

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES Y DOS VARIEDADES  
DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) EN LAS CARACTERÍSTICAS  
ORGANOLÉPTICAS Y NUTRICIONALES DE UNA BEBIDA ELABORADA A BASE DE  
LACTOSUERO EN EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS DE LA  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA UPEA**

**Por:**

**Mishel Jhoselin Otoya Viscarra**

**EL ALTO – BOLIVIA  
Noviembre, 2025**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES Y DOS VARIEDADES  
DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) EN LAS CARACTERÍSTICAS  
ORGANOLÉPTICAS Y NUTRICIONALES DE UNA BEBIDA ELABORADA A BASE DE  
LACTOSUERO EN EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS DE LA  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA UPEA.**

*Tesis de Grado presentado  
como requisito para optar el Título de  
Ingeniera Agrónoma*

**Mishel Jhoselin Otoya Viscarra**

**Asesores:**

M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez .....

Lic. Ing. Vicky Ruth Villca Calle .....

**Tribunal Revisor:**

Lic. Ing. Jaime Antonio Reyes Ortiz Tumiri .....

Lic. Ing. Diego Orlando Lopez Portugal .....

M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....

**DEDICATORIA:**

*A Dios, por brindarme la vida, fuerza y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

*A mis queridos padres Ruth Viscarra y Teo Marca que han sido mi mayor motivación para seguir adelante por el apoyo constante brindado por la confianza y el apoyo incondicional en todo momento en esta etapa de estudio superior.*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, le agradezco profundamente por haberme acompañado en cada etapa de este camino académico, por brindarme la vida, la salud y la oportunidad de alcanzar una meta tan importante. En los momentos de cansancio y dificultad, encontré en su palabra y en su presencia el aliento y la motivación para continuar.*

*A mis queridos padres, con todo mi corazón, les agradezco por su amor infinito, su paciencia y su constante apoyo en cada etapa de mi vida, por ser mi refugio en los momentos difíciles y mi mayor motivación para seguir adelante. Por cada sacrificio, cada palabra de aliento y cada gesto de cariño y por darme una familia maravillosa que siempre me apoyan.*

*Mis sinceros agradecimientos a la Universidad Pública de El Alto, Carrera Ingeniería Agronómica, a sus autoridades y docentes por su enseñanza en bien de mi formación académica universitaria.*

*Mis sinceros agradecimientos a la carrera Ingeniería Agronómica por permitirme realizar el presente trabajo de investigación, al laboratorio del área de Tecnología de Alimentos donde nos permitió la utilización de los materiales en la investigación.*

*Expreso mi más sincero agradecimiento a mis asesores Lic. Ing. Vicky Ruth Villca Calle y M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez por el apoyo por su valiosa orientación y dedicación durante el desarrollo de esta investigación. Su experiencia, paciencia y compromiso fueron fundamentales para guiarme en cada etapa del proceso, brindándome las herramientas necesarias para culminar este trabajo con éxito.*

*Al tribunal revisor M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani, Lic. Ing. Jaime Antonio Reyes Ortiz Tumiri y Lic. Ing. Diego Orlando Lopez Portugal por la orientación, observaciones y sugerencias en el estudio que permitieron mejorar y tiempo empleado en la culminación del documento final.*

*A mis queridos amigos, por acompañarme a lo largo de este camino académico, su amistad, comprensión y apoyo incondicional fueron una fuente constante de ánimo y alegría en los momentos más difíciles.*

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS .....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	x
ABREVIATURAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii

### ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Hipótesis .....	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1. Cañahua .....	5
2.1.1. Importancia de la cañahua .....	5
2.1.1.1. Valor nutricional de la cañahua .....	6
2.1.1.1.1. Proteínas.....	6
2.1.1.1.2. Aminoácidos.....	7
2.1.1.1.3. Carbohidratos.....	9
2.1.1.1.4. Grasas .....	9

2.1.1.1.5. Fibra.....	11
2.1.1.1.6. Minerales de la cañahua .....	11
2.2. Pito de cañahua en la agroindustria .....	12
2.2.1. Limpieza del grano.....	12
2.2.2. Preparación pito de cañahua.....	12
2.3. Composición nutricional del pito de cañahua .....	13
2.4. Uso y aplicaciones del consumo del pito de cañahua .....	13
2.5. Leche.....	14
2.5.1. Parámetros de Control de calidad de la leche cruda y fresca.....	14
2.5.2. Queso .....	15
2.5.3. Suero de leche.....	15
2.5.4. Obtención del suero de leche.....	16
2.5.5. Lactosa en el suero de leche.....	17
2.5.6. Suero de leche para procesamiento.....	17
2.5.7. Clasificación de suero de leche.....	18
2.5.8. Nutrientes del suero de leche.....	19
2.5.8.1. Minerales del suero de leche .....	19
2.5.8.2. Vitaminas de suero de leche .....	20
2.5.8.3. Proteínas del suero de leche.....	20
2.5.9. Color, sabor y textura del suero de leche.....	21
2.5.10. Potenciales usos del suero de leche. ....	21
2.5.11. Ventajas y desventajas del suero lácteo.....	22
2.5.11.1. Ventajas.....	22
2.5.11.2. Desventajas .....	23
2.6. Bebidas lácteas .....	23
2.6.1. Beneficios nutricionales en las bebidas lácteas.....	24

2.6.1.1. Proteína .....	24
2.6.1.2. Calcio.....	24
2.6.1.3. Hierro .....	24
2.6.1.4. Magnesio .....	24
2.7. Características físico-químicas y organolépticas.....	24
2.7.1. Físico-químicas .....	24
2.7.2. Bebidas lácteas con pito de cañahua .....	25
2.8. Análisis sensorial .....	26
2.8.1. Método de medida del grado de satisfacción .....	27
2.8.2. Apreciación hedónica .....	27
2.8.3. Tipos de jueces .....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
3.1. Localización .....	29
3.1.1. Ubicación Geográfica .....	29
3.2. Materiales .....	30
3.2.1. Materia prima .....	30
3.2.2. Insumos .....	30
3.2.3. Material de laboratorio.....	30
3.2.4. Instrumentos de proceso.....	30
3.2.5. Equipos .....	31
3.2.6. Reactivos .....	31
3.2.7. Materiales de gabinete .....	31
3.3. MÉTODO .....	32
3.4. Metodología .....	32
3.4.1. Desarrollo del ensayo.....	32
3.4.1.1. Procedimiento para la obtención de pito de cañahua .....	32

3.4.1.1.1. Recepción de materia prima.....	32
3.4.1.1.2. Limpieza.....	32
3.4.1.1.3. Remojado y lavado.....	32
3.4.1.1.4. Escurrido .....	33
3.4.1.1.5. Secado.....	33
3.4.1.1.6. 1er Tamizado o cernido.....	33
3.4.1.1.7. Tostado .....	33
3.4.1.1.8. Enfriado.....	33
3.4.1.1.9. Molienda.....	33
3.4.1.1.10. 2do Tamizado.....	34
3.4.1.1.11. Envasado .....	34
3.4.1.1.12. Almacenado .....	34
3.4.1.2. Métodos para la obtención de lactosuero y formulación de la bebida láctea.....	35
3.4.1.2.1. Obtención del suero .....	35
3.4.1.2.2. Limpieza del lactosuero.....	35
3.4.1.3. Análisis físico-químico.....	35
3.4.1.3.1. Determinación del pH.....	35
3.4.1.3.2. Determinación de Grados Brix.....	35
3.4.1.4. Proceso de la elaboración de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua.....	36
3.4.1.4.1. Recepción de materia prima.....	36
3.4.1.4.2. Filtrado .....	36
3.4.1.4.3. Calentamiento .....	36
3.4.1.4.4. Mezcla y homogenización .....	37
3.4.1.4.5. Pasteurización.....	37
3.4.1.4.6. Enfriado.....	37

3.4.1.4.7. Filtrado .....	37
3.4.1.4.8. Envasado .....	37
3.4.1.4.9. Almacenado .....	37
3.4.1.5. Análisis sensorial .....	38
3.4.2. Diseño experimental .....	39
3.4.2.1. Análisis físico-químico.....	39
3.4.3. Factores de estudio.....	39
3.4.3.1. Formulación de tratamientos .....	40
3.4.4. Variables de respuesta.....	40
3.4.4.1. Análisis físico-químico.....	40
3.4.4.1.1. Evaluación del pH .....	40
3.4.4.1.2. Evaluación de °Brix .....	40
3.4.4.2. Análisis estadístico.....	41
3.4.4.3. Análisis sensorial .....	41
3.4.4.4. Análisis nutricional de la bebida láctea.....	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	43
4.1. Análisis físico-químico de la bebida láctea, lactosuero con adición de pito de cañahua .....	43
4.1.1. Evaluación del pH .....	43
4.1.2. Evaluación del °Brix .....	45
4.2. Resultados del análisis sensorial de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua .....	46
4.2.1. Aroma .....	46
4.2.2. Apariencia .....	48
4.2.3. Sabor .....	49
4.2.4. Textura.....	51
4.2.5. Aceptabilidad .....	53

4.3.	Análisis nutricional de la bebida láctea con adición de pito de cañahua.....	54
4.4.	Análisis microbiológico.....	56
5.	CONCLUSIONES.....	59
6.	RECOMENDACIONES.....	60
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	61
8.	ANEXOS .....	67

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.Composición nutricional aproximada de la cañahua (por 100 g de grano seco) .....	6
Cuadro 2.Contenido de aminoácidos en 100 g de proteína en granos de cañahua .....	7
Cuadro 3. Contenido de carbohidratos en la cañahua .....	9
Cuadro 4.Composisicon de grasas por 100 g en grano de cañahua .....	10
Cuadro 5.Composición de minerales de la cañahua.....	12
Cuadro 6.Composición nutricional del pito de cañahua .....	13
Cuadro 7.Clasificación del suero de leche.....	18
Cuadro 8.Minerales del suero de leche .....	19
Cuadro 9.Vitaminas del suero de leche .....	20
Cuadro 10. Resumen del resultado del pH .....	43
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable pH .....	44
Cuadro 12.Resumen del resultado del °Brix .....	45
Cuadro 13.Análisis de varianza para la variable °Brix .....	45
Cuadro 14.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de Friedman .....	47
Cuadro 15.Prueba de comparaciones múltiples de suma de rangos de Conover .....	47
Cuadro 16.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de Friedman .....	48
Cuadro 17.Prueba de comparaciones múltiples de suma de rangos de Conover .....	49
Cuadro 18.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de Friedman .....	50
Cuadro 19.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de conover .....	50
Cuadro 20.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de Friedman .....	51

Cuadro 21.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de conover .....	52
Cuadro 22.Analisis nutricional de la bebida láctea con adición de pito de cañahua.....	55
Cuadro 23.Análisis de los resultados de informe microbiológico .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de investigación.....	29
Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de pito de cañahua .....	34
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida láctea con pito de cañahua.....	38
Figura 4. Aceptabilidad de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua .....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.Equipos usados para la elaboración de la bebida láctea .....	68
Anexo 2.Actividades que se realizaron para el proceso de elaboración del pito de cañahua .....	69
Anexo 3.Proceso de la elaboración del pito de cañahua .....	70
Anexo 4.Actividades que se realizaron para el proceso de la elaboración de la bebida láctea .....	71
Anexo 5. Producto ganador en el análisis organoléptica .....	74
Anexo 6.Evaluación sensorial de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua .....	75
Anexo 7.Análisis de resultado del contenido nutricional de la bebida láctea con cañahua	77
Anexo 8.Resultados del análisis microbiológico .....	78
Anexo 9.Norma boliviana NB 3304. bebidas lácteas fermentadas.....	79
Anexo 10.Norma Ecuatoriana NTE-2594; 2011.Lactosuero dulce.....	80
Anexo 11.Norma Ecuatoriana NTE-INEN-2564; 2011.bebidas lácteas a base de lactosuero .....	81
Anexo 12. Relación beneficio costo de la bebida láctea .....	82

## ABREVIATURAS

ATP	Trifosfato de Adenosina
BCAA	Aminoácido de cadena ramificada
DHA	Ácido docosahexaenoico
EPA	Ácido ricosapentaencico
HDL	Lipoproteína de alta densidad
G	Gramos
Msnm	Metros sobre el nivel del mar

## RESUMEN

La investigación aborda la elaboración de una bebida láctea enriquecida con pito de cañahua, aprovechando su alto contenido proteico (13–19 %) como alternativa para mejorar la alimentación humana. Pese a su valor nutricional, la cañahua sigue siendo un cultivo con bajo consumo y poco aprovechado, mientras que el lactosuero es considerado un desecho a pesar de su aporte nutritivo. La integración de ambos recursos permite desarrollar alimentos funcionales que favorezcan una mejor nutrición y revaloricen los productos andinos. El estudio se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la carrera de Ingeniería Agronómica, evaluando las características físico-químicas, organolépticas y nutricionales de bebidas formuladas con dos variedades de cañahua (Wila y Janco) en concentraciones de 1,5 %, 3,5 % y 5,5 %, determinando su aceptabilidad sensorial en sabor, aroma, apariencia y textura. El análisis de pH y °Brix se realizó mediante un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial, mostrando que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, encontrándose todos dentro del rango aceptable. La evaluación sensorial se realizó con la prueba no paramétrica de Friedman, empleando estudiantes universitarios como panelistas. Los resultados indicaron que la formulación más aceptada fue la bebida láctea con pito de cañahua variedad Wila al 1,5 %, seguida de la variedad Janco al 1,5 %, debido a que estas mantuvieron un equilibrio adecuado entre aroma, apariencia, sabor y textura, factores determinantes en la preferencia del consumidor. La bebida con mayor aceptación fue sometida a análisis nutricional en el laboratorio SGLAB, obteniéndose un contenido de 5,67 % de proteína, 143,5 mg/100 g de calcio, 0,35 mg/100 g de hierro y 18,19 mg/100 g de magnesio, evidenciando su potencial como alternativa alimentaria. La bebida láctea con pito de cañahua cumple con los estándares de seguridad alimentaria que exigen las normas nacionales y es segura para el consumo. Su elaboración representa una innovación que agrega valor al cultivo de cañahua, promueve nuevos mercados y combina el conocimiento ancestral con la tecnología moderna, fortaleciendo la identidad cultural boliviana.

## ABSTRACT

This research explores the development of a dairy beverage enriched with cañihua whey, leveraging its high protein content (13–19%) as an alternative to improve human nutrition. Despite its nutritional value, cañihua remains a crop with low consumption and underutilized resources, while whey is considered waste despite its nutritional value. Integrating these two resources allows for the development of functional foods that promote better nutrition and enhance the value of Andean products. The study was conducted in the Food Technology Laboratory of the Agronomic Engineering program, evaluating the physicochemical, organoleptic, and nutritional characteristics of beverages formulated with two cañihua varieties (Wila and Janco) at concentrations of 1.5%, 3.5%, and 5.5%, and determining their sensory acceptability in terms of flavor, aroma, appearance, and texture. pH and °Brix analysis was performed using a completely randomized design (CRD) with a factorial arrangement, showing no significant differences between treatments, all within the acceptable range. Sensory evaluation was conducted using the non-parametric Friedman test, with university students serving as panelists. The results indicated that the most accepted formulation was the dairy beverage with 1.5% cañihua pito (wila variety), followed by the Janco variety at 1.5%, as these maintained an adequate balance between aroma, appearance, flavor, and texture—key factors in consumer preference. The most accepted beverage underwent nutritional analysis at the SGLAB laboratory, yielding a protein content of 5.67%, 143.5 mg/100 g of calcium, 0.35 mg/100 g of iron, and 18.19 mg/100 g of magnesium, demonstrating its potential as a food alternative. The dairy beverage with cañihua pito meets the food safety standards required by national regulations and is safe for consumption. Its production represents an innovation that adds value to the cañihua crop, promotes new markets, and combines ancestral knowledge with modern technology, strengthening Bolivian cultural identity.

## 1. INTRODUCCIÓN

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es un pseudocereal originario de los Andes, considerado uno de los granos más antiguos y valiosos de la región altoandina. Su cultivo se adapta a condiciones extremas de altura, bajas temperaturas y suelos poco fértiles, lo que la convierte en una especie de gran importancia para la seguridad alimentaria de las comunidades rurales. A pesar de su relevancia histórica, la cañahua ha sido subvalorada frente a otros cultivos como la quinua, limitando su producción y consumo a pequeña escala (Tapia, 2015).

Desde el punto de vista nutricional, la cañahua presenta características sobresalientes: contiene entre 13 y 19 % de proteínas de alta calidad, con un perfil balanceado de aminoácidos esenciales, es rica en fibra dietética y aporta minerales como hierro, calcio, fósforo y zinc, además de compuestos antioxidantes naturales como flavonoides y saponinas. Estas propiedades le confieren un gran potencial para ser utilizada en la formulación de alimentos funcionales que contribuyan a la prevención de deficiencias nutricionales (Pando, 2017).

La incorporación de la cañahua en nuevos productos alimenticios no solo favorece la diversificación de la dieta, sino que también impulsan la valorización de cultivos ancestrales que forman parte del patrimonio agroalimentario andino.

Por otro lado, el lactosuero es un subproducto de la leche que se caracteriza por poseer una gran cantidad de nutrientes, principalmente a nivel proteico y parte de caseína las cuales pueden ser aprovechadas en la alimentación pudiendo incluir sustancias nutritivas y azúcares para dar palatabilidad y valor nutritivo, de esta manera es posible aprovechar este subproducto (Melgar, 2021).

La combinación de cañahua y lactosuero de una bebida representa una oportunidad para diversificar los productos alimenticios nutritivos y culturalmente relevantes. Además, la formulación de este tipo de bebidas puede contribuir a la revalorización de cultivos andinos, fomentar el consumo de alimentos locales y promover el desarrollo de tecnologías sostenibles de transformación agroindustrial.

### 1.1. Antecedentes

Tarqui ( 2019), En su trabajo de investigación ,menciona que, en la Estación Experimental Choquenaira se llevó a cabo un estudio a base de lactosuero enriquecida con harina y pito de cañahua con la posibilidad de aprovechar la mayor cantidad de nutrientes presentes en el lactosuero, con la incorporación del grano de cañahua, considerando como una alternativa para el beneficio del consumo humano, donde fue evaluada la aceptabilidad de una bebida láctea a partir de lactosuero, con la adición de diferentes porcentajes de pito y harina de cañahua (1.5, 3.5 y 5.5 %) y determinar el grado de la aceptabilidad aplicando la evaluación sensorial, el sabor, olor, color y textura de las bebidas lácteas formuladas .Así mismo menciona que la bebida láctea con adición de 3,5% harina y pito de cañahua como la mejor formulación con mayor aceptabilidad.

Tonconi (2022), menciona que en la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés se evaluaron características nutricionales de una bebida láctea formulada con tres porcentajes de suero de leche para dar valor agregado al suero como bebida nutritiva; Se realizaron análisis de parámetros fisicoquímicos (pH, sólidos totales y densidad) y nutricionales (contenido proteico, grasa, calcio y vitamina C), en los tres porcentajes de suero de leche; los tratamientos de mayor aceptación fueron la combinación de los tratamientos T2 y T3. El tratamiento T3 (30% suero y 70% agua) fue mayormente aceptado por sus atributos de color y textura; por lo cual se trabajó en la estandarización de un solo producto de bebida nutritiva a partir de suero de leche y agua con pulpa de fruta combinando los tratamientos de T2 (50% suero y 50% agua) y T3 (30% suero 70%).

Churata (2015), En su trabajo de investigación menciona que llevo a cabo un estudio a base de una bebida instantánea de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con actividad antioxidante, empleando como materias primas; pito de cañahua elaborada a partir de granos de cañahua criolla y muestras de pito de cañahua comercializadas. Se desarrolló inicialmente con la valoración de la calidad microbiológica utilizando los recuentos de mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras, además el análisis químico de algunos bioelementos, que son esenciales para la nutrición humana, se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica.

## 1.2. Planteamiento del problema

Actualmente en los mercados de la ciudad de El Alto del departamento de La Paz se encuentran alimentos de cereales andinos comercializados en forma de pítos de cebada, quinua y cañahua que han sido tradicionalmente consumidos, pero la cañahua a pesar de ser un grano con alto valor nutricional y cultural, continúa siendo un cultivo subutilizado y relegado frente a otros granos andinos. Su bajo nivel de industrialización, difusión y consumo limita el acceso de la población a sus beneficios nutricionales, desaprovechando su potencial como ingrediente funcional en la elaboración de alimentos.

Este bajo nivel de consumo pito de cañahua genera la pérdida de oportunidades para mejorar la dieta, combatir deficiencias nutricionales y fortalecer la seguridad alimentaria. Además, contribuye a la desvalorización de un cultivo ancestral, que forma parte del patrimonio agroalimentario andino. Por otro lado, el lactosuero, a pesar de ser un subproducto valioso de la industria láctea, enfrenta problemas y desafíos que limitan su aprovechamiento y comercialización; a menudo es considerado un residuo de menor calidad o como un desecho debido a la falta de conocimiento nutricional e investigación.

La escasa y falta de información sobre la aplicación de diferentes concentraciones y variedades de pito de cañahua constituye un problema adicional, ya que impide la formulación de productos nutritivos y aceptables. Por ello, se vuelve necesario investigar esta combinación, con el fin de optimizar el aprovechamiento del pito de cañahua y lactosuero.

## 1.3. Justificación

La presente investigación surge ante la necesidad de evaluar el efecto de tres concentraciones y dos variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en las características organolépticas y nutricionales de una bebida elaborada a base de lactosuero con el propósito de generar información científica que contribuya al desarrollo de productos alimenticios nutritivos e innovadores, capaces de mejorar la dieta e incrementar el consumo, del pito de cañahua a la vez, valorizar los recursos locales de un cultivo ancestral de gran importancia nutricional y cultural.

El estudio busca aprovechar el potencial de los recursos andinos de alto valor nutricional, destacando el pito de cañahua, reconocido por su elevado contenido de proteínas, fibra y

micronutrientes esenciales. Su incorporación en nuevos productos alimenticios aporta una estrategia efectiva para combatir deficiencias nutricionales, promoviendo la elaboración de alimentos accesibles y saludables.

Por otra parte, el lactosuero, subproducto lácteo tradicionalmente desaprovechado, puede emplearse de manera eficiente al combinarse con el pito de cañahua, favoreciendo la sostenibilidad y reduciendo el impacto ambiental. Esta combinación permite formular una bebida funcional e innovadora que responde a la creciente demanda de productos saludables y de origen ancestral, fortaleciendo al mismo tiempo la identidad cultural boliviana y la valorización de los recursos agroalimentarios locales.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la aplicación de tres concentraciones y dos variedades de pito de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en las características organolépticas y nutricionales de una bebida elaborada a base de lactosuero en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la carrera Ingeniería Agronómica UPEA.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las características organolépticas de la bebida láctea con diferentes concentraciones de pito de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).
- Determinar los valores de pH y °Brix de las bebidas lácteas formuladas
- Identificar las características nutricionales (proteína, hierro, calcio y magnesio) de la bebida láctea con mayor aceptación.

## **1.5. Hipótesis**

$H_0$ : La aplicación de tres concentraciones y dos variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en las características organolépticas y nutricionales de una bebida elaborada a base de lactosuero no presentan diferencias significativas.

$H_1$ : La aplicación de tres concentraciones y dos variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en las características organolépticas y nutricionales de una bebida elaborada a base de lactosuero si presentan diferencias significativas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Cañahua

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) de acuerdo a la historia narrativa se señala que tuvo excepcional desarrollo durante la cultura Tiahuanacota en las orillas del lago Titicaca binacional (Bolivia-Perú). Este cultivo es considerado tolerante a factores abióticos (heladas, sequias) o suelos marginales descritos por diferentes investigadores (Mamani, 2018).

Este cultivo denominado también (kañiwa o qañawa), es un alimento domesticado, mejorado y consumido por las culturas preincas e inca de la zona andina, su uso fue restringido y marginal porque se desconocían sus valores alimenticios. Su alto valor nutritivo y sus propiedades medicinales han contribuido a que la cañahua sobreviva a pesar de las desfavorables circunstancias socioeconómicas (Weits, 2018).

El mismo autor indica, que el grano es una importante fuente de proteína y tradicionalmente ha sido una alternativa vital en áreas rurales de los Andes. Su composición balanceada de aminoácidos es similar a la composición de la proteína de la caseína de la leche. De igual manera se usa tradicionalmente en mezclas con forraje. El grano también tiene alto nivel de fibra dietética, hierro, grasas no saturadas y azúcar.

#### 2.1.1. Importancia de la cañahua

La cañahua es una planta que produce granos nutritivos y es propia del altiplano boliviano; los granos presentan alto contenido de proteínas, minerales, fibras y otras. Los granos tienen exclusiva relevancia en la seguridad alimentaria de los habitantes actuales y con seguridad a futuro se recuperará su consumo como fue antes (Mamani, 2018).

Se deben diseñar nuevas tecnologías de procesamiento a pequeña escala de estos cereales y desarrollar nuevos productos, para así contribuir a la industrialización de estos granos andinos y a la vez aumentar las opciones de alimentos nutritivos a la sociedad señala (Bartolo, 2014).

### **2.1.1.1. Valor nutricional de la cañahua**

La cañahua es un pseudocereal andino de alto valor nutritivo, rica en proteínas (13-19 %) con aminoácidos esenciales como lisina y metionina, superiores a los de los cereales tradicionales. Contiene carbohidratos complejos (55-65 %), grasas insaturadas (6-8 %) y fibra dietética (5-10 %) que favorecen la digestión y reducen el colesterol. Aporta importantes minerales como hierro, calcio, fósforo, magnesio y zinc, además de vitaminas del complejo B y vitamina E. Su contenido de compuestos antioxidantes (flavonoides y fenoles) le otorga propiedades funcionales que ayudan a prevenir enfermedades crónicas y fortalecer el sistema inmunológico (Cruz, 2022).

Por su excelente composición nutricional, digestibilidad y ausencia de gluten, la cañahua es considerada un superalimento andino, ideal para mejorar la alimentación humana y desarrollar productos funcionales como bebidas nutritivas (Aliaga, 2017).

**Cuadro 1.Composición nutricional aproximada de la cañahua (por 100 g de grano seco)**

<b>Componente</b>	<b>Contenido aproximado</b>	<b>Unidad</b>
Energía	340 – 360	kcal
Proteínas	15 – 19	%
Carbohidratos totales	55 – 65	%
Grasas totales	6 – 8	%
Fibra dietética	5 – 10	%
Cenizas (minerales totales)	3 – 4	%
Hierro (Fe)	8 – 10	mg
Calcio (Ca)	150 – 200	mg
Fósforo (P)	350 – 400	mg
Zinc (Zn)	4 – 6	Mg
Magnesio (Mg)	180 – 200	Mg
Vitamina E	2 – 3	Mg

Fuente: Cruz (2022).

#### **2.1.1.1.1. Proteínas**

El valor nutricional de la cañahua es elevado y superior a otros cereales ya que además de ser fuente de energía, también constituye una valiosa fuente para el consumo humano. Uno de los aspectos más destacados de este grano es su alto contenido y calidad de proteínas, que lo convierten en una excelente alternativa para mejorar la dieta, especialmente en regiones con limitado acceso de este nutriente, contiene una cifra superior a la mayoría de

los cereales convencionales como el trigo, el arroz o el maíz. Este elevado contenido proteico contribuye de manera significativa al aporte de aminoácidos esenciales en la alimentación humana (Mujica, 2024).

Las proteínas de la cañahua son consideradas de alta calidad biológica, ya que presentan un perfil equilibrado de aminoácidos esenciales. Destaca especialmente su alto contenido de lisina, un aminoácido que suele encontrarse en cantidades limitadas en los cereales comunes, lo que mejora su valor nutricional. Además, aunque las cantidades de metionina y cisteína son moderadas, su presencia complementa el conjunto de aminoácidos necesarios para una adecuada nutrición (Vidaurre, 2023)

Otro aspecto relevante es la alta digestibilidad de las proteínas de la cañahua. A diferencia de la quinua, no contiene saponinas, compuestos amargos que pueden interferir con la absorción de nutrientes y que requieren lavado o procesamiento previo. Esto hace que la cañahua sea más fácil de preparar y más eficiente en términos de aprovechamiento proteico (Cruz, 2022).

#### **2.1.1.2. Aminoácidos**

La cañahua es una de las fuentes vegetales más completas de aminoácidos, superando ampliamente a la mayoría de cereales en lisina, treonina y triptófano. Su equilibrio aminoacídico, alta digestibilidad y ausencia de saponinas la posicionan como un alimento funcional de gran valor nutricional y biotecnológico (Carrasco, 2011).

**Cuadro 2. Contenido de aminoácidos en 100 g de proteína en granos de cañahua**

Aminoácidos	Contenido aproximado (g/100 g proteína)
Lisina	6.0 – 6.8
Leucina	7.5 – 8.0
Isoleucina	4.0 – 4.5
Valina	4.5 – 5.0
Treonina	3.0 – 3.5
Fenilalanina	4.0 – 4.5
Metionina + Cisteína	2.0 – 2.5
Triptófano	1.0 – 1.2
Histidina	2.0 – 2.2

Fuente: Carrasco (2011).

Los aminoácidos esenciales desempeñan importantes funciones en el organismo, por ejemplo:

- Lisina es un aminoácido esencial básico importante en el crecimiento y la reparación de tejidos, interviene en la formación del colágeno, proteínas musculares y enzimas, facilita la absorción del calcio y la producción de anticuerpos. Su contenido es elevado, superando a la mayoría de los cereales, esto aumenta el valor nutricional de sus proteínas (Carrasco, 2009).
- Leucina aminoácido de cadena ramificada (BCAA) esencial para la síntesis proteica, estimula la reparación y crecimiento muscular, participa en la regulación del azúcar en sangre y la producción de energía durante el ejercicio y ayuda al desarrollo muscular y es clave en la nutrición deportiva (Mujica, 2024).
- Isoleucina también un BCAA, estructuralmente similar a la leucina, participa en la formación de hemoglobina y en la reparación del tejido muscular, regula los niveles de glucosa y energía en el cuerpo. Su presencia en la cañahua favorece la recuperación muscular y el metabolismo energético (White, 2021).
- Valina aminoácido de cadena ramificada que interviene en el mantenimiento del tejido nervioso y muscular, favorece la coordinación muscular y mental, ayuda en la reparación de tejidos y en la producción de energía. En conjunto con leucina e isoleucina, mantiene el equilibrio de nitrógeno en el organismo (Carrasco, 2009).
- Treonina aminoácido polar esencial que contribuye a la formación de proteínas estructurales, forma parte del colágeno, elastina y esmalte dental, participa en el metabolismo de grasas y en el funcionamiento del hígado. Su nivel en la cañahua contribuye a la salud de tejidos y mucosas (Mujica, 2024).
- Fenilalanina aminoácido aromático precursor de neurotransmisores importantes, se transforma en tirosina, base para la síntesis de dopamina, adrenalina y noradrenalina, influye en el estado de ánimo y la concentración. La cañahua aporta cantidades equilibradas que favorecen el bienestar mental y neurológico (Mujica, 2024).
- Metionina aminoácido azufrado esencial que participa en procesos de desintoxicación, inicia la síntesis de proteínas (es el primer aminoácido en la cadena polipeptídica), aporta azufre, necesario para la formación de cisteína y glutatión, antioxidantes naturales. En la cañahua, su nivel es moderado, por lo que se recomienda combinarla con legumbres que aporten más metionina (White, 2021).

- Triptófano aminoácido esencial aromático precursor de la serotonina y melatonina, participa en la regulación del sueño, el apetito y el estado de ánimo, favorece la síntesis de niacina (vitamina B3). La cañahua contiene niveles superiores al promedio de los cereales, lo que apoya el equilibrio emocional y neurológico.
- Histidina aminoácido semi-esencial, importante en etapas de crecimiento y regeneración celular, precursor de la histamina, sustancia implicada en la respuesta inmunológica, interviene en la formación de hemoglobina. Su presencia en la cañahua contribuye a la salud inmunológica y al desarrollo infantil (White, 2021).

#### **2.1.1.3. Carbohidratos**

El contenido de carbohidratos conocidos también como hidratos de carbono o glúcidos varía entre 55 y 65 g/100 g de grano; su principal función consiste en suministrar energía al cuerpo, especialmente al cerebro y sistema nervioso, en el campo de la nutrición el empleo de los carbohidratos permite sobre todo ajustar la digestibilidad y es fuente de energía calórica del alimento (Bartolo, 2013)

**Cuadro 3. Contenido de carbohidratos en la cañahua**

Componente	Cantidad (por 100 g)
Carbohidratos totales	55 – 65 g
Fibra dietética	6 – 10 g
Azúcares simples	< 2 g
Almidón (carbohidrato complejo)	50 – 55 g

Fuente: Gonzales (2018).

#### **2.1.1.4. Grasas**

Las grasas se encuentran clasificadas entre los lípidos, son un grupo de moléculas orgánicas que aportan energía de 9 kcal por gramo a los organismos vivos, aunque también intervienen en otros procesos fisiológicos, pues contienen vitaminas (A, D, E y K), hormonas y mediadores intracelulares (Ticona, 2018).

Los lípidos en la cañahua cumplen funciones estructurales, energéticas y bioactivas, y se distribuyen principalmente en el embrión y el perisperma del grano, donde acompañan a proteínas y compuestos antioxidantes (Bartolo, 2013).

**Cuadro 4.Composisicon de grasas por 100 g en grano de cañahua**

Componente	Cantidad (g/100 g)
Grasa total	5 – 8 g
Ácidos grasos insaturados	70 – 85 % del total
Ácido linoleico ( $\omega$ -6)	40 – 50 %
Ácido $\alpha$ -linolénico ( $\omega$ -3)	4 – 8 %
Ácido oleico ( $\omega$ -9)	20 – 25 %
Ácidos grasos saturados (principalmente palmitico y esteárico)	15 – 25 %

Fuente: Narváez (2020).

- Ácidos grasos insaturados son aquellos que tienen uno o más dobles enlaces en su cadena de carbono. Esto los hace líquidos a temperatura ambiente y metabólicamente más saludables. En la cañahua, dominan los ácidos linoleicos,  $\alpha$ -linolénico y oleico, los cuales disminuyen el colesterol LDL (malo) y ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares, también aumentan la fluidez de las membranas celulares, lo que mejora la comunicación y el transporte de nutrientes entre las células. Estos lípidos insaturados se oxidan fácilmente, pero la cañahua posee antioxidantes naturales (tocoferoles) que los protege (Narváez, 2020).
- Ácido linoleico ( $\omega$ -6) es un ácido graso poliinsaturado esencial, perteneciente a la familia omega-6, para la síntesis de prostaglandinas, moléculas que regulan procesos como la inflamación, presión arterial y coagulación sanguínea, en equilibrio con los omega-3, favorece el funcionamiento del sistema nervioso y la piel, un exceso de omega-6 sin suficiente omega-3 puede promover inflamación, pero la cañahua mantiene una proporción equilibrada entre ambos (Huamán, 2024).
- Ácido  $\alpha$ -linolénico ( $\omega$ -3) es otro ácido graso esencial, pero de la familia omega-3 es el precursor del EPA y DHA compuestos fundamentales para el cerebro, la visión y el sistema cardiovascular; su presencia en la cañahua mejora el perfil lipídico total y disminuye los triglicéridos en sangre, también actúa como antiinflamatorio natural y contribuye a la regeneración celular (Cordero, 2019).
- Ácido oleico ( $\omega$ -9) es un ácido graso monoinsaturado, característico del aceite de oliva, tiene propiedades cardioprotectoras ya que reduce el colesterol LDL y mantiene o eleva el HDL. Además, mejora la estabilidad oxidativa de los aceites vegetales haciendo que la cañahua sea menos propensa a enranciarse durante el almacenamiento; participa en la flexibilidad de las membranas celulares y en la

señalización de genes relacionados con el metabolismo de las grasas (Cordero, 2019).

- Ácidos grasos saturados no tienen dobles enlaces, por lo que son sólidos a temperatura ambiente, en la cañahua predominan el ácido palmítico y el ácido esteárico; aunque en exceso pueden aumentar el colesterol LDL, en la cañahua están en bajas proporciones, equilibrados por la alta cantidad de insaturados. Además, algunos saturados como el esteárico no son dañinos; se metabolizan de forma neutra en el organismo contribuyendo a la estructura y estabilidad del grano, ayudando a proteger los nutrientes durante el almacenamiento y tostado (Narváez, 2020).
- Antioxidantes asociados en la cañahua contiene tocoferoles naturales (vitamina E), que actúan como antioxidantes liposolubles, estos evitan la oxidación de los ácidos grasos, prolongando la vida útil del grano y sus productos derivados. Además, protegen las células humanas contra el estrés oxidativo, contribuyendo a la prevención del envejecimiento celular y de enfermedades crónicas (Ticona, 2018).

#### **2.1.1.5. Fibra**

La fibra de la cañahua es importante porque se mantiene presente incluso al elaborar el pito, aportando beneficios digestivos y funcionales al alimento final.

Está compuesta la fibra por un conjunto de componentes vegetales no digeribles presentes en el grano de *Chenopodium pallidicaule* Aellen (cañahua), que forman parte de su fracción estructural (pared celular) y de algunos polisacáridos solubles. Está compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa, lignina, pectinas y mucílagos (Tapia, 2015).

#### **2.1.1.6. Minerales de la cañahua**

Los minerales de la cañahua son nutrientes esenciales que forman parte de su composición natural y que desempeñan funciones clave en el organismo que participa en el metabolismo energético y en la producción de glóbulos rojos. Su presencia convierte a la cañahua en un alimento altamente nutritivo y funcional, capaz de aportar beneficios significativos para la salud humana.

Los minerales se definen como los elementos químicos naturales presentes en su estructura biológica, que provienen del suelo donde crece y se incorporan a su composición

durante el desarrollo del grano. Estos minerales (Ca, P, Fe, Mg, K) contribuyen tanto al valor nutricional del alimento como a su importancia funcional en la dieta humana (Carrasco, 2011).

**Cuadro 5.Composición de minerales de la cañahua**

Mineral	Contenido aproximado (mg / 100 g)
Calcio (Ca)	110 – 150 mg
Fósforo (P)	300 – 400 mg
Hierro (Fe)	10 – 15 mg
Magnesio (Mg)	200 – 250 mg
Potasio (K)	700 – 900 mg
Zinc (Zn)	3 – 5 mg
Cobre (Cu)	0.5 – 1.0 mg

Fuente: Carrasco (2011).

## **2.2. Pito de cañahua en la agroindustria**

### **2.2.1. Limpieza del grano**

La limpieza del grano luego del trillado, paralelamente se realiza el secado natural y limpieza que consiste en separar del grano pequeño todas las impurezas como las hojas, restos de tallo y perigonio, utilizando zarandas manuales y aprovechando la corriente y velocidad del viento; luego es almacenado para su posterior uso o conservación. Para su consumo frecuentemente es lavado a fin de limpiar o eliminar la tierra y arena por disolvimiento y limpieza, respectivamente y no para eliminar saponina puesto que este grano tiene la ventaja de no contener esta sustancia anti nutricional (Quiroga, 2018).

### **2.2.2. Preparación pito de cañahua**

La elaboración de pito de cañahua consiste en limpiar los granos, tostar ligeramente a 100°C y posteriormente moler los granos, obteniéndose un tipo de harina llamada comúnmente como "pito de cañahua". El proceso de tostado es un paso laborioso que rinde un producto muy aromático de alto prestigio y medicina fortificante, se caracteriza por ser un alimento altamente nutritivo, rico en proteínas, aminoácidos esenciales, hierro, calcio y antioxidantes, lo que lo convierte en una fuente importante de energía natural. Tradicionalmente, se utiliza para preparar bebidas calientes o frías, como el "pito con leche" o el "api de cañahua", muy comunes en la dieta del altiplano boliviano (Franco, 2013).

### 2.3. Composición nutricional del pito de cañahua

El pito de cañahua es obtenido a través del grano tostado, los mismos que son sometidos a un proceso de trituración, molienda y tamizado siendo su consumo instantáneo con la combinación de leche o mate a manera de desayuno, también es empleada para diferentes preparaciones o usos en la industria de la pastelería. Este es un producto de sabor agradable, desde tiempos ancestrales se ha consumido como un alimento importante de la población andina por su alto contenido calórico, hierro asimilable y fibra dietética (Pérez, 2020).

**Cuadro 6.Composición nutricional del pito de cañahua**

Nutriente	Unidad	Cantidad promedio (por 100 g)
Energía	kcal	385
Agua	g	5.0
Proteínas	g	15.7
Grasas totales	g	6.2
Carbohidratos disponibles	g	68.0
Fibra dietética	g	4.8
Cenizas (minerales totales)	g	3.5
Calcio (Ca)	mg	140
Fósforo (P)	mg	370
Hierro (Fe)	mg	13.2
Magnesio (Mg)	mg	180
Zinc (Zn)	mg	4.2
Vitamina B1 (Tiamina)	mg	0.35
Vitamina B2 (Riboflavina)	mg	0.28
Niacina (B3)	mg	1.2
Ácido fólico (B9)	µg	50
Antioxidantes totales (fenoles)	mg GAE/100g	250–30

Fuente: Pérez (2020).

### 2.4. Uso y aplicaciones del consumo del pito de cañahua

El grano de cañahua es el grano producido por las plantas de cañahua, de alto valor nutricional apropiado para la alimentación humana sobre todo para la población infantil (niño y niña) y para madres gestantes, por eso, el consumo del grano debe orientarse a la recuperación en sus diferentes formas o diversificados del consumo de cañahua tales

como: en la pastelería, repostería y gastronomía andina o tradicional, de acuerdo a los lugares donde se cultivan la cañahua (Mamani, 2018).

Su consumo es versátil se prepara como bebida caliente o fría, se incorpora en papillas infantiles, panes, galletas, barras energéticas y otros alimentos funcionales debido a su fácil digestión, su aporte energético y la ausencia de gluten, el pito de cañahua es adecuado para todas las edades y especialmente beneficioso en programas de nutrición y alimentación saludable. Además, tiene aplicaciones en la industria alimentaria como base para mezclas instantáneas, suplementos naturales y productos fortificados, contribuyendo al desarrollo de alimentos sostenibles y de alto valor agregado, el pito de cañahua representa una alternativa nutritiva y funcional con potencial para mejorar la seguridad alimentaria y promover el rescate de productos tradicionales andinos (Flores, 2020).

## **2.5. Leche**

La leche es un producto de gran valor nutricional, que genera la posibilidad de preparar diversos productos lácteos o derivados de gran importancia a nivel industrial y económico. La calidad y composición de la leche depende directamente del tipo de crianza y alimentación del animal que la produce. Sus principales componentes son agua, proteínas, grasa, lactosa y sales minerales y materia seca suspendida o disuelta, sin embargo, el 87% de su contenido total es agua. De modo que se deben asegurar la inocuidad de la leche en el momento de las rutinas de ordeño, cuidando de prácticas de higiene personal, higiene en las instalaciones de las granjas y fábricas donde se va a manipular, así como utensilios adecuados para facilitar dicha operación (Forero, 2017)

El proceso de transporte y almacenamiento también son claves en el momento de asegurar la inocuidad del alimento ya que la leche se contamina de manera rápida y acelerada, se debe contar con el sistema adecuado de refrigeración con el fin de evitar la acción bacteriana que pueda deteriorar la leche (Forero, 2017).

### **2.5.1. Parámetros de Control de calidad de la leche cruda y fresca**

Los parámetros establecidos para el control de calidad en la leche cruda y fresca son: Acidez Titulable, densidad, pH, materia grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, impurezas macroscópicas, proteínas y cenizas (IBNORCA, 2023).

Sí, tanto el pH como los grados Brix de la leche son parámetros críticos que deben estar dentro de rangos adecuados para la elaboración de bebidas lácteas (como yogures, jugos batidos o bebidas fermentadas). Un pH menor a 6.5 indica inicio de fermentación o acidez elevada; un pH mayor a 6.9 puede indicar mastitis o adulteración, entonces un pH 6.6, 6.8 garantiza estabilidad de proteínas (caseína) y adecuada fermentación o mezcla con otros ingredientes; en caso de los °Brix indica una leche de buena calidad, con sólidos totales normales 11-12% utilizada para bebidas lácteas o formulaciones especiales. (IBNORCA, 2023).

### **2.5.2. Queso**

El queso es un producto alimenticio sólido o semisólido obtenido a partir de la coagulación de la leche entera, parcialmente desnatada, descremada o de sus mezclas, mediante la acción del cuajo, enzimas específicas o cultivos lácticos, seguidos de la separación del suero y en algunos casos, un proceso de maduración controlada. La composición del queso fresco es de alta densidad nutricional, fuente significativa de proteínas de alto valor biológico, calcio, fósforo, zinc, vitaminas A, D, B2 y B12, y grasa láctea, su valor energético y su digestibilidad dependen del tipo de leche, grado de maduración y contenido de humedad (IBNORCA, 2023).

### **2.5.3. Suero de leche**

El suero de leche es muy importante porque es un subproducto de la industria láctea con un alto valor nutricional y funcional. Contiene proteínas de alta calidad, vitaminas, minerales y lactosa.

Según Poveda (2019), señala que el suero de leche es el subproducto líquido resultante de la coagulación de la leche durante la elaboración del queso o de la caseína. Está compuesto principalmente por agua, lactosa, proteínas séricas (lactoalbúmina y lactoglobulina), minerales y vitaminas del complejo B. A pesar de ser considerado un residuo en el proceso quesero, posee un alto valor nutricional y funcional, ya que las proteínas del suero son de gran calidad biológica, fácilmente digeribles y con importantes aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética y además contribuye a la reducción de la contaminación ambiental, al transformarse en bebidas lácteas, suplementos proteicos y otros productos de valor agregado.

Por otro lado, el suero de leche es fundamentalmente el responsable del grado de contaminación de los efluentes lácteos, para apreciar el grado de contaminación únicamente no se tiene en cuenta la composición química cuantitativa, si no la demanda bioquímica de oxígeno que se expresa en miligramos de oxígeno exigidos para la destrucción, por oxidación microbiana de las materias orgánicas, en lo que se refiere a la capacidad de depuración de un sistema, se considera habitualmente la DBO5, es decir la demanda de oxígeno al cabo de 5 días (Hernández, 2014)

Como se ha mencionado con anterioridad el suero de leche, independiente del tipo que sea, tiene excelentes componentes nutricionales; los cuales no son aprovechados o tratados adecuadamente lo que puede significar desde un punto de vista un gran foco de contaminación ambiental. En ese sentido, la lactosa es el principal agente contaminante del lactosuero, ya que se encuentra a una concentración de aproximadamente de 50 gramos por litro (Poveda, 2019).

En síntesis, el primer parámetro mide el grado de contaminación del efluente (en este caso suero) cuantificando el oxígeno requerido por determinados microorganismos para poder oxidar el efluente en cuestión, mientras mayor sea el oxígeno requerido por los microorganismos, mayor será el nivel de contaminación del residuo; de igual manera la demanda química de oxígeno (DQO) hace referencia a la materia orgánica dispuesta a ser oxidada por medios químicos, al igual que la demanda biológica de oxígeno (DBO), a mayor oxígeno utilizado en la oxidación del residuo, mayor es su nivel de contaminación. Prácticamente la demanda química de oxígeno (DQO) tiende a ser el doble del valor de la demanda biológica de oxígeno (DBO). Influenciando la urgente utilización y aprovechamiento del suero de leche, para reducir este cuantioso riesgo y al desperdicio de los componentes nutricionales presente en este subproducto (Franchi, 2010).

#### **2.5.4. Obtención del suero de leche**

El suero de leche se obtiene como subproducto durante la elaboración de quesos y contiene proteínas, lactosa, vitaminas y minerales. Posteriormente, puede ser procesado para concentrar sus componentes, deshidratarlo o incorporarlo directamente en alimentos y bebidas funcionales, aprovechando su valor nutricional y funcional.

Según Incahuanc (2013), indica que el suero de leche es un líquido que se obtiene por la coagulación de la leche en la elaboración del queso, una vez que se separan la cuajada del

queso (la caseína) y la grasa. Según el procedimiento utilizado para separar la cuajada del queso, es decir, según que haya sido empleada la coagulación ácida o la coagulación enzimática (por el cuajo), se obtiene lactosuero dulce o lactosuero ácido (suero de Quark). El lactosuero ácido contiene lactato de calcio, mientras que el lactosuero dulce contiene una cantidad mayor o menor de calcio dependiendo de que la coagulación se haya realizado en mayor o menor medida por la acidez o por el cuajo.

El suero de leche o lactosuero, es un líquido pobre en extracto seco (5 a 6,5%) que se altera rápidamente bajo la acción de diversos microorganismos; debe utilizarse o tratarse sin dilución. En todos los casos, es preciso tener en cuenta su origen: el lactosuero dulce, procedente de la coagulación por el cuajo de leches no ácidas; es conveniente para todas las transformaciones y utilizaciones mencionadas; su acidez varía, de 15 a 25°Dormic, según las fabricaciones. Mientras el lactosuero ácido, procedente de la fabricación de quesos frescos o de pasta blanda, o bien de la fabricación de la caseína láctica; debe neutralizarse previamente, para la mayor parte de sus aplicaciones. El contenido de lactosa se reduce a causa de la fermentación láctica, y la acidez puede elevarse hasta 120°Dormic (Park, 2017).

#### **2.5.5. Lactosa en el suero de leche**

La lactosa es el principal carbohidrato del suero de leche, es un disacárido formado por glucosa y galactosa que aporta energía al organismo y sirve como base para la producción de diversos derivados lácteos.

Según Hernández (2014), indica que la lactosa es el principal carbohidrato presente en el suero de leche y constituye aproximadamente el 70 al 75% de sus sólidos totales. Se trata de un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de galactosa, cuya función es aportar energía y actuar como precursor de diversos derivados lácteos. La presencia de lactosa convierte al suero de leche en un ingrediente valioso tanto para la nutrición humana como para la industria de alimentos lácteos.

#### **2.5.6. Suero de leche para procesamiento**

Después de dejar el queso en la tina en la fase de drenado, el suero pasa a través de un colador para remover las partículas finas de la cuajada. Estas partículas son generadas de nuevo a la cuajada y el suero va a un tanque de mantenimiento, de igual manera puede ir

a un clarificador centrifugo o a un filtro muy fino, para remover las partículas que han sido retenidas en la primera filtrada. Si el suero va a ser almacenado antes de su procedimiento, es enfriado debajo de los 10 °C (Gonzales, 2010).

El suero está así libre de partículas, pero contiene remanentes de grasa en forma globular, para remover la grasa, el suero es calentado de 50-55°C para derretir toda la grasa que puede ser separada por centrifugado, dejando solamente alrededor de 0.05% de grasa en el suero; sin embargo, un calentamiento a 45 °C basta para la separación de la grasa por centrifugación. La temperatura de almacenamiento del suero debe ser menor de 10°C si este se pretende usar después de unas horas, pero si se quiere almacenar por más tiempo ésta debe ser a 4°C (Gonzales, 2010).

#### **2.5.7. Clasificación de suero de leche**

Existen dos clases de suero de leche: el suero dulce y ácido, donde se han incrementado paulatinamente la diversidad de productos lácteos, en especial la producción de quesos, y por ende el suero de leche; siendo importante su clasificación para obtener un mejor aprovechamiento dependiendo del origen de la leche, el tipo de queso y las variaciones del proceso, dado que la clasificación del suero será diferente en su composición química y física según (Loaiza, 2011).

**Cuadro 7. Clasificación del suero de leche**

<b>Clases de suero</b>	<b>pH</b>	<b>Densidad g/cm3</b>
Suero dulce	5,8 - 6,6	1,015 - 1,024
Suero Ácido	4,0 - 5,0	1,015 - 1,025

Fuente: Loaiza (2011).

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011 el suero de leche se clasifica con base en su acidez y contenido de lactosa en: suero de leche ácido y suero de leche dulce

- **Suero de leche dulce:** Este suero es la fase acuosa que se separa de la cuajada en el proceso de la elaboración del queso o la caseína, de color amarillo verdoso con un pH entre 5,8-6,6.
- **Suero de leche ácido:** La fabricación de caseína precipitada por ácidos minerales da un lugar de suero ácido con un pH próximo 4,5.

### **2.5.8. Nutrientes del suero de leche.**

El principal componente es la lactosa se trata de un azúcar asimilable por el organismo, por otro lado, el contenido de grasa y colesterol del suero es mínimo no más del 0,3% en cuanto a la proteína el suero aporta dos tipos indispensables que son la lacto 5 globulina y la lacto albúminas, también es relevante el contenido de minerales y oligoelementos como: calcio, potasio, fosforo, magnesio, sodio, zinc, hierro y cobre (Chávez, 2014).

Según Villarreal (2015), manifiesta que, aunque el suero contiene nutrientes valiosos, el suero no había sido considerado como fuente rica en nutrientes para la alimentación humana; recientemente se han intensificado los esfuerzos para utilizarlos y las tendencias de producción a nivel mundial señalan un rápido aumento en su disposición, en el desarrollo de nuevos procesos comerciales para la fabricación de productos de alta calidad como es la utilización en bebidas, concentrados proteicos entre otros. Por ello el suero representa aproximadamente del 85%-90% del volumen de la leche que entra en el procesamiento del queso y retiene alrededor del 55% de los nutrientes de la leche original, es decir 6,3 g/kg de leche, de esta cantidad, cerca del 25% son proteínas, 8% grasa, 95% lactosa (dependiendo del contenido de humedad en el queso) y 50% de los minerales contenidos en la leche.

#### **2.5.8.1. Minerales del suero de leche**

Los minerales del suero de leche son nutrientes esenciales presentes en este subproducto lácteo. Su presencia no solo aumenta el valor nutricional del suero, sino que también lo convierte en un ingrediente funcional valioso para la elaboración de bebidas nutritivas.

Villareal (2015), indica que el suero de leche de quesos más ácidos tiene mayor contenido de minerales que los sueros de quesos menos ácidos. Esto tiene implicaciones importantes a la hora de procesar el suero de leche para convertirlo en un requesón, en una bebida o en otro alimento. Los minerales del suero de leche están descritos en el cuadro 8.

**Cuadro 8. Minerales del suero de leche**

<b>Componentes</b>	<b>Lactosuero dulce</b>	<b>Lactosuero acido</b>
Calcio	0,4 - 0,6 g/L	1,2 - 1,6 g/L
Hierro	0,6 - 0,10 g/L	1 - 1,3 g/L
Potasio	1,6 g/L	1,8 g/L

Fuente: Villaroel (2015).

### 2.5.8.2. Vitaminas de suero de leche

El suero de leche, o también llamado lactosuero tiene una importante presencia de vitaminas del complejo B (tiamina B<sub>1</sub>, riboflavina B<sub>2</sub>, niacina B<sub>3</sub>, piridoxina B<sub>6</sub>, ácido fólico B<sub>9</sub>, cobalamina B<sub>12</sub>), además de vitamina C y trazas de vitaminas liposolubles (A, D, E). Las concentraciones varían según el tipo de suero (dulce/ácido), procesos industriales y tratamientos (Guo, 2024).

**Cuadro 9.Vitaminas del suero de leche**

Vitamina	Tipo	Concentración aproximada
B <sub>1</sub> (Tiamina)	Hidrosoluble	0.04–0.6 mg/L
B <sub>2</sub> (Riboflavina)	Hidrosoluble	1.5–2.0 mg/L
B <sub>3</sub> (Niacina)	Hidrosoluble	0.1–0.5 mg/100 g
B <sub>5</sub> (Ácido pantoténico)	Hidrosoluble	0.3–0.4 mg/100 g
B <sub>6</sub> (Piridoxina)	Hidrosoluble	0.03–0.05 mg/100 g
B <sub>12</sub> (Cobalamina)	Hidrosoluble	1.5–2.5 µg/L
C (Ácido ascórbico)	Hidrosoluble	0.1 mg/100 g
A (Retinol)	Liposoluble	10–16 UI/100 g

Fuente: Guo (2024).

### 2.5.8.3. Proteínas del suero de leche

El suero de leche (o lactosuero) contiene aproximadamente 0,6 a 0,9 % de proteínas en su forma líquida. Estas proteínas son de alto valor biológico, altamente digeribles y con un perfil completo de aminoácidos esenciales, comparables o incluso superiores a los de la caseína y la carne (Villaroel, 2015).

El lactosuero representa una rica y variada mezcla de proteínas secretadas que poseen amplio rango de propiedades químicas, físicas y funcionales. Concretamente, suponen alrededor del 20% de las proteínas de la leche de bovino, siendo su principal componente la β-lacto globulina (β-LG) con cerca de 10% y la α-lacto albúmina con 4% de toda la proteína láctea, además, contiene otras proteínas como, lactoferrina, lato peroxidasa, inmunoglobulinas, y glimacopeptidos. La β-LG es secretada en leches de rumiantes con la alta resistencia a la digestión gástrica, lo que origina intolerancia y/o alergenicidad en seres humanos, sin embargo, industriales como esterilización, calentamiento o presión hidrostática mejoran la digestibilidad de la β-LG presente en el lacto suero (Parra, 2009).

- **Beta-lactoglobulina.** Es la proteína del suero de leche más abundante que compone aproximadamente el 50% a 55% de las proteínas del suero. La  $\beta$ -lactoglobulina es una molécula muy compacta cuya cadena está fuertemente plegada. Es particularmente apta para formar polímeros, cuya complejidad es función del pH (Parra, 2009).
- **Alfa-lacto albúmina.** Es la segunda proteína de suero más abundante encontrada en el suero de la leche, constituyendo aproximadamente 20 a 25% de la proteína de suero. La alfa-lacto albúmina tiene un alto contenido de triptófano, aminoácido esencial, con beneficios potenciales para la producción de serotonina, la regulación del sueño y mejora el estado de ánimo bajo estrés. Provee todos los aminoácidos esenciales y aminoácidos de cadena ramificada y posee una actividad potencial contra el cáncer (Parra, 2009).
- **Inmunoglobulinas.** Son proteínas producidas por el sistema inmunológico para luchar contra antígenos específicos. Las inmunoglobulinas constituyen aproximadamente el 10 a 15% de la proteína de suero, coloquialmente son conocidas como anticuerpos (Parra, ,2009).

#### **2.5.9. Color, sabor y textura del suero de leche.**

El suero de leche es un líquido resultante de la coagulación de la leche durante la fabricación de queso, caracterizado por un aspecto turbio y un color que varía del blanco al blanco-amarillento, debido a la presencia de proteínas solubles, minerales y pequeñas cantidades de grasa residual. Su sabor es fresco, con un ligero dulzor natural proveniente de la lactosa, acompañado de una acidez suave que depende del tipo de coagulación y del pH del suero. En cuanto a su textura, se presenta como un líquido fluido y homogéneo, lo que facilita su uso en la formulación de bebidas y productos funcionales. Estas características sensoriales y físicas hacen que el suero de leche sea un ingrediente versátil y nutritivo, aprovechando tanto su valor proteico como mineral (Álvarez, 2013)

Es importante destacar estos atributos del suero de leche, ya que su color, sabor, textura y valor nutricional constituyen factores clave para su utilización en la elaboración de bebidas lácteas y otros derivados destinados al consumo humano.

#### **2.5.10. Potenciales usos del suero de leche.**

El suero de leche es importante en la industria por su versatilidad y alto valor nutritivo. Se utiliza para elaborar proteínas en polvo, bebidas lácteas, alimentos funcionales y suplementos deportivos, además de servir como ingrediente en productos horneados,

confitería y nutrición infantil. Su aprovechamiento contribuye a la sostenibilidad, ya que transforma un subproducto que podría ser desperdiciado en recursos comerciales de alto valor, generando beneficios económicos y reduciendo el impacto ambiental (Álvarez 2013).

Ticona (2018), describe que uno de sus usos que se le puede dar al suero de leche, es para la elaboración de queso ricota (requesón), precipitando las proteínas por calentamiento en medio ácido. En este procedimiento se aprovechan solamente las propiedades nutricionales de las proteínas, ya que el procedimiento las desnaturaliza, es decir que las proteínas se despliegan, pierden su estructura y por lo tanto también sus propiedades funcionales.

El suero de leche se sigue presentando para productos de panadería, pastelería y confitería por lo cual los concentrados de proteína de suero son ingredientes muy comunes en la industria panadera y pastelera debido en buena parte al sabor lácteo, a la blandura que imparten los productos, además a mejorar el valor nutritivo, el color y la apariencia (Álvarez 2013).

Otro uso interesante sería la producción de proteínas con tecnología de ultrafiltración por membrana, que permite retener las proteínas de una solución. En una membrana que posee poros muy pequeños. La obtención de estas proteínas estaría destinada a la industria farmacéutica y alimenticia por la simple filtración del suero de queso quedan retenidos por la membrana desde un 15 hasta 25% de proteínas cabe mencionar que el proceso ultrafiltración no desnaturaliza las proteínas del suero de queso, por lo que sus propiedades funcionales permanecen intactas. El uso más común y simple que se le da al suero de queso, en nuestro medio, es en la elaboración de jugos lácticos, es simplemente porque no requiere tecnología adicional para su elaboración (Taniza, 2008).

### **2.5.11. Ventajas y desventajas del suero lácteo.**

#### **2.5.11.1. Ventajas**

Las ventajas que aporta el suero de leche son muy importantes, ya que permiten aprovechar un subproducto que de otro modo se desperdiciaría, transformándolo en proteínas de alto valor, además, su consumo aporta beneficios para la salud.

Según Chávez (2014), indica que las principales ventajas del consumo de suero de leche es que la lactosa, su principal componente, no se disocia por completo en la parte superior del tracto gastrointestinal, sino que mantiene sus cualidades nutricionales hasta llegar el

intestino delgado y al colon. Una vez en el intestino, las bacterias de la flora intestinal transforman la lactosa en ácido láctico, que son propiedades beneficiosas para el metabolismo, también menciona que al administrar proteína de suero de leche se potencia los siguientes aspectos:

- Regeneración de la flora intestinal.
- Potenciación del sistema inmunológico.
- Mayor asimilación de la proteína en el organismo Actúa sobre el hígado al facilitar y mejorar la función.
- Favorece la adsorción de vitaminas y minerales.

#### **2.5.11.2. Desventajas**

Químicamente la lactosa es un disacárido compuesto por galactosa y glucosa. Para poder utilizar este azúcar nuestro cuerpo se sirve de una enzima denominada lactasa gracias a la cual los azúcares simples son absorbidos a través de la pared intestinal. Sin embargo, cuando hay un déficit de esta enzima, la lactosa no se desdobra y como consecuencia, el intestino no lo puede absorber. Actúan entonces las bacterias intestinales generando su fermentación y provocando flatulencia y diarrea líquida. Lo que se conoce, espasmos e hinchazón abdominal, diarreas, estreñimiento, flatulencias y vómitos (Chávez, 2014).

### **2.6. Bebidas lácteas**

Las bebidas lácteas son productos líquidos obtenidos a partir de leche entera, descremada o suero de leche, a los cuales se pueden incorporar ingredientes naturales o artificiales como frutas, cereales, cacao, café, saborizantes, estabilizantes, probióticos, vitaminas y minerales. Su objetivo es ofrecer un alimento nutritivo, refrescante y de fácil digestión, adaptado a diferentes gustos y necesidades del consumidor (Guevara, 2019).

Estas bebidas se caracterizan por mantener las propiedades nutricionales de la leche, especialmente su contenido en proteínas de alto valor biológico, calcio y vitaminas del complejo B, además de ser una fuente importante de energía y agua (Parra, 2018).

### **2.6.1. Beneficios nutricionales en las bebidas lácteas**

#### **2.6.1.1. Proteína**

Las proteínas presentes en las bebidas lácteas aportan múltiples beneficios para la salud, tanto a nivel nutricional como funcional. Estas proteínas, principalmente caseína y proteínas del suero de leche (lactosuero), son de alto valor biológico, ya que contienen todos los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita (Hernández, 2014).

#### **2.6.1.2. Calcio**

El calcio tiene determinados nivel en la sangre para que pueda tener lugar la coagulación sanguínea; resulta indispensable para mantener el tono muscular, para la transmisión de los impulsos nerviosos y para la secreción láctea. Es activador del sistema enzimático y comparte con el fosforo un papel esencial en la formación y estabilidad de los huesos y dientes (Hernández, 2014).

#### **2.6.1.3. Hierro**

El hierro es un mineral esencial para el organismo y su presencia en las bebidas lácteas contribuye significativamente al aporte mineral total de la dieta, especialmente cuando estas bebidas son fortificadas o elaboradas con ingredientes ricos en hierro (FAO, 2023)

#### **2.6.1.4. Magnesio**

El magnesio es un mineral importante para el funcionamiento normal de muchas enzimas (sustancias que desencadenan reacciones químicas del cuerpo), pero que también intervienen en el funcionamiento muscular y la formación de los huesos. Más de la mitad del magnesio total del cuerpo está en los huesos (FAO, 2023).

### **2.7. Características físico-químicas y organolépticas**

#### **2.7.1. Físico-químicas**

##### **a) pH**

El control del pH es muy importante en la elaboración de los productos alimentarios, tanto como indicador de las condiciones higiénicas como para el control de los procesos de transformación. El pH, como la temperatura y la humedad, son importantes para la

conservación de los alimentos. De ahí que generalmente, disminuyendo el valor de pH de un producto, aumente el período de conservación (Hernández, 2014).

**c) °Brix**

Los grados Brix son una medida fundamental en la evaluación físico-química de las bebidas lácteas, ya que indican el contenido total de sólidos solubles presentes en el producto. Estos sólidos incluyen principalmente azúcares (lactosa, sacarosa, fructosa), proteínas, minerales y ácidos orgánicos (Guevara, 2019).

**2.7.2. Bebidas lácteas con pito de cañahua**

El desarrollo de bebidas lácteas funcionales busca ofrecer alimentos que, además de su valor nutricional, aporten beneficios adicionales a la salud del consumidor. La combinación de lactosuero y pito de cañahua permite formular una bebida equilibrada en proteínas, carbohidratos, fibra y micronutrientes esenciales, contribuyendo a mejorar la digestión, fortalecer el sistema inmunológico y prevenir deficiencias nutricionales (Parra, 2018).

Diversos estudios demuestran que la incorporación de cereales y pseudocereales en matrices lácteas mejora sus propiedades organolépticas y su aceptación sensorial. Además, este tipo de productos contribuye al rescate de alimentos tradicionales y al impulso de economías locales sostenibles (Mujica *et al.*, 2015).

Según Parra (2018), La promoción del consumo de bebidas lácteas con pito de cañahua no solo tiene impacto en el ámbito nutricional, sino también en el económico y cultural. Este tipo de productos contribuye a la revalorización de la cañahua como cultivo ancestral, fortaleciendo la identidad cultural boliviana y generando nuevas oportunidades de desarrollo para productores locales.

De esta forma, el aprovechamiento conjunto del lactosuero y la cañahua se alinea con los principios de sostenibilidad, innovación tecnológica y rescate de saberes tradicionales, respondiendo a las necesidades actuales de la población y aportando al desarrollo del sector agroalimentario nacional (Parra, 2018).

## 2.8. Análisis sensorial

El análisis sensorial es el estudio de los alimentos por medio de los sentidos, En gran medida la aceptación o el rechazo de los alimentos por parte de los consumidores depende de la evaluación sensorial, el ser humano elige un alimento según su reacción que cada fuente alimenticia le provoca. Es por ello que el análisis sensorial como parámetro de vida útil. Es una herramienta altamente necesaria en todo el ámbito alimenticio, sirviendo como punto de control de calidad en la industria de alimentos, como técnica para el desarrollo de productos o metodología para la caracterización de productos nuevos, es útil para conocer la opinión de los consumidores (Duran, 2018).

Para Larraña (2016), es el examen de las características organolépticas de un producto mediante los sentidos, obteniendo datos cuantificables y objetivos, este análisis es tan importante como los métodos químicos, físicos y microbiológicos. Para que un alimento sea aceptado depende de muchos factores entre los que se destacan las propiedades sensoriales de color, sabor, textura y hasta el sonido que se genera durante su consumo. Todos estos atributos son importantes en el momento de desarrollo de un nuevo producto y los aspectos a considerar son:

- a) **Sabor:** Es la sensación que ciertos compuestos producen en el órgano del gusto. Las papillas gustativas de la lengua registran cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo. Es definido como la interpretación física y químico, causado por la presencia de componente volátil y no volátil del alimento saboreando en la boca.
- b) **Color:** Esta propiedad se destaca por medio de la vista es el primero que se identifica y guzga al producto
- c) **Olor:** Es la percepción por medio de la nariz de sustancia volátil liberando por ciertos estímulos, presión natural, los estímulos olfatorios son partículas dispersas en el aire que estimula la pituitaria
- d) **Aroma:** La aroma como principal componente del sabor, es la sensación causada por la percepción de sustancia olorosa de un alimento que es puesto en la boca.
- e) **Textura:** Es la propiedad de los alimentos apreciada por los sentidos del tacto, la vista, el gusto y el oído. Se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación, el atributo que

se evalúa en la deformación del alimento se llama textura, en el caso de la consistencia de los alimentos semisólidos y viscosidad en alimentos líquidos.

### **2.8.1. Método de medida del grado de satisfacción**

El método de medida del grado de satisfacción se utiliza para evaluar qué tan conformes o contentos están los consumidores con un producto, servicio o experiencia. Generalmente se aplica mediante encuestas o cuestionarios, donde se incluyen preguntas directas sobre la experiencia del usuario y se utilizan escalas de valoración (Duran, 2018).

Según Larraña (2016), menciona para determinar el grado de satisfacción de los consumidores en respuesta a la medida de como cumple el alimento evaluado con sus requerimientos o expectativas, se hace uso de escala de categorización admisionadas o dimensionadas relativas, aplicando en análisis como el de apreciación hedónica.

### **2.8.2. Apreciación hedónica**

Este análisis es usado para medir a que nivel es capaz de llegar y manifestar al consumidor, se determina a partir de la apreciación de como agrada o desagrada a una muestra población de potenciales consumidores (Larraña, 2016).

### **2.8.3. Tipos de jueces**

En el análisis organoléptico, los jueces se clasifican según su experiencia y sensibilidad para evaluar las características sensoriales de un alimento o producto.

Según Duran (2018), la selección y el entrenamiento de personas que se tomaran parte en pruebas de evaluación sensorial son factores de los que dependen en gran parte el éxito y validez de las pruebas. El número de jueces necesarios para que una prueba sensorial sea válida está en función del tipo de juez que vaya a ser empleado:

- **Juez experto:** El juez experto es, como el caso de los catadores de vino y café, quesos y otros productos, una persona tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento. Su habilidad, experiencia y criterio son tales que, en las pruebas, efectúa solo es necesario contar con su respuesta. Por lo general jueces expertos o catador

solo intervienen en la degustación de productos caros, su entrenamiento es muy largo y costoso y además cobran sueldos muy altos.

- **Juez semi entrenado no entrenado:** Se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y posee suficiente habilidad, pero que generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o las pruebas con jueces semi entrenados deben efectuarse con mínimo de 10 jueces y un máximo de 30.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se efectuó en el laboratorio de Tecnología de alimentos de la carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto, ubicado avenida Juan Pablo II. Geográficamente a  $16^{\circ}29'34,30''$  S y  $68^{\circ}11'37''$  O a una altura de 4150 m.s.n.m. (Google earth, 2025).



**Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de investigación**

Fuente:(DMCA, 2018).

### **3.2. Materiales**

#### **3.2.1. Materia prima**

Se utilizó dos variedades de cañahua *Chenopodium pallidicaule* var. Janco y *Chenopodium pallidicaule* var. Wila, obtenidas del Centro Experimental Kallutaca, se procesó en pito de cañahua. Del mismo modo, se utilizó el lactosuero proveniente de la elaboración de queso, adquirido del Municipio de Tiwanacu.

#### **3.2.2. Insumos**

- Azúcar
- Lecitina de soya
- Sorbato de potasio
- Leche

#### **3.2.3. Material de laboratorio**

- Vaso precipitado de 250 ml
- Probeta
- Termómetro
- Refractómetro
- pH metro
- Procesadora de granos
- Tamizadores

#### **3.2.4. Instrumentos de proceso**

- Cocina
- Paletas
- Coladores
- Bandeja
- Marmita
- Jarras
- Botellas de vidrio

**3.2.5. Equipos**

- Balanza analítica

**3.2.6. Reactivos**

- Alcohol
- Agua destilada

**3.2.7. Materiales de gabinete**

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Bolígrafos
- Planilla de anotaciones.
- Material necesario para las pruebas de análisis sensorial, como formatos de encuesta, vasos, lapiceros y borradores.

### **3.3. MÉTODO**

El enfoque es de tipo de investigación cuantitativa, por que describe a las variables, el tipo de investigación es experimental con el diseño de completamente al azar con arreglo factorial, prueba de medias Duncan para las variables físicas-químicas, para el análisis organoléptica se realizó análisis estadístico no paramétrico Friedman, la población conformada a partir de 6 bebidas lácteas, tres se destinarán para el desarrollo de la bebida con la adición de pito de cañahua variedad Janco y tres para el desarrollo de la bebida con la variedad Wila, ambas fueron con tres niveles diferentes. Para la sistematización de datos se utilizó el programa de Infostad y la presentación de resultados en tablas de ANVA, grafico de radar y figuras.

### **3.4. Metodología**

#### **3.4.1. Desarrollo del ensayo**

##### **3.4.1.1. Procedimiento para la obtención de pito de cañahua**

El proceso para la elaboración de pito de cañahua fue el siguiente:

###### **3.4.1.1.1. Recepción de materia prima**

Los granos de cañahua se utilizaron del Centro Experimental Kallutaca, las variedades utilizadas fueron Janco y Wila.

###### **3.4.1.1.2. Limpieza**

La limpieza de cañahua es un paso importante para obtener un buen producto. La cañahua, puede tener impurezas como polvo, piedritas, pelos y restos de paja o incluso semillas amargas, por lo que debe limpiarse adecuadamente.

###### **3.4.1.1.3. Remojado y lavado**

Se remojaron los granos de cañahua por aproximadamente de 20 a 30 minutos, luego se lavaron y se enjuagaron unas tres a cuatro veces, posteriormente se agitaron con la finalidad de eliminar tierra adherida a los granos.

#### **3.4.1.1.4. Escurrido**

A continuación, los granos fueron echados a un cernidor con la finalidad de eliminar el agua presente, para facilitar la etapa del secado, además de prevenir que no ocurra la germinación.

#### **3.4.1.1.5. Secado**

Esta operación se realizó extendiendo los granos sobre un secador a temperatura ambiente durante 5 horas aproximadamente removiendo cada 30 minutos, hasta lograr una humedad aproximada de 12%.

#### **3.4.1.1.6. 1er Tamizado o cernido**

El tamizado se realizó manualmente mediante el uso de cernidores de 0,08mm, esta operación consiste en separar las partículas según sus tamaños, este proceso permite retirar las impurezas (pajas, granos de otras semillas) que se encuentran después del lavado y secado del grano.

#### **3.4.1.1.7. Tostado**

Se realizó a una temperatura entre 90°C a 100°C por un tiempo de 3 a 5 minutos en porción de 25 g se utilizó bandejas de acero inoxidable. El tostado del grano se removió de forma uniforme cada tres segundos para evitar que algunos granos se quemen, esta operación es muy importante ya que es la etapa donde se desarrolla el olor característico del pito de cañahua.

#### **3.4.1.1.8. Enfriado**

El enfriado de los granos de cañahua fue a temperatura ambiente aproximadamente a 12°C - 18°C.

#### **3.4.1.1.9. Molienda**

Posterior realizado el enfriado, se pasaron directamente a la molienda cada 150 gramos a la procesadora de granos.

### 3.4.1.1.10. 2do Tamizado

Se realizó el tamizado de pito de cañahua mediante un tamiz de filtro de 0.025 mm de forma manual donde se obtuvieron el salvado y algunos granos que no fueron bien triturados, esta etapa se efectuó con la finalidad de que presente un tamaño equilibrado.

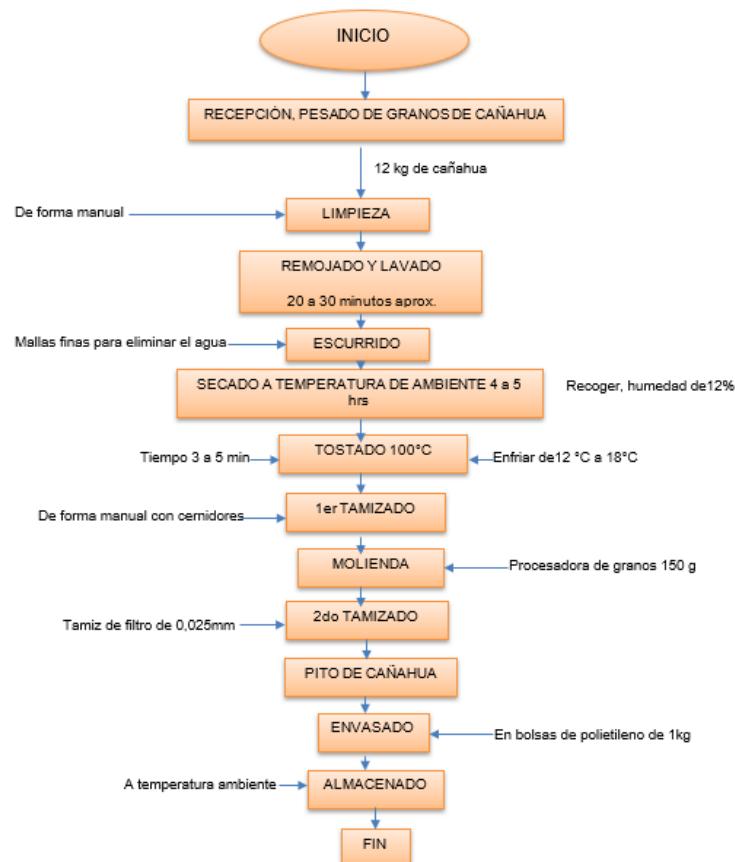
### 3.4.1.1.11. Envasado

El pito de cañahua resultante fue envasado en bolsas de polietileno de alta densidad y primer uso, según las recomendaciones de la NB 336002.

### 3.4.1.1.12. Almacenado

El pito se almaceno en un área seco y frío para evitar que se humedezcan y levanten mohos lo cual no sería apropiado para el producto.

A continuación, se observa el diagrama de flujo de la elaboración de pito de cañahua.



**Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de pito de cañahua**

### **3.4.1.2. Métodos para la obtención de lactosuero y formulación de la bebida láctea**

#### **3.4.1.2.1. Obtención del suero**

El lactosuero se obtuvo de la planta procesadora de queso (Lácteos Tiwanacu). Previamente se realizó una inspección del suero, para verificar que no contenga materias extrañas (pajas, pelos, etc.) que pudiera representar fuente de contaminación.

#### **3.4.1.2.2. Limpieza del lactosuero**

Se procedió al calentamiento y clarificación del suero, proceso común que se realiza para cada tratamiento. Durante el proceso de filtrado se pierde un litro de la preparación, lo cual se transforma en requesón. Es importante mencionar que el suero dulce fue bien pasteurizado antes del proceso de la bebida, así como lo indica la Norma Boliviana NB 33004.

#### **3.4.1.3. Análisis físico-químico**

##### **3.4.1.3.1. Determinación del pH**

La determinación del pH del lactosuero se realiza para evaluar el grado de acidez o alcalinidad, indicador clave de su frescura y estabilidad microbiológica presentes en la bebida láctea, según INEN (2011) los rangos aceptables son de 5,8-6,6.

Se realizó de la siguiente manera:

- El lactosuero debe estar fresco, libre de espuma, y a temperatura ambiente (aprox. 25 °C).
- Se introdujo el electrodo en la muestra hasta cubrir la parte activa del sensor.
- Para ver el resultado se espera que se estabilice en la pantalla del pH-metro.
- Una vez estabilizado se observa la escala correspondiente, anotando el valor obtenido que determina el contenido de pH en el lactosuero.

##### **3.4.1.3.2. Determinación de Grados Brix**

Los Grados Brix determinan la concentración de azúcar (sacarosa) en una disolución, presentes en la bebida láctea los rangos varían de 15 a 24 °Brix según (Castillo, 2013). Se realizó de la siguiente manera:

- El refractómetro se orienta el extremo opuesto al ocular hacia una fuente de luz para percibir mejor.
- Se levanta el medio prisma móvil y se coloca dos gotas de lactosuero, formando una capa delgada sobre el prisma fijo.
- Una vez cerrado se espera por lo menos un minuto para observar la escala correspondiente, anotando el valor obtenido que determina el contenido de azúcar del lactosuero.

#### **3.4.1.4. Proceso de la elaboración de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua**

Para la elaboración de la bebida láctea se establecieron tres concentraciones de pito de cañahua (1,5, 3,5, 5,5%) con dos diferentes variedades (*Chenopodium pallidicaule* var. Janco y *Chenopodium pallidicaule* var. Wila) además del lactosuero, leche (20 %), lecitina de soya (0,4 %) como estabilizante y sorbato de potasio al 0,01% para la conservación. Cabe indicar que para la elaboración de la bebida láctea fue empleada según la Norma Técnica Ecuatoriana NT INEN 2564;2011.

##### **3.4.1.4.1. Recepción de materia prima**

Como primer paso se adquirió 3 litros de lactosuero residuo de la elaboración de queso, en envases esterilizados. Se realizó el control de calidad del suero a través del pH-metro y refractómetro. También se verificó la calidad de leche para tener un producto de alta calidad.

##### **3.4.1.4.2. Filtrado**

Se procedió al filtrado por medio de un paño limpio, previamente esterilizado con el fin de separar posibles restos de la cuajada (trozos de queso) que puedan alterar la bebida láctea.

##### **3.4.1.4.3. Calentamiento**

El calentamiento del lactosuero se realizó en una marmita a una temperatura de 20 °C. En esta etapa se adicionó la lecitina de soya al 0.4% (12.g) diluido en agua tibia, el mismo se añadió con la finalidad de homogenizar.

#### **3.4.1.4.4. Mezcla y homogenización**

En esta operación el lactosuero se elevó a una temperatura de 50 °C, para añadir el azúcar (210 g), leche 20 % (600 ml), pito de cañahua con las concentraciones y variedades ya descritas y sorbato de potasio a 0.01% (0.3 g). La mezcla completa de insumos fue homogenizada por unos 30 segundos con la ayuda de una paleta de madera. La homogenización se realizó con la finalidad de diluir por completo las partículas obteniendo una mejor consistencia y estabilidad del producto.

#### **3.4.1.4.5. Pasteurización**

El propósito de la pasteurización es la destrucción de la flora bacteriana y patógenos a través de altas temperaturas, etapa muy importante para definir la calidad del producto; además se sometió a una temperatura de 90 °C por 25 minutos.

#### **3.4.1.4.6. Enfriado**

En la etapa de enfriado se disminuyó inmediatamente la temperatura a 20 °C con el objetivo de detener el crecimiento de las bacterias.

#### **3.4.1.4.7. Filtrado**

Se realizó para separar sólido y líquido mediante filtros de tela para mejorar los atributos de la bebida láctea.

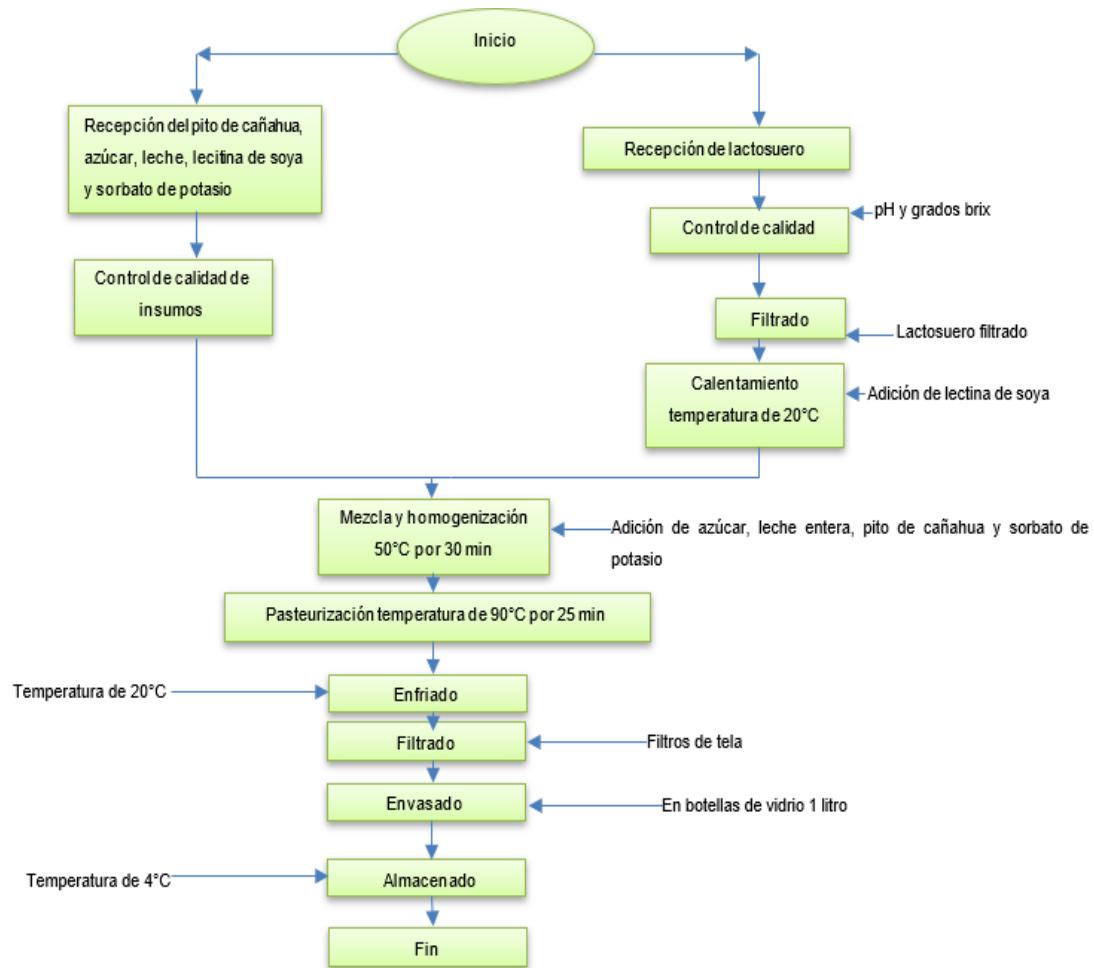
#### **3.4.1.4.8. Envasado**

Los envases para el producto de la bebida deben estar esterilizadas para no causar alguna contaminación al producto, de esta manera, fueron envasados en botellas de vidrio de 1 litro evitando la formación de espuma y asegurando las tapas.

#### **3.4.1.4.9. Almacenado**

La bebida se almaceno en refrigeración a una temperatura de 2 a 4°C. No debe sobrepasar los 10 °C para evitar deterioro del producto.

A continuación, se observa el diagrama de flujo de la elaboración de la bebida láctea.



**Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida láctea con pito de cañahua**

#### 3.4.1.5. Análisis sensorial

La evaluación sensorial de la bebida láctea se realizó con la metodología de prueba hedónica de 5 puntos, el número de panelistas fue basándose en los criterios de Sancho, (2002); el cual menciona que lo ideal es 10 a 20 panelistas semi entrenados y no entrenados. Los atributos evaluados fueron: aroma, apariencia, sabor, textura y aceptabilidad con una escala de 5 puntos. (5) me gusta mucho, (4) me gusta poco, (3) ni me gusta ni me disgusta, (2) me disgusta poco y (1) me disgusta mucho. (Anexo 6).

Se realizó de la siguiente manera:

- La evaluación fue con la participación de estudiantes como panelistas semi entrenados de la carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto.

- A cada panelista se entregaron una muestra con código respectivo para realizar el análisis.
- Las pruebas se realizaron de forma individual y en silencio, evitando influencias externas.
- Entre muestra y muestra, se enjuaga la boca con agua para eliminar residuos de sabor.
- Los resultados se registran en las fichas sensoriales y luego se recopilan para el análisis estadístico.

### **3.4.2. Diseño experimental**

#### **3.4.2.1. Análisis físico-químico**

La presente investigación se realizó bajo un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial en el análisis químico. El modelo lineal aditivo se realizó según el modelo descrito por (Ochoa, 2009).

Por lo que el modelo aditivo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (Variedades)

$\beta_j$  = Efecto del j-esimo nivel del factor B (Niveles)

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Interacción i-esimo nivel del factor A y el j-esimo nivel del factor B

Interacción AxB

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

### **3.4.3. Factores de estudio**

#### **Factor A: Variedades de cañahua**

$a_1$  = Janco

$a_2$  = Wila

## **Factor B: Niveles de adición**

$b_1 = 1,5 \%$

$b_2 = 3,5 \%$

$b_3 = 5,5 \%$

### **3.4.3.1. Formulación de tratamientos**

$T_1$	=	$a_1b_1$	Cañahua variedad Janco + adición 1,5%
$T_2$	=	$a_1b_2$	Cañahua variedad Janco + adición 3,5%
$T_3$	=	$a_1b_3$	Cañahua variedad Janco + adición 5,5%
$T_4$	=	$a_2b_1$	Cañahua variedad Wila + adición 1,5%
$T_5$	=	$a_2b_2$	Cañahua variedad Wila + adición 3,5%
$T_6$	=	$a_2b_3$	Cañahua variedad Wila + adición 5,5%

### **3.4.4. Variables de respuesta**

#### **3.4.4.1. Análisis físico-químico**

Se evaluó los resultados obtenidos de cada uno de los tratamientos mediante un análisis exhaustivo utilizando técnicas estandarizadas, seleccionando muestras representativas de la bebida láctea con adición pito de cañahua.

##### **3.4.4.1.1. Evaluación del pH**

En los resultados obtenidos para la evaluación de esta variable se evidencia que el pH del lactosuero varía entre 6.5 a 6,8 que son característicos de suero dulce que está dentro de los parámetros mencionados en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594;2011, posteriormente esta variable se evaluó al culminar el proceso de elaboración de la bebida láctea con pito de cañahua variedad Janco y Wila.

##### **3.4.4.1.2. Evaluación de °Brix**

En cada uno de las bebidas lácteas se analizó el contenido de los °Brix que se obtuvo un promedio de 7 °Brix inicial, que es el contenido de azúcar presente en el lactosuero, esta

variable de igual manera se realizó al final del proceso de elaboración de la bebida láctea de ambas variedades.

#### **3.4.4.2. Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico de la aroma, apariencia, sabor y textura se realizaron mediante la prueba no paramétrica de Friedman, para identificar diferencias significativas entre las bebidas lácteas con dos variedades de pito de cañahua Wila y Janco y tres niveles 1,5%, 3,5% y 5,5%. Esta prueba fue adecuada por tratarse de datos ordinales provenientes de evaluaciones sensoriales, permitiendo comparar los tratamientos y determinar el nivel de preferencia de los panelistas.

#### **3.4.4.3. Análisis sensorial**

El análisis sensorial se realizaron tres bebidas con diferentes adiciones de pito de cañahua variedad Janco y tres bebidas con diferentes adiciones de pito de cañahua variedad Wila, a 20 panelistas semi entrenados, a jóvenes universitarios de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto, se utilizó las encuestas con cuatro atributos: aroma, apariencia, sabor, textura del producto mediante la prueba hedónica de cinco puntos.

Las variables medidas fueron:

- **Aroma:** Es importante los parámetros de aroma ya que ambas sensaciones se perciben por el órgano olfativo por vía retronal (vía indirecta) durante la degustación. Para el cual se hizo la valoración de 1 a 5 puntos donde: 1. Leve, 2. Muy leve, 3. Superficial y 4. Penetrante y 5. Intenso.
- **Apariencia:** Se hizo mediante observación visual a cada muestra de producto obtenido de los diferentes tratamientos, apreciando con la escala de 1 a 5 puntos donde: 1. Me disgusta mucho, 2. Me disgusta poco, 3. Ni me gusta ni me disgusta 4. Me gusta poco y 5. Me gusta mucho.
- **Sabor:** Cada catador utilizó la lengua como órgano gustativo sometiendo una valoración de cada producto obtenido de los tratamientos se dio una valoración de 1 a 5 puntos donde: 1. Desagradable, 2. Insípido, 3. Poco agradable 4. Agradable y 5. Extremadamente agradable.
- **Textura:** La evaluación se realizó de cada producto obtenido de los diferentes tratamientos. La sensación de textura es detectada por los sentidos del tacto, la vista

y oído. Se observó la superficie del lácteo relacionando con las sensaciones de viscosidad por el contenido de agua en el producto. El mismo se valoró en la escala de: 1. Muy espeso, 2. Poco espeso, 3. Liquido 4. Normal y 5. Liquido agradable.

- **Aceptabilidad:** Se utilizó el gráfico radar para representar la aceptabilidad sensorial de las bebidas lácteas con adición de pito de cañahua, permitiendo comparar de forma visual de los valores obtenidos en los atributos de aroma, apariencia, sabor y textura generando un ganador.

#### **3.4.4.4. Análisis nutricional de la bebida láctea**

La bebida láctea formulada, fue analizada en el laboratorio de SGLAB (Inspección y Laboratorio de Calidad) para determinar su valor nutritivo, los principales nutrientes evaluados fueron: proteína, calcio, hierro y magnesio. Cabe destacar que la bebida láctea llevada al laboratorio fue con la mayor aceptación en el análisis sensorial.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis físico-químicos de la bebida láctea se siguió el procedimiento establecido para determinar su composición y calidad. Se evaluaron parámetros como pH y °Brix, Estos controles permitieron verificar que el producto final cumple con los estándares de calidad y seguridad requeridos para su consumo.

### 4.1. Análisis físico-químico de la bebida láctea, lactosuero con adición de pito de cañahua

#### 4.1.1. Evaluación del pH

Los resultados obtenidos para la variable pH, que fueron tomados al finalizar de la elaboración de la bebida láctea están ilustrados en el Cuadro 10:

**Cuadro 10. Resumen del resultado del pH**

Tratamientos	Promedio
Pito de cañahua var. Janco (1,5%)	6,57
Pito de cañahua var. Janco (3,5%)	6,60
Pito de cañahua var. Janco (5,5%)	6,63
Pito de cañahua var. Wila (1,5%)	6,62
Pito de cañahua var. Wila (3,5%)	6,60
Pito de cañahua var. Wila (5,5%)	6,57

En el Cuadro 10, se observa que los promedios del pH oscilan entre 6,57 a 6,62. Sin embargo, estas diferencias numéricas no resultaron significativas de acuerdo con el análisis de varianza que se muestra en el Cuadro 11. El valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) para los factores evaluados, variedad y niveles fue mayor a 0,05, lo que indica que no existen diferencias estadísticas significativas debido a que las diferencias observadas entre los tratamientos son muy pequeñas y están dentro del rango de variabilidad natural del pH de la bebida láctea. Además, la bebida posee un sistema que estabiliza el pH frente a pequeñas adiciones de pito de cañahua, y los niveles utilizados (1,5%, 3,5% y 5,5%) no fueron lo suficientemente altos para generar un cambio apreciable.

El coeficiente de variación (CV) registrado fue de 2,89%, reflejando una baja variabilidad experimental y alta precisión en las mediciones del pH, lo que aporta confianza a los resultados obtenidos.

De este modo, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) que plantea que no hay diferencias entre los tratamientos y se rechaza la hipótesis alterna ( $H_1$ ), que sugería que al menos uno de los tratamientos con niveles de adición de pito de cañahua incrementaría o disminuiría el pH.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable pH**

F.V.	SC	GL	CM	F	Pr(>F)
Modelo	0,08	5	0,02	0,44	0,8149 NS
Variedad	0,08	1	0,08	2,18	0,1654 NS
Niveles	0	2	0	0	>0,9999 NS
Variedad*Niveles	0	2	0	0	>0,9999 NS
Error	0,44	12	0,04		
Total	0,60	22			
CV=3,7%					

NS= No significativa

IICA (2018), quien menciona que las bebidas lácteas presentan valores de pH entre 6,4 y 6,8, dependiendo del tipo de leche, del proceso de fermentación y de la adición de ingredientes. En este sentido, los valores observados en nuestro estudio se encuentran dentro del rango óptimo indica que la calidad del producto es adecuada.

De igual forma, según IBNORCA (2013), la leche destinada a la elaboración de bebidas lácteas debe mantener un pH entre 6,5 y 6,7, garantizando la estabilidad del producto y evitando la coagulación de proteínas durante el procesamiento. Los resultados cumplen con este criterio normativo, corroborando que los tratamientos aplicados no alteraron negativamente las propiedades fisicoquímicas.

Por otra parte, la FAO (2020) resalta la importancia del control del pH durante la pasteurización y fermentación, ya que influye directamente en la inocuidad y estabilidad de la bebida. En concordancia, nuestros datos muestran que el pH se mantuvo estable, lo que sugiere que el proceso de elaboración utilizado asegura la seguridad y calidad del producto. Finalmente, estudios más recientes, como el de Pereira (2021), reportan que las bebidas lácteas saborizadas elaboradas con suero de leche presentan un pH entre 6,2 y 6,8, valores que se consideran óptimos para mantener la calidad del producto.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con estas observaciones, reforzando la idea de que la adición de suero de leche y el tipo de variedad no afectan significativamente el pH de las bebidas.

#### 4.1.2. Evaluación del °Brix

Los resultados promedios de todos los tratamientos obtenidos para la variable °Brix, se detallan en el Cuadro 12:

**Cuadro 12.Resumen del resultado del °Brix**

Tratamientos	Promedio
Pito de cañahua var. Janco (1,5%)	14,53
Pito de cañahua var. Janco (3,5%)	14,03
Pito de cañahua var. Janco (5,5%)	14,03
Pito de cañahua var. Wila (1,5%)	14,57
Pito de cañahua var. Wila (3,5%)	14,63
Pito de cañahua var. Wila (5,5%)	14,80

El análisis de varianza para la variable °Brix a un nivel de significancia del ( $p > 0,05$ ), nos indica que no existe diferencias significativas entre las variedades de cañahua Janco, Wila y niveles de adición 1,5%,3,5% y 5,5% de la bebida láctea, así también en la interacción de estos dos factores variedades y niveles, esto indica que ninguno de los variables evaluados tuvo un efecto notable. Se debe porque el contenido de sólidos solubles de la bebida láctea, está determinado principalmente por los componentes naturales de la leche, como lactosa, proteínas y minerales, que actúan de manera estable frente a pequeñas adiciones de ingredientes.

Los niveles utilizados son relativamente bajos y las dos variedades tienen composiciones similares, por lo que su efecto sobre el contenido total de sólidos solubles es mínimo, esto explica por qué no se detectaron diferencias significativas en el °Brix entre los tratamientos. El coeficiente de variación ( $CV = 4,31\%$ ) refleja una adecuada precisión experimental, lo que respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos, estando dentro del margen de aceptación.

**Cuadro 13.Análisis de varianza para la variable °Brix**

F.V.	SC	GL	CM	F	Pr(>F)
Modelo	1,57	5	0,31	0,81	0,5635 NS
Variedad	0,98	1	0,98	2,54	0,1371 NS
Niveles	0,14	2	0,07	0,19	0,8329 NS
Variedad*Niveles	0,44	2	0,22	0,57	0,5779 NS
Error	4,63	12	0,39		
Total	7,76	22			
<hr/>					
CV= 4,31%					
<hr/>					
NS= No significativa					

Castillo (2013), quien señala que las bebidas lácteas elaboradas con suero de leche y saborizantes naturales presentan valores de °Brix entre 11 y 14, lo que asegura un balance adecuado entre dulzor y consistencia. De manera similar, Pereira (2021) observó que las bebidas saborizadas presentan valores de °Brix entre 12,5 y 15, indicando que el contenido de azúcar y sólidos influye directamente en la aceptabilidad sensorial del producto. Esto sugiere que los valores obtenidos en nuestro estudio se encuentran dentro de los rangos óptimos de calidad reportados.

Por otra parte, la FAO (2020) resalta que el control de los sólidos solubles (°Brix) es esencial para mantener la estabilidad físico-química y la homogeneidad del producto durante su almacenamiento. De manera complementaria, Gonzales (2019) reporta que bebidas lácteas elaboradas con suero de leche y pito de cañahua presentan un promedio de 13,8 °Brix, evidenciando una proporción equilibrada de sólidos y un perfil de sabor característico de las bebidas enriquecidas con cereales andinos. Nuestros resultados coinciden con estos hallazgos, indicando que la adición de suero de leche y pito de cañahua no afectó negativamente los sólidos solubles y contribuye a la estabilidad y calidad sensorial de la bebida.

#### **4.2. Resultados del análisis sensorial de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua**

##### **4.2.1. Aroma**

En el análisis sensorial de la bebida láctea elaborada con diferentes porcentajes de adición de pito de cañahua y variedades (Wila y Janco), se aplicó la prueba de Friedman con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas por los panelistas.

El resultado de la prueba fue  $\chi^2 = 54.67$ , con 5 grados de libertad y un valor  $p = 1.526 \times 10^{-10}$ . Este valor  $p$  es mucho menor a 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ). Por lo tanto, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos variedades y niveles de adición de pito de cañahua, lo que significa que los panelistas percibieron diferencias sensoriales entre las distintas formulaciones de la bebida láctea.

**Cuadro 14.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de Friedman**

X <sup>2</sup>	gl	P valor
54.67	5	1.526 × 10 <sup>-10</sup> .

En la evaluación sensorial del aroma de la bebida con adición de pito de cañahua, con la comparación múltiple de Conover evidenció diferencias significativas entre los tratamientos de la variable aroma. El primer grupo conformado por los tratamientos con mejores resultados en aroma, destacando LPW-1,5% (93,0), LPJ-1,5% (87,0) y LPW-5,5% (83,5). Estas combinaciones obtuvieron las mayores sumas de rangos, lo que significa que fueron consistentemente mejor valoradas en aroma por los evaluadores, posicionándose como las de mayor aceptación sensorial.

El segundo grupo incluyó a LPW-3,5% (66,0) y LPJ-3,5% (65,5), cuyos valores intermedios indican que estos tratamientos presentaron un aroma aceptable, pero no alcanzaron el mismo nivel de preferencia que los del primer grupo. Finalmente, el tercer grupo, representado por LPJ-5,5% (25,0), mostró la menor suma de rangos, lo que refleja que fue el tratamiento con menor aceptación en aroma dentro de los evaluados. La adición de pito de cañahua al 1,5% y 5,5% en la variedad Wila, así como al 1,5% en la variedad janco, proporcionó el mejor perfil aromático de la bebida láctea.

**Cuadro 15.Prueba de comparaciones múltiples de suma de rangos de Conover**

Adición de pito (%)	Suma de rangos	Grupo
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW-1,5%)	93,0	A
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ-1,5%)	87,0	A
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW-5,5%)	83,5	A
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW-3,5%)	66,0	B
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ-3,5%)	65,5	B
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ-5,5%)	25,0	C

Por su parte, Castillo (2013), señala que el aroma depende directamente del grado de fermentación y la acidez del producto, constituyéndose en un parámetro determinante de la calidad final de las bebidas lácteas. En concordancia con esto, los resultados del estudio indican que los panelistas detectaron variaciones en el aroma y sabor derivadas de los

tratamientos aplicados, reflejando la influencia de la variedad y concentración de pito de cañahua sobre la percepción sensorial.

#### **4.2.2. Apariencia**

El resultado de la prueba fue  $\chi^2 = 54,68$ , con 5 grados de libertad y un valor  $p = 1,526 \times 10^{-10}$ . Este valor  $p$  es mucho menor a 0,05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ) que indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos variedades y niveles de adición de pito de cañahua, lo que significa que los panelistas percibieron diferencias en la apariencia entre las distintas formulaciones de la bebida láctea.

**Cuadro 16. Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de Friedman**

<b>X<sup>2</sup></b>	<b>gl</b>	<b>P valor</b>
54,68	5	$1,526 \times 10^{-10}$ .

En la evaluación sensorial de la apariencia de la bebida con adición de pito de cañahua, con la comparación múltiple de Conover se evidenció diferencias significativas entre los tratamientos de la variable apariencia. El primer grupo conformado por los tratamientos con mejores resultados en apariencia, destacando LPW-1,5% (94,0), LPJ-1,5% (88,0) y LPW-5,5% (83,5). Estas combinaciones obtuvieron las mayores sumas de rangos, lo que significa que fueron consistentemente mejor valoradas en la apariencia por los panelistas, posicionándose como las de mayor aceptación sensorial.

El segundo grupo incluyó a LPW-3,5% (66,0) y LPJ-3,5% (65,5), cuyos valores intermedios indican que estos tratamientos presentaron una apariencia aceptable, pero no alcanzaron el mismo nivel de preferencia que los del primer grupo. Finalmente, el tercer grupo, representado por LPJ-5,5% (25,0), mostró la menor suma de rangos, lo que refleja que fue el tratamiento con menor aceptación en apariencia dentro de los evaluados. La adición de pito de cañahua al 1,5% y 5,5% en la variedad Wila, así como al 1,5% en la variedad Janco, proporcionó la mejor apariencia de la bebida láctea.

**Cuadro 17.Prueba de comparaciones múltiples de suma de rangos de Conover.**

<b>Adición de pito de cañahua (%)</b>	<b>Suma de rangos</b>	<b>Grupo</b>
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW-1,5%)	94,0	A
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ-1,5%)	88,0	A
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW-5,5%)	83,5	A
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW-3,5%)	66,0	B
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ-3,5%)	65,5	B
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ-5,5%)	25,0	C

Según Tarqui (2018), quien evaluó bebidas a base de lactosuero con harina y pito de cañahua y observó que el testigo (100 % lactosuero) obtuvo la mejor valoración en apariencia. Sin embargo, en nuestro estudio, la adición de 1,5% de cañahua variedad Wila fue el tratamiento más apreciado, lo que sugiere que la incorporación moderada de este ingrediente puede mejorar la apariencia de la bebida láctea, probablemente debido a su efecto positivo sobre la apariencia y la textura del producto.

La diferencia entre nuestros resultados y los de Tarqui (2018) puede explicarse por la variedad de cañahua utilizada y los niveles de adición, ya que nuestro estudio incluyó tanto Janco como Wila en distintas concentraciones, mientras que Tarqui utilizó un diseño centrado principalmente en el testigo. Esto resalta la importancia de seleccionar cuidadosamente la variedad y el porcentaje de adición para optimizar la aceptación sensorial de la bebida.

#### **4.2.3. Sabor**

En el Cuadro 18, muestra el resultado obtenido ( $\chi^2 = 51,938$ ;  $gl = 5$ ;  $p = 5.555 \times 10^{-10}$ ) siendo que el valor  $p$  es menor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) que establece que todos los tratamientos tienen la misma aceptación en sabor y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), esto significa que existen diferencias significativas en el atributo sabor entre los tratamientos evaluados. Es decir, los panelistas percibieron variaciones agradables y desagradables en el sabor de las bebidas lácteas dependiendo de la variedad y niveles de adición de pito de cañahua.

En términos generales, los resultados indican que el pito de cañahua influye de manera significativa en la percepción del sabor, pudiendo afectar la aceptación del producto según su concentración.

**Cuadro 18.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de Friedman**

X <sup>2</sup>	gl	P valor
51,938	5	5.555 × 10 <sup>-10</sup>

En el Cuadro 19, se muestra la evaluación sensorial del sabor de la bebida con adición de pito de cañahua, con la comparación múltiple de Conover evidenció diferencias significativas entre los tratamientos de la variable sabor. El primer grupo conformado por los tratamientos con mejores resultados en sabor, destacando LPW-3,5% (92,0), LPJ-1,5% (81,0) y LPW-5,5% (80,0). Estas combinaciones obtuvieron las mayores sumas de rangos, lo que significa que fueron extremadamente agradable para los panelistas, posicionándose como las de mayor aceptación sensorial.

El segundo grupo incluyó a LPW-1,5% (74,0) y LPJ-3,5% (69,0), cuyos valores intermedios indican que estos tratamientos presentaron sabor aceptable, pero no alcanzaron el mismo nivel de preferencia que los del primer grupo. Finalmente, el tercer grupo, representado por LPJ-5,5% (23,0), mostró la menor suma de rangos, lo que refleja que fue el tratamiento con menor aceptación. La adición de pito de cañahua al 3,5% variedad Wila, proporcionó el mejor resultado en sabor de la bebida láctea.

**Cuadro 19.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de conover**

Adición de pito (%)	Suma de rangos	Grupo
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW - 3,5%)	92,0	A
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPJ- 1,5%)	81,0	AB
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW - 5,5%)	80,0	AB
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPW- 1,5%)	74,5	B
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ - 3,5%)	69,5	B
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ - 5,5%)	23,0	C

Según Castillo (2013), quien, en su estudio sobre una bebida a base de lactosuero, maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) y chicuro (*Stangea rizhanta*), también observó diferencias

significativas en el atributo sabor, reportando mayor aceptación en la formulación con 92% lactosuero, 5% maca y 3% chicuro. Ambos estudios coinciden en que la proporción adecuada de ingredientes funcionales es determinante para lograr un sabor equilibrado y agradable.

En nuestros resultados obtenidos, el mejor tratamiento correspondió a la adición del 3,5% de cañahua variedad Wila, lo cual sugiere que una cantidad intermedia de este ingrediente mejora el sabor sin alterar las características propias de la bebida láctea. La coincidencia con el trabajo de Castillo (2013) refuerza la idea de que la incorporación moderada de componentes naturales aporta atributos sensoriales positivos, mientras que cantidades excesivas pueden generar sabores indeseables o sobrecargar el perfil gustativo.

#### **4.2.4. Textura**

En el Cuadro 20, se presentan los resultados del análisis no paramétrico de Friedman, aplicado al atributo textura. El valor obtenido de Friedman chi-square ( $\chi^2 = 66,034$ ) con 5 grados de libertad y un p-valor de  $6,837 \times 10^{-13}$  indica que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos. Esto demuestra que la adición de pito de cañahua, tanto en porcentaje como en variedad, influyó significativamente en la textura percibida por los panelistas evaluadores.

La textura de un producto se determina mediante el sentido del tacto que están relacionados con la forma y/o orientación de las partículas del alimento, como muy espeso, granulosidad y la forma líquida de un producto (Saleh, 2023).

**Cuadro 20.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de Friedman**

X <sup>2</sup>	gl	P-valor
66,034	5	$6,837 \times 10^{-13}$

En el Cuadro 21, se observa los resultados de la evaluación sensorial de la textura de la bebida con adición de pito de cañahua, con la comparación múltiple de Conover evidenció diferencias significativas entre los tratamientos. El primer grupo conformado por los tratamientos con mejores resultados en la textura, destacando LPW-1,5% (94,5), LPJ-1,5% (87,5), LPW-3,5% (83,5). Estas combinaciones obtuvieron las mayores sumas de rangos,

lo que significa que fueron líquido agradable para los panelistas, posicionándose como las de mayor aceptación sensorial.

El segundo grupo incluyó LPW-5,5% (80,0), cuyo valor intermedio indica que el tratamiento presento textura aceptable, pero no alcanzo el mismo nivel de preferencia que los del primer grupo. El tercer grupo, representado por LPJ-3,5% (53,0), mostró la menor suma de rangos al igual que el cuarto grupo (LPJ-5,5%) (21,5), lo que refleja que fueron los tratamientos con menor aceptación debido al espesor. La adición de pito de cañahua al 1,5% en la variedad Wila, proporcionó el mejor resultado en textura indicando un líquido agradable por los panelistas.

**Cuadro 21.Comparación de tratamientos de bebidas lácteas mediante prueba de conover**

Adición de pito (%)	Suma de rangos	Grupo
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW - 1,5%)	94,5	A
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ- 1,5%)	87,5	AB
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW - 3,5%)	83,5	AB
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW- 5,5%)	80,0	B
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ - 3,5%)	53,0	C
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ - 5,5%)	21,5	D

Según Salazar (2017), quien al estudiar una bebida fermentada a base de lactosuero con extracto de almendra de calabaza (*Cucurbita ficifolia*), también encontró diferencias altamente significativas en la textura entre los tratamientos. En su investigación, el tratamiento con 30% de extracto de almendra y 69,9% de lactosuero presentó la mejor aceptación, debido a que logró una textura balanceada y agradable para los catadores. En el presente trabajo, el mejor resultado se alcanzó con una baja adición (1,5%) de pito de cañahua variedad Wila, mientras que concentraciones más elevadas aumentaron la densidad de la bebida, afectando su aceptación. De manera similar, que señala que una cantidad equilibrada de extracto vegetal mejora la textura sin alterar la fluidez natural del lactosuero.

Por tanto, se puede concluir que tanto los resultados del presente estudio como los de Salazar, (2017) evidencian que niveles moderados de adición de ingredientes

complementarios favorecen la aceptación sensorial, al mantener una textura agradable y adecuada para el consumidor.

#### **4.2.5. Aceptabilidad**

En la Figura 4, se presenta el gráfico radar correspondiente a la evaluación de aceptabilidad sensorial de las bebidas lácteas elaboradas con pito de cañahua de las variedades Wila y Janco, en tres niveles de adición (1,5%, 3,5% y 5,5%). Los atributos evaluados fueron aroma, apariencia, sabor y textura, con el objetivo de determinar el nivel y variedad que presentaron la mayor aceptación por parte de los panelistas.

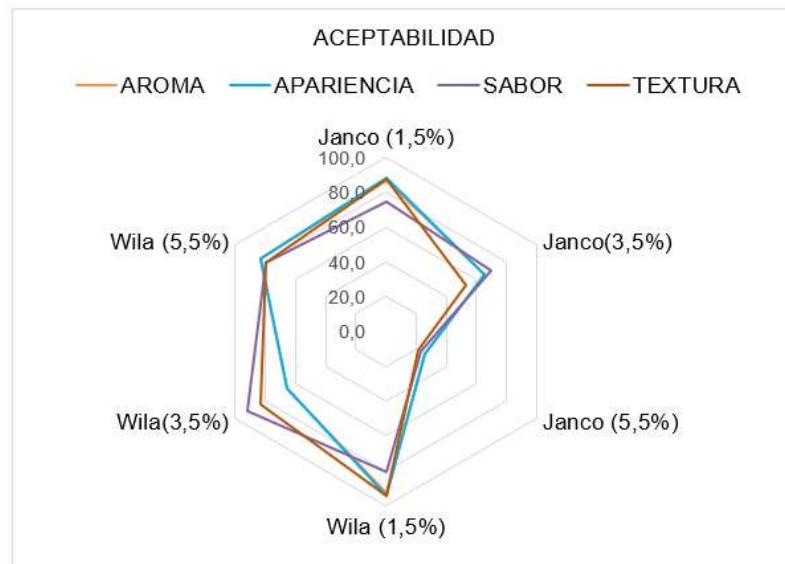
De acuerdo con los resultados, el tratamiento correspondiente a la variedad Wila con 1,5% de pito fue el que obtuvo las mayores puntuaciones de aceptabilidad, destacando en los atributos de apariencia, sabor y textura. Este resultado indica que, a una concentración baja, el pito de cañahua aporta características sensoriales agradables sin alterar de manera significativa las propiedades organolépticas de la bebida. De forma similar, la variedad Janco al 1,5% también mostró una buena aceptación, lo que sugiere que los panelistas prefieren formulaciones con una menor concentración del ingrediente funcional.

En el caso del aroma, se observó una tendencia homogénea entre los tratamientos, con valores relativamente altos en las concentraciones bajas (1,5%) para ambas variedades. Esto demuestra que el agregado moderado de pito de cañahua no afecta negativamente el perfil aromático del producto. Sin embargo, a niveles más altos de adición (3,5% y 5,5%), se evidenció una disminución progresiva en la aceptación, especialmente en los atributos de apariencia, sabor y textura. Este comportamiento puede atribuirse a que un mayor contenido de pito de cañahua modifica la apariencia de la bebida, volviéndola más oscura, y afecta la textura, generando una consistencia más espesa o granulosa, lo cual resulta menos agradable para el consumidor.

Por otra parte, el atributo textura fue mejor evaluado en la bebida Wila (1,5%), asociándose con una mayor suavidad y uniformidad del producto. Este comportamiento fue también reportado por Castillo y Torrez (2019), quienes indicaron que la adición controlada de granos andinos mejora la sensación al consumir la bebida, pero que una mayor concentración tiende a provocar sedimentos y consistencias pastosas.

El atributo de sabor también mostró una clara tendencia decreciente con el incremento de pito de cañahua (3,5%,5,5%), debido al carácter amargo o terroso del grano en niveles elevados, lo que influye negativamente en la percepción sensorial. Estos resultados coinciden con los reportados por Mora *et al.* (2020) y Quispe (2022), quienes mencionan que, en bebidas lácteas enriquecidas con granos andinos como quinua o cañahua, el aumento del nivel de adición tiende a afectar la aceptabilidad sensorial general, principalmente por cambios en el sabor y la textura.

**Figura 4. Aceptabilidad de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua**



En síntesis, los datos obtenidos en el análisis sensorial evidencian que la formulación más aceptada fue la bebida láctea con pito de cañahua variedad Wila al 1,5%, seguidamente la variedad Janco al 1,5%, debido a que conservaron un equilibrio adecuado entre aroma, apariencia, sabor y textura, características que influyen directamente en la preferencia del consumidor. Por tanto, se recomienda utilizar concentraciones bajas del ingrediente funcional para mantener una alta aceptación del producto final.

#### **4.3. Análisis nutricional de la bebida láctea con adición de pito de cañahua.**

El análisis nutricional se realizó del tratamiento ganador donde se observó el nivel nutricional. El producto fue referido al (SGLAB) Inspección y Laboratorio de Calidad, donde se determinó los parámetros de mayor importancia para la investigación como son:

- Proteína: Referenciado por el método de PTAGR-004 (Gafta 4:0 :2003)

- Calcio: Referenciado por el método PTAGR-029 (Covenin 1158-82)
- Hierro: Referenciado por el método PTAGR-040 (Absorción atómica)
- Magnesio: Referenciado por el método (Absorción atómica)

**Cuadro 22.Análisis nutricional de la bebida láctea con adición de pito de cañahua**

Parámetros	Unidad	Resultado LPW – 1,5%
Proteína	%	5,67
Calcio	mg/100g	143,5
Hierro	mg/100g	0,35
Magnesio	mg/100g	18,19

LPW= Lactosuero + pito de cañahua variedad wila adición 1,5%

Fuente: Elaboración propia en base al análisis nutricional muestra de la bebida láctea ganadora por el laboratorio Inspección y Laboratorio de Calidad.

El análisis fisicoquímico realizado a la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua permitió determinar los niveles de proteína, calcio, hierro y magnesio, con el propósito de evaluar su calidad nutricional y su potencial funcional como bebida. Los resultados se presentan a continuación:

- El valor obtenido de 5,67% de proteína es alto en comparación con el rango normal de 2,5 a 4% en bebidas lácteas convencionales. Este incremento se debe principalmente al aporte proteico del pito de cañahua, el cual contiene proteínas de alto valor biológico con una proporción equilibrada de aminoácidos esenciales como lisina, leucina y valina, que no siempre se encuentran en cantidades elevadas en los cereales comunes (FAO,2020).
- Respecto al calcio se obtuvo 143,5 mg/100 g esto indica que es elevado en relación con los valores promedio (100-120 mg/100 g) reportados en bebidas lácteas tradicionales. Este resultado se explica por el aporte del calcio propio de la leche y del pito de cañahua, que también contiene este mineral en cantidades considerables (Villarroel, 2022).
- El contenido de hierro fue de 0,35 mg/100 g, valor más alto que las bebidas convencionales que suelen presentar entre 0,1 y 0,2 mg/100 g, (Guo,2024).

- En cuanto al contenido de magnesio fue de 18,19 mg/100 g, valor adecuado dentro del rango de 15-25 mg/100 g para bebidas lácteas. La cañahua aporta cantidades importantes de magnesio, mineral que participa en más de 300 reacciones enzimáticas, además de intervenir en la síntesis proteica, la producción de energía (ATP) y la función nerviosa y muscular (FAO, 2021).

#### **4.4. Análisis microbiológico**

Los análisis microbiológicos son importantes para asegurar la calidad y la inocuidad de alimentos, para detectar microorganismos es necesario mantener la precisión y evidencia rigurosa sobre los resultados microbiológicos a continuación muestra los resultados de análisis microbiológicos de la bebida láctea ganadora enriquecida con pito de cañahua.

**Cuadro 23. Análisis de los resultados de informe microbiológico**

Parámetros	Unidad	Resultados
Mesófilos aerobios	UFC/g	$1,1 \times 10^5$
Mohos	UFC/g	Menor a $1,0 \times 10^1$
Levaduras	UFC/g	$2,0 \times 10^2$
Coliformes totales	NMP/g	$1,6 \times 10^3$
Coliformes fecales	NMP/g	Menor a 3

Fuente: Elaboración propia en base al análisis microbiológico muestra de la bebida láctea ganadora por el laboratorio Inspección y Laboratorio de Calidad.

El análisis microbiológico de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua permitió evaluar la calidad sanitaria del producto mediante la determinación de mesófilos aerobios, mohos, levaduras, coliformes totales y coliformes fecales. Estos parámetros son indicadores fundamentales para determinar el grado de higiene durante la elaboración, almacenamiento y conservación del producto final.

- El recuento de mesófilos aerobios presentó un valor de  $1,1 \times 10^5$  UFC/g, lo cual se encuentra en el límite máximo permitido según los rangos establecidos por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria SENASAG (2018) e IBNORCA (2023), para productos lácteos pasteurizados. Este resultado

indica que el proceso de elaboración presenta una adecuada pasteurización y manipulación.

- En cuanto al recuento de mohos, se obtuvo un valor menor a  $1,0 \times 10^1$  UFC/g, lo que evidencia ausencia de desarrollo fúngico. Este resultado demuestra que las condiciones higiénicas del ambiente y de los utensilios durante la elaboración fueron adecuadas, y que la humedad y temperatura del almacenamiento son óptimas para prevenir la proliferación de hongos. Según Flores (2021), un recuento bajo o nulo de mohos en productos lácteos refleja un correcto control ambiental en el procesamiento.
- Por otro lado, el recuento de levaduras fue de  $2,0 \times 10^2$  UFC/g, valor que se encuentra en el límite máximo aceptable para productos semilíquidos derivados de la leche, como manjares o bebidas fermentadas suaves (IBNORCA, 2023). Las levaduras suelen desarrollarse en presencia de azúcares residuales o por una deficiente refrigeración; por ello, el resultado obtenido sugiere mantener una cadena de frío constante y condiciones de almacenamiento adecuadas, evitando la fermentación o alteración del producto. Este comportamiento es habitual en bebidas que contienen componentes naturales como el pito de cañahua, el cual aporta carbohidratos fermentables que pueden favorecer el crecimiento de levaduras si no se controla la temperatura.
- En el análisis de coliformes totales, el valor reportado fue de  $1,6 \times 10^3$  NMP/g, el cual supera ligeramente los límites ideales (10 UFC/mL) establecidos por el SENASAG (2018), para productos lácteos líquidos. Sin embargo, este recuento no necesariamente indica contaminación fecal, sino más bien una higiene ambiental insuficiente en alguna etapa del proceso. Los coliformes totales son indicadores de limpieza general, por lo que el resultado obtenido sugiere reforzar las buenas prácticas de manufactura, especialmente en la limpieza de equipos y utensilios, además del control microbiológico del agua de proceso.
- Finalmente, el recuento de coliformes fecales fue menor a 3 NMP/g, resultado que confirma la ausencia de contaminación fecal en la bebida láctea. Este hallazgo evidencia que las materias primas utilizadas y las condiciones de elaboración fueron adecuadas y seguras desde el punto de vista sanitario. Según el SENASAG (2018), valores inferiores a 3 NMP/g indican que no existe desarrollo bacteriano de origen fecal, garantizando la inocuidad del producto final.

En síntesis, los resultados microbiológicos demuestran que la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua cumple con los parámetros de inocuidad establecidos por las normas nacionales. Solo el parámetro de mesófilos aerobios se encuentra en el límite superior permitido, lo que sugiere fortalecer las medidas de control y vigilancia de la temperatura durante el almacenamiento. La ausencia de mohos y coliformes fecales, junto con los valores aceptables de levaduras, indican que el producto es microbiológicamente seguro y apto para el consumo humano.

## 5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, se permitió sustentar las siguientes conclusiones:

- El análisis sensorial de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua evidenció que tanto las variedades Janco y Wila, con niveles de adición (1,5%, 3,5% y 5,5%), influyeron significativamente en los atributos de aroma, apariencia, sabor y textura. Los resultados demostraron que los tratamientos con baja concentración de pito (1,5%), especialmente con la variedad Wila, fueron los más valorados por los panelistas, al presentar un equilibrio sensorial óptimo entre todos los atributos evaluados. Las concentraciones intermedias (3,5%) también mostraron una aceptación favorable, particularmente en sabor y textura, mientras que los niveles más altos (5,5%), principalmente en la variedad Janco, redujeron la aceptación debido a cambios en la apariencia, mayor densidad y la presencia de notas amargas o terrosas.
- Los resultados obtenidos del análisis físico-químico indican que la adición de pito de cañahua, tanto de la variedad Janco como Wila, y en los distintos niveles 1,5%, 3,5% y 5,5%, no generó cambios significativos. Los valores de pH se mantuvieron estables entre 6,57 y 6,62, dentro de los rangos óptimos para garantizar la estabilidad, inocuidad y calidad del producto según IICA (2018), IBNORCA (2013) y FAO (2020). De igual forma, los valores de °Brix, entre 14,03 y 14,80, reflejan un balance adecuado de sólidos solubles y dulzor.
- Se logró identificar las características nutricionales de la bebida láctea con mayor aceptación (LPW-1,5%), evidenciando un contenido elevado de proteína (5,67%) y calcio (143,5 mg/100 g), además de niveles adecuados de hierro (0,35 mg/100 g) y magnesio (18,19 mg/100 g). Estos resultados confirman que la adición de pito de cañahua mejora significativamente el valor nutricional del producto y también la bebida láctea cumplió con los parámetros de inocuidad establecidos por normas nacionales.

## 6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar concentraciones bajas de pito de cañahua (1,5 %), especialmente de la variedad Wila, para garantizar una alta aceptabilidad sensorial en aroma, sabor, textura y apariencia de la bebida láctea.
- Promover el uso de variedades locales de cañahua, como la Wila y Janco, para fortalecer la producción sostenible y la valorización de cultivos andinos.
- Se sugiere mantener los parámetros de pH y °Brix dentro de los rangos óptimos durante la producción para asegurar la estabilidad y calidad del producto.
- Así mismo se sugiere promover la adición de pito de cañahua como ingrediente funcional, dado que mejora el valor nutricional de la bebida láctea, incrementando proteínas y minerales esenciales como calcio, hierro y magnesio.
- De igual manera se sugiere incluir la cañahua en productos que den valor agregado aprovechando su alto contenido nutricional y su potencial para diversificar la oferta alimentaria mediante el desarrollo de productos innovadores.
- Se recomienda fortalecer las medidas de higiene y control microbiológico, especialmente en la manipulación de equipos y almacenamiento, para asegurar la inocuidad del producto final.
- A futuras investigaciones deberían profundizar sobre el aprovechamiento de la cañahua en la formulación de productos alimenticios, resaltando su importancia nutricional y su potencial como cultivo ancestral.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aliaga, S., Mamani, F., Mamani, N. 2017. Potencial alimenticio de los germinados de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Apthapi. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andres.
- Aguilera, A. 2022. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. Cofin Habana. Cuba. 322-343 p. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&tlnq=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&tlnq=es).
- Alvarez, M. 2013. Caracterizacion fisicoquimica de los diferentes producidos en la cooperativa Colanta LTDA Revista de Ingenieria de Alimentos.
- Bartolo, E. 2013. Propiedades nutricionales y antioxidantes de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Revista de Investigación Universitaria. Vol.2(1) Disponible en <https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/713>
- Bartolo, E. 2014. Influencia de la temperatura de tostado sobre el contenido de compuestos fenologicos y totales y la capacidad antioxidante de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi. Lima, Peru. Universidad Peruana Union. 234 p.
- Carrasco, R. 2011. Características nutricionales y funcionales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). 201-211 p.
- Carrasco, R., Callisaya, J. 2009. Valor nutricional y uso de los granos andinos quinua (*Chenopodium quinoa*) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Reseñas de alimentos internacionales. Place Published, 189 p.
- Cáceres, R. 2017. Evaluación económica de proyectos agroindustriales. La Paz, Bolivia.
- Castillo, M. 2013. Determinación de los grados Brix en el lactosuero como indicador de su concentración y calidad. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Castillo, D., Torrez, V. 2019. Efecto de la adición de quinua y cañahua en las propiedades sensoriales de bebidas lácteas fermentadas. Revista Boliviana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 5(2) 34-42. Disponible en <https://com/c/68fa932d-a7ec-8327-8164-f16a764bff9c>
- Churata, P. 2015. Elaboracion de bebida instantanea de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con actividad antioxodante Bolivia. Universidad Mayor de San Andres 185 p.
- Cordero, D. 2019. Elaboración de un pan libre de gluten a base de harina de cañihua. Revista Chilena de Nutrición. Vol. 46(5) Disponible en [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182019000500561&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182019000500561&script=sci_arttext)

- Cruz, N., Mamani, F., Aliaga, S., Choque, N., Condori, S. 2022. Comparación de cualidades nutricionales del germinado y grano de tres variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental de Choquenaira. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andres. 16-23 p.
- Chávez, E. 2014. Aprovechamiento del suero lácteo en la elaboración de bebidas nutritivas. Ecuador Universidad.
- Delgado, C., Flores, J. 2020. Revalorización de granos andinos en la agroindustria boliviana. Revista Boliviana de Ciencia y Tecnología. 45-52 p.
- DMCA. 2018. Distritos El Alto Mapa - Mapa De El Alto. Disponible en [https://www.nicepng.com/ourpic/u2e6q8i1t4y3y3i1\\_distritos-el-alto-mapa-mapa-de-el-alto/#](https://www.nicepng.com/ourpic/u2e6q8i1t4y3y3i1_distritos-el-alto-mapa-mapa-de-el-alto/#)
- Duran, F. 2018. Ciencia y tecnologia e Industria de Alimentos editorial Grupo Latino Ltda. Colombia
- Flores, R., Muñoz, L. . 2020. Propiedades nutricionales y funcionales de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Revista Boliviana de Nutrición,. 45-56 p.
- Forero, M., Ordoñez, L. 2017. Propuesta para la elaboracion de una bebida lactea energizante a partir de lactosuero en la empresa Casalac Bogota, Colombia. Universidad de America. 139 p. Disponible en <https://share.google/EKmhTaqzCVWDsPrdG>
- Franco, T. 2013. El arte de cultivar cañahua en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Franchi, M. 2010. El suero de leche y sus aplicaciones en la industria alimentaria. Revista Latinoamericana de Tecnología Láctea. 15(1) 23-30 p.
- FAO. 2021. Guía técnica sobre la fortificación de alimentos con micronutrientes.
- FAO. 2023. Fortificación de productos lácteos: estrategias para mejorar el contenido mineral en alimentos funcionales Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. 2020. Leche y productos lácteos: calidad, composición y control de procesos y control del pH es un parámetro esencial en la pasteurización y elaboración de bebidas lácteas para asegurar inocuidad. Roma.
- Flores, M., Vargas, L. 2021. Evaluación microbiológica de productos lácteos artesanales en Bolivia. Revista Boliviana de Ciencia y Tecnología. 9(2) 45-54 p.
- Gonzales, L., Quispe,L. . 2018. Evaluación de calidad a los granos de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el departamento de Puno.
- Gonzales, J. 2010. Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica a base de lactosuero y chocho (*Lupinus mutabilis*) como suplemento alimenticio. Riobamba, Ecuador Escuela superior politécnica de Chimborazo. 469 p. Disponible en

[https://www.researchgate.net/publication/357287149 Evaluacion de calidad a los granos de canihua Chenopodium pallidicaule Aellen en el departamento de Puno](https://www.researchgate.net/publication/357287149_Evaluacion_de_calidad_a_lo_s_granos_de_canihua_Chenopodium_pallidicaule_Aellen_en_el_departamento_de_Puno)

Gonzales, M., Vargas, D. 2019. Caracterización fisicoquímica de bebidas lácteas artesanales elaboradas a base de suero de leche y cereales andinos. Revista Boliviana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 5(1) 45-53 p.

Guo, Y. 2024. Mejora de la estabilidad de la vitamina B mediante la protección de las proteínas de suero. Química de Alimentos. (Disponible en [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881462402171X?utm\\_source](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881462402171X?utm_source).

Hernández, J., Vélez, C. 2014. Aprovechamiento del suero de leche en la elaboración de productos alimenticios funcionales. Revista de Tecnología e Innovación en Ingeniería. 8(2) 45-53 p.

Huamán, J., Flores, N., Valverde, A., Jara, F. . 2024. Rendimiento de diez variedades de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Allen). Revista Alfa. Vol. 8(24).

IBNORCA. 2023. NB 33013:2023. Leche y productos lácteos - Leche cruda y fresca. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. 35 p.

IBNORCA. 2023. NB 321001: Productos lácteos - Leche y derivados - Requisitos de calidad. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad.

IBNORCA. 2013. NB 327002:2013. Alimentos elaborados a base de cereales para lactantes mayores y niños pequeños en Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA). (Segunda revisión) Disponible en [https://www.ibnorca.org/tienda/catalogo/detalle-norma/nb-327002%3A2013-nid%3D1190-3?utm\\_source](https://www.ibnorca.org/tienda/catalogo/detalle-norma/nb-327002%3A2013-nid%3D1190-3?utm_source).

IBNORCA. 2023. Norma Boliviana NB 33004: Bebidas Lácteas – Requisitos de Calidad e Inocuidad. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. La Paz. Disponible en [https://www.ibnorca.org/tienda/catalogo/detalle-norma/nb-327002%3A2013-nid%3D1190-3?utm\\_source](https://www.ibnorca.org/tienda/catalogo/detalle-norma/nb-327002%3A2013-nid%3D1190-3?utm_source).

IICA. 2023. Guía técnica para el análisis sensorial de alimentos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

IICA. 2018. Manual de buenas prácticas en la elaboración de productos lácteos. San José, Costa Rica.

IICA. 2024. Guía técnica actualizada de análisis sensorial de alimentos. Instituto Interamericano de Cooperación.

ISO. 2021. Análisis sensorial - Metodología - Directrices para la medición del rendimiento de un panel sensorial descriptivo cuantitativo (ISO 11132:2021). Organización Internacional de Normalización.

- INEN. 2011. NTE INEN 2585: Suero de leche en liquido. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Incahuancó, J. 2013. Aprovechamiento del suero de leche en la elaboración de bebidas lácteas fermentadas. Lima, Peru. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Larraña, I. 2016. Control e higiene de los alimentos Disponible en [https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-4433&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-4433&script=sci_arttext)
- Loaiza, G. 2011. Aprovechamiento del suero de leche en la industria alimentaria. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Mamani, F., Aliaga, S. 2018. La cañahua grano de los andes, arte dedicado a la produccion. La Paz Bolivia, (1era edicion).
- Mamani, L. 2018. Impacto socioeconómico de la transformación artesanal del pito y bebidas de cañahua. La Paz. Universidad Mayor de San Andrés.
- Mamani, P. 2018. Evaluación de un proceso novedoso de beneficiado del grano de cañahua. Revista Boliviana de Ciencia y Tecnología. Vol. 1(1) Disponible en [https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312018000100003&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312018000100003&script=sci_arttext)
- Melgar, L., Aparicio, J. 2021. Producion pecuaria lechera sostenible en el Municipio de Collana (Revista estudiantil ). La Paz. Agro-Vet.
- Mora, L., Quinteros, D., Aguilar, P. 2020. Evaluación sensorial de bebidas lácteas enriquecidas con granos andinos. Revista Boliviana de Tecnología Alimentaria. 15(2) 45-54 p. Disponible en <https://com/c/68fa932d-a7ec-8327-8164-f16a764bff9c>
- Mujica, G. 2024. Kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), una semilla ancestral con propiedades funcionales y nutricionales. Fronteras en Nutrición. Revista científica.
- Narváez, J. 2020. Características nutricionales de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Lima, Peru. Universidad Le Cordon Bleu. 249 p.
- Ochoa, R. 2009. Diseños experimentales. La Paz, Bolivia. Consultado el 24 de agosto de 2025.
- Pando, V., Gandarillas A. 2017. Manual del cultivo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Fundación PROINPA. La Paz Bolivia.
- Parra, R. 2009. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín. 62(1) 4967- 4982 p.
- Parra, L. 2018. Tecnología de productos lácteos y derivados. Revista editorial Universitaria Nacional. 210 p.
- Park, Y. 2017. Suero y productos derivados del suero. Revista de leche productos lacteos 2da edicion 413-430 p.

- Pereira, R., Almeida, G. 2021. Evaluación físico-química de bebidas lácteas saborizadas elaboradas con suero de leche. Revista Chilena de Nutrición. 48(2) 190-198.
- Peñarrieta, J., Alvarado, J., Bravo, L. 2015. Potencial nutricional y comercial de los granos andinos: quinua, kañiwa y amaranto. Cochabamba. Universidad Mayor de San Simón.
- Pérez, M., Callisaya, D., Limachi, J. 2020. Evaluación de parámetros fisicoquímicos y contenido nutricional del pito de cañahua en diferentes zonas del altiplano boliviano. 15-25 p.
- Poveda, J. 2019. El suero lácteo, composición, propiedades y aplicaciones industriales. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 39(2) 145-158 p.
- Quiroga, C. 2018. Aplicación de un lecho fluidizado tipo surtidor en el proceso de remoción del perigonio del grano de cañahua. Bolivia.
- Quispe, P., Choque, V., & Aruquipa, C. 2019. Estudio de rentabilidad en bebidas lácteas con adición de quinua y cañahua. 33-40 p.
- Quispe, M. 2022. Influencia de la adición de quinua y cañahua en la aceptabilidad de bebidas lácteas fermentadas. Revista Agroindustrial Andina. Disponible en <https://bebidaslacteas/c/68fa932d-a7ec-8327-8164-f16a764bff9c>.
- Saleh, M. 2023. Análisis instrumental o evaluación humana para medir la textura. Revista de Alimentos. 12(18) 3453 p.
- Sancho, J., Bota, E., Castro, J. 2002. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. México. Alfaomega Grupo Editor.S.A. de CV
- Salazar, J. 2017. Utilización de lactosuero del queso fresco y extracto de almendras de calabaza (*Cucurbita ficifolia*), para la elaboración de una bebida fermentada en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustria. Moquegua, Perú. Universidad José Carlos Mariátegui.
- SENASAG. 2018. Reglamento Técnico de Productos Lácteos y Derivados. Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. La Paz, Bolivia.
- Tapia, M. 2015. Los granos andinos: Avances y perspectivas. Peru.
- Tarqui, Y. 2019. Evaluacion de la aceptabilidad de una bebida lactea a base de lactosuero enriquecida con harina y pito de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estacion Experimental Choquenaira Bolivia. UMSA. 123 p.
- Taniza, O. 2008. Caracterización del suero de leche y su aprovechamiento en productos alimenticios funcionales. Latacunga, Ecuador.Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Ticona, S., Apaza,V.,Mamani, P. 2018. Evaluación de un proceso novedoso de beneficiado del grano de cañahua. Revista Boliviana de Ciencia y Tecnología. Vol. 1(1).

- Tonconi, R. 2022. Características nutricionales de una bebida láctea formulada con tres porcentajes de suero de leche en Viacha. Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés 95 p.
- Vidaurre, J. 2023. Explotación de pseudocereales como nuevos granos ricos en proteínas, calidad proteica de varios pseudocereales, incluyendo la cañihua, y su potencial frente a cereales tradicionales.
- Villarroel, F. 2022. Evaluación de la calidad mineral y proteica en bebidas lácteas artesanales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Villarreal, M. 2015. Composición y valor nutricional del suero de leche y su aprovechamiento en la industria alimentaria. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo.
- Weits, P., Bruno, H. 2018. Estudio preliminar de Tarwi. Peru. Universidad de Lima. 234 p.
- White, P., Gropper, S. 2021. Valores nutricionales de los cultivos: Contenido nutricional y calidad proteica de la quinua y la cañihua. Revista de Química Agrícola y Alimentaria. Revista de Química Agrícola y Alimentaria. 534 p.

**8. ANEXOS**

**Anexo 1. Equipos usados para la elaboración de la bebida láctea**

Termómetro



Refractómetro

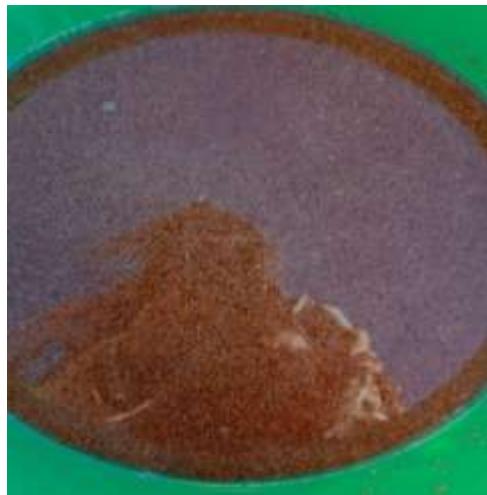


Balanza



pHmetro

**Anexo 2. Actividades que se realizaron para el proceso de elaboración del pito de cañahua**



Remojado el grano de cañahua  
variedad Janco



Remojado el grano de cañahua  
variedad Wila



Secado el grano de cañahua  
variedad janco



Remojado el grano de cañahua  
variedad wila

**Anexo 3. Proceso de la elaboración del pito de cañahua**

Tostado de la cañahua variedad  
Janco



Tostado de la cañahua variedad  
Wila



Molienda el grano de  
cañahua variedad Janco



Molienda el grano de  
cañahua variedad Wila



Pito de cañahua variedad Wila y Janco

**Anexo 4. Actividades que se realizaron para el proceso de la elaboración de la bebida láctea**



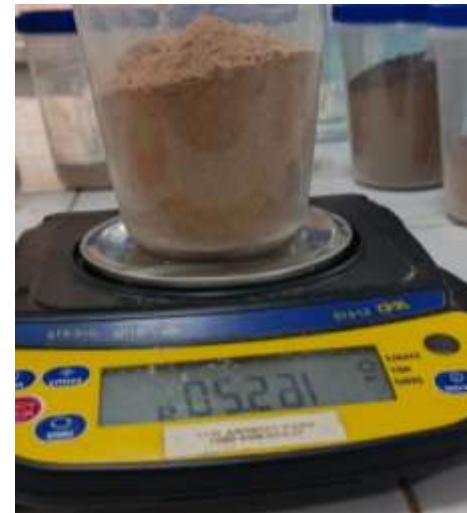
Obtención del suero dulce



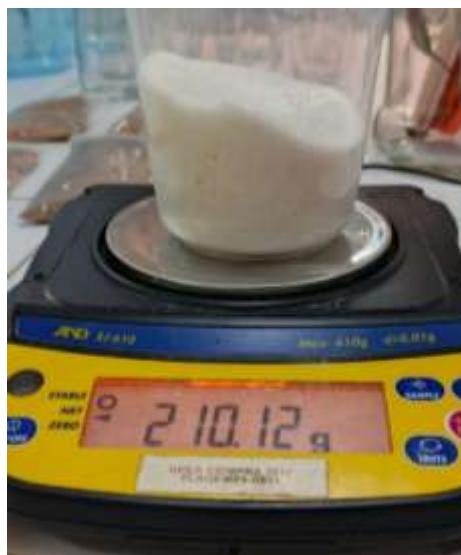
Medición de los °Brix del lactosuero



Medición de temperatura



Pesaje del pito de cañahua



Pesaje del azúcar



Pesaje del conservante (sorbato de potasio)



Adición de leche



Mezclado y homogenización de la bebida



Producto final de los tratamientos variedad Janco



Producto final del tratamiento variedad Wila

**Anexo 5. Producto ganador en el análisis organoléptica**



Bebida láctea enriquecida con  
pito de cañahua variedad Wila  
al 1,5%

**Anexo 6.Evaluación sensorial de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua**

Juez..... Fecha.....

ATRIBUTO	ESCALA	ALTERNATIVAS	TRATAMIENTO					
			T1J	T2J	T3J	T1W	T2W	T3W
Aroma	5	Intenso						
	4	Penetrante						
	3	Superficial						
	2	Muy leve						
	1	Leve						
Apariencia	5	Me gusta mucho						
	4	Me gusta poco						
	3	Ni me gusta ni me disgusta						
	2	Me disgusta poco						
	1	Me disgusta mucho						
Sabor	5	Extremadamente Agradable						
	4	Agradable						
	3	Poco agradable						
	2	Insípido						
	1	Desagradable						
Textura	5	Líquido agradable						
	4	Normal						
	3	Líquido						
	2	Poco espeso						
	1	Muy espeso						



Evaluación sensorial a estudiantes universitarios de la carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto.

## Anexo 7. Análisis de resultado del contenido nutricional de la bebida láctea con cañahua

**S G L A B**  
INSPECCIÓN Y LABORATORIO DE CALIDAD

**INFORME DE ENSAYO**  
ORDEN N° 0115-25-AGR  
Sector Agroindustrial de SGLAB S.R.L.

CLIENTE:	MISHEL JHOSELIN OTTOYA VISCARRA
PERSONA DE CONTACTO:	MISHEL JHOSELIN OTTOYA VISCARRA
DIRECCIÓN:	AV. VIACHA, ZONA VILLA CALACOTO
CARACTERÍSTICA/TIPO DE MUESTRA:	bebida láctea enriquecida con pito de cañahua
FECHA DE RECEPCIÓN:	2025-09-03
FECHA INICIO DE ENSAYO:	2025-09-04 AL 2025-09-11
FECHA DE EMISIÓN:	2025-09-11

**RESULTADOS**

PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	Límite Permisible
				T.P.W.
Proteínas	PTAGR-004 (Gafsa 4.0 2003)	%	5.67	S.L.R.
Calor	PTAGR-029 (Cevem 1156-82')	mg/100g	143.5	S.L.R.
Humedo	PTAGR-040 (Absorbent atomico)	mg/100g	0.35	S.L.R.
Magnesio	PTAGR-040 (Absorbent atomico)	mg/100g	18.19	S.L.R.

**Aclaraciones:**  
S.L.R.: Sin Límite de Referencia  
Lugar donde se realiza los ensayos: Laboratorio central  
Muestra proporcionada por el cliente

Sello Secreto		
COORDINACIÓN DE LABORATORIOS		

**ADVERTENCIA:**  
1.- De informar a cualquier persona que tiene en su poder este documento que el contenido del mismo refleja los hallazgos de la muestra solo al momento de su elaboración y dentro de los límites de las instalaciones del cliente se habilita el uso y la entrega de documentos responsables ante su cliente.  
2.- Quedan reservados los derechos de autor, título y titularidad del contenido a la apariencia de este documento de legal y sus copias serán provistas con el máximo rigor de la ley.  
3.- Queda a cargo de muestra se realiza bajo responsabilidad del cliente, el resultado del ensayo se limita a la muestra medida.  
4.- Informe análisis devuelto en las actividades autorizadas como: Laboratorio Oficial de Alimentos. Los ensayos realizados no implican certificación o homologación del producto ensayado.  
5.- SGLAB solo responde como sistema los informes analíticos en soporte físico con el diseño estable en letra, azúcar y firma del personal autorizado.  
6.- "Referencia Cliente" información proporcionada por el cliente.

Pág. 1 de 1

FULLPAGE  
VERSIÓN: 01  
FECHA DE ENVIADO: 2025-09-11

Avenida Charaña, N° 1045, Urbanización Coasma 79, El Alto - La Paz +591 (2) 2 88 48 78 • Email: info@sglab.com

Resultado en laboratorio de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua

## Anexo 8.Resultados del análisis microbiológico

**S G L A B**  
INSPECCIÓN Y LABORATORIO DE CALIDAD

**INFORME DE ENSAYO**  
ORDEN N.º 0114-25-AGR  
Sector Agroindustrial de SGLAB S.R.L.

CLIENTE: PERSONA DE CONTACTO: DIRECCIÓN: CARACTERÍSTICA/TIPO DE MUESTRA: FECHA DE RECEPCIÓN: FECHA EJECUCIÓN DE ENSAYO: FECHA DE EMISIÓN:	MISHEL JHOSELIN OTTOYA VISCARRA MISHEL JHOSELIN OTTOYA VISCARRA AV. VIACHA, ZONA VILLA CALACOTO BEBIDA LÁCTEA ENRIQUECIDA CON PITO DE CAÑAHUA 2025-05-13 2025-05-14 AL 2025-05-11 2025-05-12
---	--

**RESULTADOS**

CÓDIGO LABORATORIO	DT	Límite permisible		
REFERENCIA CLIENTE	<10 <sup>3</sup>			
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	
Aerobios mesófilos	PTMC-09 (NB-32003)	UFC/g	$1,0 \times 10^2$	SLR
Moho	PTMC-010(NB-32006)	UFC/g	$<1,0 \times 10^2$	SLR
Lievaduras	PTMC-010(NB-32006)	UFC/g	$2,0 \times 10^2$	SLR
Coliformes totales	PTMC-011(NB-32005)	NMP/g	$1,0 \times 10^4$	SLR
Coliformes fecales	PTMC-011(NB-32005)	NMP/g	> 3	SLR

Declaraciones:

=  $1,0 \times 10^1$  < $1,0 \times 10^2$  ... UFC/g o.mL = No existe desarrollo de colonias. Ausencia (25 g) = No existe desarrollo de colonias  
 NMP/g = Número Máx Probable / gramo; > 3 = Sin desarrollo bacteriano  
 Muestra proporcionada por el cliente a Hora: 15h51 pm  
 SLR: Sin Límite de Referencia



Sello Datto



Sello Rápido



**ADVERTENCIA**

- Se informa a cualquier persona que llega a su posesión este documento que el contenido del mismo refleja los hallazgos de la muestra ante el momento de su intervención.
- El uso de los datos de las condiciones del envío se hace únicamente para la empresa en cuestión y no es completamente responsable ante su cliente.
- Los datos de las condiciones del envío no autorizan, ni avalan o validan el contenido o la representación de este documento en ningún caso, ya que las mismas deben estar de acuerdo con la legislación de la ley.
- Quedan de forma irrevocable reservados los derechos y responsabilidades del cliente, al resultado del ensayo se somete a la legislación de la República.
- DISCARF solo responde como válido los informes emitidos por su parte. Paseo José Félix Ribas s/n Oficina 1001 - La Paz - Bolivia
- "Reservados todos los derechos" información preparada para el cliente.

I O C

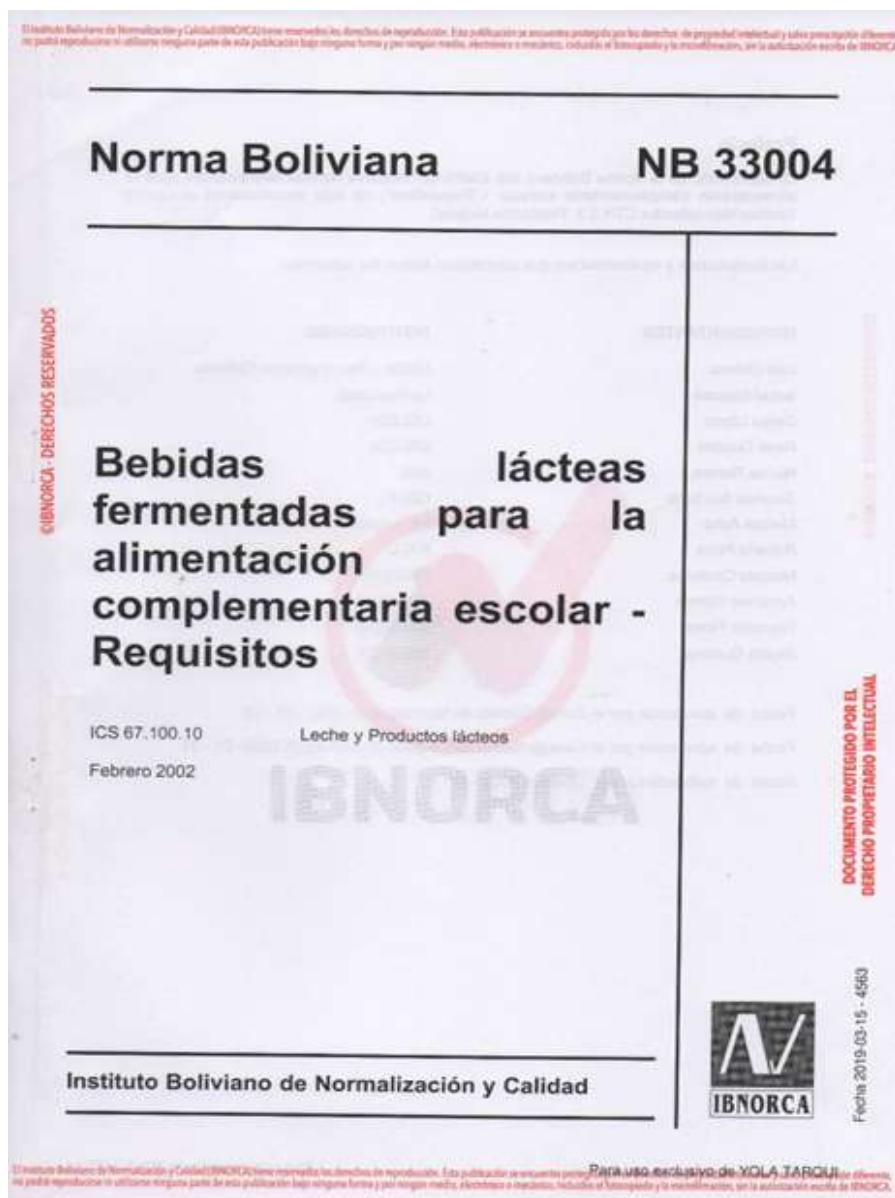
PGL-008  
VERSIÓN 02  
FECHA DE EMISIÓN: 2025-05-12

Pág. 1 de 1

Avenida Charaña, N° 3045, Urbanización Cosmos 79, El Alto - La Paz • Central (591-2) 2.56.48.76 • Email: info@sglabsl.com

Resultados en laboratorio de la bebida láctea enriquecida con pito de cañahua

## Anexo 9.Norma boliviana NB 3304. bebidas lácteas fermentadas



Anexo 10.Norma Ecuatoriana NTE-2594; 2011.Lactosuero dulce

**INEN**

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2594:2011**

---

**SUERO DE LECHE LÍQUIDO. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

FLUID WHEY. REQUISITOS

First Edition

**Anexo 11.Norma Ecuatoriana NTE-INEN-2564; 2011.bebidas lácteas a base de  
lactosuero**



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2564:2011**

---

**BEBIDAS LACTEAS. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

MILK DRINKS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPCIÓN: Tecnología de los alimentos. leche y productos lácteos, otros productos lácteos, bebidas lácteas, requisitos.  
AL: 03.01-446  
CDU: 637.18  
CIIU: 3112  
ICS: 67.100.99

**Anexo 12. Relación beneficio costo de la bebida láctea**

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo de producción (Bs)</b>	<b>Ingreso neto (Bs)</b>	<b>Precio del producto (Bs)</b>	<b>Ingreso bruto (Bs)</b>	<b>Beneficio Costo (Bs)</b>
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ-1,5%)	153,013	8,99	8	162	1,059
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ-3,5%)	157,013	4,99	8	162	1,032
Lactosuero + pito de cañahua var. Janco (LPJ-5,5%)	161,013	0,99	8	162	1,006
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW-1,5%)	153,013	8,99	8	162	1,059
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW-3,5%)	157,013	4,99	8	162	1,032
Lactosuero + pito de cañahua var. Wila (LPW-5,5%)	161,013	0,99	8	162	1,006