

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

### MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

---

**Tema:** “Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (*INIAP-Quillu*) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa”

---

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en  
Tecnología de Alimentos

**Autora:** Ing. Angela Esthela Sánchez Moreno

**Director:** Ing. Diego Manolo Salazar Garcés, Mg.

Ambato - Ecuador

Junio - 2018

## **A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos**

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación, presidido por la Doctora Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar, e integrado por los señores Ingeniero Julio César Sosa Cárdenas Máster, Ingeniera Mirari Yosune Arancibia Soria Doctora, designados por la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (*INIAP-Quillu*) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa”, elaborado y presentado por la señorita Ingeniera Angela Esthela Sánchez Moreno, para optar por el Grado Académico de Magíster en Tecnología de los Alimentos; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



-----  
Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar  
Presidenta del Tribunal



-----  
Ing. Julio César Sosa Cárdenas, M.Sc.  
Miembro del Tribunal



-----  
Ing. Mirari Yosune Arancibia Soria, Dra.  
Miembro del Tribunal

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación con el tema: “Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (*INIAP-Quillu*) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniera Angela Esthela Sánchez Moreno, Autora bajo la Dirección del Ingeniero Diego Manolo Salazar Garcés, Magíster, Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



-----  
Ing. Angela Esthela Sánchez Moreno

C.C. 1720612694

**AUTORA**



-----  
Ing. Diego Manolo Salazar Garcés, Mg.

c.c. 1803124294

**DIRECTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación sirva como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigaciones, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento, dentro de las regulaciones de la Universidad.



---

Ing. Angela Esthela Sánchez Moreno

C.C.:1720612694

**AUTORA**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
A la Unidad Académica de Titulación .....	ii
Autoría del Trabajo de Investigación .....	iii
Derechos de Autor .....	iv
Índice de Contenidos .....	v
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras .....	viii
Índice de Anexos .....	ix
Agradecimiento .....	x
Resumen Ejecutivo .....	xi
Executive Summary.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	13
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>15</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>15</b>
1.1. Tema de investigación .....	15
1.2. Planteamiento del problema.....	15
1.2.1. Contextualización.....	15
1.2.2. Análisis crítico (árbol del problema).....	17
1.2.3. Prognosis .....	17
1.2.4. Formulación del problema .....	18
1.2.5. Interrogantes.....	18
1.2.6. Delimitación del objetivo de la investigación .....	18
1.3. Justificación .....	18
1.4. Objetivos .....	19
1.4.1. General .....	19
1.4.2. Específicos .....	19
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>21</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes investigativos.....	21
2.2. Fundamentación filosófica.....	21
2.3. Fundamentación legal .....	22

2.4. Categorías fundamentales .....	23
2.4.1. Marco conceptual de la variable independiente .....	23
2.4.2. Marco conceptual de la variable dependiente .....	24
2.5. Hipótesis .....	26
2.5.1. Hipótesis nula .....	26
2.5.2. Hipótesis alternativa .....	27
2.6. Señalamiento de variables de la hipótesis .....	27
2.6.1. Variable independiente .....	27
2.6.2. Variable dependiente .....	27
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>28</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>28</b>
3.1. Enfoque investigativo .....	28
3.2. Modalidad básica de la investigación .....	28
3.3. Nivel o tipo de investigación .....	28
3.4. Población y muestra .....	29
3.4.1. Diseño experimental .....	29
3.4.2. Respuestas experimentales .....	29
3.5. Operacionalización de variables .....	31
3.5.1 Variable independiente .....	31
3.5.2. Variable dependiente .....	32
3.6. Plan de procesamiento de la información .....	33
3.6.1. Materiales y métodos .....	33
3.6.2. Obtención de harina de melloco .....	33
3.6.3 Análisis proximal de la harina de melloco .....	33
3.6.4. Obtención y preparación de la leche .....	37
3.6.5. Análisis fisicoquímicos del yogurt .....	38
3.6.6. Evaluación sensorial .....	39
3.6.7. Análisis reológico (viscosidad) .....	40
3.6.8. Análisis microbiológico .....	40
3.6.9. Análisis proximal de las muestras de yogurt .....	40

<b>CAPÍTULO IV</b> .....	41
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	41
4.1. Análisis proximal de la harina de melloco.....	41
4.2. Análisis sensorial .....	42
4.3. Análisis fisicoquímicos.....	43
4.4. Análisis reológico .....	44
4.5. Análisis proximal del yogurt.....	47
4.6. Análisis microbiológico.....	48
4.7. Verificación de hipótesis.....	50
4.7.1. Modelo lógico .....	50
4.7.2. Modelo matemático.....	50
4.7.3. Modelo estadístico.....	51
4.7.4. Conclusión.....	51
<b>CAPÍTULO V</b> .....	52
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	52
5.1. Conclusiones .....	52
5.2. Recomendaciones .....	52
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	54
<b>PROPUESTA</b> .....	54
6.1. Datos información.....	54
6.2. Antecedentes de la propuesta.....	54
6.3. Justificación .....	55
6.4. Objetivos .....	55
6.4.1. Objetivo general .....	55
6.4.2. Objetivos específicos.....	56
6.5. Análisis de factibilidad .....	56
6.6. Fundamentación.....	56
6.7. Metodología .....	57
6.8. Administración de la propuesta .....	58
6.9. Previsión de la evaluación de la propuesta .....	59
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	60

ANEXOS .....	65
--------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requisitos fisicoquímicos para bebidas fermentadas .....	25
<b>Tabla 2.</b> Operacionalización de la variable independiente: Harina de melloco .....	31
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de la variable dependiente: Yogurt .....	32
<b>Tabla 4.</b> Análisis proximal de la harina de melloco .....	42
<b>Tabla 5.</b> Análisis de pH y acidez titulable del yogurt control y el yogurt con 0,9 % de harina de melloco.....	44
<b>Tabla 6.</b> Parámetros reológicos de las muestras de yogurt .....	47
<b>Tabla 7.</b> Análisis proximal de las muestras de yogurt control y adicionado el 0,9 % de harina de melloco.....	48
<b>Tabla 8.</b> Modelo operativo (plan de acción) .....	57
<b>Tabla 9.</b> Administración .....	58
<b>Tabla 10.</b> Previsión de la evaluación de la propuesta.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Árbol del problema .....	17
<b>Figura 2.</b> Categorías fundamentales .....	23
<b>Figura 3.</b> Análisis sensorial del yogurt de la muestra control, 0,3%, 0,6%, 0,9% deharinade melloco.....	42
<b>Figura 4.</b> Viscosidad (mPa.s) de las muestras de yogurt (A) y adicionado el 0,9% de harina de melloco (B) .....	46
<b>Figura 5.</b> Recuento de bacterias lácticas (A) y mohos y levaduras (B) expresados en log (ufc/mL).....	49
<b>Figura 6.</b> Tiempo de vida útil del yogurt con 0,9 % de harina de melloco .....	50



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Diagrama de flujo elaboración harina de melloco .....	65
<b>Anexo 2.</b> Diagrama del proceso de elaboración del yogurt bajo en grasa .....	66
<b>Anexo 3.</b> Hoja de cata para determinar el mejor tratamiento de los yogures.....	67
<b>Anexo 4.</b> Descripción del valor monetario de los recursos empleados para el desarrollo de la investigación .....	68
<b>Anexo 5.</b> Fotografías del trabajo experimental de laboratorio .....	69

## **AGRADECIMIENTO**

### **A Dios.**

Por mantenerme con salud para poder llegar a culminar una etapa más en mi vida, por su infinito amor.

### **A mis amados padres.**

#### **Angel y Norma**

Por ser el motor de mi vida y por su apoyo incondicional, su amor sincero, sus valiosos consejos.

A todos mis familiares y amigos que me han apoyado a lo largo de este trayecto para cumplir este objetivo más.

### **A mis maestros y amigos.**

Un agradecimiento especial a mi tutor Ing. Diego Manolo Salazar Garcés, Mg. Por su apoyo, en el transcurso del desarrollo de esta fase de mi formación.

Un agradecimiento sincero a los directivos y maestros del programa de Maestría en Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato por su ayuda y conocimientos impartidos.

Un agradecimiento a todos mis grandes amigos del Programa de Maestría.

*Angela*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**TEMA:**

“Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (*INIAP-Quillu*) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa”

**AUTORA:** Ing. Angela Esthela Sánchez Moreno

**DIRECTOR:** Ing. Diego Manolo Salazar Garcés, Mg.

**FECHA:** 23 de mayo 2018

**RESUMEN EJECUTIVO**

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de harina de melloco amarillo (*INIAP-Quillu*) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa. En la fase inicial se desarrollaron yogures con tres porcentajes de harina de melloco al 0,3%; 0,6%, y 0,9% y un control, el porcentaje de materia grasa en la leche de partida fue ajustada al 2%. Las muestras de yogurt fueron sometidos a un análisis sensorial para determinar aceptabilidad. Los resultados obtenidos indican que el producto que mejor aceptación tuvo fue el yogurt con 0,9% de harina. Las propiedades fisicoquímicas (pH y acidez titulable), parámetros reológicos (viscosidad), microbiológico del yogurt, fueron evaluados el día inicial y cada cinco días durante el almacenamiento. La composición proximal fue evaluada tanto al inicio como al final del almacenamiento. Al final del período de almacenamiento el pH y la acidez fueron similares en todos los tratamientos; las características reológicas fueron afectadas incrementado su viscosidad en el yogurt con la presencia de harina. Finalmente, en el análisis microbiológico permitió observar mayor crecimiento de las bacterias ácido lácticas (BAL) en la muestra en la que se adicionó harina de melloco en relación a su homólogo sin la inclusión de harina de melloco.

**Descriptor:** Harina de melloco, INIAP-Quillu, propiedades fisicoquímicas del yogurt, reología del yogurt, vida útil de alimentos, microbiología de alimentos, acidez, viscosidad, yogurt bajo en grasa, aceptabilidad.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**THEME:**

“Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (INIAP-*Quillu*) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa”

**AUTHOR:** Ing. Angela Esthela Sánchez Moreno

**DIRECTED BY:** Ing. Diego Manolo Salazar Garcés, Mg.

**DATE:** 23 may 2018

**EXECUTIVE SUMMARY**

The objective of the present investigation was to evaluate the effect of inclusion of yellow melloco flour (INIAP-Quillu) in physicochemical and rheological properties of low fat yogurt. In the initial phase, yogurts were developed with the inclusion of three percentages of melloco flour at 0.3%, 0.6%, and 0.9% and one control; the percentage of fat in the starting milk was adjusted to 2%. The samples of yogurt were subjected to a sensorial analysis to determine acceptability. The results obtained indicate that the product with the best acceptance was yogurt with 0.9% melloco flour. The physicochemical properties (pH and titratable acidity) as well as rheological and microbiological parameters (viscosity) of the yogurt were evaluated both on the initial and final day during storage. The proximal composition was evaluated both at the beginning and at the end of storage. At the end of the storage period, pH and acidity were similar in all treatments; the rheological characteristics were affected, increasing its viscosity in the yogurt with the presence of flour. Finally, in the microbiological analysis allowed for the observation of greater growth of lactic acid bacteria (LAB) in the sample in which melloco flour was added, in relation to its homologue without the inclusion of melloco flour.

**Keywords:** Melloco flour, INIAP-Quillu, physicochemical properties of yogurt, rheology of yogurt, food shelf life, microbiology of foods, acidity, viscosity, low fat yogurt, acceptability.

## INTRODUCCIÓN

El yogurt es una leche fermentada obtenida por la multiplicación de bacterias ácido lácticas (BAL), *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, que tienen la capacidad de fermentar la lactosa, proporcionando el sabor láctico característico del yogurt (Gonzales & Zevallos, 2015). Según datos reportados por la Federación Nacional de Productores de Leche (Fedeleche), el consumo de yogurt se ha expandido en un 3,8% a nivel mundial en los 10 últimos años. En la actualidad, el consumo es de 14,5 litros por persona al año (Agrimundo, 2016).

El yogurt ha sido objeto de estudios que se enfocan en la tecnología de producción y la utilización de ingredientes diferentes a los que normalmente se utiliza; la reducción del componente graso con la finalidad de proporcionar al consumidor un producto nutricionalmente aceptable (Andrade, Arteaga, & Simanca, 2010). Así mismo, la utilización de gomas, extensores lácteos entre otros han sido estudiados con la finalidad de establecer el efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, reológicas y atributos sensoriales, atributos que se consideran importantes para la aceptación del consumidor (Anaya et al., 2016).

La textura del yogurt es afectada por diferentes factores como la composición de la leche, la combinación bacterias ácido lácticas y el tiempo de acidificación, el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa. Las características estructurales del yogurt pueden ser alteradas por los factores anteriormente mencionados, causando pobres características sensoriales y una alta sinéresis (Sandoval Castilla, Lobato Calleros, Aguirre Mandujano, & Vernon Carter, 2004).

En la actualidad la utilización de aditivos en la elaboración del yogurt está ampliamente difundida, entre los aditivos más utilizados se podría citar: edulcorantes (glucosa, sacarosa), agentes estabilizantes (gomas vegetales, gelatina, pectina y almidones), saborizantes y colorantes naturales o artificiales y frutas. En la industria se han utilizado estos aditivos con la finalidad de proporcionarle una estabilidad fisicoquímica al alimento mejorando sus características sensoriales y alargando la vida de anaquel del producto (Suarez Diéguez, González Escalante, Martínez, Reséndez, & Sánchez Martínez, 2014). Por otro lado, el

melloco es el segundó tubérculo más consumido en Ecuador luego de la papa. Por su valor nutricional compuesto por carbohidratos 70,50%, proteínas 10,01%, minerales como potasio 59,44 ppm y hierro 2,48% le proporciona una importante cualidad que podría ser aprovechada como materia prima o como ingrediente de productos procesados (Elena Villacrés, Quelal, & Alvarez, 2013).

Según Espín et al, (2003) manifiesta que el almidón del melloco tiene en su estructura dos fracciones amilosa y amilopectina. La amilopectina presenta un grado de cristalinidad muy inferior al de la amilosa, dentro de la composición del almidón está presente en un 74%. Durante el tiempo de cocción esta molécula retiene agua logrando una hinchazón de los gránulos de almidón. La amilosa representa el 26% del compuesto del almidón y esta molécula es difícil de disolverse en agua. Estos resultados demuestran la utilidad que podría tener el polisacárido del melloco como agente gelificante en gelatinas, jaleas y mermeladas, también se podría aprovechar, esta propiedad para aumentar la estabilidad a la turbidez en preparados de frutas naturales y en la preparación de mezclas estables de leche, otra propiedad importante de los mucilagos es la capacidad de formar geles y de su poder emulsificante.

Una de las mayores preocupaciones de la agroindustria es brindar a la población alternativas de proceso que permitan atraer el beneficio del tubérculo y plantear nuevos hidrocoloides que pueden mejorar la consistencia, en este sentido, la utilización del melloco que podría ser transformado a productos no perecederos como harinas y almidones usando tecnologías convencionales como el deshidratado y molienda podrían proporcionar una materia prima de importante valor funcional y tecnológico. (Evelina & Emperatriz, 2014). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de harina de melloco en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Tema de investigación

Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (INIAP-*Quillu*) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa.

### 1.2. Planteamiento del problema

Limitado aprovechamiento de las propiedades tecnológicas del melloco en la producción de bebidas lácteas.

#### 1.2.1. Contextualización

##### 1.2.1.1. Contextualización macro

Los estabilizantes a nivel mundial son ampliamente usados en la elaboración de diversos productos lácteos. Los estabilizantes más utilizados son almidones, harinas, gomas, carrageninas, (García, 2004). Por otro lado, el melloco es una materia prima que podría utilizarse como harina debido a que posee un porcentaje alto de almidón y mucilago. Por lo que es deseable aprovechar estos componentes en la industria en la producción de derivados lácteos como un espesante, ya que podría mejorar la viscosidad del yogurt (Espín, Villacrés, y Brito, 2004).

El melloco es un tubérculo andino ancestral que se cultiva en Sudamérica, su distribución es muy amplia desde Venezuela hasta el norte de Argentina, sus niveles de adaptación van hasta altitudes de 4.000msnm, su mayor producción se obtiene entre altitudes de 3.600 y 3.800msnm (Tapia & Fries, 2007). Existen otras variedades resistentes a heladas como el INIAP-Puca y INIAP-Quillu, el melloco también se adapta a menores alturas que se cultivan en conjunto con maíz (Manrique, Párraga, & Herman, 2005). El tubérculo toma distintos nombres comunes por su región en Perú y Bolivia se les denomina Olluco y

Ulluku respectivamente; melloco en Ecuador; Chigua en Colombia; Ruba en Venezuela; Papa lisa o lisas al sur del Perú; Papa verde en Argentina (Jujuy) (Tapia & Fries, 2007).

#### **1.2.1.2. Contextualización meso**

En Ecuador los estabilizantes más utilizados en la producción de derivados lácteos según la Asociación nacional de fabricantes de alimentos ANFAB,(2017) son: pectina, gomas, gelatinas sin sabor y almidones, que en su mayoría corresponden a productos de importación. El melloco es el segundo tubérculo luego de la papa que forma parte de la alimentación Ecuatoriana (Elena Villacrés et al., 2013). Crece anualmente en la zona Andina en las provincias de Cañar, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi y Pichincha, con un rendimiento de 3,5 t/ha (Velásquez, 2011). Sin embargo, del valor tecnológico que el melloco podría proporcionar no se reportan el desarrollo de procesos que permitan aprovechar las propiedades nutritivas y tecnofuncionales que este tubérculo andino podría ofrecer como ingredientes en la industria de procesamiento de alimentos.

#### **1.2.1.3. Contextualización micro**

A pesar de la gran demanda de las empresas alimenticias, en Ecuador no existe una industria dedicada a la producción de estabilizantes para alimentos, sin embargo, de poseer una gran cantidad de materias primas como tubérculos frutos que podrían ser fuente de gomas u otro tipo de agentes, que por sus propiedades tecno funcionales podrían proporcionar una fuente de materia prima natural y a bajo costo (Rivera, 2005). Por otro lado, una de las industrias con mayor crecimiento a nivel mundial es la producción de derivados lácteos que se incrementará en un promedio del 24% en el periodo 2012-2022, por lo que el desarrollo de productos nutritivos y saludables preveen un crecimiento significativo. En Ecuador la preferencia de consumo de lácteos es creciente, se proyecta que se incremente su consumo aproximadamente de 100 litros anuales per cápita (PRO ECUADOR, 2014).



### 1.2.2. Análisis crítico (árbol del problema)

Efecto

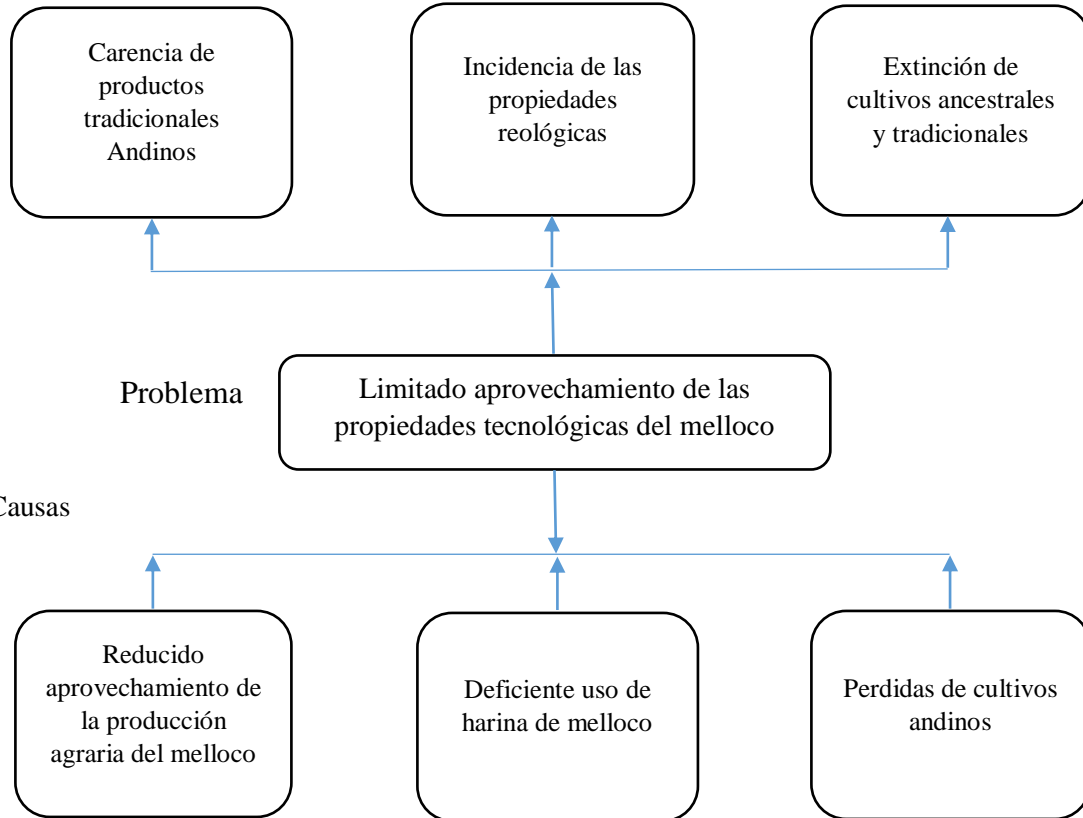


Figura 1. Árbol del problema

### 1.2.3. Prognosis

La industria alimentaria en la actualidad ha desarrollado procesos tecnológicos con la utilización de diferentes fuentes de materias primas, sin embargo, estas se perciben como artificiales. La utilización de espesantes provenientes de cultivos andinos no aprovechados como el melloco, un tubérculo andino ancestral que tradicionalmente solo se lo consume de forma directa podría proporcionar una nueva fuente de materias primas nutritivas a la industria alimentaria. Si la investigación propuesta no se realiza, el valor agregado que podría proporcionar en este cultivo tradicional desaparecería y se podría perder una

oportunidad, tecnológica, económica y social tanto para el consumidor como para los agricultores que se dedican al cultivo.

#### **1.2.4. Formulación del problema**

¿El uso de harina de melloco influyen en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa?

#### **1.2.5. Interrogantes**

¿Se puede extraer harina de melloco?

¿Se podrá desarrollar fórmulas con harina de melloco como espesante para la elaboración del yogurt bajo en grasa?

¿Cuál es el efecto en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa con la inclusión de harina de melloco?

¿Cuál será el tiempo de vida útil del producto?

¿Cuál serán las propiedades sensoriales del producto?

#### **1.2.6. Delimitación del objetivo de la investigación**

**Delimitación Científica:** Investigación y desarrollo.

**Área:** Tecnología de lácteos.

**Delimitación Espacial:** La investigación se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

**Delimitación Temporal:** El estudio se lo realizó en un período comprendido entre octubre 2017 y julio 2018.

### **1.3. Justificación**

El melloco es un tubérculo que crece en las regiones Andinas del Ecuador, la forma más común de consumo es en ensaladas y sopas; sin embargo, de su valor nutricional la

población no lo considera apetecible debido a su contenido de mucílago, y es precisamente este componente el ingrediente beneficioso para la salud del ser humano. Debido a esta percepción sensorial del consumidor hacia el tubérculo es necesario brindar opciones de uso aplicadas a la producción de alimentos agroindustriales debido a que por sus características se lo podría utilizar como espesante y mejorador de viscosidad en el campo de la industria alimentaria (Rivera, 2005).

En la elaboración del yogurt la industria utiliza aditivos como: gomas vegetales, gelatina, pectinas y almidones con la finalidad de mejorar la estabilidad, consistencia y textura del yogurt, evitando la sinéresis (Martínez Rivas, 2016). De ahí la importancia del uso de la harina de melloco por su contenido de almidones y azúcares (Espín et al., 2004). La investigación planteada representa una oportunidad de desarrollo de ingredientes no tradicionales para la producción de alimentos más naturales y saludables. El desarrollo de la investigación busca recuperar un cultivo tradicional infrautilizado y que podría brindar nuevas oportunidades de producción.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

Evaluar el efecto de la harina de melloco amarillo (*INIAP-Quillu*) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa.

### **1.4.2. Específicos**

- Extraer y caracterizar la harina de melloco (*INIAP-Quillu*)
- Desarrollar formulaciones con diferentes niveles de concentración de harina de melloco en la elaboración de yogurt bajo en grasa.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa.
- Estimar el tiempo de vida útil del producto terminado en base al control microbiológico del mejor tratamiento.

- Valorar la aceptabilidad del yogurt bajo en grasa mediante evaluación sensorial.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes investigativos**

El trabajo de investigación se fundamentó en los antecedentes bibliográficos siguientes:

Díaz Jiménez, Sosa Morales, & Vélez Ruíz, (2004), estudiaron los efectos de la adición de nuevos componentes a la formulación del yogurt, los resultados reportados indican que la adición de nuevos componentes cambia su estructura física y química en el gel.

Schonbrun, (2002), estudio el efecto de estabilizantes (gelatina, carboximetilcelulosa y pectina de alto metoxilo) en la preparación del yogurt batido, donde obtuvo como resultados yogures viscosos de color rosado aceptables por el consumidor.

Castillo, Borregales, & Dolores, (2004), determinaron que con la concentración de 0,15% de pectina mejoraron las propiedades reológicas, fisicoquímicas y sensoriales del yogurt semidescremado.

Mendoza, Trujillo, & Duran, (2007), evaluaron el almidón de ñame (*Discorea rotundata*) como estabilizante en la elaboración de yogurt entero tipo batido en concentraciones de 0,4; 0,5 y 0,6%, los resultados reportados indican que la concentración del 0,6% de almidón presentó mejor comportamiento en cuanto a la viscosidad, propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

Anaya et al., (2016), evaluó la capacidad de retención de agua y el comportamiento reológico del yogurt de leche de cabra con la incorporación del almidón de maíz y trigo, presentando un comportamiento típico de un gel débil con características viscoelásticas y con tasa de deformación por abajo del 10%.

#### **2.2. Fundamentación filosófica**

La investigación se situó en el paradigma crítico positivo, el criterio filosófico fundamentalmente que lo rige, está básicamente encaminado a la búsqueda de alternativas

de utilización de harina de melloco como espesante en la elaboración de yogurt bajo en grasa.

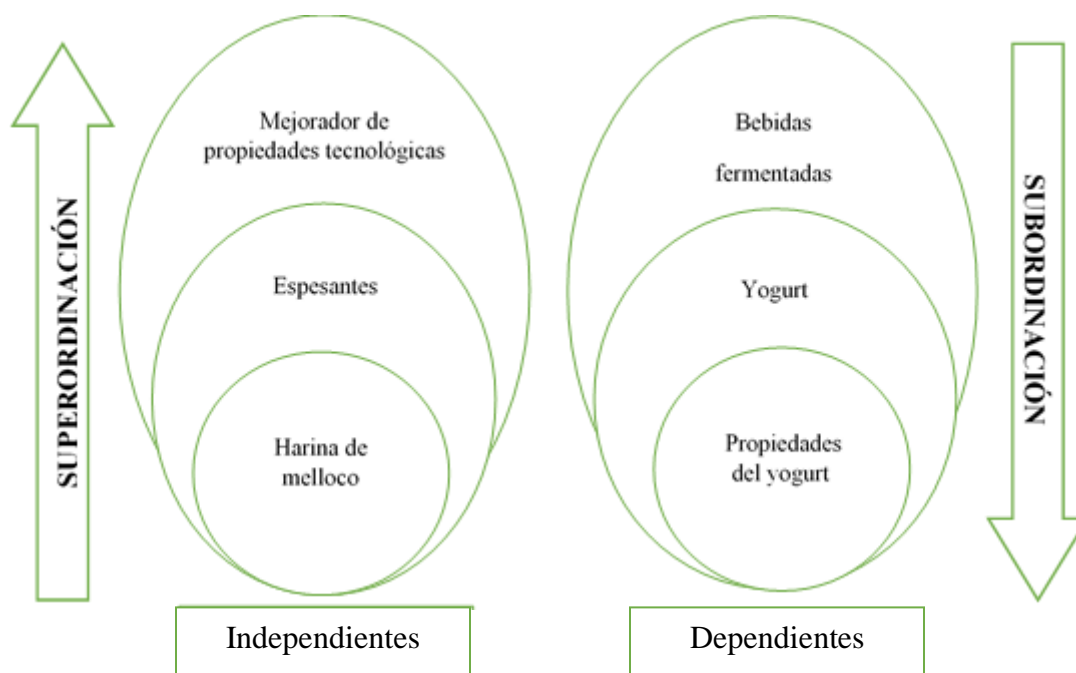
### **2.3. Fundamentación legal**

Esta investigación está respaldada con las normas:

- **Norma Técnica Ecuatoriana:**

- Norma NTE INEN 2395-2011 Leches fermentadas.
- Norma NTE INEN 1513 Granos y cereales. Maíz. Determinación del contenido de humedad.
- Norma NTE INEN 0520. Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza.
- Norma NTE INEN 0519. Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína
- Norma NTE INEN 0523. Harinas de origen vegetal. Determinación de la grasa.
- Norma NTE INEN 522. Harinas de origen vegetal. Determinación de fibra cruda.
- Norma NTE INEN 013: Leche. Determinación de la acidez titulable.
- Norma NTE INEN 014: Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas.
- Norma NTE INEN 012: Leche. Determinación de grasa.
- Norma NTE INEN 1529-10:2013. Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.

## 2.4. Categorías fundamentales



**Figura 2.** Categorías fundamentales

### 2.4.1 Marco conceptual de la variable independiente

#### **Harina de melloco**

Se entiende por harina a todo producto finamente triturado, obtenido de la molturación de cereales o de otros alimentos ricos en almidón (Calixto Daza & Lazo Bravo, 2017). El nombre genérico de las harinas depende de la materia prima de la cual proceda. Es importante mencionar que el componente de las harinas vegetales es el almidón (Herrera C, 2012). De acuerdo con Jorge, Cirilo, & Ponce Fermín, (2016), en la producción de harina de raíces y tubérculos, la materia prima debe ser fresca, los tubérculos deberán estar sanos, libres de cualquier daño y de descomposición microbiana. En los tubérculos como el melloco, la oca, zanahoria blanca y mashua no necesitan ser pelados, se puede realizar un proceso de rectificado, que tiene el objetivo de eliminar los puntos negros y las partes dañadas. Así mismo para mejorar la conservación de alimentos y mantener sus propiedades

nutricionales y la reducción de espacios que ocupan, la tecnología de deshidratación y obtención de harinas es una importante alternativa. Este proceso está basado en la eliminación de humedad que no afecta aroma, sabor original, color ni calidad nutricional.

### **Espesantes**

Son aditivos que se utilizan en la elaboración de alimentos con diversos propósitos (Eurípide, 2015). Los espesantes son muy utilizados en la industria láctea se los conoce con el nombre de estabilizantes. La utilización de estabilizantes para la producción de un determinado producto alimento se enfoca en la necesidad de cambiar o mejorar ciertas características funcionales o reológicas (Elmadfa, Muskat, Fritzsche, & Gutiérrez, 2011). Los estabilizantes son utilizados para modificar la estabilidad, consistencia y textura del yogurt, evitando la sinéresis y su palatabilidad (Martinez Rivas, 2016).

## **2.4.2. Marco conceptual de la variable dependiente**

### **Bebidas fermentadas**

La Norma CODEX STAN 243-2003. (2010), para leches fermentadas, define al yogurt como producto lácteo obtenido mediante la fermentación de la leche, la cual puede sufrir modificaciones en su composición, por intermedio de la acción de microorganismos adecuados, dando como resultado la disminución del pH con o sin coagulación

Las leches fermentadas son consumidas en todo el mundo, sin embargo éstas pueden variar dependiendo de la leche del animal que provengan, del tipo de microorganismos que la fermente y de la tecnología que se utilice, a nivel mundial las bebidas más conocidas son el yogurt, el kéfir y el kumis (Romero del Castillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2004; Aranceta y Serra, 2004).

### **Yogurt**

La norma NTE INEN 2395. (2011), define al yogurt como un producto coagulado por medio de la fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos.



En la producción se utiliza cultivos mixtos de las bacterias *Lactobacillus del brueckii*, subespecie *bulgaricus*, y *Streptococcus salivarius*, subespecie *thermophilus*. Las bacterias lácticas que se encuentran en el yogurt son favorables para la flora intestinal, éstas actúan como una defensa ecológica cerrando el paso de las bacterias patógenas, estimulando las defensas naturales del organismo (Cadena Masabanda, 2015). Las bacterias ácido lácticas se encargan de fermentar la leche, resultado de esta fermentación se produce ácido láctico de la lactosa presente en la leche y una serie de compuestos como la acetoina y diacetilo que le brindan sabor y aroma típicos del yogurt, que debe estar libre de suero y presentar una consistencia suave y homogénea. Es importante tener en cuenta para evaluar sus características los siguientes aspectos: sabor, aroma (acidez), cuerpo (viscosidad o consistencia) y textura (ausencia de grumos) (Hernandez, 2003).

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2608 (2012), para bebida de leche fermentada requisitos. Debe cumplir con las especificaciones que se indican en la tabla 1.

**Tabla 1.** Requisitos fisicoquímicos para bebidas fermentadas

<b>Requisitos</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Método de ensayo</b>
Materia grasa láctea %	-	3,0	NTE INEN 12
Proteína láctea	1,6	-	NTE INEN 16
Lactosa en el producto parcialmente deslactosado %	-	1,4	AOAC 984.15
Lactosa en el producto bajo en lactosa	-	0,85	AOAC 984.15

**Fuente:** NTE INEN 2608. (2012).

### **Propiedades del yogurt**

Las propiedades fisicoquímicas del yogurt que son afectadas durante el periodo de elaboración son la acidez, capacidad de retención de agua, color, composición proximal, firmeza, grado de sinéresis, pH, propiedades reológicas, sólidos totales, de todas la propiedades citadas las más estudiadas han sido la propiedades reológicas y texturales (Valderrama, 2001).

## **Propiedades reológicas**

La viscosidad es una propiedad que se relaciona con el contenido de grasa, lactosa, estructura de la caseína y los tamaños del glóbulo de grasa. La viscosidad varía con la temperatura, el estado de dispersión y la concentración de los componentes sólidos (Martínez Rivas, 2016).

El comportamiento reológico del yogurt se debe en buena medida al gel estructural presente, por lo que sus propiedades de flujo o reológicas exhiben dependencia tanto de la razón de corte, así como del tiempo estimado  $1/s$  en la determinación de la viscosidad. El yogurt presenta un comportamiento de flujo complejo, dependiendo del esfuerzo cortante y del tiempo, por lo que es de importancia estudiar la reología de este producto lácteo con respecto al proceso, manejo desarrollo de productos y aspectos de control de calidad. El yogurt puede ser clasificado como un flujo no newtoniano y además muestra dependencia del tiempo (Valderrama, 2001).

Es importante determinar las propiedades reológicas de los alimentos; algunas de estas diferentes razones son: A) en el diseño de plantas, B) para establecer las dimensiones de válvulas y tuberías, C) para el cálculo de requerimientos de bombeo, D) en el cálculo de operaciones con transferencia de calor, E) para efectuar mezclas. Se lo utiliza además en el control instrumental de calidad, en materiales previos al procesamiento; además después de la producción en los productos finales. También sirve para evaluar la calidad que prefiere el consumidor, relacionando las medidas reológicas y sensoriales. Además, nos permite conocer, la estructura y composición de alimentos y analizar cambios estructurales que suceden durante su proceso (Alvarado, 1996).

## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis nula**

- $H_0$ : La adición de harina de meloco no afecta las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa.

### **2.5.2. Hipótesis alternativa**

- Ha: La adición de harina de melloco afecta las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa.

## **2.6. Señalamiento de variables de la hipótesis**

### **2.6.1. Variable independiente**

Efecto de adición de harina de melloco

### **2.6.2. Variable dependiente**

Propiedades fisicoquímicas y reológicas de yogurt bajo en grasa.

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### 3.1. Enfoque investigativo

El enfoque en el cual se trabajó esta investigación es de carácter cuantitativo porque se realizaron pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y reológicas de yogurt bajo en grasa, y a su vez cualitativa porque se evaluaron mediante un análisis sensorial sobre las propiedades organolépticas a los tratamientos.

### 3.2. Modalidad básica de la investigación

El presente trabajo investigativo se fundamentó en las siguientes modalidades:

**De campo:** La presente investigación se realizó en la provincia de Tungurahua en el cantón Ambato, en las instalaciones del laboratorio de tecnología de lácteos y el laboratorio de la UODIDE de la Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

**Documental bibliográfico:** Se necesita conocer, contrastar, desarrollar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías y criterios, conceptos de diversos autores sobre el tema apoyándose en documentos, libros, revistas, periódicos normas y otras publicaciones.

**Investigación experimental:** La investigación se fundamentó en el efecto de las variables independientes, para observar los efectos de las variables dependientes con el propósito de precisar la relación causa-efecto, se controlaron las variables sometidas a experimentación por medio de procedimientos estadísticos.

### 3.3. Nivel o tipo de investigación

Esta investigación es de tipo exploratoria y descriptiva:

**Investigación exploratoria:** Se utiliza para el desarrollo de temas que aún no se han abordado o no han sido suficientemente estudiados, el cual permitirá el interés de nuevas investigaciones.

**Investigación descriptiva:** Porque describirá y analizará, las dos variables, la variable independiente el efecto de la adición de harina de melloco y la variable dependiente las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y reológicas de yogurt bajo en grasa.

### **3.4. Población y muestra**

Para la obtención de la harina de melloco se utilizó variedad amarilla (*INIAP-Quillu*) adquirida en el mercado mayorista de la provincia de Tungurahua. Los yogures fueron elaborados con leche de vaca pasteurizada, con un reducido contenido de materia grasa de (2%).

#### **3.4.1. Diseño experimental**

Para estudiar el efecto de adición de harina de melloco en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa, se empleó un diseño completamente aleatorizado con 2 repeticiones, se evaluarán las siguientes respuestas experimentales:

#### **3.4.2. Respuestas experimentales**

##### **Análisis fisicoquímicos**

- pH
- Acidez

##### **Análisis sensorial**

- Sabor
- Aroma
- Aceptabilidad

### **Parámetros reológicos**

- Viscosidad

### **Microbiología**

- Coliformes totales
- Mohos y levaduras
- Escherichia coli
- Bacterias ácido lácticas

### 3.5. Operacionalización de variables

#### 3.5.1 Variable independiente

**Tabla 2.** Operacionalización de la variable independiente: Harina de melloco

Conceptualización	Categoría	Indicador	Ítems	Técnica e instrumentos
Harina de melloco: Los espesantes son sustitutos que al agregarse a una mezcla aumentan su viscosidad	Formulaciones	Porcentaje de harina de melloco	¿Cómo influirá el porcentaje de harina en los parámetros reológicos de yogurt bajo en grasa?	Boletín Oficial del Estado "BOE". Real Decreto 271/2014, de 11 de abril, por el que aprueba la Norma de Calidad para el yogurt.
		0,3%		
		0,6%		
		0,9%		
		Porcentaje de grasa	¿Cómo influirá el porcentaje de grasa en los parámetros reológicos de yogurt bajo en grasa?	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2395:2011 Leches fermentadas. Requisitos
		2%		

**Elaborado por:** Sánchez Angela. (2018).

### 3.5.2. Variable dependiente

**Tabla 3.**Operacionalización de la variable dependiente: Yogurt

Conceptualización	Categoría	Indicador	Ítems	Técnica e instrumento
Yogurt: Producto de alto contenido nutricional con diferentes características; se realizó análisis fisicoquímicos, sensoriales reológicas a todas las formulaciones.	Análisis fisicoquímicos	pH	¿Las características fisicoquímicas se afectan con la utilización de la harina?	pH-metro
		Acidez		Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0013
	Análisis sensorial	Sabor	¿Las propiedades sensoriales varían con las formulaciones?	Hojas de cataciones
		Aroma		
Se realizó análisis de composición proximal y microbiológico a la mejor formulación declarada como mejor tratamiento y al control	Análisis reológico	Aceptabilidad	¿La viscosidad es afectada por la adición de la harina?	Reómetro
		Viscosidad		
	Composición proximal de la mejor formulación y el control	Sólidos totales	¿Qué composición proximal tiene el mejor tratamiento?	AOAC Ed 20, 2016 927.05
		Cenizas		AOAC Ed 20, 2016 930.30
		Grasa		AOAC 2000.18 Gerber. Ed 20, 2016
		Proteína		AOAC 991.2. Ed 20, 2016
		Fibra		INEN 522
	Calidad microbiológica del yogurt	Coliformes totales, UFC/g	¿Qué calidad microbiológica presenta el mejor tratamiento?	NTE INEN 1529-7
Recuento de E. coli, UFC/g		NTE INEN 1529-8		
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g		NTE INEN 1529-10		
		Bacterias ácido lácticas, UFC/g		Experimento

Elaborado por: **Sánchez Angela. (2018)**



### **3.6. Plan de procesamiento de la información**

#### **3.6.1. Materiales y métodos**

**Localización del experimento.** La investigación fue realizada en el laboratorio de tecnología de lácteos y el laboratorio de la UODIDE de la Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

**Materiales:** Las materias primas para la elaboración del yogurt fueron:

**Mellico:** Se lo obtuvo en forma fresca, posteriormente se lo seco y se convirtió en harina.

**Leche:** Se utilizó Leche entera que posteriormente se ajustó su contenido graso.

**Cultivo iniciador:** *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, fueron adquiridos de marca disponible en el mercado.

#### **3.6.2. Obtención de harina de mellico**

El proceso aplicado para la obtención de harina de mellico fue el descrito por Velásquez Figueroa. (2011), con ligeras modificaciones. Los mellicos amarillos fueron adquiridos en el mercado central de la ciudad de Ambato. Se seleccionaron separando material extraño y descartando los deteriorados. Luego se lavaron con agua potable, con la ayuda de un cepillo se retiró la tierra adherida; con la ayuda de un rallador, se procedió, a hacer hojuelas muy delgadas para facilitar el intercambio de calor y disminuir el tiempo de secado. Se colocó en un secador de bandejas (Proingal C.A) a una temperatura de 60°C por 14 horas. Posteriormente se realizó una molienda y tamizado con malla de 15 mm. Finalmente se almaceno la harina en bolsas plásticas.

#### **3.6.3 Análisis proximal de la harina de mellico**

##### **Humedad**

El contenido de humedad se determinó según la Norma NTE INEN 1513. (1987), se pesaron 100 g de muestra en cápsulas de porcelana, previamente taradas; se colocó en la estufa a 105°C por 2 horas. Se retiró y enfrió en el desecador por 30 minutos y, se pesó. La

cápsula se colocó por 30 minutos más a la estufa para posteriormente enfriar en el desecador. Se pesó y repitió esta operación hasta que el peso sea constante. Los resultados se calcularon utilizando la siguiente ecuación.

$$\% \textit{ Humedad} = \frac{(W3 - W2)100}{W}$$

**Donde:**

**W3:** W1+W (peso de la cápsula vacía más muestra antes del secado)

**W:** Peso muestra

**W1:** Peso de cápsula vacía

**W2:** Peso de cápsula más muestra seca

### **Cenizas**

El contenido de cenizas se determinó según la Norma NTE INEN 0520. (1981), se pesaron 2 g de muestra en crisoles de porcelana, previamente tarados; se carbonizó la muestra en una plancha de calentamiento, posteriormente se colocaron los crisoles en la mufla y se incineraron  $530^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$  hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón esto se obtiene al cabo de 2 a 3 horas. Los crisoles fueron enfriados en el desecador, se pesaron tan pronto estuvieron a temperatura ambiente. Se repitió la operación de incineración por períodos de 30 minutos, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa. Los resultados se calcularon utilizando la siguiente ecuación.

$$\% \textit{ Cenizas} = \frac{(WA - W1)100}{W}$$

**Donde:**

**W:** Peso muestra

**W1:** Peso de crisol vacío

**W2:** Peso de crisol más cenizas

### **Grasa**

El contenido de grasa se determinó según la Norma NTE INEN 0523. (1981), se lavó y secó; el balón Soxhlet en la estufa a  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , por una hora. Se colocó en el desecador los balones y se pesaron cuando hayan alcanzado la temperatura ambiente. En el dedal de Soxhlet, se pesó 2,35 g de la muestra de harina, se colocó algodón en la parte inferior del dedal a manera de tapón, posteriormente se llevó a la estufa a  $130 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , por el tiempo de una hora, se colocó el dedal en el desecador, hasta temperatura ambiente. Posteriormente se colocó el dedal en el balón, se agregó éter anhidro la grasa de la muestra fue extraída durante cuatro horas, por proceso de ebullición y destilado. Terminada la extracción, por destilación se recuperó el solvente en el mismo equipo. Se colocó el balón en la estufa durante 30 minutos a  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , se enfrió en el desecador hasta temperatura ambiente y se pesó. Se repitió esta operación hasta que los pesos sean constantes. Los resultados se calcularon utilizando la siguiente ecuación.

$$\% \textit{Grasa} = \frac{(M2 - M1)100}{W2 - W1}$$

#### **Donde:**

**M1:** Peso del balón vacío

**M2:** Peso del balón más grasa

**W1:** Peso del dedal vacío más algodón

**W2:** Peso del dedal más muestra

### **Proteína bruta por el método Kjeldahl**

Para la determinación de proteína bruta se determinó según la norma (NTE INEN 0519, 1981).

**Digestión:**

Se pesaron 0,5 g de muestra desengrasada, la cual se colocó en un tubo Kjeldahl. Se añadió aproximadamente 15 g de mezcla catalizadora y un 1 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se colocó en el digestor (VELP SCIENTIFICA DKL). Por 2 horas hasta que el concentrado quedó de color transparente y se dejó enfriar.

**Destilación:**

Se colocó ácido bórico concentración 2% en un erlenmeyer de 250 mL, se añadió de 2-3 gotas de indicador rojo de metilo. Se colocó el erlenmeyer en el destilador (VelpScientificaUdk129) el cual provee de hidróxido de sodio y agua destilada automáticamente. Se destiló hasta que todo el amoníaco se transfirió a la solución ácida contenida en el matraz, lo que se obtuvo después de destilar por lo menos 150 mL. Se retiró del destilador el matraz. Se tituló con ácido sulfúrico 0,1 N. Los resultados se calcularon utilizando la siguiente ecuación.

$$\% N = \frac{(V - Vb) 1,401 \times 0,1 \times K}{P}$$

$$\%P = \%N \times 6,25$$

**Donde:**

**P:** Proteína bruta

**N:** Porcentaje de nitrógeno

**V:** Volumen de titulación de la muestra

**Vb:** Volumen de titulación del blanco

**K:** Constante de normalización del CIH 0,1N

**p:** Peso de muestra en g

**Fibra cruda**

El contenido de fibra cruda se determinó según la norma NTE INEN 0522. (1981) Se pesó en un vaso de precipitación 2 g de muestra desengrasada. Se añadieron 200 mL de ácido sulfúrico al 0,255 N. Se colocó en una plancha de calentamiento, se dejó hervir la solución

durante 30 minutos. A través de un papel filtro en un embudo. Se lavó el vaso con agua caliente destilada varias veces; hasta que quedó limpio sin residuo de muestra. Con la ayuda de una espátula se removió el residuo del papel y se colocó la muestra nuevamente en el vaso. Se añadió 200 mL de hidróxido de sodio al 0,313 N. Se dejó hervir la solución por 30 minutos. Se usó el papel filtro anterior para filtrar la muestra. Se lavó el residuo con agua caliente destilada; se secó el papel filtro con el residuo en la estufa durante 24 horas a 60°C; se enfrió en el desecador y se pesó. Se colocó el papel filtro, en un crisol previamente tarado, enfriado, pesado. Posteriormente se colocó en la mufla a 550°C, hasta que se convirtió en cenizas. Se enfrió en el desecador y pesó. Los resultados se calcularon utilizando la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(W3 - W4)100}{W1}$$

**Donde:**

**W1:** Peso muestra

**W3:** Peso de crisol más muestra

**W4:** Peso de crisol más cenizas

### **3.6.4. Obtención y preparación de la leche**

La leche cruda de vaca utilizada para la investigación fue proporcionada de la Parroquia Cuchibamba de la Provincia de Tungurahua. La leche entera se desnató hasta reducir el contenido graso al 0,02 %. A continuación, se mezcló la leche desnatada con leche entera, utilizando el método cuadrado de Pearson, para obtener finalmente una leche con 2% de grasa, una vez estandarizada la leche se pasteurizó a 85°C por 30 minutos.

### **Análisis de grasa para la leche**

#### **Grasa**

Para la determinación de grasa, se consideró la norma INEN 0012 (1973). Se utilizó el butirómetro Gerber se vertió 10 mL de ácido sulfúrico luego 11 mL de yogurt y 1 mL de alcohol amílico, se tapó herméticamente el butirómetro y se agitó invirtiendo lentamente al

butirómetro dos o tres veces durante la operación, hasta que no aparezcan partículas blancas, después de la agitación se centrifugó el butirómetro por 5 minutos, se retiró de la centrifuga y se procedió a leer. Este análisis se realizó en laboratorio de química de la Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

#### **3.6.4.1. Elaboración del yogurt bajo en grasa con adición de harina de melloco**

Se elaboró el yogurt a partir de leche al 2% de grasa, se elaboraron tres tratamientos y el control añadiendo diferentes porcentajes de harina de melloco.

A las muestras de leche se añadió harina de melloco en tres porcentajes al 0,3%, 0,6 % y 0,9% y una muestra control.

El proceso seguido para la elaboración de los yogures bajo en grasa tipo batido fue el descrito por (Mendoza Navarro et al., 2007), una vez estandarizada la leche se procedió agregar la harina en los diferentes porcentajes, se pasteurizó la leche a 85°C por 30 minutos, con el propósito de eliminar microorganismos presentes. Luego de la pasteurización la leche se enfrió a una temperatura de 40°C, se incorporó el cultivo lácteo liofilizado en una proporción de acuerdo al volumen de leche utilizada. Seguido se precedió a la incubación en recipientes de vidrio, se realizó en una estufa a una temperatura de 40°C ± 2 °C de 5 a 6 horas, hasta que alcanzó una concentración de ácido láctico de 55-60°D. Una vez alcanzada la acidez deseada; se detuvo la fermentación disminuyendo rápidamente la temperatura para detener el crecimiento de los microorganismos; con la finalidad de romper el coágulo, se agitó cuidadosamente por un tiempo de 1 minuto; seguido de esto se envasó el yogurt en envases plásticos siguiendo todas las normas de seguridad; se almacenó las muestras en un refrigerador a 4°C.

#### **3.6.5. Análisis fisicoquímicos del yogurt**

##### **pH**

El pH del yogurt se midió con un pH-metro digital (accument AB200). Se introdujo directamente el electrodo en las muestras (AOAC 942.15, 2017). Durante los días 1, 5, 10,

15 y 20 se determinaron los valores del pH en condiciones de refrigeración a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1$   $^{\circ}\text{C}$ . Este análisis se realizó en laboratorio de química de la Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

### **Acidez titulable**

Para la determinación de acidez titulable, se consideró la norma NTE INEN 0013 (1984). Se tomó una muestra de yogurt de 10 mL, se tituló con hidróxido de sodio normalidad (0,1N), usando como indicador fenolftaleína. El resultado se expresó como porcentaje de ácido láctico. La determinación de acidez se realizó a los días 1, 5, 10, 15 y 20 en condiciones de refrigeración. Este análisis se realizó en laboratorio de química de la Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

$$A = 0,090 \frac{V \times N \times 100}{m1 - m} \times 100$$

#### **Donde:**

**A:** Acidez titulable de la leche, en porcentaje en masa de ácido láctico

**V:** Volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación

**N:** Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

**m:** Masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g

**m1:** Masa del matraz Erlenmeyer con la leche, en g

### **3.6.6. Evaluación sensorial**

Para juzgar los atributos sensoriales las muestras fueron evaluadas por un panel semientrenado de 10 personas. Los panelistas evaluaron el aroma, sabor y aceptabilidad de acuerdo a la escala hedónica de 0 a 5, donde 0 = no me gusta-lo peor que he probado 5 = me gusta mucho-lo mejor que he probado. La evaluación se realizó en el laboratorio de lácteos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

### **3.6.7. Análisis reológico (viscosidad)**

La viscosidad se determinó en un Reómetro MCR 302 (AntonPaar, Austria), con una geometría plato-plato, de 40 mm diámetro y un gap de 1 mm. Se colocaron alrededor de 800 µl de muestra en el plato y se procedió con la medición. Se realizó un barrido de deformación de 1 a 100 1/s para caracterizar la región viscoelástica lineal de las muestras de yogurt. Todos los ensayos se realizaron a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  por triplicado.

### **3.6.8. Análisis microbiológico**

Para los ensayos microbiológicos se tomaron 10g de muestra, fueron transferidos a bolsas estériles (Sterilin, Stone, Staffordshire, Reino Unido) con 90 mL de agua de peptona (Difco, Le Pont de Claix, France) y se agitaron vigorosamente durante 1 min en un homogeneizador Stomacher (400C, Seward, Londres, Reino Unido). A continuación, se prepararon diluciones apropiadas para la determinación de: Recuento de mohos y levaduras en placas de agar PDA (Difco, Le Pont de Claix, France), incubadas a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; *Escherichia coli* en Agar Eosina Azul de Metileno para recuento en placa, EAM (Acumedia, Neogen, Michigan, EE. UU), que se incubaron a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 72 h; *Enterobacteriaceae* en doble capa de agar bilis rojo violeta (Acumedia, Michigan, EE. UU), que se incubaron a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 48 h; Bacterias lácticas en agar Man Rogosa y Sharpe (Acumedia, Michigan, (EE. UU) que se incubaron a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 48 h. Todos los recuentos se expresaron como logaritmo de las unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (log UFC/g). Todos los análisis se realizaron por duplicado. El ensayo se llevó a cabo durante 20 días.

### **3.6.9. Análisis proximal de las muestras de yogurt**

La determinación de proteína se realizó mediante el método de Kjeldahl de acuerdo a la técnica AOAC 991.2. Ed 20, 2016. Cenizas se realizó mediante el método AOAC Ed 20, 2016 930.30. Sólidos totales se realizó mediante el método AOAC Ed, 2016 927.05. Grasa se realizó mediante el método AOAC 2000.18 Gerber. Ed, 2016.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### **4.1. Análisis proximal de la harina de melloco**

La composición proximal de la harina de melloco se muestra en la Tabla 3. La humedad de la harina de melloco es de 10%, valor considerado aceptable para harinas comerciales, así mismo este contenido bajo, permite que sea estable para su almacenamiento a temperatura ambiente, ya que evitaría el deterioro debido a la presencia de microorganismos propios de la harina, estos crecen a humedades altas (Simsek, Ovando-Martinez, Marefati, Sjöo, & Rayner, 2015). El secado fue efectivo en la reducción de humedad lo que se asegura un tiempo de vida útil prolongado.

El contenido de grasa fue de 1,3% (Tabla 3). Estudios realizados por (Chasiloa Chimbo & Toaquiza Quinatoa, 2017) mostraron contenidos similares. La proporción de materia grasa presente en la harina es bajo, lo que podría suponer un valor nutricional elevado debido a que por un lado no se incrementa este valor al ser adicionado a productos terminados y por otro lado se trata de una grasa de origen vegetal insaturada y de elevado valor nutricional Velásquez Figueroa, (2011). El contenido de proteína de la harina de melloco se de 9%, este contenido es similar a los reportados por Zanklan et al. (2007), que reporto un contenido de 9%, para jícama. Así mismo, este valor es más elevado que el de otros cultivos como la yuca, camote, y la oca. Por su alto contenido proteico posiblemente por su naturaleza de leguminosa (alto contenido de lisina y triptófano), se puede combinar con harinas de cereales para incrementar su valor nutricional. El contenido de fibra fue de 3,02%, similar a lo reportado por Villacrés et al ,(2013). El contenido de fibra mide los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina en los alimentos. La fibra ayuda a mantener una buena salud.

**Tabla 4.** Análisis proximal de la harina de melloco

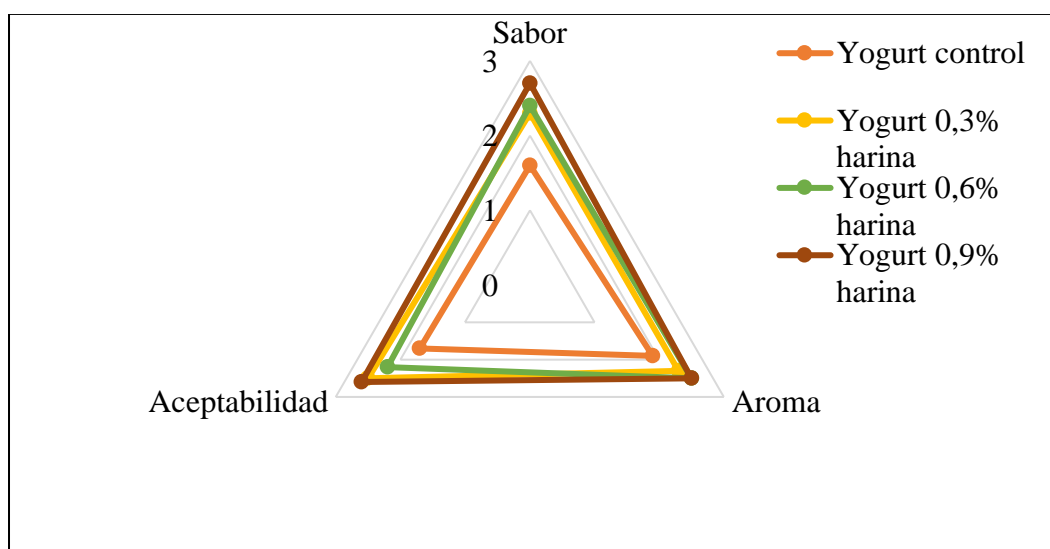
Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína	Fibra	E.L.N.N	Energía
%	%	%	%	%	%	Kilo cal/100gr
10,0	4,7	1,3	9,0	3,02	72,0	335,5

**Elaborado por:** Sánchez Angela. (2018).

E.L.N.N: Elementos no nitrogenados

#### 4.2. Análisis sensorial

El análisis sensorial es un parámetro utilizado por los consumidores para determinar las características organolépticas del producto mediante el uso de los sentidos humanos (Hernandez A, 2005). En la figura 3 se puede observar la calidad sensorial (sabor, aroma y aceptabilidad) de las muestras de yogurt control y adicionado el 0,3%; 0,6% y 0,9% de harina de melloco. Sin embargo, al no encontrarse diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ), se realizó una comparación de medias para el atributo de aceptabilidad con la finalidad de determinar el mejor tratamiento, los resultados muestran que la muestra de yogurt con el 0,9% de harina de melloco es la que mejor aceptabilidad presentó.



**Figura 3.** Análisis sensorial del yogurt de la muestra control, 0,3%, 0,6%, 0,9% de harina de melloco

### 4.3. Análisis fisicoquímicos

#### pH y acidez titulable

En la tabla 5 se observa el pH y la acidez titulable de las muestras de yogurt control y adicionado el 0,9% de harina de melloco. Durante el periodo de almacenamiento (20 días), se evidenció que la acidez aumentó y el pH disminuyó en los tratamientos (Tabla 5). Esto pudo deberse a que durante el almacenamiento en refrigeración ocurrió una actividad microbiana por parte de las bacterias ácido lácticas (BAL) presentes en el yogurt (Lubbers, Decourcelle, Vallet, & Guichard, 2004). Estas bacterias convierten la lactosa en ácido láctico; la caseína de la leche coagula a los bajos valores de pH que se crean y forma un gel firme compuesto por micelas unidas mediante puentes de hidrógeno (Hassan & Amjad, 2010). Por lo que la estructura del yogurt sería el resultado de la unión entre la  $\kappa$ -caseína y las proteínas séricas desnaturalizadas por medio de puentes disulfuro, así como de la agregación de las caseínas a medida que el pH disminuye durante el proceso fermentativo y alcanzan su punto isoeléctrico (Damin, Alcântara, Nunes, & Oliveira, 2009). Estudios similares realizados por Parra, (2013) encontró que el pH y la acidez del yogurt por efecto del té verde disminuyó durante el almacenamiento en refrigeración entre un pH de 3,8 y una acidez del 4,5% expresado en porcentaje de ácido láctico.

Los valores obtenidos de acidez titulable presentaron un aumento altamente significativo ( $p < 0,0001$ ), con valores promedios de 1,37% a los 20 días de almacenamiento. Estos resultados son similares a lo reportado por, Díaz, Sosa y Vélez. (2004), quienes en el estudio del efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogurt reportaron una acidez de 0,65% al 1,1% a los 21 días de almacenamiento, manifestando que los cambios de acidez son consecuencia de las transformaciones bioquímicas durante tiempo de almacenamiento.

Briceño et al, (2001), menciona que, durante el almacenamiento de un yogurt natural, la acidez aumentó en condiciones de refrigeración máximo hasta 1,5% expresada en ácido láctico. Estudios realizados por Jaziri, Ben Slama, Mhadhbi, Urdaci, & Hamdi, (2009), manifiesta que al final del almacenamiento la acidez para el yogurt con el 2% de té verde fue de 0,92% expresado en ácido láctico.

Durante el almacenamiento del yogurt se observó diferencia significativa, a partir del día 5 en la variable de pH y acidez de las muestras en estudio, debido al efecto de la actividad microbiana presente en el yogurt (Ramírez & Ruiz, 2009). El Codex alimentario, (2003), establece que el yogurt debe tener un mínimo de acidez del 0,6% expresado en ácido láctico. Lo anterior indica que los valores de acidez titulable de los tratamientos están dentro de los valores establecidos en la normativa.

**Tabla 5.** Análisis de pH y acidez titulable del yogurt control y el yogurt con 0,9% de harina de melloco

Días	Control		Yogurt 0,9% de harina	
	pH	Acidez Titulable %	pH	Acidez Titulable %
1	4.64 ± 0,01 a	0.73 ± 0,01 a	4.80 ± 0,01 a	0.64 ± 0,01 a
5	4.20 ± 0,14 b	1.00 ± 0,01 b	4.46 ± 0,01 b	1.21 ± 0,01 b
10	4.05 ± 0,07 b	1.12 ± 0,01 c	4.38 ± 0,01 c	1.26 ± 0,01 bc
15	4.14 ± 0,02 b	1.14 ± 0,01 c	4.21 ± 0,01 d	1.27 ± 0,02 c
20	4.11 ± 0,01 b	1.20 ± 0,01 d	4.18 ± 0,01 d	1.37 ± 0,01 d

**Elaborado por:** Sánchez Angela. (2018).

Los valores encontrados corresponden al promedio de dos mediciones ± la desviación estándar.

Letras minúsculas diferentes indican, para cada tratamiento, diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre días de evaluación.

#### 4.4. Análisis reológico

##### Viscosidad

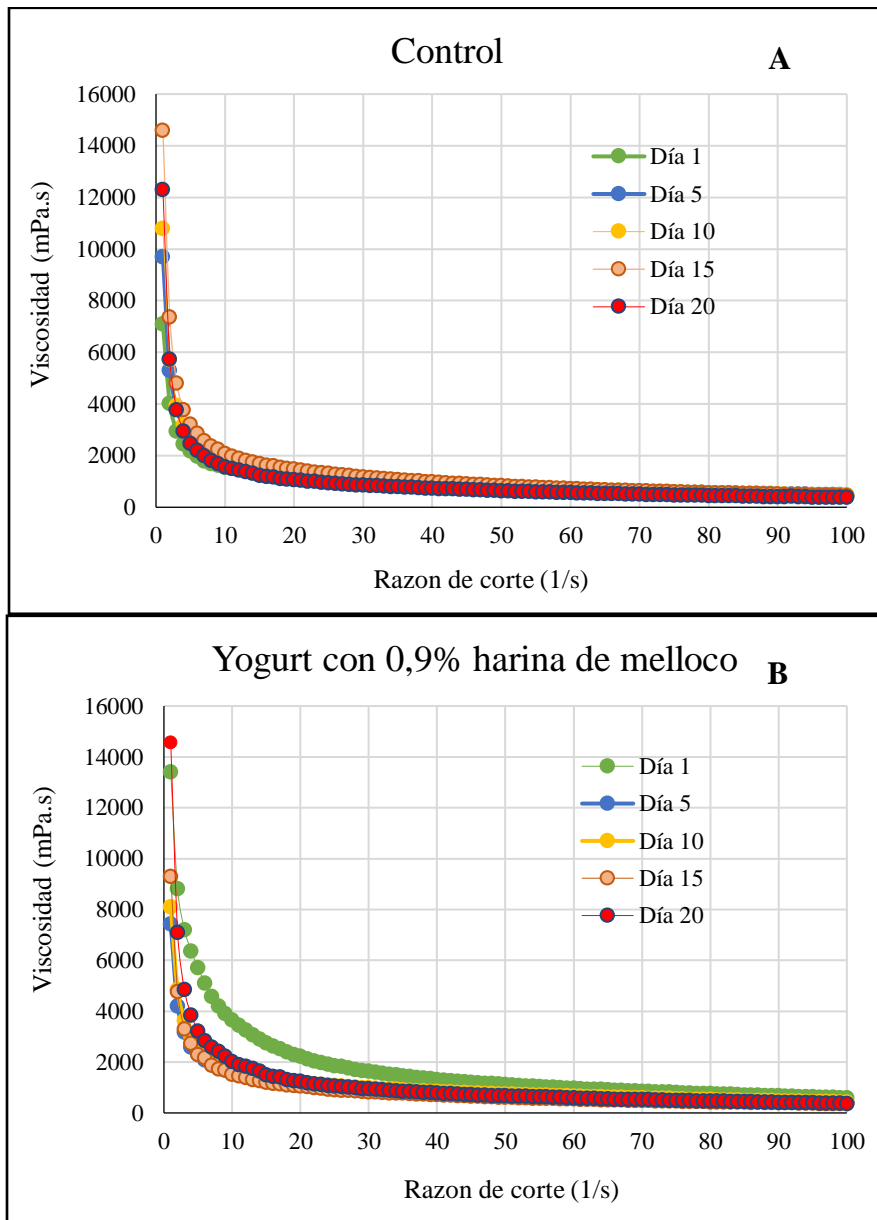
A la viscosidad se la puede definir como una medida de la resistencia a la deformación del fluido (Ramírez Navas, 2006). Las muestras presentaron un comportamiento típico pseudoplástico donde se evidenció una disminución significativa ( $P < 0,05$ ) de la viscosidad al transcurrir los días de almacenamiento, efecto que puede ser resultado de la disminución del pH y el incremento de la acidez, provocando una sinéresis en el yogurt. En la figura 4

(A): Control (B): yogurt con 0,9% de harina de melloco se muestran los valores de la viscosidad (mPa.s) en relación a la razón de corte (1/s).

Las propiedades reológicas de las muestras de yogurt estudiadas mostraron un comportamiento característico de los fluidos no newtonianos, mostrando a su vez ser dependientes del tiempo (Mendoza Navarro et al., 2007). La tabla 6 muestra los valores de índice de comportamiento de flujo ( $\eta$ ), e índice de consistencia (K) obtenidos mediante la aplicación de la ley de potencia. Los resultados muestran que el yogurt en el que se ha incorporado harina de melloco presenta un comportamiento reológico de fluido pseudoplástico, así mismo, la figura 4 (B) permite corroborar el comportamiento del fluido ya que el valor de la viscosidad aparente disminuye al aumentar la frecuencia de rotación (proporcional a la velocidad de deformación), similar comportamiento fue reportado por (Lodelis, Aguiar, & Guimaraes, 2016) quienes concluyeron que diversas formulaciones de yogur mostraron comportamientos reológicos de un fluido pseudolástico.

El yogurt con la adición de 0,9% de harina de melloco alcanzó una media de 1121,63 mPa.s a los 20 días de almacenamiento en comparación con la muestra control que alcanzó una media de 975,13 mPa.s, es decir que la incorporación harina de melloco influye en la viscosidad del yogurt en forma positiva (Ramírez Matheus & Ruiz Rivera, 2009). Por lo que el almidón es un polisacárido granular con forma, tamaño y composición característica, constituido por amilosa y amilopectina que al calentarse en presencia de agua, el gránulo se hincha aportando viscosidad y libera sus componentes que aportan sus propiedades al fluido formado la viscosidad, textura, retención de agua, etc. (Díaz Jiménez et al., 2004). Mendoza Navarro et al, (2007), realizaron una investigación de las concentraciones de almidón de ñame espino (*Dioscorea rotundata*) empleadas como estabilizante en la elaboración de yogurt entero tipo batido y determinó que con la adición de 0,6% hubo un aumento de la viscosidad durante el almacenamiento del yogurt.

La incorporación de harina de melloco en el yogurt incrementa la viscosidad de las muestras. Las propiedades reológicas dependen del contenido de sólidos totales y proteínas presentes en el alimento.



**Figura 4.** Viscosidad (mPa.s) de las muestras de yogurt (A) y adicionado el 0,9% de harina de melloco (B)

**Tabla 6.** Parámetros reológicos de las muestras de yogurt

Días	Control				Yogurt 0,9% de harina de melloco			
	Ecuación $\eta = \gamma n K^{-1}$	K (mPa.s)	$\eta$	R <sup>2</sup>	Ecuación $\eta = \gamma n K^{-1}$	K (mPa.s)	$\eta$	R <sup>2</sup>
1	$\eta = 6061,6 (\dot{\gamma})^{-0,552}$	6061,1	0,448	0,9841	$\eta = 18077 (\dot{\gamma})^{-0,719}$	18077	0,281	0,9922
5	$\eta = 7057,5 (\dot{\gamma})^{-0,58}$	7057,5	0,42	0,9926	$\eta = 6296,1 (\dot{\gamma})^{-0,578}$	6296,1	0,422	0,9936
10	$\eta = 7855,4 (\dot{\gamma})^{-0,6}$	7855,4	0,4	0,9898	$\eta = 7320 (\dot{\gamma})^{-0,597}$	7320	0,403	0,9947
15	$\eta = 10878 (\dot{\gamma})^{-0,67}$	10878	0,33	0,9887	$\eta = 7009 (\dot{\gamma})^{-0,63}$	7009	0,37	0,9937
20	$\eta = 7760,8 (\dot{\gamma})^{-0,647}$	7760,8	0,353	0,9886	$\eta = 11246 (\dot{\gamma})^{-0,727}$	11246	0,273	0,9965

Elaborado por: Sánchez Angela. (2018).

#### 4.5. Análisis proximal del yogurt

En la tabla 6, se reportan los resultados obtenidos del análisis proximal, de las muestras de yogurt control y adicionado el 0,9% de harina de melloco a los 20 días de almacenamiento. La composición proximal varió por efecto de la incorporación de la harina de melloco en el yogurt. El contenido de grasa aumentó en la muestra de yogurt con la adición del 0,9% de harina de melloco en relación al control. Esto pudo haberse dado por el contenido de grasa presente en la harina de melloco (Tabla 4, análisis físico químico de la harina de melloco).

El contenido de proteína, ceniza y sólidos totales del yogurt aumentaron al incorporar la harina de melloco. La incorporación de la harina de melloco en la formulación del yogurt, cambia la estructura original del gel tanto físicamente o químicamente, por lo que es importante conocer sus efectos Díaz Jiménez et al, (2004). En un estudio realizado por Parra Huertas, (2012), quién determinó el análisis proximal el yogurt que contenía concentrado de melloco (*Ullucus tuberosus*) tuvo mayor contenido proteico, carbohidratos y fibra, esto se debe probablemente a que los mellocos aportaron estos componentes.

Al respecto, Peng, Serra, Horne, & Lucey, (2009), mencionan que el contenido de sólidos en un yogurt ayudan a prevenir la separación de lactosuero, igualmente mencionan que un aumento en el contenido de proteína podría resultar con una textura fuerte con menos separación de lactosuero.

**Tabla 7.** Análisis proximal de las muestras de yogurt control y adicionado el 0,9% de harina de melloco

<b>Yogures</b>	<b>Sólidos totales</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>	<b>Fibra cruda</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Control	12,3	0,972	2,00	4,54	0,00
Yogurt 0,9% de harina	17,2	1,18	3,10	4,70	0,00

**Elaborado por:** La CONAL. (2018).

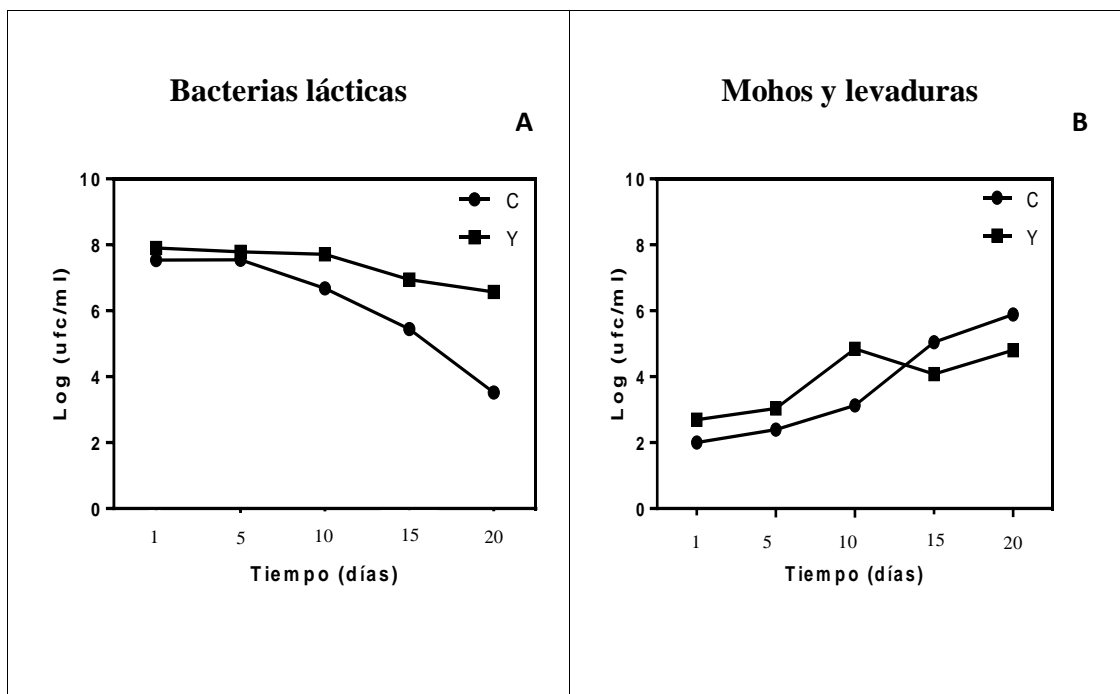
#### **4.6. Análisis microbiológico**

##### **Bacterias lácticas, mohos y levaduras**

En la figura 5 se presentan los resultados de los recuentos microbiológicos de Bacterias lácticas (A), Mohos y levaduras (B) durante el almacenamiento de las muestras de yogurt control y adicionado el 0,9% de harina de melloco. Como se pudo observar los mohos y levaduras (B), coliformes totales y enterobacterias, el conteo estuvo dentro de los parámetros establecidos en la norma INEN 2395, (2011), por lo que los tratamientos presentaron ausencia de microorganismos.

En la figura 5 se observa que la incorporación de harina de melloco estimuló el crecimiento de las bacterias ácido lácticas en el yogurt durante el almacenamiento. Lo anterior se debe probablemente a que la harina de melloco aportó a las BAL de yogurt una fuente de energía para estimular su crecimiento (Parra, 2016). Al transcurrir los días descienden debido a que las bacterias se encuentran en su fase de muerte.

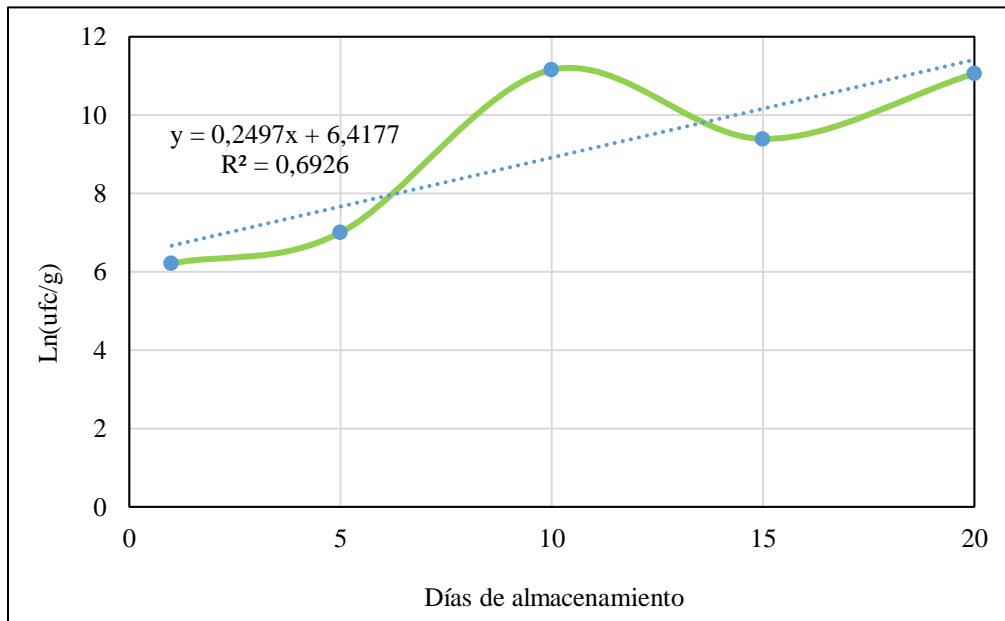




**Figura 5.** Recuento de bacterias lácticas (A) y mohos y levaduras (B) expresados en log (ufc/mL)

### Tiempo de vida útil

En la figura 6 se muestra el tiempo de vida útil del yogurt  $\ln(\text{ufc/g})$  de acuerdo a los días de almacenamiento. La vida útil del mejor tratamiento se determinó mediante un análisis microbiológico de mohos y levaduras en el transcurso de 20 días de almacenamiento del yogurt, el número de ufc/g obtenidos de cada día se linealizó mediante logaritmo natural de la concentración de microorganismo, para así obtener la ecuación de regresión lineal, que se puede observar en la figura 6 según la norma INEN 2395, (2011), para leches fermentadas, el valor máximo de ufc/g de mohos y levaduras es de 500, se reemplazó el valor máximo de la norma en la ecuación, mostrando que el tiempo de vida útil para el yogurt con la incorporación de harina fue de 18,5 días, el cual es el tiempo adecuado para que el yogurt se conserve sin haber añadido conservantes.



**Figura 6.** Tiempo de vida útil del yogurt con 0,9% de harina de melloco

#### 4.7. Verificación de hipótesis

##### 4.7.1. Modelo lógico

- **Ho:** La adición de harina de melloco no afectan las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa.
- **Hi:** La adición de harina de melloco afectan las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa.

##### 4.7.2. Modelo matemático

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

#### 4.7.3. Modelo estadístico

- **Elección de la prueba:** para la verificación de la hipótesis se seleccionó la Prueba ANOVA de un factor y Tukey para contrastar la igualdad de las medias de los dos Grupos experimentales, midiendo las características fisicoquímicas y propiedades reológicas.
- **Nivel de significancia:** Se utilizó un nivel de confianza del 95% (0,95), y un nivel de riesgo o error de 5% (0,05).
- **Regla de decisión:** Si el valor de p es menor o igual al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o de investigación; mientras que, si el valor de p es mayor al nivel de significancia, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

#### 4.7.4. Conclusión

El valor de p obtenido en la prueba estadística ANOVA para contrastar la igualdad entre el yogurt control fue significativa ( $p < 0,05$ ), en relación al yogurt con incorporación de harina de melloco.

Finalmente comparando la significancia de acuerdo a los resultados de la investigación realizada, la adición de harina de melloco ha producido cambios aceptables en los parámetros fisicoquímicos, parámetros reológicos y sensoriales.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- Se obtuvo harina de melloco y se caracterizó mediante análisis proximal para determinar el valor nutritivo de la harina y su incorporación en la formulación del yogurt.
- Se elaboró el yogurt control y con la incorporación del 0,3% ; 0,6% y 0,9% de harina de melloco, para todos los tratamientos se trabajó con leche semi descremada al 2% de grasa.
- El yogurt con 0,9% de harina de melloco fue la muestra que mejor aceptabilidad tuvo en cuanto al análisis sensorial, viscosidad y microbiológico.
- La adición de harina de melloco en el yogurt, tiene un efecto en las propiedades fisicoquímicas, desde el punto de vista estadístico se tiene una diferencia significativa en parámetros de pH, acidez y en las propiedades reológicas también se presentó un incremento de su viscosidad. La acidez aumento durante los días de evaluación debido a la actividad metabólica de los microorganismos iniciadores incorporados para su elaboración y a la adición de harina de melloco, lo que aumento el valor de ácido láctico en los días de evaluación produciendo una disminución del pH.
- Se estimó el tiempo de vida útil en la mejor formulación realizando un recuento de mohos levaduras, durante 20 días el cual dio como resultado de 18,5 días.

#### **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda continuar con la investigación ya que esta presento buenas características en viscosidad, realizar una caracterización fisicoquímica completa

para conocer las bondades de la harina obtenida del melloco. Utilizar un molino adecuado para harinas con la finalidad de obtener una granulometría más fina y reducir las pérdidas de materia prima.

- Se recomienda el uso de la harina para otros productos alimenticios. Que permitan mejorar su viscosidad y textura, por ejemplo: sopas deshidratadas, jaleas, salsas, bebidas, helados, etc.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1. Datos información**

**Tema:** “Diseño de un yogurt comercial de frutas bajo en grasa utilizando harina de melloco como mejorador de viscosidad”.

**Institución ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

**Beneficiarios:** Productores de leche y empresas productoras de productos lácteos. Universidad Técnica de Ambato.

**Ubicación:** Ambato, Ecuador

**Tiempo de ejecución:** Mayo – Julio 2018

**Equipo técnico responsable:** Ing. Angela Sánchez, Ing. Diego Salazar, Mg.

#### **6.2. Antecedentes de la propuesta**

Actualmente la industria láctea emplea una serie de estabilizantes con la finalidad de mejorar la viscosidad de sus productos, especialmente aquellos que han sido sometidos a un proceso de coagulación sea enzimático o láctico. En este grupo se encuentran espesantes y gelificantes, que por sus características se ha demostrado que mejoran la estructura de los alimentos. En el grupo de los espesantes y estabilizantes se encuentran un gran número de sustancias de origen vegetal, y que no son liposolubles. Por su estructura fisicoquímica son capaces de formar una envoltura alrededor de las moléculas de agua, restringiendo su movilidad. Debido a su característica hidrófila, los alimentos cuajan y gelifican. (Elmadfa et al., 2011). La adición de nuevos componentes a la formulación del yogurt, cambian su estructura en el gel, tanto física y química, por lo que es importante conocer sus efectos (Díaz Jiménez et al., 2004). Castillo et al., (2004) estudio el efecto estabilizante y gelificante que tiene la adición de pectina sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogur semidescremado firme. Así mismo Díaz Jiménez et al., (2004), estudiaron el efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades

fisicoquímicas del yogur. Concluyeron que la incorporación de fibra y el nivel de grasa afectan ciertas propiedades fisicoquímicas estadísticamente se presentó diferencia significativa en parámetros como acidez, color, pH, sinéresis, y textura. La viscosidad aparente y las propiedades reológicas, también fueron afectadas.

### **6.3. Justificación**

La presente investigación se enfoca en el diseño de un yogurt comercial de frutas bajo en grasa utilizando harina de melloco como mejorador de viscosidad. El diseño de nuevos productos en los que se incorporen materias primas no convencionales hace que la innovación y desarrollo se enfoque y mire nuevamente hacia el consumo de alimentos más naturales y menos artificiales como es el caso de frutas y cultivos andinos. Existentes razones fundamentales para justificar la incorporación de la harina de melloco en el yogurt ya que como se ha demostrado le confiere mejor viscosidad.

Valderrama, (2001) manifiesta que el estudio de los parámetros reológicos es necesario para determinar la textura o consistencia del yogurt, siendo la textura un parámetro importante en la aceptación por parte del consumidor; mientras que las propiedades de flujo son importantes para realizar la evaluación de parámetros como el diseño de equipos y de proceso.

Esta propuesta ayuda al desarrollo de nuevas tecnologías y a la aplicación de nuevos conocimientos científicos, aprovechando la capacidad espesante de la harina de melloco.

### **6.4. Objetivos**

#### **6.4.1. Objetivo general**

- Diseñar un yogurt comercial de frutas bajo en grasa utilizando harina de melloco como mejorador de viscosidad.

#### 6.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la tecnología básica adecuada de obtención de yogurt bajo en grasa,
- Establecer un estudio económico para la tecnología de obtención del yogurt bajo en grasa.

#### 6.5. Análisis de factibilidad

La propuesta del proyecto de investigación será de tipo tecnológico, pretendiendo implementar nuevas tecnologías para la evaluación del diseño del yogurt con frutas bajo en grasa utilizando harina de melloco como mejorador de la viscosidad. El análisis de factibilidad es también de carácter sociológico, apoya a estudios que se pueden realizar, los datos mostrados en este trabajo serían de gran ayuda para las industrias de alimentos, empresas productoras de productos lácteos.

#### 6.6. Fundamentación

Los espesantes son muy utilizados en la industria láctea bajo el nombre de estabilizantes, cuando se incorpora estabilizantes a un determinado producto, básicamente lo que pretende es cambiar ciertas propiedades funcionales o reológicas del producto. Los estabilizantes son en su amplia mayoría gomas o hidrocoloides que regulan la consistencia de los alimentos principalmente debido a que luego de su hidratación forman enlaces o puentes de hidrógeno que a través de todo el producto forma una red que reduce la movilidad del agua restante. Cuando se utiliza estabilizantes los, efectos son fácilmente observables, ya que imparten una alta viscosidad o, incluso, forman un gel. (Elmadfa et al., 2011).

Dentro de los estabilizantes utilizados podemos encontrar.

**Pectinas**, derivado de frutos cítricos y manzana, funciona muy bien a pH ácido; lo que permite utilizar pectinas en productos como yogurt, bebidas de yogurt o bebidas ácidas (Barros Santos, 2009).



**Gelatinas**, proveniente de origen animal o vegetal, son empleadas en la mayoría de productos lácteos como yogures, natillas, también en quesos frescos y en quesos de untar y en productos, como las mermeladas (Elmadfa et al., 2011).

**Almidones**, procedentes de cereales y tubérculos, son excelentes espesantes y retenedores de humedad, lo que los hace muy versátiles para ser utilizados en productos lácteos. Las propiedades de los almidones pueden variar de acuerdo a su contenido de amilosa y amilopectina, por lo que es importante usar el almidón adecuado para cada aplicación (Elmadfa et al., 2011).

## 6.7. Metodología

La metodología con la que se desarrollará la propuesta, será con la participación en talleres de capacitación, donde las experiencias serán tomadas, para que contribuya a la comprensión del método.

**Tabla 8.** Modelo operativo (plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsable	Recursos	Presupuesto (USD)	Tiempo meses
<b>Formular la propuesta</b>	Justificar la importancia de la utilización de harina de melloco, como espesante	Revisión bibliográfica	Investigador	Humano Técnico Económico	\$25	30 días
<b>Desarrollo preliminar de la propuesta</b>	Elaborar la harina de melloco	Obtener la harina de melloco	Investigador	Humano Técnico Económico	\$50	10 días
<b>Implementación de la propuesta</b>	Ejecutar procedimientos y fichas técnicas para la elaboración de la harina de melloco	Elaboración de fichas técnicas y redacción de la metodología	Investigador	Humano Técnico Económico	\$60	70 días
<b>Evaluación de la propuesta</b>	Proponer talleres de socialización de resultados y beneficios a los interesados	Análisis con productores de yogurt	Investigador	Humano Técnico Económico	\$100	40 días

Elaborado por: Sánchez Angela. (2018).

## 6.8. Administración de la propuesta

Para la ejecución del trabajo de investigación se requiere de los siguientes recursos:

### Recursos humanos

Está integrado por el investigador y lo propietarios de las plantas lácteas, a quienes les resulte atractivo un sistema nuevo de aprovechamiento de recursos y mejoramiento de la tecnología de procesamiento y producción.

### Recursos físicos

Se debe contar con un ambiente adecuado para el desarrollo y avance de todas las actividades planificadas.

### Recursos materiales

- Computador, proyector
- Impresiones

**Tabla 9.** Administración

<b>Indicadores a mejorar</b>	<b>Situación actual</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
<b>Aprovechamiento de la harina de melloco como mejorador de la viscosidad en yogures con bajo contenido de grasa</b>	Falta de información sobre la utilización de harina de melloco como agente espesante	Producción de harina de melloco para ser utilizado como espesante en yogures bajos en grasa	Elaborar la harina de melloco	Investigador: Ing. Angela Sánchez

Elaborado por: Sánchez Angela. (2018).

## 6.9. Previsión de la evaluación de la propuesta

**Tabla 10.** Previsión de la evaluación de la propuesta

<b>Preguntas básicas</b>	<b>Explicación</b>
<b>¿Quiénes solicitan evaluar?</b>	Empresas productoras de lácteos
<b>¿Por qué evaluar?</b>	Por qué tiene como objetivo la utilización de nueva materia prima, mejorar las productividad y tecnología de procesamiento.
<b>¿Para qué evaluar?</b>	Determinar la aplicación.
<b>¿Qué evaluar?</b>	El impacto que genera la producción de harina de melloco y su incorporación en la elaboración de yogures bajos en grasa.
<b>¿Quién evalúa?</b>	El investigador
<b>¿Cuándo evaluar?</b>	Durante el proceso, y luego de concluida la aplicación.
<b>¿Cómo evaluar?</b>	Por medio de entrevistas, encuestas.
<b>¿Con qué evaluar?</b>	Utilizando instrumentos adecuados según las técnicas aplicadas

**Elaborado por:** Sánchez Angela. (2018).

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrimundo. (2016). Buenas perspectivas para el sector del plástico - Plástico, 1–2. Retrieved from <http://www.aimplas.es/blog/el-mercado-europeo-de-los-plasticos-sigue-creciendo>
- Alvarado, J. de D. (1996). *Pincipios de la ingeniería aplicada a los alimentos*. Quito: Radio Comunicaciones.
- Anaya, T, A.-T., Jg, D.-C., Mi, G.-V., C, L.-C., & Ch, H.-M. (2016). Efecto de almidones nativos sobre las propiedades del yogurt de leche de cabra, *1*(2), 459–464. Retrieved from <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/5/79.pdf>
- Andrade, R. D., Arteaga, M. R., & Simanca, M. M. (2010). Efecto del salvado de trigo en el comportamiento reológico del yogurt de leche de búfala. *Informacion Tecnologica*, *21*(5), 117–124. <https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.42771it.09>
- ANFAB. (2017). Retrieved June 7, 2018, from <https://anfab.com/wp/anfab/>
- AOAC 942.15. (2017). *Acidity (Titratable) of Fruit Products AOAC 942.15*. Retrieved from <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=15499>
- Barros Santos, C. (2009). *Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso*. Visión Libros. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=UaX5GdmyMJQC&pg=PA75&dq=estabilizantes+pectina&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiM0LLhkrPbAhWPwFkKHx9SAn0Q6AEIjAA#v=onepage&q=estabilizantes+pectina&f=false>
- Cadena Masabanda, W. A. (2015). *Determinación de los parámetros reológicos de yogurt de sábila (Aloe vera) elaborado con diferentes formulaciones mediante el uso del viscosímetro brookfield*. Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5665/1/TESIS\\_ENTORNO\\_FAMILIAR\\_INFLUENCIA\\_RENDIMIENTO\\_ESCOLAR1.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5665/1/TESIS_ENTORNO_FAMILIAR_INFLUENCIA_RENDIMIENTO_ESCOLAR1.pdf)
- Calixto Daza, D. Y., & Lazo Bravo, G. H. (2017). Harina de oca (Oxalis tuberosa) como sustituto parcial de la harina de trigo para la elaboración de galleta edulcorada con stevia (Stevia rebaudina).
- Castillo, M., Borregales, C., & Dolores, Y. M. (2004). Influencia de la pectina sobre las propiedades reológicas del yogur. *Revista de La Facultad de Farmacia*, *46*(2), 33–37.
- Chasiloa Chimbo, N. A., & Toaquiza Quinatoa, S. M. (2017). *Nutri-Colada*.
- CODEX STAN 243-2003. (2010). *Norma del codex para leches fermentadas*.
- Damin, M. R., Alcântara, M. R., Nunes, A. P., & Oliveira, M. N. (2009). Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat

- stirred yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 42(10), 1744–1750. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.03.019>
- Díaz Jiménez, B., Sosa Morales, M. E., & Vélez Ruíz, J. F. (2004). Efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogur. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 3(3), 287–305.
- Elmadfa, I., Muskat, E., Fritzsche, D., & Gutiérrez, M. (2011). *Tabla de aditivos, los números E. Hispano Europea*. Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=6aYI\\_pvi1CUC&pg=PA59&dq=estabilizantes+gelatina&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj7p5jHk7PbAhUOzlkKHfkjDz0Q6AEIKzAB#v=onepage&q=estabilizantes gelatina&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=6aYI_pvi1CUC&pg=PA59&dq=estabilizantes+gelatina&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj7p5jHk7PbAhUOzlkKHfkjDz0Q6AEIKzAB#v=onepage&q=estabilizantes gelatina&f=false)
- Espín, S., Villacrés, E., Brito, B., Espinosa, P., Monteros, A., Villacrés, E., ... Gerardo, H. (2003). *Caracterización físico-química, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos*. (V. H. Barrera, C. G. Tapia, & A. R. Monteros, Eds.), *Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos* (Vol. 4). Retrieved from <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Raíces y Tubérculos Alternativas para el uso sostenible en Ecuador.pdf>
- Evelina, P., & Emperatriz, P. de D. (2014). Características químicas, físicas y reológicas de la harina y el almidón nativo aislado de ( *Ipomoea batatas* L am ), (May).
- Gonzales, A. R., & Zevallos, A. R. (2015). Efecto de la adición de chía ( *Salvia hispanica* L .) y pasas sobre la sinéresis , acidez , firmeza , viscosidad aparente y aceptabilidad general del yogur aflanado frutado, 26, 467–475.
- Hassan, A., & Amjad, I. (2010). Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physicochemical analysis during storage. *African Journal of Biotechnology*, 9(20), 2913–2917. Retrieved from <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Hernandez, A. (2003). *Microbiología Industrial*. Universidad estatal a distancia. Retrieved from [https://www.mendeley.com/research-papers/microbiología-industrial-2/?utm\\_source=desktop&utm\\_medium=1.17.11&utm\\_campaign=open\\_catalog&userDocumentId=%7B8225b887-375d-3280-bade-68523d754205%7D](https://www.mendeley.com/research-papers/microbiología-industrial-2/?utm_source=desktop&utm_medium=1.17.11&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B8225b887-375d-3280-bade-68523d754205%7D)
- Hernandez A, E. (2005). *EVALUACION SENSORIAL*. Retrieved from [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34955977/4902Evaluacion\\_sensorial.PDF?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1527264619&Signature=W%2BJugEt5fXXqRDCMz9BLmFYf4h8%3D&response-content-disposition=inline%3B filename%3DEVALUACION\\_SENSORIAL](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34955977/4902Evaluacion_sensorial.PDF?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1527264619&Signature=W%2BJugEt5fXXqRDCMz9BLmFYf4h8%3D&response-content-disposition=inline%3B filename%3DEVALUACION_SENSORIAL).
- Herrera C, M. A. (2012). Evaluacion Fisicoquímica Y Propiedades Funcionales De La Harina Y Almidon Nativo Para Su Uso En Alimentos.
- INEN 0012. (1973). *Leche. Determinación del contenido de grasa*. Retrieved from <https://ia801603.us.archive.org/6/items/ec.nte.0012.1973/ec.nte.0012.1973.pdf>

- INEN 0013. (1984). *NTE INEN 0013: Leche. Determinación de la acidez titulable*. Retrieved from <https://ia801906.us.archive.org/30/items/ec.nte.0013.1984/ec.nte.0013.1984.pdf>
- Jaziri, I., Ben Slama, M., Mhadhbi, H., Urdaci, M. C., & Hamdi, M. (2009). Effect of green and black teas (*Camellia sinensis* L.) on the characteristic microflora of yogurt during fermentation and refrigerated storage. *Food Chemistry*, *112*(3), 614–620. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.017>
- Jorge, C., Cirilo, F., & Ponce Fermín, B. (2016). Determinación de la proporción óptima de harina de mashua (*Trapaeolum tuberosum*) como sustituto parcial para la elaboración de pan integral - Húanuco. Retrieved from [http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/1247/TAI\\_00070\\_J73.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/1247/TAI_00070_J73.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lodelis, A., Aguiar, L. F. ., & Guimaraes, D. H. . (2016). Análisis de los Parámetros Reológicos y Sensoriales de Yogur de Guayaba Enriquecido con Cereales. *Revista de Ciencia y Tecnología*, (25), 34–41. Retrieved from [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-75872016000100006](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872016000100006)
- Lubbers, S., Decourcelle, N., Vallet, N., & Guichard, E. (2004). Flavor Release and Rheology Behavior of Strawberry Fatfree Stirred Yogurt during Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*(10), 3077–3082. <https://doi.org/10.1021/jf0352374>
- Manrique, I., Párraga, A., & Herman, M. (2005). *Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003)*.
- Martinez Rivas, S. (2016). *Evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma tara (*Caesalpinia spinosa*) como estabilizante a diferentes concentraciones*. Retrieved from [http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/217/23-2016\\_EPIA-Martinez\\_Rivas-EVALUACIÓN\\_DE\\_LA\\_VISCOSIDAD\\_Y\\_EL\\_COLOR\\_DEL\\_YOGURT\\_BA\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/217/23-2016_EPIA-Martinez_Rivas-EVALUACIÓN_DE_LA_VISCOSIDAD_Y_EL_COLOR_DEL_YOGURT_BA_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mendoza Navarro, R., Trujillo Navarro, Y., & Duran Osorio, D. (2007). Evaluación del almidón de ñame espinoso (*dioscorea rotundata*) como estabilizante en la elaboración de yogurt entero tipo batido. *Bistua: Revista de La Facultad de Ciencias Básicas*, *5*(2), 97–105.
- NTE INEN 0519. (1981). Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína. Retrieved from <https://ia801902.us.archive.org/25/items/ec.nte.0519.1981/ec.nte.0519.1981.pdf>
- NTE INEN 0520. (1981). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza*. Retrieved from

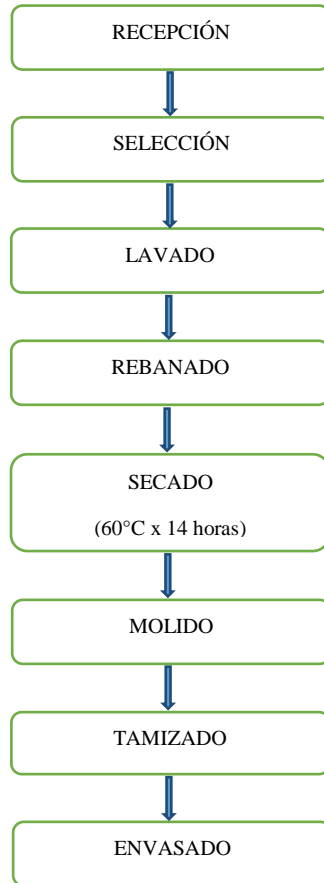
- <https://ia801300.us.archive.org/6/items/ec.nte.0520.1981/ec.nte.0520.1981.pdf>
- NTE INEN 0522. (1981). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda*. Retrieved from <https://ia601906.us.archive.org/14/items/ec.nte.0522.1981/ec.nte.0522.1981.pdf>
- NTE INEN 0523. (1981). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la grasa*. Retrieved from <https://ia801903.us.archive.org/20/items/ec.nte.0523.1981/ec.nte.0523.1981.pdf>
- NTE INEN 1513: (1987). Granos y cereales. Maíz. Determinación del contenido de humedad. Retrieved from <https://ia801902.us.archive.org/26/items/ec.nte.1513.1987/ec.nte.1513.1987.pdf>
- NTE INEN 2395. (2011). *Leches fermentadas. Requisitos*. Retrieved from [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS\\_2014/ACO/17122014/nte-inen-2395-2r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/nte-inen-2395-2r.pdf)
- NTE INEN 2608. (2012). Bebida de leche fermentada. Requisitos. *Requisitos*. Retrieved from <https://ia801901.us.archive.org/8/items/ec.nte.2608.2012/ec.nte.2608.2012.pdf>
- Parra H, R. A. (2013). Efecto del té verde ( *Camellia sinensis* L .) en las características fisicoquímicas , microbiológicas , proximales y sensoriales de yogurt durante el almacenamiento bajo refrigeración, *II(1692–7125)*, 56–64.
- Parra Huertas, R. A. (2012). Evaluación fisicoquímica, proximal y sensorial de una bebida láctea fermentada con concentrado de rubas (*Ullucus Tuberosus*).
- Parra, R. A. (2016). *Uso de Rubas (Ullucus Tuberosus) en la elaboración y caracterización de yogurt. Temas Agrarios* (Vol. 20). Universidad de Cordoba. Facultad de Ciencias Agrícolas. Retrieved from <http://pcservicio.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/751/1058>
- Peng, Y., Serra, M., Horne, D. S., & Lucey, J. A. (2009). Effect of Fortification with Various Types of Milk Proteins on the Rheological Properties and Permeability of Nonfat Set Yogurt. *Journal of Food Science*, *74(9)*, C666–C673. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01350.x>
- PRO ECUADOR. (2014). Alimentos frescos y procesados. Retrieved November 17, 2017, from <http://www.proecuador.gob.ec/sector1-3>
- Ramírez Matheus, A. . . , & Ruiz Rivera, J. . . (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Revista de La Facultad de Agronomía*, *26(2)*, 223–242.
- Ramírez Navas, Juan S. (2006). *Fundamentos de Reología de Alimentos*. Retrieved from <https://tarwi.lamolina.edu.pe/~dsa/Fundamentos de Reologia.pdf>
- Rivera, F. (2005). Raíces y tubérculos con alto contenido energético y medicinal.

- Romero del Castillo Shelly, R., & Mestres Lagarriga, J. (2004). *Productos lácteos tecnología*. Edicions UPC.
- Sandoval Castilla, O., Lobato Calleros, C., Aguirre Mandujano, E., & Vernon Carter, E. J. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*, *14*(2), 151–159. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00166-3](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00166-3)
- Schonbrun, R. (2002). the Effects of Various Stabilizers on the Mouthfeel and Other, MSc Thesis University of Florida.
- Simsek, S., Ovando-Martinez, M., Marefati, A., Sjöö, M., & Rayner, M. (2015). Chemical composition, digestibility and emulsification properties of octenyl succinic esters of various starches. *Food Research International*, *75*, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.034>
- Suarez Diéguez, T., Gonzáles Escalante, E., Martínez, Reséndez, Y., & Sánchez Martínez, D. (2014). *La importancia de los aditivos alimentarios en los alimentos industrializados*. Retrieved from <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icsa/n4/e5.html>
- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. Fao; Anpe-Perú.
- Valderrama, J. O. (2001). *Información tecnológica*. (V. Jose O., Ed.). Centro de Información Tecnológica. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=xRgv4SWDKhMC&pg=PA1&dq=INFORMACION+TECNOLOGICA+VOLUMEN+12&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiOpJfdjtPXAhUCwlQKHaiCigQ6AEIMjAD#v=onepage&q=INFORMACION+TECNOLOGICA+VOLUMEN+12&f=false>
- Velásquez Figueroa, M. V. (2011). *Desarrollo de sopa instantánea a partir de harina de melloco ullucus tuberosus*. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19045>
- Villacrés, E., Cuadrado, L., & Falconí, F. (2013). Los granos andinos: Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y sangorache.
- Villacrés, E., Quelal, M. B., & Alvarez, J. (2013). *Nutrición, procesameinto y gastronomía de raíces y tuberculos Andinos en Ecuador*. Quito-Ecuador. Retrieved from <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2816/1/iniapsc302.pdf>
- Zanklan, A. S., Ahouangonou, S., Becker, H. C., Pawelzik, E., & Grüneberg, W. J. (2007). Evaluation of the Storage Root-Forming Legume Yam Bean ( spp.) under West African Conditions. *Crop Science*, *47*(5), 1934. <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.03.0153>

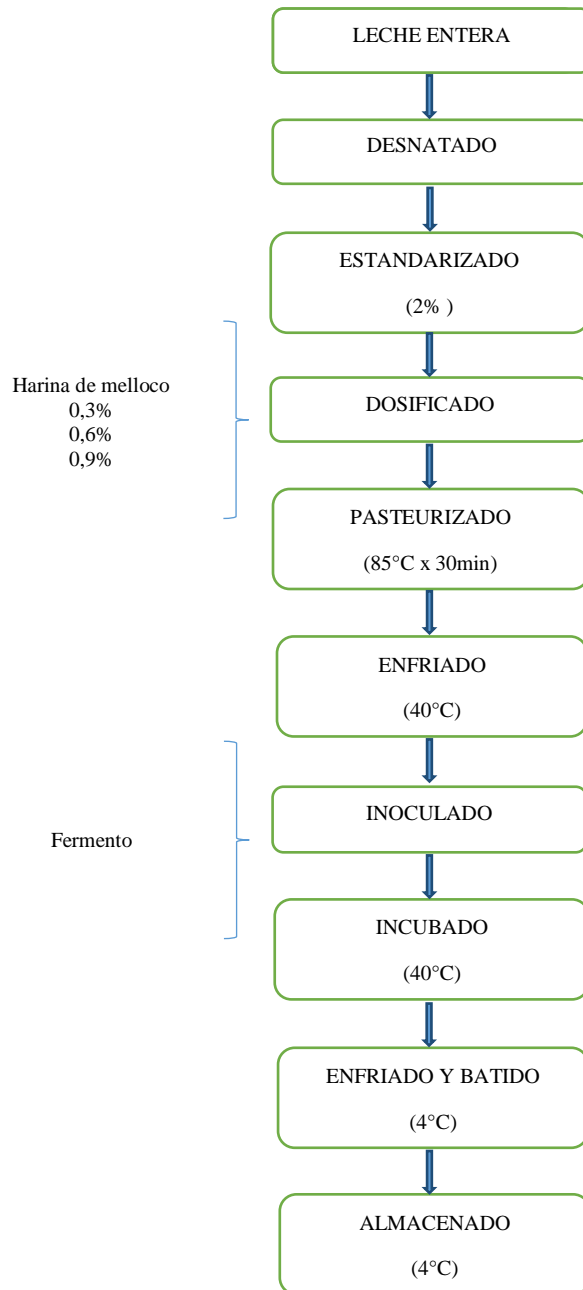


## ANEXOS

### Anexo 1. Diagrama de flujo elaboración harina de melloco



**Anexo 2.** Diagrama del proceso de elaboración del yogurt bajo en grasa



### Anexo 3. Hoja de cata para determinar el mejor tratamiento de los yogures

#### ANÁLISIS SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD

Fecha: .....

Evalué cada muestra que se encuentre frente a usted usando la siguiente escala. Ponga el código de la muestra en la regleta según su criterio.

##### Sabor



##### Aroma



##### Aceptabilidad



**Anexo 4.** Descripción del valor monetario de los recursos empleados para el desarrollo de la investigación

<b>Material</b>		<b>Valor (USD)</b>
Materia prima	Leche	15,00
	Melloco	20,00
	Envases plásticos	50,00
Insumos	Material para análisis sensorial	3,00
	Cultivo láctico	10,00
<b>Análisis y reactivos</b>		
Análisis	Análisis fisicoquímicos	372,00
Análisis	Análisis microbiológicos	122,50
Reactivos	Análisis microbiológicos	500,00
<b>Material de oficina</b>		
	Papel bond	10,00
	Esferográficos	2,00
	Cinta adhesiva	3,00
	Rotulador	3,00
<b>Derecho de grado</b>		
	Grado	1225,00
<b>TOTAL (USD)</b>		<b>2335,00</b>

**Anexo 5.** Fotografías del trabajo experimental de laboratorio

Secador de bandejas



Muestra seca



pH (Accumet AB200)



Muestra de yogurt



Reómetro (AntonPaar MCR 302)

