

**Elaboración de bebida fermentada a base del  
extracto de quinua (*Chenopodium quinoa*  
*Willd*) y soya (*Glycine max*) con la aplicación  
de probióticos**

**Luz Marina Barco Coro**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Elaboración de bebida fermentada a base del  
extracto de quinua (*Chenopodium quinoa*  
*Willd*) y soya (*Glycine max*) con la aplicación  
de probióticos**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Luz Marina Barco Coro**

**Zamorano, Honduras**

# Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y soya (*Glycine max*) con la aplicación de probióticos

Luz Marina Barco Coro

**Resumen.** Los alimentos funcionales aportan beneficios fisiológicos para la salud entre ellos los probióticos. La industria ha desarrollado productos con soya (*Glycine max*) y quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) por sus beneficios nutricionales. Los objetivos de este estudio fueron: desarrollar una bebida fermentada a base de extracto de soya y quinua con aplicación de probióticos y una bacteria nativa aislada, determinar las características fisicoquímicas y aceptación sensorial. Se fermentó a 37 °C por 20 h para *Lactobacillus casei* (FC), *Lactobacillus plantarum* y 25 °C por 24 h para bacteria nativa, posteriormente se almacenó a 4 °C por 28 días. Las características de la bebida fermentada y sin fermentar se compararon usando un Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno. Para el análisis del producto en almacenamiento se usó un diseño de Bloques Completos al Azar con tres tratamientos, tres repeticiones evaluadas en tiempo (0, 7, 14 y 28 días). Se determinaron parámetros fisicoquímicos (pH, acidez, humedad, cenizas, proteína y lípidos), microbiológicos (viabilidad) y sensoriales (color, sabor, aroma, consistencia y aceptación). El mejor tratamiento (FC) posee 3.23% de proteína, 0.99% de lípidos, cumpliendo con los parámetros de un producto probiótico (8.92 Log UFC/mL) y supliendo el 6% de las necesidades proteicas de un adulto. En la prueba sensorial el tratamiento (FC) recibió un valor de 6.43 (me gusta poco).

**Palabras clave:** Alimentos funcionales, fermentación y *Lactobacillus ssp.*

**Abstract.** Functional foods provide different physiological benefits for our health; among those, we can find probiotics. Industries develop new products using soybeans (*Glycine max*) and quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) because of their nutritional benefits. The objectives of this study were: to develop a formula of a fermented beverage based on soybean and quinua extract with the application of probiotics and a native isolated bacteria; to determine the physical and chemical characteristics and its sensorial acceptance. The beverage was fermented at 37 °C for 20 hours using *Lactobacillus casei* (FC), *Lactobacillus plantarum* and 25 °C for 24 hours for native bacteria. This was stored for 28 days at 4 °C. The beverage characteristics both ferment and unfermented were compared using a Completely Randomize Design evaluating four treatments with three replicated each one in order to analyze the product during its storage. Complete Randomized Block designed used with three treatments, and three replicates evaluated in time (0, 7, 14 and 28 days). The physical and chemical parameters that were determined were pH, acidity, humidity, ashes, protein and lipids, viability, and in the sensorial evaluation were color, flavor, aroma, consistency and general acceptance. The best treatment was the (FC) since it contains 3.23% protein, 0.99% lipids and it accomplishes the parameters of a probiotic product (8.92 Log UFC/mL), and it supplies the protein requirements of an adult in 6%. The sensory panelists accepted FC with a score of 6.43 expressed as “I like a little”.

**Key words:** Fermentation, functional foods, *Lactobacillus ssp.*

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figura y anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>20</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>22</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>25</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Composición de la bebida antes y después de fermentar a 37 °C por 20 h para FC y FP y a 25 °C por 24 h para FN.....	9
2. Composición de la bebida antes y después de fermentar a 37 °C por 20 h para FC y FP y a 25 °C por 24 h para FN.....	11
3. Composición química de la bebida antes y después de fermentar a 37 °C por 20 h para FC y FP y a 25 °C por 24 h para FN. ....	12
4. Resultados del análisis de lípidos, humedad y cenizas durante almacenamiento a 4°C durante 28 días. ....	14
5. Resultado de análisis de viabilidad antes y después de fermentación y durante almacenamiento a 4°C expresado en (Log UFC/mL). ....	15
6. Resultado de análisis de proteína durante almacenamiento a 4 °C. ....	15
7. Resultado de análisis de acidez durante almacenamiento a 4 °C. ....	16
8. Resultado de análisis de pH durante almacenamiento a 4 °C. ....	17
9. Análisis sensorial de color, sabor y aroma con una escala hedónica de nueve puntos. ....	18
10. Análisis sensorial de consistencia y aceptación general con una escala hedónica de nueve puntos. ....	19
Figura	Página
1. Flujo de proceso de la bebida fermentada .....	6
Anexos	Página
1. Resultados de ANOVA SAS 9.1.....	25
2. Resultados de ANOVA SAS9.1.....	26
3. Flujo de proceso para el análisis sensorial. ....	26
4. Boleta de evaluación sensorial prueba de preferencia.....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

Existe un incremento de enfermedades causadas por infecciones intestinales que afectan a adultos jóvenes y principalmente a los niños; estas enfermedades pueden llegar a causar la muerte del paciente. Entre 2000-2008 se detectó que las personas más propensas a estas enfermedades están en un rango de edad de 1-4 años y de 25-44 años. Estas enfermedades pueden ser prevenidas con diferentes tratamientos o cambios en el consumo de algunos alimentos (Hernández *et al.* 2011).

Los alimentos funcionales son aquellos que otorgan diferentes beneficios fisiológicos para la salud más allá de su valor nutricional. Varias investigaciones han podido comprobar que estos alimentos proporcionan beneficios a varias funciones del organismo para proporcionar una mejor salud (Arancete y Serra SF). En Estados Unidos el consumo de alimentos funcionales está incrementando un 15% anualmente. Diferentes estudios demostraron que en Holanda una de cada cuatro personas ya consume alimentos funcionales (Aguilera *et al.* SF). Entre los alimentos funcionales se encuentran los que contienen probióticos, prebióticos, yogures enriquecidos con calcio, margarinas enriquecidas con fitosteroles entre otros (Aguilera *et al.* SF).

Los probióticos son definidos como microorganismos vivos cuya ingesta en cantidades adecuadas en forma constante y tiempo proporcionan un beneficio a la salud para el ser humano (INTA 2014). Tienen una resistencia a pH 2.5 y 0.3% (p/v) de sales biliares. Estas bacterias benéficas son capaces de colonizar el intestino y producir metabolitos tales como ácido láctico, ácido acético, diacetilo peróxidos y péptidos (Marin *et al.* 2009). Entre los beneficios para la salud del ser humano se encuentran la reducción del riesgo de cáncer, la reducción sobre la incidencia y duración de la diarrea causada por rotavirus, diarrea causada por la ingesta de antibióticos y mejoras en malestares digestivos (Martínez *et al.* 2012).

*Lactobacillus plantarum* BG 112 es una bacteria Gram positiva no patogénica y heterofermentativa que permite un equilibrio microbiano y también ayuda a la estabilidad de enzimas digestivas. Otorga una protección contra patógenos, alivia síntomas de intestino irritable, intestino inflamable y protección de células epiteliales por daños de *E. coli* (Molin 2015). *Lactobacillus casei* BGP 93 es un microorganismo anaerobio, posee una forma de bastones, su crecimiento oscila entre 15 a 45 °C y es un microorganismo auxótrofo ya que no es capaz de sintetizar todos los componentes de crecimiento que posee en el medio en el

que se encuentra, entre ellos, aminoácidos bases nitrogenadas (Oliveira SF). Poseen un metabolismo fermentativo y su principal producción es el ácido láctico (Marin *et al.* 2009). El uso de granos para tener una mejor nutrición está creciendo; esta tendencia está enfocada a personas que quieren mejorar su estilo de vida, consumiendo granos que aportan diferentes beneficios nutricionales como la soya y quinua. La quinua también llamada grano de oro (*Chenopodium quinoa Willd*) es considerado un cultivo milenario que contribuye a la seguridad alimentaria. La quinua es el único alimento vegetal que tiene todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos, vitaminas y no contiene gluten (FAO 2011). Es considerada un pseudocereal, denominado de esta manera por que las semillas que posee son similares a las de los cereales pero botánicamente no son gramíneas y poseen un alto contenido de almidón, por otra parte, la quinua es un alimento completo en relación a otros alimentos como el huevo, la carne y la leche (Cerón *et al.* 2016).

La soya (*Glycine max*) es una legumbre producida para la alimentación humana y es originaria de Asia. El interés y forma de uso de la soya fue cambiando con el transcurso de los años ya que en la actualidad se usa como aceite como sustituto de las grasas animales. Los nutrientes que aporta son de gran importancia ya que son fuente de proteína. Los beneficios ofrecidos por este grano son la fibra dietética, ácidos grasos esenciales y fitoestrógenos o isoflavonas, los cuales cumplen funciones anticancerígenas y previenen la osteoporosis (Ritner 2006).

Existen nuevas tendencias alimenticias que se ven influenciadas por una nueva forma de vida saludable, se buscan productos con beneficios para la salud y que sean fáciles de comer o fáciles de elaborar.

Se busca desarrollar un alimento funcional aprovechando el alto valor nutricional brindado por las propiedades que tiene la soya y la quinua. Con los probióticos usados se busca resolver problemas gastrointestinales y diferentes anomalías experimentadas con la flora intestinal del ser humano (Martinez *et al.* 2016). Los objetivos del estudio fueron:

- Desarrollar una formulación y flujo de proceso de una bebida fermentada a base de extractos de quinua y soya con la aplicación de bacterias probióticas y una bacteria nativa aislada.
- Caracterizar física y químicamente la bebida fermentada con extracto de quinua y soya.
- Evaluar la aceptación de la bebida fermentada a base del extracto de quinua y soya.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **Ubicación.**

La primera parte del proyecto se realizó en la Universidad Estadual de Londrina ubicada en el estado de Paraná, Brasil. El producto fue elaborado en el departamento de ciencia y tecnología en el laboratorio número 758 a cargo de la Dra. Sandra Garcia. Los análisis de, pH, acidez total, determinación de proteína y los conteos de bacterias lácticas se llevaron a cabo en el mismo laboratorio; el análisis de humedad, cenizas y lípidos se realizó en el laboratorio 755.

La segunda parte del proyecto se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicada en el Valle del Yeguaré, km 30 al este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. En el departamento de Agroindustria Alimentaria en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), la planta de lácteos y el laboratorio de análisis sensorial.

### **Materia prima.**

Se usó quinua de origen boliviano donada por la empresa QuinBolSur, la soya usada fue BRS 257 donación de la empresa Sementes Paraná Ltda. Se usó leche descremada en polvo rica en calcio de la marca Nestlé. Estos materiales se almacenaron a 4 °C. Las bacterias usadas fueron cultivos liofilizados de *Lactobacillus plantarum* BG 112 y *Lactobacillus casei* BGP 93, proporcionadas por la empresa Sacco Brasil, y se almacenaron bajo congelamiento. Adicionalmente, se usó una bacteria láctica aislada de la fermentación de la quinua.

### **Procedimiento del aislamiento de una bacteria nativa.**

Se pesaron 10 g de quinua, se dejó remojar con 100 mL de agua estéril a 25 °C por 48 h. Posterior a la fermentación se procedió a tomar una muestra con el asa de inoculación para realizar un estriado en el agar MRS. Se realizó el estriado en nueve placas Petri con el medio ya solidificado, se dejó en incubación a 25 °C por 48 h. Posterior a la incubación se observó crecimiento en las placas, con el asa de inoculación se tomaron muestras de una colonia por placa para pasarlas al tubo de ensayo con caldo MRS, los mismos fueron incubados a 25 °C por 48 h. Se tomó la muestra del caldo MRS y se realizó nuevamente el estriado en placas Petri. Este proceso se repitió cuatro veces y cuando las colonias se observaron como bacterias lácticas se procedió a traspasarlas en caldo MRS para su posterior uso. Se realizó la prueba de catalasa y tinción de Gram para confirmar que los cultivos aislados eran catalasa negativa y Gram positivos. Para el uso de la bacteria aislada se usó un tubo falcón que tenía la biomasa de la bacteria aislada. Se inició con la centrifugación por 15 min, se retiró el caldo MRS y se agregó agua salina y nuevamente se centrifugó la muestra. Se descartó el sobrenadante y se inóculo en los tubos falcón con 35 mL para cada tratamiento (Vera-Pingitore *et al.* 2016).



### **Proceso de la elaboración del extracto de soya.**

La relación que se usó de la soya y agua fue de 1:6 (peso: volumen). Se pesaron 121.4 g de soya lavada con abundante agua destilada. Después se adicionaron 728.54 mL de agua estéril, se dejó en reposo por 16 h a 4 °C. Posterior al tiempo de reposo el volumen total se separó en tres partes, se trituro la soya con una licuadora por 10 min, se procedió a separar partículas sólidas del extracto líquido con ayuda de un colador (Lima de Morales 2016).

### **Proceso de elaboración del extracto de quinua.**

Se determinó la relación 1:6 de quinua y agua para el extracto. Se pesaron 330.16 g y se mezclaron 1980 mL de agua esterilizada, dejando en reposo por 24 h a 25 °C. Después del reposo se separó el volumen en tres partes para luego ponerlo a baño María a 85 °C por 9 min. Luego se separaron las partículas sólidas del extracto de quinua con ayuda de un colador (Cerezal *et al.* 2012).

### **Mezcla de los extractos, leche y bacterias.**

Después de la obtención de los extractos se mezcló cada uno con la proporción 66% de quinua y 34% de soya y la adición de 10% de leche en polvo en el volumen final que en este caso es de 150 mL (figura 1). Se procedió a la pasteurización de estas mezclas a 85 °C por 20 min. Se esperó que las mezclas se enfriarán y posteriormente se separaron en cuatro tubos falcón con 35 mL.

### **Inoculación de bacterias.**

La inoculación de cada una de las bacterias *Lactobacillus plantarum* BG112, *Lactobacillus casei* BGP93 y la bacteria nativa es de 1%. Se inocularon las bacterias en los tubos falcón con la mezcla de extractos y leche. Se separaron las repeticiones de cada tratamiento para dejarlos fermentar por 20 h a 37 °C en el caso de los probióticos comerciales y 24 h en el caso de la bacteria nativa para evitar el crecimiento de bacterias patogénicas. Se verificó el pH al final de la fermentación

### **Análisis físico-químicos.**

**Potencial de hidrogeno (pH).** Se usó un potenciómetro de la marca KASVI para tomar los valores de pH (Zenebon *et al.* 2008).

**Acidez expresada en ácido láctico.** Para la determinación de acidez se usó el método de determinación de acidez titulable por volumetría potenciométrica. Se usó el potenciómetro KASVI, (Zenebon *et al.* 2008). La fórmula usada para determinación de acidez en ácido láctico fue:

$$\frac{V*f*0.9}{A} = \text{acido láctico por } \frac{m}{v} \quad [1]$$

Donde:

V= volumen en mL de solución de hidróxido de sodio 0.1 M gasto en la titulación

f = factor de corrección de la solución de hidróxido de sodio 0.1 M

A = volumen de mL de la muestra

0.9 = factor de conversión para ácido láctico

m= gramos de ácido láctico

v= 100 ml del producto

**Proteína.** La determinación de proteína fue hecha por el Método de Lowry donde se tomó 3 g de la muestra para realizar el análisis ( Lowry *et al.* 1951).

**Lípidos.** La determinación de lípidos se realizó por el método Bligh y Dyer (Alvarado 2012).

**Humedad.** La determinación de la humedad se realizó con 5 g de muestra en crisoles, se dejó en la estufa por 24 h (Zenebon *et al.* 2008).

**Cenizas.** La determinación de cenizas fue después de la determinación de humedad donde la muestra se quemó antes de ingresarla a la mufla a 550 °C, se dejó en la mufla por 4 h, siguiendo la metodología escogida (Zenebon *et al.* 2008).

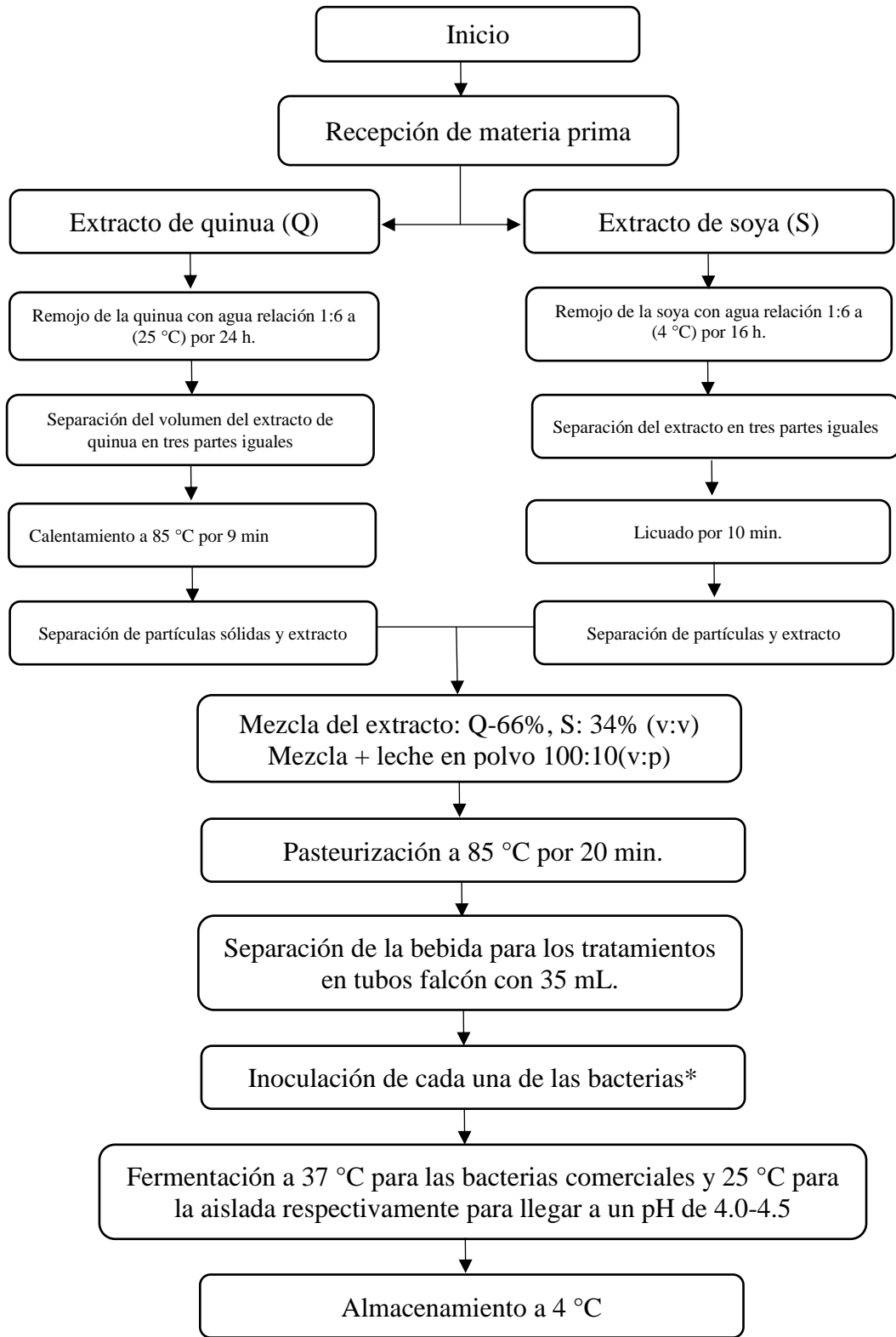
**Carbohidratos.** La determinación de carbohidratos se dio por la diferencia de la concentración de los demás componentes de la matriz, el cálculo se realizó con cada una de las repeticiones.

#### **Análisis de viabilidad.**

El análisis de viabilidad de bacterias ácido lácticas se realizó los días 0, 7, 14 y 28 usando el medio agar MRS. Se tomó 1 mL del producto para posteriormente hacer diluciones decimales. Para viabilidad se realizó la dilución hasta  $10^{-7}$ , se tomó 1 mL de la muestra para realizar el vaciado en placa con el medio, se dejó incubando a 37 °C por 48 h. Los recuentos de bacterias ácido lácticas (BAL) se expresaron en Log UFC/ml.

#### **Análisis estadístico.**

El experimento se desarrolló en dos etapas. En la primera se usó un Diseño Completamente al Azar donde se evaluaron cuatro tratamientos que fueron el producto fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112 (LP), producto fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 (LC), producto fermentado con la bacteria aislada (LN) y un control que fue la bebida sin fermentar (SN). Se realizó una separación de medias Tukey con un alfa de 0.05, la misma que se realizó con el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.1) para el análisis de variables dependientes los análisis físico-químicos, microbiológicos donde se hizo un conteo de viabilidad de las bacterias probióticas.



\*Usó de bacteria lácticas *L. plantarum* BF 112, *L. casei* BGP 93 y bacteria nativa.

Figura 1. Flujo de proceso de la bebida fermentada

En la segunda etapa se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo. Se evaluaron tres tratamientos los cuales fueron el producto fermentado (LP), producto fermentado con (LC) y (LN). Se hicieron tres repeticiones y cuatro medidas en el tiempo, los días 0, 7, 14 y 28. Se realizó una separación de medias Tukey, con un alfa igual 0.05, usando el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.1) para el análisis de variables dependientes los análisis físico-químicos, microbiológicos y conteo de la viabilidad de bacterias. También se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) para analizar los datos del análisis sensorial.

### **Análisis sensorial.**

Se realizó un análisis sensorial de aceptación del producto a una población de 100 personas divididas en tres grupos, dos de 33 y uno de 34. Se usó una escala hedónica de nueve puntos y se evaluaron los atributos de color, sabor, aroma, consistencia y aceptación en general. Se evaluaron dos tratamientos LP y LC, no se usó el tratamiento FN ya que no se identificó el tipo de bacteria usada. Se adiciono, 2% de esencia de vainilla y 10% de azúcar (los ingredientes azúcar y esencia de vainilla solo se usaron para el análisis sensorial) para mejorar las características sensoriales del producto (Hernandez 2005).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **Composición antes de fermentar.**

Inicialmente se hizo el análisis de la proporción inicial de la nueva matriz, antes de su fermentación. Esta bebida tenía 88.12% de humedad, 3.52% de proteína, 0.94% de cenizas, 0.84% de lípidos, 6.53% de carbohidratos y se midió 6.50 de pH y 0.20% de acidez en ácido láctico.

#### **Análisis de la composición antes y después de fermentar.**

Después del proceso de fermentación se hicieron análisis de cada uno de los tratamientos y el producto antes de fermentar el cual fue un control, se identificó que las variables de lípidos, humedad y cenizas no tuvieron diferencia estadística ( $P > 0.05$ ). En las variables viabilidad, proteína, pH y acidez sí se encontró diferencia estadística significativa de ( $P < 0.05$ ) (cuadro 1).

El contenido de grasa de las bebidas fermentadas osciló de 0.94 a 1.51%. No se encontraron diferencias significativas en el análisis de entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), (cuadro 1). El porcentaje de lípidos antes de la fermentación del producto fue de 0.84%, este valor después de la fermentación tuvo valores de 1.51% para el tratamiento del producto fermentado con bacteria nativa, el tratamiento fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 tuvo un valor de 0.99% y el tratamiento fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112 tuvo un valor de 0.94%. Los resultados reportados para el producto fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 y *Lactobacillus plantarum* BG 112 son valores cercanos, los mismos coinciden con valores reportados por la literatura ya que muestra un valor de 0.96% de lípidos después de fermentación de una bebida con 70% extracto de quinua y 30% de extracto de soya (Bianchi 2013).

Con el consumo de 100 g de este producto se aporta 13.59 cal en relación a la grasa para el tratamiento con la bacteria nativa, 89.1 cal para el producto con *Lactobacillus casei* BGP 93 y 84.6 cal para el tratamiento con *Lactobacillus plantarum* BG 112. El requerimiento de cal en base a la grasa para adultos de 19 a 65 años es 615 cal; el producto cumple con este requerimiento solo con un 2% de grasa en cal (FAO 2013).

El contenido de humedad de las bebidas fermentadas osciló de 87.53 a 88.12%. No se encontraron diferencias significativas en la humedad antes y después de fermentación ( $P > 0.05$ ), (cuadro 1). La humedad en este tipo de alimento es normalmente alta; la misma no se vio afectada por el uso de bacterias probióticas.

Los resultados obtenidos coinciden con datos reportados por Maldonado y Carrillo (2014). En dicha investigación se usó extracto de quinua que fue fermentada con cultivos acidófilos (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*) y cultivos probióticos (*Bifidobacterium lactis* y *Lactobacillus acidophilus*). Reportan un valor de 88.18% de humedad que es un valor cercano para los tratamientos fermentados con *Lactobacillus plantarum* BG 112 con un valor de 87.53%, fermentado con la bacteria nativa con 87.77% y fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 con 87.71% (Maldonado y Carrillo 2014).

El contenido de cenizas de las bebidas fermentadas osciló entre 0.97 y 1.21%. No se encontraron diferencias significativas entre tratamiento en los análisis de cenizas antes y después de fermentación, (Cuadro 1). Las cenizas son compuestos inorgánicos presentes en los alimentos que a veces no tienen la misma cantidad al inicio y al final esto se debe a pérdidas por diferentes interacciones químicas que suceden en los alimentos (Lupano 2013).

Los resultados reportados no coinciden con la literatura que reportan valores de 0.41% de cenizas para uno de sus tratamientos (Bianchi 2013). La variación con la literatura del porcentaje de cenizas en el producto puede deberse al porcentaje de cenizas que posee cada uno de los granos o la forma de obtención de cada uno de los extractos (Rago 2013). Otra variable puede ser que se usó la misma leche rica en calcio por lo tanto, el porcentaje de cenizas se incrementó.

Cuadro 1. Composición de la bebida antes y después de fermentar a 37 °C por 20 h para FC y FP y a 25 °C por 24 h para FN.

<b>Tratamiento</b>	<b>Lípidos (%)<sup>§</sup> Media ± DE</b>	<b>Humedad (%)<sup>§</sup> Media ± DE</b>	<b>Cenizas (%)<sup>§</sup> Media ± DE</b>
NF	0.84 ± 0.07	88.12 ± 0.05	0.99 ± 0.14
FN	1.51 ± 0.13	87.53 ± 0.55	1.04 ± 0.10
FC	0.99 ± 0.33	87.77 ± 0.26	0.97 ± 0.07
FP	0.94 ± 0.39	87.71 ± 0.75	1.21 ± 0.34
<b>C.V.(%)</b>	31.65	0.55	12.30

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

<sup>§</sup>: Sin diferencia estadística entre tratamiento (P>0.05).

NF: Producto no fermentado.

FN: Producto fermentado por bacteria nativa.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

Los contenidos de proteína de las bebidas fermentadas oscilan entre 2.52 y 3.25%. Se encontraron diferencias significativas en el análisis de proteína entre tratamientos (P<0.05), (Cuadro 2). La matriz usada inicialmente poseía solo los carbohidratos que fueron aportados por cada uno de los extractos y por la leche en polvo que se adicionó. Una bacteria

inicialmente se alimenta de carbohidratos, después con el consumo de proteínas, por lo cual se puede ver que por el bajo porcentaje de carbohidratos las bacterias aumentan el consumo de proteínas lo cual redujo el porcentaje de las mismas en los tres tratamientos (Lupano 2013). El tratamiento con *Lactobacillus plantarum* BG 112 posee el porcentaje más bajo de proteína esto se debe a que esta bacteria creció bien en este medio por las condiciones que se les dio.

Inicialmente los datos de proteína antes de fermentar no coinciden con la literatura. La bebida tuvo un valor más alto de proteína en relación a la literatura. Esto pudo deberse por la variedad de la quinua o soya que usamos ya que está demostrado que el porcentaje nutricional de estos granos varía en relación a la variedad del grano (FAO 2011), esta variación también se pudo haber dado por la forma de preparación de los extractos ya que estudios similares muestran que con la aplicación de temperatura a un tiempo determinado se puede extraer más la proteína (Cerezal *et al.* 2012).

Con el consumo de 100 g del producto en la dieta diaria el aporte proteico oscila entre 3.25 g de proteína con el tratamiento con la bacteria nativa, 3.23 g de proteína con el tratamiento de *Lactobacillus casei* BGP 93 y 2.52 g con el tratamiento de *Lactobacillus plantarum* BG 112. De acuerdo a literatura, adultos de 19 a 65 años necesitan de 55 a 65 g/día de proteína, si el producto es consumido este requerimiento es suplido entre un 4.5 a 6% de proteína (FAO 2013).

El porcentaje de carbohidratos después de fermentar del producto osciló entre 4.80 y 3.43%, la variabilidad se debió a que durante la fermentación las bacterias probióticas comenzaron el consumo de los carbohidratos como sustratos y los carbohidratos se transformaron a diferentes metabolitos como resultado del mismo (Lupano 2013).

Con el consumo de 100 g del producto en la ingesta diaria nuestro aporte en relación a los carbohidratos osciló entre 4.80 a 3.43%. El requerimiento diario para una persona de entre 19 a 65 años es necesario que 55% de las calorías que consume provenga de los carbohidratos y el producto solo aporta con un 26.68% del requerimiento diario ya mencionado (FAO 2013).

Las necesidades nutricionales de una persona mayor a 19 años con un peso de 70 kg son de 2000 cal, con el consumo del producto se aporta 53.18 cal de los requerimientos diarios. Se recomienda un consumo de 300 mL del producto para cualquier tipo de personas, la cual coincide con la dosis de productos similares en el mercado. Con esta dosis el producto realiza un buen aporte nutricional con 13.5 cal de proteínas, 26.68 cal de carbohidratos y 13 cal de lípidos (FAO 2013).

Cuadro 2. Composición de la bebida antes y después de fermentar a 37 °C por 20 h para FC y FP y a 25 °C por 24 h para FN.

<b>Tratamiento</b>	<b>Proteína (%) Media ± DE</b>	<b>Carbohidratos (%) Media ± DE</b>
NF	3.52 ± 0.29 <sup>a</sup>	6.53 ± 0.30 <sup>a</sup>
FN	3.25 ± 0.55 <sup>b</sup>	3.43 ± 0.29 <sup>c</sup>
FC	3.23 ± 0.30 <sup>b</sup>	4.80 ± 0.66 <sup>b</sup>
FP	2.52 ± 0.57 <sup>c</sup>	4.30 ± 0.47 <sup>d</sup>
<b>C.V.(%)</b>	8.02	9.42

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

NF: Producto no fermentado.

FN: Producto fermentado por bacteria nativa.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

<sup>abc</sup>: Letras iguales en la misma columna no tienen diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos (P>0.05).

El porcentaje de acidez expresado en ácido láctico de las bebidas después de la fermentación osciló entre 0.63 y 1.42%. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (P<0.05), (Cuadro 3). El ácido láctico es el principal metabolito de las bacterias ácido lácticas (BAL) por el proceso de fermentación láctica. Durante este proceso las bacterias comienzan a consumir los carbohidratos y posteriormente la proteína (Lupano 2013). Los datos presentados para cada uno de los tratamientos de fermentación varían, inicialmente el producto contó con un valor de 0.21% de acidez posterior a la fermentación de la bacteria nativa se tuvo un valor de 0.85%, el tratamiento con *Lactobacillus casei* BGP 93 tuvo un valor 0.63% y el tratamiento con *Lactobacillus plantarum* BG 112 tuvo un valor de 1.42%.

De acuerdo con los datos obtenidos *Lactobacillus plantarum* BG 112 se adaptó mejor en la bebida ya que por su alto consumo de proteínas creció y produjo el mayor porcentaje de ácido láctico. Para *Lactobacillus casei* BGP 93 su producción de ácido láctico es diferente ya que esta bacteria tuvo menor crecimiento que la otra por lo tanto el consumo de proteína y producción de ácido láctico fue menor. Para la fermentación de la bacteria nativa fue mejor que el tratamiento con *Lactobacillus casei* BGP 93 ya que fue capaz de utilizar los carbohidratos y las proteínas de la bebida y también producir ácido láctico.

Los datos reportados no coinciden con la literatura ya que reportan 0.35% de acidez expresada en ácido láctico después de su fermentación. La variación de acuerdo a los datos presentados pudo deberse a que inicialmente el producto tenía una acidez de 0.05%. El aumento porcentual de la acidez fue seis veces más en relación a la inicial. De acuerdo al aumento de acidez el mismo si coincide para el tratamiento fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112 ya que la variación de aumento también osciló seis veces más con respecto a la acidez (Guerrero 2011).



El potencial de hidrógeno de las bebidas fermentadas oscila entre 5.25 y 4.30. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ), (Cuadro 3). Cada uno de los tratamientos tuvo variación con el pH en relación a la bebida. El producto no fermentado inicialmente tuvo un pH de 6.51, el tratamiento con *Lactobacillus plantarum* BG 112 tuvo el valor más bajo de pH 4.30 y el tratamiento con más alto valor en pH fue *Lactobacillus casei* BGP 93 con un pH de 5.25 y por último el tratamiento con la bacteria nativa tuvo un valor de 4.79. La variabilidad de pH entre tratamientos se da por el aumento de la acidez en el producto, esto sucede por la fermentación ácido láctica que es provocada por las bacterias usadas (Estrada 2011).

Los datos presentados para los tratamientos con la bacteria nativa y con *Lactobacillus casei* BGP 93 no coincide con la literatura, pero el tratamiento con *Lactobacillus plantarum* BG 112 si coincide con la literatura en relación al pH. En dicha investigación se reporta un pH de 4.42 y el tratamiento tuvo un pH de 4.30. La variabilidad entre los datos pudo deberse a la concentración usada de cada uno de los extractos ya que no son las mismas en ambos estudios (Bianchi 2013).

Al momento de la inoculación de cada una de las bacterias probióticas comerciales y antes de fermentar la viabilidad fue de 8.98 Log UFC/mL para *Lactobacillus casei* BGP 93 y 8.33 Log UFC/mL para *Lactobacillus plantarum* BG 112. El conteo de la viabilidad de las bebidas fermentadas oscila entre 8.08 Log UFC/mL para *Lactobacillus casei* BGP 93 a 9.29 Log UFC/mL para *Lactobacillus plantarum* BG 112.

Cuadro 3. Composición química de la bebida antes y después de fermentar a 37 °C por 20 h para FC y FP y a 25 °C por 24 h para FN.

<b>Tratamiento</b>	<b>pH (%) Media ± DE</b>	<b>Acidez (%) Media ± DE</b>
NF	6.51 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>d</sup>
FN	4.79 ± 0.04 <sup>c</sup>	0.85 ± 0.07 <sup>b</sup>
FC	5.25 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.63 ± 0.12 <sup>c</sup>
FP	4.30 ± 0.04 <sup>d</sup>	1.42 ± 0.08 <sup>a</sup>
<b>C.V.(%)</b>	0.68	10.52

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

NF: Producto no fermentado.

FN: Producto fermentado por bacteria nativa.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

<sup>abc</sup>: Letras iguales en la misma columna no tienen diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

Se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). De acuerdo a los datos reportados *Lactobacillus plantarum* BG 112 tuvo un buen crecimiento en esta bebida, esto pudo deberse a que se le dio las mejores condiciones para su crecimiento como la

temperatura de 37 °C, el tiempo de incubación de 20 h, estudios anteriores demuestran que la temperatura y tiempo de fermentación ideal es de 16 h a 37 °C con un 0.01% de inóculo y con una activación previa (Lima de Morales 2016).

El crecimiento de *Lactobacillus casei* BGP 93 no fue el esperado para un producto fermentado ya que no logró llegar a un pH de 4.5-4.0. Según James *et al.* (2017) queda demostrado que se puede tener un mejor crecimiento con una activación en caldo MRS y un periodo de 72 h a 37 °C para su fermentación.

En relación con Sanz y Dalmau (2008), un alimento para ser probiótico debe tener de  $10^7$  a  $10^{10}$  organismos viables que lleguen al intestino. El producto después de fermentación cumple con este parámetro ya que posee 9.29 Log UFC/mL para *Lactobacillus plantarum* BG 112, si puede ser categorizado como probiótico. Inicialmente se requería que este producto cumpla con ser probiótico, el producto se puede catalogar con un alimento funcional (Sanz y Dalmau 2008).

#### **Análisis durante almacenamiento.**

El contenido de grasa de los tratamientos con producto fermentado con la bacteria nativa (FN), producto fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 (LC) y *Lactobacillus plantarum* BG 112 (FP) durante el almacenamiento a 4 °C osciló entre 1.02 y 1.30%. No se encontraron diferencias significativas para los análisis de lípidos a través del tiempo ni entre tratamientos ( $P>0.05$ ), (Cuadro 4). Los resultados del estudio no coinciden con estudios similares pasados, ya que estudios similares poseen ingredientes adicionales. Entre los parámetros de diferencia se encuentran un 6% de sacarosa, 1% de lactosa, 3.5 % de Fructooligosacáridos (FOS) (Bianchi 2013).

El contenido de humedad de las bebidas fermentadas durante el almacenamiento osciló entre 87.53 y 87.76%. No se encontraron diferencias significativas en la humedad a través del tiempo ni entre tratamientos ( $P>0.05$ ), (Cuadro 4). Los resultados reportados en este estudio son iguales para el tratamiento fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112, fermentado con la bacteria nativa y fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 son valores cercanos a los reportados por un proyecto a base de extracto de quinua (Maldonado y Carrillo 2014).

El contenido de cenizas de las bebidas fermentadas durante el almacenamiento osciló entre 1.13 y 1.21%. No se encontraron diferencias significativas en el análisis de cenizas a través del tiempo ni entre tratamientos ( $P>0.05$ ), (Cuadro 4). Durante el almacenamiento de los tratamientos las bacterias probióticas no tuvieron efecto en el cambio de porcentaje de cenizas, como tampoco existió algún cambio por las diferentes interacciones químicas que existían en el producto.

Cuadro 4. Resultados del análisis de lípidos, humedad y cenizas durante almacenamiento a 4°C durante 28 días.

Tratamiento	Componentes		
	Lípidos <sup>§</sup>	Humedad <sup>§</sup>	Cenizas <sup>§</sup>
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
FN	1.02 ± 0.13	87.53 ± 0.55	1.21 ± 0.10
FC	1.30 ± 0.33	87.76 ± 0.26	1.13 ± 0.07
FP	1.20 ± 0.39	87.71 ± 0.75	1.16 ± 0.34
<b>C.V. (%)</b>	<b>25.57</b>	<b>1.42</b>	<b>18.29</b>

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

§: Sin diferencia estadística entre tratamientos ni entre tiempo (P>0.05).

FN: Producto fermentado por bacteria nativa.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

El conteo de la viabilidad de las bebidas fermentadas durante el almacenamiento osciló entre 8.92 y 9.39 Log UFC/mL al día 28. Se encontró diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05), (Cuadro 5). Las bacterias no tuvieron un crecimiento representativo en almacenamiento para ambos tratamientos, pero si se mantuvieron vivas durante los 28 días, su principal sustrato fueron las proteínas del producto. Estudios similares muestran valores que oscilan entre 9.6-9.33 Log UFC/mL que son similares a los de almacenamiento para el tratamiento FP. Esto pudo haberse dado ya que esta bacteria tuvo las mejores condiciones para su crecimiento (Bianchi 2013). Para el tratamiento FC los valores no coinciden ya que esta bacteria no se adaptó de la mejor manera a la matriz.

El contenido de proteína de las bebidas fermentadas durante el almacenamiento fue de 1.98% para el tratamiento con la bacteria nativa, 2.66% para el tratamiento con *Lactobacillus plantarum* BG 112 y 3.29% para *Lactobacillus casei* BGP 93 al día 28. Se encontró diferencia significativa entre tratamientos y durante el tiempo (P=0.0001), desde el día 1 y día 28 (Cuadro 5). Durante el almacenamiento se comprobó que las bacterias probióticas seguían vivas hasta el día 28 por lo cual seguían consumiendo las proteínas.

La matriz usada inicialmente poseía solo los carbohidratos que fueron aportados por cada uno de los extractos y por la leche en polvo que se usó. Una bacteria inicialmente se alimenta de carbohidratos, seguidamente inicia con el consumo de proteínas y por último consume los lípidos, por lo cual se puede concluir que por el bajo porcentaje de carbohidratos las bacterias aumentan el consumo de proteínas, lo cual redujo el porcentaje de la misma. Después de la síntesis de las proteínas por las bacterias se producen aminoácidos y oligopéptidos (Lupano 2013).

Cuadro 5. Resultado de análisis de viabilidad antes y después de fermentación y durante almacenamiento a 4°C expresado en (Log UFC/mL).

Tratamiento	Días de almacenamiento			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 28
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
FC	8.98 ± 0.08 <sup>b</sup>	9.02 ± 0.03 <sup>b</sup>	8.92 ± 0.02 <sup>b</sup>	8.92 ± 0.05 <sup>b</sup>
FP	9.29 ± 0.05 <sup>a</sup>	9.53 ± 1.02 <sup>a</sup>	9.60 ± 0.01 <sup>a</sup>	9.39 ± 0.02 <sup>a</sup>
<b>C.V. (%)</b>	0.60	0.47	0.25	0.47

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

FN: Producto fermentado por bacteria nativa.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

<sup>ab</sup>: Medias con letras minúsculas iguales en la misma columna no tienen diferencia estadísticamente significativa entre tratamiento (P<0.05).

Los resultados encontrados (cuadro 6) no coinciden con otros estudios ya que este producto posee más proteínas. La cantidad de proteína aportada es por extracto de soya y de quinua ya que son productos con alto porcentaje de proteína. Durante el almacenamiento la proteína no se estable ya que su descenso es gradual y lento (Bianchi 2013).

Cuadro 6. Resultado de análisis de proteína durante almacenamiento a 4 °C.

Tratamiento	Días de almacenamiento			
	Día 0 <sup>&amp;</sup>	Día 7	Día 14	Día 28
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
FN	3.23 ± 0.24 <sup>aA</sup>	2.27 ± 0.03 <sup>bB</sup>	2.67 ± 0.31 <sup>bB</sup>	1.98 ± 0.44 <sup>bB</sup>
FC	3.25 ± 0.32 <sup>aA</sup>	3.65 ± 0.03 <sup>aA</sup>	3.32 ± 0.27 <sup>aA</sup>	3.09 ± 0.42 <sup>aA</sup>
FP	2.52 ± 0.48 <sup>bB</sup>	3.64 ± 0.06 <sup>aA</sup>	2.19 ± 0.16 <sup>bB</sup>	2.16 ± 0.26 <sup>abA</sup>
<b>C.V. (%)</b>	5.43	1.74	9.81	13.31

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

FN: Producto fermentado por bacteria nativa.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

<sup>ab</sup>: Medias con letras minúsculas iguales en la misma columna no tienen diferencia estadísticamente significativa entre tratamiento (P>0.05).

<sup>AB</sup>: Medias con letras mayúsculas iguales en la misma línea no tienen diferencia estadísticamente significativa entre días (P>0.05).

La acidez expresada en ácido láctico de las bebidas fermentadas durante el almacenamiento osciló entre 0.91 y 1.43%. hasta el día 28. Se encontró diferencia significativa entre tratamientos y durante el tiempo (P=0.011), desde el día 1 hasta el día 28 (Cuadro 7). El tratamiento fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112 durante toda la investigación tuvo el valor más alto de ácido láctico que fue de 1.43%, el fermentado con *Lactobacillus*

*casei* BGP 93 fue el segundo con un valor de 0.91% finalizando con la bacteria nativa que tuvo valores más bajos de ácido láctico con un valor de 0.89%.

Los cambios durante el almacenamiento se dieron por la carga de bacterias probióticas que se encontraban presentes en cada uno de los tratamientos por lo cual estas bacterias producen ácido láctico como metabolitos y así la acidez va aumentando durante el almacenamiento (Estrada 2011).

Los valores de acidez durante el almacenamiento para el tratamiento fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 y *Lactobacillus plantarum* BG 112 no coinciden con la (Guerrero 2011), pero para el tratamiento fermentado con la bacteria nativa estos valores si son cercanos ya que la literatura reporta 0.744% ácido láctico y nuestro valor reportado fue de 0.89% de ácido láctico; la variación pudo deberse a que este producto fue almacenado 25 días (Guerrero 2011 y Bianchi 2013).

Cuadro 7. Resultado de análisis de acidez durante almacenamiento a 4 °C.

Tratamiento	Días de almacenamiento			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 28
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
FN	0.85 ± 0.07 <sup>bA</sup>	0.79 ± 0.01 <sup>bA</sup>	0.88 ± 0.05 <sup>bB</sup>	0.89 ± 0.01 <sup>bA</sup>
FC	0.63 ± 0.12 <sup>bB</sup>	0.67 ± 0.03 <sup>bB</sup>	0.78 ± 0.02 <sup>bB</sup>	0.91 ± 0.01 <sup>bA</sup>
FP	1.42 ± 0.08 <sup>aA</sup>	1.42 ± 0.13 <sup>aA</sup>	1.15 ± 0.05 <sup>aB</sup>	1.43 ± 0.07 <sup>aA</sup>
<b>C.V. (%)</b>	10.26	8.35	5.39	3.58

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

FN: Producto fermentado por bacteria nativa.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

<sup>ab</sup>: Medias con letras minúsculas iguales en la misma columna no tienen diferencia estadísticamente significativa entre tratamiento (P>0.05).

<sup>AB</sup>: Medias con letras mayúsculas iguales en la misma línea no tienen diferencia estadísticamente significativa entre días (P>0.05).

El potencial de hidrogeno (pH) de las bebidas fermentadas durante el almacenamiento osciló entre 4.35 y 5.21 para el día 28. Se encontró diferencia significativa entre tratamientos y durante el tiempo (P=0.0489) para cada uno de los tratamientos desde el día 0 hasta el día 28 (Cuadro 8). La bebida con mayor pH fue la fermentada con *Lactobacillus casei* BGP 93 con un valor de 5.25 y la bebida con menor pH fue la fermentada con *Lactobacillus plantarum* BG 112 con 4.35.

Los datos de pH en el caso de la bebida fermentada con *Lactobacillus casei* BGP 93 y la fermentación con la bacteria nativa no coinciden con los resultados reportados por Urquiza *et al.* (2017) con un pH inicial de 4.20 y 4.39 terminando con un pH de 3.86 y 3.97. Esta variación se pudo deber a la temperatura de incubación que en dicho estudio fue de 30 °C

por 6 h y el uso de diferentes bacterias en relación a estos tratamientos y la concentración que fue 1% de la bacteria.

Inicialmente los datos para el tratamiento con *Lactobacillus plantarum* BG 112 si coincidían con los estudios reportados por Bianchi (2013) pero hasta el día 28 ya no había una coincidencia en los resultados, lo cual puede estar relacionado a la temperatura de almacenamiento ya que en dicho proyecto se almacenó de 5- 7 °C.

Cuadro 8. Resultado de análisis de pH durante almacenamiento a 4 °C.

Tratamiento	Días de almacenamiento			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 28
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
FN	4.79 ± 0.03 <sup>bA</sup>	4.80 ± 0.05 <sup>bA</sup>	4.85 ± 0.02 <sup>bA</sup>	4.78 ± 0.02 <sup>bA</sup>
FC	5.25 ± 0.06 <sup>aB</sup>	5.23 ± 0.07 <sup>aB</sup>	5.38 ± 0.02 <sup>aA</sup>	5.21 ± 0.03 <sup>aB</sup>
FP	4.30 ± 0.01 <sup>cA</sup>	4.34 ± 0.06 <sup>cA</sup>	4.32 ± 0.05 <sup>cA</sup>	4.35 ± 0.01 <sup>cA</sup>
<b>C.V. (%)</b>	0.67	0.46	0.43	0.32

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

FN: Producto fermentado por bacteria nativa.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

<sup>abc</sup>: Medias con letras minúsculas iguales en la misma columna no tienen diferencia estadísticamente significativa entre tratamiento (P>0.05).

<sup>AB</sup>: Medias con letras mayúsculas iguales en la misma línea no tienen diferencia estadísticamente significativa entre días (P>0.05).

### Análisis sensorial.

El análisis sensorial se realizó a través de un análisis de aceptación donde se usó el producto después de fermentar en el día 0. Para la evaluación de color se observó que sí existió diferencia estadística (P<0.05), entre los tratamientos (Cuadro 9). Para ambos tratamientos se observó que los panelistas lo calificaron con un valor de 6.62 para el tratamiento fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 y 6.60 para fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112, ambos tratamientos fueron evaluados como "me gusta poco" en la escala hedónica de nueve puntos empleada.

El panelista primero expresó la impresión visual la que puede ser afectada por la iluminación del lugar. Es muy importante la primera impresión para este tipo de productos. La compra de un producto inicialmente es evaluada por su aspecto y si el mismo es agradable para el consumidor. Este producto no tiene un color puro ya que es un color blanco amarillento por el tipo de granos que se usan. A los panelistas no les gustaba esta mezcla de colores, porque el color de este producto no fue atractivo para los panelistas (Lara 2011).

Para la evaluación del sabor se observó que sí existió diferencia estadística ( $P < 0.05$ ), entre los tratamientos (Cuadro 9), los panelistas evaluaron el tratamiento fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 con un valor de 6.15 como “me gusta poco” en la escala hedónica con nueve puntos, y fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112, tuvo un valor de 5.05 donde fue evaluado como “no me gusto ni me disgusto” en la escala ya mencionada.

Este producto no llegó a tener una calificación alta, sino de “me gusta poco”, esto se debió a que contaba con una acidez muy alta por lo cual fue un producto no tan atractivo para el paladar del consumidor ya que los panelistas notaban fácilmente esa diferencia al momento de consumo, un producto tan ácido no tiene un buen nicho de mercado para los jóvenes. Según estudios de Galegó (2015) para el 97.3% de encuestados ellos tienen preferencia a sabores dulces y salados, en dicho estudio también se observó que solo de un 4.5 a 4.3% de los evaluados prefieren un sabor ácido.

Para la evaluación de aroma se observó que si existió diferencia estadística ( $P < 0.05$ ), entre los tratamientos (Cuadro 8). Los panelistas evaluaron el tratamiento fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93 con un valor de 6.33 como “me gusta poco” en la escala hedónica de nueve puntos y fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112, tuvo un valor de 5.87 donde fue evaluado como “no me gusta ni me disgusta” en la escala ya mencionada. Nuevamente los productos no llegaron a tener valores altos en esta escala.

Una bebida similar a este producto es la leche fluida la misma no posee un aroma ya que es inoloro. El producto evaluado ya tenía un aroma característico que fue aportado por cada uno de los extractos preparados ya que ambos tenían un aroma propio y al momento de su mezcla ya tenían un aroma diferente por ende la característica de aroma no fue aceptada (Guzmán *et al.* 2003).

Cuadro 9. Análisis sensorial de color, sabor y aroma con una escala hedónica de nueve puntos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Color</b> <b>Media ± DE</b>	<b>Sabor</b> <b>Media ± DE</b>	<b>Aroma</b> <b>Media ± DE</b>
FC	6.62 ± 1.47 <sup>a</sup>	6.15 ± 1.95 <sup>b</sup>	6.33 ± 1.69 <sup>b</sup>
FP	6.60 ± 1.49 <sup>b</sup>	5.05 ± 2.08 <sup>a</sup>	5.87 ± 1.82 <sup>a</sup>
<b>C.V. (%)</b>	16.92	29.15	22.72

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

<sup>ab</sup>: Medias con letras minúsculas iguales en la misma columna no tienen diferencia estadísticamente significativa entre tratamiento ( $P > 0.05$ ).

Para la evaluación de la consistencia se observó que no existió diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ), entre los tratamientos (Cuadro 10). Para ambos tratamientos se observó que los panelistas calificaron con un valor de 6.25 para el tratamiento fermentado

con *Lactobacillus casei* BGP 93 calificado como "me gusta poco" y 5.58 para fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112, calificado como "no me gusta ni me disgusta" en la escala hedónica de nueve puntos empleada. Si se compara este producto con la leche fluida, la misma debe contar con una baja viscosidad y sin grumos como algunas de sus características, si se consideran las características del producto desarrollado el mismo era líquido, pero tenía pequeños grumos que fueron generados por la ruptura del coagulo que se generó después de la fermentación (Guzmán *et al.* 2003).

Para la evaluación de aceptación general sí existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ), (Cuadro 10), se observó que los tratamientos fueron calificados con 6.43 para el tratamiento fermentado con *Lactobacillus casei* BGP 93, calificado como "me gusta poco" y 5.54 para fermentado con *Lactobacillus plantarum* BG 112 calificado como "no me gusta ni me disgusta" en la escala hedónica de nueve puntos empleada. Estos valores se obtuvieron porque el producto no cumplía todos los parámetros de aceptación.

La aceptación general de un producto es influida por diferentes características donde se toma en cuenta la impresión visual al inicio de la evaluación sensorial posteriormente la evaluación del aroma donde se evaluaron sustancias aromáticas volátiles y en conjunto la evaluación de sabor consistencia y las características ya mencionadas nos ayudan a percibir la aceptación en general de un producto (Hernandez 2005).

Cuadro 10. Análisis sensorial de consistencia y aceptación general con una escala hedónica de nueve puntos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Consistencia Media ± DE</b>	<b>Aceptación general Media ± DE</b>
FC	6.25 ± 1.72 <sup>a</sup>	6.43 ± 1.78 <sup>a</sup>
FP	5.58 ± 2.00 <sup>b</sup>	5.54 ± 1.81 <sup>b</sup>
<b>C.V. (%)</b>	23.89	18.30

C.V. (%): Coeficiente de variación; DE: Desviación estándar.

FC: Producto fermentado por *Lactobacillus casei* BGP 93.

FP: Producto fermentado por *Lactobacillus plantarum* BG 112.

<sup>ab</sup>: Medias con letras minúsculas iguales en la misma columna no tienen diferencia estadísticamente significativa entre tratamiento ( $P > 0.05$ ).



## 4. CONCLUSIONES

- El tratamiento con mejor adaptación a la nueva matriz fue con *Lactobacillus plantarum* BG 112.
- El mejor tratamiento fue al que se aplicó *Lactobacillus casei* BGP 93 con un 3.29% de proteína y 0.99% de lípidos y cumpliendo con los parámetros de un producto probiótico (8.92 Log UFC/mL).
- Con el mejor tratamiento ya identificado se puede suplir las necesidades proteicas de adultos de un 4.5 a 6% de proteína en la dieta diaria.
- La bebida fermentada con *Lactobacillus casei* BGP 93 y adición de azúcar y esencia de vainilla tuvo mayor aceptación después del análisis sensorial.

## 5. RECOMENDACIONES

- Usar otras fuentes de carbohidratos para que los microorganismos tengan otro sustrato que no sea la proteína.
- Realizar una activación previa con *Lactobacillus casei* BGP 93 para obtener mejores resultados en la fermentación.
- Analizar qué tipo de lípidos se encuentran presentes en esta bebida.
- Evaluar otras formulaciones en relación a las proporciones de cada uno de los extractos y usados para obtener mejores resultados.
- Usar el tratamiento *Lactobacillus casei* BGP 93 como control.

## 6. LITERATURA CITADA

Aguilera C, Barberá J, Díaz E, Duarte A, Gálvez J, Gil A, Gómez S, Gonzáles M, Granado F, Guarner F, et al. SF. Alimentos Funcionales. 238 p. ; [accesado 2017 may 12]. <http://www.madrid.org/cs/Satellite?Blobcol=urldata&blobheader=application/pdf&blobkeyid&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1196188347088&ssbinary=true>.

Alvarado M. 2012. Método de extracción de Lípidos Totales basada en Bligh y Dyer. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco; [accesado 2017 may 5]. 5 p. <https://previa.uclm.es/area/cta/cesia2012/cd/PDFs/3-CON/CON-P17T.pdf>

Arancete J, Serra L. SF. Guía de alimentos funcionales; [accesado 2017 may 6]. [http://www.fesnad.org/resources/files/Publicaciones/guia\\_alimentos\\_funcionales.pdf](http://www.fesnad.org/resources/files/Publicaciones/guia_alimentos_funcionales.pdf).

Bianchi F. 2013. Desenvolvimento e avaliação em simulador do ecossistema microbiano humano de uma bebida simbiótica à base de extratos aquosos de quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) e de soja. Universidade Estadual Paulista. 124 p; [accesado 2017 may 20]. [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88333/bianchi\\_f\\_me\\_arafcf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88333/bianchi_f_me_arafcf.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cerezal P, Acosta E, Rojas G, Romero N, Arcos R. 2012. Desarrollo de una bebida de alto contenido proteico a partir de lupino y quinua para la dieta de preescolares. Universidad de Antofagasta; [accesado 2017 may 4]. 12 p. [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121647/Cerezal\\_P.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121647/Cerezal_P.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cerón C, Legarda A, Enriquez G, Pismag Y. 2016. Efecto de la extrusión sobre las características físico-químicas de harina; [accesado 2017 feb 12]. es;en;por. <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/1683>.

Estrada M. 2011. El Libro Blanco de la Leche y los Productos Lacteos. Canolec; [accesado 2017 jun 4]. 1. [http://www.canilec.org.mx/descarga\\_archivos\\_publico/Libro\\_Blanco\\_mail.pdf](http://www.canilec.org.mx/descarga_archivos_publico/Libro_Blanco_mail.pdf).

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura; 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. [accesado 2017 jan 30]. <http://www.fao.org/docrep/019/i3520s/i3520s.pdf>.

FAO. 2013. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura; Nutrientes en los Alimentos [accesado 2017 jun 30]. 15 p. <http://www.fao.org/3/a-y5740s/y5740s16.pdf>.

Galego C. 2015. Jóvenes prefieren sabores dulces, personas mayores salados. [accesado 2017 jul 4]. <http://www.campogalego.com/es/agroalimentacion-es/los-jovenes-prefieren-el-sabor-dulce-los-mayores-el-salado/>.

Guerrero J. 2011. Utilización de probióticos (*Lactobacillus plantarum*) en la elaboración de una bebida de soya. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; [accesado 2017 jun 25]. 157 p. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3269/1/PAL258%20.pdf>.

Hernandez E. 2005b. Evaluación Sensorial. [place unknown]: UNAD; [accesado 2017 may 6]. 128 p. <http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf>.

Guzmán E, Yáñez G, Zacarías I, Nieto S. 2003. Estudio comparativo de calidad de la leche fluida y en polvo. [accesado 2017 jun 1]. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062003000300005](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062003000300005)

Hernández C, Aguilera G, Castro G. 2011. Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. [accesado 2017 may 12]. 15 p. <http://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2011/ei114f.pdf>.

INTA. 2014. Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos; ¿Qué son los probióticos?. [accesado 2017 ene 20]. <https://inta.cl/Consumidores/Revistas/probioticos.pdf>.

James M, Velastegui E, Cruz M. 2017. Evaluación de las condiciones de cultivo de *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* a nivel de laboratorio, con inulina como fuente de carbono.: N de las condiciones de cultivo de *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* a nivel de laboratorio, con inulina como fuente de carbono. RB; [accesado 2017 jun 27]. 2(1). doi:10.21931/RB/2017.02.01.4.

Lara O. 2011. Influencia del color en las preferencias de los consumidores. Observatorio Calasanz; [accesado 2017 jul 1]. <https://core.ac.uk/download/pdf/6348451.pdf>.

Lima de Morales M. 2016. Otimização em processo fermentativo por bactérias lácticas e desenvolvimento de molho cremoso de soja probiótico. Londrina - PR: Universidade Estadual de Londrina. 149 p; [accesado 2017 may 4].

Lowry O. [accesado 2017 may 4]. Determinação de proteínas pelo método de lowry. 3 p. <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/427823/LOT2007/metododedetprot.pdf>

Lowry O, Rosebrough N, Farr L. 1951. Protein Measurement With The Folin Phenol Reagent. [accesado 2017 may 5]. 11 p. <http://www.jbc.org/content/193/1/265.long>.

Lupano C. 2013. Modificaciones de componentes de los alimentos: cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento. 218 p. ; [accesado 2017 jun 3]. <https://www.biol.unlp.edu.ar/nutricionybromatologiaF/ModificacionesComponentes.pdf>.

Maldonado R, Carrillo P. 2014. Desarrollo de Una Bebida Fermentada a Base de Quinoa (*Chenopodium quinoa*). Quito: Universidad San Francisco de Quito. 130 p; [accesado 2017 may 20]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3387/1/111035.pdf>.

Marin Z, Cortés M, Montoya O. 2009. Evaluación de la viabilidad de crecimiento de la cepa nativa *Lactobacillus plantarum* lpbm10 y la cepa comercial *Lactobacillus casei* ATCC 393 en pulpa de uchuva y en solución isotónica de glucosa. *Vitae*, Revista de la facultad de química de alimentos; [accesado 2017 feb 9]. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-40042009000200005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042009000200005).

Martínez C, Peláez C, Requena T. 2012. Probióticos en la salud humana. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación, CIAL. 13 p; [accesado 2017 may 4]. [http://www.sepyp.es/pdf/probioticos\\_y\\_Salud\\_humana\\_sepyp2012.pdf](http://www.sepyp.es/pdf/probioticos_y_Salud_humana_sepyp2012.pdf).

Molin G. 2015. *Lactobacillus plantarum* 299. Lund University; [accesado 2017 jun 30]. 17 p. [http://probi.se/sites/all/files/attachment\\_files/lp\\_299-15\\_2015-06-10.pdf](http://probi.se/sites/all/files/attachment_files/lp_299-15_2015-06-10.pdf).

Oliveira I. [accesado 2017 feb 12]. *Lactobacillus casei*. 4 p. [http://www.farmacam.net.br/Literatura%20Alopatia%20FARMACAM/monografias%20FARMACAM/lactobacillus\\_casei%20farmacam.pdf](http://www.farmacam.net.br/Literatura%20Alopatia%20FARMACAM/monografias%20FARMACAM/lactobacillus_casei%20farmacam.pdf).

Rago A. 2013. Quinoa. Córdoba, Argentina. [accesado 2017 jun 13]. 108 p. [http://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-revista-ciencia-y-tecnologa-de-los-cultivos-indu\\_4.pdf](http://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-revista-ciencia-y-tecnologa-de-los-cultivos-indu_4.pdf).

Ritner E. 2006. Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. 1st ed. <http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/soja.pdf>.

Sanz Y, Dalmau J. 2008. Los probióticos en el marco de la nueva norma europea que regula los alimentos funcionales. Valencia: Instituto de Agroquímica y Tecnología de los alimentos; [accesado 2017 jun 11]. 5 p. [http://www.hablemosclaro.org/Repositorio/biblioteca/b\\_348\\_Probioticos\\_y\\_normativa\\_europea.pdf](http://www.hablemosclaro.org/Repositorio/biblioteca/b_348_Probioticos_y_normativa_europea.pdf).

Urquiza F, Garcia S, Tolonen T, Jaakkola M, Pena-Niebuhr M, Wright A, Repo R, Korhonen H, Plumed-Ferrer C. 2017. Development of a fermented quinoa-based beverage. *Food Sci Nutr*; [accesado 2017 jun 8]. 5(3):602–608. eng. doi:10.1002/fsn3.436.

Vera-Pingitore E, Jimenez M, Dallagnol A, Belfiore C, Fontana C, Fontana P, Wright A, Vignolo G, Plumed-Ferrer C. 2016. Screening and characterization of potential probiotic and starter bacteria for plant fermentations. *LWT - Food Science and Technology*; [accesado 2017 May 4]. 71:288–294. doi:10.1016/j.lwt.2016.03.046.

Zenebon O, Sadocco N, Tiglia P. 2008. Métodos físicos-químicos para análisis de alimentos. 4ta edición. São Paulo: [publisher unknown]. 1000 p. ; [accesado 2017 may 4]. [http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf).

## 7. ANEXOS

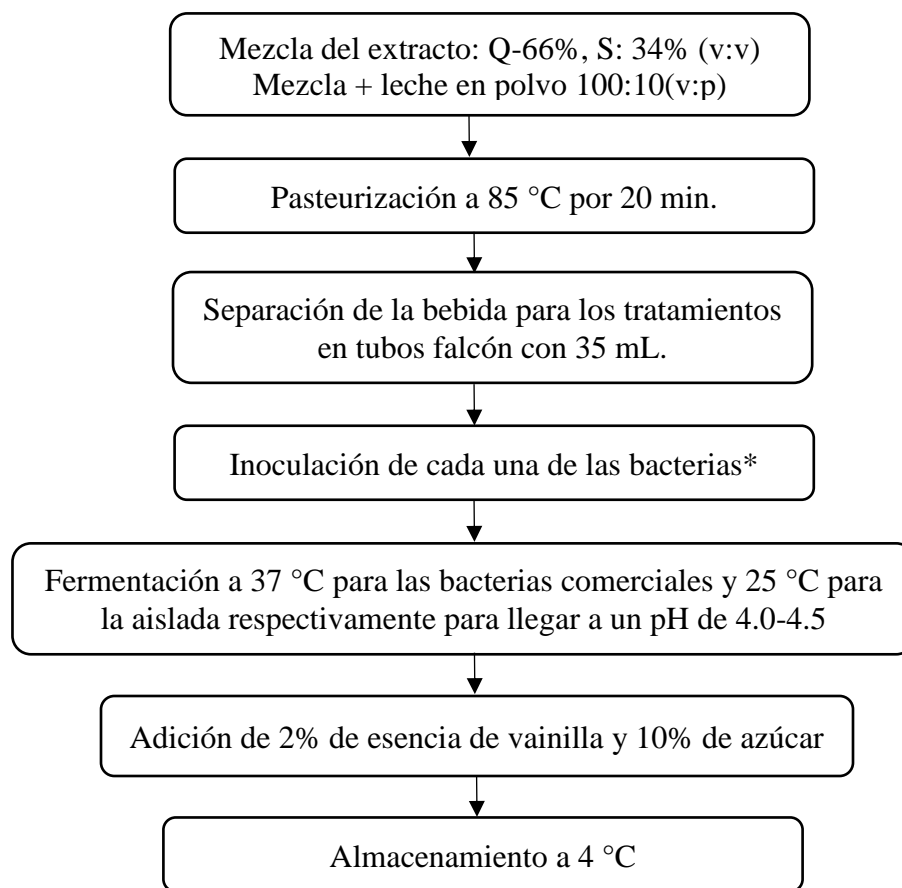
### Anexo 1. Resultados de ANOVA SAS 9.1.

<b>Parámetro</b>	<b>Fuente</b>	<b>F.Value</b>	<b>Prob</b>
<b>CARBOHIDRATOS</b>	TRT	9.65	0.0005
	TIEMPO	0.98	0.42
	TRT* TIEMPO	1.22	0.34
<b>LIPIDOS</b>	TRT	2.70	0.0946
	TIEMPO	0.29	0.8350
	TRT* TIEMPO	1.71	0.1765
<b>HUMEDAD</b>	TRT	1.59	0.2305
	TIEMPO	0.84	0.4886
	TRT* TIEMPO	1.32	0.968
<b>PROTEINA</b>	TRT	0.98	0.0001
	TIEMPO	8.91	0.0008
	TRT* TIEMPO	12.41	0.0001
<b>CENIZAS</b>	TRT	0.46	0.6403
	TIEMPO	2.09	0.1379
	TRT* TIEMPO	0.80	0.5833
<b>pH</b>	TRT	1220.05	0.0001
	TIEMPO	4.90	0.0116
	TRT* TIEMPO	2.68	0.0489
<b>ACIDEZ</b>	TRT	398.22	0.0001
	TIEMPO	36.48	0.0001
	TRT* TIEMPO	3.93	0.0110
<b>VIABILIDAD</b>	TRT	251.88	0.0001
	TIEMPO	18.34	0.0001
	TRT* TIEMPO	253.02	0.0001

**Anexo 2.** Resultados de ANOVA SAS9.1.

<b>Características</b>		<b>F.value</b>	<b>Prob</b>
<b>Color</b>	BLK	2.14	<0.0001
	TRT	0.02	0.0003
<b>Sabor</b>	BLK	1.60	0.0099
	TRT	22.47	<0.0001
<b>Aroma</b>	BLK	4.45	<0.0001
	TRT	10.12	0.0253
<b>Consistencia</b>	BLK	2.14	<0.0001
	TRT	14.36	0.0003
<b>Aceptación</b>	BLK	1.53	0.0173
	TRT	7.84	0.0061

**Anexo 3.** Flujo de proceso para el análisis sensorial.



\*Uso de bacteria lácticas *L. plantarum* BF 112, *L. casei* BGP 93 y bacteria nativa

**Anexo 4.** Boleta de evaluación sensorial prueba de preferencia.

**BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL-PRUEBA DE PREFERENCIA**

Producto: Bebida fermentada a base de extracto de quinua y soya con adición de probióticos

Sexo:

Fecha:

Indique su nivel de agrado en cuanto a los atributos presentados de acuerdo con las siguientes escalas.

9: me gusta muchísimo

8: me gusta mucho

7: me gusta moderada mente

6: me gusta poco

5: no me gusta ni me disgusta

4: me disgusta poco

3: me disgusta moderadamente

2: me disgusta mucho

1: me disgusta muchísimo

COLOR	
5052	
2937	

ACEPTACIÓN GENERAL	
5052	
2937	

CONSISTENCIA	
5052	
2937	

AROMA	
5052	
2937	

SABOR	
5052	
2937	

COMENTARIOS:

---

---

Muchas gracias por su participación.