	1,66	%
Calcio	0,21	%
Fosforo	0,33	%
Magnesio	0,33	%
Potasio	5,92	%
Sodio	0,05	%
Acidez titulable	0,55	% de ácido cítrico
Carbohidratos	6000	Mg
Grasa	200	Mg
Azufre	12,00	Mg
Riboflavina	0,03	Mg
Carotenoides	0,09	Mg
Tiamina	0,02	Mg

Fuente: Arellano (2019).

Análisis	Unidad	Medida
Piridoxina	0,05	Mg
Ácido ascórbico	39,4	Mg
Cobre	1,90	Mg
Hierro	4,80	Mg
Magnesio	0,30	Mg
Zinc	1,40	Mg
Calorías	8	kcal

Fuente: Arellano (2019).

2.2.4.4. Jalea

La Norma NTE INEN 2895 (2013) lo define como un producto de consistencia semisólida y gelatinosa preparado ya sea con zumo, jugo o extractos de una o varias frutas a los cuales se añaden azúcares, agua y otros aditivos (NTE INEN 2895, 2013).

2.2.4.5. Cultivos iniciadores

Los cultivos iniciadores son un grupo de una o más cepas de una o más especies bacterianas, que se emplean en procesos de fermentación ya sea en productos crudos o pasteurizados. En la industria láctea son muy deseables debido a su capacidad para fermentar, mejorar procesos, aportar buenas características sensoriales, acción microbiana y beneficios a la salud de los consumidores. Las bacterias lácticas más empleadas como cultivos iniciadores para la elaboración de queso, yogurt y mantequilla pertenecen al género *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* y *Leuconestoc*. Además de las bacterias lácticas, se emplean bacterias no lácteas como las probióticas para la elaboración de leche y quesos (Del Castillo y Mestres, 2004).

2.2.4.5.1. Bacterias lácticas

Las BAL son microorganismos anaerobios que producen ácido láctico mediante la degradación de azúcares principalmente lactosa. De acuerdo con el género se clasifican en: *Aerococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*,

Leuconostoc, *Pediococcus* y *Oenococcus* (Del Castillo y Mestres, 2004). Las BAL son ácido-tolerantes algunas pueden crecer a valores de pH menores a 3.2 y otras a pH más altos, superiores a 4,5 hasta 9.6, sin embargo, el pH óptimo para su crecimiento es entre 4 y 4.5, lo que les permite sobrevivir naturalmente en estos medios a diferencia de otras bacterias que no soportan la alta actividad producida por los ácidos orgánicos (Del Castillo y Mestres, 2004).

En la industria láctea se utilizan los siguientes géneros:

- *Streptococcus*
- *Lactococcus*
- *Lactobacillus*
- *Leuconostoc*

Según Del Castillo y Mestres (2004) la morfología de las bacterias se clasifica en:

- cocos (*Streptococcus*, *Lactococcus* y *Leuconostoc*)
- bacilos (*Lactobacillus*).

Según Del Castillo y Mestres (2004) la temperatura óptima de crecimiento:

- bacterias lácticas mesófilas: la temperatura óptima de crecimiento está entre 20 y 30°C.
- bacterias lácticas termófilas: estas bacterias crecen a rangos de temperatura entre 35-45°C.

Según la ruta metabólica:

- Homofermentativas: estas bacterias son capaces de producir cuatro moléculas de ácido láctico a partir de una molécula de lactosa (Del Castillo y Mestres, 2004).
- Heterofermentativas: son capaces de producir dos moléculas de ácido láctico y dos de etanol a partir de una de lactosa.

2.2.4.5.2. Especies de bacterias lácticas más usadas para bebidas y leches fermentadas

- *S. thermophilus*: es una bacteria termófila homofermentativa, en la leche produce 0,7-0,8 % ácido láctico L (+), algunas cepas son capaces de producir

hasta un 1% de ácido láctico. Algunas cepas pueden producir polisacáridos que forman un mucílago favoreciendo a la viscosidad de leches fermentadas, también produce ácidos grasos volátiles (fórmico, acético, propiónico, butírico, isovalérico y caproico), acetoina y pequeñas cantidades de acetaldehído. Esta bacteria crece a un rango de temperatura de 42-45°C, la mínima de 10°C y la máxima de 50°C (Del Castillo y Mestres, 2004).

- *L. delbrueckii ssp. Bulgaricus*: es homofermentativa, en la leche produce aproximadamente un 1,7 % de ácido láctico D (-), y ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico, isovalérico, caproico y cáprico). Además, produce acetoina, acetaldehído, acetona y 2-butanona. También presenta actividad que permite la liberación de aminoácidos libres y tiene la capacidad de fermentar fructosa y galactosa. La temperatura óptima de crecimiento de *L. delbrueckii ssp. Bulgaricus* es de 40-43°C, la mínima de 15°C y la máxima de 52°C (algunas cepas crecen hasta 60°C) (Del Castillo y Mestres, 2004).

2.2.4.5.3. Cultivos no lácticos

Bacterias probióticas: son microorganismos vivos que se encuentran presentes en algunos alimentos fermentados y proporciona beneficios para la salud como proteger el aparato digestivo de microorganismos nocivos, mejora la digestión, entre otros. En la actualidad, las especies más utilizadas son: *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium infantis*, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus johnsonii* (Del Castillo y Mestres, 2004).

- *Lactobacillus acidophilus*
- *Bifidobacterium lactis*
- *Lactobacillus casi*
- *Lactobacillus plantarum*

Cultivos no lácticos más empleados en la elaboración de bebidas fermentadas: *Lactobacillus casi*: es una bacteria gran positiva heterofermentativa, anaerobia facultativa y con una forma basilar, la temperatura optima de crecimiento está en 37°C, pero también crece en rangos de 35-40°C, es muy resistente y puede crecer en rangos de pH de 4-5. Los productos de la fermentación son dos moles de ácido láctico, un mol de CO₂, un mol de etanol y un mol de ácido láctico (Rojas y Escobar, 2008).

2.2.4.5.4. Objetivos de los cultivos iniciadores

Los principales objetivos son Acidificar el medio y reducir el pH, mejorar el gusto y aroma mediante la producción de ácido láctico y sustancias aromáticas a partir de la lactosa o por proteólisis y lipólisis y finalmente modificación de la textura por precipitación de la caseína (Del Castillo y Mestres, 2004).

2.2.4.5.5. Clasificación de los cultivos iniciadores

Según Del Castillo y Mestres (2004) los cultivos se clasifican de acuerdo con el número y tipo de cepas presentes, los cultivos iniciadores se clasifican en:

- Cultivo de cepa única: formado por una cepa de una determinada especie.
- Cultivo definido múltiple: formado por varias cepas conocidas de una especie determinada.
- Cultivo definido mixto: formado por varias cepas conocidas de distintas especies.
- Cultivo indefinido o artesano: formado por numerosas especies y cepas, total o parcialmente desconocidas.

2.2.4.5.6. Factores que afectan la actividad de los cultivos

Según Sandor (2012) y (Del Castillo y Mestres, 2004) la actividad de los cultivos se ve afectada por los siguientes factores:

- Porcentaje de fermentos añadidos: la cantidad de inoculación es muy importante, porque en cantidades excesivas se puede inhibir el crecimiento debido a la acumulación de metabolitos (Sandor, 2012).
- Composición y calidad del medio de cultivo: el medio de cultivo debe ser capaz de aportar los nutrientes necesarios para el crecimiento microbiano (Del Castillo y Mestres, 2004).
- Ausencia de inhibidores: los inhibidores que son procedentes de residuos de antibióticos o detergentes detienen el crecimiento microbiano (Del Castillo y Mestres, 2004).
- Temperatura y tiempo de incubación.

- Capacidad acidificante de los microorganismos: si la producción de ácido se acelera con el aumento de los microorganismos podría producir cambios en las características del producto final (Castro, 2010).
- Tipo y tamaño del recipiente en el que se lleva a cabo la fermentación, volumen de producción, proceso y distribución del producto (Sandor, 2012).

2.2.4.5.7. Presentación comercial de los cultivos iniciadores

Cultivos líquidos: son muy perecederos, se pueden contaminar fácilmente. Contienen 10^9 UFC/mL, la temperatura de almacenamiento es de $2-5^{\circ}\text{C}$; en estas condiciones, si la acidez es menor de 70°Dórníc , duran varios días (Del Castillo y Mestres, 2004).

Cultivos congelados: son los más utilizados en la industria, contienen 10^{14} UFC/mL. Para obtenerlos, se hace crecer una cepa o varias en el medio de cultivo adecuado. La temperatura de almacenamiento es de -20°C , duran varios meses. A partir de estos cultivos se puede preparar cultivos madre, o se adicionan directo en la matriz (Del Castillo y Mestres, 2004).

Cultivos liofilizados: estos se obtienen de la misma manera que los congelados, son los más empleados dentro de las pequeñas industrias debido a que requieren de menor infraestructura para su conservación, presentan menos riesgo de contaminación. Contienen del orden de 10^{11} UFC/mL. Se guardan en refrigeración de 2 a 5°C durante casi un año (Del Castillo y Mestres, 2004).

2.2.4.5.8. Uso de cultivos probióticos y lácticos en la industria hortofrutícola

En la industria alimentaria hortofrutícola la adición de microorganismos lácticos y probióticos en matrices vegetales se ha vuelto un completo desafío. Según Castro, Moreno y Cortez (2017) estos mencionan que los "factores como la composición fisicoquímica, bioactiva y sensorial de estos alimentos que limitan la viabilidad del microorganismo y la estabilidad del producto en almacenamiento". Sin embargo, debido a los avances investigativos se ha logrado incorporar estos cultivos para realizar procesos fermentativos en matrices vegetales, resultando los más factibles *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus* y *Bifidobacterium lactis* en la elaboración de bebidas funcionales, estos microorganismos han logrado mejorar las propiedades sensoriales y la vida útil de productos a base de vegetales y frutas (Castro, Moreno y Cortez, 2017).

Las matrices vegetales son fuentes de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, y junto a la adición de algunos aditivos alimentarios como azúcares, pectina, espesantes y estabilizantes permite el crecimiento de algunas bacterias lácticas y probióticas en este tipo de sustratos, se ha demostrado que *L. bulgaricus* no puede crecer en el extracto hidrosoluble de soya, pero si se adiciona azúcares como la fructosa su desarrollo y capacidad para producir ácido láctico es buena.

Castro, Moreno y Cortez (2017) mencionan que “La primera bebida de fruta sin leche con adición de probióticos fue Proviva® lanzada en Suecia en 1994 por la compañía Skane Lácteos” para el desarrollo de esta bebida se emplearon bacterias ácido-lácticas (*L. plantarum* 299v) aisladas de harina de avena. El producto final contiene concentraciones entre 5×10^7 y 1×10^{11} UFC/ml.

2.2.4.6. Aditivos alimentarios

2.2.4.6.1. Goma xanthan

Es un polisacárido que se obtiene de un proceso fermentativo con bacterias *Xanthomonas campestris*, su función como aditivo es la de espesante y emulsionante. En productos lácteos se utiliza para mejorar la textura, viscosidad y estabilidad de distintas emulsiones que pueden refrigerarse o calentarse sin presentar cambios, además es muy estable a diferente pH y temperatura, tiene excelente capacidad para dispersarse en agua fría o caliente. En bebidas fermentadas a base de vegetales disminuye la separación de fases (Hernández, Sánchez y Hernández, 2017).

2.2.4.6.2. Sacarosa

El azúcar blanco es sacarosa purificada y cristalizada, su función como aditivo es proveer sabor dulce en la formulación.

2.2.5. Caracterización de los alimentos

Caracterizar los alimentos dentro de la industria alimentaria es indispensable, ya que su composición Fisicoquímica permite determinar qué tan nutritivo es un alimento y si representa algún beneficio en la salud del consumidor (Chamorro, 2014).

2.2.6. Requisitos Fisicoquímicos bebidas fermentadas

En la Tabla 6 se especifican las características fisicoquímicas de los productos lácteos establecidos por la normativa INEN 2395:2011 y CODEX ALIMENTARIUS (2003).

Tabla 6. Requisitos Fisicoquímicos de las leches fermentadas

Requisitos	Min	Max	Método de ensayo
Materia grasa láctea%	2,5		NTE INEN 12
Proteína%	2,7		NTE INEN 16
Lactosa en el producto expresado como % ácido láctico	0,3		AOAC 984.15

Fuente: NTE INEN 2395 (2011).

2.2.7. Microorganismos viables en las bebidas lácteas fermentadas.

En la Tabla 7 se presenta la cantidad de microorganismos vivos que deben mantenerse viables en las bebidas lácteas.

Tabla 7. Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

Producto	Yogur, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada	kéfir y kumis	Mínimo
	Mínimo		
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto	10 ⁷ UFC/g		
Bacterias probióticas	10 ⁶ UFC/g		
Levaduras		10 ⁴ UFC/g	

Fuente: NTE INEN 2395 (2011).

2.2.8. Requisitos microbiológicos de leches fermentadas

En la Tabla 8 se especifican los requisitos microbiológicos que deben cumplir los productos lácteos aptos para el consumo humano.

Tabla 8. Requisitos microbiológicos de leches fermentadas.

Requisitos	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. Coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	AOAC 991.14
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

Fuente: NTE INEN 2395 (2011)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación fue cuali-cuantitativo, porque se recolectaron datos para observar la influencia de los cultivos lácticos y los porcentajes de extracto de amaranto y quinua sobre las características fisicoquímicas (pH, acidez, °Brix, %proteína, %fibra, %humedad, viscosidad) y sensoriales (apariencia, color, olor, sabor, viscosidad y aceptación general) del producto final, además de la calidad microbiológica aplicando métodos analíticos y estadísticos.

3.1.2. Tipo de Investigación

Investigación experimental: se aplicó investigación experimental, porque se realizó una parte experimental donde se manipularon variables independientes y sus efectos producidos sobre variables dependientes, además se aplicó métodos analíticos y estadísticos para la obtención de datos confiables correspondientes a las variables de estudio, para obtener buenos resultados se controlaron todos los parámetros.

3.2. IDEA A DEFENDER

H0= Los extractos de quinua, amaranto y cultivos lácticos (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus* y *L. casei*) no influyen en la fermentación, características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de la bebida.

H1= Los extractos de quinua, amaranto y cultivos lácticos (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus* y *L. casei*) si influyen en la fermentación, características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de la bebida.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

- Variable independiente: cultivos lácticos y extracto de amaranto y quinua
- Variable dependiente: Características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas.

3.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 9: Operalización de las variables.

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente: Mezcla de extractos Amaranto y Quinoa	%	-Amaranto 100%	-Mezcla extractos	-Basado en (Maldonado et al., 2018 y Bianchi, 2013)
		Quinoa 0%		
		-Amaranto 30%		
		Quinoa 70%		
		-Amaranto 50%		
		Quinoa 50%		
-Amaranto 70%				
Quinoa 30%				
-Amaranto 0%				
Quinoa 100%				
Cultivos lácticos - <i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i> - <i>L. casei</i>	%	- <i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i> 0,02%, - <i>L. casei</i> 0,005%	-Porcentaje de inoculación.	-Basado en (Maldonado et al., 2018 y Barco, 2017)

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Dependiente: Calidad de la bebida fermentada	Análisis Fisicoquímico	-pH	-Potenciometría.	-Norma INEN-ISO 1842:2013
		-Acides titulable	-Acidimetría	-Norma INEN-ISO 750-2013
		-Sólidos solubles totales	-Refractómetro	-AOAC 931.12
		-Proteínas	- Kjeldahl	-AOAC 2001.11
		-Grasa	- Soxhlet	-AOAC 920.39
		-Viscosidad	-Viscosímetro rotacional	INEN 522
		-Fibra	QC 300 Serial: 83853401	-Método de estabilidad de medición al 80% de esfuerzo con respecto al husillo utilizado.
			-Diferencia de peso.	
	Características sensoriales	-Apariencia -Color -Olor -Sabor -Viscosidad -Aceptación general	-Prueba de preferencia con escala hedónica	Hojas de análisis sensorial
	Calidad Microbiológica	-Coliformes totales y <i>E. coli</i> -Recuento de mohos y levaduras	NTE INEN 1529-7 NTE INEN 1529-8 NTE INEN 1529-10	Métodos de recuento en placas Petrifilm.
	Análisis de viabilidad cultivos lácticos	- <i>Lactobacillus. Bulgaricus</i> , - <i>Streptococcus. Thermophilus</i> , - <i>L. casei</i>	PRT-712.02-047	Métodos de recuento en placas Petrifilm.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Diseño de experimentos

Los porcentajes de extracto de quinua y cultivo fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar, y con arreglo factorial de Ax_B, obteniendo diez tratamientos con tres repeticiones como se detalla en la Tabla 10 y 11.

En la tabla 10 se presentan los Factores, niveles y repeticiones que se manejan en la parte experimental.

Tabla 10: Factores, niveles y repeticiones del diseño.

Factores	Niveles (%)	Repeticiones
	a1: 0% 100%	3
A: mezcla de extractos	a2: 100% 0 %	3
- Amaranto	a3: 70 % 30%	3
- Quinoa	a4: 50% 50%	3
	a5: 30% 70%	3
B: cultivos lácticos		
- <i>S. thermophilus</i> y <i>L. bulgaricus</i>	b1: 0,02	
- <i>L. casei</i>	b2: 0,005	

En la Tabla 11 se describen las interacciones del nivel a y b y sus combinaciones.

Tabla 11: Interacción de niveles

Tratamientos	Nivel a	Nivel b	Combinaciones
T1	a1	b1	a1b1
T2	a2	b2	a2b2
T3	a3	b1	a3b1
T4	a4	b2	a4b2
T5	a5	b1	a5b1
T6	a1	b2	a1b2
T7	a2	b1	a2b1
T8	a3	b2	a3b2
T9	a4	b1	a4b1
T10	a5	b2	a5b2

3.4.1.1. Formulaciones

Se realizaron diez formulaciones con diferentes porcentajes de extractos de quinua y amaranto y cultivos lácticos, además se acondicionó al medio con otros insumos como azúcar y goma xantana para mejorar la disponibilidad de nutrientes necesarios para su crecimiento. En base a las formulaciones detalladas en la Tabla 12 se obtuvieron los mejores tratamientos.

Tabla 12. Formulación de los tratamientos para el experimento

Insumos %	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
E. Amaranto	92,94	92,955	0	0	65,058	65,069	46,47	46,478	27,882	27,887
E. Quinoa	0	0	92,94	92,955	27,882	27,887	46,47	46,478	65,058	65,069
Cultivos	0,02	0,005	0,02	0,005	0,02	0,005	0,02	0,005	0,02	0,005
Azúcar	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Goma xantana	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

3.4.2. Obtención del extracto de quinua y amaranto.

La preparación de los extractos se basó en Maldonado et al. (2018) pero con algunas modificaciones.

- **Selección y limpieza:** se retiraron las impurezas de la quinua y el amaranto y posteriormente se lavó con agua purificada.
- **Remojo:** Se procedió a remojar la quinua y el amaranto por 8 horas independientemente con una relación de pseudocereal-agua 1:1.
- **Tostado:** terminado el proceso de remojo se filtró el exceso de agua y se procedió al tostado a 90°C durante 1 hora.
- **Cocción:** se realizó a una temperatura de 90°C por 5 min con una relación pseudocereal-agua 1:4
- **Filtrado:** en el proceso de filtrado se retiró toda el agua de cocción
- **Licuada:** se licuo a una relación pseudocereal-agua 1:9 por un tiempo de 4 minutos a velocidad media.
- **Filtrado:** se procedió a retirar los residuos de quinua en el extracto a una temperatura de 60°C
- **Pasteurización:** Este proceso se realizó a una temperatura de 75°C por 15 segundos.
- **Envasado:** en el proceso de envasado se procedió a envasar en recipientes de plástico previamente limpios y desinfectados.

3.4.1.1. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de los extractos de amaranto y quinua.

En la Figura 4 se presenta el diagrama de flujo correspondiente a la obtención de los extractos de amaranto y quinua.

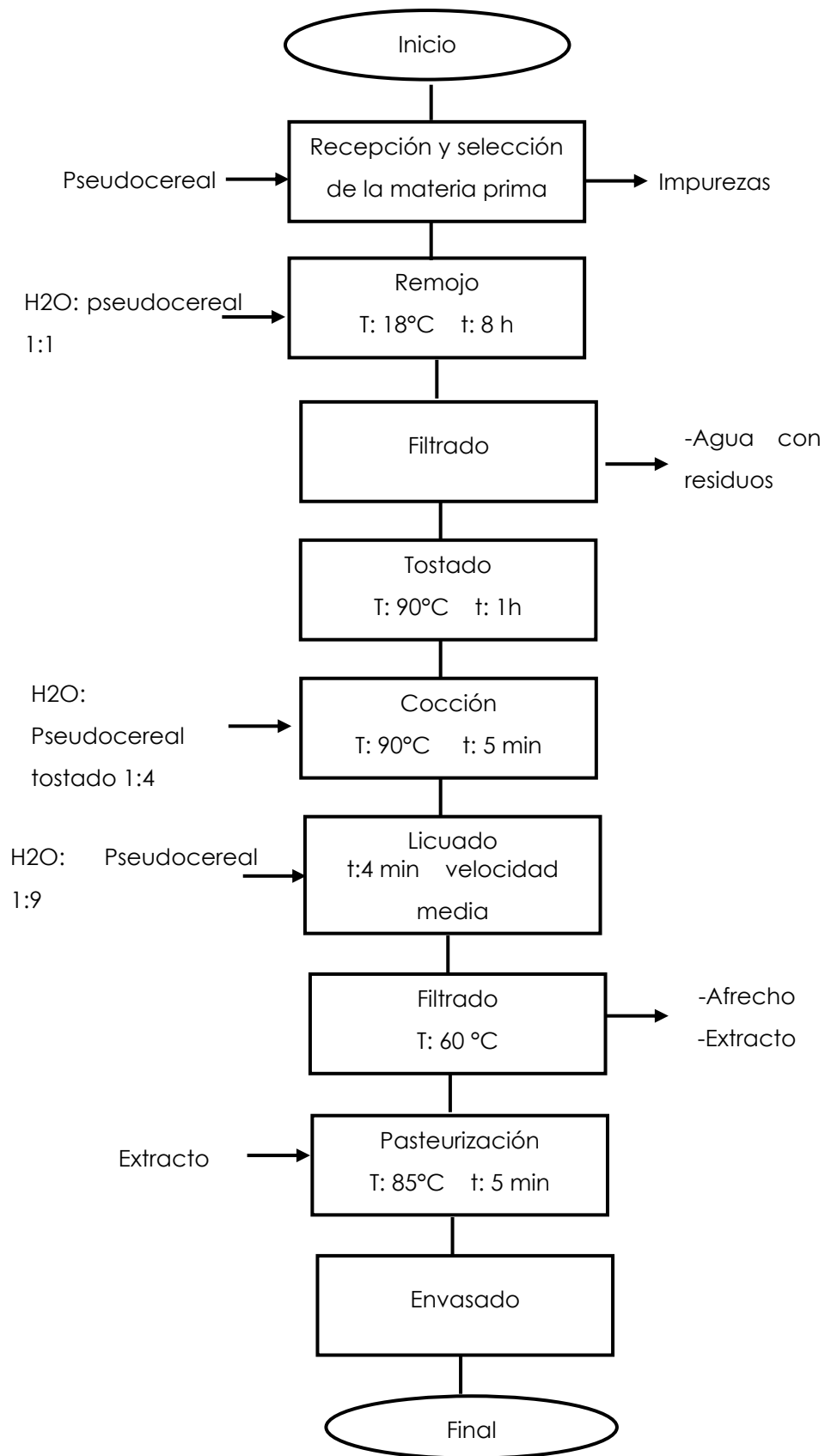


Figura 4: Diagrama de flujo extractos de quinua y amaranto

3.4.3. Obtención de la jalea de chilguacán

El proceso de obtención de la jalea se basó en el Manual de procesamiento de mermeladas, jaleas, jarabes, dulces y confituras descrito por la FAO.

- **Recepción y selección de las frutas:** en el proceso de recepción y clasificación se rechazó las frutas que presentaron madurez inadecuada, daños mecánicos y microbiológicos, las frutas seleccionadas deben estar en un estado de madurez comercial.
- **Lavado:** las frutas frescas se lavaron por inmersión en agua e hipoclorito de sodio, a razón de 10 ml de solución al 10% por cada 100 litros de agua para eliminar residuos de tierra, polvo, metales y otros.
- **Cortado y pelado:** se realizó un corte transversal del chilguacán para poder extraer la pulpa y las pepas que están adheridas.
- **Licuada:** se procedió a licuar a una velocidad media para poder obtener el jugo de la fruta.
- **Pesado:** se pesó en una balanza la cantidad de jugo obtenido para realizar los cálculos de los demás insumos.
- **Cocción:** se procedió a la cocción del jugo de chilguacán con una relación jugo-azúcar 1:1. El azúcar se dividió en tres partes, el 10% se adiciono en el proceso de calentamiento del jugo, luego de 20 min de cocción se adiciona 30% más y el resto de azúcar se fue agregando hasta alcanzar una concentración de 60 °Brix. Una vez alcanzado una concentración de 62°brix se retira del fuego.
- **Enfriado:** la jalea se enfrió hasta alcanzar una temperatura de 62 °C
- **Envasado:** se realizó a una temperatura de 62°C en recipientes de vidrio previamente esterilizados a 92°C (2 min)

3.4.1.2. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de la jalea de chilguacán.

En la Figura 5 se presenta el diagrama de flujo correspondiente a la elaboración de la jalea de chilguacán.

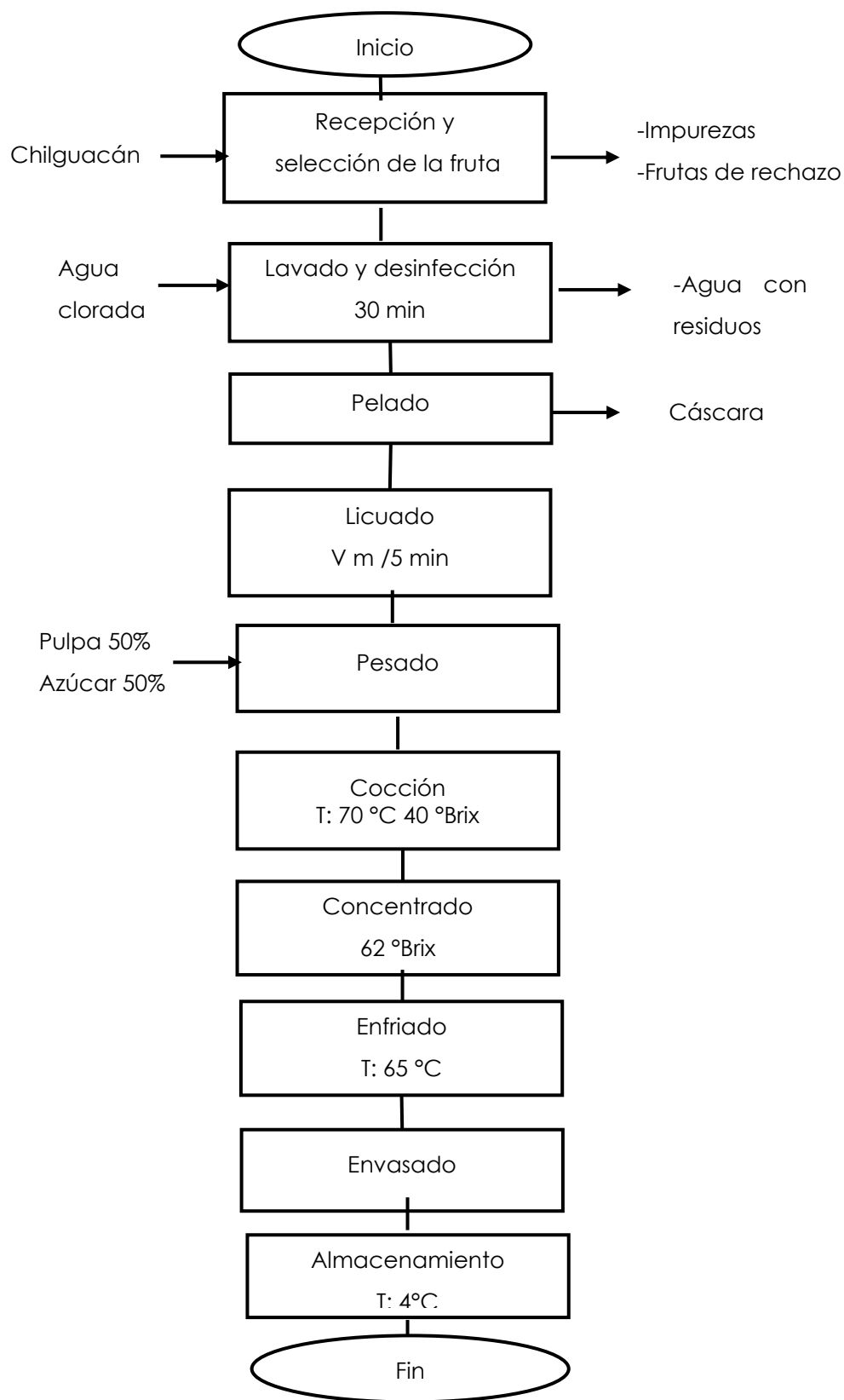


Figura 5. Diagrama de flujo elaboración de la jalea de chilguacán

3.4.4. Elaboración de la bebida fermentada

- **Calentamiento:** los extractos mezclados se calentaron hasta alcanzar una temperatura de 60°C, esto con la finalidad de mejorar la integración de los ingredientes que se van a adicionar posteriormente.
- **Licuada:** una vez que los extractos alcanzaron una temperatura de 60°C, se procedió a licuar junto con la sacarosa, goma xanthan.
- **Pasteurizado:** la mezcla líquida obtenida en el proceso de licuado se pasteurizó hasta alcanzar una temperatura de 85°C durante 10 min para disminuir la carga bacteriana.
- **Inoculación:** Se inoculó con 0,02 % de cultivos *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* 42° C y 0,005% de *L. casei* a 40° C.
- **Fermentación:** En este proceso la bebida se mantuvo en una estufa a una temperatura constante de 37°C durante 8 h para el caso de la bebida inoculada con *L. casei* y para la bebida inoculada con cultivos *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* a 40°C durante 6 horas hasta alcanzar el Ph deseado.
- **Enfriado:** el proceso de enfriado se realizó hasta alcanzar una temperatura de 15°C.
- **Adición de jalea:** la jalea con 63° brix se adicionó en un porcentaje del 7% del total de la formulación.
- **Envasado:** terminado el proceso de fermentación se procedió a envasar el producto en envases de vidrio previamente esterilizados a 92°C (2 min).
- **Refrigerado:** el producto se almacena a temperatura de entre 4-5°C para alargar el tiempo de vida útil.

3.4.3.1. Diagramas de flujo del proceso de elaboración de la bebida fermentada con cultivos lácticos *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* y *L. casei*.

En las figuras 6 y 7 se presenta el diagrama de flujo en el cual se detalla el proceso de elaboración de la bebida fermentada con dos tipos de cultivos lácticos: *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* y *L. casei*.

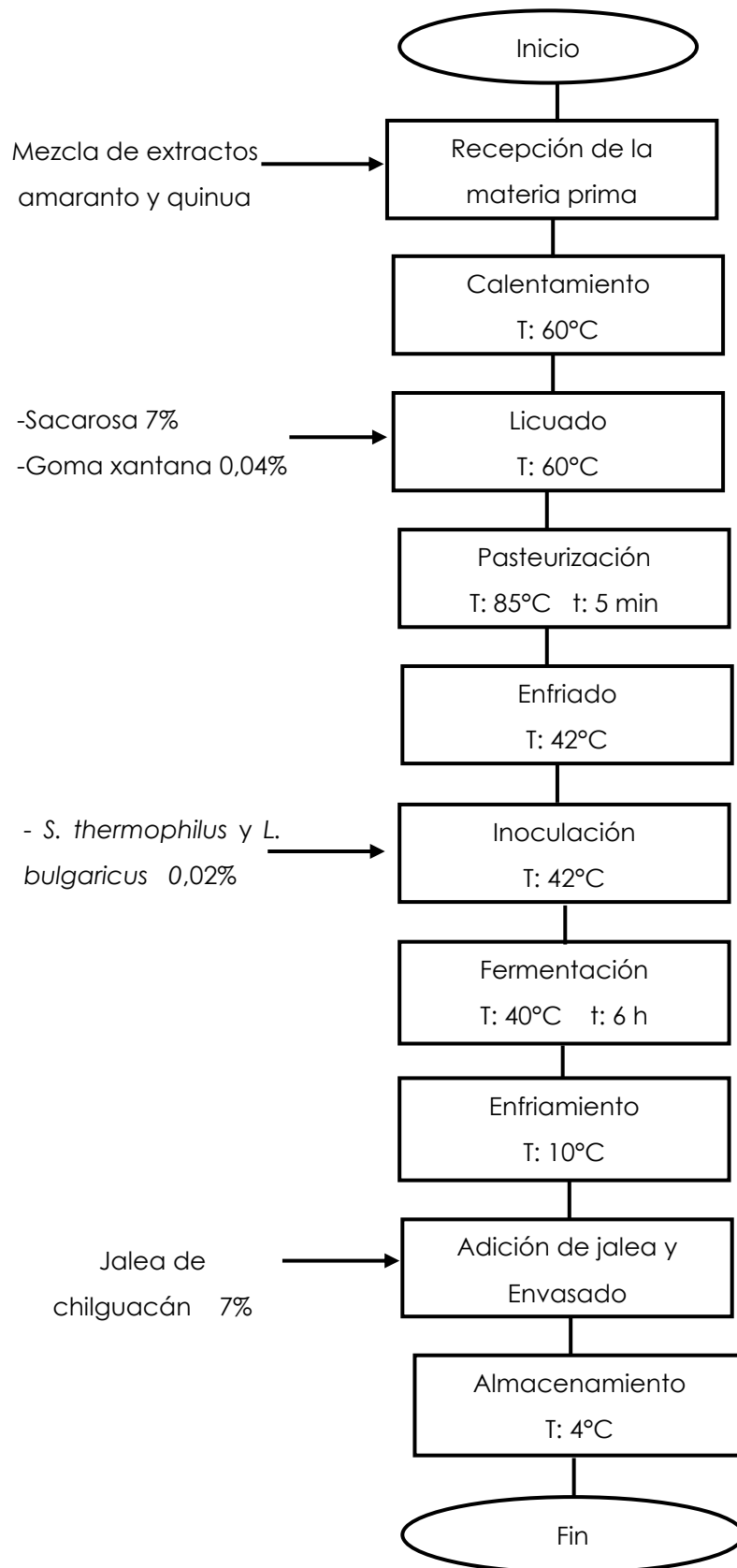


Figura 6. Diagrama de flujo elaboración de bebida fermentada con: *S. thermophilus* y *L. bulgaricus*.

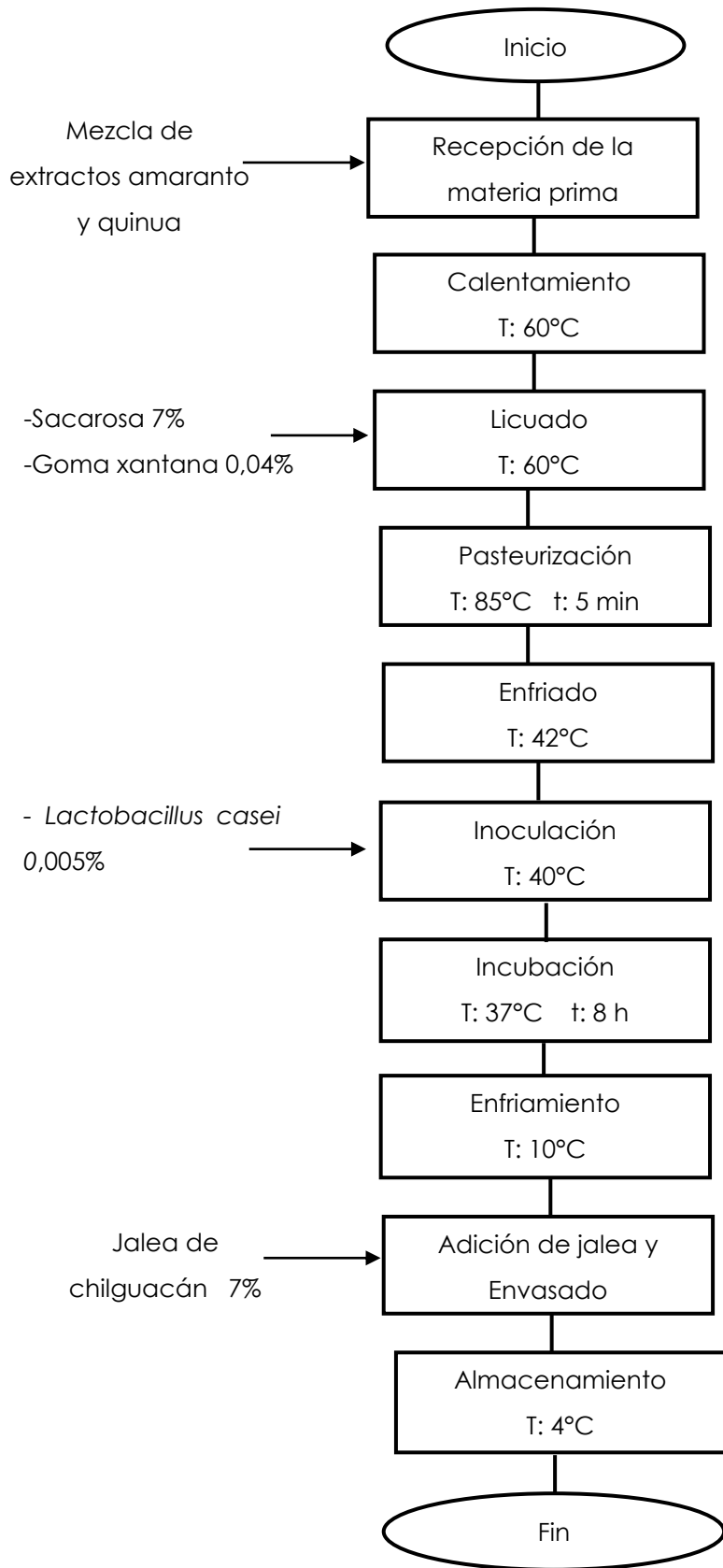


Figura 7. Diagrama de flujo bebida fermentada con *L. casei*

3.4.5. Análisis sensorial de la bebida fermentada

Para determinar el grado de aceptabilidad global de las diferentes formulaciones se aplicó una prueba afectiva con escala hedónica de 5 puntos en donde 5 significa me gusta mucho, y 1 no me gusta. Las muestras se codificaron de forma aleatoria con los siguientes códigos T1 (669), T2 (173), T3 (233), T4 (853), T5 (156), T6 (472), T7 (280), T8 (509), T9 (170), y T10 (313).

La evaluación sensorial se realizó con 60 catadores no entrenados, a los cuales se les presento los 10 tratamientos con 16 ml de cada muestra en vasos de plástico color transparente, los parámetros evaluados fueron: apariencia, color, olor, sabor, viscosidad y aceptación general. La herramienta utilizada para este análisis fue una hoja de catación. Ver Anexo 4.

3.4.6. Características fisicoquímicas de la bebida fermentada

pH

Para la medición del pH se utilizó el pH metro digital Mettler Toledo, al cual, se calibro con soluciones buffer de pH 4, 5 y 7, las mediciones se realizaron por triplicado a una temperatura de 17°C.

Acidez

La determinación de acidez titulable se realizó mediante titulación volumétrica con hidróxido de sodio al 0,1 Normal previamente valorado y como indicador fenolftaleína, la cantidad de muestra empleada en la valoración fue de 10 ml. La acidez titulable se expresó en porcentaje de ácido láctico.

Formula aplicada para el cálculo:

$$\% \text{ Acido láctico} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times Cf}{P}$$

Donde:

V = Volumen de NaOH gastado

N = Normalidad del NaOH (0,1)

Cf = Coeficiente láctico (0,09)

P = Peso de la muestra

°Brix

Para la medición de °Brix o sólidos solubles se basó en la metodología AOAC 931.12, el método consiste en realizar mediciones en un refractómetro, para la medición se agrega al prisma una gota de la muestra y se procede a la lectura.

Proteína

Para la determinación de nitrógeno total se siguió la metodología Kjeldahl AOAC 984.13 que consta de tres pasos principales descritos a continuación: Digestión de la muestra con ácido sulfúrico para la liberación de nitrógeno en forma de sulfato de amoníaco; Destilación de sulfato de amoníaco para la obtención de amoníaco mediante una base fuerte de hidróxido de sodio en ebullición; valoración con ácido clorhídrico.

Fórmula para los cálculos

$$\% \text{ Nitrogeno} = 100 \times \left[\frac{A \times B}{C} \times 0.014 \right]$$

Donde:

A = ácido clorhídrico usado en la valoración

B = normalidad ácido estándar

C = peso de la muestra

La medición proximal de proteína se obtiene mediante un factor de corrección para cereales correspondiente al 6,25

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrogeno} \times 6,25$$

Grasa

La determinación de grasa se realizó mediante la metodología AOAC 920.39 en donde se emplea el equipo soxhlet. La metodología consiste en extraer el extracto

etéreo con la ayuda de solventes orgánicos como el hexano. Para ello se utilizó 1 g de la muestra previamente desecada obtenida del proceso de determinación de humedad.

Fibra

La determinación de fibra se realizó siguiendo la metodología INEN 522, utilizando muestra previamente desgrasada obtenida de la determinación de grasa, la muestra fue digerida con ácido sulfúrico hirviendo a 0,255 N, filtrado en fibra de vidrio y lavado con agua destilada caliente, la segunda digestión se realizó con hidróxido de sodio 0,313 N hirviendo, se filtra nuevamente y se realiza un segundo lavado con ácido sulfúrico y agua destilada hirviendo, y finalmente proceso de calcinación en la mufla hasta obtener cenizas de color blanquecino.

Viscosidad

Para la medición de viscosidad dinámica se empleó el viscosímetro rotacional Visco QC 300 Serial: 83853401 utilizando el método de estabilidad de medición al 80% de esfuerzo con respecto al husillo utilizado (L2 UID: 4032CA92). Las unidades de viscosidad con este método se expresan en centipoise (Cp).

3.4.7. Análisis microbiológico

El recuento microbiológico se realizó utilizando placas de conteo rápido Petrifilm 3M, la dilución madre se preparó en relación 1:10 con agua peptona bufferada, por cada uno de los tratamientos se sembró por duplicado colocando 1 ml de muestra, para el caso de E. Coli y Coliformes totales se incubo por 24 horas a 35°C siguiendo la metodología AOAC 991.14, y 35°C por 72 horas mohos y levaduras con la metodología AOAC 997.02.

El conteo de colonias se realizó utilizando el contador de colonias digital, las unidades se expresaron en UFC/g, los resultados fueron comparados con la normativa NTE INEN 2395:2011 correspondiente a leches fermentadas lácteas.

Análisis de viabilidad

Se utilizaron placas 3M Petrifilm con medio anaerobio para recuento de bacterias ácido lácticas siguiendo la metodología PRT-712.02-047, para la preparación de la

dilución madre se tomó 10 ml de muestra de la bebida fermentada y se colocó en un frasco autoclavable con 90 ml de agua peptona bufferada, se realizaron diluciones hasta 10^{-5} . Se sembró por duplicado colocando 1 ml de muestra en cada una de las placas, se incubó durante 48 horas a 37°C. El conteo de viabilidad de las bacterias se realizó en el día 1, 14 y 28 después de la fermentación.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos de análisis sensorial se procesaron en el software estadístico INFOSTAT 2020, en donde se aplicó un análisis de varianza ANOVA y prueba no paramétrica Kruskal wallis para establecer si hay diferencia significativa entre las medias muestrales de los 10 tratamientos experimentales.

Para la determinación de la variación de las características fisicoquímicas de los mejores tratamientos, se realizó análisis al extracto inicial compuesto con los mismos porcentajes de extractos y aditivos omitiendo el uso de cultivos lácticos y proceso fermentativo. Los datos obtenidos fueron sometidos en el software estadístico INFOSTAT 2020, en donde se aplicó un análisis de varianza ANOVA seguido de la prueba paramétrica Tukey con un nivel de confianza del 95% para saber si existe diferencia significativa entre los tratamientos y ver si el porcentaje de extractos y cultivo influyen en estos parámetros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Los resultados del trabajo de integración curricular “Evaluación de la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto (*Amaranthus*) y quinua (*Chenopodium quinua*) saborizada con chilguacán” se presentan a continuación:

4.1.1. Resultados de las características fisicoquímicas de los extractos de amaranto y quinua

En la Tabla 13 se indica los valores de pH, Acidez y °Brix de los extractos de quinua y amaranto utilizados en la bebida. Estos parámetros son importantes de conocer para la evaluación del proceso fermentativo con el uso de las bacterias ácido-lácticas.

Tabla 13. Medida de pH, Acidez y ° Brix de los extractos.

Extractos	pH	Acidez (%)	°Brix
Quinua	6,56±0,01 A	0,05±0,02 A	5,07±0,06 A
Amaranto	6,48±0,03 B	0,04 ± 0,01 B	6,37±0,05 B

Los valores de las medias son el promedio de 3 mediciones ± la desviación estándar, letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de confianza del 95%.

4.1.2. Resultados de los parámetros de fermentación de los tratamientos.

Las mediciones de pH y acidez se midieron cada hora durante un periodo de 8 horas, los °Brix se midieron al inicio y final del proceso fermentativo. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

4.1.2.1. Resultados de los °Brix iniciales y finales del proceso de fermentación

En la Tabla 14 se presenta los resultados de la medición de los °Brix obtenidos al inicio y final de la fermentación encontrándose diferencias significativas entre los mismos. Los datos iniciales variaron de 12,07 a 15,13. Los tratamientos T5 (15,03) y T6 (15,13°Brix) obtuvieron los valores más altos y T3 (12,07°Brix), T4 (12,17°Brix) valores más bajos. En

cuanto a los °Brix finales T5 (14,10°Brix) y T6 (14,3°Brix) siguen teniendo un valor más alto y T10 (12°Brix) el valor más bajo.

La variación en los °Brix iniciales se debe a los diferentes porcentajes de extracto de quinua y amaranto empleados en cada uno de los tratamientos, mientras que los °Brix finales se ven alterados por la acción metabólica realizada por las bacterias ácido lácticas adicionadas.

Tabla 14. °Brix iniciales y finales de las bebidas al inicio y final del proceso fermentativo.

Tratamientos	°Brix iniciales	°Brix finales
T1	13,97 ± 0,05 B	12,93 ± 0,06 B
T2	13,93 ± 0,06 B	13,07 ± 0,05 B
T3	12,07 ± 0,06 D	11,20 ± 0,05 E
T4	12,17 ± 0,05 D	11,03 ± 0,06 E
T5	15,03 ± 0,05 A	14,10 ± 0,05 A
T6	15,13 ± 0,05 A	14,30 ± 0,04 A
T7	13,97 ± 0,05 B	12,90 ± 0,05 B
T8	14,07 ± 0,06 B	13,10 ± 0,05 B
T9	13,97 ± 0,05 C	11,87 ± 0,05 D
T10	13,97 ± 0,05 C	12,20 ± 0,04 C

Los valores de las medias son el promedio de 3 mediciones ± la desviación estándar, letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de confianza del 95%. T1 (93% amaranto+ 0,02% *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*), T2 (93% amaranto+ 0,005% *L. casei*), T3 (93% quinua+ 0,02% *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*), T4 (93% amaranto+ 0,005% *L. casei*), T5 (65% amaranto, 28% quinua + 0,02% *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*), T6 (65% amaranto, 28% quinua + 0,005% *L. casei*), T7 (46,5% amaranto, 46,5% quinua + 0,02% *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*), T8 (46,5% amaranto, 46,5% quinua + 0,005% *L. casei*), T9 (28% amaranto, 65% quinua + 0,02% *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*) y T10 (28% amaranto, 65% quinua + 0,005% *L. casei*).

4.1.2.2. Resultados de pH iniciales y finales del proceso de fermentación

En la Tabla 15 se puede observar los parámetros iniciales y finales de fermentación. El pH inicial para todos los tratamientos fue de 6,4. El pH al final del proceso fermentativo presento un descenso gradual, las muestras T10 (4,58) y T3(4,56) fueron las que alcanzaron un pH mayor, mientras que T4 (4,26) y T9 (4,24) obtuvieron valores menores. Los rangos de pH óptimos sugeridos según Castillo y Mestres (2004) van de 4-4,5, por lo que todos los tratamientos se encuentran dentro de estos rangos.

Tabla 15. Valores de las medias obtenidos de la medición pH inicial y final

Tratamientos	pH inicial	pH final
T1	6,45 ± 0,03 A	4,45 ± 0,03 B
T2	6,43 ± 0,03 A	4,38 ± 0,04 C
T3	6,47 ± 0,03 A	4,56 ± 0,04 A
T4	6,48 ± 0,04 A	4,26 ± 0,03 D
T5	6,45 ± 0,04 A	4,46 ± 0,05 B
T6	6,47 ± 0,04 A	4,48 ± 0,03 B
T7	6,46 ± 0,03 A	4,36 ± 0,04 C
T8	6,44 ± 0,03 A	4,49 ± 0,04 B
T9	6,47 ± 0,04 A	4,24 ± 0,03 D
T10	6,45 ± 0,04 A	4,58 ± 0,03 A

Los valores de las medias son el promedio de 3 mediciones ± la desviación estándar, letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de confianza del 95%.

4.1.2.3. Resultados del % de acidez inicial y final del proceso de fermentación

Los valores de acidez iniciales oscilaron entre 0,04 a 0,06 encontrándose diferencia significativa en todos los tratamientos como se observa en la Tabla 16. Los tratamientos con mayor porcentaje de acidez fueron, T2 con 0,31%, T4 con 0,32%, T8 con 0,31%, T7 con 0,33% y T9 con 0,34%, logrando demostrar una mejor adaptabilidad durante el proceso de fermentación, mientras que T1 con 0,28%, T3 con 0,27% y T5 con 0,27% presentaron los valores más bajos de acidez.

Tabla 16. Valores de las medias de Acidez inicial y final.

Tratamientos	Acidez inicial (%)	Acidez final (%)
T1	0,05 ± 0,02 B	0,28 ± 0,01 B
T2	0,04 ± 0,01 C	0,31 ± 0,02 A
T3	0,06 ± 0,02 A	0,27 ± 0,02 B
T4	0,05 ± 0,02 B	0,32 ± 0,02 A
T5	0,05 ± 0,02 B	0,27 ± 0,01 B
T6	0,04 ± 0,01 C	0,28 ± 0,01 B
T7	0,05 ± 0,01 B	0,33 ± 0,02 A
T8	0,04 ± 0,02 C	0,31 ± 0,01 A
T9	0,05 ± 0,01 B	0,34 ± 0,01 A
T10	0,05 ± 0,01 B	0,27 ± 0,02 B

Los valores de las medias son el promedio de 3 mediciones ± la desviación estándar, letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de confianza del 95%.

4.1.3. Resultados de las características fisicoquímicas de los tratamientos saborizados con jalea.

En la Tabla 17 se presentan los parámetros finales de las bebidas fermentadas con la adición de 7% de jalea de chilguacán, donde se puede observar que los tratamientos con mayor °Brix fueron T5 y T6 con 17,2 y 17,3 respectivamente, mientras que T3 con 14,3 y T4 con 14,2 obtuvieron los valores más bajos. En cuanto al pH y % de acidez, los tratamientos T3 con 4,47 y 0,28 % de acidez y T10 con 4,43 y 0,28% de acidez alcanzaron los valores de pH más altos y acidez más bajos.

Tabla 17. Parámetros finales de las bebidas fermentadas con 7% de jalea de chilguacán.

Tratamientos	pH	Acidez (%)	°Brix
T1	4,31 ± 0,03 B	0,29± 0,01 B	16,2 ± 0,04 A
T2	4,29 ± 0,04 C	0,31± 0,01 A	16,0 ± 0,05 A
T3	4,47 ± 0,03 A	0,28± 0,02 B	14,3 ± 0,05 D
T4	4,15 ± 0,03 D	0,30± 0,01 A	14,2 ± 0,04 D
T5	4,32 ± 0,04 B	0,29± 0,02 B	17,2 ± 0,04 A
T6	4,39 ± 0,04 B	0,30± 0,02 A	17,3 ± 0,04 A
T7	4,29 ± 0,03 C	0,34± 0,02 A	16,0 ± 0,05 B
T8	4,34 ± 0,04 B	0,33± 0,01 A	16,2 ± 0,05 B
T9	4,11 ± 0,03 D	0,33± 0,02 A	15,3 ± 0,03 C
T10	4,43 ± 0,03 A	0,28± 0,01 B	15,0 ± 0,05 C

Los valores de las medias son el promedio de 3 mediciones ± la desviación estándar, letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de confianza del 95%.

4.1.4. Resultados del Análisis sensorial

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial realizada a los 10 tratamientos formulados con extracto de quinua y amaranto se detallan en la Tabla 18. Los tratamientos T7 y T8 presentaron puntuaciones de 4 (Me gusta levemente) en todas las características sensoriales evaluadas, por lo que se los consideró como los mejores tratamientos, mientras que T4 y T10 fueron los menos aceptados obteniendo puntuaciones de 3 (No me gusta ni me disgusta).

Tabla 18. Resultados del análisis sensorial.

Tratamiento	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Viscosidad
T1	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	4 a (me gusta poco)	3 b (no me gusta ni me disgusta)
T2	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	4 a (me gusta poco)
T3	4 a (me gusta poco)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)
T4	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)
T5	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)
T6	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)
T7	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)
T8	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)
T9	4 a (me gusta poco)	4 a (me gusta poco)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)
T10	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)	3 b (no me gusta ni me disgusta)

Los valores de las medias son el promedio de 60 evaluaciones, letras diferentes indican que si existe diferencia significativa entre tratamientos.

4.1.5. Resultados de los análisis fisicoquímicos del extracto inicial y los mejores tratamientos.

El análisis fisicoquímico también se realizó al extracto inicial sin fermentar compuesto por 46,5% amaranto, 46,5% quinua, 0,04% de goma xantana y 7% de sacarosa, estos porcentajes son los mismos que se manejaron en T7 y T8, la única variación fue el tipo de cultivo con el cual se inoculo a cada tratamiento.

Como se puede observar en la Tabla 19, existe una leve variación entre el extracto inicial con los dos mejores tratamientos; con respecto a la proteína el extracto inicial presentó 2,69% y los mejores tratamientos T7 2,79% y T8 2,74%, cuyo leve incremento

se debe a la presencia de las bacterias ácido-lácticas. El contenido de grasa del extracto inicial fue de 0,98% mientras que de T7 1,01% Y T8 0,99%, no presenta variaciones significativas, ya que los cereales utilizados son bajos en grasa y las BAL no influyen en su aumento, lo mismo sucede en cuanto a fibra, en el extracto inicial presentó 1,18%, T7 1,21% y T8 1,19%, en cuanto a la viscosidad el extracto inicial presentó 294,7cP, T7 con 227,6 cP y en T8 con 233,8 cP, lo cual es un indicador de que bajó la concentración de sólidos causando que descienda la viscosidad, sin embargo, son valores elevados, indicadores de buena estabilidad de la bebida.

Tabla 19. Resultados del análisis fisicoquímico de la mezcla de extracto inicial vs mejores tratamientos

Parámetros	Unidad	Extracto inicial	Mejores tratamientos	
			T7	T8
Proteína	%	2,69 ± 0,04 C	2,79 ± 0,05 A	2,74 ± 0,05 B
Grasa	%	0,98 ± 0,04 B	1,01 ± 0,03 A	0,99 ± 0,03 A
Fibra	%	1,18 ± 0,05 B	1,21 ± 0,04 A	1,19 ± 0,04 A
Viscosidad	c.P	294,7 ± 0,05 A	227,6 ± 0,06 C	233,8 ± 0,05 B

Los valores de las medias son el promedio de 2 mediciones ± desviación estándar, letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos a un nivel de confianza del 95%. T1 (93% amaranto+ 0,02% *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*), T2 (93% amaranto+ 0,005% *L. casei*),

4.1.6. Resultados del análisis de viabilidad de las BAL

En la Tabla 20 se detalla la cantidad de microorganismos viables presentes en la bebida desde el día 1 al día 28, en el tratamiento T7 hubo mayor conteo de BAL (10^7 UFC/g) en comparación a T8 (10^6 UFC/g) hasta el día 14, lo cual se ve reflejado en un aumento del porcentaje de acidez y disminución de pH en los dos tratamientos como se indica en las Tablas 15 y 16. Con respecto a T8 a partir del día 14 hasta el día 28 no presento incremento de colonias manteniendo constante su crecimiento, sin embargo, en T7 se observó una disminución de la cantidad de colonias, por lo que se consideró 14 días de viabilidad y para T7 28 días. La Norma INEN 2395:2011 indica que las bacterias específicas deben mantenerse vivas en el producto hasta 10^7 UFC/g y de bacterias probióticas 10^6 UFC/g como mínimo durante el almacenamiento, si los valores son menores significa que el producto ya no puede ser consumido expirando su tiempo de vida útil.

El descenso en el crecimiento de las bacterias puede estar influenciado por la ausencia de leche o algún derivado lácteo en la bebida fermentada, por lo cual, las bacterias fermentativas no lograron reproducirse y vivir en abundancia de la misma forma que en las bebidas lácteas fermentadas, cabe recalcar que los cultivos mixtos se adaptan de mejor manera que los cultivos de cepa única, debido a que estos trabajan en simbiosis. (Castillo y Mestres, 2004)

Tabla 20. Evaluación de la cantidad de microorganismos posterior a la fermentación en el almacenamiento

Días de almacenamiento	Tratamiento		Valores de referencia
	T7	T8	
1	10 ⁶ UFC/g	10 ⁵ UFC/g	10 ⁶ UFC/g: cultivos probióticos
14	10 ⁷ UFC/g	10 ⁶ UFC/g	10 ⁷ UFC/g: suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto.
28	10 ⁶ UFC/g	10 ⁶ UFC/g	

4.1.7. Análisis microbiológico de los mejores tratamientos

En la Tabla 21 se puede observar los resultados de la evaluación microbiológica realizada a los tratamientos T7 y T8 en coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras; los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma INEN 2395:2011, siendo un indicador de buenas prácticas de manipulación y elaboración del producto.

Tabla 21. Evaluación microbiológica de los mejores tratamientos.

Microorganismo	Unidad	Resultado	Método de ensayo	INEN 2395
				Máx.
Coliformes Totales	UFC/g	1,0 x 10 ¹	AOAC 991.14	100
Recuento de <i>E. coli</i>	UFC/g	<10	AOAC 998.08	-
Mohos y levaduras	UFC/g	<10	NTE INEN 1529-10	500

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Análisis de los parámetros de fermentación de los tratamientos

4.2.1.1. Resultados de los °Brix iniciales y finales del proceso de fermentación

La variación de los °Brix iniciales se debe a los porcentajes de extractos de quinua y amaranto empleados en cada uno de los tratamientos, mientras que los brix finales se ven alterados por la acción metabólica realizada por las bacterias ácido lácticas adicionadas. Según Terán (2017) La disminución en los sólidos solubles en las bebidas fermentadas se debe a la transformación de azúcares y el posterior consumo de los microorganismos, siendo las levaduras las que mayormente consumen este tipo de carbohidratos, y las BAL lo hacen en menor cantidad.

4.2.1.2. Análisis de pH, acidez iniciales y finales del proceso de fermentación

Los valores de pH y acidez son similares a los reportados por Barco (2017) quien obtuvo un pH de 4,3, y 1,42 % de acidez en su mejor tratamiento teniendo en cuenta que en su formulación tiene 70% extracto de soya y 30% quinua fermentada con *L. casei*. De igual manera los resultados de Bianchi (2013) son cercanos, los tratamientos T3 compuesto por 50% soya y 50% quinua, también fermentado con *L. casei* obtuvieron pH de 4,4, y 0,47% de acidez. Los resultados registrados por Maldonado et al. (2018) no coinciden totalmente, dado que, en todos los tratamientos realizados con 100% extracto de quinua y fermentados con *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* y cultivos probióticos obtuvieron valores de pH menores a 4, sin embargo, en cuanto al porcentaje de ácido láctico los valores son similares a la presente investigación.

Con respecto al % de acidez inicial los valores fueron muy bajos en rangos de 0,04 a 0,06 en todos los tratamientos, esto se debe a que en los cereales, pseudocereales y derivados se encuentran fosfatos ácidos y pequeñas cantidades de ácidos orgánicos como el láctico y el fórmico, por lo que se justifican los porcentajes bajos obtenidos en los extractos de quinua y amaranto. En cuanto a la acidez final se pudo evidenciar que presentó un incremento durante el proceso fermentativo, los tratamientos T2, T4 y T8 fermentados con *L. casei*, T7 y T9 fermentados con *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* fueron los que presentaron un mayor aumento en el porcentaje de acidez (Tabla 16) logrando demostrar una mejor adaptabilidad durante el proceso de fermentación.

Según Lugo et al., (2021) Los principales metabolitos producidos por las bacterias lácticas en el proceso de fermentación son los ácidos orgánicos, siendo el más predominante el ácido láctico y en menor proporción acético que al concentrarse provocan el descenso del pH y un aumento de acidez, además aportan en el desarrollo del sabor, aroma y textura.

El CODEX ALIMENTARIUS (2003) y la norma NTE INEN 2395:2011 establecen un % de ácido láctico de 0,3 como mínimo en leches fermentadas, el tratamiento T7 y T8 alcanzaron valores de 0,3 sugeridos por la norma, por ende, se consideran aceptables.

4.2.2. Análisis de las características fisicoquímicas de los tratamientos saborizados con jalea.

Los °Brix presentaron un incremento en todos los tratamientos después del proceso fermentativo (Tabla 16), esto se debe a la adición del 7% de jalea de chilguacán. Los mejores tratamientos T7 paso de 13,6 a 16 °Brix y T8 de 13,5 a 16,2 °Brix. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Meza (2020) en su investigación los valores iniciales del yogurt sin jalea fueron 13,5°Brix y al adicionar un 7% de jalea los °Brix subieron a 17,24.

Con respecto al pH se notó un leve descenso y en él % de ácido láctico se observó un leve aumento. El tratamiento T7 presento pH de 4,36 a 4,29 y de 0,33 a 0,34% de acidez, mientras que T8 un pH 4,48 a 4,34, acidez de 0,31 a 0,33%. Estos datos son similares a los reportados por Meza (2020) quien también reporto un ligero descenso de pH (4,63 a 4,55) y aumento de acidez (0,62% a 0,67%) al adicionar jalea de sábila. Esto se debe a que las jaleas presentan pH en rangos de 3,5-3,75 y 1% de acidez, es decir que al mezclar la jalea con la bebida fermentada estabilizan su pH alcanzando un mínimo entre la bebida y la jalea (Aconsa, 2021).

4.2.3. Análisis sensorial de la bebida fermentada

En análisis sensorial de la bebida fermentada realizada con 60 jueces no entrenados permitió determinar los mejores tratamientos destacándose T7 y T8 compuestos por 46,5% extracto de quinua y 46,5% extracto de amaranto, T7 fermentado con cultivo mixto *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, y T8 con *L. casei*, en cuanto a los parámetros de apariencia, olor color sabor y viscosidad el promedio de

las medias fue de 4 (me gusta levemente), por ende no se encontró diferencias estadísticamente significativas.

Los tratamientos que presentaron porcentajes mayores o iguales al 46,5% de extracto de amaranto en su composición fueron mejor evaluados por los catadores, sin embargo los tratamientos con mayor porcentaje de extracto de quinua y menor porcentaje de extracto de amaranto T10 con 28% extracto amaranto, 65% extracto quinua y T4 con 93% extracto quinua les pareció poco agradables, esto se debe a que la bebida presento características de textura similares a una colada, además la quinua pudo presentar un ligero sabor amargo por la presencia de saponinas a pesar de que en el proceso de tostado se eliminó una gran parte de este anti nutriente, estas características también fueron similares en la investigación realizada por Calderón (2018) y Barco (2017).

Según Castro, Moreno y Cortez (2017) el empleo de cultivos lácticos sobre matrices vegetales favorece el proceso fermentativo mediante la producción de metabolitos ácido láctico, acético, propiónico y butírico los cuales aportan en las características organolépticas, además sirven como una herramienta tecnológica en la conservación de productos.

4.2.4 Análisis fisicoquímicos del mosto inicial y los mejores tratamientos

Análisis de proteína y grasa

La cantidad de proteína obtenida en el tratamiento T7 fermentada con *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* fue de 2,79% y grasa 1,01%, mientras que en el tratamiento T7 fermentada con *L. casei* 2,74% y grasa 0,99%, los resultados obtenidos en los mejores tratamientos muestran una variación significativa con el porcentaje de proteína del mosto inicial correspondiente a 2,69%, y grasa 0,98%.

En cuanto a la proteína los resultados obtenidos fueron cercanos a los reportados por Bianchi (2013) con un porcentaje de 3,10%, Barco (2017) con 2,52%, mientras que los resultados obtenidos por Escobar (2019) fueron más altos con un valor de 7,24%. Según la norma NTE INEN 2395:2011 establece que el porcentaje para proteína en bebidas fermentadas lácteas es de 2,7 como mínimo, siendo similares a los reportados en esta investigación.

Según Aparicio (2022) en el proceso fermentativo se transforma parte de la materia orgánica con la acción metabólica de microorganismos, que mediante la secreción de enzimas sintetizan carbohidratos, proteínas y minerales. La actividad lipolítica y proteolítica realizada por BAL permiten la formación de ácidos grasos libres y transformaciones enzimáticas de algunos aminoácidos produciendo amoníaco, péptidos biológicamente activos, bacteriocinas de acción microbiana y ácidos orgánicos, además bacterias como *S. thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* son capaces de producir exopolisacáridos de alto peso molecular con diferentes estructuras, mejorando así la accesibilidad y biodisponibilidad de algunos nutrientes (Lugo et al., 2021).

El contenido de grasa en las bebidas fermentadas coincide con los reportados por Bianchi (2013) con un porcentaje de 1,4%, Barco (2017) con 1,2%, pero los datos reportados por Escobar (2019) fueron más altos 2,34%.

La norma NTE INEN 2395:2011 establece un porcentaje de grasa de 2,5% para bebidas fermentadas lácteas, los valores obtenidos en esta investigación no concuerdan con lo establecido, si bien los valores de grasa de los cereales y la leche son similares 4-5% en la bebida no se conservan estos porcentajes debido a que no se emplean en base seca. Castro (2017) menciona que en diluciones líquidas existe una menor concentración de los nutrientes y sólidos totales disponibles, además los cultivos lácticos degradan lípidos cuando se agotan las reservas de carbohidratos y proteínas por lo que no provocan aumentos significativos en la cantidad de grasa.

Análisis de fibra

El contenido de fibra cruda del tratamiento T7 fue de 1,21%, de T8 1,19% y del mosto inicial 1,18%, estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Escobar (2019) ya que en su investigación reportó datos de 18,13%. Según Sanches, Quintero y Guillermina (2016) y Trino et al. (2017) la quinua y amaranto posee entre un 3 a 7% de fibra, mientras que en el salvado de arroz el 20% de su composición corresponde a fibra, estos datos justifican la diferencia en los valores obtenidos en esta investigación en comparación con los reportados por Escobar (2019).

Análisis de viscosidad

En cuanto a la viscosidad absoluta, los resultados obtenidos en los mejores tratamientos mostraron una leve disminución en comparación con el mosto inicial. El tratamiento T7 fermentado con *S. thermophilus*, y *L. delbrueckii ssp Bulgaricus* y T8 fermentado con *L. casei* presentaron viscosidades de 233,8 y 227,6 cP respectivamente, mientras que la viscosidad del mosto inicial fue 294,7 cP. Los valores obtenidos son inferiores a los reportados por Maldonado et al. (2018), en su investigación el mejor tratamiento alcanzó una viscosidad de 1200 cP. Es importante recalcar que en su investigación para obtener el extracto realizó diluciones en relación 1:5 correspondiente a cereal: agua y 0,5% de goma xantana, mientras que en esta investigación se realizaron diluciones de 1:9 con 0,04% goma xantana. Este parámetro también depende de los cultivos lácticos y estabilizantes empleados en la formulación, ya que en el caso del yogurt las bacterias lácticas acidifican el medio provocando que la caseína se precipite y forme una capa en forma de gel, por esta razón se obtiene un producto más viscoso, la viscosidad de los yogures batidos varía de 200 a 700 mPa, sin embargo, la viscosidad obtenida está dentro de los valores sugeridos por Renan et al (2009).

En el caso de bebidas a base de vegetales se ha encontrado que las bacterias lácticas no aportan en el aumento de la viscosidad debido a la carencia de la caseína que únicamente se encuentra en la leche, por lo que la viscosidad de las bebidas de vegetales se debe a la presencia de almidón, ya que al someter a los mostos iniciales a altas temperaturas empieza el proceso de gelatinización, donde el grano de almidón se hincha hasta romperse parcialmente por lo que ya no puede retener líquidos y la amilosa y la amilopectina se dispersan en el seno de la disolución provocando un aumento de la viscosidad (Badui, 2005).

El empleo de goma xantana también permitió mejorar la estabilidad y viscosidad de la bebida fermentada para que los cultivos puedan desarrollarse de mejor manera en la nueva matriz.

4.2.5. Análisis de viabilidad de la bebida fermentada almacenada a 4°C

El conteo de viabilidad de las bacterias ácido lácticas en los mejores tratamientos durante los días 1 y 14 presentó una variación de 10^6 UFC/g a 10^7 UFC/g en el

tratamiento T7, y en T8 de 10^5 UFC/g a 10^6 UFC/g, lo que indica que la bacteria que mejor logro adaptarse al medio y mantener su crecimiento constante durante los días de almacenamiento fue *Lactobacillus casei*, mientras que *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* presentaron mayor dificultad para adaptarse, por ende su tasa de crecimiento fue menor hasta el día 14. Por lo mencionado se consideró como tiempo de aceptabilidad de 14 días para T7 y 28 días para T8.

Los resultado no coincide con los datos presentados por Barco (2017) y Bianchi (2013) ya que reportaron valores superiores de 8,92 Log y 9.02 Log UFC/ml respectivamente en sus mejores tratamientos hasta los 28 días de almacenamiento, la variación pudo deberse a que en la investigación de Barco (2017) se adiciono un 10% de leche en polvo en la formulación, mientras que en la investigación de Bianchi (2013) se adiciono 1% de lactosa de grado alimenticio mejorando la disponibilidad de nutrientes en el medio y favoreciendo al desarrollo de las BAL. En cuanto a T7 fermentado con cultivo mixto *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* se obtuvo 10^7 UFC/g, los valores fueron similares a los reportados por Maldonado et al. (2018) en su investigación su bebida presentó una viabilidad de 10^8 UFC/g.

Castillo et al. (2019) argumenta. "Aunque las matrices no-lácteas difieren mucho en composición con respecto a la leche, pueden contener moléculas que estimulen el crecimiento de algunas bacterias lácticas y probióticos". La disponibilidad de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales en varios cereales permiten la supervivencia de bacterias probióticas. La quinua y el amaranto contienen carbohidratos, proteínas de alto valor biológico, aminoácidos esenciales, grasas y minerales necesarios para la supervivencia de las bacterias ácido lácticas, por lo que se logró un crecimiento moderado de las bacterias empleadas.

El CODEX ALIMENTARIUS (2003) y la norma NTE INEN 2395 (2011) establecen que el contenido mínimo de microorganismos específicos (*Lactobacillus delbruekii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivaris subsp. Thermophilus*) en leches fermentadas debe ser de 10^7 UFC/g y de bacterias probióticas 10^6 UFC/g, estos límites coinciden con los resultados obtenidos en la investigación por lo que se consideran aceptables hasta el día 28 y 14 para T7 y T8 respectivamente en almacenamiento a 4°C.

4.2.6. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico con respecto a coliformes totales, *E. coli* y mohos y levaduras se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma. Los datos obtenidos son indicadores de un buen manejo de BPM y calidad del producto, cumpliendo con los requisitos establecidos en la norma INEN 2395:2011.

En las investigaciones realizadas por Escobar (2019), Maldonado et al. (2018), Bianchi (2013) y Barco (2017) también reportaron ausencia de coliformes totales y *E. coli*, en cuanto a mohos y levaduras los valores fueron inferiores a 10 UFC/g.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Tras la evaluación de los parámetros de fermentación, se puede deducir que las bacterias ácido lácticas *L. casei*, *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* lograron adaptarse en la bebida a base de extractos de quinua y amaranto produciendo metabolitos de ácidos orgánicos que provocaron el descenso de pH y aumento del porcentaje de ácido láctico en todos los tratamientos.
- Se logró establecer los porcentajes de extracto de quinua y amaranto adecuados para que la bebida tenga buenas características sensoriales, el tratamiento T7 y T8 formulados con 46,5% extracto de amaranto y 46,5 % de extracto de quinua, T7 con 0,02% de cultivo mixto *S. thermophilus* y *L. delbruekii* ssp. *Bulgaricus* y T8 con 0,005% *L. casei* fueron las mejores formulaciones.
- Los mejores tratamientos de acuerdo con el análisis sensorial fueron T7 y T8 en donde se pudo evidenciar que los diferentes porcentajes de extractos y cultivos lácticos si influyen en las características sensoriales principalmente en el sabor resultando las bebidas con mayor porcentaje de extracto de amaranto las mejor evaluadas.
- La adición de cultivos lácticos si influye en el contenido nutricional de la bebida fermentada, ya que se notó un leve aumento principalmente en el contenido de proteína y grasa. El tratamiento T7 presentó 2,79% de proteína, 1,01% de grasa, 1,18% de fibra, y viscosidad de 227,6 Cp y el tratamiento T8 obtuvo 2,74% de proteína, 0,99% de grasa, 1,21% de fibra, y viscosidad de 233,8 cP.
- Las bacterias *S. thermophilus* y *L. delbruekii* ssp. *Bulgaricus* lograron mantenerse viables hasta los 14 días de almacenamiento, mientras que *L. casei* alcanzó una viabilidad de 28 días a una temperatura de 4°C, demostrando una mayor estabilidad.
- La mezcla apropiada de los extractos de amaranto y quinua con la adición de cultivos lácticos generan sabores, texturas, y olores más agradables influyendo directamente sobre la aceptabilidad de los catadores y también sobre las características fisicoquímicas, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos con diferentes diluciones de extractos para ver si se mejora la concentración de nutrientes de la bebida y viabilidad de las bacterias lácticas.
- Investigar la aplicación de diferentes porcentajes de inoculación con cultivos lácticos sobre otras matrices a base de vegetales.
- Investigar sobre el empleo de enzimas que favorezcan el proceso fermentativo y además permitan mejorar la disponibilidad de los nutrientes para las BAL.
- Investigar nuevos métodos que permitan eliminar la mayor cantidad de anti nutrientes como las de saponinas de la quinua para obtener mejores sabores y disponibilidad de nutrientes.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, J. (2019). *Extracción de la enzima papaína presente en el chilacuan (Vasconcellea pubescens) como alternativa de cuajo vegetal* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán. Recuperado de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/877/1/009%20Extracci%C3%B3n%20de%20la%20enzima%20papa%C3%ADna%20presente%20en%20el%20chilacuan.pdf>
- Aparicio, N. (2022). *La fermentación, proceso tecnológico clave para la obtención de proteínas alternativas*. Recuperado de <https://www.ainia.es/ainia-news/fermentacion-proceso-tecnologico-obtencion-proteinas-alternativas/>
- Barcos, L. (2017). *Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (Chenopodium quinua Willd) y soya (Glycine max) con la aplicación de probióticos* (Tesis de Pregrado). Universidad Zamorano, Zamorano-Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6029/1/AGI-2017-006.pdf>
- Benavides, M. (2019). *Aplicación de la fermentación láctica como estrategia de transformación y valorización de matrices vegetales* (Tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona-España. Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/669678/TMABM1de1.pdf?sequence=2>
- Caycedo L., Ramírez. L., y Suárez, D. (2021). Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. *Nova*, 19(36). Recuperado de 2021.<https://doi.org/10.22490/24629448.5293>
- Calderón, C. (2018). *Estudio de la producción y comercialización de quinua (Chenopodium quinua Willd) en la provincia del Carchi* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8677/2/03%20AGN%20037%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Castillo, V., Fernández, S., Cueto, M., y Clamont, G. Criterios y estrategias tecnológicas para la incorporación y supervivencia de probióticos en frutas, cereales y sus

derivados. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 22: 1-17.
Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2019000100204

CIL Ecuador. (2020). *La intolerancia a la lactosa no debe afectar el consumo de productos lácteos*. Recuperado de <https://www.cilecuador.org/post/la-intolerancia-a-la-lactosa-no-debe-afectar-el-consumo-de-productos-l%C3%A1cteos#:~:text=Alrededor%20del%2070%20%25%20de%20la,casos%20que%20no%20presentan%20s%C3%ADntomas>.

Codex Alimentarius, FAO, OMS. (2017). *Norma del Codex para la quinua*. Recuperado de http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252FCodex%252FCircular%252520Letters%252FCL%2525202017-01%252Fcl17_01s.pdf

Enríquez, C. (2018). *La quinua perdió protagonismo por baja en el mercado mundial*. *Revista Lideres*. Recuperado de <https://www.revistalideres.ec/lideres/quinua-menorprotagonismo-mercado-ecuador-produccion.html>

Escobar, A. (2019). *Desarrollo de una bebida a base de harina de amaranto (Amaranthus hipochondriacus) y salvado de arroz (Oryza sativa) con fermentación sólida y sumergida* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29408/3/AL%20698.pdf>

FAO. (2020). *Propiedades nutricionales de la quinua*. Recuperado de <http://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/en/>

FAO. (2013). *Historia de la quinua*. Recuperado de <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and->

García, G., Quintero, R, & Munguía, A. (2004). *Biotecnología Alimentaria*. México: LIMUSA S. A.

Guerrero, M., Lambort, L., & Araya, J. (2000). *Observaciones biológicas de Achryra similalis (Guenèe) (Pyralidae) y otros lepidópteros en amaranto, Amaranthus*

cruentus L. (Amaranthaceae), en la Región Metropolitana de Chile. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%20FBSVP-26-04-591-598.pdf

Hernández, B., Luis, G., Peña, V., Torrez, N., Espinoza, V y Ramírez, L. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus* spp.). *Revista Dialnet* 3(6), 423-436. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6521553.pdf>

Infoagro. (2018). *Manual de cultivo de amaranto*. Recuperado de <https://infoagronomo.net/manual-de-cultivo-de-amaranto-en-pdf/>

INIAP. (2010). *INIAP alegría variedad mejorada de *Amarantus caudatus* L.* Recuerdo de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2640/1/iniapscpl346.pdf>.

INIAP. (2019). *Actividad de investigación en cereales año 2019: Boletín técnico N°75*. Recuperado de <file:///C:/Users/Z%C2%B4Systems/Downloads/Boletin%20No%20175%20Avances%20Investigaci%C3%B3n%20Cebada%20A%C3%B1o%202019.pdf>

Maldonado, R., Carillo, P., Ramírez, L y Carvajal, F. (2018). Elaboración de una bebida fermentada a base de quinua (*Chenopodium quinua*). *Revista Enfoque UTE* 9(3), 1-11. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5722/572261762001/html/index.html>

Matías, L., Hernández, B., Peña, V., Torres, N., Espinoza, V., y Ramírez L. Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus* spp.). (2018). *JONNPR*, 3(6):423-436. Recuperado de <https://www.jonnpr.com/PDF/2410.pdf>

Material didáctico eso bachillerato. (s.f). *Biología y Geología*. Recuperad de <https://soclalluna.com/2o-bachillerato/2obach/bloque-iii-estructura-y-fisiologia-celular/ud08-anabolismo-y-catabolismo-celular/ud10-el-metabolismo-celular-catabolismo/catabolismo-de-los-glucidos/la-fermentacion/fermentacion-alcoholica/>

Meza, L. (2020). *Evaluación del efecto de la adición de jalea de sábila (aloe vera barbadensis) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y*

sensoriales en el yogurt (Tesis de Pregrado). Escuela profesional de ingeniería en industrias alimentarias, Lima: Perú. Recuperado de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7100>

Morales, L., Fernández, L., Aguilar, C y Garza, H. (2011). Aprovechamiento de materiales lignocelulósicos para la producción de etanol como carburante. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila* 3(6). Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/242329999_Aprovechamiento_de_materiales_lignocelulosicos_para_la_produccion_de_etanol_como_carburante/link/0deec51cc93237acaf000000/download.

Nazate, K. (2013). *Uso del chilguacán (Carica pubescens) como alternativa gastronómica en la repostería* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3494/1/06%20GAS%20029%20TESIS.pdf>

NTE INEN 3042. (2015). *Harina de quinua*. Requisitos. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_3042.pdf

NTE INEN 2337. (2008). *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas, vegetales*. Requisitos. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2337.pdf

NTE INEN-CODEX 192. (2013). *Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios*. Recuperado de <https://docs.bvsalud.org/leisref/2018/03/290/alcohol-192-codex-unido.pdf>

NTE INEN 2608. (2012). *Bebida de leche fermentada*. Requisitos. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2608.pdf>.

Sánchez, E., Hernández, A., y Hernández, A. (2020). Influencia de gomas de algarrobo y xantana en la estabilidad y aceptabilidad de crema láctea. *Ingeniería agrícola y biosistemas*, 9(2), 63-84. Recuperado de <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2017.04.008>

- Shirai, K., y Malpica, F. (2013). *Manual de prácticas de laboratorio*. Tecnología de Fermentación de Alimentos.
- Rasheed, S., Bashir, K., Kim, JM. et al, (2018). The modulation of acetic acid pathway genes in Arabidopsis improves survival under drought stress. *Sci Rep* 8 (7831). Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26103-2>
- Renan, M., Guyomarch, F., Arnoult-Delest, V., Paquet, D., Brulé, G. & Famelart, M. (2009). Rheological properties of stirred yoghurt as affected by gel pH on stirring, storage temperature and pH changes after stirring. *International Dairy Journal*, 19(3), 142–148
- Recalde, F y Fierro, E. (2013). *El amaranto como alternativa alimentaria para el mejoramiento nutricional del adulto/a mayor de la Asociación de jubilados/ del IESS de la ciudad de Otavalo-Provincia de Imbabura 2012* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2837/2/06%20NUT%20143%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- Rojas, C y Escobar, L. (2008). *Producción de lactobacillus casei y determinación de ácido láctico a partir de suero de leche de suero vacuno* (Tesis de Pregrado). Universidad del QUINDIO, Armenia. Recuperado de <https://bdigital.uniquindio.edu.co/bitstream/handle/001/6022/Producci%C3%B3n%20de%20Lactobacillus%20casei%20y%20Determinaci%C3%B3n%20de%20%C3%81cido%20L%C3%A1ctico%20a%20partir%20de%20Suero%20de%20Leche%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vázquez R, et al. (2020) Posición técnica de la Asociación Mexicana de Gastroenterología sobre las bebidas vegetales a base de soya. *Revista de Gastroenterología de México*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/343928123_Posicion_tecnica_de_la_Asociacion_Mexicana_de_Gastroenterologia_sobre_las_bebidas_vegetales_a_base_de_soya [accessed Aug 13 2021]
- Sánchez, J., Quintero, A, y Guillermina, R. (2018). El salvado de arroz en la elaboración de alimentos de alto valor nutricional. *Revista de Divulgación Científico-*

Tecnológica del Gobierno del Estado de Morelos. Recuperado de <https://revistahypatia.org/salvado-de-arroz.html>

Sandor, E. (2012). *El arte de la fermentación*, Estados Unidos: Chelsea Green Publishing. Recuperado de <https://www.librosgastronomia.com/index.php/2020/03/18/el-arte-de-la-fermentacion-sandor-ellix-katz/>

Suárez, S. (2021). *Desarrollo de una bebida vegetal fermentada a base de cereales* (Tesis de pregrado). Universidad de Valladolid, Valladolid-España. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/49302/TFML541.pdf?sequence=1&isAllowed>

Terán, S. (2017). Evaluación de la utilización del amaranto (*Amaranthus Spp.*) como adjunto y dos cepas de levadura en la fabricación de cerveza (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador, Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17617/1/CD-8081.pdf>

Trino, R., Grados, R., Gutiérrez, M., Mamany, D., Pérez, J., Magariños, W., Arias, J y Gonzales, D. (2017). Evaluación del aporte nutricional del amaranto (*amaranthus caudatus linnaeus*), quinua (*chenopodium quinua willd*) y tarwi (*lupinus mutabilis sweet*) en el desayuno. *Revista CON-CIENCIA*, 5(2), 15-28. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-02652017000200003&lng=es&tlng=es

Zorokian, N. (2017). *Bebidas probióticas fermentadas, cuales son y que beneficios tienen*. Recuperado de <https://nishime.org/fermentacion/bebidas-probioticas-fermentadas-cuales-son-y-que-beneficios-tienen/>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



ESTUDIANTE:	IMBACUÁN GONZÁLEZ MARIBEL CRISTINA	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0402045918
PERIODO ACADÉMICO:	2022 A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. MIGUEL ANGEL ANCHUNDIA LUCAS	DOCENTE TUTOR:	MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO
DOCENTE:	MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto (Amaranthus) y quínoa (Chenopodium quinoa) saborizada con chilguacán"		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,33	
3	METODOLOGÍA	7,33	Revisar el diseño de experimento, metodología en microbiología.
4	RESULTADOS	6,33	Ordenar los resultados en tablas que sean más amigable para la lectura, colocar las desviaciones estándares en los resultados, revisar resultados de microbiología, argumentar mejor sus resultados e indicar las implicaciones de su investigación, Relacionar todos sus datos con la fermentación y metabolitos producidos., Corregir el tema de la acidez y no ácido láctico.
5	DISCUSIÓN	7,00	Argumentar sus resultados con otras investigaciones realizadas en esta area.
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	Mejorar la redacción y deben estar acorde a los objetivos planteados.
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	Debe manejar los fundamentos técnicos de su tema de investigación y explicar el porque de sus resultados.
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	Revisar ortografía, formato, norma APA.

Obteniendo una nota de: 7,60 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el martes, 24 de enero de 2023

MSC. MIGUEL ANGEL ANCHUNDIA LUCAS
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO
DOCENTE TUTOR

MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Imbacuán González Maribel Cristina				
DATE: 2 de febrero de 2023				
TOPIC: "Evaluación de la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto (Amaranthus) y quinua (Chenopodium quinua) saborizada con chilguacán"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Imbacuán González Maribel Cristina

Fecha de recepción del abstract: 2 de febrero de 2023

Fecha de entrega del informe: 2 de febrero de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Evidencias fotográficas del trabajo de integración curricular

Anexo 3.1. Materia prima y proceso de elaboración de la jalea de chilguacán



Figura 8. Lavado y desinfección



Figura 9. Pelado de chilguacán



Figura 10. Licuado de la pulpa



Figura 11. Pesado del jugo



Figura 12. Pesado de la azúcar



Figura 13. Concentración del jugo



Figura 14. Envasado de la jalea de chilguacán

Anexo 3.2. Materia prima y proceso para la obtención de los extractos de quinua y Amarantho.



Figura 15. Lavado de la quinua



Figura 16. Lavado del amaranto



Figura 17. Remojo de la quinua



Figura 18. Remojo del amaranto



Figura 19. Tostado de la quinua



Figura 20. Tostado del amaranto



Figura 21. Cocción de la quinua



Figura 22. Filtrado de la quinua



Figura 23. Licuado de los extractos



Figura 24. Envasado de los extractos

Anexo 3.3. proceso de elaboración de la bebida fermentada



Figura 25. Pesado de los extractos



Figura 26. Pesado de la goma xantana



Figura 27. Pesado del azúcar



Figura 28. Adición de azúcar y goma



Figura 29. Licuado de los extractos

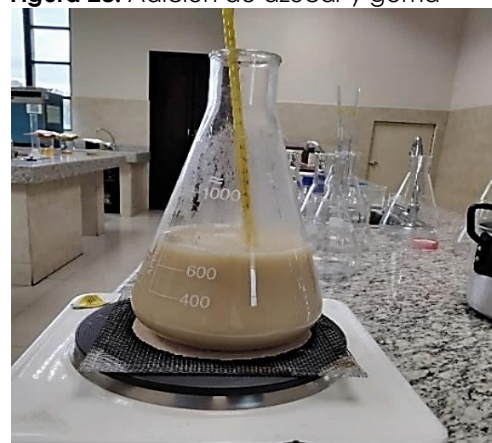


Figura 30. Pasteurización del mosto

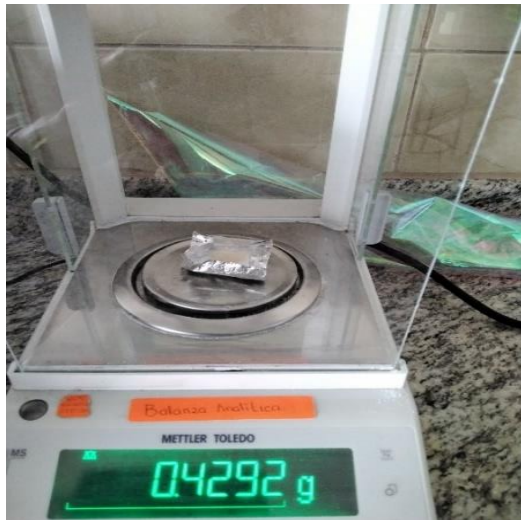


Figura 31. Pesado de los cultivos



Figura 32. Inoculación con cultivos



Figura 33. Fermentación de las bebidas



Figura 34. Envasado y adición de jalea



Figura 35. Tratamientos con *L. bulgaricus* y *S. thermophilus*.



Figura 36. Tratamientos con *L. casei*

Anexo 3.4. Análisis fisicoquímicos

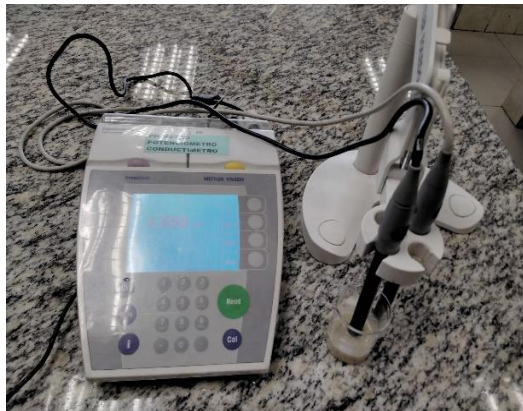


Figura 37. Medición de pH



Figura 38. Medición de °Brix



Figura 39. Valoración de la acidez



Figura 40. Análisis de proteína



Figura 41. Extracción de nitrógeno



Figura 42. Análisis de grasa



Figura 43. Grasa extraída de la bebida



Figura 44. Determinación de humedad



Figura 45. Determinación de fibra

Anexo 3.5. análisis microbiológico de la bebida

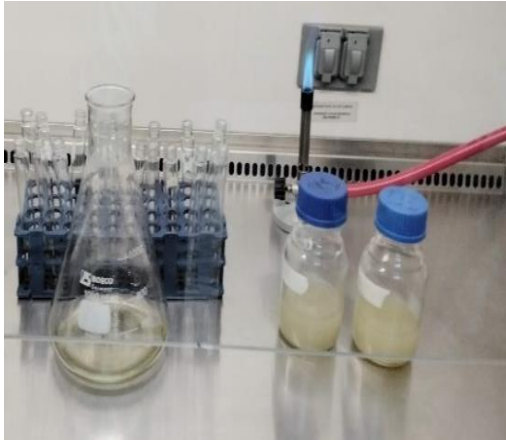


Figura 46. Preparación de las muestras



Figura 47. Siembra en placas Petrifilm 3M



Figura 48. Placas Petrifilm de recuento de *E. coli* y Coliformes totales T7

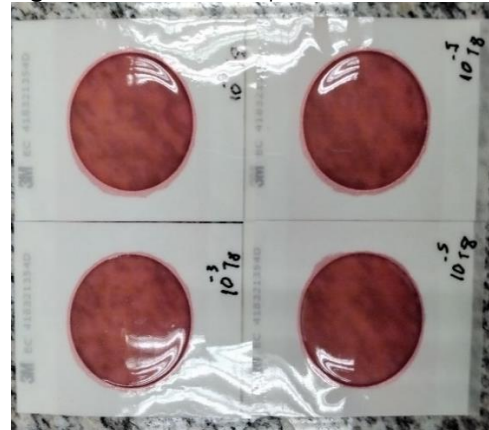


Figura 49. Placas Petrifilm de recuento de *E. coli* y Coliformes totales T8



Figura 50. Placas Petrifilm de recuento de mohos y levaduras T7



Figura 51. Placas Petrifilm de recuento de mohos y levaduras T8

Anexo 3.6. Análisis de viabilidad de las BAL

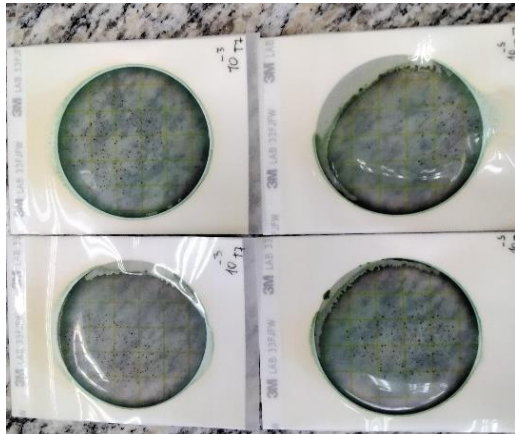


Figura 52. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 1 T7.

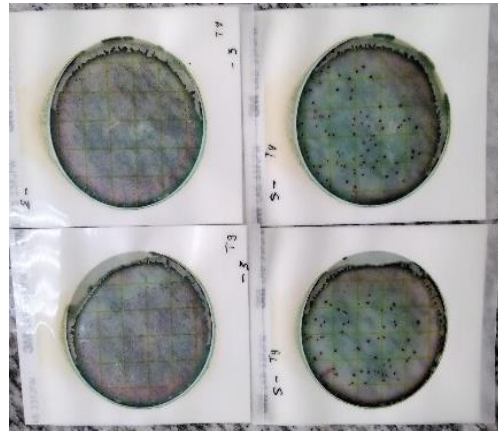


Figura 53. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 1 T8.



Figura 54. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 14 T7.



Figura 55. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 14 T8.

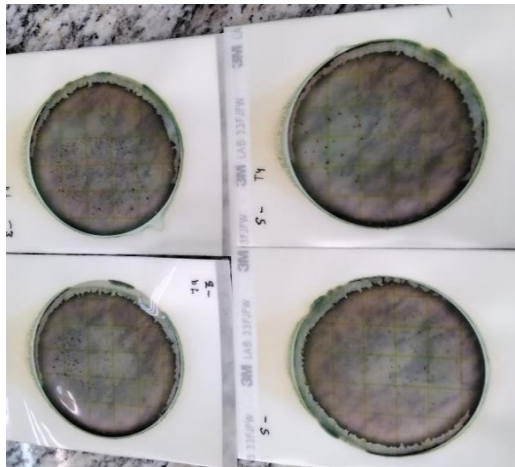


Figura 56. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 28 T7.

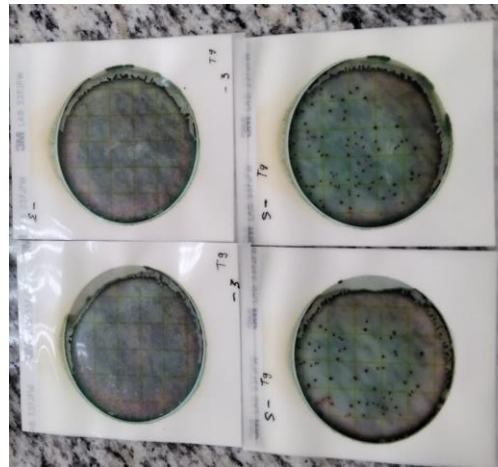


Figura 57. Placas Petrifilm de recuento de BAL día 28 T8.

Anexo 3.7. Evaluación sensorial



Figura 58. Catación realizada a estudiantes de la carrera de Alimentos

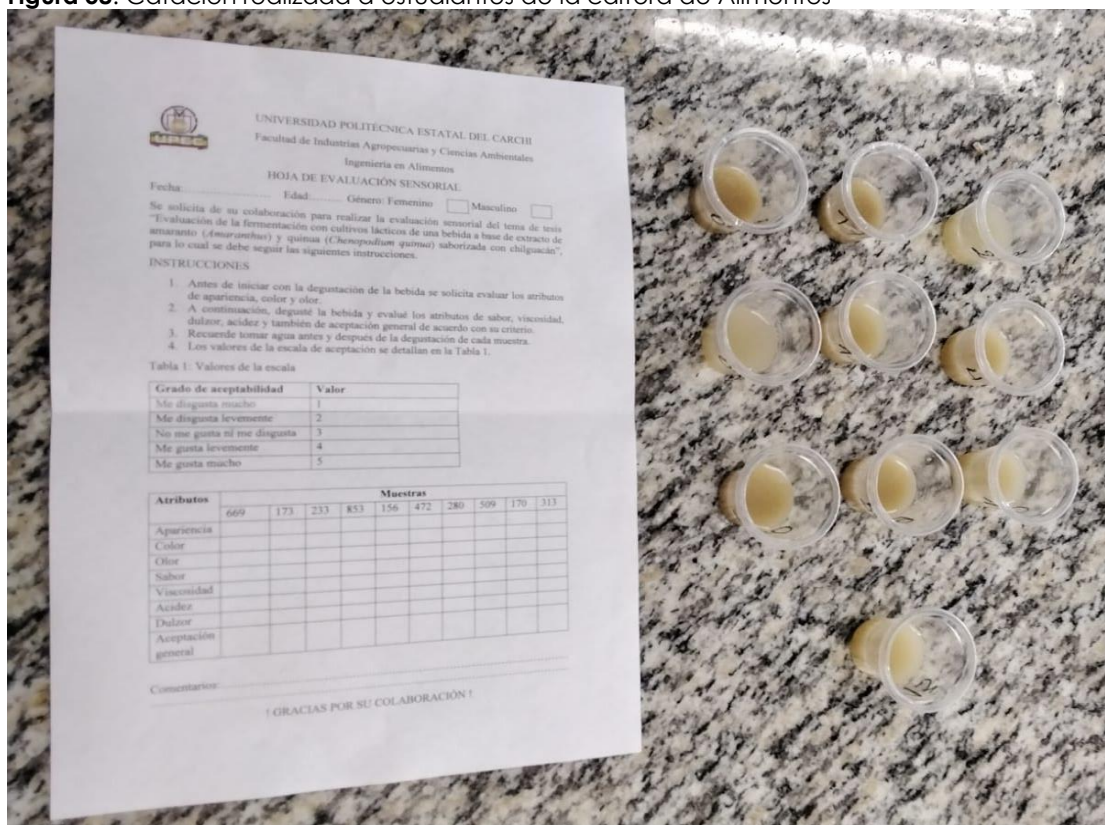


Figura 59. Hoja de la evaluación sensorial

Anexo 4. Hoja de catación de la evaluación sensorial



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Ingeniería en Alimentos

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha:..... Edad:..... Género: Femenino Masculino

Se solicita de su colaboración para realizar la evaluación sensorial del tema de tesis "Evaluación de la fermentación con cultivos lácticos de una bebida a base de extracto de amaranto (*Amaranthus*) y quinua (*Chenopodium quinua*) saborizada con chilguacán", para lo cual se debe seguir las siguientes instrucciones.

INSTRUCCIONES

1. Antes de iniciar con la degustación de la bebida se solicita evaluar los atributos de apariencia, color y olor.
2. A continuación, degusté la bebida y evalué los atributos de sabor, viscosidad, dulzor, acidez y también de aceptación general de acuerdo con su criterio.
3. Recuerde tomar agua antes y después de la degustación de cada muestra.
4. Los valores de la escala de aceptación se detallan en la Tabla 1.

Tabla 22: Valores de la escala para cada atributo.

Grado de aceptabilidad	Valor
Me disgusta mucho	1
Me disgusta levemente	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta levemente	4
Me gusta mucho	5

Atributos	Muestras									
	669	173	233	853	156	472	280	509	170	313
Apariencia										
Color										
Olor										
Sabor										
Viscosidad										
Acidez										
Dulzor										
Aceptación general										

Comentarios.....

.....

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 5. Tablas del análisis sensorial de las 10 formulaciones.

Tabla 23. Valor de las medias para el atributo de apariencia.

Muestra	Casos	Media	E. E
T7	60	4	0,11 A
T8	60	4	0,11 A
T2	60	3,61667	0,11 B
T5	60	3,56667	0,11 B
T3	60	3,56667	0,11 B
T9	60	3,53333	0,11 B
T6	60	3,5	0,11 B
T10	60	3,15	0,11 C
T1	60	3,06667	0,11 C
T4	60	3	0,11 C

Nota: Letras iguales representan diferencia no significativa entre muestras a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 24. Valor de las medias para el atributo de color.

Muestra	Casos	Media	E.E
T7	60	3,83333	0,12 A
T8	60	3,81667	0,12 A
T3	60	3,78333	0,12 A
T6	60	3,7	0,12 A
T9	60	3,61667	0,12 B
T5	60	3,6	0,12 B
T2	60	3,51667	0,12 B
T10	60	3,36667	0,12 C
T4	60	3,1	0,12 C
T1	60	3,1	0,12 C

Nota: Letras iguales representan diferencia no significativa entre muestras a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 25. Valor de las medias para el atributo olor.

Muestra	Casos	Media	E.E
T7	60	3,6	0,12 A
T8	60	3,56667	0,12 A
T2	60	3,53333	0,12 A
T6	60	3,3	0,12 B
T5	60	3,16667	0,12 B
T1	60	3,1	0,12 B
T3	60	3,1	0,12 B
T9	60	3,03333	0,12 B
T10	60	3,03333	0,12 B
T4	60	2,83333	0,12 B

Nota: Letras iguales representan diferencia no significativa entre muestras a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 26. Valor de las medias para el atributo de sabor.

Muestra	Casos	Media	E.E
T7	60	3,83333	0,13 A
T8	60	3,66667	0,13 A
T5	60	3,53333	0,13 A
T2	60	3,43333	0,13 B
T3	60	3,28333	0,13 B
T6	60	3,08333	0,13 B
T1	60	3,05	0,13 B
T10	60	2,91667	0,13 B
T9	60	2,9	0,13 B
T4	60	2,7	0,13 B

Nota: Letras iguales representan diferencia no significativa entre muestras a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 27. Valor de las medias para el atributo de viscosidad.

Muestra	Casos	Media	E.E
T8	60	3,91667	0,10 A
T7	60	3,9	0,10 A
T5	60	3,83333	0,10 A
T2	60	3,75	0,10 A
T6	60	3,71667	0,10 A
T9	60	3,61667	0,10 A
T3	60	3,53333	0,10 A
T1	60	3,51667	0,10 A
T10	60	3,45	0,10 B
T4	60	3,38333	0,10 B

Nota: Letras iguales representan diferencia no significativa entre muestras a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 28. Valor de las medias para el atributo de aceptación general

Tratamiento	Casos	Media	E.E
T7	60	3,97	0,10 A
T8	60	3,95	0,10 A
T5	60	3,61667	0,10 A
T2	60	3,56667	0,10 A
T3	60	3,46667	0,10 B
T6	60	3,43333	0,10 B
T9	60	3,4	0,10 B
T1	60	3,13333	0,10 B
T10	60	3,08333	0,10 B
T4	60	2,98333	0,10 B

Nota: Letras iguales representan diferencia no significativa entre muestras a un nivel de confianza del 95%.

Anexo 6. Resultados de análisis de proteína



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N.º:	24 2022
--------------	------------

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Srta. Maribel Cristina Imbacuan Gonzalez
RUC/Ci:	0402045918
Dirección:	No reporta
Ciudad/Provincia:	Tulcán/Carchi
Teléfono:	099 074 7938
email:	maribel2905.imbacuan@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Bebidas fermentadas a base de amaranto y quinoa			
Tipo de muestra:	Líquida	Descripción:	
Fecha de recepción:	19 de julio de 2022	Número de muestras:	6
Peso/vol. declarado:	1000 ml	Fecha de elaboración/Lote:	No aplica
Tipo de conservación:	N/A	Fecha de Muestreo:	No aplica
Tipo de envase:	Envase de polietileno	Fecha de caducidad:	No aplica

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	19 de julio de 2022
Fecha de entrega informe:	27 de julio de 2022
Código Interno	JL-19-01

Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Método de Ensayo
		m.i	280	509	
Proteína Total	%	2.69	2.79	2.74	AOAC 984.13

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 10 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

Verónica Espinoza Torres

Dra. Verónica Espinoza Torres
Gerente General



Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá. – Ibarra
Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115
e-mail: alfanalitica@outlook.com, alfanalitica.ibarra@gmail.com

Anexo 7. Resultados de análisis de viscosidad



ASSINFILT-RT-22-45

CERTIFICADO DE MEDICIÓN

Muestras:	m.i., 280, 509
Modelo:	NA
Número de Serie:	NA
Descripción:	Muestras orgánicas
Usuario:	Maribel Cristina Imbacuán González
Fecha de Calibración:	19 de Julio de 2022
Realizado por:	Ing. Gustavo Ushiña
Empresa:	Assinfilt. Cia. Ltda.
Temperatura: 23°C ± 2°C / Humedad 60% ±5%	
Equipos Utilizados	
Viscosímetro	Visco QC 300 Serial: 83853401
Husillo	L2 UID: 4032CA92

Se utiliza el método de estabilidad de medición al 80% de esfuerzo con respecto al husillo utilizado.

Lecturas obtenidas

Muestra ID	Husillo	Temperatura de medición (°C)	Viscosidad dinámica (cP)	Incertidumbre (%)
509	L2	20.0	233.8	+/- 1
Mosto inicial	L2	20.0	294.7	+/- 1
280	L2	20.0	227.5	+/- 1

Realizado por:

Gustavo Ushiña
SERVICIO TÉCNICO
ASSINFILT CIA. LTDA.
Teléfonos: 2483-630/2483631
Móvil: 0998537308
Email: serviciotecnico@assinfilt.com.ec

Anexo 8. Ficha técnica para la aplicación de *Lactobacillus Delbrueckii Subs. Bulgaricus* y *Streptococcus salivaricus* subsp. *Thermophilus*.

FICHA TÉCNICA

FERMELAC

1. Descripción

Cultivo láctico termófilo. El cultivo, presenta una composición de:

Lactococcus Delbrueckii Subs. bulgaricus

Streptococcus salivaricus subsp. thermophilus.

El cultivo **DRI SET 438** ha sido especialmente diseñado para la producción de yogurt con sabor típico y alta viscosidad, además de baja post- acidificación.

Condiciones Generales de Fermentación

Temperatura

42° C

Un sobre de 500 LU en 500 litros de leche desengrasada reconstituida al 9% de extracto seco

Rango de inoculación

precalentada a 90 – 95° C por 30 minutos

Tiempo

4 a 5 horas

pH final

4.5 +/- 0.15

2. Aplicaciones

Este cultivo se emplea para la elaboración de leches fermentadas como **YOGUR**.

3. Dosificación

Según sobre a utilizar por presentación.

4. de Empleo

Se recomienda el siguiente procedimiento:

- Lavar y desinfectar las manos.
- Verifique que el sobre se haya mantenido a la temperatura recomendada de almacenamiento, retírelo de la nevera al momento de ser utilizado.
- Sacuda el sobre para juntar el cultivo en el fondo del sobre.
- Antes de abrir el sobre, desinfectar la parte superior con alcohol al 70%.
- Abrir el sobre y adicionar asépticamente el cultivo a la leche, verificando que la leche se encuentre a 42°C.
- Agitar la leche por lo menos 10 minutos para asegurar que el cultivo se disuelve completamente en la leche.

5. Presentación

Cultivo liofilizado para inoculación directa de leche, en empaque de aluminio trilaminado sellado térmicamente

Tamaño de Envase

Sobre 50U/ 50 Litros.

6. Almacenamiento

Se debe mantener a una temperatura de - 30 °C.

7. Vida Útil

Al mantener la temperatura recomendada, este producto tiene una fecha de vencimiento de 1 año.

8. Certificado de Calidad

Certificado Kosher.

9. Servicio Técnico

Técnicos especializados que le brindaran el apoyo y las herramientas necesarias para una mejor aplicación y uso de nuestros productos.

Contáctenos

Distribuido para Ecuador por AGROALIMENTAR.





L. casei 431

Información de Producto

Versión: 10 PI EU ES 06-01-2021

Descripción

Cultivo termófilo ácido láctico.

El cultivo es una cepa simple definida y tiene una larga historia de uso seguro. Documentación clínica sobre posibles beneficios para la salud están disponibles bajo requerimiento. L. casei 431® es una marca registrada de Chr. Hansen. L. casei 431® es también conocido como CRL-431.

Composición del cultivo:

Lactobacillus paracasei

No Material:	703059	Color:	Blanco a ligeramente rojizo o marrón
Tamaño:	10X200 g	Formato:	FD-DVS
Tipo:	Sobre (s) en caja	Aspecto Físico:	Granulado

Almacenaje y manipulación

< -18 °C / < 0 °F

Vida útil

Como mínimo 24 meses desde la fecha de fabricación cuando se almacena siguiendo las recomendaciones.

Aplicación

Uso

El cultivo es utilizado en la producción de productos lácteos probióticos. El cultivo puede ser utilizado sólo o en combinación con otros cultivos de ácido láctico, como Bifidobacterium, L. acidophilus, Streptococcus thermophilus y cultivos de yogur.

Una evaluación de riesgos APPCC ha sido desarrollado para productos lácteos fermentados. Para otras aplicaciones debe realizarse una evaluación de riesgos antes de que el producto salga a la venta ya que los riesgos de seguridad alimentaria pueden diferir de los riesgos asociados a los productos fermentados.

Dosis recomendada

Se recomienda que el cultivo sea inoculado de acuerdo con la velocidad de acidificación deseada y el recuento de células deseado en el producto final. Este puede estar influido por la interacción con otras cepas/cultivos además de otros parámetros como la leche base, la temperatura de fermentación y tiempo de fermentación. El recuento en el producto final puede también estar afectado por el pH, temperatura de almacenamiento y caducidad.

Directivas para su uso

Sacar el cultivo del congelador justo antes de su utilización. No descongelar. Desinfectar el envase antes de abrir. Abrir el sobre y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado mientras se agita suavemente. Agitar la mezcla durante 10-15 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente. La temperatura recomendada de incubación depende de la aplicación en la que se va a utilizar el cultivo. Para más información sobre aplicaciones específicas, por favor, consulte nuestros catálogos técnicos y recetas recomendadas.

www.chr-hansen.com

Página: 1 (4)

La información aquí recogida es, según nuestro leal saber y entender, veraz y exacta y el producto (o productos) que aquí se menciona(n) no viola(n) derechos de propiedad intelectual de terceros. El producto (o productos) puede(n) estar protegido(s) por patentes concedidas o en tramitación, marcas registradas o no registradas o por derechos de propiedad intelectual similares. Todos los derechos reservados.

L. casei 431

Información de Producto

Versión: 10 PI EU ES 06-01-2021

Información adicional sobre uso

En condiciones de temperaturas de almacenamiento aceleradas y altos niveles de ácido málico, las bacterias heterofermentativas facultativas como *L. paracasei* son capaces de producir gas. Además, esta especie es capaz de degradar algunos colorantes alimentarios sintéticos (colorantes azoicos) que pueden provocar la decoloración del producto, especialmente a temperaturas de almacenamiento elevadas.

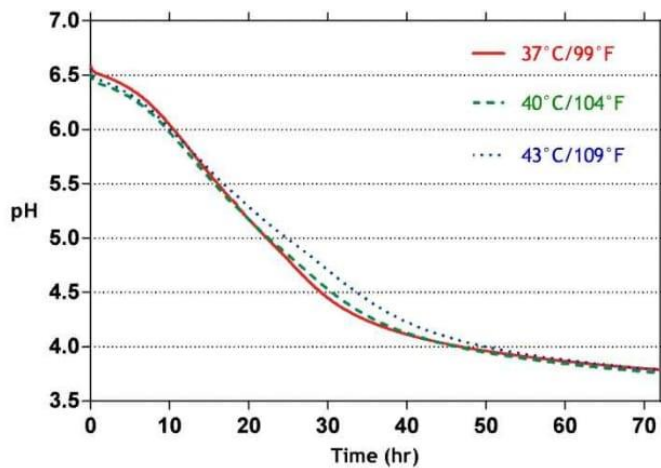
Por favor, consulte con su representante local de Chr. Hansen por la intención específica de utilizar este cultivo en productos con preparaciones de frutas añadidas que contienen altos niveles de ácido málico como cereza ácida y ruibarbo y/o en productos con colorantes alimentario sintético (colorante azoico) añadidos.

Gama

L.casei-431® está disponible en forma congelada y liofilizada.

Información técnica

Curva de acidificación



Condiciones de fermentación:

Leche desnatada reconstituida (14 %) con la adición de 4 % de glucosa

(90°C, 60 minutos)

Inoculación: 0.005 %

Métodos analíticos

Los métodos de referencia y analíticos están disponibles bajo petición.

Información dietética

Kosher:	Kosher Lácteo exclu. Pascua
Halal:	Certificado
VLOG:	Conforme

Legislación

www.chr-hansen.com

La información aquí recogida es, según nuestro leal saber y entender, veraz y exacta y el producto (o productos) que aquí se menciona(n) no viola(n) derechos de propiedad intelectual de terceros. El producto (o productos) puede(n) estar protegido(s) por patentes concedidas o en tramitación, marcas registradas o no registradas o por derechos de propiedad intelectual similares. Todos los derechos reservados.

L. casei 431

Información de Producto

Versión: 10 PI EU ES 06-01-2021

Chr. Hansen cumple con los requerimientos generales de seguridad alimentaria establecidos por el Reglamento 178/2002/EC. Las bacterias ácido lácticas son reconocidas de forma general como seguras y pueden ser utilizadas en alimentos, sin embargo, para aplicaciones específicas recomendamos que consulte la legislación nacional.

El producto está destinado a ser utilizado en alimentos.

Seguridad alimentaria

No existe garantía de seguridad alimentaria implícita para aplicaciones de este producto distintas de las indicadas en la sección de utilización. Si desea utilizar este producto en otra aplicación por favor, contacte con su representante de Chr. Hansen para solicitar ayuda.

Etiquetado

Etiquetado recomendado "cultivo ácido láctico" o "cultivo iniciador", sin embargo, la legislación puede variar. Por favor, consulte la legislación local.

El etiquetado con el nombre de las cepas probióticas es posible previo acuerdo de utilización de marca registrada. Por favor, consulte con su representante local para más información.

Marcas comerciales

Los nombres de productos, nombres de conceptos, logotipos, marcas y otras marcas comerciales mencionadas en este documento, figuren o no en mayúsculas, en negrita o con el símbolo ® o TM, son propiedad de Chr. Hansen A/S o de una filial de la misma o utilizados bajo licencia. Las marcas registradas que aparecen en este documento pueden no estar registradas en su país, aunque estén marcadas con un ®.

Servicio técnico

Personal de los Laboratorios de Aplicación y Desarrollo de Productos de Chr Hansen están a su disposición si necesita más información.

Información GMO

De acuerdo con la legislación de la Unión Europea mencionada a continuación, podemos informar que:

L. casei 431 no es un alimento GM (modificado genéticamente) *.

No contiene o consiste en OGM y no se produce a partir de OGM de acuerdo con el Reglamento 1829/2003 * sobre alimentos y piensos modificados genéticamente.

Como tal, el etiquetado GM no es requerido para L. casei 431 o el alimento que se utiliza para producir **. Además, el producto no contiene ninguna materia prima con la etiqueta GM.

* Reglamento (CE) nº 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2003, sobre alimentos y piensos modificados genéticamente.

** Reglamento (CE) nº 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2003, relativo a la trazabilidad y el etiquetado de organismos modificados genéticamente y la trazabilidad de alimentos y piensos producidos a partir de organismos modificados genéticamente y por la que se modifica la Directiva 2001/18/CE.

Por favor, tenga en cuenta que la información que se presenta aquí no implica que el producto pueda ser utilizado o esté certificado externamente para ser utilizado en alimentos o piensos etiquetados como "orgánicos o ecológicos" o "libres de OGM". Los requisitos para hacer estas declaraciones varían según el país, contactenos para obtener más información.
