

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE  
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

**VICERRECTORADO**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**



**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y  
SENSORIALES DEL YOGURT BEBIBLE CON QUINUA TOSTADA  
MOLIDA (PITO)**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA**

**RAQUEL MARCELA TICONA VILLCA**

**SUCRE - BOLIVIA  
2024**

## **CESIÓN DE DERECHOS**

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diploma en Bromatología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Raquel Marcela Ticona Villca

Sucre, octubre de 2024

## **DEDICATORIA**

A mis padres quienes con su amor, paciencia, comprensión y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. Por su apoyo incondicional en todo momento, porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona. Por acompañarme y siempre motivarme a cumplir todos mis sueños y metas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi profundo agradecimiento:

A Dios por haberme bendecido y guiado en cada uno de mis pasos.

A mi familia por su apoyo incondicional, su esfuerzo y dedicación que me brindaron durante el proceso de mi formación personal y profesional.

A la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Centro de Estudios de Posgrado e Investigación, a los docentes los cuales permitieron mi formación académica.

Gracias a todos.!!!

## RESUMEN

El yogurt es uno de los productos más comercializados debido a su sabor, valor nutricional y beneficios para la salud. Sin embargo, la poca innovación tecnológica en el sector de los derivados lácteos ha ocasionado una escasa generación de alimentos novedosos. Bolivia cuenta con materia prima como el pito de quinua, del cual es posible la formulación de yogures naturales. Esta investigación tiene como objetivo evaluar de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogurt bebible con pito de quinua, además de la elaboración de este yogurt con diferentes concentraciones de pito de quinua a 2,5, 5 y 7,5 %, teniendo así 4 pruebas incluido el testigo (P4). Para el análisis estadístico se aplicó el diseño completamente al azar. Se realizó el análisis de las propiedades fisicoquímicas y el análisis sensorial y de los yogures; utilizando las pruebas estadísticas como la prueba de chi cuadrado, anova y pruebas de Duncan. Los resultados del análisis de los parámetros fisicoquímicos en cuanto al pH todos los valores se encuentran dentro del rango permitido por IBNORCA, además que de acuerdo al análisis de varianza existe diferencia muy altamente significativa. Los sólidos solubles del yogurt oscilan entre 15,5 – 20,9 °Brix, el análisis de varianza indica que existe diferencia muy altamente significativa entre las pruebas. Referente a la acidez titulable varían muy levemente oscilando valores entre 0,755 – 0,781 %, el análisis de varianza revela que existe diferencia muy altamente significativa. Los resultados del análisis sensorial indican que, de los yogures con pito de quinua, la prueba P1 (2,5 %) es el más aceptado por los jueces; además que de acuerdo a la prueba del chi cuadrado el color y olor no depende de la cantidad de adición de pito de quinua al yogurt, en cambio el sabor y textura depende de la cantidad de pito de quinua añadida.

Palabras clave: Yogurt, pito de quinua, propiedades fisicoquímicas, análisis sensorial.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos .....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 METODOLOGÍA.....	3
1.4.1 Operacionalización de variables.....	4
1.4.2 Formulación de pruebas.....	5
1.4.3 Diseño experimental .....	5
1.4.4 Análisis estadístico .....	6
CAPÍTULO II.....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.1.1 Quinua .....	9
2.1.1.1 Definición y origen de la quinua.....	9
2.1.1.2 Composición nutricional de la quinua.....	9
2.1.2 Leche.....	11
2.1.2.1 Composición nutricional de la leche .....	12
2.1.2.2 Parámetros fisicoquímicos de la leche .....	13
2.1.3 Yogurt.....	13
2.1.3.1 Definición de yogurt .....	13
2.1.3.2 Cultivo láctico .....	14
2.1.3.2.1 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	14
2.1.3.2.2 <i>Streptococcus thermophiles</i> .....	15
2.1.3.3 Clasificación del yogurt .....	16
2.1.3.4 Composición nutricional del yogurt.....	17
2.1.3.5 Calidad del yogurt.....	17
2.1.3.5.1 Características organolépticas.....	18
2.1.3.5.2 Características fisicoquímicas .....	18
2.1.3.6 Análisis sensorial .....	19

2.2	MARCO CONTEXTUAL.....	19
CAPÍTULO III .....		9
DESARROLLO .....		9
3.1	DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO .....	20
3.2	CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	20
3.3	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO .....	21
3.4	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO .....	22
3.4.1	Descripción del proceso por etapas .....	23
3.5	CONTROL DE CALIDAD .....	25
3.5.1	Materias primas.....	25
3.5.1.1	<i>Leche de vaca</i> .....	25
3.5.1.2	<i>Pito de quinua</i> .....	25
3.5.1.3	<i>Azúcar</i> .....	25
3.5.2	Productos en proceso .....	26
3.5.3	Producto final.....	26
3.5.3.1	<i>Análisis fisicoquímico</i> .....	26
3.5.3.2	<i>Análisis sensorial</i> .....	28
3.6	PRUEBAS EXPERIMENTALES .....	29
3.7	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACION.....	30
3.7.1	Análisis fisicoquímico .....	30
3.7.1.1	<i>El pH</i> .....	30
3.7.1.2	<i>Sólidos solubles</i> .....	31
3.7.1.3	<i>Acidez titulable</i> .....	32
3.7.2	Análisis sensorial.....	34
3.7.2.1	<i>Color</i> .....	34
3.7.2.2	<i>Olor</i> .....	36
3.7.2.3	<i>Sabor</i> .....	38
3.7.2.4	<i>Textura</i> .....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de la variable independiente.....	4
Tabla N° 2: Operacionalización de la variable dependiente.....	4
Tabla N° 3: Formulación de pruebas.....	5
Tabla N° 4: Valores de la composición del grano de quinua (g/100g) .....	10
Tabla N° 5: Promedio de los análisis químicos de quinua en base seca (g/100g) .....	10
Tabla N° 6: Valor nutricional proximal de la leche de diversos mamíferos.....	12
Tabla N° 7: Requisitos fisicoquímicos de la leche .....	13
Tabla N° 8: Clasificación del yogurt.....	16
Tabla N° 9: Propiedades fisicoquímicas del yogurt por cada 100 g .....	17
Tabla N° 10: Requisitos fisicoquímicos del yogurt .....	18
Tabla N° 11: Control en proceso .....	26
Tabla N° 12: Control de parámetros fisicoquímicos del Yogurt. ....	26
Tabla N° 13: Escala hedónica de cinco puntos para la evaluación sensorial.....	29
Tabla N° 14: Cantidad de materia prima e insumos para cada prueba.. ....	29
Tabla N° 15: Análisis de la varianza para el pH.....	30
Tabla N° 16: Cuadro de Análisis de la Varianza para el pH.....	30
Tabla N° 17: Análisis de la varianza para solidos solubles .....	31
Tabla N° 18: Cuadro de Análisis de la Varianza para solidos solubles .....	32
Tabla N° 19: Análisis de la varianza para la acidez titulable .....	33
Tabla N° 20: Cuadro de Análisis de la Varianza para la acidez titulable .....	33
Tabla N° 21: Prueba del chi-cuadrado para el color del yogurt.....	34
Tabla N° 22: Prueba del chi-cuadrado para el olor del yogurt .....	36
Tabla N° 23: Prueba del chi-cuadrado para el sabor del yogurt.....	38
Tabla N° 24: Prueba del chi-cuadrado para el color del yogurt.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Diagrama de bloques del proceso de yogurt bebible con pito de quinua.....	22
Figura N° 2: Comparación de medias de Duncan del pH .....	31
Figura N° 3: Comparación de medias de Duncan de solidos solubles.....	32
Figura N° 4: Comparación de medias de Duncan de acidez titulable .....	33
Figura N° 5: Grafico de barras para el color .....	35
Figura N° 6: Grafico de barras para el olor .....	37
Figura N° 7: Grafico de barras para el sabor .....	39
Figura N° 8: Grafico de barras para la textura .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. EVALUACION SENSORIAL.....	48
ANEXO A.1 Formato de la Evaluación sensorial.....	48
ANEXO A.2 Resultados de la Evaluación sensorial .....	49
ANEXO B. PROCESO DE ELABORACION DEL PRODUCTO .....	53

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 ANTECEDENTES

El yogurt es un alimento funcional, un derivado lácteo obtenido por fermentación de bacterias ácido lácticas de la leche. Desde la antigüedad es ampliamente conocido los efectos del yogurt en la salud humana, entre ellos figuran: prevención del cáncer de colon, disminución de colesterol, mejoramiento de la flora intestinal, efectos en el sistema inmune y prevención de *Helicobacter pylori*, entre otros. Las bacterias responsables de estos efectos son las bacterias ácido-lácticas-probióticas como *Bifidobacterias*, *Streptococcus* y principalmente *Lactobacillus* (Parra Huertas, 2012).

El valor nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) ha sido básicamente reconocido por su proteína de alta calidad, particularmente rica en aminoácidos esenciales y por su contenido de carbohidratos, produciendo bajos índices de glicemia y en general una mejor calidad nutricional y funcional respecto a granos de cereales tales como maíz, avena, trigo y arroz (FAO, 2022).

En la actualidad, la quinua es el producto con uno de los más altos reconocimientos por sus extraordinarios valores nutricionales, que se ven reflejados al tener los veinte aminoácidos, en los que se incluye a los diez esenciales, de los cuales puede destacarse principalmente a la lisina, cuyo contenido es aproximadamente en un 40% más que la leche y hasta cuatro veces más que otros cereales. Esto lo ha convertido en un producto proveedor de proteína de la más alta calidad y con la capacidad de poder reemplazar a alimentos tradicionales como la carne de res, pescado, huevos y la leche. A mismo tiempo, su composición en cuanto a vitaminas y minerales es muy competitiva (Ayala Felix, 2015).

La quinua se emplea para la elaboración de diferentes productos alimenticios, se puede utilizar el grano entero y la harina, a partir de las cuales se pueden preparar toda clase de comidas, como sopas, panes, preparaciones saladas, pastas, snacks, pasteles, postres, galletas y bebidas como refrescos y la chicha blanca de quinua, entre otros. (Forero Casas et al., 2016).

(Marcani Gutierrez, 2020), desarrollo la investigación “Elaboración de yogurt fortificado a base de diferentes concentraciones de chía”, el objetivo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y

organolépticas del yogurt fortificado con la adición de semillas de chía a diferentes concentraciones (0 %, 3%, 5%, 8% y 15%), en la que se determinaron las características fisicoquímicas de la leche, como la acidez titulable, pH y densidad. tanto de la leche como del yogurt batido con la adición de chía. Los resultados muestran que la chía fortifica al yogurt en la cantidad de calcio y también enriquece con el omega 3; también indica que el tratamiento 3 con el 8% de chía (41,2 g) + 500 ml de yogurt, tuvo mejor aceptación sensorial lo cual se recomienda para el consumo humano.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogurt bebible con quinua tostada molida (pito).

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar formulaciones de yogurt bebible con pito de quinua a diferentes concentraciones para definición de la cantidad adecuada
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas como los sólidos solubles, pH, acidez titulable del yogurt
- Realizar análisis sensorial del yogurt de los atributos color, olor, sabor y textura para la determinación de la formulación más aceptada

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El consumo de productos naturales para nuestra salud en nuestro país, no es algo propio de nuestra cultura; sin embargo, para evitar problemas de salud, sería bueno adoptar las opciones saludables. El yogurt elaborado con la adición de pito de quinua, podría convertirse en una opción sana, económica y deliciosa para nuestra población. Por ello, este trabajo pretende adicionar pito de quinua al yogurt para su enriquecimiento nutricional, aprovechando de esta manera todos los nutrientes que nos ofrecen ambos productos por separado, el pito de quinua le dará un mayor valor agregado a este producto lácteo, ofreciendo a la población un alimento

delicioso, natural, saludable y sobre todo muy nutritivo, de tal forma sea de consumo masivo derivado del grano de quinua, que actualmente no existe en el mercado. Este producto en la ciudad de Sucre se convertiría en el alimento saludable para alimentar niños mayores de 2 años hasta adultos mayores sin límite de edad.

La quinua es un alimento altamente nutritivo, que al ir junto al yogurt se dispondrá de una preparación muy adecuada para el consumo de las personas; además sabemos que la quinua es resistida en su consumo a pesar de sus grandes beneficios, por lo tanto, al ir como aditivo en el yogurt, se estaría promoviendo su consumo y aprovechamiento.

Debe mencionarse, que el yogur es percibido como un snack conveniente, saludable y amigable al bolsillo, es considerado un buen reemplazo de la leche para adultos y cada vez hay en el mercado un mayor número de productos funcionales, fortificados, con menos grasa y dirigidos a problemas específicos, destacando los beneficios que el yogur tiene al ser consumido (Enciso Martínez, 2016).

Por todo lo mencionado se justifica la elaboración de yogurt con pito quinua, el mismo tendrá un perfil nutricional superior a los productos ofertados en los mercados, que incorpore alimentos de excelentes características nutricionales tales como la quinua, la cual según (Alvarez Jaramillo, 2020) son fuentes ricas en ácidos grasos omega 3 y omega 6 y son capaces de prevenir, mejorar y asegurar la salud tanto mental como física.

#### **1.4 METODOLOGÍA**

La metodología para el presente trabajo es experimental, que tiene un enfoque cuali-cuantitativo, debido a que permitió analizar el efecto producido de la variable independiente sobre la dependiente.

Se procedió a la elaboración del yogurt cumpliendo con los parámetros establecidos por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA). Las formulaciones serán evaluadas sensorialmente para conocer el yogurt con mayor aceptabilidad y se evaluarán las propiedades fisicoquímicas de yogurt con pito de quinua.

### 1.4.1 Operacionalización de variables

**Tabla N° 1:** Operacionalización de la variable independiente

Factor independiente	Dimensión	Conceptualización
Cantidad de pito de quinua	Dosis baja (2,5 %)	Relación entre el volumen adicionado respecto al volumen total de la mezcla.
	Dosis media (5 %)	
	Dosis alta (7,5 %)	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 2:** Operacionalización de la variable dependiente

Factor dependiente	Dimensión	Indicador	Técnicas e Instrumentos
Análisis sensorial	Color	Me gusta mucho	Escala hedónica
	Sabor	Me gusta moderadamente	
	Olor	Me es indiferente	
	Textura	Me disgusta moderadamente	
Propiedades fisicoquímicas	pH	Acidez y alcalinidad	AOAC 981.12
	Sólidos solubles	°Brix	Refractómetro
	Acidez titulable	% de ácido láctico	NB 229

Fuente: Elaboración propia

### 1.4.2 Formulación de pruebas.

La formulación de pruebas se realizó en base a las dosis de aplicación de pito de quinua por cada litro de yogurt.

**Tabla N° 3:** Formulación de pruebas.

Factor de estudio	Dosis de aplicación	Prueba
Pito de quinua	Dosis baja (2,5%)	P1
	Dosis media (5%)	P2
	Dosis alta (7,5%)	P3
Sin adición	-	P4 (Testigo)

Fuente: Elaboración propia

### 1.4.3 Diseño experimental

La elaboración de yogurt con pito de quinua a diferentes concentraciones se desarrollará en el marco conceptual de una investigación tipo experimental. Para el presente trabajo se aplicará un diseño completamente al azar, según protocolo descrito por Ochoa Torrez (2016), donde se analizó 4 pruebas, de los cuales tres son del yogurt con pito de quinua y un testigo. En la que para el análisis sensorial se trabajará con 4 pruebas incluido un testigo por 30 muestras haciendo un total de 120 unidades experimentales. En cambio, para el análisis de la variación de las propiedades físicas (pH, sólidos solubles y acidez titulable) se trabajará con los 4 pruebas incluido el testigo, cada uno con tres repeticiones teniendo así 12 UE.

Según Ochoa Torrez (2016), el diseño completamente al azar es un tipo de diseño experimental, en el cual los tratamientos son asignados al azar a las unidades experimentales, donde el número de repeticiones o unidades por tratamiento pueden ser iguales o diferentes. Este diseño es muy útil cuando las unidades experimentales tienen una variabilidad uniformemente repartida. Se lo usa en lugares y unidades experimentales muy uniformes u homogéneos, en laboratorio, invernadero, vivero, galpón, etc.

El modelo estadístico que se empleará es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor observado de la variable de respuesta en la j-ésima unidad experimental que recibe el i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media general.

$\alpha_i$  = Efecto fijo del i-ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Efecto aleatorio de residuales o error experimental.

#### **1.4.4 Análisis estadístico**

Para el análisis sensorial se realizó la prueba del chi cuadrado ( $X^2$ ), con su respectiva comparación entre pruebas. En cambio, para el análisis fisicoquímico se realizó análisis de varianza (ANOVA), comparación entre pruebas y para encontrar la diferencia significativa se realizó las pruebas de Duncan.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1.1 Quinua**

#### ***2.1.1.1 Definición y origen de la quinua***

La quinua es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia *Chenopodioideae* de las amarantáceas. Se le llama pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas donde se encuentran los cereales "tradicionales", sin embargo, debido a su alto contenido de almidón se utiliza como cereal (Catalan Najera 2015).

El cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) se remonta a la época prehispánica de 500 años antes de Cristo, cuando las culturas existentes cultivaban este cultivo en las laderas de las montañas que rodean los salares de Uyuni y Coipasa. Fue el alimento básico de diversas culturas bolivianas por su valioso aporte de proteínas, vitaminas, minerales y el equilibrio entre ellos según (Rojas et al. 2010).

El cultivo de la quinua ha sido reconocido por la FAO como el alimento del futuro a nivel mundial debido a su excelente adaptabilidad, alto contenido de aminoácidos esenciales y contribuciones excepcionales a la seguridad alimentaria y economía de la población andina (FAO 2014).

#### ***2.1.1.2 Composición nutricional de la quinua***

La quinua es uno de los pocos alimentos vegetales nutricionalmente completos, es decir, aporta un balance adecuado de proteínas, carbohidratos y minerales, necesarios para la vida humana (Meyhuay 2013).

En la Tabla N° 4 se muestran la composición proximal del grano de quinua dentro de un amplio rango de variabilidad.

**Tabla N° 4:** Valores de la composición del grano de quinua (g/100g).

Composición	Valores	
	Min	Max
Proteínas	11,0 %	21,3 %
Grasas	5,3 %	8,4 %
Carbohidratos	53,5 %	74,3 %
Fibra	2,1 %	4,9 %
Ceniza	3,0 %	3,6 %
Humedad (%)	9,4 %	13,4 %

Fuente: (Junge, 1975). Citado en “Quinua, el grano de los Andes”.

En la tabla N° 5 muestra el contenido del promedio de los análisis químicos de 10 variedades de quinua. Las variedades Ajara y Real Blanca son las que presentan mayor contenido de proteínas de 17,80 y 17,42 respectivamente (Torrez, Guzman A., and Carvajal 2002).

**Tabla N° 5:** Promedio de los análisis químicos de quinua en base seca (g/100g)

Variedades	Fibra	Grasa	Humedad	Proteína	Carbohidratos	Cenizas
<i>Sajama</i>	3,46	8,25	12,74	15,42	54,12	3,83
<i>S. amarantiforme</i>	3,12	7,24	11,44	15,54	58,91	2,76
<i>Chucapaca</i>	2,64	6,48	11,17	16,79	62,41	2,34
<i>Sayaña</i>	4,42	7,93	11,53	15,63	57,48	2,72
<i>Camiri</i>	3,62	7,17	10,03	11,53	66,85	2,34
<i>Huaranga</i>	3,68	9,20	12,54	15,85	56,69	2,70
<i>Chilpi</i>	6,04	9,41	7,34	13,68	60,30	4,43
<i>Real blanca</i>	5,76	7,36	7,44	17,42	59,41	3,75
<i>Pandela</i>	3,35	3,46	10,21	15,75	63,40	4,61
<i>Ajara</i>	12,16	7,56	11,75	17,80	46,06	4,90

Fuente: (Torrez, Guzman A., and Carvajal 2002).

### **2.1.2 Leche**

La leche es el producto básico para la producción de yogur. Esta leche debe cumplir los requisitos mínimos para que el producto se fabrique correctamente. Sin duda, la leche de partida debe tener buenas propiedades bacteriológicas (Condony Salcedo, Mariné Font, and Rafecas Martínez 1988).

Leche es el líquido obtenido de la separación de las glándulas mamarias de hembras sanas de mamíferos después del nacimiento de la cría, sin calostro, sin adición ni extracción alguna de sus componentes (IBNORCA 2013).

(Artica Mallqui 2014) Indica que la leche es un líquido de composición compleja, de color blanco y opaco, de sabor ligeramente dulce y pH cercano a la neutralidad, olor característico y puro. Debe tener una consistencia homogénea y estar libre de grumos y copos.

### 2.1.2.1 Composición nutricional de la leche

La composición de la leche y la concentración de diversos componentes varía según la especie animal, la raza, la genética, la alimentación, el número de ordeños diarios, la edad, etc. (Salvador and Martínez 2007).

**Tabla N° 6:** Valor nutricional proximal de la leche de diversos mamíferos

Composición	Vaca	Oveja	Cabra	Burra
Valor calórico (cal/100 g)	68,00	104,00	75,00	45,00
Proteínas (%)	3,30	5,50	3,80	1,60
Grasas (%)	3,60	7,00	4,30	1,10
Hidratos de Carbono (%)	4,80	4,30	4,60	6,50
Calcio (mg/100 g)	140,00	207,00	138,00	-
Fósforo (mg/100 g)	90,00	140,00	100,00	-
Potasio (mg/100 g)	140,00	185,00	160,00	-
Vitamina A (mg/100 g)	0,03	0,06	0,04	-
Vitamina B (mg/100 g)	0,04	0,06	0,05	-
Vitamina C (mg/100 g)	1,00	3,00	2,00	-

Fuente: (Alais 1985), (Meyer 1988) y (FAO 2004).

El componente más abundante de la leche es el agua y contiene soluciones de sales y azúcares; en la mayoría de los casos, las proteínas están en estado coloidal y las grasas en emulsiones. Una materia seca útil o extracto seco de leche está compuesto por proteína, lactosa y ceniza; y estos varían según la raza, la especie y periodo de lactancia (Artica Mallqui 2014).

### 2.1.2.2 Parámetros fisicoquímicos de la leche

Según (IBNORCA 2013) los requisitos fisicoquímicos y composición de la leche cruda y fresca se detallan en la Tabla N° 7.

**Tabla N° 7.** Requisitos fisicoquímicos de la leche

Leche Cruda y Fresca	Rango
Densidad a 20°C en g/cm <sup>3</sup>	1,028 a 1,034
Acidez titulable (ácido láctico) en %	0,15 a 0,18
pH	6,6 a 6,8
Proteínas mínimo	3,00 %
Materia grasa mínimo	2,60 %
Lactosa	4,50 %
Cenizas	0,70%
Solidos no grasos mínimo	8,20 %
Solidos totales %	10,8 %

Fuente: (IBNORCA 2013).

### 2.1.3 Yogurt

#### 2.1.3.1 Definición de yogurt

El yogurt es un producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o de una mezcla de ésta con derivados lácteos, por medio de la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivaris subsp. Thermophilus*, pudiendo ir acompañada de otras bacterias ácido lácticas que por su actividad dan características al producto terminado, estas bacterias deben ser viables y activas desde el inicio y durante la vida útil del producto. Pueden o no agregarse los ingredientes y aditivos indicados en esta norma. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o después de la fermentación (IBNORCA 2009).

Para la elaboración del yogur se necesitan materias primas esenciales, a las que se añaden los microorganismos necesarios para el proceso de fermentación. Asimismo, existen otros ingredientes facultativos que se incluyen en función del tipo de yogur a obtener (Condony Salcedo, Mariné Font, and Rafecas Martínez 1988).

### **2.1.3.2 Cultivo láctico**

El cultivo láctico consiste en un conjunto de microorganismos conocidos como bacterias ácido lácticas que se emplean en la industria lechera en el proceso de fermentación para la elaboración de diversos productos.

Las bacterias ácido lácticas son un gran grupo de bacterias con la propiedad común de producir ácido láctico como principal producto final del metabolismo, estos se encuentran en la leche y otros ambientes naturales. Las bacterias lácticas pueden ser homofermentativas: producen un 70-90% de ácido láctico (Spreer 1991).

En el yogurt es esencial la incorporación de cultivos de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que son bacterias lácticas termófilas, cuya perfecta simbiosis permite conseguir el aroma y el sabor característico del yogurt, es por eso que estos microorganismos se deben mantener en óptima proporción (Condony Salcedo, Mariné Font, and Rafecas Martínez 1988).

#### **2.1.3.2.1 *Lactobacillus bulgaricus***

Bacteria láctica homofermentativa, crece muy bien entre 42-45°C, provoca una caída del pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, es proteolítico y produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas, por lo que se liberan aminoácidos como la valina, la cual tiene interés porque facilita el desarrollo de *Streptococcus Thermophilus* (Spreer 1991).

Morfológicamente son bacilos en forma de bastoncillos cortos en cultivos jóvenes y posteriormente pueden dar lugar a formas filamentosas; el mismo no se multiplica a 15°C, pero crece bien a 45 °C. La acidificación que imparte al medio es alta, pero se consigue muy

lentamente. Su actividad proteolítica es relativamente baja, produciendo exclusivamente el isómero D(-) de láctico (Condon Salcedo, Mariné Font, and Rafecas Martínez 1988).

#### **2.1.3.2.2 *Streptococcus thermophiles***

Es una bacteria anaerobia facultativa, inmóvil, gram positiva, que prospera a 37-40 °C, pero puede soportar 50 °C e incluso 65 °C durante media hora. Tiene gran relevancia en la industria láctea, *S. thermophilus* utiliza principalmente azúcar como sustrato para elaborar alimentos fermentados, siendo el ácido láctico el principal producto, esta bacteria tiene menor poder acidificante que el *Lactobacillus* (Spreer 1991).

Esta especie se presenta en forma de células esféricas u ovoides (cocos), en pares o en largas cadenas (cuando los cultivos están en pleno crecimiento). A diferencia del anterior, produce el isómero L(+) del ácido láctico durante la fermentación. Acidifica el medio de forma limitada pero rápida, preparándolo para la acción de *L. bulgaricus*, actuando así en simbiosis entre ambas bacterias. La actividad proteolítica global es menor que la de *L. bulgaricus* (Condon Salcedo, Mariné Font, and Rafecas Martínez 1988).

### 2.1.3.3 Clasificación del yogurt

De acuerdo a la Norma Boliviana NB/NA 0078 y Codex Alimentarius CXS 243-2003 el yogurt se clasifica de acuerdo a diferentes criterios ver Tabla N° 8.

**Tabla N° 8.** Clasificación del yogurt

Clasificación	Yogurt	Definición
Por su proceso de elaboración	Batido	Yogurt con tratamiento mecánico de batido.
	Bebible	Yogurt batido, que ha recibido mayor tratamiento mecánico
	Aflanado	La fermentación y coagulación se produce en el envase, el producto es una masa homogénea semisólida
	Concentrado	Cuya proteína es aumentada antes o luego de fermentación a un mínimo de 5,6%. Incluyen productos tradicionales tales como Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Ylette.
Por su contenido graso	Entero	El contenido de grasa como mínimo es de 2,5%
	Parcialmente descremado	El contenido de grasa es de 1,0% a <2,5%.
	Descremado	El contenido de grasa como máximo es de <1,0%
Por sus ingredientes	Natural	Sin adición de saborizantes, azúcares y/o colorantes, permitiéndose solo la adición de estabilizantes y conservantes
	Frutado	Yogurt al que se ha agregado fruta procesada en trozos, jugo y/o pulpa de frutas.
	Azucarado	Yogurt al que se le ha añadido azúcar (sacarosa)
	Edulcorado	Yogurt al que se le ha añadido uno o más edulcorantes permitidos
	Saborizado o aromatizado	Yogurt que contiene un máximo de 30% de ingredientes no lácteos (carbohidratos nutricionales y no nutricionales, frutas y verduras, jugos, purés, pastas, preparados y conservadores derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos) y/o sabores. Estos ingredientes pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

Fuente: (IBNORCA 2009) y (Codex Alimentarius 2011).

#### **2.1.3.4 Composición nutricional del yogurt**

En cuanto a la nutrición y la salud, el yogurt es rico en vitaminas y minerales, las proteínas producidas por las bacterias lácticas hacen del yogurt un producto con mayor valor biológico, la grasa y la lactosa son más fáciles de digerir, esto lo hace recomendable para el consumo de personas de todas las edades, ya que aporta nutrientes importantes de fácil asimilación (Tamime and Robinson 1991).

**Tabla N° 9.** Propiedades fisicoquímicas del yogurt por cada 100 g

Parámetros	Cantidad
Proteínas (g)	3,01
Carbohidratos (g)	11,81
Calcio (mg)	118,02
Fosforo (mg)	75,53
Solidos totales (g)	17,82
Materia grasa (g)	2,30
Cenizas (g)	0,70
Hierro (mg)	1,28
Valor energético (kcal)	79

Fuente: (Inlasa 2020).

#### **2.1.3.5 Calidad del yogurt**

La calidad consiste en las características del producto que satisfacen las necesidades del cliente y proporcionan la satisfacción con el producto (Hodson 1996).

El Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) señala que el yogurt de buena calidad, es aquel producto que cumple con requisitos de las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas que indica en su norma boliviana NB/NA 0078 Leches fermentadas – Requisitos.

### 2.1.3.5.1 Características organolépticas

De acuerdo a (IBNORCA 2009) el yogurt debe tener las siguientes características organolépticas:

- **Color:** De color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta o colorante añadido.
- **Olor:** El olor debe ser característico del producto fresco, agradable y libre de olores ajenos.
- **Sabor:** El sabor debe ser característico del producto fresco, tendrá un sabor agradable con una acidez característica del mismo y libre de sabores extraños.
- **Aspecto:** Debe presentar un aspecto homogéneo, de consistencia característica al tipo de yogurt.

### 2.1.3.5.2 Características fisicoquímicas

En la tabla N 10, se muestra las características fisicoquímicas que deberá tener los diferentes tipos de yogurt según el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad.

**Tabla N° 10.** Requisitos fisicoquímicos del yogurt

Parámetros	Entero		Parcialmente descremado		Descremado	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
pH	-	4,6	-	4,6	-	4,6
Acidez titulable (% ácido láctico)	0,6	1,5	0,6	1,5	0,6	1,5
Materia grasa %	2,5	-	1,0	<2,5	-	<1,0
Proteína %	2,7	-	2,7	-	2,7	-

Fuente: (IBNORCA 2009).

### ***2.1.3.6 Análisis sensorial***

El análisis sensorial es el estudio de los alimentos a través de los sentidos como la vista, olfato, gusto y tacto, en su mayoría, la aceptación o rechazo de los alimentos por parte del consumidor depende de la evaluación sensorial, los humanos eligen los alimentos de acuerdo con sus reacciones sentidas por cada fuente alimenticia (Durán Ramírez et al. 2008).

La aceptación de un alimento depende de muchos factores, entre los que destacan las propiedades sensoriales, como el color, el olor, el sabor y la textura que se produce al ingerirlo. Todos estos atributos son importantes para el desarrollo de un nuevo producto.

El análisis sensorial para la industria alimentaria tiene la misma importancia que el análisis fisicoquímico y microbiológico. De nada sirve que un alimento sea idóneo en composición y libre de microorganismos patógenos si sensorialmente no satisface a los consumidores (García Manrique 2016).

## **2.2 MARCO CONTEXTUAL**

El yogurt es un alimento muy nutritivo que es ampliamente consumido en Bolivia; sin embargo, la poca innovación tecnológica en el sector de los derivados lácteos ha ocasionado una escasa generación de alimentos novedosos. En el mercado actual no existe una formulación de yogurt adicionado con el grano de quinua o sus derivados.

Bolivia es uno de los principales productores de quinua, conocido como “grano de oro”, el mismo es un alimento rico en nutrientes que cuenta con todos los aminoácidos esenciales que el organismo humano necesita, es también distinguido por su alto valor en proteínas y minerales. La mayor parte de la producción es destinada a exportación, quedando el resto para el consumo interno.

Así mismo la quinua es resistida en su consumo por los individuos bolivianos que no conocen este alimento, pero al existir un producto novedoso como yogurt con adición de quinua se estaría promoviendo su consumo, además que se llegaría a ser un alimento muy nutritivo, delicioso y amigable al bolsillo.

En el mercado interno no es posible encontrar un alimento con alto valor nutricional, existen suplementos alimenticios con alto contenido de proteínas y minerales, pero no todos pueden acceder a estos productos con facilidad.

Dentro de la variedad de yogurts comercializados en Bolivia no se han encontrado yogures enriquecidos con pito quinua y tampoco existen reportes sobre la evaluación de la estabilidad del yogurt enriquecido con pito quinua. Asimismo, no hay estudios que prueben cual es la concentración adecuada para la elaboración de un yogurt enriquecido con pito de quinua, que le guste al consumidor y que se mantenga estable durante su vida útil, controlando los parámetros sensoriales y fisicoquímicos. Por ello, el estudio sobre la estabilidad del producto es de gran importancia en la industria láctea para la elaboración de nuevos productos con novedosos sabores y con un enriquecimiento nutricional.

**CAPÍTULO III**  
**DESARROLLO**

### **3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO**

#### **El yogur bebible con pito de quinua**

Es un producto lácteo que se obtiene a partir de la leche con la adición de pito de quinua y otros insumos, esta mezcla una vez pasteurizada pasa a la etapa de incubación que consiste en la fermentación de la lactosa, que se transforma en ácido láctico por acción bacteriana (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*), lo que le otorga las propiedades tales como la estructura, que a medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche se va modificando, es decir se van cuajando, y lo mismo ocurre con la textura del producto, esta fermentación también proporciona ese sabor ligeramente acidulado propio de este alimento.

### **3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS**

#### **Leche de vaca**

Líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor ligeramente dulce y de pH cercano a la neutralidad. De olor característico y puro. Debe tener consistencia (coherencia entre sus partículas) homogénea y carecer de grumos y copos. Desde el punto de vista Tecnológico, se destina para la elaboración de diferentes derivados lácteos como el yogurt. (Artica Mallqui, 2014)

#### **Pito de quinua**

Este alimento es prácticamente un alimento funcional instantáneo de consumo directo. Su proceso de elaboración es similar a la harina de quinua sin tostar, con la diferencia que previo a molerla, primero es sometido a un proceso de tostación a altas temperaturas.

Actualmente se le está dando gran importancia en la alimentación humana por su alto valor nutritivo. Desde el punto de vista nutricional y alimentario, la quinua es la fuente natural de proteína vegetal y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales, vitaminas, además de elevado contenido de minerales.

### **Cultivo Láctico YO-441**

Cultivos de microorganismos inoos, conocidos como bacterias lácticas que son el *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus* que son incluidas en el proceso en forma de cultivos liofilizados de inoculación directa.

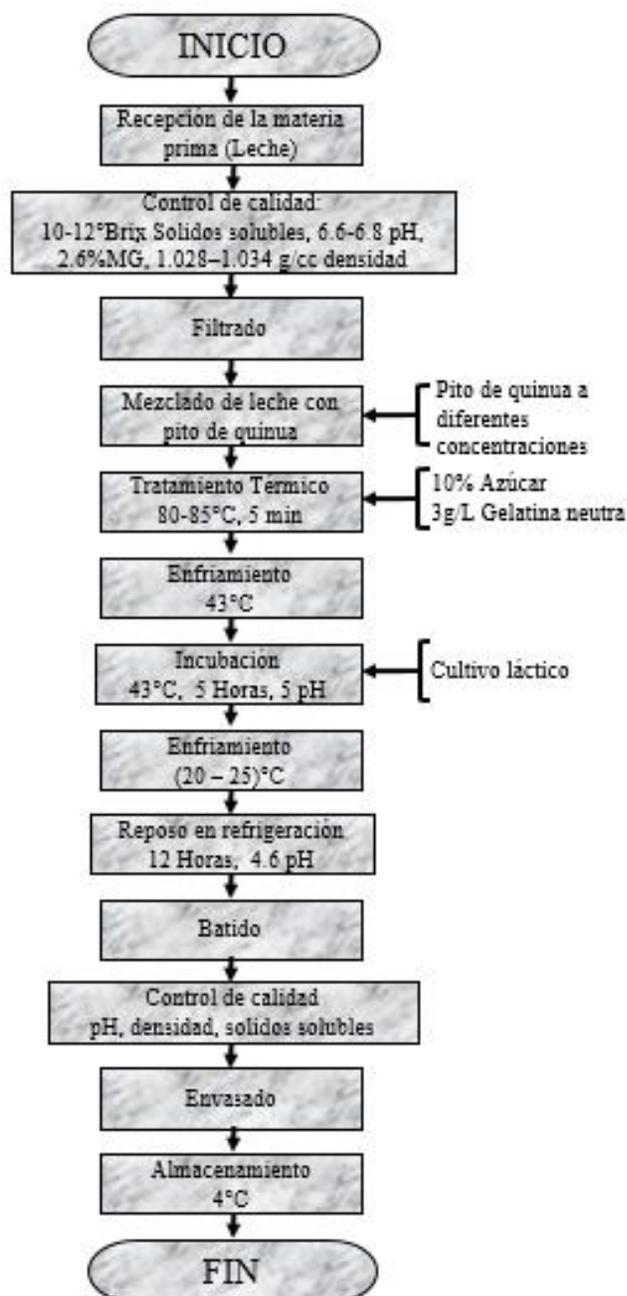
### **3.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO**

Para la elaboración del yogurt bebible con harina de quinua tostada, primeramente, se realizó el control de calidad de las materias primas y el filtrado de la leche, seguidamente se dosifico la leche con diferentes concentraciones de harina de quinua tostada y se añadió al mismo los demás insumos, los mismos pasaron a la etapa de pasteurización para asegurar la inocuidad del producto, posteriormente se añadió el cultivo láctico para que inicie la incubación, teniendo como resultado la reducción del pH, la formación textura y el desarrollo del sabor ligeramente acidulado propio del alimento; finalmente ya se procede al enfriado del mismo, el control de calidad y el envasado.

### 3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

Para la elaboración del yogurt con pito de quinua se siguió el siguiente diagrama de bloques:

Figura N° 1. Diagrama de bloques del proceso de yogurt bebible con pito de quinua.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.1 Descripción del proceso por etapas

La elaboración del yogurt bebible con pito de quinua se realizó de la siguiente manera:

**a) Recepción de la materia prima:** Se recepcionó la leche de vaca en tachos, por otro lado, también se recepcionó los demás insumos necesarios para la elaboración del yogurt enriquecido con quinua.

**b) Control de calidad:** Se realizó el control de calidad de la leche con los parámetros fisicoquímicos como pH, densidad, sólidos totales, proteína y grasa, que permitan determinar que la leche cumpla con los parámetros de calidad para elaboración y/o fabricación de yogurt.

**c) Filtrado:** Una vez recolectada la cantidad de leche necesaria se filtró la leche con una malla de acero inoxidable y se colocó en tachos, esto se realizó mínimo dos veces para descartar algunas impurezas que pudiesen existir, debido a la manipulación propia de la leche al momento de la recolección.

**d) Mezclado de leche con pito de quinua:** Una vez filtrada la leche a fin de mejorar la calidad nutricional del producto se mezclará con pito de quinua hasta que esté completamente homogéneo. La adición de pito de quinua será a diferentes concentraciones.

**d) Tratamiento térmico:** Dentro de una marmita con agua caliente se colocó los tachos con la leche y se controló la temperatura, a los 45 °C se adicionó el azúcar 10 % y la gelatina sin sabor en una relación 3 g/L de leche.

La leche se somete a un tratamiento térmico que nos permite una mezcla libre de microorganismos patógenos, ayuda a disolver y combinar el azúcar, mejora el sabor, calidad y permite la uniformidad; esto se logra debido al uso de una marmita a 85 °C, durante 5 minutos.

**e) Enfriamiento:** El enfriamiento se realizó con el fin de que el producto tenga una temperatura adecuada al añadirle el cultivo, se redujo la temperatura hasta 43 °C.

**f) Incubación:** En esta etapa se adicionó el cultivo láctico a la leche, el fermento lácteo está conformado por bacterias productoras de ácido lácteo (*Lactobacilos bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*). La incubación se realizó durante 4 horas, a 43 °C, el yogur debe adquirir un pH de 5; es muy importante mantener la temperatura constante, se realizó control de temperatura cada 15 minutos para que los microorganismos se desarrollen y produzcan las características que deseamos. Este proceso se ejecuta en una marmita a baño maría. Para completar esta etapa se tomó una muestra con un vaso precipitado esterilizado y verificar que el producto alcance un pH de 5.

**g) Enfriamiento:** Posteriormente se enfrió rápidamente a una temperatura de 20-25 °C, en ollas o tanques con agua helada, es decir, agua y hielo, se realiza por rebalse del agua de baño maría.

**h) Reposo en refrigeración:** Una vez teniendo una temperatura estable debe reposar en cámara fría por 12 horas para reducir el pH a 4,6.

**j) Batido:** Una vez que el yogurt alcanza el pH de 4,6 y tenga una temperatura de 10 °C, se realizó el batido con la finalidad de romper el coágulo y uniformizar la textura.

**j) Control de calidad:** Se realizó el control de calidad fisicoquímico determinando los siguientes parámetros el pH, densidad y solidos solubles.

**k) Envasado:** Para envasar el yogurt enriquecido con quinua previamente se esterilizó las botellas para tener una vida útil más prolongada del producto.

**l) Almacenamiento.** El producto se almacenó en refrigeración a una temperatura de 4 °C y en condiciones adecuadas de higiene.

## **3.5 CONTROL DE CALIDAD**

### **3.5.1 Materias primas**

#### ***3.5.1.1 Leche de vaca***

Se realiza el control de calidad de la leche analizando en el equipo Milkotester Master Eco Analizador de leche ultrasonido de alta calidad y se hace una comparación con los requisitos que establece la Norma Boliviana NB 33013:2013 Productos Lácteos - Leche Cruda y Fresca – Requisitos, véase tabla N° 7.

#### ***3.5.1.2 Pito de quinua***

El control de calidad del pito de quinua se realiza haciendo una comparación de los requisitos organolépticos que establece la Norma Boliviana NB 0077:2009 Granos Andinos – Pseudo cereales – Harina de quinua – Requisitos. Esta norma indica que el color del producto debe ser blanco cremoso, con un olor y sabor característico, su aspecto debe ser polvo homogéneo, exento de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza.

#### ***3.5.1.3 Azúcar***

El control de calidad del azúcar se realiza en base a las propiedades organolépticas que establece la Norma Boliviana NB 0009:2008 Azúcar blanco – Requisitos, dicha norma indica que el color debe ser dulce, el olor característico y libre de olores extraños, el sabor dulce y de un aspecto granular libre de impurezas.

### 3.5.2 Productos en proceso

Durante el proceso de elaboración del yogurt con pito de quinua se realizó el control de calidad mediante la determinación y el cumplimiento de las variables del proceso.

**Tabla N° 11:** Control en proceso

Control en proceso según variables en proceso
Control de calidad de la leche variables de proceso inicial
Tratamiento térmico se aplicó métodos de tratamiento térmico
Incubación optimización de temperatura y tiempo adecuado
Reposo en refrigeración
Control de calidad del yogurt

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.3 Producto final

#### 3.5.3.1 Análisis fisicoquímico

Se realizó el análisis fisicoquímico del producto final, es decir, del yogurt con pito de quinua, mismo que se controló principalmente 3 variables que son el pH, los sólidos solubles y la acidez titulable.

**Tabla N° 12:** Control de parámetros fisicoquímicos del Yogurt.

Parámetros	Referencia NB/NA 0078:2009 Leches Fermentadas - Requisitos.	
	Min	Max
pH	-	4,6
Solidos solubles	-	-
Acidez titulable	0,6	1,5

Fuente: Elaboración propia.

Los métodos empleados se efectuaron de acuerdo al siguiente detalle:

**a) Determinación de pH**

La determinación del pH (concentración de iones de hidrógeno) se realizó por medida directa utilizando un pH metro digital, tomando en cuenta las normas del yogurt que señala en la NB 33016, que el pH es de 4,6 como máximo. Las mediciones se realizaron a 15 °C. Se procedió de la siguiente forma:

- Se añadió el yogurt en un vaso de precipitado de 100 mL
- Se sumergió en pH metro digital al vaso de precipitado con yogurt
- Se esperó por un minuto hasta que no cambie la lectura para luego registrar
- Se sacó el pH metro para después lavarlo con agua destilada

**b) Sólidos solubles**

Los sólidos solubles son determinados a una temperatura de 15 °C, se midieron de forma directa con el refractómetro digital y su valor es expresado en grados brix (°Brix). A continuación, se detalla el procedimiento:

- Primeramente, se limpió y se secó cuidadosamente el área de muestreo del refractómetro
- Se colocó la muestra en el área de muestreo
- Se esperó por un minuto hasta que no cambie la lectura para luego registrar
- Luego se limpió el área de muestreo con un paño limpio y agua destilada

**c) Acidez titulable**

La medición de la acidez titulable se realizó por el método volumétrico, que consiste en tomar una muestra de 9 g al cual se le adiciona 3 a 4 gotas de fenolftaleína como indicador y se procede a la titulación con una solución valorada de hidróxido de sodio al 0,1 N, hasta el cambio de coloración a rosa. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido láctico según la NB 229. La acidez titulable adecuada es de 0,5 mínimo y 1,5 como máximo.

$$\%Ac. Láctico = \frac{V * N * F}{Q} * 100$$

Donde:

V = Volumen gastado de NaOH en mililitros (mL)

N = Concentración de la solución de NaOH

F = Factor de ácido láctico (0,09)

Q = Cantidad de muestra en gramos (g)

### ***3.5.3.2 Análisis sensorial***

El análisis sensorial se realizó con el fin de conocer el yogurt con mayor aceptabilidad y determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Se elaboró una hoja de evaluación sensorial (ANEXO A) para la calificación de los atributos organolépticos de cada tratamiento, el mismo fue aplicado a una muestra de 30 personas (consumidores habituales del yogurt) que actúan como jueces. También se aseguró el producto elaborado cumpla con los requisitos de características organolépticas que estable la norma NB/NA 0078:2009 Leches Fermentadas - Requisitos.

Para esta prueba se empleó la escala hedónica para su calificación, teniendo una puntuación de 1 a 5, siendo 1 la puntuación más baja y 5 la puntuación más óptima a cada uno de los 4 indicadores de respuesta que son:

- **Color:** Cada juez calificó mediante observación visual a cada una de las muestras de los diferentes tratamientos
- **Olor:** Se calificó el olor y aroma por medio de la percepción del sentido olfativo
- **Sabor:** Este parámetro se calificó utilizando la lengua como sentido gustativo a cada uno de las muestras

- **Textura/consistencia:** Se calificó la sensación de textura por medio del sentido del tacto, vista y oído, observando la superficie del yogurt relacionando con las sensaciones de viscosidad percibida

**Tabla N° 13:** Escala hedónica de cinco puntos para la evaluación sensorial

Escala	Puntaje
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
Me es indiferente	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: (Saltos Saltos 2010).

El método optado por las pruebas afectivas según García, (2016), se denominan pruebas hedónicas donde el juez consumidor expresa si le gusta o le disgusta un alimento.

### 3.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES

En la siguiente tabla N° 14 se muestra la cantidad de materia prima e insumos requeridos para la elaboración de yogurt con pito de quinua por cada prueba.

**Tabla N° 14:** Cantidad de materia prima e insumos para cada prueba.

Materia prima e insumos	Unidad	Prueba			
		P1	P2	P3	P4
Leche	mL	975	950	925	1000
Harina de quinua tostada	g	25	50	75	0
Azúcar	g	100	100	100	100
Cultivo láctico	g	0,1	0,1	0,1	0,1
Gelatina neutra	g	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACION

Para el estudio se realizaron pruebas de la siguiente manera: para el análisis fisicoquímico se realizó análisis de varianza (ANOVA), comparación entre pruebas y para encontrar la diferencia significativa se realizó las pruebas de Duncan. En cambio, para el análisis sensorial se realizó la prueba del chi cuadrado (X<sup>2</sup>), con su respectiva comparación entre pruebas.

#### 3.7.1 Análisis fisicoquímico

A continuación, se muestran los resultados y la interpretación del pH, solidos solubles y acidez titulable de las cuatro pruebas.

##### 3.7.1.1 El pH

En la tabla N° 15 y 16, se presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el pH de las diferentes pruebas, el cual indica que existe diferencia muy altamente significativa entre pruebas, con un coeficiente de variación 0,11.

**Tabla N° 15:** Análisis de la varianza para el pH

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ph	12	0,99	0,99	0,11

**Fuente:** Elaboración propia.

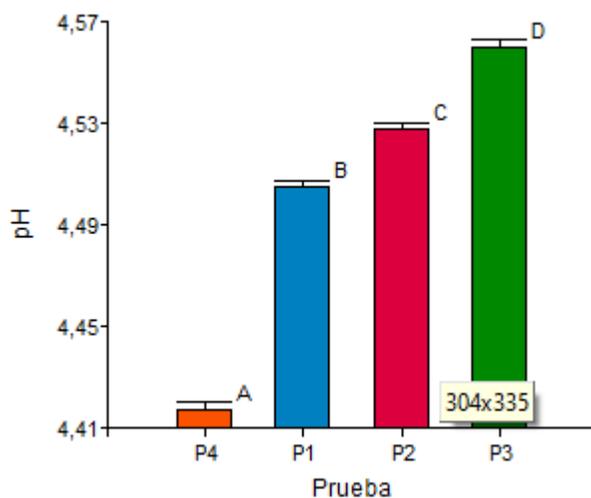
**Tabla N° 16:** Cuadro de Análisis de la Varianza para el pH

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,04	3	0,01	473,22	<0,0001
Error	2,0E-4	8	2,5E-5		
Total	0,04	11			

**Fuente:** Elaboración propia.

La prueba de Duncan al 5 % de probabilidad estadística (figura N° 2) establece cuatro grupos de respuesta para las pruebas. Reportándose una media de la prueba P3 superior a todos con 4,56 de pH, seguido de P2, P1 y P4 con medias de 4,53, 4,50 y 4,41 respectivamente. Cabe señalar que medias con una letra común no son significativamente diferentes.

**Figura N° 2:** Comparación de medias de Duncan del pH



**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.7.1.2 Sólidos solubles

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para los sólidos solubles de las diferentes pruebas, se muestran en las tablas N° 17 y 18, el cual indica que existe diferencia muy altamente significativa entre pruebas, siendo el coeficiente de variación de 0,23.

**Tabla N° 17:** Análisis de la varianza para sólidos solubles

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sólidos solubles	12	1,00	1,00	0,23

Fuente: Elaboración propia.

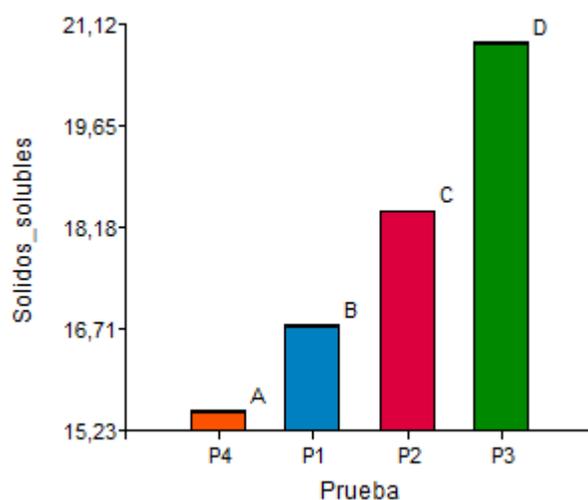
**Tabla N° 18:** Cuadro de Análisis de la Varianza para solidos solubles

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	47,91	3	15,97	9582,67	<0,0001
Error	0,01	8	1,7E-3		
Total	47,93	11			

Fuente: Elaboración propia.

En figura N° 3, se presenta la comparación de medias de Duncan al 5 % de probabilidad estadística para los sólidos solubles, en la que podemos señalar que, muestra cuatro grupos de respuesta, reportándose superior la prueba P3 con una media de 20,83 °Brix, seguido de P2, P1 y P4 con medias de 18,40, 16,73 y 15,50 °Brix respectivamente.

**Figura N° 3:** Comparación de medias de Duncan de solidos solubles



Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.1.3 Acidez titulable

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la acidez titulable se muestra en la tabla N° 19 y 20, el cual indica que existe diferencia muy altamente significativa entre pruebas, con un coeficiente de variación de 0,14.

**Tabla N° 19:** Análisis de la varianza para la acidez titulable

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Acidez titulable	12	0,99	0,99	0,14

Fuente: Elaboración propia.

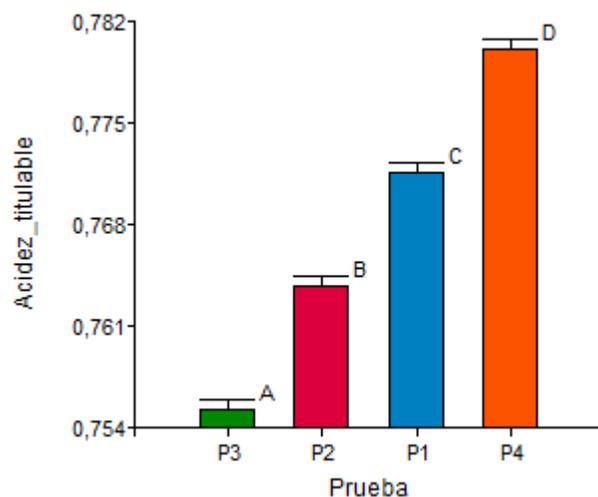
**Tabla N° 20:** Cuadro de Análisis de la Varianza para la acidez titulable

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	9,8E-4	3	3,3E-4	300,41	<0,0001
Error	8,7E-6	8	1,1E-6		
Total	9,9E-4	11			

Fuente: Elaboración propia.

La comparación de medias de Duncan al 5 % de probabilidad (Figura N° 4), indica que la prueba P4 alcanzó la mayor acidez titulable con 0,74 %, seguido de P1, P2 y P3. Las medias con una letra común no son significativamente diferentes.

**Figura N° 4:** Comparación de medias de Duncan de acidez titulable



Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.2 Análisis sensorial

A continuación, se presenta la interpretación de los resultados del análisis sensorial relacionado con el color, olor, sabor y textura, dichos parámetros fueron calificados de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos.

#### 3.7.2.1 Color

En la tabla N° 21, se observa la prueba del chi cuadrado para el color del yogurt de las diferentes pruebas, del cual podemos afirmar con un 95 % de confianza que ambas variables no son dependientes entre sí, esto significa que el color no depende de la cantidad de adición de pito de quinua al yogurt, dando como resultado una significación asintótica mayor a 0,05.

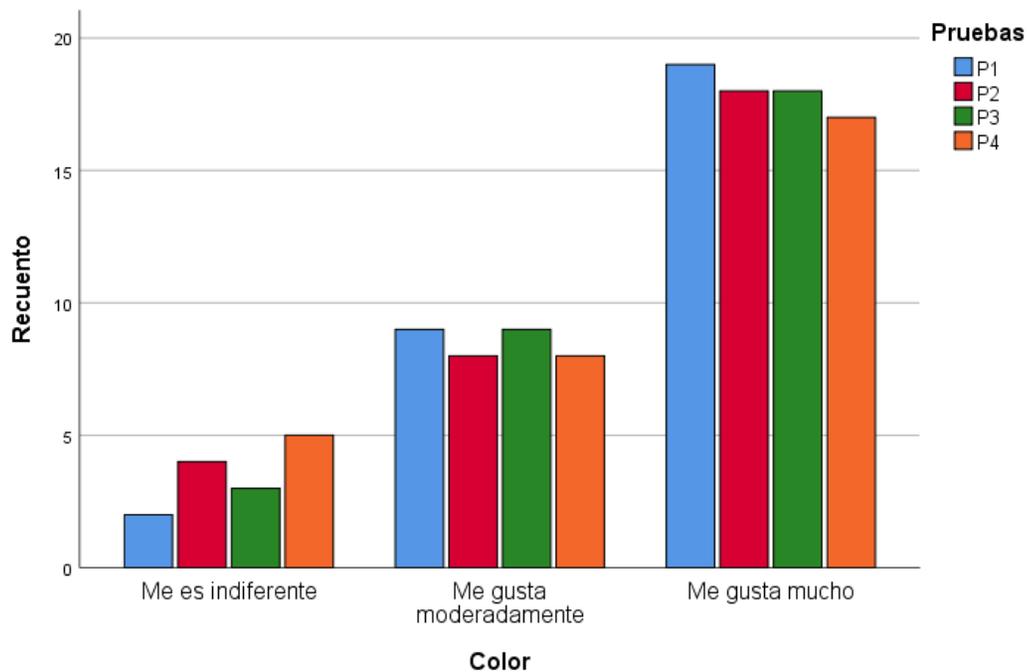
**Tabla N° 21:** Prueba del chi-cuadrado para el color del yogurt

	Yogurt		
	Valor	gl	Significación asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	1,657 <sup>a</sup>	6	0,948
N de casos válidos	120		
Referencia	a. 4 casillas (33,3 %) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,50.		

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura N° 5, se confirma que la valoración “me gusta mucho” predomina para todas las pruebas, siendo el mejor calificado la prueba P1, seguido de la prueba P2, P3 y P4. También se puede indicar que hay una leve diferencia en cuanto a la preferencia de colores.

**Figura N° 5:** Grafico de barras para el color



Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.2.2 Olor

La prueba del chi cuadrado para el olor del yogurt de las diferentes pruebas, se observa en la tabla N° 22, del cual se afirma con un 95 % de confianza que la variable no es dependiente, esto significa que el olor no depende de la cantidad de adición de pito de quinua al yogurt, dando como resultado una significación asintótica de 0,943.

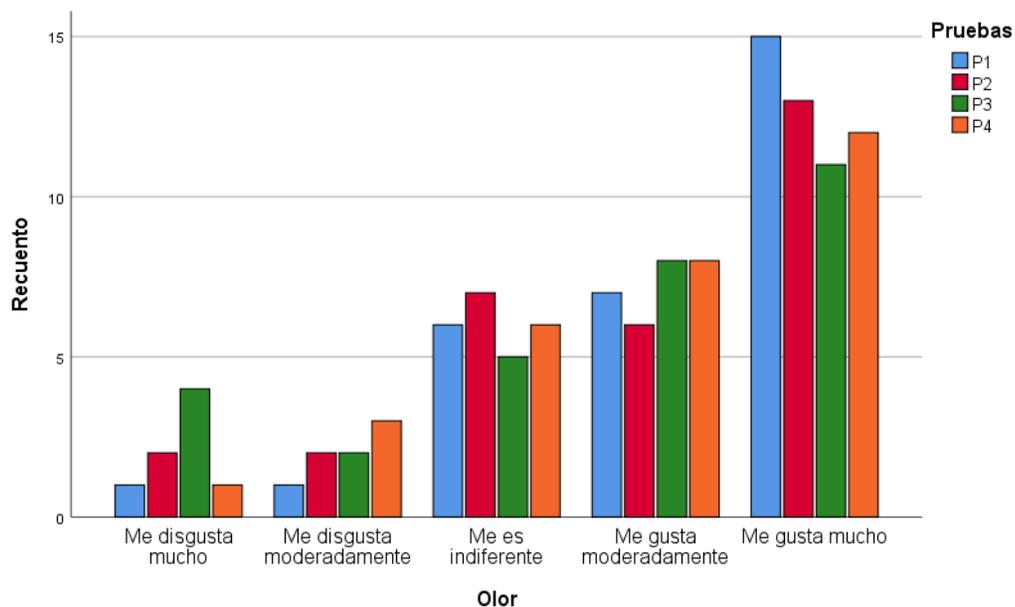
**Tabla N° 22:** Prueba del chi-cuadrado para el olor del yogurt

	Yogurt		
	Valor	gl	Significación asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	5,399 <sup>a</sup>	12	0,943
N de casos válidos	120		
Referencia	a. 8 casillas (40,0 %) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,00.		

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la figura N° 6, se evidencia que la escala “me gusta mucho” se destaca en las pruebas de yogurt con pito de quinua, siendo el valor más elevado para la prueba P1, seguido de la prueba P2 y P3; así mismo se evidencia una leve similitud en cuanto a preferencia la prueba P2 con el testigo (P1).

**Figura N° 6:** Grafico de barras para el olor



Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.2.3 Sabor

Los resultados de la prueba del chi cuadrado para el sabor del yogurt de las diferentes pruebas se encuentran en la tabla N° 23, del cual se afirma con un 95 % de confianza que ambas variables son dependientes entre sí, esto significa que el sabor depende de la cantidad de adición de pito de quinua al yogurt, dando como resultado una significación asintótica menor a 0,05.

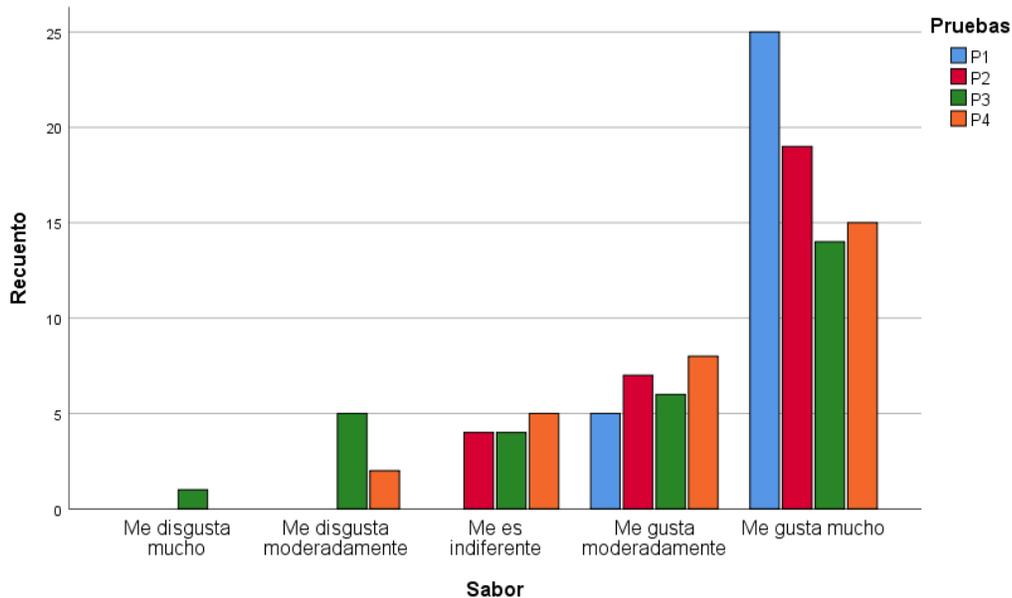
**Tabla N° 23:** Prueba del chi-cuadrado para el sabor del yogurt

	Yogurt		
	Valor	gl	Significación asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	21,975 <sup>a</sup>	12	0,038
N de casos válidos	120		
Referencia	a. 12 casillas (60,0 %) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 0,25.		

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 7, se presenta el grafico de barras del sabor para cada prueba, tomando en cuenta la escala hedónica de cinco puntos; donde podemos afirmar que sobresale la escala “me gusta mucho” en las pruebas P1, seguido de la prueba P2. En cambio, los de menor preferencia son las pruebas P4 y P3 respectivamente.

**Figura N° 7:** Grafico de barras para el sabor



Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.2.4 Textura

En la tabla N° 24, se observa la prueba del chi cuadrado para la textura del yogurt de las diferentes pruebas, del cual podemos afirmar con un 95 % de confianza que ambas variables son dependientes entre sí, esto significa que la textura depende de la cantidad de adición de pito de quinua al yogurt, dando como resultado una significación asintótica de 0,046, valor inferior al 0,05.

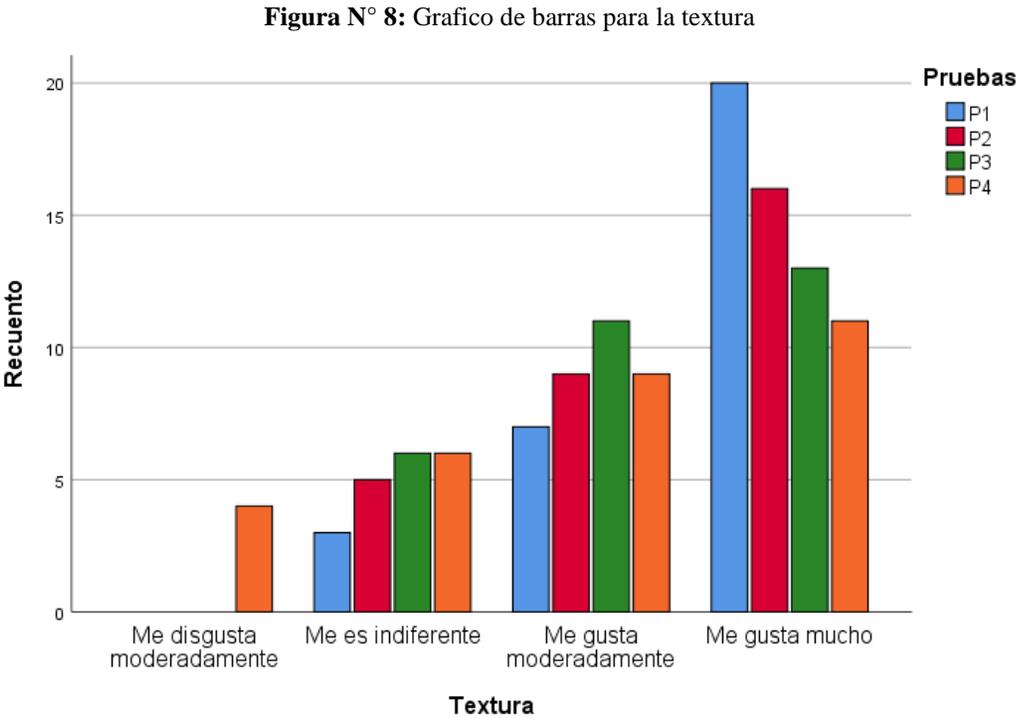
**Tabla N° 24:** Prueba del chi-cuadrado para la textura del yogurt

	Yogurt		
	Valor	gl	Significación asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	17,156 <sup>a</sup>	9	0,046
N de casos válidos	120		
Referencia	a. 4 casillas (25,0 %) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,00.		

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura N° 8, se muestra el grafico de barras de la textura para cada prueba, donde podemos afirmar que sobresale la escala “me gusta mucho” en todas las pruebas, siguiendo el orden de preferencia la prueba P1, P2, P3 y P4 respectivamente.

En general en cuanto a la misma valoración se observa que tiene mayor aceptación las pruebas con adición de pito de quinua en relación a la prueba testigo (P4).



Fuente: Elaboración propia.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

En este trabajo se elaboró yogurt con pito de quinua con adecuadas propiedades sensoriales y fisicoquímicas. En base a los resultados obtenidos en la fase de campo y en laboratorio, se obtienen las siguientes conclusiones:

Elaborado los yogures a diferentes concentraciones se tiene cuatro pruebas, yogurt con pito de quinua a 2,5 %, 5 % y 7,5 % y yogurt sin adición de pito de quinua (prueba testigo).

La evaluación de las propiedades fisicoquímicas en cuanto al pH, sólidos solubles y acidez titulable del yogurt, fue el siguiente: En el caso del pH todos los valores se encuentran dentro del rango permitido por IBNORCA, además que de acuerdo al análisis de varianza existe diferencia muy altamente significativa. Los sólidos solubles del yogurt oscilan entre 15,5 – 20,9 °Brix; el análisis de varianza indica que existe diferencia muy altamente significativa entre las pruebas. Referente a la acidez titulable varían muy levemente oscilando valores entre 0,755 – 0,781 %, el análisis de varianza de las diferentes pruebas revela que existe diferencia muy altamente significativa.

Realizado el análisis sensorial, se concluye que, de los tres yogures con pito de quinua, la prueba P1 (2,5 %) es el más aceptado por los jueces; además que de acuerdo a la prueba del chi cuadrado el color y olor no depende de la cantidad de adición de pito de quinua al yogurt, en cambio el sabor y textura depende de la cantidad de pito de quinua añadida.

### **RECOMENDACIONES**

Para una mejor evaluación de las propiedades fisicoquímicas de nuestro producto se recomienda controlar adecuadamente la temperatura en la toma de dato, ya que varios parámetros varían significativamente con el cambio de temperatura.

Es recomendable realizar un estudio económico preciso para identificar la rentabilidad del producto, así posteriormente evaluar la posibilidad de colocar este producto al mercado.

Se recomienda realizar la determinación del valor nutricional del yogurt con pito de quinua, para analizar en qué medida existe un enriquecimiento nutricional.

Se recomienda realizar análisis microbiológico del yogurt más aceptado por los jueces para asegurar que realmente el producto está en condiciones para el consumo.

Se recomienda realizar el estudio de la vida útil del producto empleando diferentes métodos de estudio, se sugiere por pruebas aceleradas y método de supervivencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alais, Charles. (1985). *Ciencia de La Leche: Principios de Técnica Lechera*. España: Editorial Reverté, S. A.  
[https://books.google.com.ec/books?id=bW\\_ULacGBZMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false).
- Artica Mallqui, Luis. (2014). *Métodos Para El Análisis Físicoquímico de La Leche y Derivados Lácteos*. Perú: Editorial Libros y editoriales, TEIA.  
<https://luisartica.files.wordpress.com/2011/11/metodos-de-analisis-de-leche-2014.pdf>.
- Catalan Najera, Monica Anabella. (2015). “Desarrollo de Una Barra de Quinoa.”  
Universidad Galileo de Guatemala.  
[http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/617/1/2015-T-lcta-001\\_catalan\\_najera\\_monica\\_anabella.pdf](http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/617/1/2015-T-lcta-001_catalan_najera_monica_anabella.pdf).
- Codex Alimentarius. (2011). *CODEX Alimentarius Leche y Productos Lácteos*. Segunda ed. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud. <http://www.fao.org/3/i2085s/i2085s.pdf>.
- Condon Salcedo, R, A Mariné Font, and M Rafecas Martínez. (1988). 10 Fundación Española de la Nutrición “Yogurt: Elaboración y Valor Nutritivo.” Universidad de Barcelona. <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/33-Yogur-elaboración.pdf>.
- Durán Ramírez, Felipe et al. (2008). *Ciencia, Tecnología e Industria de Alimentos*. Primera ed. Bogotá, Colombia: Grupo Latino Editores.
- FAO. (2004). “Manuales de Elaboración de Productos Lácteos.” *Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*.
- SN. (2014). *Fao-Aladi Tendencias y Perspectivas Del Comercio Internacional de Quinua*. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en colaboración con la Asociación Latinoamericana de Integración. <http://www.fao.org/3/a-i3583s.pdf>.

- García Manrique, Paloma. (2016). *Control Microbiológico y Sensorial de Los Alimentos*. Primera ed. Madrid, España: Editorial Síntesis, S. A. [www.sintesis.com](http://www.sintesis.com).
- Hodson, William K. (1996). *Maynard: Manual Del Ingeniero Industrial*. Cuarta edi. Mexico D. F.: Editorial Mc Graw Hill.
- IBNORCA. (2009). Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) *Norma Boliviana NB/NA 0078:2009 Leches Fermentadas - Requisitos*. Bolivia.
- IBNORCA. (2013). Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) *Norma Boliviana NB 33013:2013 Productos Lácteos - Leche Cruda y Fresca - Requisitos*. Bolivia.
- Inlasa. (2020). “Propiedades Fisicoquímicos Del Yogurt Por Cada 100 G.”
- Meyer, M. 1988. *Elaboración de Productos Lácteos*. Sexta edic. México: Editorial Trillas.
- Meyhuay, Mango. (2013). “QUINUA: Operaciones de Poscosecha.” *Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Instituto de Desarrollo Agroindustrial (INDDA): 35*. <http://www.fao.org/3/a-ar364s.pdf>.
- Rojas, Wilfredo et al. (2010). Biodiversity International *Granos Andinos. Avances, Logros y Experiencias Desarrolladas En Quinoa, Cañahua y Amaranto En Bolivia*. Roma, Italia: Biodiversity International y Fundación Proinpa.
- Saltos Saltos, Héctor Aníbal. (2010). *Sensometría Análisis En El Desarrollo de Alimentos Procesados*. Primera Ed. Ambato, Ecuador: Editorial Pedagógica Freire.
- Salvador, Alejandro, and Gonzalo Martínez. (2007). “Factores Que Afectan La Producción y Composición de La Leche de Cabra.” *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV* 48(2). [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-65762007000200001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762007000200001).
- Spreer, E. (1991). *Lactología Industrial*. Segunda ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
- Tamime, A. Y., and R. K. Robinson. (1991). *Yogur Ciencia y Tecnología*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.

Torrez, Maria O, Amelia Guzman A., and Roger Carvajal. (2002). “Valoracion Nutricional de 10 Variedades de Quinoa Chenopodium Quinoa Willd Del Altiplano Boliviano.” *Biofarbo*. <http://www.ops.org.bo/textocompleto/rnbiofa20021010.pdf>.

# **ANEXOS**

## ANEXO A. EVALUACION SENSORIAL

### ANEXO A.1 Formato de la Evaluación Sensorial

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

Estudio de aceptabilidad del producto alimenticio: **YOGURT**

Nombre (opcional):

Edad:

Sexo: F M

Ficha N°:

Fecha:

Usted ha recibido 4 muestras codificadas, proceda a degustar una a continuación de la otra, debe enjuagarse la boca después de cada degustación. Cada muestra debe observar, oler y degustar, en base a su opinión, marque con una X la casilla que corresponda a su opinión la característica del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

C = Color

O = Olor y Aroma

S = Sabor

T = Textura

Escala	MUESTRAS															
	Muestra 1				Muestra 2				Muestra 3				Muestra 4			
	C	O	S	T	C	O	S	T	C	O	S	T	C	O	S	T
Me gusta mucho																
Me gusta moderadamente																
Me es indiferente																
Me disgusta moderadamente																
Me disgusta mucho																

Observaciones:

.....

**Muchas gracias por su colaboración!**

## ANEXO A.2 Resultados de la Evaluación Sensorial

N° Juez	Prueba	Color	Olor	Sabor	Textura
1	P1	4	5	5	5
2	P1	5	4	4	4
3	P1	5	5	5	5
4	P1	5	4	5	5
5	P1	4	3	4	4
6	P1	5	3	5	5
7	P1	5	3	5	4
8	P1	5	5	5	5
9	P1	3	3	5	3
10	P1	5	4	5	5
11	P1	5	5	5	5
12	P1	4	5	5	5
13	P1	5	3	5	4
14	P1	5	1	5	4
15	P1	4	5	5	5
16	P1	5	5	5	5
17	P1	5	4	5	5
18	P1	3	5	5	5
19	P1	4	5	5	5
20	P1	5	5	5	5
21	P1	5	4	5	4
22	P1	4	5	5	5
23	P1	5	5	5	5
24	P1	5	2	5	3
25	P1	4	5	4	5
26	P1	4	5	5	5
27	P1	5	4	4	5
28	P1	4	3	4	3
29	P1	5	4	5	4
30	P1	5	5	5	5
1	P2	4	5	5	5
2	P2	5	2	4	5
3	P2	5	5	5	4

4	P2	5	5	5	5
5	P2	3	3	3	3
6	P2	5	3	4	4
7	P2	5	5	5	5
8	P2	4	4	4	3
9	P2	3	3	5	3
10	P2	5	4	5	5
11	P2	5	5	5	5
12	P2	3	3	3	3
13	P2	3	2	3	4
14	P2	5	1	4	5
15	P2	4	5	5	5
16	P2	5	4	5	5
17	P2	5	5	5	4
18	P2	5	5	5	5
19	P2	4	5	5	5
20	P2	5	5	5	5
21	P2	5	4	5	4
22	P2	5	3	4	5
23	P2	5	5	5	5
24	P2	4	3	4	4
25	P2	4	4	3	5
26	P2	5	5	5	5
27	P2	4	1	4	3
28	P2	5	3	5	4
29	P2	4	5	5	4
30	P2	5	4	5	4
1	P3	5	5	5	5
2	P3	5	3	5	5
3	P3	4	4	3	4
4	P3	5	5	5	5
5	P3	5	4	5	4
6	P3	4	3	2	4
7	P3	5	4	4	4
8	P3	5	3	4	4
9	P3	3	1	2	3
10	P3	5	3	5	4
11	P3	5	5	5	5
12	P3	3	1	2	3

13	P3	4	2	3	3
14	P3	5	4	4	4
15	P3	5	5	5	5
16	P3	5	4	4	5
17	P3	4	4	2	4
18	P3	4	5	5	5
19	P3	5	5	5	5
20	P3	5	5	5	5
21	P3	4	5	5	5
22	P3	5	5	5	5
23	P3	5	5	5	5
24	P3	5	4	4	4
25	P3	4	3	3	4
26	P3	5	4	4	4
27	P3	4	1	2	3
28	P3	3	1	1	3
29	P3	5	5	5	5
30	P3	4	2	3	3
1	P4	5	5	5	5
2	P4	5	5	5	5
3	P4	4	5	5	5
4	P4	5	3	4	3
5	P4	5	5	5	5
6	P4	5	4	4	4
7	P4	5	4	5	5
8	P4	5	4	4	3
9	P4	3	2	2	2
10	P4	5	4	4	5
11	P4	4	4	5	5
12	P4	5	5	5	3
13	P4	5	4	5	4
14	P4	5	3	4	4
15	P4	4	3	4	3
16	P4	4	3	3	3
17	P4	3	4	4	4
18	P4	5	3	3	4
19	P4	4	4	5	3
20	P4	5	5	5	5
21	P4	3	2	3	2
22	P4	3	5	3	2

23	P4	4	2	2	4
24	P4	5	5	5	4
25	P4	5	5	5	5
26	P4	5	5	5	4
27	P4	3	1	4	4
28	P4	4	5	5	5
29	P4	5	5	5	5
30	P4	4	3	3	2

## ANEXO B. PROCESO DE ELABORACION DEL PRODUCTO

### Recepción y pesado de la materia prima e insumos



### Control de calidad de la leche



## Filtrado



## Tratamiento térmico



## Incubación



## Enfriamiento



## Mezclado



## Control de calidad



## Envasado

