

**Evaluación de las Propiedades Fisicoquímicas de una Bebida Fermentada Utilizando Lactosuero Comercial y Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Cultivada en Cundinamarca**

Daniel Felipe Cañón Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI  
Programa de Ingeniería de Alimentos

2022

**Evaluación de las Propiedades Fisicoquímicas de una Bebida Fermentada Utilizando Lactosuero Comercial y Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Cultivada en Cundinamarca**

Daniel Felipe Cañón Rodríguez

Proyecto de investigación presentado como requisito para optar al título de:  
Ingeniero de Alimentos

Director (a):

MSc. Ruth Mary Benavides Guevara

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI  
Programa de Ingeniería de Alimentos

2022

### **Dedicatoria**

*Dedicado a mis padres Héctor y Nancy, en quienes siempre he encontrado un apoyo incondicional para seguir adelante y luchar para alcanzar mis sueños, de quienes aprendí el valor del tiempo, el trabajo y la excelencia.*

## **Agradecimientos**

Al finalizar habiendo llevado a buen término este proyecto, agradezco a Dios y a la vida por permitirme alcanzar este objetivo, por las experiencias vividas en el proceso y los conocimientos adquiridos durante este camino.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la docente MSc. Ruth Mary Benavides por el invaluable apoyo, orientación, tiempo dedicado, motivación y conocimientos impartidos como directora de tesis en la construcción de este proyecto, a la docente MSc. Ibeth Rodríguez González por el apoyo y valiosos aportes a lo largo de este proceso.

Agradezco al equipo de docentes del Macroproyecto ECBTIPIE202020, Convocatoria Interna UNAD en alianza con el Tecnoparque SENA - nodo Pereira por el apoyo en el desarrollo de la investigación, al grupo de investigación GIEPRONAL y al semillero de investigación CITECAL por permitirme hacer parte de este proyecto y el acompañamiento durante el desarrollo de este.

Agradezco finalmente, a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por brindar y facilitar los recursos, espacios y medios necesarios para el desarrollo de este proyecto de investigación, agradezco así mismo a los docentes de la Cadena de Formación en Alimentos por los aportes y conocimientos compartidos a través de este proceso de aprendizaje y formación profesional.

## Resumen

El objetivo del proyecto fue evaluar las propiedades fisicoquímicas de una bebida fermentada utilizando lactosuero dulce comercial, harina de quinua cultivada en Cundinamarca y cultivo láctico comercial mixto (Lyofast YAB 452 BB). Se estudió en ensayos preliminares diferentes formulaciones y condiciones del proceso para la elaboración de la bebida. Posterior, se planteó para el tratamiento definitivo, evaluar tres formulaciones con diferentes niveles de inclusión de extracto de quinua: F1 (0%), F2 (5%) y F3 (10%), al pasar las 4 horas y 30 minutos de fermentación se evidenció incremento de acidez F3: 0,850%, F2: 0,769% y F1: 0,741% y disminución del pH F3: 4,407, F2: 4,580 y F1: 4,653, dichos datos concuerda con una curva típica de fermentación, adicional se evaluó el contenido proteico al identificar diferencias entre F1: 3,20% y F3: 3,345%, F2: 3,350%, respecto a los resultados microbiológicos cumplen con la normatividad vigente NTC 805. Las tres formulaciones se sometieron a análisis sensorial afectivo conformado por 28 jueces, empleando la escala hedónica de 5 niveles, se encontró que la formulación F2 obtuvo una valoración superior que la formulación F1 y F3. Posterior, se determina las características fisicoquímicas de la bebida seleccionada por los consumidores F2 al encontrar carbohidratos (13,62%), cenizas (0,72%), grasa total (2,00%), humedad (80,51%), proteína (3,35%), y sólidos solubles (19,49%). Finalmente se evaluó las propiedades fisicoquímicas y el recuento de bacterias ácido-lácticas viables para determinar la estabilidad de la bebida durante 21 días, al mostrar características favorables a través del tiempo. Este trabajo promueve el uso del lactosuero y la oportunidad del uso del pseudocereal, incentivando el consumo e inclusión en productos típicos de la región.

**Palabras claves:** Fermentación ácido láctica, bebida fermentada, quinua, lactosuero

### Abstract

The objective of the project was to evaluate the physicochemical properties of a fermented beverage using commercial sweet whey, quinoa flour grown in Cundinamarca, and mixed commercial lactic culture (Lyofast YAB 452 BB). Different formulations and process conditions for the preparation of the beverage were studied in preliminary trials. Subsequently, it was proposed for the definitive treatment, to evaluate three formulations with different levels of inclusion of quinoa extract: F1 (0%), F2 (5%), and F3 (10%), after 4 hours and 30 minutes of fermentation. Increased acidity F3: 0.850%, F2: 0.769%, and F1: 0.741% and decreased pH F3: 4.407, F2: 4.580, and F1: 4.653 were evidenced, these data agree with a typical fermentation curve, additionally was evaluated the protein content when identifying differences between F1: 3.20% and F3: 3.345%, F2: 3.350%, regarding the microbiological results, comply with the current regulations NTC 805. The three formulations underwent affective sensory analysis made up of 28 judges, using the scale hedonic of 5 levels, it was found that formulation F2 obtained a higher rating than formulation F1 and F3. Subsequently, the physicochemical characteristics of the beverage selected by consumers F2 are determined by finding carbohydrates (13.62%), ashes (0.72%), total fat (2.00%), moisture (80.51%), protein (3.35%), and soluble solids (19.49%). Finally, the physicochemical properties and the count of viable lactic acid bacteria were evaluated to determine the stability of the drink for 21 days, showing favorable characteristics over time. This work promotes the use of whey and the opportunity to use pseudocereals, encouraging consumption and inclusion in typical products of the region.

**Keywords:** Lactic acid fermentation, fermented beverage, quinoa, whey

## Contenido

Lista de figuras	11
Lista de tablas	12
Introducción	14
Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Marco Referencial	17
Generalidades de la quinua	17
Morfología del grano de quinua	17
Clasificación taxonómica	18
Composición de la quinua	19
Proteína	20
Carbohidratos	21
Fibra dietaría	22
Lípidos	23
Vitaminas	24
Minerales	25
El cultivo de la quinua en Colombia	25
Harina de quinua	26
El lactosuero	27

	8
Composición del lactosuero dulce	28
Aprovechamiento del lactosuero	30
Fermentación ácido-láctica	31
Ácido láctico.	34
Bacterias ácido-lácticas (BAL)	34
Probióticos	36
Cultivos comerciales	38
Bebidas vegetales	39
Bebidas fermentadas	42
Antecedentes de bebidas fermentadas	43
Materiales y metodología	48
Materias Primas	48
Elaboración de la bebida fermentada	48
Diseño experimental para la bebida fermentada	50
Ensayos preliminares	51
Extracto de quinua	51
Ensayos preliminares de las bebidas fermentadas	52
Elaboración final de la bebida fermentada	53
Evaluación de las características fisicoquímicas de la bebida fermentada	56
Tabla nutricional de la bebida fermentada	57
Determinación de las propiedades microbiológicas	57



Evaluación sensorial de la bebida fermentada	58
Análisis estadístico de la evaluación sensorial	58
Elaboración de la pulpa de mango	59
Evaluación de la cinética de fermentación de la bebida fermentada	61
Evaluación de la estabilidad de la bebida fermentada durante a través del tiempo	61
Resultados y Discusión	62
Caracterización de las materias primas	62
Ensayos preliminares	63
Obtención del extracto de quinua	63
Elaboración de las bebidas fermentadas	64
Fermentación de las bebidas	66
Cinética de fermentación de las formulaciones finales	66
Recuento de bacterias ácido-lácticas	70
Análisis de proteína de las bebidas fermentadas	71
Propiedades microbiológicas de las bebidas fermentadas	72
Evaluación sensorial de la bebida fermentada	72
Análisis proximal de la bebida seleccionada	75
Tabla nutricional de la bebida seleccionada	77
Estabilidad de las bebidas fermentadas	78
Recuento de bacterias ácido lácticas	80
Conclusiones	86

	10
Recomendaciones	88
Referencias Bibliográficas	89
Anexos	106
Anexo 1. Ficha técnica lactosuero dulce en polvo	106
Anexo 2. Ficha técnica cultivo comercial mixto	108
Anexo 3. Encuesta para el análisis sensorial de las bebidas fermentadas	111
Anexo 4. Análisis estadístico de la acidez titulable durante la fermentación	112
Anexo 5. Análisis estadístico del pH durante la fermentación	114
Anexo 6. Análisis estadístico del contenido de sólidos solubles durante la fermentación	116
Anexo 7. Análisis estadístico del contenido de proteína de las formulaciones	118
Anexo 8. Análisis estadístico de la evaluación sensorial	119
Anexo 9. Análisis estadístico de la acidez titulable durante el tiempo	120
Anexo 11. Análisis estadístico del contenido de sólidos solubles durante el tiempo	122
Anexo 12. Análisis estadístico de la viscosidad durante el tiempo	123
Anexo 13. Análisis estadístico de la sinéresis durante el tiempo	124
Anexo 14. Análisis estadístico de la evaluación sensorial día 0	125
Anexo 15. Análisis estadístico de la evaluación sensorial día 14	126
Anexo 16. Análisis estadístico de la evaluación sensorial día 21	127

## Lista de figuras

Figura 1. Anatomía del grano de quinua	18
Figura 2. Clasificación taxonómica del grano de quinua	18
Figura 3. Fermentación homoláctica	32
Figura 4. Diagrama de proceso de elaboración de la bebida fermentada	48
Figura 5. Ensayo preliminar 1 para la obtención del extracto de quinua	51
Figura 6. Ensayo preliminar 2 para la obtención del extracto de quinua	52
Figura 7. Diagrama de proceso para la elaboración de la bebida fermentada	54
Figura 8. Diagrama de proceso para la obtención de pulpa de mango pasteurizada	59
Figura 9. Curva de acidez titulable	67
Figura 10. Curva de pH durante la fermentación de las bebidas	68
Figura 11. Curva de contenido de sólidos solubles durante la fermentación	69
Figura 12. Resultados del contenido de proteína	71
Figura 13. Evaluación sensorial de la bebida fermentada	73
Figura 14. Intención de compra de la bebida fermentada	74
Figura 15. Evaluación sensorial de la bebida fermentada día 0	81
Figura 16. Evaluación sensorial de la bebida fermentada tras 14 días	82
Figura 17. Evaluación sensorial de la bebida fermentada tras 21 días	83
Figura 18. Intención de compra de la bebida fermentada día 21	85

## Lista de tablas

Tabla 1. Valores máximos y mínimos de la composición del grano de quinua	20
Tabla 2. Contenido de aminoácidos de la quinua	21
Tabla 3. Perfil de ácidos grasos de la quinua	24
Tabla 4. Concentración de vitaminas de la quinua	24
Tabla 5. Contenido de minerales de la quinua	25
Tabla 6. Composición del lactosuero dulce	28
Tabla 7. Contenido de aminoácidos esenciales del lactosuero	29
Tabla 8. Contenido de vitaminas del lactosuero	29
Tabla 9. Composición de bebidas vegetales comercializadas	40
Tabla 10. Bebidas fermentadas con inclusión de quinua	46
Tabla 11. Etapas del proceso de elaboración de la bebida fermentada	49
Tabla 12. Diseño experimental	51
Tabla 13. Ensayo preliminar 1	52
Tabla 14. Ensayo preliminar 2	53
Tabla 15. Formulaciones finales de las bebidas fermentadas	53
Tabla 16. Etapas del proceso de elaboración de la bebida fermentada	55
Tabla 17. Métodos para las propiedades fisicoquímicas de la bebida fermentada	56
Tabla 18. Metodología empleada para las propiedades microbiológicas de la bebida fermentada	57
Tabla 19. Escala hedónica de 5 puntos	58
Tabla 20. Etapas del proceso de elaboración de la pulpa de mango pasteurizada	60
Tabla 21. Caracterización fisicoquímica de la leche en polvo reconstituida y el lactosuero	62
Tabla 22. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mango	62
Tabla 23. Caracterización fisicoquímica de la quinua	63

Tabla 24. Características fisicoquímicas del ensayo preliminar 1	64
Tabla 25. Características fisicoquímicas del ensayo preliminar 2	65
Tabla 26. Recuento de bacterias ácido lácticas durante la fermentación de las bebidas	70
Tabla 27. Caracterización microbiológica de la bebida fermentada	72
Tabla 28. Análisis proximal del mejor tratamiento	75
Tabla 29. Tabla nutricional de la bebida fermentada	77
Tabla 30. Características fisicoquímicas de las bebidas a través del tiempo	78

## Introducción

El cultivo de la quinua ha presentado a través de los últimos años un importante crecimiento, esto gracias a su capacidad de adaptabilidad ante condiciones adversas de clima y suelo, y la alta calidad de su composición nutricional (FAO, 2011). Sin embargo, en Colombia, el cultivo de quinua ha estado condicionado a la falta de una visión integral de este pseudocereal sumado a la ausencia de cultura de consumo, debido a la falta de promoción del cultivo y el consumo comercial de la quinua, por el desconocimiento de sus cualidades y propiedades; ocasionando que quienes producen, transforman y comercializan la quinua obtengan una baja ganancia económica por la ausencia de una cadena productiva que les permita coordinar sus actividades y disminuir costos (Montoya et al., 2005). Sumado a esto, el manejo de tecnología poscosecha que permita el aprovechamiento integral de la quinua y dar un valor agregado al producto es escaso, además, el desconocimiento de mercados potenciales conlleva a ofrecer únicamente los productos tradicionales, ignorando algunas propiedades y usos potenciales que podrían generar nuevas aplicaciones que permitan su aprovechamiento industrial integral (Montoya et al., 2005).

De hecho, la producción nacional de quinua en Colombia, se distribuyen de la siguiente manera; Cauca 46%, Nariño 25%, Boyacá 8% y Cundinamarca 3% (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018), considerando lo anterior, es evidente la necesidad de realizar un aprovechamiento integral del grano que permita incentivar y promover la producción como una alternativa de desarrollo, especialmente en regiones cuya participación en el mercado es inferior.

La harina de quinua es uno de los principales subproductos de este grano y es reconocida por su potencial nutricional, resulta de gran interés el aprovechamiento de la harina originaria del departamento de Cundinamarca mediante la inclusión en la formulación de diversos productos alimenticios, debido a que existen pocos reportes que refuercen su consumo.

Por otro lado, este proyecto promueve el uso del lactosuero, subproducto considerado como residuo agroindustrial que se denomina como fuente de contaminación directa de los recursos naturales de la región, al existir la necesidad de crear nuevas alternativas de aplicaciones tecnológicas para la elaboración de productos alimenticios que valoren dichos subproductos por su impacto ambiental, económico y productivo (Cury et al., 2017).

Esta propuesta está acorde con los objetivos del PAED de Cundinamarca. De acuerdo al plan de desarrollo departamental de Cundinamarca 2016-2020 (PAED), en el programa de innovación verde, se buscan estrategias para la producción sostenible y la disminución de costos por contaminación, en Cundinamarca, a través de “Fomentar la investigación, desarrollo tecnológico y la innovación en atención a las vocaciones y potencialidades de las provincias Cundinamarquesas como mecanismo para promover, apropiar y difundir el conocimiento especializado como soporte del desarrollo sostenible”.

Finalmente, el desarrollo de la bebida fermentada, busca aprovechar el potencial nutricional de la quinua de la región Subachoque Cundinamarca y lactosuero dulce comercial, que permita un producto nutritivo e hidratante, al ofrecer un alimento similar al yogurt a las comunidades o familias que no cuenten con fuentes económicas viables para adquirir alimentos ricos en proteína, y promover la seguridad alimentaria de las poblaciones, e incentivar el desarrollo social y económico en torno al fortalecimiento de la cadena productiva de quinua en Cundinamarca.

Este proyecto se deriva del Macroproyecto ECBTIPIE202020, Convocatoria Interna UNAD en alianza con el Tecnoparque SENA - nodo Pereira, proyecto que busca fortalecer y consolidar el programa de ingeniería de alimentos de la universidad.

## Objetivos

### Objetivo general

Evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una bebida fermentada utilizando lactosuero dulce comercial y harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivada en Cundinamarca.

### Objetivos específicos

Evaluar la cinética de fermentación para la estandarización de la bebida fermentada.

Estudiar el efecto de la fermentación ácido láctica en las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida.

Establecer la estabilidad de la bebida fermentada a través de las características fisicoquímicas durante su almacenamiento.



## Marco Referencial

### Generalidades de la quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un pseudocereal originario de la región andina sudamericana que ha sido cultivada desde la antigüedad por diversas culturas prehispánicas para las cuales era su alimento principal (FAO, 2011). Hoy en día el cultivo de la quinua se ha extendido a más de 70 países alrededor del mundo; la quinua posee un gran potencial, siendo reconocida por la Organización de las Naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO como uno de los cultivos promisorios de la humanidad (Egea et al., 2015), constituyéndose como una importante alternativa para dar solución a los graves problemas de nutrición humana, esto debido a su amplia variabilidad genética, su capacidad de adaptabilidad a condiciones adversas de clima y suelo, la alta calidad de su composición nutricional representada en su contenido de aminoácidos esenciales constituyéndose un alimento funcional e ideal para el organismo, además del bajo costo asociado a su producción (FAO, 2011; FAO, 2016).

### Morfología del grano de quinua

El tamaño del grano de quina puede variar entre 1,5 y 2,5 mm de diámetro, esto, dependiendo de su variedad. El color de los granos depende del color del pericarpio y de la episperma; existen granos de quinua de color crema, plomo, amarillo, rosado, rojo y morado (León & Rosell, 2007). Sin embargo, una vez beneficiados los granos pierden su coloración inicial (Bergesse et al., 2015).

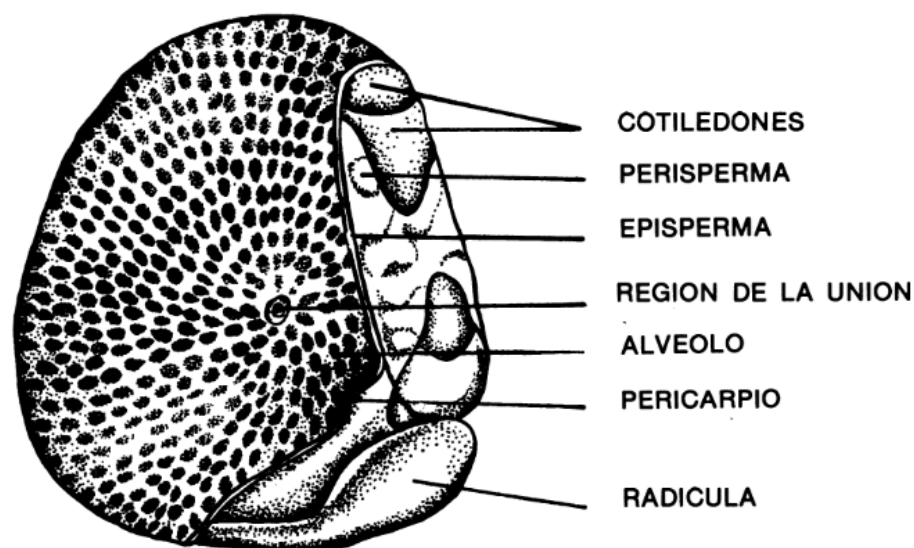
El grano de quinua presenta tres componentes bien definidos, estos son el embrión, el episperma y el perisperma (Bergesse et al., 2015). Según Valdez (1995), los principales componentes del embrión son la radícula y los cotiledones, constituye cerca del 30 % del volumen total de la semilla, en este se encuentra la mayor cantidad de proteína y envuelve al perisperma como un anillo. En el embrión y en el endospermo del grano de quinua se

encuentra principalmente la proteína. El pericarpio se encuentra adherido al grano, presenta alvéolos los cuales pueden separarse fácilmente en algunas variedades. Adheridas al pericarpio se encuentran las saponinas, estas confieren el sabor amargo característico a la quinua, el grano está envuelta por la episperma en forma de una membrana delgada, se encuentra constituido principalmente por almidón (Bergesse et al., 2015; Padron et al., 2014; Prego et al., 1998; Jiménez de Erramouspe et al., 2010)

A continuación, se señalan los principales componentes del grano de quinua mencionados anteriormente:

### Figura 1.

*Anatomía del grano de quinua*



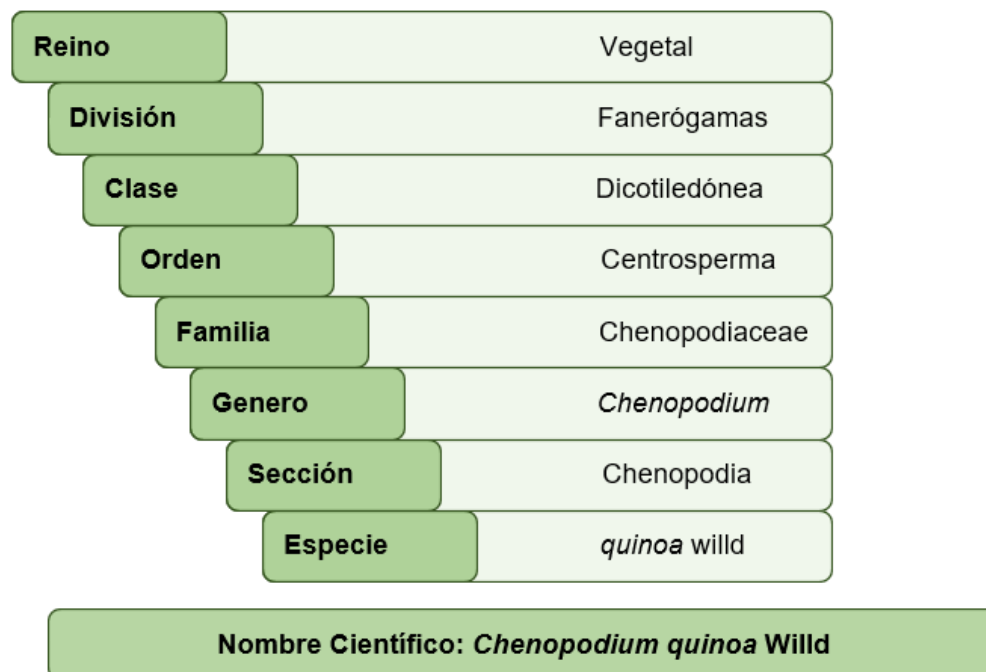
Fuente: (Tapia et al., 1979).

### Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la quinua, según Mujica et al., (2001), se presenta en la siguiente figura:

### Figura 2.

*Clasificación taxonómica del grano de quinua*



Fuente: Propia

### Composición de la quinua

Según la FAO (2011), la quinua es una planta dicotiledónea con excelente fuente de macronutrientes, alto contenido de aminoácidos esenciales, lo que difiere de los cereales comunes. De acuerdo con lo mencionado por Campos & Ponce (2017) y Repo-Carrasco et al. (2003), esta matriz vegetal es una buena fuente de vitaminas, minerales y compuestos fenólicos que aportan capacidad antioxidante capaz de prevenir enfermedades como cáncer, alergias, enfermedades inflamatorias y cardiovasculares.

El grano de quinua es rico en almidón, puede contener entre 52 y 60% del peso total del grano (Barraza et al., 2016), el almidón de quinua tiene una alta capacidad de retención de agua, alto poder de hinchamiento, alta susceptibilidad enzimática y una excelente estabilidad bajo congelación, así como bajo nivel de retrogradación, aspectos que podrían ofrecer una alternativa interesante para sustituir almidones modificados, el almidón tiene posibilidades

especiales de uso en la industria debido al pequeño tamaño del gránulo (Chilo, 2020; Valcárcel & Lannes, 2012)

La composición de la quinua, según Junge et al., (1975) varía de acuerdo con la variedad, lugar de siembra y otros factores que pueden influir, su composición se describe en la tabla 1 con valores mínimos y máximos.

**Tabla 1.**

*Valores máximos y mínimos de la composición del grano de quinua*

<b>Componente</b>	<b>Valor mínimo (%)</b>	<b>Valor máximo (%)</b>
Proteína	11	21,3
Grasa	5,3	8,4
Cenizas	3,0	3,6
Carbohidratos	53,3	74,3
Humedad	9,4	13,4
Fibra	2,1	4,9

Fuente: (Junge et al., 1975).

### **Proteína**

El contenido de proteína de la quinua varía entre 11 y 21,3% dependiendo de la variedad, su contenido de proteínas es alto ya que el embrión constituye una gran parte de la semilla. El alto valor nutricional de la quinua se encuentra dado principalmente por su balance aminoacídico, es decir, el elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, los cuales se describen en la tabla 2, la quinua contiene 16 aminoácidos, 10 de los cuales son esenciales: histidina, fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, valina y arginina, debiendo ser aportados por la dieta (Rivera, 2006).

La quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO. Al comparar el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua con los del trigo, cebada y soya, el de la quinua es

superior llegando a comparándose favorablemente con la proteína de la leche, señala (Risi, 1991). En la tabla 2 se describe la composición de aminoácidos de la quinua según lo reportado por Luque et al. (2019).

**Tabla 2.**

*Contenido de aminoácidos de la quinua*

<b>Aminoácidos</b>	<b>Valor (mg/100 g de quinua)</b>
Ácido aspártico	74,4
Ácido glutámico	198,2
Serina	209,3
Histidina	82,9
Glicina	289,2
Treonina	41,6
Arginina	295,3
Alanina	86,9
Tirosina	54,1
Cisteína	0
Valina	115,6
Metionina	9,2
Fenilalanina	66,9
Isoleucina	52,2
Leucina	113,8
Lisina	118,4

Fuente: (Luque et al., 2019)

Se considera que en 100 g de quinua contienen casi el quintuple de lisina y el doble que isoleucina, metionina, treonina y valina, en comparación con 100 g de trigo (FAO, 2011).

### **Carbohidratos**

Los carbohidratos son los principales constituyentes de los cereales y granos andinos, el contenido de carbohidratos presentes en la quinua varía entre 53,3 y 74,3%, estos se distribuyen entre almidón, azúcares reductores y no reductores y fibra dietaria. Los hidratos de

carbono de la quinua están representados entre el 58 a 68 % de almidón y un 6.2% azúcares libres distribuidos como 1,70% de glucosa, 0,20% de fructosa, 2,90% de sacarosa y 1,40% de maltosa, de acuerdo con lo mencionado por Díaz et al., (2013) y Vega et al., (2010).

El almidón es el carbohidrato más importante en los cereales y pseudocereales, constituye aproximadamente entre el 60 y 70 % de materia seca, en la quinua el contenido de almidón oscila entre el 58,1 y 64,2 % (Reyes et al., 2006). El almidón está formado por dos biopolímeros: amilosa y amilopectina, estas moléculas son las responsables de las propiedades físicas de los diferentes almidones (IICA, 2015). El gránulo del almidón tiene forma poligonal su tamaño oscila entre 0,6 y 2,0  $\mu\text{m}$ , siendo más pequeño en comparación a los cereales comunes, son principalmente cristalinos e insolubles en agua a temperatura ambiente. El almidón se encuentra localizado en el perisperma en cantidades individuales o agregados compuestos de forma esférica generalmente, su tamaño varía entre 16 y 34  $\mu\text{m}$ . El contenido de amilosa es 20% aproximadamente, según la variedad de quinua, mientras que la estructura molecular de la amilopectina es muy parecida a la del almidón céreo, con un grado de cristalinidad de 35 % aproximadamente (Salcedo et al., 2014; Vega et al., 2010)

Los azúcares de la quinua son en su mayoría maltosa, D-galactosa y D-ribosa, el contenido de fructosa y glucosa es baja (Abugoch, 2009).

### ***Fibra dietaría***

La quinua contiene entre 2,1 y 4,9% de fibra dietaría, Chilo (2020) señala que la fibra dietaría es reconocida como un componente en los alimentos con capacidad de disminuir los niveles de glucosa y colesterol en la sangre, disminuir el riesgo de padecer enfermedades del corazón, reducir el estreñimiento y eliminar toxinas o residuos que puedan afectar el organismo, por lo cual se recomienda consumir entre 20 y 30 g/día. Respecto al contenido de fibra dietética total es similar a la de los cereales, como el trigo, el contenido de fibra soluble es superior, este oscila entre 1,3 - 6,1 g/100 g de materia comestible (Repo Carrasco Valencia & Serna, 2011; Tapia et al., 1979; Vilcacundo & Hernández-Ledesma, 2017).

La fermentación y digestibilidad de la fibra dietaría depende de su composición química y su estructura. Uno de los componentes mayoritarios de fibra en la quinua es la celulosa, con un valor promedio de 50,86% del total de fibra dietaría. Este componente es de vital importancia en la alimentación debido a su insolubilidad, esto estimula los movimientos peristálticos del intestino influyendo en el tránsito de los alimentos. La hemicelulosa es un compuesto de importancia, esta es polisacárido de estructura compleja, menos rígida que la celulosa, está compuesta por elementos solubles como la hemicelulosa B, heteroglucano que contiene más de una clase de monosacáridos o ácidos urónicos (galacturónico, glucurónico y manurónico), contenida en algunas variedades de quinua hasta en un 3,34%. En la fibra dietaría de la quinua se encuentran también galactanas, en concentraciones hasta de 0,01%; así mismo, sustancias pécticas que le confieren al grano mayor resistencia a la ruptura, las cuales pueden ayudar en la reducción del colesterol sanguíneo y aportar otras propiedades benéficas como la capacidad de intercambio catiónico, la sensibilidad a la fermentación, la inhibición de enzimas digestivas y capacidad antioxidante (Repo & Serna, 2011)

### **Lípidos**

La quinua presenta valores importantes de ácidos grasos poliinsaturados de la serie omega 6 y omega 3, en la composición de ácidos grasos de la quinua se destaca el ácido linoleico (C18:2) ya que representa aproximadamente el 50% del total de ácidos grasos, el contenido de ácido linolénico (C18:3) es aproximadamente 17% (Harari & Orecchia, 2009).. Estos ácidos grasos son considerados esenciales ya que el organismo humano no tiene capacidad para sintetizarlos por lo tanto deben ser consumidos en la dieta habitual, la importancia de estos ácidos grasos reside en la capacidad que poseen de reducir los niveles plasmáticos de colesterol y además poseen efectos anti trombogénicos (Bergesse et al., 2015). Este grano presenta 16% de ácido oleico, este es capaz de reducir el nivel plasmático de colesterol LDL, sin afectar la fracción HDL. (Bonamino et al., 2009; Bergesse et al., 2015). En la tabla 3 se describe el contenido de ácidos grasos de la quinua.

**Tabla 3.***Perfil de ácidos grasos de la quinua*

<b>Ácidos grasos</b>	<b>Contenido (%)</b>
Ácido Mirístico (C14:0)	0,2
Ácido Palmítico (16:0)	10,9
Ácido Esteárico (C18:0)	0,8
Ácido Oleico (C18:1)	16,3
Ácido Linoleico (C18:2)	47,8
Ácido Linolénico (C18:3)	17,1
Ácido Behémico (C 20:0)	1,8
Ácido Araquidónico (20:4)	0,6
Ácido Erúcico (22:1)	2,2
Ácido Lignocérico (24:0)	0,4

Fuente: (Harari y Orecchia, 2009; Bonamino et al., 2009).

**Vitaminas**

Según Byong, (2000), el contenido de tiamina y riboflavina en la quinua es similar al de los cereales comunes, la quinua parece ser una de las mejores fuentes de vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol). El contenido de vitaminas puede variar según la variedad de quinua (M. Miranda et al., 2011), en la tabla 4 se presenta el contenido de vitaminas reportado por Koziol (1992).

**Tabla 4.***Concentración de vitaminas de la quinua*

<b>Vitamina</b>	<b>Concentración (mg/100g de materia seca)</b>
Tiamina	0,38
Riboflavina	0,39
Niacina	1,06
Ácido ascórbico	4,0
$\alpha$ -tocoferol	5,37
$\beta$ -caroteno	0,39



Fuente: (Koziol, 1992)

### **Minerales**

La quinua posee dos veces más cantidad de magnesio que el arroz y el trigo (260 mg vs 120 y 118 mg) y supera al frijol en más del 20% (200 mg), la quinua es, además, rica en calcio, hierro y fósforo (Byong, 2000), el contenido de estos minerales se describe a continuación en la tabla 5 según lo reportado por Vega Gálvez et al. (2010).

**Tabla 5.**

*Contenido de minerales de la quinua*

<b>Minerales</b>	<b>Valor (mg/Kg de materia seca)</b>	
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Calcio	275	1487
Fósforo	1400	5300
Magnesio	260	5020
Hierro	14	168
Zinc	27,5	48
Potasio	75	12000
Cobre	2	51

Fuente: (Vega et al., 2010)

### **El cultivo de la quinua en Colombia**

El cultivo de quinua en Colombia, según señala la evidencia histórica, tuvo sus inicios siendo cultivada y utilizada por los muiscas en la meseta cundiboyacense, donde paradójicamente investigaciones y hallazgos arqueológicos tienden a confirmar que se sitúa su origen, así como por las tribus de la región de las antiguas ruinas de San Agustín, y en el actual departamento de Nariño (Bautista, 2017). Este pseudocereal tuvo diferentes denominaciones, los chibchas denominaban a la quinua “pasca”, que significa la olla o comida del padre, en la región de la sabana de Bogotá se le conocía como “supha” o “suba”, mientras que en el resto del país la quinua se conocía con la palabra del quechua “quinua”. Aunque el cultivo de la

quinua en el pasado era abundante y parte fundamental de la dieta de los pueblos indígenas de esta región de América y sus descendientes quienes la consideraban “la madre de todos los cereales”, en los inicios del siglo XX, con la llegada a Colombia de cereales como el trigo, el cultivo de este pseudocereal sufrió una fuerte decadencia llegando casi a desaparecer en su totalidad del altiplano cundiboyacense, conservándose únicamente en la comarca de Ipiales y algunas zonas de Nariño, especialmente entre las comunidades indígenas de la región (Cárdenas, 1996).

A finales del siglo XX, mediante programas estratégicos en departamentos como Cauca, Boyacá, Cundinamarca y Nariño se logró un incremento del cultivo, que por el poco apoyo de sectores públicos y privados había sido descuidado (Ruiz et al., 2014), en la actualidad la producción de quinua en Colombia es de 1500.06 toneladas y 714.7 hectáreas sembradas para el año 2019, con un rendimiento de 2.1 toneladas por hectárea, según últimas cifras reportadas por Agronet, (2021). La principal participación en la producción de quinua en Colombia se encuentra dada de la siguiente manera; Cauca 46%, Nariño 25%, Boyacá 8% y Cundinamarca 3%, actualmente, se evidencia un incremento en las hectáreas que se siembran de quinua, debido a su reconocimiento como un alimento con altas cualidades nutricionales (Forero, 2016). La quinua se exporta en su mayoría a Estados Unidos e Italia y en menor cantidad a Australia, España, Taiwán y Emiratos Árabes unidos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Minagricultura, 2016), en el 2019, Colombia exportó 5.281 kilos quinua en grano y hojuela a China y España (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2020).

### **Harina de quinua**

La harina de quinua, según Bergesse et al. (2015), se somete el grano a un proceso de trituración y molienda, reducida a diferentes grados de granulometría determinado para los diferentes usos que se destine, desde 200, 500 y 700 micrones, esto según al número de tamiz utilizado. Es uno de los principales productos obtenidos del procesamiento de este grano; el rendimiento obtenido de la molienda y su composición nutricional puede variar en función de

las condiciones del proceso. molienda de este pseudocereal facilita su posterior procesamiento, ya que genera un mayor aprovechamiento de su composición en el desarrollo de aplicaciones para elaboración de matrices alimentarias con inclusión de quinua, como el desarrollo de bebidas vegetales fermentadas, según demuestran algunos estudios (Bravo et al., 2019; Chilo, 2020; Karovičová et al., 2020a; Romero, 2019).

### **El lactosuero**

El lactosuero es el líquido de color verdoso amarillento translucido obtenido de la elaboración del queso durante la etapa de separación de la cuajada o fase micelar (Parra, 2009). También se puede definir como el líquido que se separa luego de la precipitación de la caseína en la producción del queso (Panesar et al., 2007), este constituye aproximadamente el 90% del volumen de la leche empleada en la elaboración de quesos y este contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de la leche. Este subproducto contiene aproximadamente el 50% de los sólidos de la leche, 25% de las proteínas, 7% de la grasa, 95% de la lactosa (según el contenido de humedad en el queso obtenido) y 50% de los minerales (Parra, 2009).

Según sus características fisicoquímicas el suero lácteo puede ser dulce o ácido, se clasifica como lactosuero dulce el proviene de la fabricación de quesos frescos de pasta blanda, obtenidos a partir de leche de vaca y/o de cabra; en ellos, la lactosa se ha transformado en ácido láctico, son ricos en calcio y fósforo, la acidez de este suero es  $<20^{\circ}$ Dornic (Abaigar, 2009). Mientras que el lactosuero ácido, proviene de la fabricación de quesos de pasta cocida y prensada y quesos de ovejas; es pobre en calcio y fósforo, presenta  $>50^{\circ}$ Dornic, este se obtiene de una coagulación ácida o láctica de la caseína de la leche, presentando un pH próximo a 4,5 (Abaigar, 2009). Dicho suero se produce al alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína con anulación de las cargas eléctricas que las mantienen separadas por las fuerzas de repulsión que generan, impidiendo así la floculación. Esto implica una total destrucción de la estructura micelar. En éste, el ácido láctico secuestra el calcio del complejo

de paracaseinato cálcico, produciendo lactato cálcico, el fósforo de la caseína se encuentra bajo la forma de monoéster ortofosfórico de un aminoácido hidroxilado (Aider et al., 2009; Callejas et al., 2012).

### ***Composición del lactosuero dulce***

La composición del lactosuero se describe a continuación en la tabla 6, presentando los valores mínimos y máximos por componente.

**Tabla 6.**

#### *Composición del lactosuero dulce*

Componente	Valor (g/Kg de lactosuero)	
	Mínimo	Máximo
Materia seca (MS)	55	75
Lactosa	40	50
Grasa bruta (GB)	0	5
Proteína bruta (PB)	9	14
Cenizas	4	6
Sólidos totales	63	70
Calcio	0,4	0,6
Fósforo	0,4	0,7
Potasio	1,4	1,6
Cloruros	2,0	2,2
Ácido láctico	0	0,3
pH	> 6,0	
Grados Dornic	< 20	

Fuente: (Abaigar, 2009; Panesar et al., 2007)

El lactosuero contiene una importante mezcla de proteínas secretadas que poseen amplio rango de propiedades químicas, físicas y funcionales. Contiene alrededor del 20% de las proteínas de la leche de bovino, su principal componente es la  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -LG) con cerca de 10% y  $\alpha$ -lactoalbúmina con 4% de toda la proteína láctea, además, el suero lácteo

contiene otras proteínas como, lactoferrina, lactoperoxidasa, inmunoglobulinas, y glicomacropéptidos (Baró et al., 2001; Hinrichs, 2001). Las proteínas del lactosuero tienen un alto valor biológico y nutritivo, ya que son una fuente rica de aminoácidos esenciales, estos se describen en la tabla 7 a continuación.

**Tabla 7.**

*Contenido de aminoácidos esenciales del lactosuero*

<b>Aminoácido</b>	<b>Valor (g/100g de proteína)</b>
Treonina	6,2
Cisteína	1,0
Metionina	2,0
Valina	6,0
Leucina	9,5
Isoleucina	5,9
Fenilalanina	3,6
Lisina	9,0
Histidina	1,8
Triptófano	1,5

Fuente: (Linden & Lorient, 1994).

En el contenido de vitaminas que registra el suero lácteo sobresale la concentración de ácido pantoténico y ácido ascórbico, el contenido de vitaminas del lactosuero se describe a continuación en la tabla 8.

**Tabla 8.**

*Contenido de vitaminas del lactosuero*

<b>Vitaminas</b>	<b>Concentración (mg/ml)</b>
Tiamina	0,38
Riboflavina	1,2
Ácido nicotínico	0,85

<b>Vitaminas</b>	<b>Concentración (mg/ml)</b>
Ácido pantoténico	3,4
Piridoxina	0,42
Cobalamina	0,03
Ácido ascórbico	2,2

Fuente: (Linden & Lorient, 1994).

### ***Aprovechamiento del lactosuero***

La industria láctea alrededor del mundo genera amplias cantidades de lactosuero por litro de leche procesada dependiendo los productos elaborados y los procesos empleados en los mismos. A nivel mundial aproximadamente el 50% del lactosuero derivado de la producción de queso es tratado y transformado en diversos productos alimenticios, de los cuales el 45% es usado directamente en su forma líquida, 30% es pulverizado, como lactosa y otros subproductos de su remoción y el restante como en concentrados de proteína de suero de queso (Panesar et al., 2007). En Colombia, cerca de 921,672 millones de litros de lactosuero son generados al año y por falta de alternativas tecnológicas para su aprovechamiento, gran parte de este termina convertido en un contaminante de alto impacto sobre la estabilidad de los ecosistemas y del medio ambiente, ya que incrementa la demanda biológica y química de oxígeno de las fuentes hídricas (valores de DQO de 70000 ppm), según afirma Mattos (2015).

Según Hui, (1993), el lactosuero presenta propiedades funcionales importantes, convirtiéndose en un subproducto de gran interés para su aprovechamiento, principalmente por las proteínas del lactosuero, estas suelen ser insolubles a pH 5 cuando este es termo desnaturalizado, la capacidad de retención de agua (CRA) incrementa con la desnaturalización de estas proteínas, presenta gelificación térmica desde 70°C influenciada por el pH y contenido de sales, la retención de sabores es muy variable con la desnaturalización de las proteínas, la viscosidad de las soluciones tiende a ser baja excepto cuando se produce desnaturalización, sin embargo, las proteínas del suero tienen buenas propiedades emulsificantes cuando su pH no se encuentra entre 4 y 5, y su estabilidad espumante es excelente (Parra, 2009).

Según Parra (2009), reporta que el aprovechamiento de este subproducto lácteo es muy amplio, ya que las proteínas de lactosuero son usadas en una gran variedad de productos alimenticios gracias a sus propiedades gelificantes y emulsificantes. Entre los productos derivados del lactosuero sobresalen los concentrados de proteína elaborados mediante ultrafiltración, hidrolizados enzimáticos ricos en oligopéptidos, aislados de proteína, fórmulas infantiles, levaduras para panificación, producción de exopolisacáridos (EPS), elaboración de bebidas refrescantes, bebidas fermentadas y queso, así como la obtención de etanol, ácidos orgánicos como el ácido butírico, ácido acético y ácido propiónico, el lactosuero es empleado como medio de cultivo para la producción de ácido láctico por vía biotecnológica, las proteínas de lactosuero han sido estudiadas en aplicaciones en la elaboración de películas comestibles insolubles en agua (Parra, 2009).

### **Fermentación ácido-láctica**

La fermentación ácido-láctica es uno de los métodos más antiguos, usados para preservar alimentos, en la cual los ácidos producidos por las bacterias lácticas inhiben el crecimiento de microorganismos alterantes (Arason, 1994). La función principal de las bacterias ácido lácticas es la formación de ácido láctico, entre otros ácidos orgánicos a una velocidad conveniente para asegurar una fermentación consistente (Parra, 2010), en esta fermentación pueden producirse otros componentes en menor proporción, tales como lactato, acetato, diacetil y bacteriocinas (Faruk & Ray, 2013). La fermentación depende de la actividad del tipo de microorganismos añadidos como cultivos iniciadores (Juneja et al., 2017).

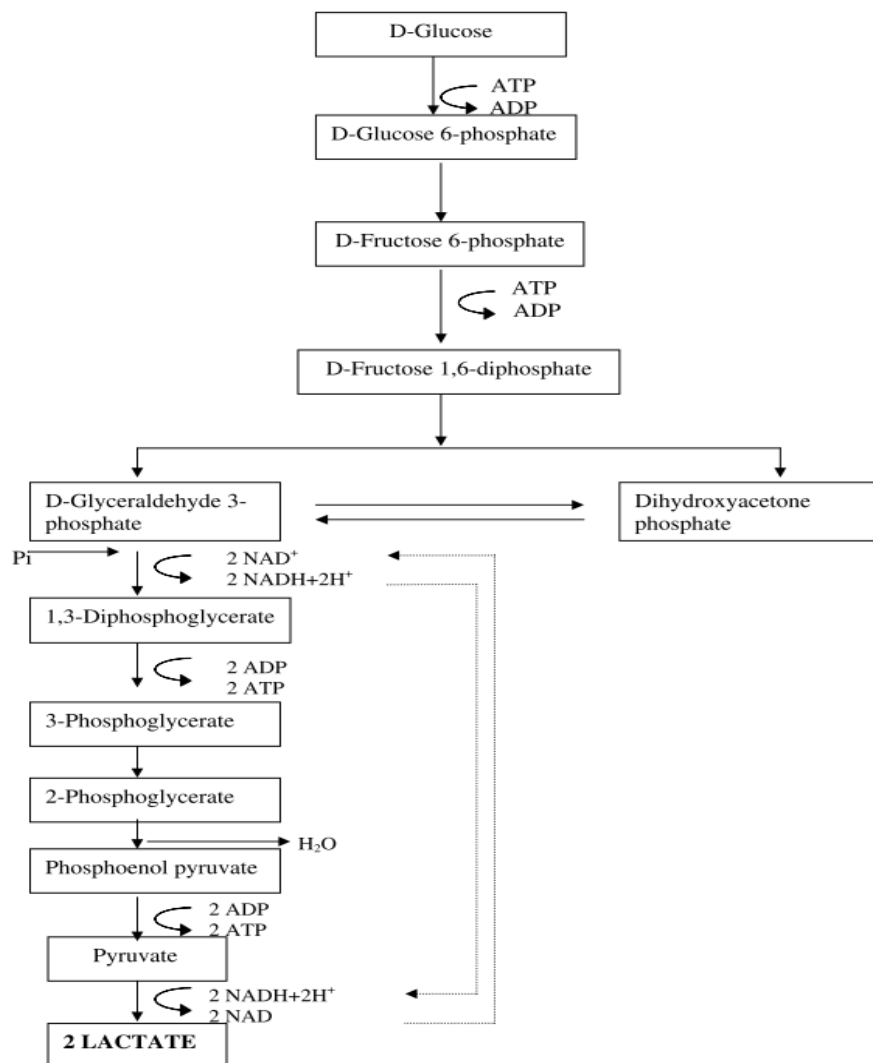
La principal característica del metabolismo de las bacterias ácido lácticas es la fermentación eficiente de carbohidratos, junto con la fosforilación a nivel de sustrato (Panesar et al., 2007). Las rutas metabólicas seguidas en la degradación fermentativa de los hidratos de carbono, así como los productos finales formados, varían ampliamente en distintos grupos microbianos. Cada hidrato de carbono o derivado puede ser utilizado como sustrato fermentable por algún microorganismo, incluyendo polisacáridos como almidón, celulosa y

quitina, disacáridos como lactosa, maltosa y sacarosa, hexosas como glucosa, fructosa y galactosa, pentosas como arabinosa y xilosa, derivados ácidos como glucónico y glucurónico, y polialcoholes como manitol y glicerol. La fermentación de la glucosa se inicia siempre por una fosforilación a expensas de ATP para formar glucosa-6-fosfato. Este se acaba convirtiendo en ácido pirúvico, siguiendo una entre varias rutas posibles. El ácido pirúvico es el intermediario metabólico central del metabolismo fermentativo de todos los hidratos de carbono (Parra, 2010). Las reacciones que intervienen entre la fosforilación inicial de la glucosa y la formación de pirúvico son de tal naturaleza que permiten la generación de ATP en exceso sobre el aporte requerido en las fosforilaciones del sustrato. El rendimiento energético de las fermentaciones es una consecuencia de las reacciones que preceden a la formación de pirúvico, este es un compuesto más oxidado que la glucosa y su formación va acompañada por una reducción de nucleótidos de piridina (Melgar, 1999). Los piridín-nucleótidos reducidos deben ser nuevamente oxidados para que la fermentación alcance su balance final de oxidación-reducción, esta oxidación ocurre en las últimas etapas de transformación de pirúvico en los productos finales de la fermentación (Carbonero, 1975). Existen dos vías principales para la fermentación de hexosa por las bacterias del ácido láctico; la primera es la fermentación homoláctica, cuyo principal producto es el ácido láctico ( $\text{CH}_3\text{CHOH COOH}$ ), esta ruta metabólica se describe en la figura 3, los grupos bacterianos que intervienen en esta fermentación son las bacterias lácticas de los géneros *Streptococcus*, *Pediococcus* y algunas especies de *Lactobacillus* (Carbonero, 1975; Juneja et al., 2017).

### **Figura 3.**

*Fermentación homoláctica*





Fuente: (Axelsson, 2004)

La segunda vía principal para la fermentación de hexosa es la fermentación heteroláctica, característica de todas las especies de *Leuconostoc* y de varias especies de *Lactobacillus*. Los productos finales formados a partir de la glucosa son ácido láctico, etanol y CO<sub>2</sub> (Carbonero, 1975). La acción de las bacterias ácido-lácticas en la fermentación de los alimentos genera mejores características sensoriales y nutritivas; incluso en muchos casos incrementan los rendimientos de producción (García et al. 1998; Jay, 2000; Castillo, 2016).

### **Ácido láctico.**

El ácido láctico es un ácido orgánico natural de importancia para la industria, es utilizado en aplicaciones farmacéuticas como electrolito y fuente de minerales; en la industria cosmética como pH buffer, antimicrobiano y rejuvenecedor de la piel, como neutralizante, solvente y agente limpiador en la industria química, y en la industria alimentaria como acidulante, preservante y antimicrobiano (Huapaya, 2014). El ácido láctico se emplea en una gran variedad de alimentos procesados como caramelos, productos de panadería, sopas, lácteos, cerveza, jaleas, mermeladas, mayonesa y huevos procesados (García et al., 2010). En la elaboración de productos fermentados como el yogur, el ácido láctico es responsable de la formación del coágulo, firmeza y sabor ácido característicos. Esta acidez producto de la fermentación inhibe el crecimiento de otras bacterias patógenas como *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*, y algunos microorganismos causantes de deterioro de los productos (Heredia et al., 2014).

### **Bacterias ácido-lácticas (BAL)**

Las bacterias ácido lácticas constan de 12 géneros: *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococos*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* y *Weisella*, sin embargo, *Lactobacillus* es el más grande de estos géneros y uno de los más estudiados y utilizados en aplicaciones comerciales (Özer, 2007; Parra, 2010).

Las bacterias del ácido láctico son bacilos y cocos anaerobios facultativos gram positivos, catalasa y oxidasa negativos, que generalmente tienen requisitos nutricionales complejos, especialmente de aminoácidos, vitaminas y purinas, son productores de ácido láctico como principal producto metabólico a partir de carbohidratos (Reddy et al., 2008; Juneja et al., 2017). Estos microorganismos son de gran importancia en los procesos de fermentación en la industria alimentaria, gracias a su acción no patógena, su habilidad para acidificar y preservar los alimentos; adicionalmente, tienen la capacidad de mejorar la textura, sabor, olor y aroma de alimentos, mantienen apreciable su viabilidad, resisten a condiciones hostiles como

bajos pH, alto contenido de sal y la presencia de ácido láctico gracias a su capacidad para producir exopolisacáridos, y contribuyen a sobrevivir (Parra, 2010; Harutoshi, 2013; Juneja et al., 2017), tienen un papel importante en la producción de compuestos no volátiles y volátiles a través de la liberación y degradación de aminoácidos libres, y previenen la oxidación de ácidos grasos libres insaturados asociados con rancidez (Fadda et al., 2010).

Muchas especies y cepas de bacterias ácido-lácticas de distintos géneros son asociadas con variedad de beneficios en salud, por su habilidad de producir diferentes tipos de componentes bactericidas y son consumidas mediante diversos tipos de productos conseguidos comercialmente (Faruk & Ray, 2013). La mezcla de cepas de bacterias ha sido propuesta como una buena alternativa para satisfacer ciertas necesidades y se ha encontrado potencial de uso en la producción de alimentos, ya que se pueden seleccionar cepas de bacterias ácido lácticas competitivas en función de su capacidad para crecer en la matriz alimentaria de interés y sobrevivir superando patógenos seleccionados de importancia para la salud pública (Juneja et al., 2017; Serna, 2005).

Según Moreno & Polo, (2009) y Parra, (2010), la mayoría de las bacterias ácido lácticas tienen una habilidad limitada para sintetizar aminoácidos de nuevo, su crecimiento en matrices lácteas es completamente dependientes del sistema proteolítico al degradar parcialmente las caseínas para generar aminoácidos libres, especialmente péptidos libres, los cuales son hidrolizados a aminoácidos por la acción combinada de peptidasas. Durante este proceso, un número de péptidos amargos son formados como intermedios y degradados de nuevo, con un directo impacto en el sabor y olor, producido como resultado de la conversión de aminoácidos como metionina, leucina y fenilalanina.

Como respuesta al reciente crecimiento del consumo de bebidas lácteas basadas en lactosuero, microorganismos como *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* han sido estudiadas por su habilidad de degradar proteínas de lactosuero en productos lácteos (Parra, 2010;) La fermentación del lactosuero por bacterias ácido lácticas

podría disminuir su contenido alto de lactosa, produciendo principalmente ácido láctico y otros metabolitos como aromas contribuyendo al sabor, olor y textura e incrementando solubilidad de carbohidratos y dulzor del producto final (Pescuma et al., 2008).

### **Probióticos**

Los productos probióticos se definen como “suplementos alimentarios que contienen microorganismos vivos que mejoran el balance microbiano en el intestino de las personas”. (Astiasarán et al., 2013). Estos se caracterizan por balancear el sistema digestivo al permitir la proliferación del microbiota normal y competir con bacterias patógenas; los probióticos tienen la posibilidad de estimular el sistema inmunológico, destruir otras bacterias, aumentar la absorción de vitaminas y minerales y mejorar la digestión contribuyendo en gran medida en los procesos digestivos, en el cuerpo humano (Holzapfel & Schillinger, 2002)

Según Parra, (2010) las bacterias ácido-lácticas además de servir como cultivos iniciadores, las especies de *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* sirven como cultivos probióticos suplementarios cuando su recuento generalmente suma  $10^9$  unidades formadoras de colonias por tamaño de porción (Forssten et al., 2011) o mínimo  $10^6$  unidades formadoras de colonia por gramo de bebida fermentada al final de la vida útil según la Norma técnica Colombiana 805 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC, 2005).

Aunque la mayoría de los alimentos fermentados permiten el crecimiento de cultivos probióticos, solo los productos lácteos y de soya son reconocidos para contener cultivos probióticos, principalmente debido a la compatibilidad del procesamiento con la supervivencia de microorganismos en los niveles requeridos (Ouweland & Röytiö, 2015).

La mayoría de los probióticos son estables durante períodos limitados almacenados en frío y seco. Cuando los probióticos experimentan la acción de la humedad, el oxígeno o el calor, las células microbianas se dañan irremediablemente. Los productos probióticos en forma líquida son de reducida estabilidad, en cambio, en polvo, ya sean servidas como tabletas o

como cápsulas, pueden disolverse en alimentos o líquidos previamente a su ingesta, así se consigue una estabilidad muy superior (Tormo, 2006; Huapaya, 2014).

Según Parra, (2010), el efecto sobre la salud más reconocido de los cultivos probióticos es la recuperación de la diarrea tratada con antibióticos, también se han relacionado con la exclusión de patógenos del tracto gastrointestinal, el acortamiento del tránsito colónico, la modulación de la inmunidad del huésped y la mejora del metabolismo.

Dentro de las cepas probióticas más comunes, según Tormo (2006), se encuentran: *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. reuterii*, *L. plantarum*, *L. casei* GG (LGG); LGG posee resistencia a los jugos gástricos y a la digestión biliar, y tiene capacidad para colonizar el colon humano. No posee plásmidos, así que tiene una resistencia estable ante los antibióticos. Produce solamente ácido láctico (no en el isómero D). En su membrana expresa factores adhesivos que permiten su interacción con los enterocitos humanos. *L. acidophilus*: También se puede unir a enterocitos de una forma independiente del calcio. Se cree que la adhesión tiene lugar mediante un componente proteico extracelular. Además, inhibe otras bacterias anaeróbicas in vitro como *Clostridium*, bacteroides, pseudomonas, estafilococos y enterobacterias. También inhibe bacterias patogénicas como *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella*. Estos efectos duran tan sólo mientras se consumen; en un estudio se demostró que en un 67% de voluntarios, desaparecieron de las heces en 7 días.

*Streptococcus salivarius* spp, *S. thermophilus* son usados normalmente en la obtención de bebidas fermentadas, junto con *L. bulgaricus*.

*Bifidobacterium breve*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. animalis*; Constituyen el grupo más importante de bacterias sacarolíticas del intestino grueso, hasta un 25% en el colon del adulto, y hasta un 95% del recién nacido con leche materna. No forman aminas alifáticas, derivados

sulfurosos ni nitritos, producen vitaminas, sobre todo del grupo B, así como enzimas digestivas; su metabolismo produce ácidos grasos de cadena corta (AGCC), como acetato y lactato, que disminuyen el pH intestinal con efectos antibacterianos. Los AGCC son un combustible excelente para el colonocito, e intervienen en el metabolismo hepático.

### ***Cultivos comerciales***

De acuerdo con Leroy & De Vuyst, (2004) los cultivos iniciadores pueden definirse como una preparación microbiana de un número significativo de células de al menos un microorganismo, el cual se agrega a una materia prima para producir un alimento fermentado acelerando y controlando su proceso de fermentación.

Los inicios de la producción de alimentos fermentados se basaban en la fermentación espontánea debido al desarrollo de la microflora presente de forma natural en las materias primas, la calidad del producto final dependía de la carga microbiana y el espectro de la materia prima (Leroy & De Vuyst, 2004). La optimización de la fermentación espontánea se realizó posteriormente mediante la inoculación de la materia prima con una pequeña cantidad de una fermentación exitosa realizada previamente, por consiguiente, el retroceso da como resultado el dominio de las cepas mejor adaptadas. Representa una forma de utilizar un cultivo iniciador seleccionado para acortar el proceso de fermentación y reducir el riesgo de falla en la fermentación. El retroceso todavía se utiliza para productos de los cuales no se conocen bien la ecología microbiana y el papel preciso de las sucesiones en la población de microorganismos (Harris, 1998).

Desde la década de 1930 el desarrollo de cultivos iniciadores ha sido un campo de amplia investigación, recientemente estos estudios se han acelerado debido a los avances tecnológicos en secuenciación de alto rendimiento, lo que profundiza la comprensión de los sistemas de fermentación complejos (Bokulich & Mills, 2012; Parra, 2010).

En la actualidad, la producción de alimentos fermentados es una de las principales ramas de esta industria, su elaboración a gran escala se facilita mediante la adición de cultivos iniciadores seleccionados directamente a las materias primas, lo cual ha sido un importante avance en el procesamiento de estas matrices, facilitando además un alto grado de control sobre el proceso de fermentación y la estandarización del producto final (Leroy & De Vuyst, 2004). El uso de cultivos iniciadores seleccionados ayuda a acortar el proceso de fermentación acelerando su inicio y reduce el riesgo de fallas durante este proceso bioquímico (Ivey et al., 2013). Según Parra, (2010) las bacterias ácido-lácticas además de servir como cultivos iniciadores, las especies de *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* sirven como cultivos probióticos suplementarios (Forssten et al., 2011). Las cepas de cultivos probióticos generalmente no son fermentadores efectivos, sino que suelen beneficiarse de la presencia de cultivos iniciadores en matrices fermentadas (Nsogning et al., 2016).

### **Bebidas vegetales**

Bebidas vegetales es el nombre con el cual se conocen a diversos tipos de bebidas obtenidas a partir del procesamiento de matrices vegetales, entre estas sobresalen cereales, pseudocereales, legumbres y frutos secos, estas suelen aparecer como sustituto de productos derivados de la leche (García, 2017).

Generalmente, las bebidas vegetales se obtienen mediante el triturado de la materia prima, seguido de la extracción de sus partes solubles en agua, las características del producto final dependen de la composición de materia prima y las condiciones de los procesos individuales de desintegración, homogeneización, formulación, emulsificación y almacenamiento (Tangyu et al., 2019). Las bebidas vegetales son alimentos de gran interés debido a la naturaleza de los productos a partir de los cuales son elaboradas ya que poseen una composición nutritiva de importante valor ya que los alimentos de los que proceden contienen variedad de nutrientes (proteínas, grasas insaturadas, hidratos de carbono, ciertos

minerales y vitaminas) (Mäkinen et al., 2016). Desde el punto de vista nutricional, tienen la ventaja de carecer de lactosa y caseína, y esto las hace de gran interés para población con intolerancias y alergias alimentarias a esos componentes, así como hábitos de consumo diversos. Además, no contienen colesterol y su perfil de ácidos grasos es más saludable respecto a la leche de vaca abundan los ácidos grasos insaturados, grasa cardiosaludable (Velazco, 2007; Gómez et al., 2018). La tabla 9 describe la composición de algunas bebidas a base de diversas matrices vegetales que se encuentran en el mercado siendo contrastadas con los componentes de la leche de vaca, según el estudio realizado por Mäkinen et al., (2016).

**Tabla 9.**

*Composición de bebidas vegetales comercializadas*

<b>Bebida</b>	<b>Energía (Kcal)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Carbohidratos (%)</b>	<b>Lípidos (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>
Leche de vaca (entera)	64	3,3	4,6	3,9	s.d.
Leche de vaca (descremada)	33	3,5	4,8	0,3	s.d.
Soja (Alpro, UK)	38	2,9	2,8	1,7	0,5
Soja (Tesco, UK)	32	3,4	0,2	1,9	0,6
Soja (Tribullat, FR)	45	3,7	3,1	2,0	0,8
Avena (Alpro, UK)	66	0,4	12,7	1,5	0,0
Avena (Oatly, SE)	35	1	6,5	0,7	0,8
Avena (Hain Europe, BE)	50	0,6	8,6	1,3	1,0
Kamut, (La Finestra Sul Cielo, IT)	46	0,7	7,5	1,4	0,5
Amaranto (Ecomil, SP)	52	0,6	8,0	1,9	0,3
Sésamo (Economil, SP)	51	0,6	6,7	2,4	0,2
Quínuia (Economil, SP)	46	1,5	3,7	2,8	0,6
Cáñamo (Braham, UK)	36	1,3	2,2	2,4	0,2
Arroz (Hain Europe, BE)	47	0,1	9,4	1,0	0,1
Arroz (Alpro, UK)	60	0,2	12,2	1,2	0,0



<b>Bebida</b>	<b>Energía (Kcal)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Carbohidratos (%)</b>	<b>Lípidos (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>
Almendra (Alpro, UK)	24	0,5	3,0	1,1	1,6

Nota: s.d.: Sin datos.

Fuente: (Mäkinen et al., 2016)

Las características nutricionales de las bebidas vegetales varían en gran medida según la materia prima, el proceso de transformación y la presencia de otros ingredientes como edulcorantes, al comparar la composición nutricional de las bebidas, se evidencia que únicamente la bebida a base de soja tiene valores comparables a la leche de vaca, presentando un contenido proteico entre el 2,9% y el 3,7%, las demás bebidas presentan un contenido de proteínas bajo, solamente las bebidas a base de quinua, de cáñamo y de avena muestran un contenido  $\geq 1\%$  de proteína. Sin embargo, el valor nutricional de las proteínas principalmente depende de la composición de aminoácidos, su utilización fisiológica y su absorción, la cual se ve fuertemente influenciada por el procesamiento (García, 2017). Dentro de los métodos para evaluar la calidad de las proteínas sobresalen; el ratio de eficiencia proteica (PER, por sus siglas en inglés, Protein efficiency ratio) que se basa en el aumento de peso de un sujeto de prueba dividido por su ingesta (Swensson et al., 2017), y la puntuación de aminoácidos corregida por la digestibilidad de las proteínas (PDCAAS, por sus siglas en inglés, Protein digestibility-corrected amino acid score) que es un método para evaluar la calidad de una proteína en función de los requerimientos de aminoácidos de los humanos y su capacidad para digerirla (Schaafsma, 2005). Los valores de PDCAAS y PER de los productos empleados como materia prima principal de las bebidas presentados en la tabla 9, los más altos corresponden a la leche de vaca (120% y 3,1 respectivamente) seguidos por la soja tratada térmicamente (91- 93% y 0,46 - 2,28). Los valores de PDCAAS para las demás materias primas caen por debajo del 67,7%, siendo la quinua y el cáñamo los que obtienen la puntuación más alta (67,7% y 63 - 66%, respectivamente), con excepción del concentrado de

proteína de amaranto que posee un valor del 83%. El PER de la leche de vaca es 3,1, mientras que las fuentes de proteína vegetal más cercanas son la quinua, el amaranto tratadas térmicamente, con valores de 2,7 y 2,6 respectivamente (Mäkinen et al., 2016), lo que hace de estos pseudocereales matrices alimentarias de gran interés.

### **Bebidas fermentadas**

La fermentación con bacterias ácido-lácticas mejora las propiedades sensoriales y nutricionales y la vida útil de los alimentos (Juneja et al., 2017). Los extractos de matrices vegetales se pueden fermentar para producir bebidas fermentadas con características sobresalientes. Los procesos bioquímicos que se llevan a cabo durante la fermentación consiguen mejorar notablemente las características sensoriales de varias materias primas, por ejemplo, los procesos fermentativos mediante bacterias ácido lácticas han conseguido reducir eficazmente los niveles de hexanal responsable del indeseado sabor a frijol en la leche de maní (Lee & Beuchat, 1991), así mismo, los niveles de aflatoxina B1 que se encuentran comúnmente en los cacahuetes se reducen mediante la fermentación con *Flavobacterium aurantiacum* (Guan et al., 2011), por mencionar algunos efectos positivos sobre el perfil sensorial de bebidas vegetales.

Según Mäkinen et al., (2016), para la elaboración productos fermentados, las cepas microbianas deben crecer y dominar la microflora en el medio y producir las características deseadas. Las bacterias ácido-lácticas han sido utilizadas para fermentar matrices de vegetales desde la antigüedad, gracias al contenido de azúcares fermentables presentes en algunos cereales y pseudocereales, que favorece la viabilidad de estos microorganismos, para la fermentación de granos que presentan un contenido bajo es necesario realizar la adición de azúcares o extracto de levadura de grado alimenticio, además, la germinación de la materia prima mejora la disponibilidad de azúcares fermentables y aminoácidos en el medio antes del procesamiento (Diarra et al., 2005; Zannini et al., 2012).

Diversos autores han estudiado el crecimiento de bacterias ácido lácticas en matrices a base de productos vegetales tales como avena, soja, quinua y otros sucedáneos de la leche vegetal (Martensson et al., 2002), los estudios han mostrado que cepas microbianas como *Leuconostoc mesenteriodes*, *Leuc. dextranicum*, *Pediococcus damnosus* y *Lactobacillus kefir* produjeron los niveles más altos de ácido láctico, resultando en características sensoriales propias de bebidas fermentadas.

Al igual que los productos lácteos las materias primas no lácteas pueden ser usadas como vehículos para cepas probióticas (Prado et al., 2008), alcanzando recuentos de células favorables  $\geq 10^6$  UFC/ml, manteniendo su viabilidad en el almacenamiento a lo largo de la vida útil de la bebida fermentada (Martensson et al., 2002). Algunos autores han utilizado aditivos como carboximetilcelulosa, citrato de calcio, leche en polvo y gelatina para potenciar características como la textura del producto final y reducir la sinéresis de este (Cheng et al., 1990; Yadav et al., 2010).

Debido a que estos productos han surgido como nuevas tendencias, la normatividad específica para su producción es escasa, sin embargo, para su regulación se han tomado normas como el Estándar de Codex Alimentarius CXS 243-2003 (FAO, 2003), en Colombia la Norma Técnica Colombiana 805 (ICONTEC, 2005), establece las características y condiciones que deben cumplir las bebidas fermentadas lácteas, estas son aplicables o bebidas fermentadas basadas o con inclusión de matrices vegetales.

### **Antecedentes de bebidas fermentadas**

La elaboración de bebidas fermentadas mediante bacterias ácido-lácticas (BAL) con inclusión de quinua en su formulación ha sido estudiada por diversos autores, encontrando resultados satisfactorios en cuanto a viabilidad y características funcionales en el producto terminado utilizando cepas microbianas de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* y *Enterococcus* principalmente (Cerdá et al., 2019), ya que las bacterias ácido lácticas, según Chiş et al., (2020), podrían considerarse como fábricas de células capaces de

suministrar compuestos bioactivos e ingredientes alimentarios produciendo mejoras en la calidad de los productos.

En su estudio, Cerdá et al., (2019), señala que al elaborar una bebida fermentada a base de quinua roja con *Lactobacillus plantarum* y *Bifidobacterium longum* se observa una alta viabilidad de los microorganismos en esta matriz (mayor a  $10^7$  UFC/mL), señala así mismo que la bebida fermentada es un buen medio para mantener su supervivencia debido al contenido de azúcares fermentables tales como la glucosa, fructosa y sacarosa. Mediante un análisis *in vitro*, consigue determinar la alta viabilidad de estos microorganismos tras la digestión gastrointestinal durante 24 horas, lo que permite a estos probióticos ejercer su efecto potencialmente beneficioso en el colon, también señala que el proceso de digestión gastrointestinal tiene influencia sobre la concentración de polifenoles totales y la capacidad antioxidante debido al metabolismo microbiano, indicando un posible efecto prebiótico de los polifenoles de esta variedad de quinua. Por su parte, Melini & Melini (2021), en su estudio reporta sobre el impacto de la fermentación en los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de la quinua, muestra como la capacidad antioxidante de bebidas fermentadas a base de quinua producidas con las cepas de *Lactobacillus L. rhamnosus* SP1, *L. plantarum* T6B10 y *W. confusa* DSM 20194 fueron significativamente diferentes dependiendo de la cepa utilizada, sin embargo, la bebida fermentada que mostró mayor capacidad antioxidante después de la fermentación fue la iniciada con *L.plantarum* T6B10, confirmando así el alto impacto de la fermentación sobre el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante en estas bebidas.

Según Lorusso et al., (2018), la inclusión de quinua en la formulación de bebidas fermentadas con cepas seleccionadas de BAL aisladas permite el aumento de proteína calidad y digestibilidad y disminución de la tasa de hidrólisis del almidón. Al producirse la desnaturalización de las proteínas se ven favorecidas las interacciones hidrofóbicas formando

una matriz fuerte de gel, así mismo el almidón por su solubilidad y capacidad de ligar agua ayuda a desarrollar una mayor viscosidad formando así geles más estables lo que contribuye al mejoramiento de la textura del producto final (Bianchi et al., 2015). Las bebidas fermentadas analizadas alcanzaron un rango promedio de pH entre 3.5 y 5 al final de la fermentación, este valor dado en función de las cepas de BAL empleadas en la fermentación de los tratamientos en cada uno de los estudios y las condiciones propias del proceso, como tiempo y temperatura de incubación. El tratamiento con pH más bajo analizado (3.56) se obtuvo en la formulación de una bebida a base de extracto de quinua germinada fermentada con las cepas *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium* fermentada durante 16 horas a 36°C. Esto puede deberse a que el *S. thermophilus* al tener la habilidad de descomponer la sacarosa en glucosa y fructosa por su actividad invertasa pudo contribuir a que *L. bulgaricus* actúe sin necesidad de mayores cantidades de fructosa en la formulación, adicionalmente, el proceso de germinación de la quinua eleva el contenido de azúcares reductores debido al fraccionamiento de carbohidratos que son fermentados por *L. acidophilus* contribuyendo al incremento de la acidez, explica Maldonado et al., (2018). Mientras que Huapaya (2014), empleando las mismas cepas de BAL con una formulación similar obtiene una bebida fermentada con pH 3.8 luego de 10 horas de fermentación a 42.5°C. La formulación propuesta por Karovičová et al., (2020), presenta características diferentes, ya que se emplea únicamente harina de quinua 15% solución acuosa, que es fermentada con cepas similares a las anteriormente mencionadas (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* y *Bifidobacterium sp.*), sin adición de otros insumos o ingredientes, en este tratamiento es posible evidenciar cómo se alcanza un pH final de 4.19 a menor tiempo de fermentación (6 horas) a 37°C.

La tabla 10 recopila algunos de los principales estudios acerca de bebidas fermentadas con bacterias ácido-lácticas con inclusión de quinua los cuales consiguieron la obtención de productos con características aceptables.

Tabla 10.

## Bebidas fermentadas con inclusión de quinua

Producto elaborado	Materia prima	Cepa microbiana
Bebida fermentada a base de quinua. <sup>1</sup>	Quinoa germinada (variedad tunkahuan)	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> . <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium</i> .
Bebida fermentada con extracto de quinua y soja. <sup>2</sup>	Extracto de quinua	<i>Lactobacillus casei</i> LC-1
Bebida fermentada a base de quinua. <sup>3</sup>	Harina de quinua variedad Pasankalla y Harina de quinua variedad Rosada de Huancayo	<i>Lactobacillus plantarum</i> Q823. <i>Lactobacillus casei</i> Q11. <i>Lactococcus lactis</i> ARH74
Bebida Fermentada a base de Semilla de <i>Chenopodium Quinoa</i> Germinada. <sup>4</sup>	Quinoa de variedad Tunkahuan	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>
Leche fermentada con harina de quinua. <sup>5</sup>	Harina de quinua	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> La-5 <i>Bifidobacterium animalis</i> ssp. <i>lactis</i> BB-12
Uso de bacterias ácido-lácticas seleccionadas y harina de quinua para la fabricación de nuevas bebidas similares al yogur. <sup>6</sup>	Harina de quinua	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> SP1, <i>Lactobacillus plantarum</i> T6B10 y <i>Weissella confusa</i> DSM 20194

<b>Producto elaborado</b>	<b>Materia prima</b>	<b>Cepa microbiana</b>
Bebida probiótica con almidón hidrolizado de harina de quinua. <sup>7</sup>	Harina de quinua	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> . <i>Streptococcus thermophilus</i> . <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium spp.</i>
Leche fermentada enriquecida con quinua. <sup>8</sup>	Harina de quinua	<i>Bifidobacterium</i>
Utilización de quinua para elaboración de bebidas fermentadas. <sup>9</sup>	Harina de quinua	<i>Lactobacillus ácidophilus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Bifidobacterium sp.</i>
Bebida fermentada de quinua con inclusión de bacterias ácido-lácticas. <sup>10</sup>	Extracto de quinua	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> .
Bebida fermentada utilizando suero de queso y harina de quinua germinada. <sup>11</sup>	Harina de quinua germinada	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Yogur a base de quinua. <sup>12</sup>	Extracto de quinua	<i>Weissella cibaria</i> MG1
Bebida fermentada a base de quinua. <sup>13</sup>	Extracto de quinua	<i>Lactobacillus plantarum</i> DSM 9843

Nota: <sup>1</sup> Maldonado et al., (2018), <sup>2</sup> Bianchi et al., (2015), <sup>3</sup> Ludena et al., (2016), <sup>4</sup> (Campos & Ponce, 2017), <sup>5</sup> Casarotti et al., (2014), <sup>6</sup> Lorusso et al., (2018), <sup>7</sup> Huapaya, (2014), <sup>8</sup> Bravo et al., (2019), <sup>9</sup> (Karovičová et al., 2020), <sup>10</sup> Chilo, (2020), <sup>11</sup> Romero, (2019), <sup>12</sup> Zannini et al., (2018), <sup>13</sup>Canaviri et al., (2020).

Fuente: Autoría propia.

## Materiales y metodología

### Materias Primas

Se utilizó harina de quinua Blanca Dulce de Subachoque Cundinamarca (457249N, 7408261W) en Colombia, lactosuero dulce parcialmente desmineralizado en polvo marca comercial CIMPA (Anexo 1), leche entera en polvo marca comercial LATTI, azúcar, pulpa natural de mango de azúcar (*mangifera indica*) y gelatina.

Se empleó el cultivo starter mixto comercial Lyofast YAB 452 BB para la fermentación ácido-láctica: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, cepas probióticas *Lactobacillus acidophilus*, y *Bifidobacterium animalis ssp. lactis*. (Anexo 2).

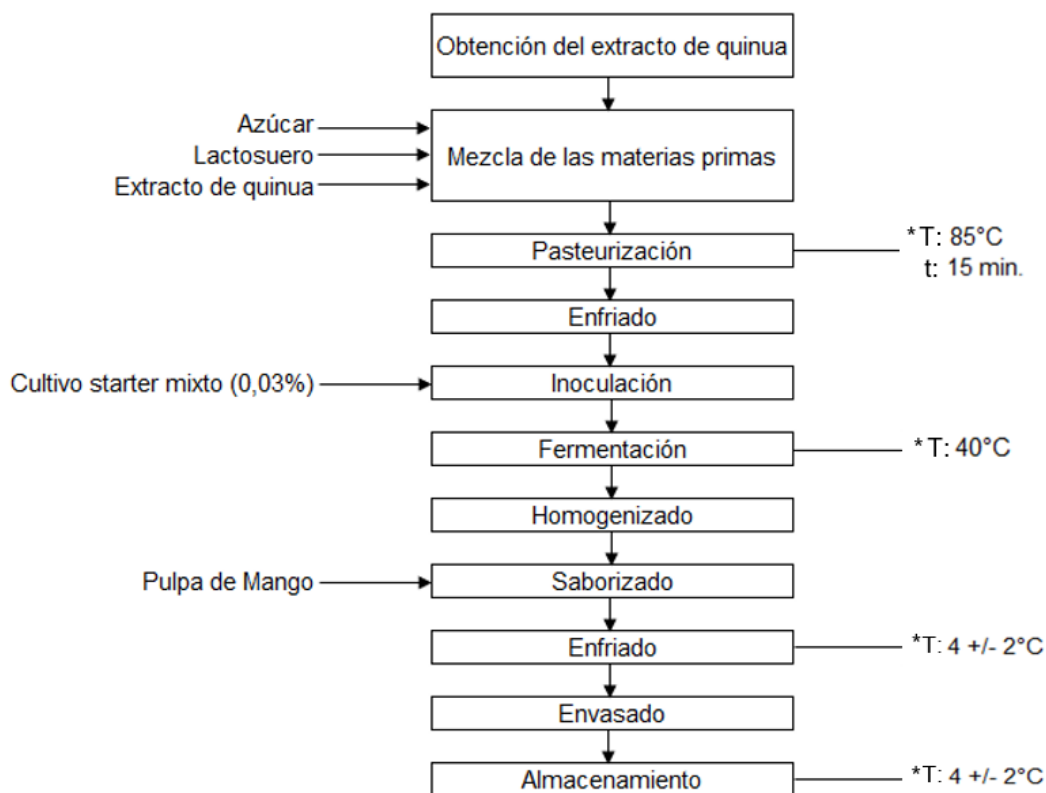
### Elaboración de la bebida fermentada

El proceso de elaboración de la bebida fermentada para ensayos preliminares se realizó según la metodología planteada por Chilo, (2020), Miranda et al., (2014), Pacheco et al., (2017) y Romero, (2019), con algunas modificaciones en la formulación y los procedimientos. En la Figura 4, se presenta el diagrama de bloques del proceso de elaboración de la bebida fermentada.

### Figura 4.

*Diagrama de proceso de elaboración de la bebida fermentada*





Nota: \*T: temperatura, t: tiempo

Fuente: Autoría propia

A continuación, se describen las etapas del proceso de elaboración de la bebida fermentada:

**Tabla 11.**

*Etapas del proceso de elaboración de la bebida fermentada*

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Descripción</b>
Obtención del extracto de quinua	Se realiza la obtención del extracto de harina de quinua mediante homogenización, en una relación 1:6 de harina de quinua: agua.
Mezcla de las materias primas	Se mezclan las materias primas, extracto de quinua, lactosuero y azúcar, se inicia el tratamiento térmico manteniendo agitación constante de la mezcla.
Pasteurización	La mezcla se somete a pasteurización durante 15 minutos a temperatura constante de 85°C.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Descripción</b>
Enfriado	Al completarse la pasteurización de la mezcla, la temperatura desciende a 40°C.
Inoculación	A 40°C se realiza la adición del cultivo starter mixto en una proporción 0,03% respecto al volumen de la mezcla, para iniciar el bioproceso.
Fermentación	Se mantiene la mezcla a temperatura constante (40°C), durante aproximadamente 4 horas hasta obtener una bebida con valores cercanos a 0,70% ácido láctico o pH 4,5.
Homogenización	Se realiza la homogenización de la bebida fermentada para obtener la viscosidad deseada.
Saborizado	Manteniendo la agitación moderada y constante, se adiciona la pulpa pasteurizada de mango a la mezcla.
Enfriado	La bebida fermentada se lleva a refrigeración (4+/-2°C) durante aproximadamente 24 horas.
Envasado	El envasado de la bebida fermentada con inclusión de quinua se realiza en envases esterilizados de vidrio manteniendo las condiciones sanitarias para garantizar la inocuidad del producto terminado y su conservación durante el tiempo.
Almacenamiento	La bebida fermentada se conserva a temperatura de refrigeración (4+/-2°C).

Fuente: Autoría propia

Se realizaron ensayos preliminares con el fin de evaluar el proceso fermentativo, analizando la capacidad de las cepas de bacterias ácido-lácticas para desarrollarse en el medio de cultivo, se realizaron mediciones de acidez titulable, pH y contenido de sólidos solubles durante el bioproceso.

### **Diseño experimental para la bebida fermentada**

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones de acuerdo con la Tabla 12. Los resultados se estudiarán mediante análisis de varianzas (ANOVA) para comparar los diferentes tratamientos con un nivel de confianza del 95%, aplicando el software de análisis estadístico STATGRAPHICS Centurion Versión 19.1.2.

A continuación, se presenta el diseño experimental en la Tabla 12, donde se evidencia los tratamientos con un solo factor: inclusión de extracto de quinua al considerar el estudio de Chilo, (2020), Miranda et al., (2014), Pacheco et al., (2017) y Romero, (2019), los tratamientos planteados se realizaron partiendo de ensayos preliminares.

**Tabla 12.**

*Diseño experimental*

Tratamiento	Factor (EQ)	Proteína	Recuento BAL	Acidez titulable	pH	Sólidos solubles
<i>F1</i>	0%	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>
<i>F2</i>	5%	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>
<i>F3</i>	10%	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>

Nota: EQ: Extracto de harina de quinua

Fuente: Autoría propia

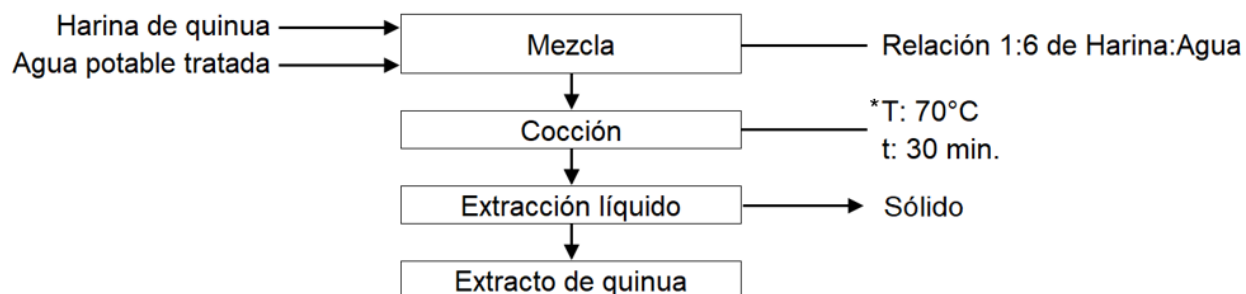
**Ensayos preliminares**

***Extracto de quinua***

Se evaluaron dos ensayos preliminares para evaluar la obtención del extracto de quinua, se consideraron los estudios de Forero, (2016) y Zannini et al., (2018) con algunas modificaciones, en la Figura 5 se presenta el ensayo preliminar 1 realizado para la obtención del extracto de quinua y en la Figura 6 describe el ensayo preliminar 2 realizado para la obtención del mismo.

**Figura 5.**

*Ensayo preliminar 1 para la obtención del extracto de quinua*

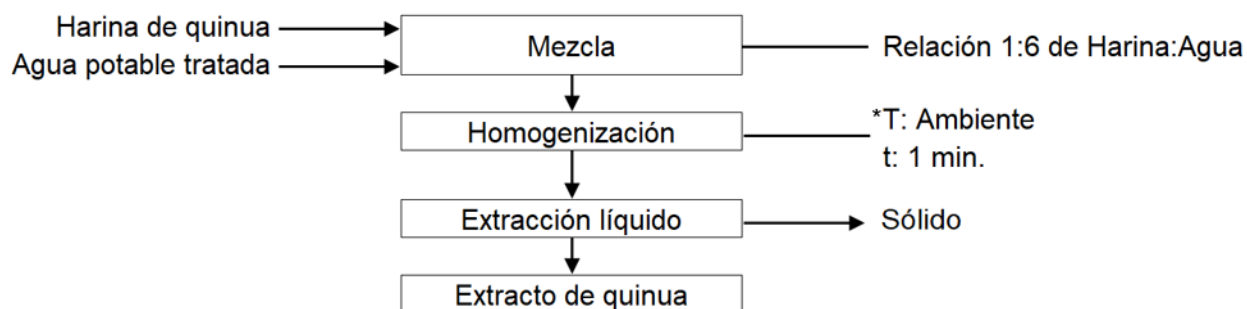


Nota: \*T: temperatura, t: tiempo

Fuente: Autoría propia

### Figura 6.

#### *Ensayo preliminar 2 para la obtención del extracto de quinua*



Nota: \*T: temperatura, t: tiempo

Fuente: Autoría propia

#### ***Ensayos preliminares de las bebidas fermentadas***

En la tabla 13 se presenta el ensayo preliminar 1 que se realizó para la obtención de la bebida fermentada y en la tabla 14 se describe el ensayo preliminar 2 realizado para la elaboración de la misma, para estos ensayos preliminares se consideraron las formulaciones descritas a continuación:

### Tabla 13.

#### *Ensayo preliminar 1*

<b>Formulaciones</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>
Extracto de quinua (%)	0	15
Pulpa de mango (%)	45	30
Lactosuero reconstituido (%)	50	50
Azúcar (%)	5	5

*Nota: F1: Formulación 1, F2: Formulación 2*

Fuente: Autoría propia

#### **Tabla 14.**

*Ensayo preliminar 2*

<b>Formulaciones</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>
Extracto de quinua (%)	5	10
Pulpa de mango (%)	25	25
Lactosuero reconstituido (%)	67,5	62,5
Azúcar (%)	2,5	2,5

*Nota: F1: Formulación 1, F2: Formulación 2*

Fuente: Autoría propia.

#### **Elaboración final de la bebida fermentada**

En la tabla 15 se presenta el ensayo definitivo que se realizó para la obtención de la bebida fermentada, para este ensayo preliminar se consideraron las formulaciones descritas a continuación:

#### **Tabla 15.**

*Formulaciones finales de las bebidas fermentadas*

<b>Formulaciones</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
Extracto de quinua (%)	0	5	10
Lactosuero reconstituido (%)	49	46,5	44
Leche reconstituida (%)	49	46,5	44
Azúcar (%)	2	2	2

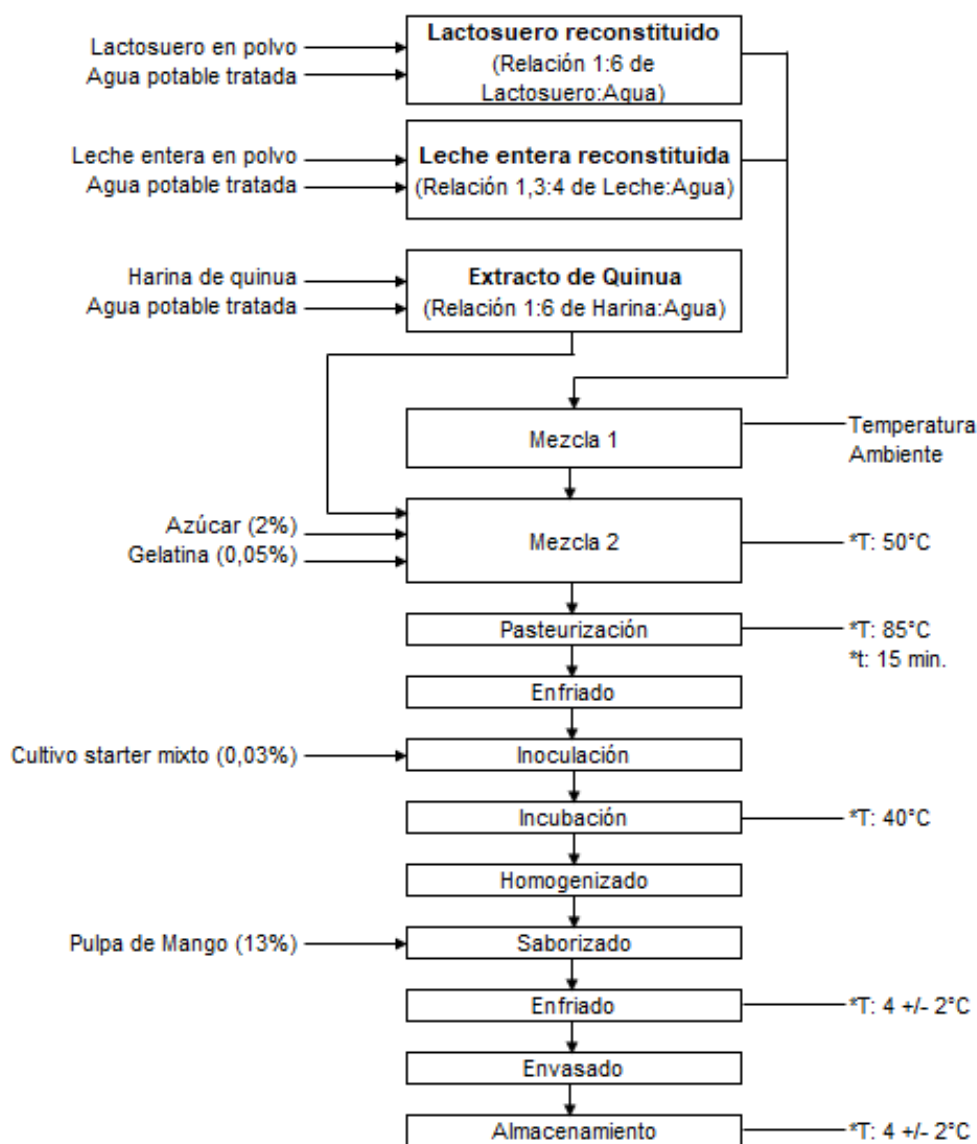
Nota: F1: Formulación 1, F2: Formulación 2, F3: Formulación 3

Fuente: Autoría propia

En la figura 7 se presenta el diagrama de proceso de elaboración definitivo para la obtención de la bebida fermentada con inclusión de harina de quinua.

### Figura 7.

Diagrama de proceso para la elaboración de la bebida fermentada



Nota: \*T: temperatura, t: tiempo

Fuente: Autoría propia

A continuación, se describen las etapas del proceso de elaboración de la bebida fermentada:

**Tabla 16.**

*Etapas del proceso de elaboración de la bebida fermentada*

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Descripción</b>
Mezcla 1	Se mezclaron los ingredientes, lactosuero reconstituido (lactosuero dulce en polvo reconstituido con agua potable tratada en una relación 1:6 lactosuero: agua a temperatura ambiente) y leche en polvo reconstituida (en una relación 1,3:4 de leche en polvo: agua) según la formulación, se inició el tratamiento térmico de la mezcla hasta 50°C con agitación constante.
Mezcla 2	A 50°C se realizó la adición del extracto de quinua obtenido previamente, azúcar y gelatina, según la formulación, continuando el tratamiento térmico con agitación constante.
Pasteurización	La mezcla se sometió a pasteurización durante 15 minutos a una temperatura constante de 85°C.
Enfriado	Transcurrida la pasteurización de la mezcla durante el periodo de retención establecido, se produjo un descenso de su temperatura hasta 41°C para realizar la inoculación del cultivo starter mixto.
Inoculación	A 40°C se realiza la inoculación directa del cultivo starter mixto comercial a la mezcla empleando una concentración de 0,03%, se mantuvo agitación constante durante 2 minutos.
Incubación	La incubación del inóculo en la mezcla se realizó empleando un equipo mini pasteurizador eléctrico marca CI Talsa a temperatura constante 40°C por el tiempo requerido realizando un monitoreo constante de la acidez titulable y pH de la mezcla, hasta alcanzar un valor superior a 0.6% m/m ácido láctico (NTC 805) y pH cercano a 4.5.

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Descripción</b>
Homogeneizado	Una vez alcanzada la fermentación, mediante agitación moderada a 20 rpm durante 2 minutos se rompió el coágulo homogeneizando la mezcla para dar la consistencia propia de la bebida fomentada.
Saborizado	Se realizó la adición de pulpa natural de mango en una relación 13% respecto al volumen de bebida fermentada obtenida.
Enfriado	La temperatura descendió a refrigeración (4 +/- 2°C), con el fin de detener la acción de los cultivos lácticos controlando la acidez final de la bebida fermentada.
Envasado	Se realizó el envasado de la bebida fermentada en envases de vidrio de 250 ml para conservar la integridad e inocuidad de la bebida fermentada durante el almacenamiento.
Almacenamiento	El almacenamiento y conservación de la bebida fermentada durante el tiempo se realizó a temperatura de refrigeración (4 +/- 2°C).

Fuente: Autoría propia

### **Evaluación de las características fisicoquímicas de la bebida fermentada**

Se determinaron las características fisicoquímicas de las diferentes formulaciones de los ensayos preliminares (acidez, pH, sólidos solubles y proteína), y se evaluaron todos los métodos presentes en la tabla 17 para la bebida seleccionada.

#### **Tabla 17.**

*Métodos para las propiedades fisicoquímicas de la bebida fermentada*

<b>Propiedades fisicoquímicas</b>	<b>Método</b>	<b>Referencia</b>
Acidez titulable *	AOAC 10041	(AOAC, 1984)
pH	NTC 440	(ICONTEC, 2015)
Sólidos solubles (°Brix)	AOAC 22,024	(AOAC, 1990a)
Proteína	Método Kjeldahl	(AOAC, 1990b)
Calorías	NTC 512-2	(ICONTEC, 2006)
Carbohidratos	NTC 512-2	(ICONTEC, 2006)
Cenizas	Calcinación	(Fon Fay & Zumbado, 2020)
Humedad	AOAC 925.10	(AOAC, 1998a)



<b>Propiedades fisicoquímicas</b>	<b>Método</b>	<b>Referencia</b>
Grasa total	AOAC 942.05	(AOAC, 1998b)
Sinéresis		(Staffolo et al., 2004)
Viscosidad		(Cadena, 2015)

Nota. \* Acidez expresada como % (p/p) de ácido láctico.

Fuente: Autoría propia

### **Tabla nutricional de la bebida fermentada**

La elaboración de la tabla de información nutricional de la bebida fermentada se realizó según los parámetros y requisitos establecidos en la Resolución 810 de 2021 del Ministerio De Salud y Protección Social “Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos envasados o empacados para consumo humano” siguiendo el formato vertical estándar.

### **Determinación de las propiedades microbiológicas**

Considerando los parámetros propuestos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas para productos lácteos, leches fermentadas NTC 805 (ICONTEC, 2005), se realizó la caracterización microbiológica de la bebida fermentada, la metodología de análisis de estos parámetros se presenta en la tabla 18.

### **Tabla 18.**

*Metodología empleada para las propiedades microbiológicas de la bebida fermentada*

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>
Recuento Coliformes Totales NMP/g/mL	Método ICMSF
Recuento Coliformes Fecales NMP/g/mL	Método ICMSF
Recuento Mohos UFC/g/mL	ISO 21527-1: 2008
Recuento Levaduras UFC/g/mL	ISO 21527-1: 2008

Fuente: Autoría propia

## Evaluación sensorial de la bebida fermentada

La evaluación sensorial de las bebidas fermentadas se realizó sometiendo las muestras de bebida fermentada previamente codificadas con una numeración aleatoria ante 28 jueces no entrenados, este panel de consumidores fue integrado por hombres y mujeres en un rango de edad entre 20 y 60 años.

Los panelistas evaluaron los siguientes atributos de las bebidas fermentadas: sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general, para ello se empleó como herramienta para medir el grado de aceptación la escala hedónica de 5 puntos (Da Cunha et al., 2013), ver anexo 3, a continuación, se describe en la tabla 19.

### Tabla 19.

#### *Escala hedónica de 5 puntos*

<b>Ponderación</b>	<b>Grado de aceptación</b>
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	Me es indiferente
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Fuente: Autoría propia

### **Análisis estadístico de la evaluación sensorial**

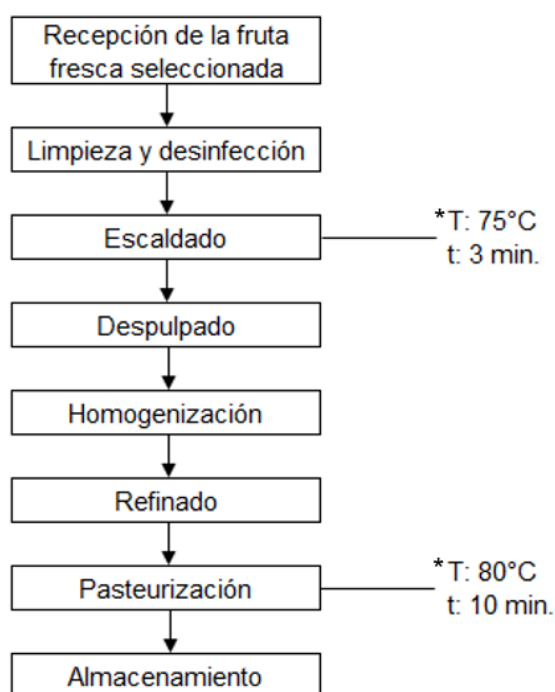
Para el análisis estadístico de la evaluación sensorial de los tratamientos realizados se utilizó análisis de varianza no paramétrica, utilizando el software de análisis estadístico STATGRAPHICS Centurion Versión 19.1.2, realizando comparación entre los tratamientos con el test de Friedman ( $p < 0,05$ ). De hecho, se evaluó el nivel de significancia, este se obtuvo en la tabla estadística de niveles de probabilidad, a 2 colas, probabilidad 0,05% (Espinosa, 2007).

## Elaboración de la pulpa de mango

Los frutos frescos de mango de azúcar (*mangifera indica*) se adquirieron en el establecimiento de comercio *Merkacol Américas*, seleccionados mediante clasificación cualitativa de los atributos de calidad, óptimo estado de madurez fisiológica e integridad del fruto. La obtención de la pulpa de mango se realizó considerando la metodología propuesta por Corrales et al., (2014), Quintero et al., (2017) y Mendoza et al., (2015) con modificaciones como se presenta en la Figura 8.

### Figura 8.

*Diagrama de proceso para la obtención de pulpa de mango pasteurizada*



Nota: \*T: temperatura, t: tiempo

Fuente: Autoría propia

A continuación, se describen las etapas del proceso de elaboración de la pulpa de mango pasteurizada:

**Tabla 20.***Etapas del proceso de elaboración de la pulpa de mango pasteurizada*

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Descripción</b>
Recepción y selección de fruta fresca	Se realizó aislamiento e inspección de las condiciones de la fruta fresca con el fin de garantizar las características óptimas para el proceso, identificando y descartando frutas que pudiesen presentar deterioro de su calidad o no cumplir con los requisitos establecidos para este producto.
Limpieza y desinfección	Con agua potable realizó un lavado de la fruta removiendo la suciedad superficial, posteriormente se realizó su desinfección mediante inmersión en una solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 100 ppm durante 5 minutos para reducir la carga microbiana, enjuagando posteriormente con agua potable.
Escaldado	Se realizó un escaldado de la fruta fresca durante 3 minutos a una temperatura constante de 75°C.
Despulpado	Se realizó la separación de la pulpa de mango de la cáscara y semilla cuidadosamente, esta fue troceada para facilitar su homogeneización.
Homogenización	Con la ayuda de una licuadora convencional durante un minuto a temperatura ambiente hasta que la pulpa presenta una textura homogénea.
Refinado	Con el fin de retirar posibles trozos de mayor tamaño o partículas indeseadas se refinó la pulpa con ayuda de un tamiz que permitiera el paso de la pulpa.
Pasteurización	La pulpa fue sometida a un tratamiento térmico para su higienización e inactivación de enzimas durante 10 minutos a una temperatura constante de 80°C, de modo que pueda ser empleada como materia prima directa para la bebida fermentada sin tratamientos adicionales.
Almacenamiento	La pulpa de mango pasteurizada envasada se conservó en el envase original a temperatura de refrigeración (4± 2°C).

Fuente: Autoría propia

### **Evaluación de la cinética de fermentación de la bebida fermentada**

Se evaluó la cinética de la fermentación mediante una curva de acidez titulable y pH considerando los tiempos establecidos por Miranda et al., (2014), se realizaron algunos ajustes para los parámetros como pH y acidez al considerar el método AOAC 981.12 (Horwitz & Latimer, 2000). Para la determinación del recuento de células viables en las Bacterias ácido-lácticas se realizó de acuerdo con Ramírez, (2008), mediante diferentes diluciones para hacer siembra en medio MRS (Man Rogosa Sharpe), posterior se realizó el recuento de unidades formadoras de colonias. Los resultados se reportan como UFC/mL de bebida fermentada.

### **Evaluación de la estabilidad de la bebida fermentada durante a través del tiempo**

Se evaluó la estabilidad de la bebida fermentada durante 21 días, tomando como referencia el periodo de vida útil mencionado por la Resolución 11961 del Ministerio de salud de Colombia, (1989) para bebidas fermentadas de características similares. Se realizó la medición de las características fisicoquímicas de la bebida fermentada, evaluando la acidez titulable, pH, contenido de sólidos solubles, porcentaje de sinéresis y viscosidad (Gaviño, 2019; Pinillos, 2018; Puelles, 2017) se empleó la metodología descrita en la tabla 17, la medición de las características fisicoquímicas se realiza en tres puntos a través del tiempo; 0 días, 14 días y 21 días. Se evaluaron así mismo, las características sensoriales de la bebida fermentada, considerando los atributos sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general mediante un panel de consumidores entrenados en los puntos a través del tiempo mencionados anteriormente, se empleó la metodología propuesta por Da Cunha et al., (2013) descrita en la tabla 19.

## Resultados y Discusión

### Caracterización de las materias primas

En la tabla 21 se presenta la caracterización fisicoquímica de la leche entera en polvo y el lactosuero reconstituido.

**Tabla 21.**

*Caracterización fisicoquímica de la leche en polvo reconstituida y el lactosuero*

Parámetro	Leche en polvo	Lactosuero
Acidez titulable	0,133 ± 0,009	0,10 ± 0,01
pH	6,58 ± 0,01	6,64 ± 0,04
Sólidos solubles (°Brix)	17,12 ± 0,51	13,72 ± 0,29

Fuente: Autoría propia

Los valores reportados por la leche entera cumplen con los parámetros de calidad establecidos por la normatividad vigente para leche fresca, Decreto 616 (Minsalud, 2006), se evidencia que el contenido de sólidos solubles es superior al promedio reportado por otros estudios para leche fresca (Guevara, 2015; Rodriguez, 2017). La caracterización fisicoquímica del lactosuero comercial dulce reconstituido es similar a las reportadas por otros autores (Alava et al., 2014) a excepción del contenido de sólidos solubles, el cual muestra ser superior, estos valores son acordes a la caracterización a los señalados por el proveedor.

Se realizó la caracterización fisicoquímica de la pulpa natural de mango que se empleó en el proceso de elaboración de la bebida fermentada, en la etapa de saborizado, las características se describen en la tabla 22, estas son similares a las reportadas por otros autores (Quintero et al., 2013).

**Tabla 22.**

### Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mango

Parámetro	Valor
Acidez titulable (% ácido cítrico)	0,294 ± 0,003
pH	4,960 ± 0,120
Sólidos solubles (°Brix)	21,60 ± 0,44

Fuente: Autoría propia

Se presenta la caracterización de la quinua en la tabla 23, al evidenciar que la proteína y lípidos es superior en comparación a las normas Técnicas Andinas.

### Tabla 23.

#### Caracterización fisicoquímica de la quinua

Parámetro	Valor (%)	NTA*
Cenizas	2,01	3,5% Máx.
Lípidos	4,15	4,0% Mín.
Humedad	12,97	13,5% Mín.
Proteína cruda	16,89	10% Mín.

Nota. \* Normas Técnicas Andinas NTA 0032:2015

Fuente: Grupo de investigación -Proyecto PS – 19 – 2018 Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

### Ensayos preliminares

#### Obtención del extracto de quinua

Se realizaron ensayos preliminares para evaluar el proceso de obtención del extracto de quinua, de hecho, se consideró la metodología evaluada por Forero (2016), como se describe en la figura 5, al obtener una mezcla de características poco favorables para el bioproceso, debido a la alta viscosidad lo cual dificulta la extracción sólido-líquido deseada, según Oliva et al., (2018), este comportamiento se genera por la temperatura del tratamiento térmico (>57,2°C) al propiciar la solubilización de las moléculas de amilosa y

amilopectina presentes en el almidón, desencadenando la gelatinización de este (Arzapalo et al., 2015).

El segundo ensayo preliminar de obtención del extracto de quinua se describe en la figura 6, acorde a lo propuesto por Zannini et al., (2018), con algunas modificaciones al realizar el tratamiento térmico del extracto en la etapa de pasteurización del bioproceso. Este ensayo preliminar permitió la extracción sólido-líquido deseada para el bioproceso que se realizó a la bebida fermentada.

### ***Elaboración de las bebidas fermentadas***

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos preliminares que se realizaron con el fin de evaluar el efecto de diferentes factores en la fermentación, se realizó ensayos preliminares empleando diferentes formulaciones, estas se presentan en las tablas 13 y 14. En el ensayo preliminar 1 se evalúan dos formulaciones (F1 y F2) con diferentes proporciones de extracto de quinua, lactosuero reconstituido, pulpa natural de mango y azúcar, descritas en la tabla 13.

La tabla 24 presenta las características fisicoquímicas de las formulaciones evaluadas en el ensayo preliminar 1.

### **Tabla 24.**

#### *Características fisicoquímicas del ensayo preliminar 1*

Tiempo (horas)	Acidez*		pH		Sólidos solubles (°Brix)	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2
0	0,269 ± 0,011	0,251 ± 0,007	5,78 ± 0,05	5,91 ± 0,03	30,58 ± 0,91	30,07 ± 0,23
21	0,453 ± 0,005	0,443 ± 0,003	5,13 ± 0,05	5,09 ± 0,03	29,70 ± 0,28	29,45 ± 0,21

Nota: \*Acidez expresada como % (*p/p*) de ácido láctico. Valores presentados como media ± la desviación estándar (*n* = 3).

Fuente: Autoría propia



En este ensayo se evidenció que debido a la naturaleza de la composición de la matriz alimentaria no se conseguía el desarrollo favorable de la fermentación con el cultivo mixto empleado, ya que como se muestra en la tabla 24, tras 21 horas de fermentación el contenido de ácido láctico fue 0,45%, sin alcanzar el valor mínimo establecido para este tipo de bebidas fermentadas (0,60%). Según la NTC 805 (ICONTEC, 2005), así mismo, en esta tabla se presenta los valores obtenidos para el pH, al encontrar que no fue el ideal, destacando que la normatividad no establece valores de referencia para estas bebidas fermentadas, sin embargo, estudios realizados con matrices similares muestran una fermentación exitosa al alcanzar valores de pH entre 3,8 y 4,8 (Bianchi et al., 2015; Campos & Ponce, 2017; Casarotti et al., 2014; Ludena et al., 2016).

Los valores de sólidos solubles de las dos formulaciones evaluadas en este ensayo preliminar presentaron un leve descenso durante el bioproceso, como se evidencia en la tabla 24, esto debido a la baja viabilidad de las cepas de bacterias ácido-lácticas para aprovechar el contenido de azúcares fermentables presentes en la mezcla bajo las condiciones dadas (Juneja et al., 2017).

Considerando los resultados obtenidos en el ensayo preliminar anteriormente descrito, se realizó el ensayo preliminar 2, en este se analizaron dos formulaciones (F1 y F2) para evaluar diferentes factores durante la fermentación, las formulaciones evaluadas contenían diferentes proporciones de extracto de quinua, lactosuero reconstituido, pulpa natural de mango y azúcar, estas se describieron en la tabla 14 en metodología.

A continuación, en la tabla 25 se presentan las características fisicoquímicas de las formulaciones evaluadas en este ensayo preliminar.

**Tabla 25.**

*Características fisicoquímicas del ensayo preliminar 2*

Tiempo (horas)	Acidez*		pH		Sólidos solubles (°Brix)	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2
0	0,279 ± 0,013	0,265 ± 0,017	6,020 ± 0,010	6,080 ± 0,020	34,80 ± 0,10	31,43 ± 0,15
21	0,519 ± 0,000	0,740 ± 0,000	5,820 ± 0,050	5,190 ± 0,010	-	-

Nota: \*Acidez expresada como % ( $p/p$ ) de ácido láctico. Valores presentados como media  $\pm$  la desviación estándar ( $n = 3$ ).

Fuente: Autoría propia

La cinética de fermentación de este ensayo preliminar 2 presentó un comportamiento típico de fermentación al lograr un incremento de la acidez (0,74%) y descenso de pH (5,19), como se evidenció en la tabla 25, sin embargo, la formulación F1 presentó una cinética de fermentación deficiente frente a F2 durante el mismo periodo de tiempo (21 horas) y condiciones del bioproceso idénticas. Ya que el comportamiento de la cinética de fermentación de F1 y F2 presentó diferencias notables, la variación del contenido de sólidos solubles no fue uniforme.

Se concluye que la fermentación de las bebidas es prolongada a través del tiempo y depende de las condiciones intrínsecas del proceso.

### **Fermentación de las bebidas**

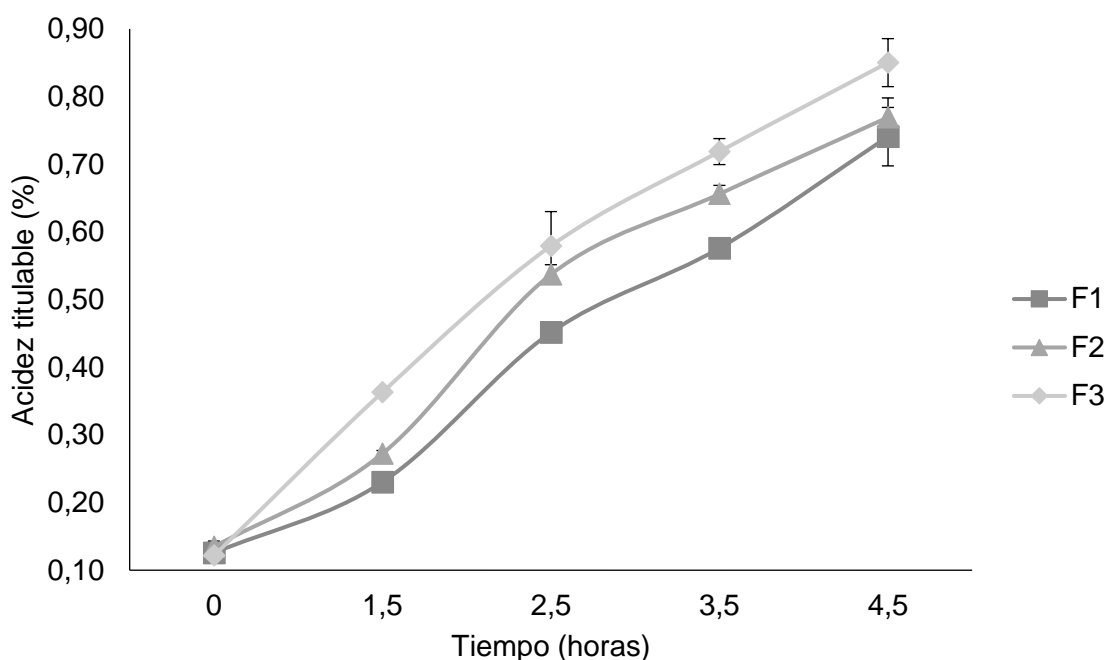
Mediante los ensayos preliminares se ajustó el extracto y las formulaciones en la tabla 13 presentada en la metodología para la obtención del producto con las características deseadas mejorando el tiempo de fermentación de la bebida, a continuación, se presenta la cinética de fermentación final.

### **Cinética de fermentación de las formulaciones finales**

En la figura 9, puede evidenciarse un incremento notorio de la acidez a través del tiempo para las tres formulaciones, al encontrar que F3 presentó una alta acidez en comparación a F2. La acidez alcanzada por las tres formulaciones a las 4,5 horas cumple con los valores establecidos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (mínimo 0,6% m/m ácido láctico) (ICONTEC, 2005).

**Figura 9.**

*Curva de acidez titulable*



Nota: \*Acidez titulable expresada en % (p/p) de ácido láctico

Fuente: Autoría propia

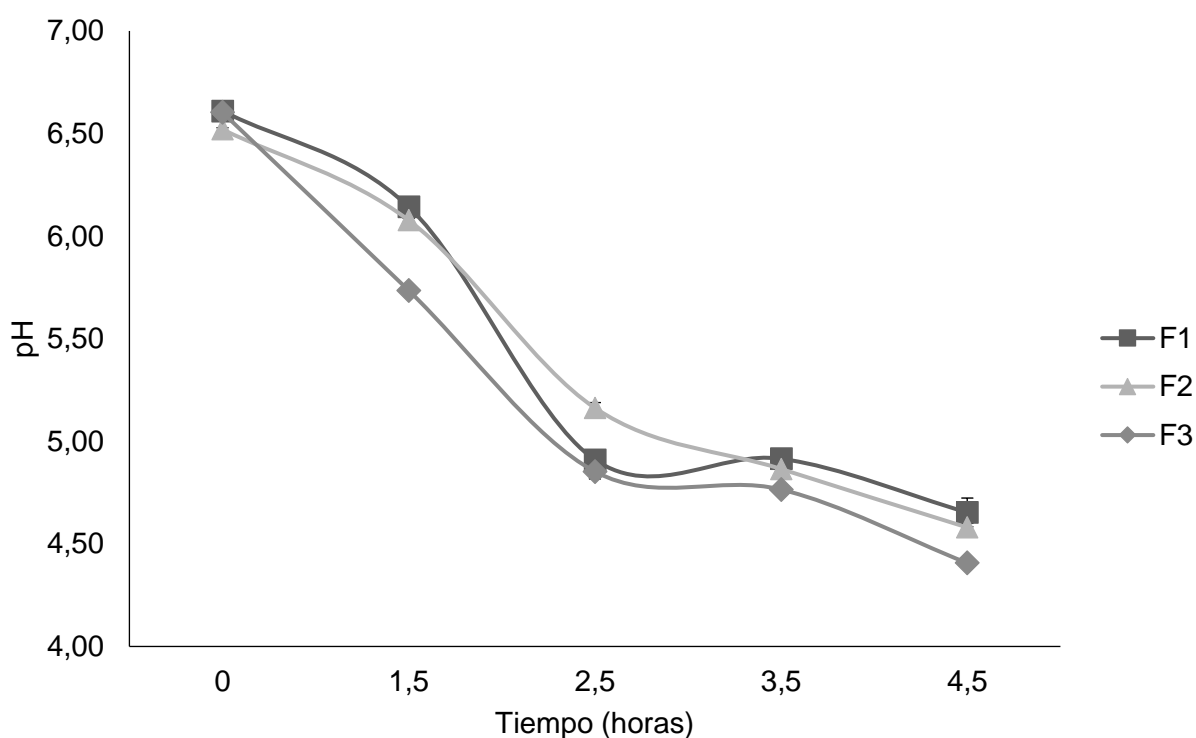
Estadísticamente se encontró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) a través del tiempo para cada una de las formulaciones F1, F2 y F3.

En la figura 10, la curva de pH de las formulaciones, presentaron un comportamiento similar a la curva de acidez, resaltando la inclusión del extracto de harina de quinua afecta el bioproceso, de hecho, F3 presentó un descenso del pH más acelerado que las demás

formulaciones, la formulación sin inclusión de extracto de quinua (F1) presentó un rápido descenso del pH alcanzando valores cercanos a los presentados por F3 luego de 2,5 horas del proceso, posterior su comportamiento se normalizó, siendo similar a las demás formulaciones. Al finalizar la fermentación (4,5 horas) F1, F2 y F3 alcanzaron un valor de pH cercano al valor promedio de este tipo de bebidas fermentadas (4,65, 4,58 y 4,40 respectivamente).

### Figura 10.

*Curva de pH durante la fermentación de las bebidas*



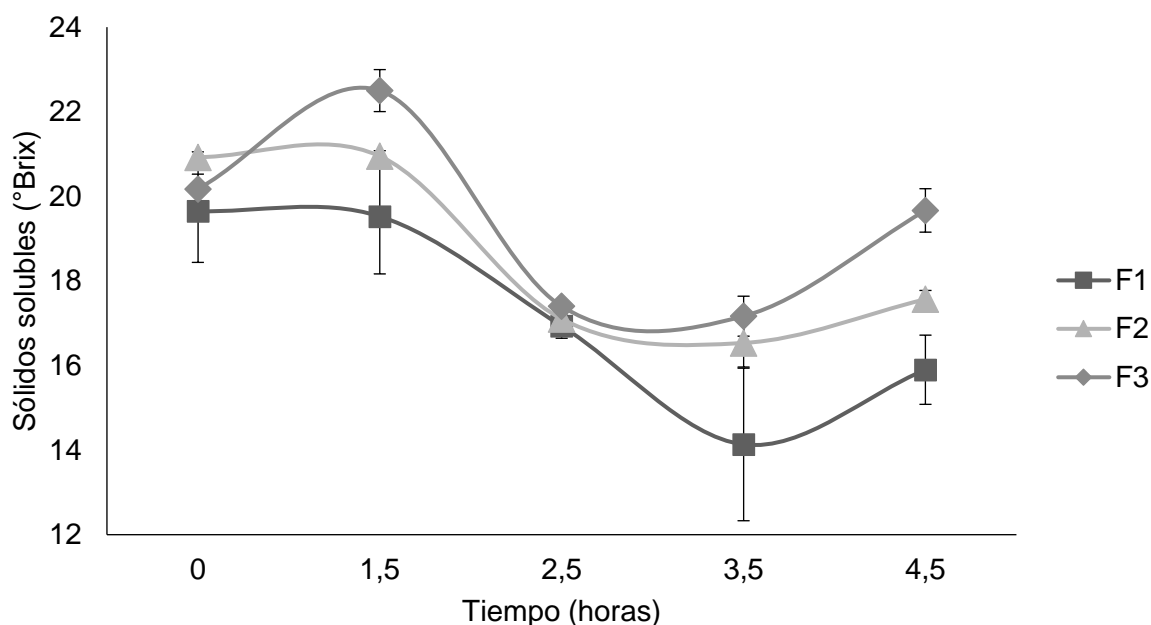
Fuente: Autoría propia

Estadísticamente los valores de pH presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para cada una de las formulaciones a través del tiempo a excepción de F1 entre las 2,5 y 3,5 horas de fermentación cuya diferencia de pH no es estadísticamente significativa, como se evidencia en el anexo 5.

En la figura 11, muestra la variación del contenido de sólidos solubles durante la fermentación de las formulaciones evaluadas. Se evidencia que F1 disminuye notoriamente el contenido de sólidos solubles en comparación a F3, sin embargo, F2 presentó una disminución más prolongada que F3.

**Figura 11.**

*Curva de contenido de sólidos solubles durante la fermentación*



Fuente: Autoría propia

En el análisis estadístico se evidenció que el comportamiento del contenido de sólidos solubles de F1 presentó una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre las 0 y 2,5 horas, 0 y 3,5 horas, 0 y 4,5 horas, 1,5 y 3,5 horas, y entre 1,5 y 4,5 horas de fermentación, mientras F2 presentó una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre las 1,5 y 2,5 horas, 1,5 y 3,5 horas, 1,5 y 4,5 horas, y entre 3,5 y 4,5 horas de fermentación. Mientras que F3 presentó una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre 1,5 y 2,5 horas, 1,5 y 3,5 horas, 1,5 y 4,5 horas, 2,5 y 4,5 horas y entre 3,5 y 4,5 horas de fermentación, como se evidencia en el anexo 6.

Los resultados obtenidos muestran el comportamiento del contenido de sólidos solubles totales durante el bioproceso, estos cambios corresponden al consumo de azúcares fermentables de las bacterias ácido lácticas durante la fermentación, el contenido de sólidos solubles totales de las bebidas fermentadas concuerda con el encontrado por Romero Fajardo, (2019), quien reportó 17°Brix en la elaboración de una bebida de características similares.

### Recuento de bacterias ácido-lácticas

La tabla 26 presenta el recuento de bacterias ácido-lácticas encontradas durante el bioproceso.

**Tabla 26.**

*Recuento de bacterias ácido lácticas durante la fermentación de las bebidas*

Tiempo (Horas)	F2	F3
	UFC/mL	UFC/mL
0	$2,46 \times 10^{10}$	$2,50 \times 10^{10}$
4,5	$3,00 \times 10^{10}$	$1,00 \times 10^{10}$

Fuente: Autoría propia

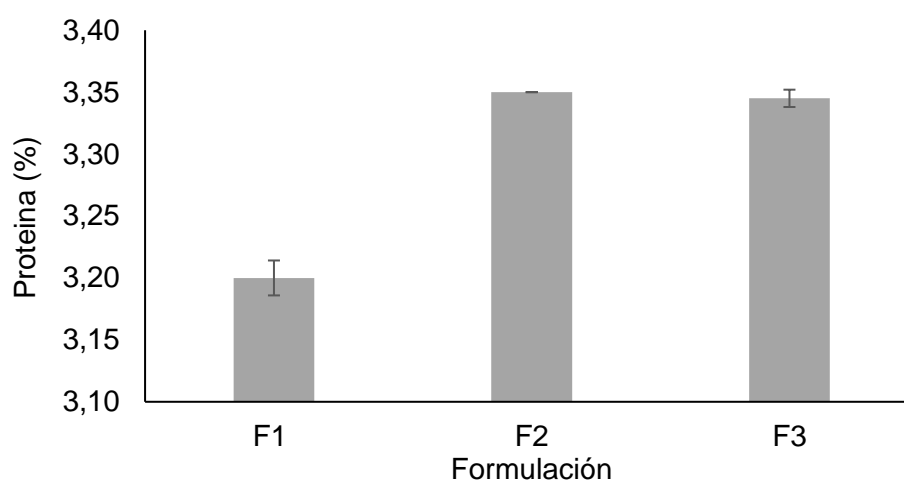
Los resultados muestran el crecimiento de las cepas del cultivo comercial, se evidenció que la formulación con inclusión de 5% de extracto de quinua (F2) presentó  $3,00 \times 10^{10}$  UFC/mL, tuvo incremento en el recuento de bacterias ácido lácticas luego de 4,5 horas de fermentación, mientras que el recuento presentado por la formulación con inclusión de 10% de extracto de quinua (F3) presentó  $1,00 \times 10^{10}$  UFC/mL, se concluye que el recuento de bacterias ácido lácticas para las dos formulaciones fueron favorables considerando el recuento mínimo establecido por la normatividad ( $10^6$  UFC/mL) (ICONTEC, 2005).

## Análisis de proteína de las bebidas fermentadas

Se realizó la determinación del contenido de proteína para las tres formulaciones evaluadas luego de 4,5 horas de fermentación del bioproceso, a continuación, en la figura 12 se presentan los resultados obtenidos.

### Figura 12.

*Resultados del contenido de proteína*



**Fuente:** Autoría propia

Se evidenció que la inclusión de extracto de quinua generó un aumento en el contenido proteico para las formulaciones F2 y F3 (3,350% y 3,345%), sin embargo, la muestra control (F1) presentó un valor inferior, respecto a las otras bebidas fermentadas (F2 y F3).

Estadísticamente se evidenció diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las formulaciones F1 y F2, así como entre F1 y F3, mientras que F2 y F3 no se presentaron diferencia

estadísticamente significativa entre sí, como se evidencia en el anexo 7. Por otro lado, al comparar el contenido proteico de las bebidas fermentadas con otros estudios, se evidenció que es superior, debido a que reportan 1,65% de proteína en una bebida fermentada a base de extracto hidrosoluble de quinua (Bianchi et al., 2015), en otro estudio encontraron 1,4% de proteína para de una bebida elaborada con solución de harina de quinua con almidón

hidrolizado (Huapaya, 2014), al comparar los estudios con los resultados obtenidos para la bebida estudiada, se puede concluir que la adición de lactosuero dulce, leche entera y extracto de quinua en la formulación brinda un aporte significativo en el contenido final de proteína de la bebida fermentada.

### **Propiedades microbiológicas de las bebidas fermentadas**

El análisis de calidad microbiológica de la bebida fermentada seleccionada se presenta en la tabla 27, al evidenciar valores aceptables para cada uno de los parámetros evaluados según los valores de referencia propuestos por la Norma Técnica Colombiana 805 (ICONTEC, 2005), indicando que la bebida fermentada es apta para el consumo humano.

**Tabla 27.**

*Caracterización microbiológica de la bebida fermentada*

<b>Análisis</b>	<b>Valor</b>	<b>NTC 805</b>
Recuento Coliformes Totales (NMP/mL)	Menos de 3	10-100
Recuento Coliformes Fecales (NMP/mL)	Menos de 3	Menos de 3
Recuento Mohos (UFC/mL)	Menos de 10	200-500
Recuento Levaduras (UFC/mL)	Menos de 10	200-500

Fuente: autoría propia

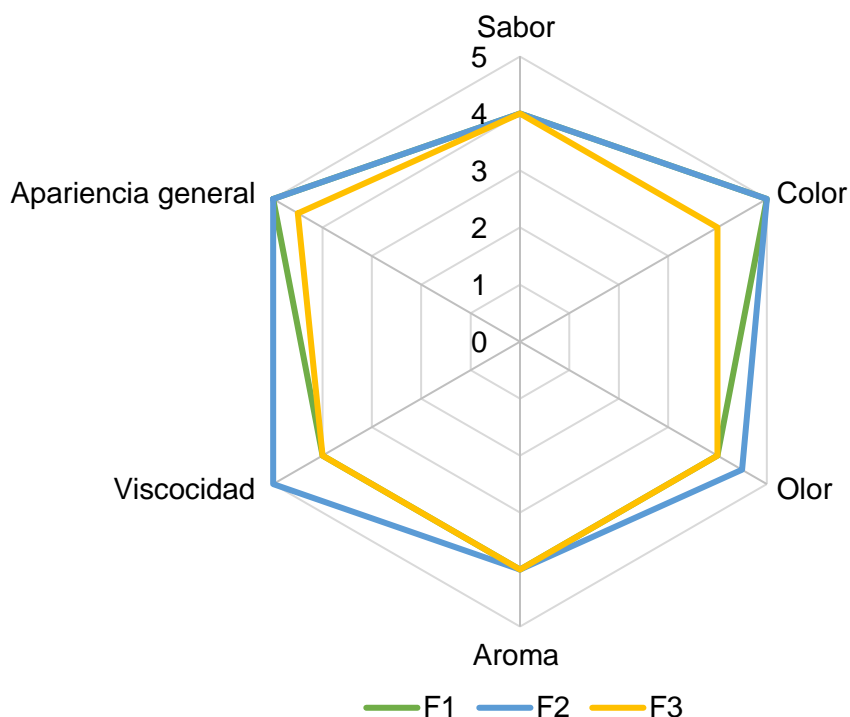
### **Evaluación sensorial de la bebida fermentada**

Los resultados de la escala hedónica de 5 puntos que se obtuvieron en la evaluación sensorial para las formulaciones se presentan en la figura 13.



**Figura 13.**

*Evaluación sensorial de la bebida fermentada*



Nota: Valores presentados como mediana mínimo y máximo del puntaje en escala hedónica (n= 28)

Fuente: autoría propia

En la evaluación sensorial se evidenció que el porcentaje de inclusión de extracto de harina de quinua presentó un efecto directo sobre la aceptación de la bebida fermentada, a mayor proporción de inclusión de quinua disminuye notablemente el grado de aceptación de los atributos, al ser resultados coherentes con estudios previos realizados por otros autores en matrices alimentarias a base de soluciones de harina de quinua (Lorusso et al., 2018). En la figura 13 se observó que los atributos sabor y aroma fueron valorados con el mismo nivel de agrado para los dos tratamientos, los resultados señalan que el color, olor, viscosidad y la apariencia general de F2 son marcadamente superiores en contraste con los presentados por F1 y F3. Estos resultados permiten establecer que el mejor tratamiento fue F2, al considerar la

valoración por los jueces, quienes indican un nivel de agrado entre 4 y 5 (Me gusta moderadamente – Me gusta mucho) para todas las características de la bebida fermentada.

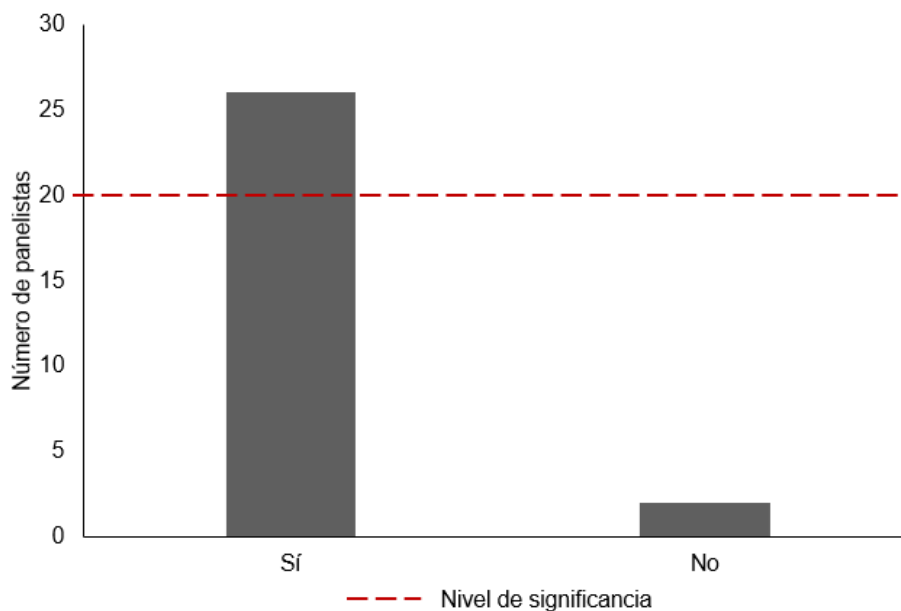
El análisis de varianza no paramétrica entre los tratamientos analizados mediante el test Friedman no evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para los atributos evaluados por los panelistas (sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general), como se muestra en el anexo 8.

Estudios similares han mostrado que las bebidas fermentadas con inclusión de quinua sin adición de complementos que mejoren sus características sensoriales, tales como saborizantes o pulpas de fruta han presentado baja aceptación por los consumidores (Barco, 2017; Ludena et al., 2016), en este estudio gracias a la adición de pulpa natural de mango de azúcar en una proporción 13%, se consigue mejorar notablemente los perfiles sensoriales de la bebida fermentada generando mayor aceptación por parte de los panelistas, para ambas formulaciones, al resaltar que el atributo sabor obtuvo puntuación 4 (Me gusta moderadamente) en la escala hedónica.

En la encuesta realizada para el análisis sensorial a consumidores, se preguntó a los panelistas, luego de evaluar los atributos de las bebidas fermentadas si compraría alguno de los productos evaluados, al encontrar que 26 panelistas respondieron favorablemente, como se observa en la figura 14, mientras que dos indicaron que no la comprarían.

#### **Figura 14.**

*Intención de compra de la bebida fermentada*



Fuente: autoría propia

El nivel de significancia se obtuvo mediante la tabla estadística de niveles de probabilidad, a 2 colas, probabilidad 0,05%. En la figura 14, se evidenció que en la población encuestada de 28 panelistas, el valor crítico de aceptación del producto está dada por 20 resultados favorables con un nivel de probabilidad del 0,05% de confianza (Espinosa, 2007), esto indica que la bebida fermentada con inclusión de quinua fue aceptada por los panelistas al sobrepasar el valor crítico de aceptación según los niveles de significancia de la población encuestada con 26 resultados favorables.

### **Análisis proximal de la bebida seleccionada**

En la tabla 28 se describe los resultados obtenidos del análisis proximal realizados a la formulación seleccionada sensorialmente (F2).

**Tabla 28.**

*Análisis proximal del mejor tratamiento*

<b>Análisis</b>	<b>Valor</b>
Calorías (kcal/100 g)	85,08

<b>Análisis</b>	<b>Valor</b>
Carbohidratos (g/100 g)	13,62
Cenizas (g/100 g)	0,72
Grasa total (g/100 g)	2,00
Humedad (g/100 g)	80,51
Proteína (g/100 g)	3,35
Sólidos solubles (g/100 g)	19,49

Fuente: Autoría propia

La composición de la bebida nutricional presentada en la tabla 28, muestra características notablemente superiores a las obtenidos en diversos estudios realizados en matrices similares con inclusión de extractos de quinua; el contenido de calorías presentado por la bebida seleccionada muestra características similares a las encontradas por Bianchi et al., (2015) y Huapaya, (2014) quienes encontraron valores de kilocalorías de 86,9% y 84,6% respectivamente, el porcentaje de carbohidratos que señala Huapaya, (2014) en su estudio es 19,3%, siendo este superior al determinado en este estudio. Por otra parte, el porcentaje de cenizas que reporta Romero, (2019), para una bebida-de características similares es 0,9%, siendo mayor al valor determinado para la formulación seleccionada. El contenido de grasa total de la bebida fermentada se encontró que es inferior al valor de referencia establecido por la NTC 805, el cual es mínimo 2,5% (ICONTEC, 2005), esta diferencia se debe a la adición de lactosuero reconstituido a la formulación, ya que este presenta un contenido de materia grasa inferior al de la leche entera, según Alava et al., (2014) este se encuentra alrededor de 0,42%. El resultado presentado por la bebida cumple con la NTC 805 ubicándose en la categoría de leches fermentadas parcialmente descremadas (0,5 – 2,5% de materia grasa). El porcentaje de humedad que se determinó presenta valores similares a los encontrados por otros autores Romero, (2019) y Huapaya, (2014), quienes reportan como resultado 79,5% y 78,8% respectivamente. Respecto al contenido de proteína, como se describió anteriormente, se puede concluir que la adición de leche entera, lactosuero dulce y extracto de quinua en la

formulación analizada brinda un aporte significativo al contenido final de proteína de la bebida, siendo superior al encontrado en otros estudios (Bianchi et al., 2015; Huapaya, 2014). Mientras que el contenido de sólidos solubles presentes en la bebida fermentada es similar al observado en otros estudios (Chilo, 2020; Romero, 2019).

### Tabla nutricional de la bebida seleccionada

A continuación, en la tabla 29 se presenta la información nutricional de la bebida fermentada según los requerimientos de la Resolución 810 de 2021.

#### Tabla 29.

*Tabla nutricional de la bebida fermentada*

<b>Datos de Nutrición</b>		
Tamaño de porción: 1 Unidad (150 g) Bebida fermentada con inclusión de quinua		
Número de porciones por envase: 1		
	Por 100 g	Por porción
<b>Energía (kcal)</b>	<b>89</b>	<b>133</b>
Grasa total	2,1 g	3,1 g
<b>Grasa saturada</b>	<b>0,4 g</b>	<b>0,6 g</b>
Grasa monoinsaturada	0,2 g	0,2 g
Grasa poliinsaturada	0 g	0 g
<b>Grasa trans</b>	<b>0 mg</b>	<b>0 mg</b>
Colesterol	0 mg	5,1 mg
Carbohidratos totales	14 g	18 g
Fibra dietaria	0 g	0 g
Fibra soluble	0 g	0 g
Fibra insoluble	0 g	0 g
Polialcoholes	0 g	0 g
Azúcares totales	4,8 g	7,3 g
<b>Azúcares añadidos</b>	<b>2,1 g</b>	<b>3,1 g</b>
Proteína	3,2 g	4,2 g
<b>Sodio</b>	<b>0 mg</b>	<b>3,1 mg</b>
Potasio	0 mg	115 mg
Vitamina A	29 µg ER	43 µg ER
Vitamina D	0,48 µg	0,73 µg
Hierro	0 mg	0,12 mg
Calcio	61 mg	91 mg
Zinc	0 mg	0,25 mg

Fuente: Autoría propia

Según la normatividad vigente establecida por el ministerio de salud y protección social, que describe los reglamentos que deben cumplir los productos alimenticios para consumo humano respecto al etiquetado nutricional con el propósito de brindar información confiable para la decisión de compra del producto. Se evidencia que la bebida fermentada es un producto rico en proteína y micronutrientes como la vitamina A, vitamina D y Calcio.

Considerando lo establecido por la normatividad este producto no requiere sellos de advertencia para el consumidor.

### Estabilidad de las bebidas fermentadas

A continuación, se presenta el cambio de las características fisicoquímicas a través del tiempo de las formulaciones F1 y F2 (control y bebida seleccionada), estas formulaciones se describen en la metodología en la tabla 15, para ello se realizaron las mediciones en tres puntos durante su almacenamiento. Se evaluaron las características fisicoquímicas iniciales del producto terminado durante 21 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración.

**Tabla 30.**

*Características fisicoquímicas de las bebidas a través del tiempo*

Parámetro	Formulación	0 días	14 días	21 días
Acidez (%) *	F1	0,737 ± 0,005 a	0,827 ± 0,013 b	0,891 ± 0,015 c
	F2	0,774 ± 0,014 a	0,877 ± 0,030 b	0,918 ± 0,009 b
pH	F1	4,360 ± 0,047 a	4,280 ± 0,010 ab	4,207 ± 0,032 b
	F2	4,327 ± 0,019 a	4,247 ± 0,006 b	4,180 ± 0,010 c
Sólidos solubles (°Brix)	F1	16,533 ± 0,096 a	16,733 ± 0,058 b	16,533 ± 0,058 a
	F2	16,630 ± 0,096 ab	16,730 ± 0,058 a	16,367 ± 0,153 b
Viscosidad (Pa.s)	F1	6,057 ± 1,263 a	3,560 ± 0,069 a	2,085 ± 0,005 a
	F2	4,377 ± 0,354 a	5,510 ± 0,015 b	1,385 ± 0,013 c

Parámetro	Formulación	0 días	14 días	21 días
Sinéresis (%)	F1	21,404 ± 4,098 a	25,242 ± 0,857 a	21,176 ± 0,908 a
	F2	23,217 ± 3,745 a	28,054 ± 0,929 a	25,396 ± 1,500 a

Nota: Valores presentados como media ± la desviación estándar ( $n = 4$ ), \*Acidez titulable expresada en % (p/p) de ácido láctico. Letras distintas en una misma fila para cada formulación indica diferencias significativas, con un nivel de confianza de 95%

Fuente: Autoría propia

Se evidencia en la tabla 30 que la inclusión de extracto de quinua en la bebida fermentada tiene incidencia directa sobre el comportamiento de la acidificación, en los tres puntos evaluados, la acidez titulable de la formulación con inclusión de 10% de extracto de quinua (F2) presentó mayor porcentaje de ácido láctico que la formulación sin inclusión de extracto de quinua (F1). En el análisis estadístico se evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los resultados de la acidez titulable para las formulaciones F1 y F2 a través del tiempo a excepción de F2 entre los 14 y 21 días, como se muestra en el anexo 9.

Los resultados de la medición de pH para las dos formulaciones presentaron un comportamiento similar, a pesar de que F2 presentó valores inferiores de pH durante los 21 días de almacenamiento. Sin embargo, el análisis estadístico a través del tiempo mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para F1 solo entre los 0 y 21 días, mientras que para F2 el análisis estadístico mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en todos los puntos de medición, ver anexo 10.

Los resultados de la determinación del contenido de sólidos solubles de F1 no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los 0 y 21 días, mientras que los valores registrados entre los 0 y 14 días evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) así como entre los 14 y 21 días, el contenido de sólidos solubles de F2 presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) únicamente entre los 14 y 21 días, como

se evidenció en el anexo 11. Sin embargo, los valores analizados a través de tiempo son similares a los reportados por otros estudios (Chilo, 2020; Romero, 2019). Los valores de la viscosidad a través del tiempo reportados en la tabla 30, muestra el efecto de la inclusión de extracto de quinua sobre la viscosidad de las bebidas fermentadas, es notable el descenso de este parámetro en las dos formulaciones, a pesar que F2 mostró tener un incremento a los 14 días de almacenamiento respecto al valor inicial, al final de su almacenamiento este descendió hasta  $1,382 \text{ Pa.s} \pm 0,013$ , mientras que F1 presentó una viscosidad final de  $2,084 \text{ Pa.s} \pm 0,005$ , estos valores muestran concordancia con el estudio realizado por Campos & Ponce, (2017) quien reportó  $1,29 \text{ Pa.s}$  como viscosidad final de una bebida fermentada con inclusión de harina de quinua. En el análisis estadístico de la viscosidad se evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) únicamente entre los resultados de viscosidad de F2 en todos los puntos de medición, como se evidencia en el anexo 12. En cuanto al porcentaje de sinéresis presentado por las bebidas fermentadas, se evidenció a los 14 días de almacenamiento un notorio incremento en esta variable, sin embargo, a los 21 días el valor se estabiliza, llegando a ser similar al presentado al inicio del tiempo de almacenamiento. Otros autores (Curti et al., 2017; Toro, 2017; Coronel, 2019), reportan que la inclusión de quinua en bebidas fermentadas incrementa la sinéresis durante el tiempo de almacenamiento, de hecho, el estudio de Toro, (2017), reporta valores de sinéresis de  $38,03 \pm 2,879\%$ , mientras que las formulaciones de bebidas fermentadas evaluadas no presentan incrementos significativos de este parámetro al final del tiempo de almacenamiento. El análisis estadístico de la sinéresis no presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre los resultados de F1 y F2 a través del tiempo, ver anexo 13.

### **Recuento de bacterias ácido lácticas**

Se realizó el recuento de bacterias ácido-lácticas totales de la bebida fermentada seleccionada (F2) al final del tiempo evaluado (21 días) tomando como referencia el tiempo de vida útil sugerido por la normatividad para este tipo de productos fermentados (Ministerio de



salud de Colombia, 1989), se encontró que luego de 21 días de almacenamiento el producto terminado presentó un recuento de  $1,27 \times 10^7$  UFC/mL, este valor cumple con el establecido por la normatividad vigente, el cual corresponde a mínimo  $10^6$  UFC/mL al final de la vida del producto (ICONTEC, 2005). Además, el recuento de bacterias ácido-lácticas totales encontrados concuerda con otros estudios realizados en bebidas fermentadas con características similares (Maldonado et al., 2018; Huapaya, 2014; Zannini et al., 2018).

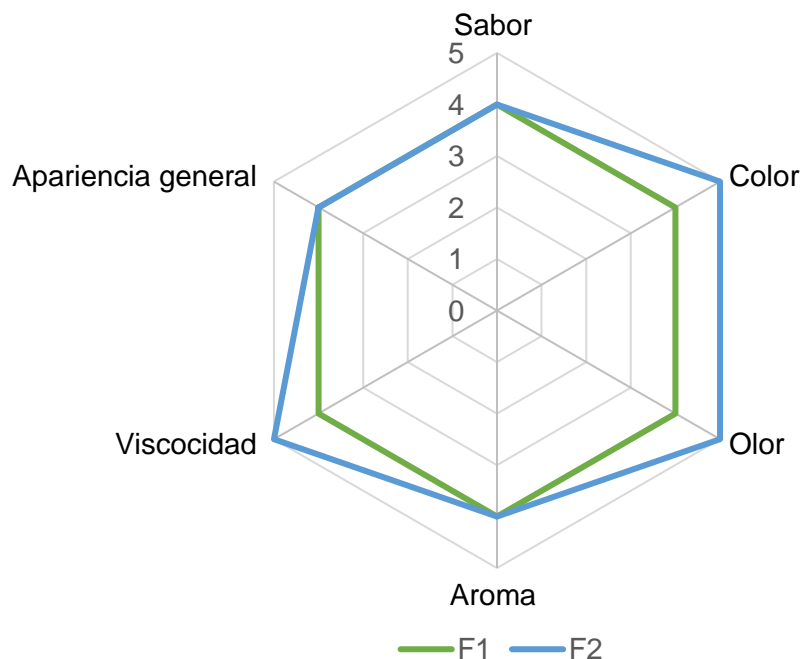
### **Evaluación sensorial de la bebida fermentada a través del tiempo.**

Las formulaciones de las bebidas fermentadas (F1 y F2) fueron sometidas a análisis sensorial durante el tiempo con el fin de identificar variaciones en sus características que mostraron influencia sobre la aceptación de estas por parte del panel consumidores, se realizaron tres puntos de medición, al inicio del almacenamiento de las bebidas (0 días), luego de 14 días y transcurridos 21 días de almacenamiento.

Los resultados de la escala hedónica de 5 puntos que se obtuvieron en la evaluación sensorial inicial de las formulaciones al inicio del almacenamiento se presentan a continuación en la figura 15.

### **Figura 15.**

*Evaluación sensorial de la bebida fermentada día 0*



Nota: Valores presentados como mediana mínimo y máximo del puntaje en escala hedónica (n= 15).

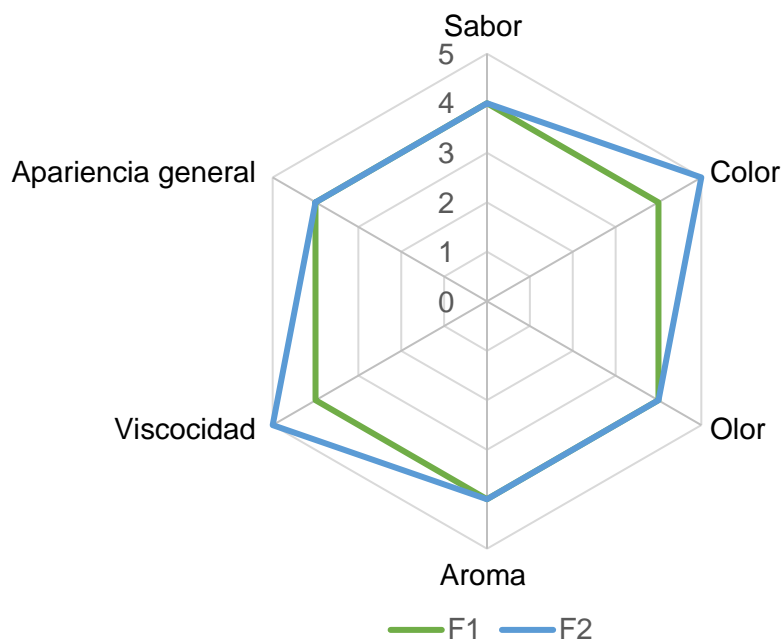
Fuente: Autoría propia

El panel sensorial mostró preferencia sobre los atributos color, olor y viscosidad de F2, indicando la puntuación equivalente a la valoración “Me gusta mucho”, mientras que los demás atributos de F2 presentaron una valoración igual a F1 (Me gusta moderadamente). El análisis de varianza no paramétrica entre los tratamientos analizados mediante el test Friedman no se evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para los atributos evaluados por los panelistas (sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general), como se evidencia en el anexo 14.

Los resultados de la escala hedónica de 5 puntos que se obtuvieron en la evaluación sensorial de las formulaciones tras 14 días de almacenamiento se presentan a continuación, en la figura 16.

**Figura 16.**

### Evaluación sensorial de la bebida fermentada tras 14 días



Nota: Valores presentados como mediana mínimo y máximo del puntaje en escala hedónica (n= 15).

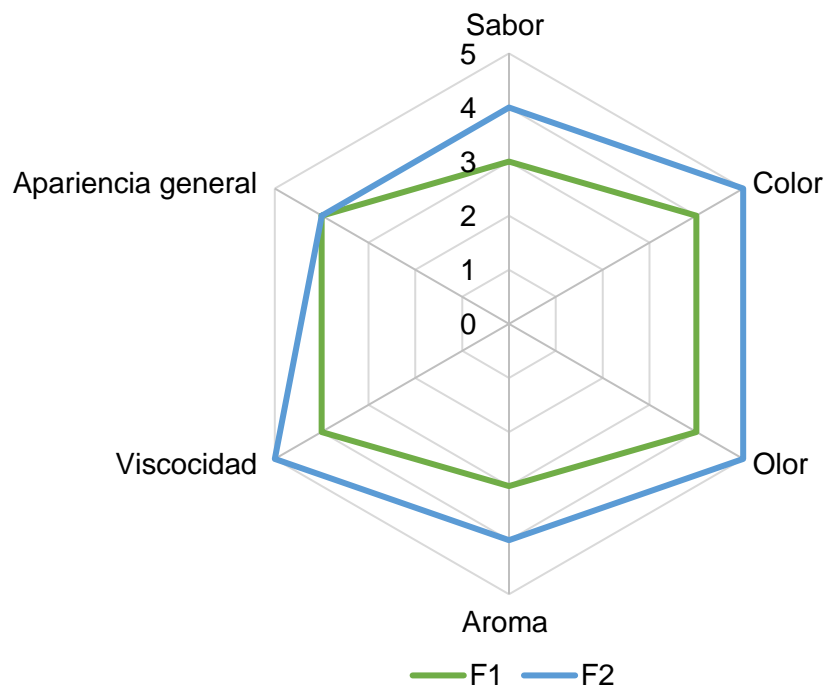
Fuente: Autoría propia

Los resultados muestran una disminución de la apreciación del atributo Olor de F2 luego de 14 días de almacenamiento, el cual fue valorado como “Me gusta moderadamente” por los panelistas al igual que F1, los demás atributos sensoriales no presentaron variaciones respecto a los resultados obtenidos en el día 0. El análisis de varianza no paramétrica entre los tratamientos analizados mediante el test Friedman no evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para los atributos evaluados por los panelistas (sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general), como se evidencia en el anexo 15.

Los resultados de la escala hedónica de 5 puntos que se obtuvieron en la evaluación sensorial de las formulaciones tras 21 días de almacenamiento se presentan a continuación, en la figura 17.

**Figura 17.**

### Evaluación sensorial de la bebida fermentada tras 21 días



Nota: Valores presentados como mediana mínimo y máximo del puntaje en escala hedónica (n= 15).

Fuente: Autoría propia.

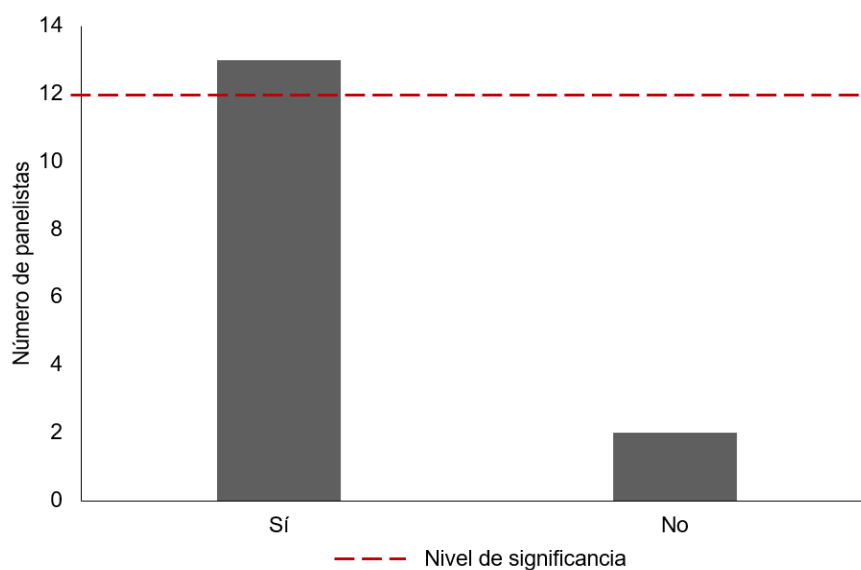
Posterior a los 21 días de almacenamiento, la percepción del atributo Olor de F2 recibió la valoración “Me gusta mucho”, mejorando la valoración recibida a los 14 días, los demás atributos se mantuvieron en la misma apreciación, mientras que F1 presentó un descenso en la valoración del Sabor y el Aroma, según reportaron los panelistas. El análisis de varianza no paramétrica entre los tratamientos analizados mediante el test Friedman no evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para los atributos evaluados por los panelistas (sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general), ver anexo 16.

En la encuesta realizada para el análisis sensorial de las formulaciones de bebida fermentada, se preguntó a los panelistas, luego de evaluar los atributos de las bebidas fermentadas si compraría alguno de los productos evaluados, se encontró que 15 encuestados

en el día 21, 13 panelistas respondieron favorablemente como se observa a continuación en la figura 18.

### Figura 18.

*Intención de compra de la bebida fermentada día 21*



Fuente: autoría propia

La población encuestada de 15 panelistas mostró superar el valor crítico de aceptación del producto según el nivel de significancia que se obtuvo mediante la tabla estadística de niveles de probabilidad, a 2 colas, probabilidad 0.05%, que para este caso corresponde a 12 resultados favorables (Espinosa, 2007), esto indica que la bebida fermentada con inclusión de quinua fue aceptada por los panelistas al sobrepasar el valor crítico de aceptación según los niveles de significancia de la población encuestada.

## Conclusiones

La fermentación de las bebidas se cumplió a las 4,5 horas logrando una acidez titulable para F1: 0,741%, F2: 0,769% y F3: 0,850%, respecto al pH se evidenció un descenso prolongado con un valor más bajo para F3: 4,407, valor coherente con la alta acidez que presentó F3.

Al comparar el contenido proteico de las formulaciones se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa para las tres formulaciones, siendo mayor el presentado por F2 y F3 (3,350% y 3,345%) respecto a F1: 3,200%.

Se concluye que las formulaciones finales favorecieron la fermentación de las bebidas al lograr recuentos favorables para F2 ( $3,00 \times 10^{10}$  UFC/mL) y F3 ( $1,00 \times 10^{10}$  UFC/mL), al considerar la normatividad vigente.

Se encontró en la evaluación sensorial afectiva que la formulación con inclusión de 5% de extracto de quinua presentó una aceptación predominante respecto a la formulación con inclusión de 10%, se concluye que una menor inclusión de extracto de quinua mejora el grado de aceptación de la bebida fermentada, el nivel de significancia obtenido fue superior al límite mínimo requerido.

En la estabilidad de las bebidas fermentadas, se encontró diferencias entre los 0 a los 21 días, al encontrar que la acidez incrementó para las dos formulaciones (F1: 0,891% Y F2: 0,891%), mientras la viscosidad presentó un descenso durante el tiempo de almacenamiento para las dos formulaciones, respecto al pH, contenidos de sólidos solubles y la sinéresis no presentó un cambios significativos a través del tiempo, respecto al recuento de bacterias ácido lácticas, F2 presentó una disminución a  $1,27 \times 10^7$  UFC/mL luego de 21 días de almacenamiento, sin embargo, el recuento encontrado cumple con lo establecido por la normatividad vigente.

Respecto a la aceptación sensorial de las bebidas fermentadas a través del tiempo, se encontró que la aceptación para F2 fue predominante sobre la aceptación de F1.

La inclusión de quinua permite mejorar notablemente las características fisicoquímicas y nutricionales de las bebidas fermentadas, constituyéndose en una buena alternativa para desarrollar nuevas aplicaciones de esta materia prima en la industria, permitiendo el aprovechamiento industrial de este grano tradicional en la elaboración de un producto innovador acorde con la normatividad vigente.

### **Recomendaciones**

Se recomienda en investigaciones posteriores estudiar el crecimiento de bacterias ácido lácticas en bebidas fermentadas con diferentes niveles de inclusión de extracto de quinua, así como realizar la inclusión de otras bacterias ácido lácticas diferentes a las investigadas para obtener productos terminados con diferentes características fisicoquímicas y sensoriales.

Realizar estudios de vida útil a la bebida fermentada desarrollada.

Continuar investigando nuevas aplicaciones en matrices alimentarias similares como otros pseudocereales y granos andinos, dado su potencial nutricional y los resultados favorables obtenidos en la elaboración de bebidas fermentadas.



### Referencias Bibliográficas

- Abaigar, A. (2009). *El lactosuero en la alimentación del ganado porcino*. ITG Ganadero.  
<https://docplayer.es/43496325-El-lactosuero-en-la-alimentacion-del-ganado-porcino.html>
- Abugoch James, L. E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties. In *Advances in Food and Nutrition Research* (1st ed., Vol. 58, Issue 09, pp. 1–31). Elsevier Inc. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1)
- Agronet. (2021). *Área, Producción y Rendimiento Nacional por Cultivo*. Minagricultura.  
<https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Aider, M., de Halleux, D., & Melnikova, I. (2009). Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(3), 334–341.  
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.01.005>
- Alava, C., Gómez, M., & Maya Pantoja, J. (2014). Caracterización fisicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1(1), 22–32.  
<https://doi.org/10.23850/24220582.110>
- Arason, S. (1994). Production of fish silage. In *Fisheries Processing* (pp. 244–272). Springer.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-5303-8\\_11](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-5303-8_11)
- Arzapalo Quinto, D., Huamán Córdor, K., Quispe Solano, M., & Espinoza Silva, C. (2015). Extracción y caracterización del almidón de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* willd) negra collana, pasankalla roja y blanca junín. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 81(1), 44–54. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v81i1.9>
- Axelsson, L. (2004). Lactic acid bacteria: classification and physiology. In *food science and technology-new york-marcel dekker-* (vol. 139, pp. 1–66). Marcel dekker ag.  
<https://doi.org/10.1201/9780824752033.ch1>

- Barco Coro, L. M. (2017). *Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (Chenopodium quinoa Willd) y soya (Glycine max) con la aplicación de probióticos*.  
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6029/1/AGI-2017-006.pdf>
- Baró, L., Jiménez, J., Martínez Ferréz, A., & Bouza, J. (2001). Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. Bioactive milk peptides and proteins. *Ars Pharmaceutica*, 42(3–4), 135–145. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/5691>
- Barraza Lescano, S., Ikehara Tsukayama, H., Mortensen, A., & Chanduvi Pérez, F. A. (2016). *Quinoa: semilla sagrada, sustento ancestral*. Programa Conjunto Granos Andinos. Representación de la UNESCO en Perú.
- Bautista, C. (2017). *Quinoa, superalimento y su historia en Boyacá*. Señal Memoria RTVC.  
<https://www.senalmemoria.co/articulos/quinoa-superalimento-y-su-historia-en-boyaca>
- Bergesse, A., Boiocchi, P., Calandri, E., Cervilla, N. S., Gianna, V., Guzmán, C., Miranda, P., Montoya, P., & Mufari, J. (2015). Aprovechamiento integral del grano de quinua: Aspectos Tecnológicos, Físicoquímicos, Nutricionales y Sensoriales. *Grasso Florencia V. Editora*, 262.
- Bianchi, F., Rossi, E. A., Gomes, R. G., & Sivieri, K. (2015). Potentially synbiotic fermented beverage with aqueous extracts of quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) and soy. *Food Science and Technology International*, 21(6), 403–415.  
<https://doi.org/10.1177/1082013214540672>
- Bokulich, N. A., & Mills, D. A. (2012). Next-generation approaches to the microbial ecology of food fermentations. *BMB Reports*, 45(7), 377–389.  
<https://doi.org/10.5483/BMBRep.2012.45.7.148>
- Bonamino, M. J., Carreño, virginia I., & Cervilla, N. S. (2009). Elaboración De Sopas a Partir De La Molienda De Semillas De Quinoa. *Invenio*, 12(23), 119–129.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3394552.pdf>
- Bravo Mera, J. A., Vera Verduga, G. C., Andrade Andrade, V. V., Gorozabel Muñoz, W. A., &

- García Mendoza, J. J. (2019). Evaluación de parámetros físico-químicos y organolépticos de una leche fermentada enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*) - Dialnet. *Revista de Las Agrociencias*, 22, 35–46.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7407787>
- Byong, H. (2000). Fundamentos de la biotecnología en alimentos. *Editorial Acribia, SA, Zaragoza, España*, 25–26.
- Cadena, W. A. (2015). *Determinación de los parámetros reológicos de yogurt de sábila (Aloe vera), elaborado con diferentes formulaciones mediante el uso del viscosímetro brookfield*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos~....
- Callejas Hernández, J., Prieto García, F., Reyes Cruz, V. E., Marmolejo Santillán, Y., & Méndez Marzo, M. A. (2012). Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. *Acta Universitaria*, 22(1), 11–18.  
<https://doi.org/10.15174/au.2012.304>
- Campos Quiroz, C., & Ponce Lay, M. (2017). *Obtención de una Bebida Fermentada (fermentación ácido-láctica) a base de Semilla de Chenopodium Quinoa Germinada*. Escuela superior politécnica del litoral.  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/43874?locale-attribute=en>
- Canaviri Paz, P., Janny, R. J., & Håkansson, Å. (2020). Safeguarding of quinoa beverage production by fermentation with *Lactobacillus plantarum* DSM 9843. *International Journal of Food Microbiology*, 324(March), 108630.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108630>
- Carbonero Zalduegui, P. (1975). Bioquímica de las fermentaciones. In *Universidad Politécnica de Madrid*. <http://oa.upm.es/55235/1/FERMENTACIONES.pdf>
- Cárdenas, F. (1996). *Proyecto de desarrollo forestal integrado para la cuenca media del río Chicamocha*.

- <https://archive.org/details/MemoriasAmbientalesDeLasProvinciasDeNorteYGutierrezBoyaaca1990-1996/page/n3/mode/2up>
- Casarotti, S. N., Carneiro, B. M., & Penna, A. L. B. (2014). Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity. *Journal of Dairy Science*, *97*(10), 6027–6035. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8197>
- Castillo Aguirre, R. (2016). *Efecto de la inulina y harina de quinua en las características fisicoquímicas, sensoriales y de crecimiento de las bacterias ácido lácticas en Kumis*. 91. [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21220/43111008\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21220/43111008_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cerdá Bernad, D., Frutos Fernández, M. J., & Cases, E. V. (2019). *Influencia del tiempo de fermentación en la viabilidad de Lactobacillus plantarum y Bifidobacterium longum en bebidas de quinua roja*. <http://dspace.umh.es/handle/11000/5901>
- Cheng, Y. J., Thompson, L. D., & Brittin, H. C. (1990). Sogurt, a Yogurt-like Soybean Product: Development and Properties. *Journal of Food Science*, *55*(4), 1178–1179. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb01631.x>
- Chilo Ramos, D. L. (2020). Evaluación de las condiciones de proceso para la elaboración de una bebida fermentada de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) con inclusión de bacterias ácido lácticas. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78836?show=full>
- Chiş, M. S., Păucean, A., Man, S. M., Vodnar, D. C., Teleky, B. E., Pop, C. R., Stan, L., Borsai, O., Kadar, C. B., Urcan, A. C., & Muste, S. (2020). Quinoa sourdough fermented with lactobacillus plantarum ATCC 8014 designed for gluten-free muffins—a powerful tool to enhance bioactive compounds. *Applied Sciences (Switzerland)*, *10*(20), 1–23. <https://doi.org/10.3390/app10207140>
- Corrales, A., Maldonado, M. E., Urango, L. A., Franco, M. C., & Rojano, B. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: características antioxidantes,

- nutricionales y sensoriales. *Revista Chilena de Nutrición*, 41(3), 312–318.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000300013>.
- Curti, C. A., Vidal, P. M., Curti, R. N., & Ramón, A. N. (2017). *Chemical characterization , texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour*. 37(4), 627–631. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1678-457x.27716>
- Cury, K., Aguas, Y., Martinez, A., Olivero, R., & Ch, L. C. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 122-132. <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/530>
- Da Cunha, D. T., Assunção Botelho, R. B., Ribeiro de Brito, R., de Oliveira Pineli, L. de L., & Stedefeldt, E. (2013). Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: Validación de la tarjeta lúdica. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), 357–363. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400005>
- Diarra, K., Nong, Z. G., & Jie, C. (2005). Peanut milk and peanut milk based products production: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(5), 405–423. <https://doi.org/10.1080/10408390590967685>
- Egea Fernández, J. M., Egea Sánchez, J. M., Egea Sánchez, I., & Rivera Núñez, D. (2015). *Cultivos promisorios para enfriar el clima y alimentar al mundo* (Issue January 2016). <https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2015/11/libro-cultivos-promisorios.pdf>
- Espinosa, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. In *Editorial Universitaria*. <https://s47003acac0f1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>
- Fadda, S., López, C., & Vignolo, G. (2010). Role of lactic acid bacteria during meat conditioning and fermentation: Peptides generated as sensorial and hygienic biomarkers. *Meat Science*, 86(1), 66–79. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.023>
- FAO. (2011). The relation between accessibility, diversity and indigenous valuation of vegetation in the Bolivian Andes. In *Journal of Arid Environments* (Vol. 73, Issue 9).

- <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.03.010>
- Faruk, T., & Ray, B. (2013). *Lactic Acid bacteria: Current advances in metabolism, genetics and applications*. (Series H:). NATO ASI Series.
- Fon Fay Vásquez, F. M., & Zumbado Fernández, H. (2020). Análisis proximal en alimentos Fundamentos teóricos y técnicas experimentales. In *Colloquium*. Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana.
- Forero Casas, N. (2016). Alternativas para la generación de valor agregado en los cultivos de Mango y Quinoa. In *Alternativas para la generación de valor agregado en los cultivos de mango y quinoa* (Vol. 53, Issue 9). <https://www.uniagraria.edu.co/wp-content/uploads/2018/09/alternativas-para-la-generacion-de-valor-agregado-en-los-cultivos-de-mango-y-quinoa.pdf>
- Forssten, S. D., Sindelar, C. W., & Ouwehand, A. C. (2011). Probiotics from an industrial perspective. *Anaerobe*, 17(6), 410–413. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.04.014>
- García, C., Arrázola, G., & Durango, A. (2010). Producción de Ácido Láctico por vía Tecnológica. *Temas Agrarios*, 15(2), 9–26. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4149619.pdf>
- García, N. M. (2017). Bebidas Vegetales. *Artículo de Fin de Grado*, 1–20. [http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/natalia\\_moraleja\\_garcia-saavedra.pdf](http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/natalia_moraleja_garcia-saavedra.pdf)
- Gaviño, R. M. (2019). Efecto de la adición de proteína de suero de leche concentrado y tiempo de almacenamiento sobre la acidez, viscosidad, sinéresis, recuento de bacterias lácticas y aceptabilidad general en el yogurt bebible. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4698>
- Gómez Cáceres, J. G. (2018). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica de una bebida de quinoa (chenopodium quinoa willd) malteada y sin maltear de las variedades pasankalla y negra collana*. (Vol. 2, Issue 2) [Universidad Nacional José María Arguedas]. <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/114/131>

- Guan, S., Zhou, T., Yin, Y., Xie, M., Ruan, Z., & Young, J. C. (2011). Microbial strategies to control aflatoxins in food and feed. *World Mycotoxin Journal*, 4(4), 413–424.  
<https://doi.org/10.3920/WMJ2011.1290>
- Guevara, E. R. (2015). Parámetros de calidad de leche fresca de vaca en el valle de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3794>
- Harris, L. J. (1998). The microbiology of vegetable fermentations. *Microbiology of Fermented Foods*, 45–72. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0309-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0309-1_2)
- Harutoshi, T. (2013). Exopolysaccharides of Lactic Acid Bacteria for Food and Colon Health Applications. *Lactic Acid Bacteria - R & D for Food, Health and Livestock Purposes*.  
<https://doi.org/10.5772/50839>
- Heredia, N., Aviña, J. E. de J. D., Soto, L. S., & García, S. (2014). Productos cárnicos: principales patógenos y estrategias no térmicas de control. *Nacameh*, 8(1), 20–42.
- Hinrichs, J. (2001). Incorporation of whey proteins in cheese. *International Dairy Journal*, 11(4–7), 495–503. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00071-1](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00071-1)
- Holzappel, W. H., & Schillinger, U. (2002). Introduction to pre-and probiotics. *Food Research International*, 35(2–3), 109–116.
- Horwitz, W., & Latimer, G. W. (2000). *Official methods of analysis of AOAC International*. AOAC International.
- Huapaya Castillo, C. S. (2014). *Elaboración de una bebida probiótica a partir de la fermentación láctica del almidón hidrolizado de harina de quinua chenopodium quinoa* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1903>
- Hui, Y. (1993). *Dairy Science and Technology Handbook 1. Principles and properties*. (Primera ed). VCH Published.
- NTC 512-2:2006, (2006). <https://tienda.icontec.org/gp-industrias-alimentarias-rotulado-o-etiquetado-parte-2-rotulado-nutricional-de-alimentos-envasados-ntc512-2-2006.html>
- NTC 440:2015 PRODUCTOS ALIMENTICIOS. MÉTODOS DE ENSAYO, (2015).

- <https://tienda.icontec.org/gp-productos-alimenticios-metodos-de-ensayo-ntc440-2015.html>
- IICA. (2015). El mercado y la producción de quinua en el Perú. In *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. IICA.  
<http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2652/1/BVE17038730e.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2020). *Quinoa colombiana rumbo a México*. 16 de Junio de 2020. <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-quinua-colombiana-rumbo-mexico>
- NTC 805:2005 PRODUCTOS LÁCTEOS. LECHES FERMENTADAS., 16 (2005).  
<https://tienda.icontec.org/gp-productos-lacteos-leches-fermentadas-ntc805-2005.html>
- Ivey, M., Massel, M., & Phister, T. G. (2013). Microbial interactions in food fermentations. *Annual Review of Food Science and Technology*, 4(1), 141–162.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101219>
- Juneja, V. K., Dwivedi, H. P., & Sofos, J. N. (2017). Microbial Control and Food Preservation. In M. P. Doyle (Ed.), *Microbial Control and Food Preservation*. Springer Nature.  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7556-3>
- Junge, I., CERDA, A., & Alid, K. (1975). *Lupino y quinoa: Estado actual de los conocimientos y de las investigaciones sobre su empleo en alimentación humana*. Universidad de Concepción. Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería.  
<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=MIAGRO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006093>
- Karovičová, J., Kohajdová, Z., Minarovičová, L., Lauková, M., Greifová, M., Greif, G., & Hojerová, J. (2020a). Utilisation of quinoa for development of fermented beverages. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14(February), 465–472.  
<https://doi.org/10.5219/1323>
- Karovičová, J., Kohajdová, Z., Minarovičová, L., Lauková, M., Greifová, M., Greif, G., &



- Hojerová, J. (2020b). Utilisation of quinoa for development of fermented beverages. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14(July), 465–472.  
<https://doi.org/10.5219/1323>
- Koziol, M. J. (1992). Composición química y evaluación nutricional de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd. *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 35–68.
- Lee, C., & Beuchat, L. R. (1991). Changes in chemical composition and sensory qualities of peanut milk fermented with lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 13(4), 273–283. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(91\)90085-4](https://doi.org/10.1016/0168-1605(91)90085-4)
- León, A. E., & Rosell, C. M. (2007). De tales harinas, tales panes. In *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. ISEKI-Food.  
<http://hdl.handle.net/10261/17118>
- Leroy, F., & De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science and Technology*, 15(2), 67–78.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.004>
- Linden, G., & Lorient, D. (1994). *Bioquímica Agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola*. Editorial Acribia.
- Lomas de León, Y. (2013). Aprovechamiento del Suero de Leche de Cabra como Sustrato para el Desarrollo de un Producto Fermentado Probiótico con: *Bifidobacterium Bifidum* y *Lactobacillus Acidophilus*. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/572411>
- Lorusso, A., Coda, R., Montemurro, M., & Rizzello, C. G. (2018). Use of selected lactic acid bacteria and quinoa flour for manufacturing novel yogurt-like beverages. *Foods*, 7(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/foods7040051>
- Ludena Urquiza, F. E., García Torres, S. M., Tolonen, T., Jaakkola, M., Pena-Niebuhr, M. G., von Wright, A., Repo-Carrasco-Valencia, R., Korhonen, H., & Plumed-Ferrer, C. (2016). Development of a fermented quinoa-based beverage. *Food Science and Nutrition*, 5(3),

- 602–608. <https://doi.org/10.1002/fsn3.436>
- Luque Vilca, O. M., Parillo Gutiérrez, I., Sacachipana Huancollo, R., Yucra Mamani, Y. E., Mamani Adco, Y., & Baylor Hidalgo, L. R. (2019). Influencia del proceso de germinación en el contenido de proteínas y aminoácidos de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad pasankalla roja. *Ñauparisun Revista de Investigación Científica*, 2(1), 25–30. <http://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/46/43>
- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339–349. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>
- Maldonado Jibaja, R., Carrillo Herrera, P., Ramírez Cárdenas, L., & Carvajal Larenas, F. (2018). Elaboración de una bebida fermentada a base de quinua (*Chenopodium quinoa*). *Enfoque UTE*, 9(3), 1–11. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n3.329>
- Martensson, O., Öste, R., & Holst, O. (2002). The effect of yoghurt culture on the survival of probiotic bacteria in oat-based, non-dairy products. *Food Research International*, 35, 775–784. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996902000741>
- Mattos, C. (2015). Valorización del lactosuero. *Revista Alimentos Hoy*, 23(2), 143–143. <https://doi.org/10.20480/lbr.2016011>
- Melgar Sánchez, A. (1999). Ácido Láctico Y Rendimiento Físico. *Junta de Andalucía*, 21–25.
- Melini, F., & Melini, V. (2021). Impact of Fermentation on Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Quinoa. *Fermentation*, 7(1), 20. <https://doi.org/10.3390/fermentation7010020>
- Mendoza, F. A., Hernández, E. J., & Ruiz, L. E. (2015). Efecto del Escaldado sobre el Color y Cinética de Degradación Térmica de la Vitamina C de la Pulpa de Mango de Hilacha (*Mangifera indica* var magdalena river). *Información Tecnológica*, 26(3), 9–16. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642015000300003](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642015000300003)
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). *La quinua en Colombia es uno de los*

*cultivos con gran potencial de crecimiento*. 30 de Marzo de 2016.

<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/La-quinua-en-Colombia-es-uno-de-los-cultivos-con-gran-potencial-de-crecimiento.aspx>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). *En los últimos 4 años, la quinua ha tenido un crecimiento de más del 150% en áreas de producción*.

<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/En-los-últimos-4-años,-la-quinua-ha-tenido-un-crecimiento-de-más-del-150-en-áreas-de-producción-.aspx>

Resolución 11961 de 1989, (189 C.E.).

[https://www.invima.gov.co/documents/20143/441425/resolucion\\_11961\\_1989.pdf/07ad7f03-dd5a-db7c-9bcc-de8bf3434e37](https://www.invima.gov.co/documents/20143/441425/resolucion_11961_1989.pdf/07ad7f03-dd5a-db7c-9bcc-de8bf3434e37)

DECRETO 616 DE 2006. Por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendi, importe o exporte en el país., (2006).

[https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto\\_0616\\_2006.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_0616_2006.htm)

Miranda, M., Vega-Gálvez, A., Uribe, E., López, J., Martínez, E., Rodríguez, M. J., Quispe, I., & Di Scala, K. (2011). Physico-chemical analysis, antioxidant capacity and vitamins of six ecotypes of chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Procedia Food Science*, 1, 1439–1446. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.213>

Miranda, O., Fonseca, P. L., Ponce, I., Cedeño, C., Rivero, L. S., & Vázquez, L. M. (2014).

Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 24(1), 10. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2014/can141b.pdf>

Montoya Restrepo, L. A., Martínez Vianchá, L., & Peralta Ballesteros, J. (2005). Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-)

50512005000100007

- Moreno Arribas, M. V., & Polo, M. C. (2009). Wine chemistry and biochemistry. In *Wine Chemistry and Biochemistry* (pp. 1–735). <https://doi.org/10.1007/978-0-387-74118-5>
- Mujica, A., Izquierdo, J., & Marathe, J.-P. (2001). Origen y descripción de la quinua. En *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. In *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro*. [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/home03.htm](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/home03.htm)
- Nsogning Dongmo, S., Procopio, S., Sacher, B., & Becker, T. (2016). Flavor of lactic acid fermented malt based beverages: Current status and perspectives. *Trends in Food Science and Technology*, *54*, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.017>
- Oliva Artega, M. del M., Duque Cifuentes, A. L., & García-Alzate, L. S. (2018). Caracterización fisicoquímica del cereal y almidón de Quinoa *Chenopodium quinoa*. *Revista ION*, *31*(1), 25–29. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018004>
- Ouwehand, A. C., & Röytiö, H. (2015). Probiotic fermented foods and health promotion. In *Advances in Fermented Foods and Beverages: Improving Quality, Technologies and Health Benefits*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-015-6.00001-3>
- Özer, B. (2007). Introduction to lactic acid bacteria. *Metabolism and Applications of Lactic Acid Bacteria*, 1–14.
- Pacheco, M. M., Porras A, O. O., Velasco, E., Morales-Valencia, E. M., & Navarro, A. (2017). Effect of the milk-whey relation over physicochemical and rheological properties on a fermented milky drink. *Ingeniería y Competitividad*, *19*(2), 83–91. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/18212>
- Padron Pereira, C. A., Oropeza González, R., & Montes Hernández, A. (2014). Semillas de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*): composición química y procesamiento.

- Aspectos relacionados con otras áreas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5(2), 166–218. [https://redib.org/Record/oai\\_articulo267611-semillas-de-quinua-chenopodium-quinua-willdenow-composici%C3%B3n-qu%C3%ADmica-y-procesamiento-aspectos-relacionados-con-otras-%C3%A1reas](https://redib.org/Record/oai_articulo267611-semillas-de-quinua-chenopodium-quinua-willdenow-composici%C3%B3n-qu%C3%ADmica-y-procesamiento-aspectos-relacionados-con-otras-%C3%A1reas)
- Panesar, P. S., Kennedy, J. F., Gandhi, D. N., & Bunko, K. (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*, 105(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.035>
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos whey : importance in the food industry. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín. Universidad Nacional de Colombia*, 62(1), 4967–4982. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179915377021>
- Parra, R. (2010). Review. bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 8(1), 93–105. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/724>
- Pescuma, M., Hébert, E. M., Mozzi, F., & Font de Valdez, G. (2008). Whey fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content. *Food Microbiology*, 25(3), 442–451. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.01.007>
- Pinillos, A. E. (2018). *Influencia del tiempo en las características fisicoquímicas de un yogurt probiótico elaborado artesanalmente en la facultad de Farmacia Y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo Julio--Agosto, 2018.* <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10729>
- Prado, F. C., Parada, J. L., Pandey, A., & Soccol, C. R. (2008). Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Research International*, 41(2), 111–123. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.10.010>
- Prego, I., Maldonado, S., & Otegui, M. (1998). Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*. *Annals of Botany*, 82(4), 481–488.

- <https://doi.org/10.1006/anbo.1998.0704>
- Puelles, C. A. (2017). Efecto de la adición de hidrolizado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) sobre las características fisicoquímicas del yogurt batido base e influencia de mermelada de kiwi (actinidina deliciosa) sobre la aceptabilidad general del yogurt batido saborizado. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3054>
- Quintero C., V., Giraldo G., G., Lucas A., J., & Vasco L., J. (2013). Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica L.*) Durante su proceso de maduración. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 11(1), 1–9. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n1/v11n1a02>
- Quintero, V. D., Duque, A. L., & Giraldo, G. A. (n.d.). Evaluación de viscosidad y color en la pulpa de mango común (*Mangifera indica L.*) tratada enzimáticamente. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/703>
- Ramírez, C. (2008). *Metodología para el seguimiento de los procesos de fermentación*. Universidad del Valle Cali.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S. E. (2003). Nutritional value and use of the andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19(1–2), 179–189. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
- Repo Carrasco Valencia, R. A.-M., & Serna, L. A. (2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(1), 225–230. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612011000100035>
- Reyes Montaña, E. A., Ávila Torres, D. P., & Guevara Pulido, J. O. (2006). Componentes nutricionales de diferentes variedades de quinua de la region Andina. *AVANCES Investigación En Ingeniería*, 5(5), 86–97. [http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/Quinua\\_ComposicionNutricionalVariedadesAndina\\_2006\\_r5\\_art10.pdf](http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/Quinua_ComposicionNutricionalVariedadesAndina_2006_r5_art10.pdf)
- Risi, J. (1991). La Investigación de la quinua en Puno. Perspectivas de La Investigación

- Agropecuaria Para El Altiplano. Centro Internacional de Investigaciones Para El Desarrollo. Proyecto de Investigación En Sistemas Agropecuarios Andinos. Convenio ACIDI-CIID-INIAA. Lima, Perú, 209–258.
- Rivera, M. (2006). Obtención, Caracterización Estructural Y Determinación De Las Propiedades Funcionales De Un Aislado Proteico De Quinoa. In *Tesis Universidad de Chile*.  
[http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/rivera\\_m/sources/rivera\\_m.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/rivera_m/sources/rivera_m.pdf)
- Rodriguez, P. H. (2017). *Determinación de la calidad físico-química de la leche fresca en el sector Urisanya-Qollana en época de secas*.
- Romero Fajardo, E. A. (2019). Evaluación nutricional de una bebida fermentada utilizando suero de queso y harina de quinua germinada. *Ciencia e Investigación*, 4(1), 78–79.  
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4298>
- Ruiz, K. B., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, I. S., Antognoni, F., Martínez-Mosqueira, E. A., Coulibaly, A., Canahua-Murillo, A., Pinto, M., Zurita-Silva, A., Bazile, D., Jacobsen, S. E., & Molina-Montenegro, M. A. (2014). Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(2), 349–359. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0195-0>
- Schaafsma, G. (2005). The Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) - A concept for describing protein quality in foods and food ingredients: A critical review. *Journal of AOAC International*, 88(3), 988–994. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.3.988>
- Staffolo, M. Dello, Bertola, N., Martino, M., & others. (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14(3), 263–268.
- Swensson, C., Lindmark Månsson, H., Annika, S., Henriksson, M., & Modin Edman, A. K. (2017). Protein efficiency in intensive dairy production: a Swedish example. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(14).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.8362>

- Tangyu, M., Muller, J., Bolten, C. J., & Wittmann, C. (2019). Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(23–24), 9263–9275. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10175-9>
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., & Mujica, A. (1979). *La quinua y la kañiwa: cultivos andinos*. IICA. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16254>
- Tormo Carnicé, R. (2006). Probióticos. Concepto y mecanismos de acción. *Anales de Pediatría Monografías*, 4(1), 30–41. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-146815>
- Toro, I. (2017). Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinoa (Variedad INIA Salcedo). Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10095>
- Valcárcel Yamani, B., & Lannes, S. C. D. S. (2012). Applications of Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*) and Amaranth (*Amaranthus Spp.*) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods. *Food and Public Health*, 2(6), 265–275. <https://doi.org/10.5923/j.fph.20120206.12>
- Valdez Arana, J. del C. (1995). *Obtención de una mezcla nutritiva a base de Quinoa y Cebada Malteadas*. 199. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1800>
- Vega Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an ancient Andean grain: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(15), 2541–2547. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
- Vilcacundo, R., & Hernández-Ledesma, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.11.007>
- Yadav, D. N., Singh, K. K., Bhowmik, S. N., & Patil, R. T. (2010). Development of peanut milk-based fermented curd. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(12), 2650–2658. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02446.x>



Zannini, E., Jeske, S., Lynch, K., & Arendt, E. K. (2018). Development of novel quinoa-based yoghurt fermented with dextran producer *Weissella cibaria* MG1. *International Journal of Food Microbiology*, 268(August 2017), 19–26.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.01.001>

Zannini, E., Pontonio, E., Waters, D. M., & Arendt, E. K. (2012). Applications of microbial fermentations for production of gluten-free products and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 93(2), 473–485. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3707-3>

## Anexos

### Anexo 1. Ficha técnica lactosuero dulce en polvo



#### **ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO**

#### **SUERO DE QUESO PARCIALMENTE DESMINERALIZADO EN POLVO**

##### **Descripción del producto:**

Polvo lácteo de composición homogénea y baja higroscopicidad, de color blanco crema, sabor suave y dulce. Obtenido por pasteurización, desmineralización y deshidratación del suero de quesería.

##### **Parámetros físicoquímicos:**

- ✓ Humedad (%): máx. 3.5 %
- ✓ Grasa (%): máx. 1.5%
- ✓ pH: mín. 6.00
- ✓ Ácidos titulables: máx. 2.0 % m/m
- ✓ Proteínas (%): mín. 11,00 %
- ✓ Cenizas (%): máx. 5.5 %
- ✓ Lactosa: mín. 75.0 %
- ✓ Partículas quemadas: máx. Disco B
- ✓ Antibióticos y pesticidas: No contiene

##### **Parámetros microbiológicos:**

- ✓ Aerobios mesófilos totales: menor a 10.000 U.F.C. /g.
- ✓ Coliformes totales: menor a 3 NMP/g.
- ✓ Coliformes fecales: menor a 3 NMP/g.
- ✓ Enterobacterias: menor a 10 U.F.C. /g.
- ✓ Staphylococcus aureus: menor a 100 U.F.C/g.
- ✓ Salmonella: Ausencia en 25 gr.
- ✓ Hongos y Levaduras: menor a 10 U.F.C. /g.
- ✓ Bacillus cereus: menor a 100 U.F.C/g.
- ✓ Listeria Monocytogenes: Ausencia en 25 g.
- ✓ Esporas de Clostridium sulfitorreductores: menor a 100 U.F.C/g.

##### **Presentación:**

Bolsas x 25kg netas de triple papel kraft, con bolsa interna de polietileno cristal.

##### **Parámetros de conservación:**

Mantener en lugar fresco (10-25 °C) y seco.

Mantener al abrigo de la luz. Evitar exponer a la luz solar y olores fuertes.

##### **Vida útil**

La vida útil del producto es de 24 meses a partir de la fecha de elaboración, bajo las condiciones de conservación recomendadas.



## ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO

### SUERO DE QUESO PARCIALMENTE DESMINERALIZADO EN POLVO

#### Información de alérgenos.

La siguiente matriz evalúa la probabilidad de presencia de alérgenos en el material provisto:

	Compuestos presentes en la misma línea de producción		Compuestos presentes en áreas productivas		¿Garantizamos la ausencia de este compuesto en el producto?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Crustáceos y productos derivados				X	X	
Pescados y productos de la pesca				X	X	
Huevos y productos de los huevos				X	X	
Leche y productos derivados	X		X			X
Maíz y productos derivados				X	X	
Soja y productos derivados				X	X	
Frutos secos y productos derivados				X	X	
Mostaza y productos derivados				X	X	
Samillas de sésamo y productos derivados				X	X	
Dióxido de azufre y sulfitos				X	X	
Cereales que contienen gluten (5) Especificar el cereal				X	X	
Látex				X	X	

#### CONTROL DE CALIDAD



*Cimpa s.a.s. declara que los resultados reportados en la presente ficha técnica, son tomados de la información suministrada por nuestro proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizados. dicha información no exime a nuestros clientes de realizar sus propios análisis.*

Av. Américas N° 63 - 05  
PBX. 420 2097  
Bogotá D.C.

cimpa@cimpa.com.co  
www.cimpa.com.co

Parque Agroindustrial de la Sabana  
Bod. 97/98 - Cel. 315 310 7323  
Km. 1 Vía Mosquera - Bogotá D.C.

## Anexo 2. Ficha técnica cultivo comercial mixto



### Lyofast YAB 452 BB

Technical Data Sheet

#### General information

##### Description

Lyofast YAB 452 BB consists of specifically selected strains of *Streptococcus thermophilus*, producing EPS and *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, with the addition of probiotic strains *Lactobacillus acidophilus*, and *Bifidobacterium animalis ssp. lactis*.

Lyofast YAB 452 BB ensures a uniform and controlled production of yoghurt with high viscosity.

##### Application

Sprinkle the culture powder directly into process milk under aseptic conditions ensuring that the culture is well dispersed by gentle stirring. The following may be used as inoculation guidelines:

Product	UC/100 l	Product	UC/100 l
Yoghurt, long set	1.0-2.0	Yoghurt, short set	2.0-4.0

##### Rotation

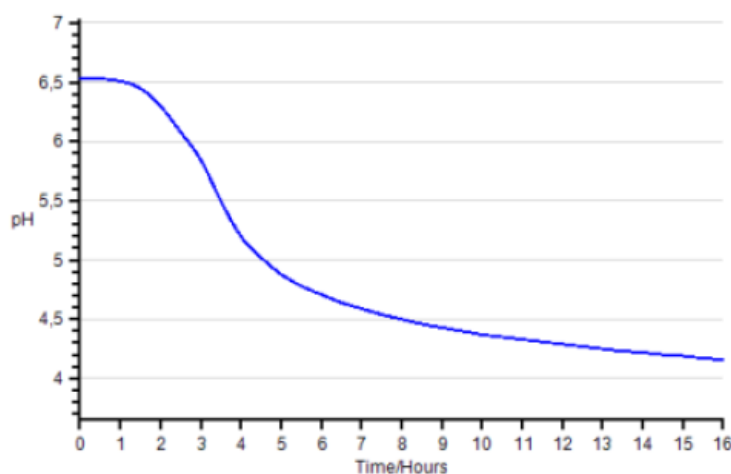
The recommended rotations are Lyofast YAB 450 BB/YAB 456 BB.

##### Culture Information

Standardised laboratory acidification test is conducted in milk powder, reconstituted at 9%.

Acidification profile: inoculation level corresponding to 1 UC per 100 litres of milk.

Standard activity: expressed as time/pH relations: 7.0 hours/pH 4.5  $\pm$  0.15 at +43 °C (109.4 °F).



##### Technical Information

Data are obtained under standardised laboratory conditions, and consequently, should be considered as guidelines.

Trait	Result
Acidification capability	pH 4.1
Texture formation	4 $\pm$ 1 sec/g
Aroma formation for yoghurt	+(+)
Post-acidification	$\Delta$ pH 0.25
Optimal temperature for growth	43 °C (109.4 °F)

## Microbiological specifications

Assay	Result	Method (Reference)
<i>Bacillus cereus</i>	< 100 CFU/g	M10 (ISO 7932)
Coagulase positive staphylococci*	< 10 CFU/g	M11 (ISO 6888-1-2)
Enterobacteriaceae	< 10 CFU/g	M02 (ISO 21528-1-2-3)
<i>Escherichia coli</i>	< 1 CFU/g	M27 (ISO 11866-1-2/IDF 170)
<i>Listeria monocytogenes</i> *	Not detected in 25 g	M13 (ISO 11290-1-2)
Yeast and mould	< 10 CFU/g	M03 (ISO 6611/IDF 94)
<i>Salmonella</i> spp.*	Not detected in 25 g	M12 (ISO 6785/IDF 93)

\* Analysed on regular basis. Analytical methods are available upon request.

## Safety information

### Heavy metal analysis

Heavy metal*	Amount (ppm)
Pb (lead)	< 1 ppm
Hg (mercury)	< 0.03 ppm
Cd (cadmium)	< 0.1 ppm

\*Analysed on a regular basis.

### Safety sheet

This product is not hazardous; therefore provision of a Safety Data Sheet (SDS) is not mandatory (REACH Art. 31).  
A Safety Information Data Sheet has been made as a voluntary presentation of certain information that may assist the user in the handling. The safety information is available upon request.

### GMO status

Sacco organisms are not genetically modified (GMO), in accordance to the European Directive 2001/18/EC.  
This product does not require labelling with regard to the use of GMO, in accordance to Regulation (EC) No. 1829/2003, and Regulation (EC) No. 1830/2003.

### Allergens

The raw materials used are free of the following components and their products thereof: cereals containing gluten, crustaceans, eggs, fish, peanuts, soybeans, nuts, celery, mustard, sesame seeds, sulphur dioxide and sulphite, lupin and molluscs.

**This product contains MILK.**

The list of allergens is in compliance with Regulation (EC) 1169/2011.

### BSE/TSE status

This product is considered safe with respect to bovine spongiform encephalopathy (BSE) or transmissible spongiform encephalopathies (TSEs) transmissions in accordance to Regulation EMA 410/01 rev. 3.

## Other information

### Colorants

This product does not contain added colorants, in accordance to Regulation (EC) 1333/2008.

### Packaging information

The freeze-dried culture is packaged inside waterproof and airproof pouches, consisting of three layers (in order, going inwards): polyester, aluminium, and polyethylene.  
The packaging material used is food grade.

### Storage and shelf-life

Cultures should be preferably stored, at -18 °C (-0.4 °F), or below.  
Under these conditions and in the original sealed package, the shelf-life of the product is 18 months.

**Certificate of analysis**

Lot's certificate of analysis is available upon request.

**Certifications****General**

Sacco S.r.l. is ISO 22000:2005 and FSSC 22000 certified since 2014. Certificates are available in the web site [www.saccosystem.com](http://www.saccosystem.com).

**Kosher**

Sacco cultures are generally Kosher approved. Please consult Certificates that are available in the web site [www.saccosystem.com](http://www.saccosystem.com).

**Halal**

Sacco cultures are generally Halal approved. Please consult Certificates that are available in the web site [www.saccosystem.com](http://www.saccosystem.com).

**Service and technical support**

Please contact your distributor for guidance and instructions for your choice of culture and processing. Information about additional package sizes and sales units is also available upon request.

**Liability**

The information provided is to the best of our knowledge true, and given in good faith. No guarantee against patent infringement is implied or inferred.

This may not be the most updated version of the TDS. For the latest version of this document please visit our website or contact your distributor.

### Anexo 3. Encuesta para el análisis sensorial de las bebidas fermentadas

**TEST DE ANÁLISIS SENSORIAL**  
**PRODUCTO: BEBIDA FERMENTADA ENRIQUECIDA CON QUINUA**

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Frente a usted tiene tres (3) muestras de bebidas fermentadas como Yogurt, pruébalas y conteste las siguientes preguntas y evalúe la escala hedónica de cada categoría:

1. ¿Actualmente compra bebidas fermentadas? Marque con una X  
 Si ( ) No ( )
2. ¿Usted consume bebidas fermentadas? Marque con una X  
 Si ( ) No ( )
3. Considerar la siguiente escala hedónica y calificar las muestras presentadas:
  1. Me disgusta mucho
  2. Me disgusta moderadamente
  3. Me es indiferente
  4. Me gusta moderadamente
  5. Me gusta mucho

**Tabla 1. Escala Hedónica evaluación sensorial**

Bebida fermentada	Categoría					
	Sabor	Color	Olor	Aroma	Viscosidad	Apariencia General
854						
558						
483						

4. ¿Compraría una de las bebidas fermentadas? Marque con una X  
 Si ( ) No ( )

**¡MUCHAS GRACIAS!**

## Anexo 4. Análisis estadístico de la acidez titulable durante la fermentación

### Anexo análisis estadístico de la acidez titulable de la formulación F1

#### Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez titulable F1 por tiempo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	3	0,125667	X
1	3	0,230333	X
2	3	0,451333	X
3	3	0,576	X
4	3	0,740667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1	*	-0,104667	0,0582406
0 - 2	*	-0,325667	0,0582406
0 - 3	*	-0,450333	0,0582406
0 - 4	*	-0,615	0,0582406
1 - 2	*	-0,221	0,0582406
1 - 3	*	-0,345667	0,0582406
1 - 4	*	-0,510333	0,0582406
2 - 3	*	-0,124667	0,0582406
2 - 4	*	-0,289333	0,0582406
3 - 4	*	-0,164667	0,0582406

\* indica una diferencia significativa.

### Anexo análisis estadístico de la acidez titulable de la formulación F2

#### Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez titulable F2 por tiempo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	0,272333	X
2	3	0,537	X
3	3	0,656	X
4	3	0,769333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-0,264667	0,0453034
1 - 3	*	-0,383667	0,0453034
1 - 4	*	-0,497	0,0453034
2 - 3	*	-0,119	0,0453034
2 - 4	*	-0,232333	0,0453034
3 - 4	*	-0,113333	0,0453034

\* indica una diferencia significativa.



## Anexo análisis estadístico de la acidez titulable de la formulación F3

## Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez titulable F3 por tiempo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	0,363	X
2	3	0,579667	X
3	3	0,719	X
4	3	0,85	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-0,216667	0,0851219
1 - 3	*	-0,356	0,0851219
1 - 4	*	-0,487	0,0851219
2 - 3	*	-0,139333	0,0851219
2 - 4	*	-0,270333	0,0851219
3 - 4	*	-0,131	0,0851219

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo 5. Análisis estadístico del pH durante la fermentación

### Anexo análisis estadístico del pH durante la fermentación de F1

#### Pruebas de Múltiple Rangos para pH F1 por tiempo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	4	4,64	X
2	4	4,91	X
3	4	4,915	X
1	4	6,1425	X
0	4	6,61	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1	*	0,4675	0,0723997
0 - 2	*	1,7	0,0723997
0 - 3	*	1,695	0,0723997
0 - 4	*	1,97	0,0723997
1 - 2	*	1,2325	0,0723997
1 - 3	*	1,2275	0,0723997
1 - 4	*	1,5025	0,0723997
2 - 3		-0,005	0,0723997
2 - 4	*	0,27	0,0723997
3 - 4	*	0,275	0,0723997

\* indica una diferencia significativa.

### Anexo análisis estadístico del pH durante la fermentación de F2

#### Pruebas de Múltiple Rangos para pH F2 por tiempo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	3	4,58	X
3	4	4,865	X
2	4	5,1625	X
1	4	6,0775	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	0,915	0,0388572
1 - 3	*	1,2125	0,0388572
1 - 4	*	1,4975	0,0419705
2 - 3	*	0,2975	0,0388572
2 - 4	*	0,5825	0,0419705
3 - 4	*	0,285	0,0419705

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo análisis estadístico del pH durante la fermentación de F3

## Pruebas de Múltiple Rangos para pH F3 por tiempo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
4	3	4,40667	X
3	3	4,77	X
2	3	4,87	X
1	3	5,74	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	0,87	0,0272051
1 - 3	*	0,97	0,0272051
1 - 4	*	1,33333	0,0272051
2 - 3	*	0,1	0,0272051
2 - 4	*	0,463333	0,0272051
3 - 4	*	0,363333	0,0272051

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo 6. Análisis estadístico del contenido de sólidos solubles durante la fermentación

### Anexo análisis estadístico del contenido de sólidos solubles durante la fermentación de F1

#### Pruebas de Múltiple Rangos para Sólidos totales F1 por tiempo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	3	14,1333	X
4	4	16,3	X
2	4	16,95	XX
1	4	19,525	XX
0	4	19,65	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0,125	2,63431
0 - 2	*	2,7	2,63431
0 - 3	*	5,51667	2,84538
0 - 4	*	3,35	2,63431
1 - 2		2,575	2,63431
1 - 3	*	5,39167	2,84538
1 - 4	*	3,225	2,63431
2 - 3		2,81667	2,84538
2 - 4		0,65	2,63431
3 - 4		-2,16667	2,84538

\* indica una diferencia significativa.

### Anexo análisis estadístico del contenido de sólidos solubles durante la fermentación de F2

#### Pruebas de Múltiple Rangos para Sólidos totales F2 por tiempo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	3	16,5333	X
2	3	17,1	XX
4	3	17,5667	X
1	3	21,0	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	3,9	0,833409
1 - 3	*	4,46667	0,833409
1 - 4	*	3,43333	0,833409
2 - 3		0,566667	0,833409
2 - 4		-0,466667	0,833409
3 - 4	*	-1,03333	0,833409

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo análisis estadístico del contenido de sólidos solubles durante la fermentación de F3

## Pruebas de Múltiple Rangos para Sólidos totales F3 por tiempo

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

tiempo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	3	17,1667	X
2	3	17,4	X
4	3	19,6667	X
1	3	22,4	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	5,0	1,17378
1 - 3	*	5,23333	1,17378
1 - 4	*	2,73333	1,17378
2 - 3		0,233333	1,17378
2 - 4	*	-2,26667	1,17378
3 - 4	*	-2,5	1,17378

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo 7. Análisis estadístico del contenido de proteína de las formulaciones

Anexo análisis estadístico del contenido de proteína de las formulaciones de bebida fermentada

### Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína por Tratamiento

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	2	3,2	X
3	2	3,345	X
2	2	3,35	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-0,15	0,0381164
1 - 3	*	-0,145	0,0381164
2 - 3		0,005	0,0381164

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo 8. Análisis estadístico de la evaluación sensorial

### Análisis estadístico sabor

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	28	1,96429
F2	28	2,21429
F3	28	1,82143

Estadístico = 2,88372 Valor-P = 0,236487

### Análisis estadístico Color

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	28	2,08929
F2	28	2,01786
F3	28	1,89286

Estadístico = 1,12727 Valor-P = 0,569136

### Análisis estadístico Olor

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	28	2,0
F2	28	2,17857
F3	28	1,82143

Estadístico = 2,43902 Valor-P = 0,295374

### Análisis estadístico aroma

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	28	1,89286
F2	28	2,21429
F3	28	1,89286

Estadístico = 2,9589 Valor-P = 0,227762

### Análisis estadístico viscosidad

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	28	1,875
F2	28	2,17857
F3	28	1,94643

Estadístico = 3,29167 Valor-P = 0,192852

### Análisis estadístico apariencia general

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	28	2,05357
F2	28	1,98214
F3	28	1,96429

Estadístico = 0,233333 Valor-P = 0,889882

## Anexo 9. Análisis estadístico de la acidez titulable durante el tiempo

Anexo análisis estadístico de la acidez titulable durante el tiempo de F1

### Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez titulable F1 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	3	0,737333	X
14	3	0,827428	X
21	3	0,891176	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14	*	-0,0900951	0,0296043
0 - 21	*	-0,153843	0,0296043
14 - 21	*	-0,0637481	0,0296043

\* indica una diferencia significativa.

Anexo análisis estadístico de la acidez titulable durante el tiempo de F2

### Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez titulable F2 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	3	0,774333	X
14	3	0,876917	X
21	3	0,917793	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14	*	-0,102583	0,0518839
0 - 21	*	-0,143459	0,0518839
14 - 21		-0,0408761	0,0518839

\* indica una diferencia significativa.



## Anexo 10. Análisis estadístico del pH durante el tiempo

### Anexo análisis estadístico del pH durante el tiempo de F1

#### Pruebas de Múltiple Rangos para pH F1 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
21	3	4,20667	X
14	3	4,28	XX
0	3	4,36333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14		0,0833333	0,0955798
0 - 21	*	0,156667	0,0955798
14 - 21		0,0733333	0,0955798

\* indica una diferencia significativa.

### Anexo análisis estadístico del pH durante el tiempo de F2

#### Pruebas de Múltiple Rangos para pH F2 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
21	3	4,18	X
14	3	4,24667	X
0	3	4,32667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14	*	0,08	0,0373461
0 - 21	*	0,146667	0,0373461
14 - 21	*	0,0666667	0,0373461

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo 11. Análisis estadístico del contenido de sólidos solubles durante el tiempo

Anexo análisis estadístico del contenido de sólidos solubles durante el tiempo de F1

### Pruebas de Múltiple Rangos para Sólidos totales F1 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	3	16,5333	X
21	3	16,5333	X
14	3	16,7333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14	*	-0,2	0,144641
0 - 21		0	0,144641
14 - 21	*	0,2	0,144641

\* indica una diferencia significativa.

Anexo análisis estadístico del contenido de sólidos solubles durante el tiempo de F2

### Pruebas de Múltiple Rangos para Sólidos totales F2 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
21	3	16,3667	X
0	3	16,6333	XX
14	3	16,7333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14		-0,1	0,289282
0 - 21		0,266667	0,289282
14 - 21	*	0,366667	0,289282

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo 12. Análisis estadístico de la viscosidad durante el tiempo

### Anexo análisis estadístico de la viscosidad durante el tiempo de F1

#### Pruebas de Múltiple Rangos para Viscosidad F1 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
21	2	2,085	X
14	1	3,56	X
0	2	6,05667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14		2,49667	6,42849
0 - 21		3,97167	5,24884
14 - 21		1,475	6,42849

\* indica una diferencia significativa.

### Anexo análisis estadístico de la viscosidad durante el tiempo de F2

#### Pruebas de Múltiple Rangos para Viscosidad F2 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
21	2	1,385	X
0	2	4,37667	X
14	2	5,51	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14	*	-1,13333	0,85248
0 - 21	*	2,99167	0,85248
14 - 21	*	4,125	0,85248

\* indica una diferencia significativa.

### Anexo 13. Análisis estadístico de la sinéresis durante el tiempo

Anexo análisis estadístico del porcentaje de sinéresis durante el tiempo de F1

#### Pruebas de Múltiple Rangos para Sinéresis F1 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
21	4	21,1761	X
0	3	21,4045	X
14	3	25,2416	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14		-3,8371	6,02966
0 - 21		0,228393	5,64023
14 - 21		4,06549	5,64023

\* indica una diferencia significativa.

Anexo análisis estadístico del porcentaje de sinéresis durante el tiempo de F2

#### Pruebas de Múltiple Rangos para Sinéresis F2 por Día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Día	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	3	23,2173	X
21	3	25,3961	X
14	3	28,0538	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 14		-4,83643	7,52889
0 - 21		-2,1788	7,52889
14 - 21		2,65763	7,52889

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo 14. Análisis estadístico de la evaluación sensorial día 0

### Análisis estadístico sabor día 0

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,43333
F2	15	1,56667

Estadístico = 0,357143 Valor-P = 0,550097

### Análisis estadístico color día 0

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,43333
F2	15	1,56667

Estadístico = 0,833333 Valor-P = 0,361309

### Análisis estadístico olor día 0

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,36667
F2	15	1,63333

Estadístico = 1,7 Valor-P = 0,192285

### Análisis estadístico aroma día 0

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,5
F2	15	1,5

Estadístico = 0,125 Valor-P = 0,723673

### Análisis estadístico viscosidad día 0

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,33333
F2	15	1,66667

Estadístico = 2,88889 Valor-P = 0,0891887

### Análisis estadístico apariencia general día 0

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	11	1,5
F2	11	1,5

Estadístico = 0,166667 Valor-P = 0,683091

## Anexo 15. Análisis estadístico de la evaluación sensorial día 14

### Análisis estadístico sabor día 14

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,56667
F2	15	1,43333

Estadístico = 0,357143 Valor-P = 0,550097

### Análisis estadístico color día 14

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,46667
F2	15	1,53333

Estadístico = 0,285714 Valor-P = 0,59298

### Análisis estadístico olor día 14

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,4
F2	15	1,6

Estadístico = 0,909091 Valor-P = 0,340354

### Análisis estadístico aroma día 14

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,5
F2	15	1,5

Estadístico = 0,1 Valor-P = 0,75183

### Análisis estadístico viscosidad día 14

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,36667
F2	15	1,63333

Estadístico = 1,7 Valor-P = 0,192285

### Análisis estadístico apariencia general día 14

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
F1	15	1,5
F2	15	1,5

Estadístico = 0,1 Valor-P = 0,75183

## Anexo 16. Análisis estadístico de la evaluación sensorial día 21

### Análisis estadístico sabor día 21

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	15	1,33333
F2	15	1,66667

Estadístico = 2,36364 Valor-P = 0,124189

### Análisis estadístico color día 21

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	15	1,33333
F2	15	1,66667

Estadístico = 2,36364 Valor-P = 0,124189

### Análisis estadístico olor día 21

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	15	1,3
F2	15	1,7

Estadístico = 4,625 Valor-P = 0,0315061

### Análisis estadístico aroma día 21

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	15	1,36667
F2	15	1,63333

Estadístico = 1,7 Valor-P = 0,192285

### Análisis estadístico viscosidad día 21

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	15	1,33333
F2	15	1,66667

Estadístico = 2,36364 Valor-P = 0,124189

### Análisis estadístico apariencia general día 21

#### Prueba de Friedman

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
F1	15	1,43333
F2	15	1,56667

Estadístico = 0,5 Valor-P = 0,479499