

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

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**PROPUESTA DE OBTENCIÓN DE YOGURT BEBIBLE A BASE DE
TARWI (LUPINUS MUTABILIS) PARA PERSONAS INTOLERANTES A
LA LACTOSA, UTILIZANDO UN CULTIVO PROBIOTICO.**

**TRABAJO EN OPCIÓN AL GRADO DE
ESPECIALISTA EN TECNOLOGÍA DE LÁCTEOS**

HEIDY SAYAGO GONZALES

**SUCRE - BOLIVIA
2024**

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

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**PROPUESTA DE OBTENCIÓN DE YOGURT BEBIBLE A BASE DE
TARWI (LUPINUS MUTABILIS) PARA PERSONAS INTOLERANTES A
LA LACTOSA, UTILIZANDO UN CULTIVO PROBIOTICO.**

**TRABAJO EN OPCIÓN AL GRADO DE
ESPECIALISTA EN TECNOLOGÍA DE LÁCTEOS**

HEIDY SAYAGO GONZALES

TUTORA: Lic. MARINA QUINO GUARACHI

**SUCRE – BOLIVIA
2024**

CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Heidy Sayago Gonzales

Sucre, 09 de octubre del 2024

DEDICATORIA

A mi madre querida por su gran esfuerzo y cariño dedico la culminación de la especialidad, le doy las gracias por ser comprensiva y apoyarme siempre en todas mis decisiones para el futuro. Donde me siento orgullosa de poder lograr mis objetivos, porque sin ella no estaría donde estoy gracias por toda mamita.

GRACIAS

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Gracias a dios por bendecir mi vida, y estar a mi lado en todo momento y por haberme dado la fuerza y voluntad por alcanzar mis ideales.

A MI FAMILIA

Con mucho amor y gratitud eterna, por la infinita paciencia y por permanecer siempre a mi lado en todo momento.

A MI MADRE

Por ser el pilar más importante de mi vida que día a día me demuestra su amor, cariño y apoyo para seguir adelante.

A la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, A la facultad de ciencias y tecnología y a todos mis docentes por compartir sus conocimientos para culminar mi carrera profesional.

RESUMEN

El consumo del yogurt va incrementado en los últimos años debido a que este presenta un gran aporte para la salud, por el contenido de calcio que este posee, el número de personas intolerantes a la lactosa va en aumento, dichas personas presentan una dolencia al consumir un yogurt normal. Es por ello que se ve la necesidad de satisfacer a este grupo de personas con la incorporación de nuevos productos al mercado y mediante la fortificación adicionar alimentos ricos en propiedades nutricionales como el tarwi.

En el presente proyecto se realizó la identificación de las variables más importantes del proceso productivo para la elaboración del yogurt, se seleccionó y evaluó el cultivo probiótico a utilizar y se determinó las condiciones óptimas de fermentación del yogurt.

El acondicionamiento del tarwi se realizó mediante un proceso de lavado, seleccionado, secado y molienda.

Se planteó el diseño experimental ²³ y se deben realizar pruebas por triplicado, los resultados se deben cuantificar mediante las variables de respuesta (grados brix, pH, densidad y rendimiento).

Se debe lograr un yogurt a base de tarwi con un cultivo probiótico (***Lactobacillus bulgaricus***) con propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas apropiadas del producto, además de ser un producto que coadyuve a la salud de las personas siendo un alimento funcional, es decir que al introducir al cuerpo humano actúe como un medicamento contra ese malestar.

Palabras clave: yogurt de Tarwi, probiótico, ***Lactobacillus bulgaricus***

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.	Antecedentes y Origen de la Investigación.....	1
1.2.	Descripción de la Situación Problémica.....	2
1.3.	Planteamiento del Problema de Investigación.....	3
1.4.	Justificación de la Investigación.....	3
1.5.	Objeto de Estudio.....	4
1.6.	Campo de acción.....	4
1.7.	Idea a Defender.....	4
1.8.	Objetivos de la Investigación.....	4
1.8.1.	Objetivo General.....	4
1.8.2.	Objetivos Específicos.....	5
1.9.	Diseño metodológico.....	6
1.9.1.	Metodología.....	8
1.9.2.	Técnica.....	9
1.9.3.	Procedimientos e instrumentos de investigación.....	9
1.9.4.	Selección de la técnica de muestreo.....	9
1.9.5.	Tamaño de la muestra.....	10

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1.	Marco Teórico y Conceptual.....	11
2.1.1.	Productos lácteos.....	11
2.1.2.	Leche.....	11
2.1.3.	Lactosa.....	12

2.1.4. Yogurt.....	13
2.1.5. Fortificacion.....	15
2.1.6. Tarwi (Lupinus Mutabili).....	15
2.1.7. Cultivos probióticos	17
2.2. Marco Contextual	18
2.2.1. Marco Económico.....	18
2.2.2. Marco Político.....	19
2.2.3. Marco Cultural.....	19
2.2.4. Marco Científico	20

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO

3.1. Descripción detallada de la Realidad Actual. Análisis situacional.....	21
3.2. Análisis Final de la Problemática	22
3.3. Presentación de los resultados.....	22
3.3.1. Comprender los conceptos más importantes en la elaboración del yogurt.	22
3.3.2. Identificar las variables más importantes del proceso productivo para la elaboración del yogurt. 22	

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Título del proyecto.....	31
4.2. Justificación.....	31
4.3. Objetivos y Metas del Proyecto	31
4.3.1. Objetivo General	31
4.3.2. Objetivos Específicos	32
4.3.3 Metas	32
4.4. Localización y población Beneficiaria del proyecto	33

4.4.1. Localización	33
4.4.2. Población beneficiaria	33
4.5. Relevancia e Impacto del Proyecto	34
4.6. Organización del proyecto para su Ejecución, Seguimiento, y Evaluación	35
4.6.1. Determinación de las condiciones óptimas del proceso de fermentación	35
4.6.2. Obtención de yogurt a base del tarwi	36
4.6.3. Análisis físico - químico, microbiológico y organoléptico del producto	38
4.7. Análisis de resultados.....	40
4.7.1. Desamargado del tarwi.....	40
4.7.2. Determinación de las variables más importantes del proceso	40
4.7.3. Diseño experimental del proceso.....	40
4.7.4. Elaboración del yogurt.....	41
4.7.5. Condiciones óptimas del proceso de fermentación.....	41
4.7 Duración y Cronograma de Actividades del Proyecto	42
4.8. Posibles Fuentes de Financiamiento y Presupuesto Tentativo del Proyecto	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA.....	46

ANEXOS

7.1. Equipos a utilizar en la parte experimental del proyecto	
7.2. Escala hedónica a tomar en cuenta en el análisis sensorial	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diseño metodológico del proyecto.....	6
Tabla 2 Composición nutricional de la leche	12
Tabla 3 Composición nutritiva del yogurt.....	14
Tabla 4 Composición química y nutricional del tarwi crudo y cocido.....	16
Tabla 5 Contenido nutricional de los alimentos	17

Tabla 6 Cantidad máxima y mínima de la harina de tarwi a ser utilizada para 1 L de leche...	26
Tabla 7 Cantidad máxima y mínima del cultivo probiótico lactobacillus bulgaricus a ser utilizada para 1 L de leche	27
Tabla 8 Niveles máximos y mínimos de los factores	28
Tabla 9 Diseño experimental para el proceso	28
Tabla 10 Requisitos promedio estimados para el consumo de calcio.....	34
Tabla 11 Tiempos y temperaturas usados generalmente en la elaboración de yogurt.....	36
Tabla 12 Propiedades físico - químicas a medir durante la vida útil del yogurt.....	38
Tabla 13 Parámetros fisicoquímicos a medirse en el yogurt.....	39
Tabla 14 Parámetros microbiológicos a medirse en el yogurt.....	39
Tabla 15 Valores máximo y mínimo de las variables	40
Tabla 16 Condiciones de fermentación del proceso	41
Tabla 17 Cronograma de actividades de la investigación	42
Tabla 18 Equipos necesarios para llevar la investigación.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama causa y efecto	22
Figura 2 Tarwi del altiplano boliviano (Challapata La Paz)	23
Figura 3 Desamargadora CIP y CA.....	24
Figura 4 Diagrama de flujo del proceso de desamargado del tarwi.....	25
Figura 5 Diagrama de flujo del proceso de molienda del tarwi	26
Figura 6 Factores que intervienen en el proceso	28
Figura 7 Diagrama de flujo de la elaboración del yogurt	37

ÍNDICE DE ANEXOS

7. ANEXOS	
7.1. Equipos a utilizar en la parte experimental del proyecto	
7.2. Escala hedónica a tomar en cuenta en el análisis sensorial	

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y Origen de la Investigación

De un tiempo a esta parte existen muchos estudios que versan sobre los productos lácteos destacando la diversidad en cuanto a su sabor y textura; pues el origen de estos productos tiene que ver con la aparición de la leche, porque los productos Lácteos son transformaciones de la leche, a través de la implementación de diferentes procedimientos y adición de otros productos que permiten obtener un determinado producto lácteo. Según las investigaciones realizadas sobre el origen de la leche, podemos indicar que tiene una data de muchos años atrás, es decir, que la leche tiene un largo recorrido, esta aseveración podemos confirmar con el siguiente dato informativo: “Sobre el 4.000 A.C, surgió una de las primeras civilizaciones del mundo: los Sumerios. Este pueblo desarrolló los sistemas agrarios y ganaderos. Fue la primera vez que se tienen registros del consumo de leche”. De acuerdo a este fragmento teórico se conoce que los Sumerios del Medio Oriente fueron los primeros en consumir la leche en el mundo, además es la primera civilización que apareció en el mundo, por lo tanto, es la más antigua.

Otro aspecto que tiene que ver con el origen de los productos lácteos, es el surgimiento de las Plantas Industrializadoras de Leche (PIL); porque en estas plantas se estima que ha empezado a producirse diferentes productos lácteos, que hoy en día podemos encontrar una diversidad de ellos en el mercado para el consumo de la sociedad. En ese sentido, de manera concisa y clara es importante aclarar sobre la aparición de las Plantas Industrializadoras de Leche en Bolivia; al respecto de acuerdo a la revisión literaria se puede indicar que la primera Planta Industrializadora de Leche fue instalada en la ciudad de Cochabamba en los años 60 y así gradualmente se instalaron en otras partes de Bolivia; los cuales tuvieron que pasar por diferentes dificultades al comienzo de su funcionamiento.

La Planta Industrializadora de Leche (PIL) nació en Cochabamba e inició sus operaciones en 1960 (hace 63 años), con una capacidad inicial de procesar 40 mil litros de leche por día, con tecnología limitada, infraestructura reducida y escasa cartera de productos. En La Paz empezó a operar en 1972 y en Santa Cruz en 1977. Así, la empresa fue creciendo en medio de limitaciones y dificultades propias de la dinámica industrial.

1.2. Descripción de la Situación Problemática

El consumo de los productos lácteos, como la leche, el queso, el yogurt y otros, es saludable para muchas personas por su alta densidad de proteínas que contiene y además el organismo de las personas requieren de las proteínas que contienen los productos lácteos. Sin embargo, otro grupo de personas son intolerantes a lactosa; es decir, el consumo de los productos lácteos que contienen lactosa les causa malestares en su organismo; algunos de los malestares que puede generar son: “gases y líquidos que pueden provocar dolores, hinchazón abdominal, diarrea, flatulencias, retortijones, vómitos o náuseas”, como síntomas que pueden estar presentes en la intolerancia a la lactosa.

Los problemas que causan el consumo de productos lácteos que contienen la lactosa en las personas, despierta interés en la búsqueda de alternativas de solución ante la situación problemática, para tal efecto es necesario realizar un estudio importante que establezca el horizonte de encontrar productos diversificados y en su composición misma se reduzca el grado de la sustancia lactosa y el consumo de los mismos de solución al problema descrito en líneas anteriores.

Ante la situación malestar y negativa que genera en las personas intolerantes a la lactosa el consumo de los productos lácteos que contienen la sustancia lactosa; surge la idea de elaboración de un yogurt bebible a base de tarwi para personas intolerantes a la lactosa, utilizando un cultivo probiótico, aprovechando las bondades del tarwi que contribuye a la seguridad alimentaria y nutricional, sobre todo en niños y madres lactantes, gracias a una gran cantidad de proteína vegetal que contiene, asimismo la utilización del cultivo probiótico, quien al ser incorporado en la leche reduce los síntomas de inflamación o distensión, posiblemente como consecuencia de la presencia de la lactasa de las bacterias ácido lácticas, mejorando así la digestión de la lactosa.

1.3. Planteamiento del Problema de Investigación

En la actualidad, una gran parte de la población mundial sufre de intolerancia a la lactosa, lo que limita su capacidad para consumir productos lácteos convencionales, que son una fuente importante de probióticos y otros nutrientes esenciales, para personas con problemas intolerancia a la lactosa pueden verse privadas de los beneficios asociados con el consumo de alimentos fermentados, como la mejora de la salud digestiva y el equilibrio de la microbiana intestinal.

Por lo tanto, se hace el siguiente planteamiento del problema de investigación:

¿Qué impacto tendrá la elaboración de un yogurt bebible a base de tarwi en la salud digestiva de personas intolerantes a la lactosa, utilizando un cultivo probiótico?

1.4. Justificación de la Investigación

El presente estudio establece razones fundamentales para poder llevar adelante la investigación en el área de Industrias de Alimentación; la cuales se trazan los siguientes párrafos:

El consumo de los productos lácteos, al constituirse en alimentos contraindicados para las personas intolerantes a la lactosa, se vuelve en un problema para ese grupo social, por lo tanto, requiere de una solución o alternativas que contrarresten los malestares producidos en una parte de la sociedad; es por eso que se constituye en tema investigación.

En la relevancia científica y metodológica, será útil la teoría y las metodologías resultantes del presente estudio, como referencia o como antecedentes para posteriores estudios que se realicen en el futuro. Esto implica que la presente investigación va contribuir con nuevas teorías en la producción de productos lácteos alternos a las actuales; entonces, es ahí donde radica una de las razones principales para realizar el presente estudio.

Otro aspecto relevante que motiva para llevar adelante la investigación, es la relevancia social y esto tiene que ver con la solución de los malestares que genera el consumo de los productos lácteos comunes y corrientes en las personas intolerantes a la lactosa, es decir, la producción de productos lácteos particularmente para la sociedad intolerantes a la lactosa, va poder evitar

problemas en los organismos de esa sociedad que tanto le aqueja. Estos productos alternativos sean consumidos por ese grupo social sin ningún riesgo en cuanto a su salud; más al contrario serán saludable y nutritivos para su organismo debido a las propiedades alimenticias del tarwi quien aportara con valiosos nutrientes al cuerpo humano, asimismo el yogurt obtenido será mediante la utilización de un cultivo probiótico actuando como un medicamento contra la intolerancia a la lactosa.

1.5. Objeto de Estudio

El objeto de estudio de esta investigación es la elaboración de Yogurt bebible a base de tarwi mediante la utilización de un cultivo probiótico, para personas intolerantes a la lactosa. Para personas con problemas de intolerancia a la lactosa.

1.6. Campo de acción

El campo de acción esta de limitado en la obtención de yogurt bebible a base de tarwi para personas intolerantes a la lactosa.

1.7. Idea a Defender

El presente proyecto a defender es una propuesta de elaboración de un yogurt bebible a base de tarwi para personas intolerantes a la lactosa, utilizando un cultivo probiótico, sabiendo que esta problemática es muy común en la sociedad y que trae consigo diferentes malestares, también a su vez coadyuvar en la adición de los nutrientes presentes en el tarwi, debido a que este es uno de los granos más completos en nutrientes mediante la fortificación de yogurt con tarwi y la utilización de un cultivo probiótico.

1.8. Objetivos de la Investigación

1.8.1. Objetivo General

Proponer la obtención de yogurt bebible a base de tarwi para personas intolerantes a la lactosa, utilizando un cultivo probiótico.

1.8.2. Objetivos Específicos

- ✚ Comprender los conceptos más importantes en la elaboración del yogurt.
- ✚ Identificar las variables más importantes del proceso productivo para la elaboración del yogurt.
- ✚ Seleccionar y evaluar cultivos probióticos adecuados para la fermentación de la base de tarwi y la generación de un producto con características similares al yogurt tradicional.
- ✚ Determinar las condiciones óptimas de fermentación (tiempo, temperatura y pH) para asegurar el crecimiento adecuado de los probióticos, la producción de ácido láctico y el desarrollo del perfil sensorial deseado.

1.9. Diseño metodológico

Tabla 1 Diseño metodológico del proyecto

Objetivos específicos	Metodología	Herramientas	Actividades	Resultados
Comprender los conceptos más importantes en la elaboración del yogurt	Descriptiva Analítica Sintética	Documentos bibliográficos (Libros y revistas referentes al tema)	Revisión bibliográfica	Marco teórico elaborado.
Identificar las variables más importantes del proceso productivo para la elaboración del yogurt	Analítica Sintética Descriptiva	Software Excel Documentos bibliográficos (Libros y revistas referentes al tema)	Analizar el proceso productivo	Variables del proceso identificadas
Seleccionar y evaluar cultivos probióticos adecuados (como <i>Lactobacillus acidophilus</i>, <i>Bifidobacterium bifidum</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i>) para la fermentación de la base de tarwi y la generación de un	Analítico Sintético Deductivo	Software Excel Documentos bibliográficos	Seleccionar y evaluar los cultivos probióticos	Identificación del cultivo probiótico a utilizar

producto con características similares al yogurt tradicional				
Determinar las condiciones óptimas de fermentación (tiempo, temperatura y pH) para asegurar el crecimiento adecuado de los probióticos, la producción de ácido láctico y el desarrollo del perfil sensorial deseado	Analítico Sintético Deductivo	Software Excel Documentos bibliográficos	Determinación de las condiciones de operación del yogurt	Parámetros de operación identificados
Realizar la evaluación económica, financiera a la propuesta	Descriptivo Explicativo	Guías de costos de OPEX y CAPEX	Estructura de financiamiento y recursos económicos a utilizar	Costos en la parte experimental del proyecto

Fuente: Elaboración propia

1.9.1. Metodología

El presente estudio que se lleva adelante, se sustenta en una variedad de metodologías convencionales e innovadoras y en particular son que se ajusten con idoneidad para alcanzar los objetivos que se intenta lograr al finalizar de la presente investigación; entre los cuales se puede mencionar el método deductivo, el método de análisis, síntesis, el método experimental, etc. cada uno de estos métodos y otros acordes al trabajo de investigación serán útiles para recabar los datos informativos y confiables y así lograr la consecución de la meta del estudio.

1.9.1.1 Método descriptivo

Se encarga de analizar e interpretar la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente.

1.9.1.2 Método analítico

El método analítico-sintético parte de entender el análisis como el procedimiento mental que descompone lo complejo en sus partes y cualidades, permitiendo la división mental del todo en sus múltiples relaciones; y la síntesis como la unión entre las partes analizadas, descubriendo las relaciones y características generales entre ellas, lo cual se produce sobre la base de los resultados del análisis.

Se examinará el problema existente, para describir las causas que lo provocaron, es decir, la variación de temperatura, el tiempo de tendido de la red de transporte, la composición de los fluidos, la producción de agua. Asimismo, se pretende descomponer el modelo para un mejor desarrollo y comprensión en la solución del problema (Somano, 2020)

1.9.1.3 Método deductivo

El método deductivo permite determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad. Mediante la deducción se

derivan las consecuencias particulares o individuales de las inferencias o conclusiones generales aceptadas (Luis, 2014)

1.9.2. Técnica

La técnica que será aplicado en el proyecto es la fermentación láctica controlada en sustrato vegetal Tarwi, es necesario considerar una escala mayor con procesos automatizados y controlados rigurosamente para garantizar la eficiencia, consistencia y seguridad alimentaria del producto final.

1.9.3. Procedimientos e instrumentos de investigación

Hablando de la técnica, ésta se explica como la manera de recorrer el camino que se delinea en el método; son las estrategias empleadas para recabar la información requerida y así construir el conocimiento de lo que se investiga, mientras que el procedimiento alude a las condiciones de ejecución de la técnica. La técnica propone las normas para ordenar las etapas del proceso de investigación, de igual modo, proporciona instrumentos de recolección, clasificación, medición, correlación y análisis de datos, y aporta a la ciencia los medios para aplicar el método. Las técnicas permiten la recolección de información y ayudan al ser del método.

1.9.4. Selección de la técnica de muestreo

Las técnicas de muestreo permiten determinar los criterios de selección de los elementos a estudiar; establecer el tamaño de la muestra y considerar los recursos humanos, de tiempo y presupuestarios para llevar a buen puerto el estudio.

El muestreo es una técnica de investigación estadística imprescindible en el mundo actual, donde las predicciones o el entendimiento acerca de cualquier objeto de estudio (mercado, investigaciones científicas, medio ambiente, opinión, calidad, cultura) se hacen sobre poblaciones generalmente amplias y no es viable el estudio de cada uno de los individuos.

Para determinar cuál técnica de muestreo se usará para el estudio, encuesta o investigación que se planea realizar es indispensable identificar y delimitar el universo desde el inicio del proyecto, así como especificar los elementos que formarán parte de ella.

Para un estudio como el desarrollo de un yogurt probiótico a base de tarwi para personas intolerantes a la lactosa, el muestreo estratificado o el muestreo por juicio serían los más apropiados, ya que permiten captar las características específicas de la población (intolerancia a la lactosa, aceptación de productos a base de tarwi, preferencia por probióticos

Toda muestra forma parte de una población, por lo que, si se tienen varias poblaciones, se deberán tener también varias muestras. Las técnicas de muestreo son fundamentales para el proceso de obtención de una muestra estadística adecuada a los fines de las investigaciones que se llevarán a cabo, por tanto, son herramientas fundamentales en disciplinas tan diferentes como la demografía, la biología o la política.

1.9.5. Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra permite a los investigadores saber cuántos individuos son necesarios estudiar, para poder estimar un parámetro determinado con el grado de confianza deseado, o el número necesario para poder detectar una determinada diferencia entre los grupos de estudio, suponiendo que existiese realmente.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico y Conceptual

2.1.1. Productos lácteos

Los productos lácteos son alimentos transformados o derivados de la leche, pero en la mayoría son de la vaca; en la actualidad existen una variedad de productos de diferentes gustos y sabores para el consumo de la sociedad y alguno de ellos son el queso, el yogurt, la mantequilla, crema de leche y otros. “Según el Codex Alimentarius, por producto lácteo se entiende un producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración” (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [ONU], 2019).

2.1.2. Leche

Se define a la leche, como una emulsión de grasas en agua, estabilizada por una dispersión coloidal de proteínas en una solución de sales, vitaminas, péptidos, lactosa, oligosacáridos, caseína y otras proteínas. La leche también contiene enzimas, anticuerpos, hormonas, pigmentos (carotenos, xantofilas, riboflavina), células (epiteliales, leucocitos, bacterias y levaduras), CO₂, O₂ y N. Por eso desde el punto de vista químico la leche constituye un sistema complejo. (Narvaez, 2015)

2.1.2.1 Composición de la leche

La leche es un líquido blanquecino segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos cuyo papel principal es el aporte de nutrientes a las crías en los primeros meses de vida con la finalidad de promover su correcto desarrollo. En la actualidad, la vaca (*Bos taurus*) es el animal que contribuye en mayor porcentaje a la producción de leche en el mundo. Puesto que los requerimientos nutricionales de cada especie son únicos, la composición de la leche difiere según el tipo de animal de procedencia. El tipo de alimentación de los animales

lecheros también es un factor condicionante de la composición final de la leche. El principal componente de la leche es el agua, que supone en promedio el 80% del producto, seguido de proteínas, grasas, hidratos de carbono y otros componentes a nivel traza, como minerales, vitaminas, hormonas y enzimas. (Artica, 2014)

Tabla 2 Composición nutricional de la leche

Parámetros	Mujer	Vaca	Oveja	Cabra
Hidratos de C.	6,3-6,4	4,9-5,2	4,1-4,3	4,6-4,7
Grasas	3,7-3,8	3,1-3,7	7,8-8,0	4,0-4,1
Caseína	0,8-0,9	2,8-2,9	4,1-4,2	2,8-3,0
Albuminas	1,2-1,3	0,5-0,6	0,9-1,1	0,8-0,9
Sales	0,3-0,4	0,7-1,0	0,9-1,1	0,8-1,0
Agua	87,5-87,6	87,2-87,3	80,7-80,9	86,6-86,8
Extracto seco	12,4-12,5	12,7-12,8	18,1-18,2	13,3-13,4

Fuente: (Artica, 2014)

2.1.3. Lactosa

La lactosa es un componente importante de la leche materna. Es el principal hidrato de carbono y fuente de energía en la mayoría de las leches de mamíferos y, como tal, ha sido parte importante en la dieta del humano desde sus orígenes. “La lactosa es un disacárido formado por dos monosacáridos: la galactosa y la glucosa. Estos se unen por un enlace glucosídico β -1 4, una unión entre los carbonos 1 de la galactosa y el átomo de carbono 4 de la glucosa” (TOCA, 2014)

2.1.3.1 Intolerancia a la lactosa

La intolerancia a la lactosa se podría considerar como una enfermedad o malestar que les produce en las personas a causa del consumo de la leche y sus derivados (queso, yogurt y otros), este grupo social no pueden consumir los productos lácteos, de lo contrario si lo hacen, es más segura que vivirán diferentes malestares en su organismo; por eso se les recomienda que no consuman y a este grupo social se le considera personas intolerantes a la lactosa.

Esta patología afecta a las personas que no pueden consumir leche o gluten porque no logran digerir los nutrientes que estos poseen. El paciente no produce lactasa, la enzima necesaria para procesar los lácteos. Por el momento, son muchas las personas que son intolerantes a la lactosa y no existe ningún tratamiento contra esta patología (Román, 2006)

2.1.4. Yogurt

El yogurt y los productos lácteos fermentados son entre los productos lácteos más consumidos en todo el mundo. La biodisponibilidad de calcio del yogurt es incluso mayor que el de la leche. El pH ácido del yogurt ioniza el calcio y, por lo tanto, facilita la absorción del calcio intestinal. El yogurt es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Sreptococcus salivaris subsp. thermophilus*, (INEN, 2011)

2.1.4.1 Composición del yogurt

Desde el punto de vista nutricional y de salud, el yogurt aporta nutrientes adicionales a los de producto frescos como las frutas, al ser un alimento derivado de la leche, lo hace rico en vitaminas y minerales. Las proteínas producidas por las bacterias lácticas hacen del yogurt un producto con mayor valor biológico, las grasas y la lactosa resultan más digeribles para el consumo de personas que presenten problemas de intolerancia a productos lácteos. Esto lo hace recomendable para el consumo de gente de todas las edades, ya que aporta nutrientes importantes que son fáciles de asimilar. En la Tabla 3, se especifica los componentes nutritivos del yogurt. (Tamime & Robinson , 1991)

Tabla 3 Composición nutritiva del yogurt

Compuesto (Unidades de 100 g)	Yogurt entero
Calorias (g)	72
Proteinas (g)	3,9
Grasa (g)	3,4
Carbohidratos (g)	4,9
Calcio (mg)	145
Fosforo (g)	114
Sodio (mg)	47
Potasio (mg)	186

Fuente: (Tamime y Robinson , 1991)

2.1.4.2 Clasificación del yogurt

De acuerdo a su composición el yogurt se clasifica en:

a) Yogurt natural: Producto obtenido, sin la adición alguna de saborizantes, azúcar y colorantes, permitiéndose solo la adición de estabilizantes y conservantes recomendados por la NB 33016.

b) Yogurt saborizado: Producto que puede contener los aditivos recomendados en la NB 33016 y los saborizantes y colorantes naturales y/o artificiales permitidos por el CODEX Alimentarius. Además, podrá contener miel, chocolate, café, especias, fibra y otros saborizantes naturales inocuos.

c) Yogurt con Fruta: Producto obtenido con la adición procesada de pulpa, jugo, néctar, jalea o mermelada para productos industriales. Puede contener los aditivos recomendados y los saborizantes y colorantes naturales y/o artificiales permitidos por el CODEX Alimentarius.

De acuerdo al proceso de elaboración el yogurt se clasifica en:

a) Yogurt aflanado: Es el producto obtenido cuando la fermentación y la coagulación de la leche se lleva a cabo en el envase mismo; el yogurt así producido es una masa homogénea semi-sólida.

b) Yogurt batido. Es el producto en el que la inoculación de la mezcla pasteurizada, se realiza en tanques de incubación produciéndose en ellos la coagulación, luego se bate y posteriormente se envasa.

c) Yogurt líquido o bebible: Se puede considerar como yogurt batido de baja viscosidad, se puede elaborar a partir de la leche con un contenido mínimo de sólidos no grasos de 6% u homogenizar el producto antes del enfriamiento.

d) Yogurt congelado: Es el producto semi congelado y batido para incorporación de aire y luego congelado en cámaras a 30°C – 40°C bajo cero. Los cultivos específicos pueden ser reactivados en cantidades razonables por descongelado.

e) Yogurt concentrado o condensado: Se elabora eliminando parcialmente la fase líquida de yogurt, hasta un nivel aproximado de un 24 % de sólidos totales, obteniéndose un producto con propiedades reológicas y características muy diferentes a las del yogurt normal.

2.1.5. Fortificacion

La fortificación de alimentos se define como la práctica de incrementar deliberadamente el contenido de micronutrientes esenciales, es decir, vitaminas y minerales en un alimento, con el fin de mejorar la calidad nutricional del mismo y proporcionar un beneficio de salud pública con un riesgo mínimo para la salud (Latham, 2002)

2.1.6. Tarwi (Lupinus Mutabili)

El Tarwi es una leguminosa conocida en las diversas culturas precolombinas de Sudamérica, desempeñaba un papel importante como planta de cultivo para el abastecimiento proteico, una de sus características es la de crecer en suelos pobres y tiene propiedades de fijar nitrógeno y liberar el fósforo que benefician los cultivos.

El Tarwi como de la familia leguminosas su altura de planta de 0,8 a 1 m, sus semillas forman vainas y son de color blanco, marrones, negras, contienen alcaloides amargos que impiden su

consumo directo por lo cual el Tarwi debe de pasar por un proceso de desamargado o para eliminar los alcaloides (Tapia, 2015)

La composición del Tarwi desamargado, contiene micro y macro nutrientes, el porcentaje de proteína es del 54,05%, además de un 21,22% en grasa, 10,37% en fibra, 77,05% en humedad, 2,54% en cenizas, 0,03% en alcaloides, 0,73% en azúcares totales, 0,61% en azúcares reductores y 2,88% en almidón, además se ha visto que contiene porcentajes de macro elementos como el 0,02% de potasio 0,07% de magnesio, 0,48% de calcio, 0,43% de fosforo. Por otra parte, tanto el Tarwi desamargado, tienen porcentajes de micro elementos, como 74,25% de hierro, 63,21% de zinc, 18,47% de manganeso, 7,99% de cobre. Dentro de la composición del Tarwi desamargado también se encuentra un 0,09% de betacaroteno, 0,52% de tiamina, 0,42% de riboflavina y 4,01% de niacina.

La composición química contenido nutricional del Tarwi puede variar dependiendo si se encuentra en estado crudo o cocido como indica la tabla 4

Tabla 4 Composición química y nutricional del tarwi crudo y cocido

Parametros nutricionales para 100 g de tarwi		
Parametros	Crudo	Cocido
Energia (g)	227	153
Agua (g)	46,3	69,7
Proteina (g)	17,3	11,6
Grasa (g)	17,5	8,6
Carbohidratos (g)	17,3	9,6

Fuente: (Mendieta, 2020, p.5)

El tarwi es un cereal cuyas propiedades es mayor comparado con otros alimentos como se puede ver en la tabla 5

Tabla 5 Contenido nutricional de los alimentos

Alimento	100 g		
	Leche entera en polvo	Soya	Tarwi
Energía (Kcal)	524,41	423,2	438,5
Grasa (g)	27,21	16,4	16,5
Carbohidratos (g)	36,01	35,5	28,2
Proteínas (g)	33,87	33,4	44,3
Fibra (g)		5,7	7,1
Humedad (g)	3,9	9,2	7,7
Cenizas (g)	6,9	5,5	3,3

Fuente: (Castañeda, et al.,2008)

2.1.7. Cultivos probióticos

En los últimos años se ha observado que los probióticos tienen efectos más allá del valor nutritivo del alimento, incluyendo la exclusión, antagonismo e interferencia con microorganismos patógenos, la inmunoestimulación e inmunomodulación, actividades anticarcinogénicas y antimutagénicas, alivio de los síntomas de intolerancia a la lactosa, reducción de colesterol sérico, reducción de la presión arterial, disminución en la incidencia y duración de diarrea, prevención de vaginitis y mantenimiento de la integridad de las mucosas entre otras. Otros beneficios incluyen la estimulación de la síntesis de vitaminas y producción de enzimas, estabilización de la microflora, y reducción del riesgo de cáncer de colon. (Ruiz y Ramírez, 2009, p.2)

Son muchos los microorganismos utilizados como probióticos tanto en animales como en humanos, incluyendo los géneros ***Bifidobacterium***, ***Bacillus***, ***Streptococcus***, ***Saccharomyces***, ***Aspergillus***, ***Enterococcus***, ***Pediococcus*** y, el más utilizado de todos el ***Lactobacillus***.

La producción de yogurt está basada en la adición de fermentos de *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* a la leche. Sin embargo, actualmente se considera que la introducción de microorganismos probióticos ha permitido, no sólo mejorar la producción del yogurt, por disminuir la postacidificación, sino también porque actúan como agente terapéutico, generando efectos beneficiosos en las personas que los ingieren (ELABORACION DE YOGURT CON PROBIOTICOS, 2009)

Aun no se tiene estipulado la concentración mínima necesaria de adición del probiótico al yogurt para alcanzar ventajas terapéuticas. Sin embargo “Algunos investigadores sugieren niveles de concentración mayores a 10^{-6} ufc/ml, otros estipulan concentraciones mayores a 10^{-7} ufc/ml y 10^{-8} ufc/ml como niveles satisfactorios” (RAMIREZ, 2009)

2.2. Marco Contextual

El presente trabajo de investigación que titula “Propuesta de obtención de yogurt bebible a base de tarwi para personas intolerantes a la lactosa, utilizando un cultivo probiótico” se sitúa en la ciudad de Sucre del departamento de Chuquisaca y con particularidad en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca. La población de estudio será los estudiantes de la Facultad de Ciencias y Tecnología.

En el aspecto cultural, la población de estudio es de estatus social fuertemente diverso, porque la procedencia del universo de estudio es de diferentes partes de Bolivia, por lo tanto, culturalmente es resultado de la pluriculturalidad, esta caracterización se debe a que Bolivia es un estado pluricultural en lo respecta al idioma, vestimenta, formas de organización e ideologías. Ahora en lo que concierne al aspecto económico, también se puede considerar de índole diverso, porque algunos proceden de familias pobres, o medianamente de economía estable y otros son de familias bien remuneradas.

2.2.1. Marco Económico

Hasta el 2017, la industria de producción de lácteos en Bolivia generó 550 millones de litros, un volumen que podría superar los 1.500 millones de litros en 2025, con políticas públicas de incentivo. El principal objetivo de este núcleo empresarial es el de desarrollar el mercado de

consumo de lácteos en el país, a través de la mejora en la calidad de la materia prima y el portafolio de productos con alto contenido nutricional.

La empresa PIL tiene en todo el país más de 12 empresas a nivel nacional la producción lechera en Bolivia, en manos fundamentalmente de productores y agricultores, genera alrededor de 30.000 empleos, aporta aproximadamente Bs 1.300 millones al Producto Interno Bruto, y es parte fundamental de la canasta familiar.

2.2.2. Marco Político

Según el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE). Con el objetivo de hacer esto posible, los representantes de las principales empresas de este sector se articularon para conformar el primer núcleo empresarial de lácteos del país, organización que será apoyada y respaldada por la Cámara de Industria, Comercio, Servicios y Turismo de Santa Cruz (CAINCO). Sin embargo, de acuerdo a información de la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE), Bolivia es uno de los países de América Latina y el Caribe con menor consumo promedio de productos lácteos, con 62 litros per cápita. Mientras que lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), está entre los 160 y 182 litros por año. Por esa razón, el sector dice estar comprometido a que los más de 11 millones de habitantes, mejoren su alimentación y su nutrición, ejecutando iniciativas que incrementen el consumo de lácteos y sus derivados.

2.2.3. Marco Cultural

El yogurt bebible es sin duda uno de los alimentos importantes que forma parte de la dieta diaria, sin embargo, en el área rural este alimento se consume de manera escasa. La intolerancia a la lactosa se nota frecuentemente en niños y personas, a nivel nacional el 70 por ciento de la población la sufre.

El tarwi es una leguminosa muy conocida por el altiplano del país, se puede observar que hay personas quienes comercializan estos alimentos en los mercados del país para el consumo

directo, la utilización de este alimento a pesar que contiene propiedades nutricionales muy aptos al consumo humano no es de manera industrial, la producción de tarwi en el país de aproximadamente 9,16 qq/ha (quintales / hectáreas) y se prevé un crecimiento en la producción agrícola del tarwi debido a que en los últimos tiempos toma mayor relevancia debido a sus propiedades alimenticias.

2.2.4. Marco Científico

El consumo de los productos lácteos, al constituirse en alimentos contraindicados para las personas intolerantes a la lactosa, se vuelve en un problema para ese grupo social, por lo tanto, requiere de una solución o alternativas que minimicen este problema en la sociedad, el yogurt es un alimento que forma parte de la dieta diaria de las personas, sin embargo al ser obtenido a partir de la leche presenta entre sus componentes a un disacárido (lactosa) la cual ocasiona diferentes dolencias en las personas consumidoras.

En los últimos años se ha observado que los probióticos tienen efectos más allá del valor nutritivo del alimento, incluyendo la exclusión, antagonismo e interferencia con microorganismos patógenos, la inmunoestimulación e inmunomodulación, actividades anticarcinogénicas y antimutagénicas, alivio de los síntomas de intolerancia a la lactosa.

El tarwi es una leguminosa muy conocida en el país y que cada día toma mayor relevancia debido a sus propiedades nutricionales tales como proteínas, energía, etc.

Es por ello que se ve la necesidad de proponer una secuencia de pasos para la elaboración de un yogurt bebible a base de tarwi mediante la utilización de un cultivo probiótico, para ello primeramente se identificara las variables más importantes del proceso; comenzando con el acondicionamiento de la leguminosa, es decir todos los pasos que se deben realizar para que la materia prima este adecuada para su utilización, posteriormente la determinación de la cantidad del tarwi para fortificar el yogurt, seleccionar el tipo y la cantidad de cultivo probiótico a utilizar, estos datos servirán de base para obtener la secuencia de pasos para la elaboración del yogurt con las cantidades definidas, tomando en cuenta también la temperatura y tiempo variables muy importantes durante la elaboración del yogurt bebible, además de ello se presentara una gestión de control de calidad al producto que debería obtener para realizar un

seguimiento durante la vida útil del yogurt mediante el monitoreo de las propiedades más importantes como ser (pH, viscosidad, textura, acidez.) y también tomar en cuenta análisis sensorial, fisicoquímico y microbiológico al producto quienes muestren que el producto sea de buena calidad.

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO

3.1. Descripción detallada de la Realidad Actual. Análisis situacional

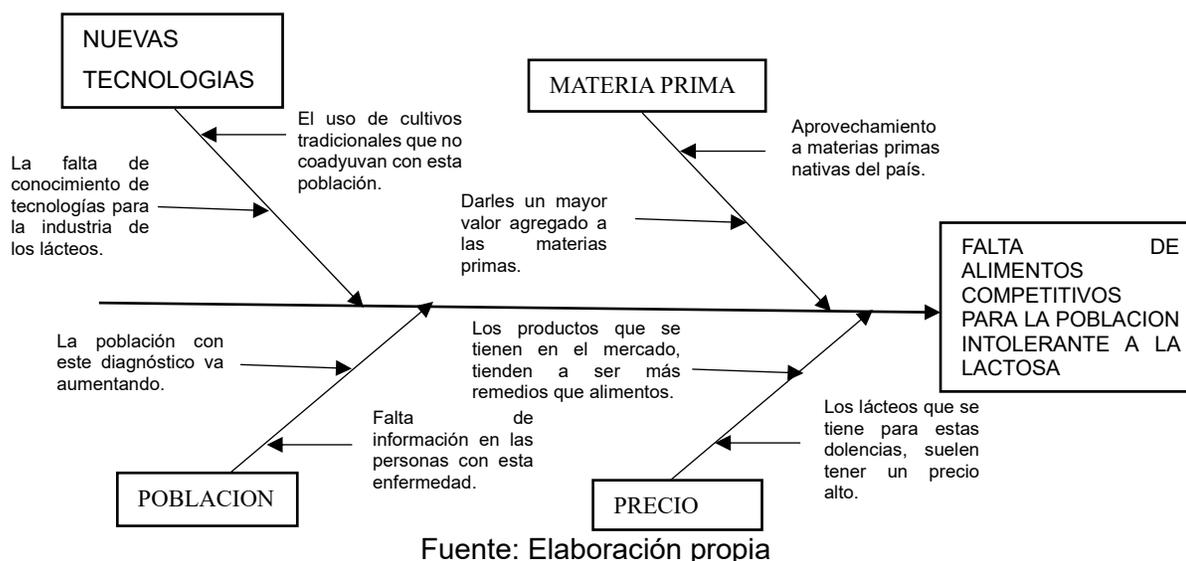
El yogurt bebible es sin duda uno de los alimentos importantes que forma parte de la dieta diaria, sin embargo, en el área rural este alimento se consume de manera escasa. La intolerancia a la lactosa se nota frecuentemente en niños y personas, a nivel nacional el 70 por ciento de la población la sufre.

El consumo de los productos lácteos, al constituirse en alimentos contraindicados para las personas intolerantes a la lactosa, se vuelve en un problema para ese grupo social, por lo tanto, requiere de una solución o alternativas que minimicen este problema en la sociedad, el yogurt es un alimento que forma parte de la dieta diaria de los personas, sin embargo al ser obtenido a partir de la leche presenta entre sus componente a un disacárido (lactosa) la cual ocasiona diferentes dolencias en las personas consumidoras.

El tarwi (*Lupinus mutabilis*), es una leguminosa que, indudablemente, fue domesticada por los pobladores andinos mucho antes del advenimiento del Imperio Incaico. Su consumo se generalizó a todas regiones directa o indirectamente influenciadas por la cultura quéchua. Actualmente el tarwi es consumido en su mayoría como “chuchusmote”, siendo una mínima parte que consume productos elaborados con harina de tarwi como ser, galletas saladitos pan, tortas, palillos, harinas compuestas, refrescos. Su valor nutritivo y formas de uso no están muy definidos, y por ello la población no las consume de forma más generalizada. Además, la oferta de tarwi desamargado en los mercados solo se circunscribe a las zonas productoras (Potosí, Oruro, La Paz, Cochabamba y Chuquisaca) y es de carácter temporal. Los métodos de procesamiento son poco eficientes. Con técnicas agroindustriales avanzadas, se podría extender y promover el cultivo y mejorar sus precios. El cultivo tiene potencial productivo y perspectivas de uso como oleaginosa, fuente de proteína, fijador de nitrógeno y productor de alcaloides con uso en sanidad animal y vegetal.

3.2. Análisis Final de la Problemática

Figura 1 Diagrama causa y efecto



3.3. Presentación de los resultados

3.3.1. Comprender los conceptos más importantes en la elaboración del yogurt.

Se sintetizó los conceptos más resaltantes para el tema de estudio, mediante una amplia búsqueda bibliográfica.

3.3.2. Identificar las variables más importantes del proceso productivo para la elaboración del yogurt.

3.3.2.1 Desamargado del tarwi

El grano de tarwi crudo es amargo (alto contenido de esparteína, lupinina y otros), por lo tanto, es consumible, motivo por el que no es apetecido por aves, rumiantes ni insectos; por ello para consumir los granos de tarwi el primer paso es el desamargado (deslupinación). El grano desamargado y listo para incorporar a la alimentación humana es de sabor agradable y de consistencia suave.

3.3.2.2 Materiales equipos y reactivos

Materiales

- ✚ Yutes
- ✚ Termohigrómetro
- ✚ Jarras

Reactivos

- ✚ Tarwi en grano

Equipos

- ✚ Termómetro
- ✚ pH metro
- ✚ Termohigrómetro
- ✚ Balanza

Figura 2 Tarwi del altiplano boliviano (Challapata La Paz)



Fuente: (Mendieta, 2020)

3.3.2.3 Materiales de proceso de desamargado de maquinaria

Para realizar el desamargado de tarwi en laboratorio se utilizará una maquina desamargadora el cual fue diseñada y realizada de acuerdo a los requerimientos del proceso. Asimismo, está

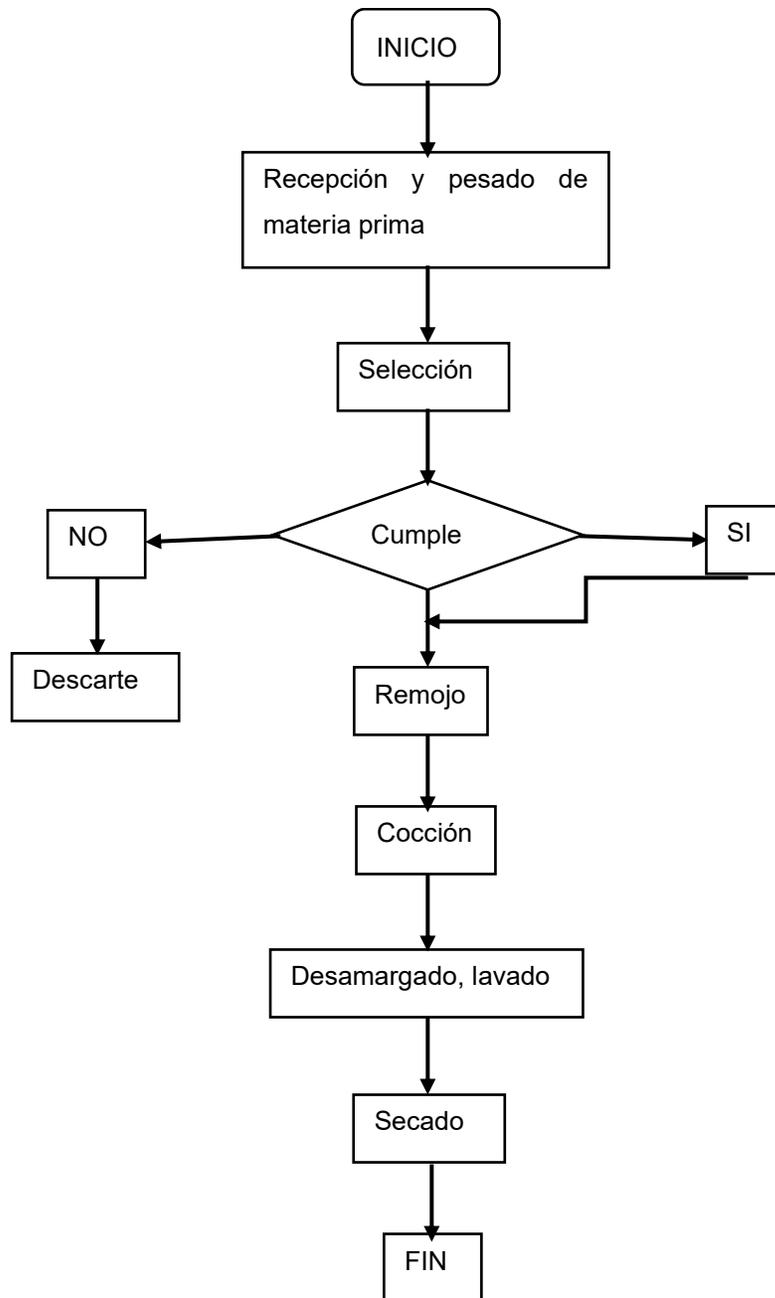
realizada de material de acero inoxidable, presenta un agitador el cual es programable para el encendido y apagado y un motor eléctrico 220 voltios, 380 voltios.

Figura 3 Desamargadora CIP y CA



Fuente: (Lazaro, 2023)

Figura 4 Diagrama de flujo del proceso de desamargado del tarwi

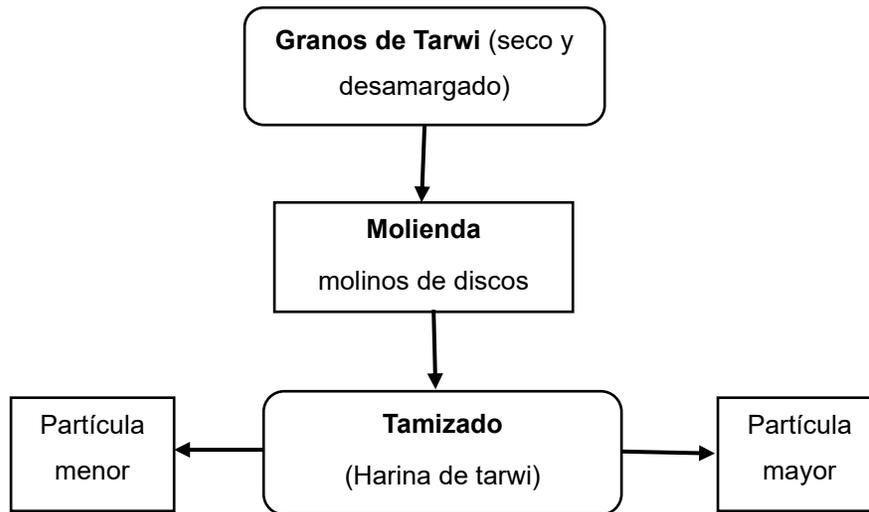


Fuente: (Lazaro, 2023, p.16)

3.3.2.4 Molienda y tamizado del tarwi

Después del secado, se tiene la materia prima en óptimas condiciones para proceder a moler y a tamizar, donde se sugiere tener 2 tamaños de partículas.

Figura 5 Diagrama de flujo del proceso de molienda del tarwi



Fuente: Elaboracion propia.

3.3.2.5 Determinacion de la cantidad de tarwi a adicionar al yogurt

La cantidad de tarwi en polvo a adicionar se determinó en base a lecturas bibliográficas como ser: (Castañeda et al, 2008) y (Sangalli, 2022)

Tabla 6 Cantidad máxima y mínima de la harina de tarwi a ser utilizada para 1 Lt de leche

Masa (g)	Masa máxima (g)	Masa mínima (g)
	32	8

Fuente: (Castañeda et al, 2008) y (Sangalli, 2022)

3.3.2.6 Selección del tipo de probiótico y cantidad a utilizar

Son muchos los microorganismos utilizados como probióticos tanto en animales como en humanos, incluyendo los géneros *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Saccharomyces*, *Aspergillus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, el más utilizado de todos el *Lactobacillus bulgaricus*. No hay acuerdos generales en cuanto a la concentración mínima necesaria del probiótico para alcanzar ventajas terapéuticas. Algunos investigadores sugieren niveles de concentración mayores a 10^{-6} ufc/ml, otros estipulan concentraciones mayores a 10^{-7} ufc/ml y 10^{-8} ufc/ml como niveles satisfactorios.

De acuerdo a sus características se determinó utilizar el cultivo probiótico *lactobacillus bulgaricus*.

Lactobacillus bulgaricus

Se debe mezclar en pequeñas cantidades para que así se multipliquen y produzcan ácido láctico. Estas bacterias demuestran beneficios en la salud, constan con propiedades antiinflamatorias y antioxidante ayudando así a proteger el cuerpo y mejorar la función del sistema inmunológico. La función de esta bacteria es descomponer la lactosa presente en la leche, es crucial para la coagulación de la proteína láctea y la formación de su consistencia gelatinosa característica del yogurt y algunos quesos además estas bacterias contribuyen a la conservación del producto.

Tabla 7 Cantidad máxima y mínima del cultivo probiótico *lactobacillus bulgaricus* a ser utilizada para 1 L de leche

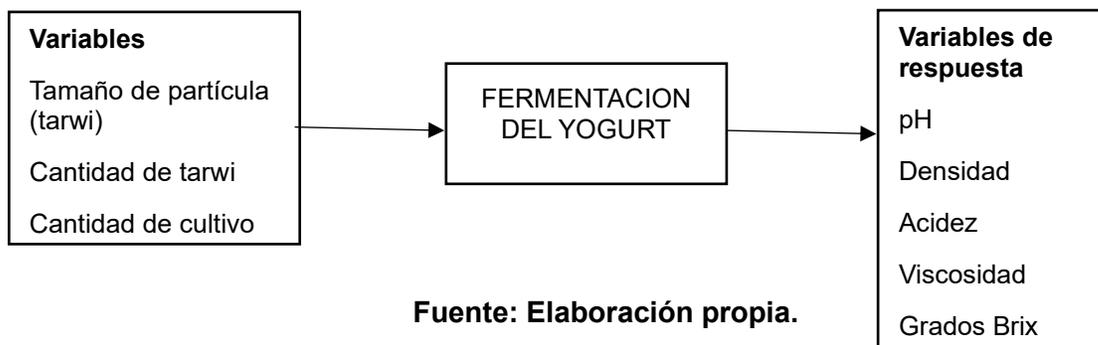
Masa (g)	Masa máxima (g)	Masa mínima (g)
	0,04	0,004

Fuente: (Ruiz y Ramírez, 2009)

3.3.2.7 Proponer la elaboración del yogurt bebible a base de tarwi mediante la utilización de un cultivo probiótico

Se determinó que las variables que cambiaran en el proceso sean 3, asimismo se tiene identificadas las variables respuestas.

Figura 6 Factores que intervienen en el proceso



Una vez determinado las variables cambiantes y las variables respuesta se debe tener en cuenta rangos máximos y mínimos de las variables, se determinó de manera bibliográfico.

Tabla 8 Niveles máximos y mínimos de los factores

Factores	Niveles	
	Máximo	Mínimo
Tamaño de partícula (micrones)	>63	<45
Cantidad de harina tarwi (g)	32	8
Cantidad de cultivo probiótico (g)	0,04	0,004

Fuente: Elaboración propia.

El diseño factorial que se uso es un diseño de 2^3 donde los parámetros máximos y mínimos se determinaron mediante bibliografía.

Tabla 9 Diseño experimental para el proceso

Tratamientos	Factores
--------------	----------

	Tamaño de partícula (micrones)	Cantidad de tarwi (g)	Cantidad de probiótico (g)
1	>63	32	0,04
2	>63	32	0,004
3	<45	32	0,04
4	<45	32	0,004
5	>63	8	0,04
6	>63	8	0,004
7	<45	8	0,04
8	<45	8	0,004

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.8 *Materiales, equipos y reactivos*

Materiales

-  Probeta
-  Vasos precipitados
-  Jarra volumétrica
-  Vidrio de reloj
-  Varillas de vidrio

Equipos

-  Termómetro
-  Baño maría
-  Balanza
-  pHmetro

Reactivos

-  Leche fresca de vaca
-  Azúcar
-  Harina de tarwi

🌱 Cultivo probiótico lactobacillus bulgaricus

3.3.2.9 Realizar la evaluación económica, financiera a la propuesta

Tomado en cuenta que la parte experimental se realizara en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, es por ello que los equipos y materiales se utilizaran de la Facultad.

Tabla 10 Descripción del costo de la parte experimental del proyecto

Descripción	Cantidad	Precio (Bs)	Total (Bs)
Reactivos			
Leche fresca de vaca	32 litros	5,00	160,00
Azúcar	4 Kg	10,00	40,00
Lactobacillus bulgaricus	1 sobre de 24 g	89,95	89,95
Tarwi	1 Kg	25	25,00
Sub Total			314,95
Envases			
Botellas de 1 Lt	32 unid	2,00	64,00
Vasos desechables	1 paquete	10,00	10,00
Sub Total			74,00
Total			388,95

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Título del proyecto

Propuesta de obtención de yogurt bebible a base de tarwi para personas intolerantes a la lactosa, utilizando un cultivo probiótico.

4.2. Justificación

El consumo de los productos lácteos, al constituirse en alimentos contraindicados para las personas intolerantes a la lactosa, se vuelve en un problema para ese grupo social, por lo tanto, requiere de una solución o alternativas que contrarresten los malestares producidos en una parte de la sociedad; es por eso que se constituye en tema investigación.

Otro aspecto relevante que motiva para llevar adelante la investigación, es la relevancia social y esto tiene que ver con la solución de los malestares que genera el consumo de los productos lácteos comunes y corrientes en las personas intolerantes a la lactosa, es decir, la producción de productos lácteos particularmente para la sociedad intolerantes a la lactosa, va poder evitar problemas en los organismos de esa sociedad que tanto le aqueja. Estos productos alternativos sean consumidos por ese grupo social sin ningún riesgo en cuanto a su salud; más al contrario serán saludable y nutritivos para su organismo debido a las propiedades alimenticias del tarwi quien aportara con valiosos nutrientes al cuerpo humano, asimismo el yogurt obtenido será mediante la utilización de un cultivo probiótico actuando como un medicamento contra la intolerancia a la lactosa.

4.3. Objetivos y Metas del Proyecto

4.3.1. Objetivo General

Proponer la obtención de yogurt bebible a base de tarwi para personas intolerantes a la lactosa, utilizando un cultivo probiótico.

4.3.2. Objetivos Específicos

- ✚ Comprender los conceptos más importantes en la elaboración del yogurt.
- ✚ Identificar las variables más importantes del proceso productivo para la elaboración del yogurt.
- ✚ Seleccionar y evaluar cultivos probióticos adecuados para la fermentación de la base de tarwi y la generación de un producto con características similares al yogurt tradicional.
- ✚ Determinar las condiciones óptimas de fermentación (tiempo, temperatura y pH) para asegurar el crecimiento adecuado de los probióticos, la producción de ácido láctico y el desarrollo del perfil sensorial deseado.

4.3.3 Metas

- ✚ Para los cumplimientos del objetivo general del proyecto se han desglosado en metas, quienes permiten alcanzar el propósito del proyecto.
- ✚ Recabar toda información bibliográfica que permitan un mayor conocimiento en el área de lácteos.
- ✚ Seleccionar y realizar un proceso adecuado para el desamargado del tarwi y para poder realizar la posterior molienda del mismo.
- ✚ Para determinar las variables más importantes del proceso se debe realizar una lectura minuciosa del material bibliográfico y así determinar la cantidad de tarwi a adicionar, el tipo de cultivo probiótico a adicionar al yogurt y cantidad del mismo.
- ✚ Determinadas las variables, se realiza el diseño experimental para el proceso de obtención de yogur, donde las variables son: tamaño de partícula, cantidad de cultivo probiótico y tipo de cultivo probiótico a adicionar, de este diseño experimental se obtendrá ocho tratamientos.
- ✚ Una vez se obtenga el diseño experimental se determinará las condiciones óptimas de fermentación (tiempo, temperatura y pH) para asegurar el crecimiento adecuado de los probióticos mediante un diagrama de flujo del proceso de obtención del yogurt bebible a base del tarwi.

4.4. Localización y población Beneficiaria del proyecto

4.4.1. Localización

La parte experimental del proyecto se llevará a cabo en la ciudad de Sucre, Bolivia, en la Facultad de Ciencias y Tecnología.

De colocarse una planta de elaboración de yogurt fortificado con tarwi, la planta se ubicaría en Sucre, esta ciudad más poblada del departamento de Chuquisaca, la economía de esta ciudad se basa en la ganadería y comercio existe un gran potencial en la producción agroindustrial, micro empresarial, además se tiene una temperatura ambiente de 15 a 20°C, este factor coadyuva a la elaboración de alimentos, asimismo se tiene una población mayormente estudiantil.

La producción de leche en la ciudad va incrementando, asimismo la producción de tarwi debido a que se cuenta con un clima templado.

4.4.2. Población beneficiaria

La idea de elaborar un yogurt bebible a base de tarwi con la incorporación de un cultivo probiótico es la obtención de un producto apto para el consumo en general, este producto cumpliría con los requerimientos de calcio y proteínas debido a la combinación de las propiedades de las materias primas e insumos a utilizar.

Está destinada como consumo específico a las personas intolerantes a la lactosa además de ser un producto básico para la dieta diaria de las familias actuara como un alimento funcional es decir que al ser ingerido al cuerpo humano opera como un medicamento.

Tabla 11 Requisitos promedio estimados para el consumo de calcio

Etapa de la vida	Calcio (mg/d)	Etapa de la vida	Calcio (mg/d)
Niños			
1-3 años	500		
4-8 años	800		
Hombres		Mujeres	
9-13 años	1100	9-13 años	1100
14-18 años	1100	14-18 años	1100
19-30 años	800	19-30 años	800
31-50 años	800	31-50 años	800
51-70 años	800	51-70 años	1000
>70 años	1000	>70 años	1000
Embarazo		Lactancia	
14-18 años	1000	14-18 años	1000
19-30 años	800	19-30 años	800
31-50 años	800	31-50 años	800

Fuente: (Food and Nutrition Board, 2011)

4.5. Relevancia e Impacto del Proyecto

El proponer la obtención de yogurt bebible a base de tarwi para personas intolerantes a la lactosa, utilizando un cultivo probiótico, es un producto necesario para el consumo de las personas, sabiendo que la población intolerante a la lactosa va incrementando.

El sacar al mercado un yogurt bebible a base de tarwi utilizando un cultivo probiótico, involucra un producto de calidad utilizando materia prima nativa como lo es el tarwi, cuyas propiedades nutricionales son una de las mejores en su especie.

Este producto será consumido no solo para personas con esta necesidad si no es de consumo general para toda la población, siendo un producto de calidad y competitivo en el mercado.

4.6. Organización del proyecto para su Ejecución, Seguimiento, y Evaluación

4.6.1. Determinación de las condiciones óptimas del proceso de fermentación

4.6.1.1 *Tiempo, pH y Temperatura*

La leche se incuba a la temperatura deseada, en los tanques de fermentación, (generalmente de acero inoxidable), hasta que el producto alcance valores de pH entre 3,7 a 4,8. La lactosa presente en la leche, es el disacárido que toman las bacterias ácido láctico como nutriente y fuente de carbono, metabolizándola hasta convertirla en ácido láctico. Los tanques de fermentación cuentan con paletas de agitación que rompen y agitan el coágulo al final de la fermentación.

La proporción de la flora presente en el yogurt puede variar dependiendo al tiempo de fermentación, porcentaje de inóculo, y la temperatura de fermentación.

- ✚ **Tiempo de fermentación;** puede variar dependiendo de la adaptación del microorganismo en una fermentación corta o larga, en el tiempo de fermentación corto se produce un aumento en la población de ***Streptococcus***, y por el contrario tiempos de fermentación muy largos inclinan a que predominen ***Lactobacillus***.
- ✚ **Porcentaje del Inóculo:** El aumento del porcentaje de inóculo incrementa la acidificación y por consecuencia el pH del medio disminuye drásticamente y con esto se detiene el crecimiento de ***Streptococcus***, lo que favorece una alta concentración de ***Lactobacillus***.
- ✚ **Temperatura de fermentación;** En estudios reportados se ha comprobado que el crecimiento de ***Lactobacillus*** se incrementa en fermentaciones a temperaturas mayores de 42°C; sin embargo, las cepas de ***Streptococcus*** favorecen su crecimiento a 38°C.

Tabla 12 Tiempos y temperaturas usados generalmente en la elaboración de yogurt

Temperatura de fermentación	Tiempo de fermentación
40-43°C	2,5-4 horas
40-43°C	2,5-4 horas
30-32°C	10-12 horas
30-32°C	16-20 horas
30-32°C	10-12 horas
36-38°C	6-8 horas

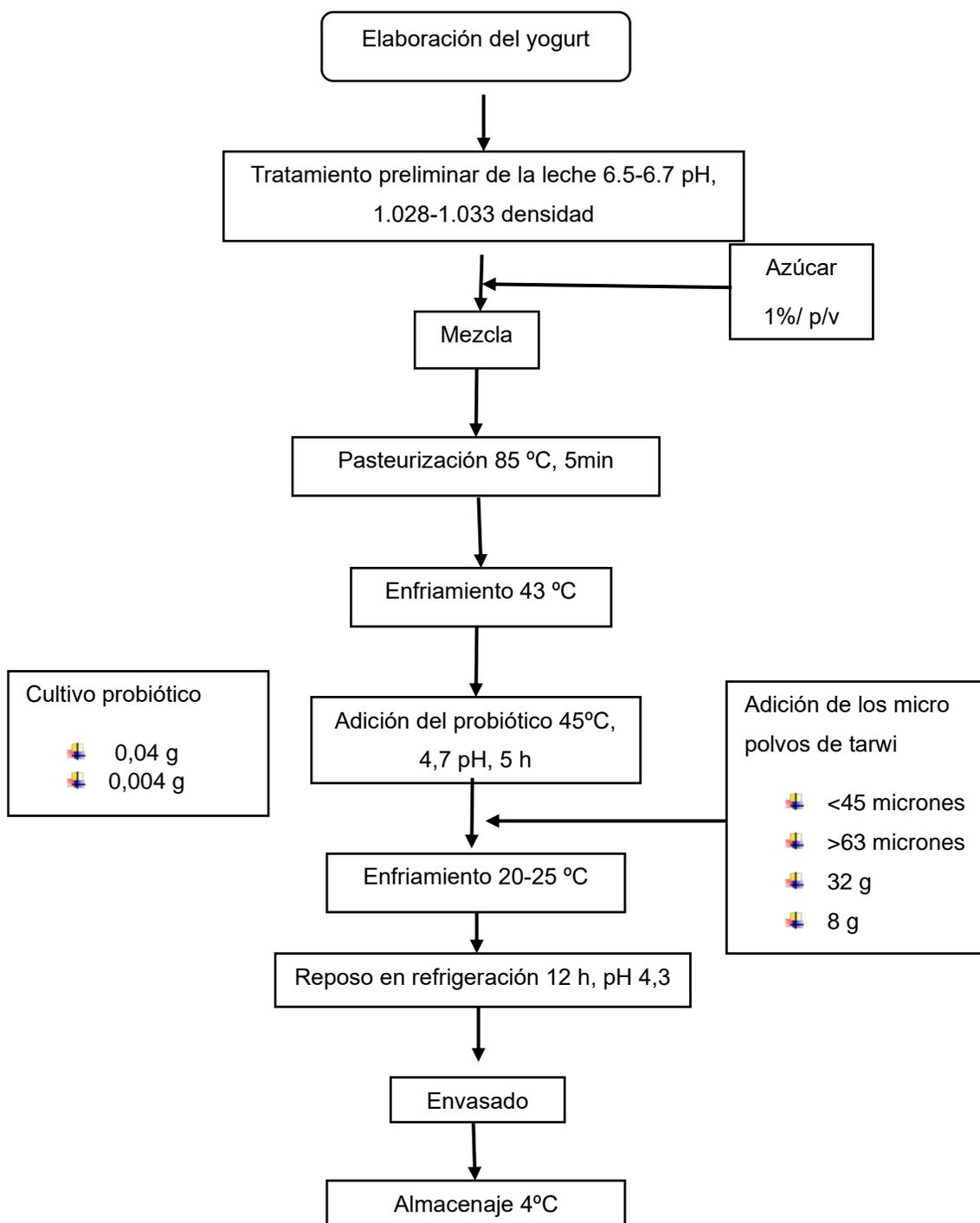
Fuente: (Galarza, 2005)

El crecimiento del *Lactobacillus bulgaricus* requiere un pH bajo, de entre 5,4 a 4,6 para reproducirse de manera efectiva. A medida que crece, mantiene el ambiente ácido que necesita para prosperar a través de su producción de ácido láctico. Su temperatura óptima va de 40 a 44 °C.

4.6.2. Obtención de yogurt a base del tarwi

Para el diagrama del proceso de la elaboración del yogurt se tomó en cuenta las variables más importantes del proceso, asimismo las condiciones óptimas de elaboración.

Figura 7 Diagrama de flujo de la elaboración del yogurt



Fuente: Elaboración propia

4.6.3. Análisis físico - químico, microbiológico y organoléptico del producto

Una vez el producto este elaborado y almacenado, se deben monitorear las propiedades físico - químicas más importantes en el yogurt como ser el pH, densidad, textura, grados BRIX y viscosidad durante la vida útil del mismo.

La tabla trece representa una medición de las propiedades físico-químicas de las 9 muestras (8 tratamientos y 1 muestra de yogurt blanco), se debe realizar el monitoreo durante 21 días, para determinar si el yogurt con base de tarwi cumple con las especificaciones físico-químicas.

Tabla 13 Propiedades físico - químicas a medir durante la vida útil del yogurt

Tratamientos	<i>pH, densidad, textura, grados BRIX y viscosidad</i>									
	Tiempo (días)									
	1	3	5	8	10	12	15	17	19	21
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
blanco	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia

Una vez se tenga los ocho tratamientos con diferentes dosificaciones de las variables cambiantes se procederá a realizar un análisis sensorial del producto. Siempre que se habla de la calidad sensorial es preciso distinguir las características organolépticas que poseen los alimentos. Para la presente investigación se tomarán en cuenta las siguientes propiedades:

-  Sabor
-  Color
-  Textura
-  Dulzor

Acidez

Olor

Asimismo, una vez realizado el análisis sensorial se tendrá una muestra aceptable y se llevará a un laboratorio a realizar un análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de la muestra más aceptable.

Tabla 14 Parámetros físico - químicos a medirse en el yogurt

Parámetros	Unidades	Norma de ensayo	Muestra ganadora	Yogurt blanco
Acidez como ácido láctico	g/100g	NB 229	x	0,67
Cenizas	g/100g	AOAC 991.20	x	0,70
Calcio	g/100g	NB231:2	x	101
Proteínas	g/100g	AOAC 985.35	x	2,85
Fosforo	g/100g	AOAC 986.24	x	79,9

Fuente: (ITA, 2021)

Tabla 15 Parámetros microbiológicos a medirse en el yogurt

Parámetros	Unidades	Resultados	Referencias		Principio	Norma de Ensayo
			Mínimo	Máximo		
Coliformes totales	UFC/g	x	10	100	Recuento en placa	NB 32005
Escherichia coli	UFC/g	x	<1	----	Recuento en placa	NB 32005
Mohos y levaduras	UFC/g	x	200	500	Recuento en placa	NB 32006

Fuente: (ITA, 2021)

4.7. Análisis de resultados

4.7.1. Desamargado del tarwi

Para este proceso se utilizará 2 Kg de tarwi en grano, tomando en cuenta que de cada 1 Kg del cereal se pierde 120 g por tanto de 2 Kg se recupera 1,760 kg.

Con esta materia prima ya acondicionada se procede a realizar la molienda del tarwi obteniéndose diferente tamaño de partículas.

4.7.2. Determinación de las variables más importantes del proceso

Las variables más importantes se determinaron mediante bibliografía, durante la fortificación de alimentos es muy importante tomar en cuenta el tamaño de partícula a adicionar y la cantidad de la misma.

Donde se tomó en cuenta trabajar con los siguientes:

Tabla 16 Valores máximo y mínimo de las variables

Variariables	Máximo	Mínimo
Tamaño de partícula (micrones)	>63	<45
Cantidad de harina tarwi (g)	32	8
Cantidad de cultivo probiótico (g)	0,04	0,004

Fuente: Elaboración propia

4.7.3. Diseño experimental del proceso

El diseño experimental para este proyecto se tomó en cuenta en base a 3 variables, utilizando un diseño experimental 2^k dando como resultado 8 tratamientos.

Donde se obtuvieron 8 muestras de las combinaciones de las 3 variables.

4.7.4. Elaboración del yogurt

Para la elaboración del yogurt se tomó como base un diagrama de flujo adecuado al proyecto, se debe tomar en cuenta las condiciones óptimas para adicionar el tarwi y el probiótico, la adición del micro polvo se debe realizar después de la inoculación del cultivo, si se incorpora antes este retrasa la formación el yogurt y el micro polvo tiende a sedimentarse.

4.7.5. Condiciones óptimas del proceso de fermentación

Las condiciones de fermentación se determinaron mediante bibliografía donde se debe cumplir estrictamente los parámetros de pH, temperatura y tiempo para que se tenga un yogurt de buena calidad.

Tabla 17 Condiciones de fermentación del proceso

Parámetros	Probiótico	Tarwi
pH	4,7	4,7
Temperatura (°C)	45	43
Tiempo (h)	5	0,167
Agitación (rpm)		100

Fuente: Elaboración propia

4.7 Duración y Cronograma de Actividades del Proyecto

Tabla 18 Cronograma de actividades de la investigación

Actividades	Meses											
	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
Elaboración del perfil	■	■										
Defensa del perfil			■									
Elaboración del marco teórico				■								
Identificación de las variables más importantes del proceso.					■	■						
Obtención de la harina de tarwi							■					
Determinación de las condiciones óptimas del proceso								■				
Monitoreo de las propiedades fisicoquímicas del yogurt									■	■		
Evaluación sensorial											■	
Análisis fisicoquímico y microbiológico a la muestra ganadora												■

Fuente: Elaboración propia.

4.8. Posibles Fuentes de Financiamiento y Presupuesto Tentativo del Proyecto

Toda la investigación experimental se llevará a cabo en la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, aquí se tiene los equipos necesarios para llevar a cabo la investigación. A continuación, se hace un listado de los equipos a utilizar.

Tabla 20 Equipos necesarios para llevar la investigación

Equipo	Marca
pH metro	HORIBA Scientific (LAQUA)
Viscosímetro	BROOKFIELD STANDARD
Texturímetro	BROOKFIELD.
Equipo de Baño María	
Densímetro	
Agitador magnético	
Termómetros	

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✚ Se hizo una revisión bibliográfica minuciosa de los conceptos más importantes referente al tema.
- ✚ Se determinó las variables más importantes del proceso mediante bibliografía, donde el tamaño de partícula, la cantidad de probiótico y tarwi son factores a tomar en cuenta. Para el diseño experimental el tamaño de partícula fue de <45 y > 63 micrones, la cantidad e tarwi fue de 8 g y 32 g, y la cantidad de cultivo probiótico a adicionar fue de 0,04 y 0,004 g.
- ✚ Se realizó una revisión bibliográfica para la determinación del probiótico al adicionar, de acuerdo a sus características se utilizará el cultivo ***Lactobacillus bulgaricus***. Este cultivo cumple con todo lo requerido para la obtención de un yogurt para personas intolerantes a la lactosa.
- ✚ Se determinó la condición óptimas de fermentación del cultivo donde el mismo debe ser adicionado a un pH de 4,7 a una temperatura constante de 45 °C por un tiempo de 5 horas.

Recomendaciones

- ✚ Si el tamaño de partícula del micro polvo es considerable este no se puede mezclar de manera homogénea además tiende a sedimentarse en el yogurt, si el tarwi se incorpora en demasiada cantidad al yogurt lleva un mayor tiempo de agitación, y si la cantidad del probiótico es menor a lo sugerido no se puede cumplir con los parámetros reológicos del yogurt.
- ✚ Se debe tomar en cuenta el desamargado correcto del tarwi, si este no es correctamente presenta un amargor el cual puede comprometer las propiedades sensoriales del yogurt.

- ✚ Los micro polvos del tarwi deben estar correctamente secos antes del proceso de molienda y por ende antes de la incorporación al yogurt, se lo contrario disminuirá el tiempo de vida útil del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Artica, L. (2014). *Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados* (2da Edición ed.). Peru.
- Allen , L., Benoist, B., Dary, O., & Hurrell, R. (2017). *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes*. Switzerland: Departamento de Nutrición para la Salud y el Desarrollo Organización Mundial de la Salud.
- Castañeda Castañeda, B., Manrique M., R., Gamarra Castillo, F., Muñoz Jáuregui, A., Ramos E., F., Lizaraso Caparó, F., & Martínez H., J. (2008). Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* sweet (chocho o tarwi). *Acta Médica Peruana*, 25(4).
Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1728-59172008000400005&script=sci_arttext&tlng=en
- Departamento de Planificación y Evaluación Institucional. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. (2021). *Directrices Específicas y Operativas de Formulación del POA. Cronograma de Formulación. Objetivos de Gestión Institucionales, Específicos, Catálogo Básico de Indicadores*. Obtenido de <https://usfx.bo/>
- Dirección de Planificación. Ministerio de Economía y Finanzas Bolivia. (2020). *Formulación del POA*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwjoiZWz7-7_AhUAAAAAHQAAAAQAw&url=https%3A%2F%2Frepositorio.economiayfinanzas.gob.bo%2Fdocumentos%2FDGPLA%2FTutorial%2520de%2520Formulaci%25C3%25B3n%2520del%2520POA_Transcrip
- Facultad de Ciencias y Tecnología. (marzo de 2006). *Revista Informativa de la Facultad de Tecnología*. 1, 120. Sucre, Bolivia: Imprenta Editorial Tupac Katari.
- Facultad de Ciencias y Tecnología. (03 de 2023). *Documentación Administrativa Facultad de Ciencias y Tecnología*. Sucre, Bolivia.
- Facultad de Ciencias y Tecnología. (30 de 04 de 2023). *SITIO OFICIAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS TECNOLOGIA*. Obtenido de <https://tecnologia.usfx.bo>

- Food and Nutrition Board, I. o. (2011). Obtenido de https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic_uploads/recommended_intakes_individuals.pdf
- Galarza Gonzales, G. (2005). *EFFECTO DE LA AGITACIÓN DURANTE LA FERMENTACION DE LECHE DE CABRA PARA PRODUCIR YOGURT PARA BEBER*. INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY, Monterrey.
- INEN. (2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011. *LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS*. Quito, Ecuador.
- Lazaro Calle, W. (2023). *ANALISIS DE PROCESOS DE DESAMARGADO TRADICIONAL Y EN LABORATORIO PARA LA OBTENSION DE HARINA DE TARWI (Lupinus mutabilis)*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS (Proyecto de grado), La Paz. Obtenido de https://dipgis.umsa.bo/wp-content/uploads/2023/09/borrador_Tesis-Wendy-Lazaro.pdf
- Mendieta Romero, Y. (2020). *Análisis comparativo de macronutrientes entre el yogurt elaborado con extracto de Lupinus Mutabilis "Tarwi", con el yogurt artesanal e industrializado*. Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ciencias de Salud, (Tesis de grado), Trujillo.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Clasificadores Presupuestarios Gestión 2023*. Obtenido de https://repositorio.economiayfinanzas.gob.bo/documentos/VPCF/DGPGP/2023/Clasificadores_Presupuestarios_Gestion_2023.pdf
- Narvaez, A. (2015). *Caracterizacion bromatologica y microbiologica del yogurt con difernetes dosificaciones de edulcorante natural estevia (stevia rebaudiana bertonii)*. Universidad Nacional de Loja (Tesis de grado), Loja.
- Ortega, C. (2023). *Método analítico: Qué es, para qué sirve y cómo realizarlo*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>
- Ortiz Limón, M. (2023). *INFORME DE RENDICION DE CUENTAS DE LA GESTION 2022 DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA*. Sucre.

- Ramírez Martínez, I. F. (2013). *APUNTES DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Un Enfoque Crítico*. Sucre: Servicios Gráficos PRISMA - 6465261. Obtenido de https://usfx.bo/Documentos/RepositorioLibros/APUNTES_DE_METODOLOGIA_DE_LA_INV.pdf
- Reyes Martinez, I., Cadena Martínez, L., & De León Vázquez, I. (s.f.). *La importancia del análisis de los estados financieros en la toma de decisiones*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n4/e2.html>
- Ruiz Rivera, J., & Ramírez Matheus, A. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(2). Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000200006
- Sánchez Ruiz, E. E. (1991). *Apuntes sobre una metodología histórico-estructural (con énfasis en el análisis de medios de difusión)*. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2613>
- Sangalli Vargas , S. (2022). *Elaboracion de yogurt fortificado con tres concentraciones de harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en el Municipio de Viacha*. Universidad Mayor de San Andres (Tesis de grado), La Paz.
- Tamime, A., & Robinson , R. (1991). Yogurt. *Ciencia y tecnologia*.
- Toca, M., Fernández, A., Ors, M., Tabaco, O., & Vinderola, G. (2022). Intolerancia a la lactosa: mitos y verdades. *Arch Argent Pediatr* , 1(120), 59. Obtenido de <https://www.scielo.org.ar/pdf/aap/v120n1/1668-3501-aap-120-01-101.pdf>

ANEXOS

7.1. Equipos a utilizar en la parte experimental del proyecto



Viscosímetro BROOKFIELD STANDARD



BROOKFIELD.



HORIBA Scientific (LAQUA)



Equipo de Baño María



Tamizador Magnetico



Agitador Magnetico

7.2. Escala hedónica a tomar en cuenta en el análisis sensorial

Puntaje	Nivel de agrado
5	No me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho