

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA  
DE AMAZONAS**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



**“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE UNA MEZCLA DE HARINA DE SOYA  
(*Glycine max*) Y LACTOSUERO PARA OBTENER UNA BEBIDA FERMENTADA  
TIPO YOGURT DE SABOR ACEPTABLE”**

**TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Autor : Bach. Marco Antonio Guiop López**

**Asesor: Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo**

**Amazonas - Perú  
2008**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA  
DE AMAZONAS**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**AGROINDUSTRIAL**



**“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE UNA MEZCLA DE HARINA DE SOYA  
( *Glycine max*) Y LACTOSUERO PARA OBTENER UNA BEBIDA FERMENTADA  
TIPO YOGURT DE SABOR ACEPTABLE ”**

**TESIS  
Para Optar el Título Profesional de  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Autor: Bach. Marco Antonio Guiop López**

**Asesor: Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo**

**Amazonas - Perú  
2008**

## DEDICATORIA

Este trabajo les dedico a mis Padres, Ruperto Guiop y Serafina López, con mucho amor por su apoyo, sacrificio y motivación constante para la culminación de mis estudios; que Dios los bendiga, proteja y les dé muchos años de vida.

A mis dos grandes amores Fanny y mi hijo Christopher Antonio que son mi fuerza y mi pilar para salir adelante y lograr mis metas

## AGRADECIMIENTO

A, Dios todo poderoso por bendecir y  
guiar cada uno de los días de mi vida.

A mis hermanos por todo su apoyo  
desinteresado, antes durante y después de  
la culminación de mi carrera profesional,  
además por su gran ayuda espiritual que me  
fue y será útil siempre.

A, Fanny Gómez Guevara, por su amor y  
apoyo incondicional en estos años de  
estudio, desarrollo de este trabajo y en  
logro de mis metas.

Expreso mi eterno agradecimiento a todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo, agradeciendo de forma muy especial al Ing. CASTRO ALAYO, Efraín Manuelito por su dirección, revisión y crítica del presente trabajo.

Al Ing. Erick Auquiñivin y al Ms.C. Armstrong Fernández por su apoyo en los análisis fisicoquímicos y el modo de cómo realizarlos para obtener resultados más precisos.

Al Comité de Ganaderos "San Pedro" del distrito de Levanto, por permitir el desarrollo de la parte preliminar de este trabajo de investigación.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS DE LA UNAT-A MEDIANTE**

**RESOLUCIÓN N° 096-2008-CONAFU**

**COMISIÓN ORGANIZADORA:**

**Dr. Manuel Alejandro Borja alcalde**

Presidente

**Dr. Federico Raúl Sánchez Merino**

Vicepresidente Administrativo

**Dr. Víctor Hugo Chanduví Cornejo**

Vicepresidente Académico

**RESPONSABLE DE LA CARRERA PROFESIONAL**

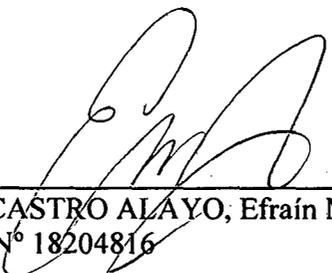
**DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

Mg. Miguel Ángel Barrena Gurbillon

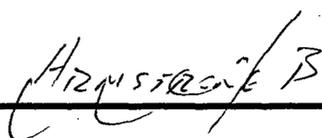
**VISTO BUENO DEL ASESOR**

Yo, Ing. CASTRO ALAYO, Efraín Manuelito, identificado con DNI N° 18204816, con domicilio legal en la Jr. Santa lucia N° 161, docente a tiempo completo de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Asesor de tesis titulado **“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE UNA MEZCLA DE HARINA DE SOYA (*Glycine max*) Y LACTOSUERO PARA OBTENER UNA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT DE SABOR ACEPTABLE”** presentado por el Bach. GUIOP LÓPEZ Marco Antonio.

Por lo indicado doy testimonio y **visto bueno**, que el Br. GUIOP LÓPEZ, Marco Antonio, ha ejecutado la tesis mencionada, por lo que en fe a la verdad firmo al pie para mayor veracidad.

  
\_\_\_\_\_  
Ing. CASTRO ALAYO, Efraín Manuelito  
DNI N° 18204816

**JURADOS DE TESIS**



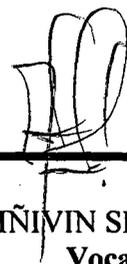
---

**Ms.C. FERNÁNDEZ JERI, Armstrong Barnard**  
**Presidente**



---

**Ing. TORRES MAMANI, Elena Victoria**  
**Secretaria**



---

**Ing. AUQUINIVIN SILVA, Erick Aldo**  
**Vocal**

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA...Agroindustrial.....**

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

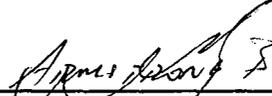
En la ciudad de chachapoyas, el día...05... de...Junio.....del año 2008.,  
Siendo las...10... horas, se reunieron los integrantes del jurado conformado por:  
Presidente: ...Ms.C. Fernández Jeri Armstrong Bairaid.....  
Secretario: ...Ing. Torres Mamani Elena Victoria.....  
Vocal: .....Ing. Auquiñivia Silva Erick Aldo.....

Para evaluar la Sustentación del informe de Tesis presentado por el (la) bachiller,  
don...Marco Antonio Guio López....., titulado "Efecto de la concentra  
ción de una mezcla de harina de soya (Glycine max) y lactosuero para  
obtener una bebida tipo yogur de sabor aceptable"

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la ( X ) APROBACIÓN  
( ) DESAPROBACIÓN, por ( ) mayoría ( X ) unanimidad; en consecuencia, el  
Aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de  
Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las...11:04.....horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de  
sustentación del Informe de Tesis.

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

## ÍNDICE GENERAL

Página N°

---

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS DE LA UNAT-A	vi
PAGINA DEL ACSESOR	vii
PAGINA DEL JURADO	viii
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1. Lugar de ejecución	4
2.2. Materia prima	4
2.3. Insumos	4
2.4. Materiales	4
2.5. Equipos	5
2.6. Reactivos	6
2.7. Métodos	6
2.7.1. Metodología experimental	6



3.8. Flujo definitivo de la elaboración de la bebida fermentada tipo yogurt	31
IV. DISCUSIÓN	33
V. CONCLUSIONES	39
VI. RECOMENDACIONES	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	44

## ÍNDICE DE CUADROS

Página N°

---

Cuadro N° 01: Análisis de varianza para un experimento en bloques completamente al azar	20
Cuadro N° 02: Composición fisicoquímica de la harina de soya ( <i>Glycine max</i> )	23
Cuadro N° 03: Composición fisicoquímica del lactosuero	23
Cuadro N° 04: Composición fisicoquímica de la bebida fermentada aceptada	24
Cuadro N° 05: Análisis de varianza de la prueba de aceptación para el modelo de bloques completamente aleatorizado	25
Cuadro N° 06: Comparación de las medias - Prueba Tuckey ( $\alpha = 0,05$ )	26
Cuadro N° 07: Grupos homogéneos de la comparación de medias de la prueba de aceptación	27
Cuadro N° 08: Características sensoriales de las bebidas fermentadas	29
Cuadro N° 09: Grado de aceptabilidad de las bebidas fermentadas	30
Cuadro N° 10: Resultados de la prueba de aceptabilidad de bebida fermentada	46
Cuadro N° 11: Comparación de parejas de medias de la prueba de aceptación	48
Cuadro N° 12: Puntajes promedio de la prueba de aceptabilidad de las bebidas fermentadas (escala del 1 al 7) en la UNAT-A.	49
Cuadro N° 13: Aleatorización de los tratamientos	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página N°</b>
Figura N° 01: Flujo de operaciones y controles para obtener harina de soya	7
Figura N° 02: Flujograma experimental para obtener la bebida fermentada tipo yogurt	11
Figura N° 03: Esquema de diseño experimental para evaluar el efecto de la concentración de una mezcla de harina de soya y lactosuero para obtener una bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable	18
Figura N° 04: Flujo definitivo de la elaboración de la bebida fermentada tipo yogurt. Elaborado por el autor de esta investigación	32
Figura N° 05: Ficha de evaluación sensorial- prueba de nivel de agrado escala hedónica	45
Figura N° 06: Preferencia de los consumidores por las bebidas formuladas con harina de soya y suero de la leche	49
Figura N° 07: Aplicación de la prueba hedónica en el laboratorio de Física de la UNAT-A	50
Figura N° 08: Aplicación de la prueba hedónica en el laboratorio de Física de la UNAT-A	50

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar la aceptabilidad de la bebida fermentada tipo yogurt e en base a harina de soya (*Glycine max*) y lactosuero, para ello se empleó la metodología de diseño de bloques completamente al azar a fin de encontrar el grado de aceptación de la bebida elaborada.

En primer lugar se realizó una caracterización fisicoquímica de la materia prima con los siguientes resultados: de la harina de soya: humedad 10,4 %, proteína total 41,56 %, grasa cruda 23 %, cenizas 5 %, pH 6,75, sólidos totales 89,6% y del lactosuero fue humedad 94,5%, proteína total 2,46%, grasa cruda 0,2 %, Acidez 0,162%, sólidos totales 5,5% y pH 6,83.

Se aplicó un diseño experimental factorial de tipo axb dando un total de 9(3x3) tratamientos experimentales con sus variables independientes, lactosuero con tres niveles (91, 94, 97% v/v) y tres niveles de harina de soya (9, 6, 3% p/v) cuya respuesta fue aceptación de la bebida fermentada.

\* Las mejores condiciones operacionales que tuvo la bebida fermentada aceptada fueron de 97% de lactosuero y 3% de harina de soya. Bajo estos parámetros los atributos sensoriales de la bebida fermentada tipo yogurt dieron resultados dentro de un promedio de 4 a 6 que indica que se encuentran dentro del nivel de aceptación de “me agrada mas o menos” y “me agrada mucho” respectivamente.

La bebida con mayor aceptación presentó las siguientes propiedades fisicoquímicas: proteína total 2,9%, pH 4,28, acidez 0,846%, densidad 1,034 g/cm<sup>3</sup>, viscosidad 0,043 Pa.s, Sinéresis 11 % v/v; valores que se encuentran dentro de los parámetros normales según las Normas de elaboración de bebidas fermentadas.

**Palabras Claves:** Bebida fermentada tipo yogurt, lactosuero, harina de soya.

## ABSTRACT

This research was aimed at assessing the acceptability of primary drinking fermented kind yogurt and flour on the basis of soybean (*Glycine max*) and whey, for which we used the methodology of designing randomized complete block to find the acceptance of the beverage produced.

First there was a physicochemical characterization of the raw material with the following results: soybean flour: humidity 10,4%, 41,56% protein, 23% fat, ash 5%, pH 6,75, 89,6% total solids and whey humidity was 94,5%, 2,46% protein, fat, 0,2% acidity 0,162% 5,5% total solids and pH 6,83.

We performed a pilot type factor axb giving a total of 9 (3x3) experimental treatments with its independent variables, whey with three levels (91, 94, 97% v / v) and three levels of soybean flour (9, 6, 3% w/ v) whose response was acceptance of the fermented beverage.

The best operating conditions that had accepted the fermented beverage was 97% and 3% of whey flour soybean. Under these parameters the sensory attributes of the drink fermented yogurt type tested within an average of 4 to 6 indicating that they are within the level of acceptance of "pleases me more or less" and "I am very pleased", respectively.

Drinking more acceptance submitted the following physicochemical properties: protein 2,9%, pH 4,28, acidity 0,846%, 1,034 g/cm<sup>3</sup> density, viscosity 0,043 Pa.s, sinéresis 11% v / v; values that are within the normal parameters according to the Rules of fermented beverage.

**Key Words:** drink fermented kind yogurt, whey, soybean flour.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años se han descrito los beneficios del consumo de soya en la salud humana; el alto contenido de proteína y bajo contenido de grasas saturadas le han dado especial relevancia dentro de la alimentación actual. Sin embargo, el conocimiento sobre el beneficio de un alimento, no conduce necesariamente a cambios en las prácticas alimentarias. Así, con el propósito de proponer nuevas alternativas para el consumo de soya y con base en la similitud del comportamiento fisicoquímico de las proteínas lácteas y las de soya, se desarrollaron productos que tradicionalmente se han elaborado con leche a partir del extracto acuoso del frijol de soya. Debido al alza en los precios de la proteína de origen animal, la industria transformadora de alimentos ha tratado de encontrar otras alternativas de proteínas menos caras. En virtud de su costo relativamente bajo, la versatilidad y propiedades que la hacen buena para la salud; la proteína de soya parece ser en opinión de muchos expertos, la fuente de proteína idónea para el futuro. Estos expertos indican que es en la elaboración de alimentos sustitutos de los productos lácteos, en donde la proteína de soya tiene el mayor potencial de desarrollo (Cardoza, C.; *et al.*, 2000). Así, con base en el comportamiento fisicoquímico que presentan ambas proteínas, se elaboraron una serie de derivados lácteos utilizando el extracto de frijol de soya, con el propósito de proponer nuevas alternativas para el consumo de esta leguminosa y desarrollar productos que tradicionalmente se han elaborado con leche.

La soya (*Glycine max*) es una leguminosa que se produce en las zonas templadas de la región de Amazonas (Utcubamba, Bagua, Pisuquia, etc.), obteniendo buenos rendimientos ubicándose su producción en el primer lugar a nivel nacional (Dirección General de Información Agraria 2008), en la época de mayor producción, el precio de

esta leguminosa disminuye en el mercado nacional, lo cual no es rentable para transportarlo a la ciudad de Chiclayo por lo cual se pierde una fuente importante de proteína, la cual podría utilizarse para el desarrollo de nuevos productos.

En el Perú, las principales Regiones productoras de soya en pequeñas cantidades son: Ucayali, San Martín, Cusco, Piura, Ayacucho, Madre de Dios, Junín, Amazonas, Cajamarca, Tumbes y Loreto (Dirección General de Información Agraria 2008)

El suero es un subproducto resultante de la elaboración de quesos que se distingue por su elevado valor nutritivo. Sin embargo, grandes cantidades de este subproducto no se aprovechan adecuadamente y muchas veces se vierten en los ríos aledaños a los centros productores como parte de los efluentes fabriles. La alta demanda biológica de oxígeno de estos desechos, estimada entre 30 y 50 mil partes por millón (ppm), los convierte en graves focos de contaminación ambiental.

\* Los altos volúmenes de producción de suero de queso, el contenido de vitaminas y minerales de este subproducto, el alto tenor de lactosa, el bajo costo de obtención y el escaso aprovechamiento industrial hacen posible su utilización como sustrato para la elaboración de bebidas fermentadas en nuestro país y justifican, por lo tanto, la realización de esta investigación. (Miranda, O.; *et al*, 2007).

# La región Amazonas, cuenta con una gran cantidad de cuencas lecheras, entre las que destacan Leymebamba, Pomacochas, Molinopampa; las cuales por la gran cantidad de leche que producen diariamente y el bajo precio de esta última, muchos de los productores optan por la producción de queso y cuajada. (Dirección General de Información Agraria 2008).

En los últimos meses en el distrito de Levanto, el Comité Ganadero está optando por la producción de cuajada observándose como resultado la gran pérdida de materia prima (lactosuero), el cual es destinado para alimento de animales domésticos especialmente

ganado porcino o es eliminado a las fuentes de agua causando deterioro al medio ambiente y desperdicio de un nutriente proteico potencialmente útil en la alimentación humana.

Con base en los anteriores argumentos, se consideró plantear el problema a investigar ¿Cual será la concentración de harina de soya (*Glycine max*) y lactosuero para obtener una bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable?

Cuyos objetivos fueron:

1. Evaluar la aceptabilidad de la bebida fermentada tipo yogurt elaborado en base a harina de soya (*Glycine max*) y lactosuero.
2. Establecer la concentración adecuada de harina de soya (*Glycine max*) y lactosuero para obtener una bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable.
3. Evaluar las características fisicoquímicas de la bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación fue realizado en los Laboratorios de Tecnología Agroindustrial, Física y de Procesos Agroindustriales de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad.

### 2.2. Materia prima

- Lactosuero dulce con contenido de ácido láctico de 0,162% y pH de 6,83 proporcionado por el comité de ganadero de San Pedro del distrito de Levanto.
- Fueron utilizados granos de soya (*Glycine max*) de la variedad Improved Pelikan de la provincia de Utcubamba.

### 2.3. Insumos

- Cultivo liofilizado VIVOLAC DRI-SET 438.
- Sacarosa, se utilizó azúcar blanca.
- Saborizante de fresa.
- Colorante rojo.
- Estabilizante (Carboximetilcelulosa).

### 2.4. Materiales

- Papel filtro o papel glacine.
- Bureta.
- Tamiz de tela.
- Cucharones.
- Pinzas.

- Bagueta.
- Cápsulas de porcelana.
- Fiola de 25 mL.
- Embudo de vidrio.
- Espátula de metal.
- Mortero y pilón de porcelana.
- Matraz Erlenmayer de 250 – 500 mL.
- Picetas de agua destilada.
- Pipetas volumétricas de 0.5 – 10 mL.
- Probetas de 50 ml – 200 mL.

## **2.5. Equipos**

- Refrigeradora marca LG, modelo GM- R60GYVQ.
- Cocina semindustrial marca SURGE.
- Balanza digital marca NAHITA, modelo C21145-55.
- pH- metro, marca QUIMIS.
- Refractómetro de 0 - 45%, marca EXTECH RF8D.
- Estufa marca RAYPA, modelo 17390090.
- Sistema completo de digestión, marca RAYPA, modelo MBI-6.
- Tamizador, malla numero 100, marca ZONYSTEST, modelo 3733107/2006.
- Viscosímetro de cilindro marca BROOKFIELD, modelo RVDVE230.
- Equipo extractor de grasa Soxhlet, de seis hornillas, LABINE.
- Cocina eléctrica (themolyne type) 2200-USA.
- Termómetro de mercurio de -15° C a 150 °C.

- Centrifuga marca GEMMY INDUSTRIAL .CORP, modelo PLC-02.

## 2.6. Reactivos

- Hidróxido de sodio al 0,1N.
- Acido bórico.
- Soda cáustica al 50 %.
- Acido clorhídrico 0,1 N.
- Indicador rojo de metilo.
- Éter de petróleo.
- Sulfato de potasio.
- Sulfato de cobre (II) pentahidratado.
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Agua destilada.

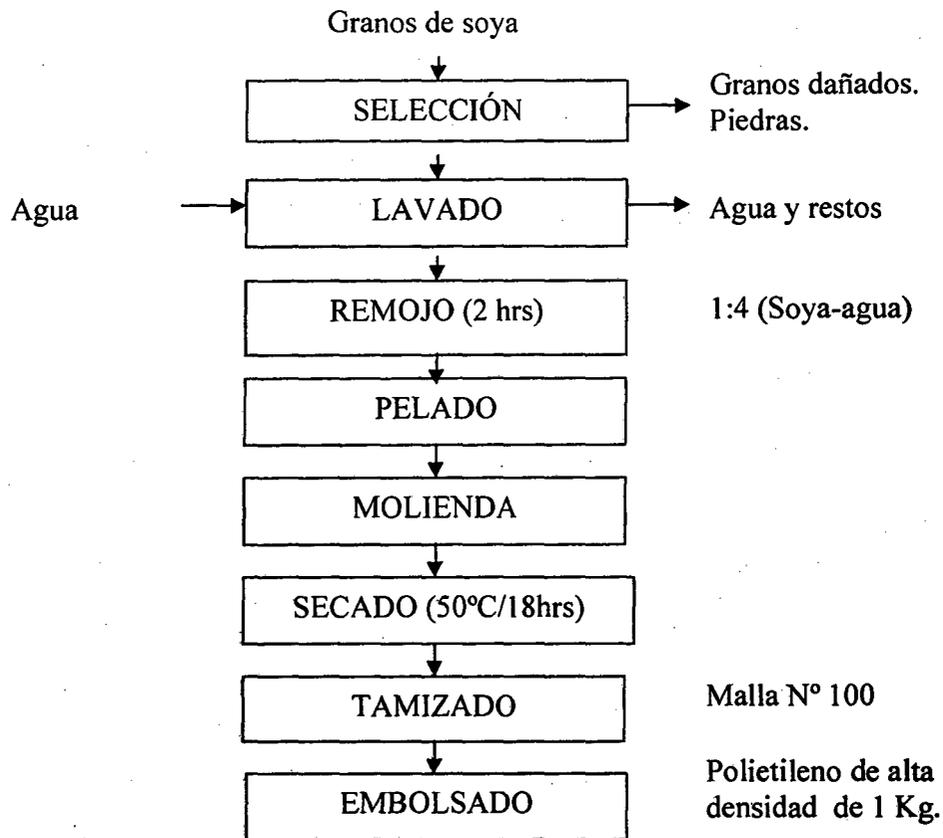
## 2.7. Métodos

### 2.7.1. Metodología experimental

La presente investigación se dividió en tres etapas:

#### **1ETAPA: Obtención de la harina de soya**

Para el proceso de obtención de harina de soya se siguió el flujograma de la figura N° 01, el cual se detalla a continuación:



**Figura N° 01:** Flujo de operaciones y controles para obtener harina de soya

**Fuente:** Elaborado por el autor.

- **Materia prima**

La materia prima utilizada fueron los granos de soya de la variedad Improved Pelikan, de la provincia de Utcubamba, que se expende en el mercado mayorista de la ciudad de Chachapoyas. Para procesar este cereal, las características físicas que presentó fueron: granos con buena conformación, libres de daños mecánicos e insectos.

- **Selección**

Los granos de soya fueron sometidos a una revisión con el propósito de separar los granos buenos de los quebrados, picados, quemados, dañados; además se eliminó: piedras, palitos u otros contaminantes que pudieran afectar la calidad de la harina de soya.

- **Lavado**

Se procedió a dar enjuagues con agua hervida fría, para retirar el polvo y otros.

- **Remojo**

Se remojó los granos de soya en una proporción de 1:4 (Soya: Agua) a temperatura ambiente por un periodo de 2 horas para que el grano logró alcanzar un estado de saturación. Esta operación tuvo como finalidad que el grano de soya gane agua por absorción con el fin de facilitar el posterior proceso de molienda y favorecer así la extracción de los constituyentes solubles, en donde están los principales componentes nutritivos deseables en la constitución de la harina de soya.

- **Pelado**

Se procedió a friccionar los granos remojados para desprender la cáscara del cotiledón. La inmersión del grano y del hollejo en un

recipiente conteniendo agua en circulación, permitió, por diferencia de densidades y arrastre, la separación de los mismos.

- **Molienda**

Los granos humedecidos descascarados, fueron sometidos a una molienda en molino de tornillo sin fin; hasta obtener harina de soya.

- **Secado**

Se efectuó en estufa a  $50 \pm 1^\circ\text{C}$  por 18 horas. Hasta una humedad final de 10% (ver anexo N° 08).

- **Tamizado**

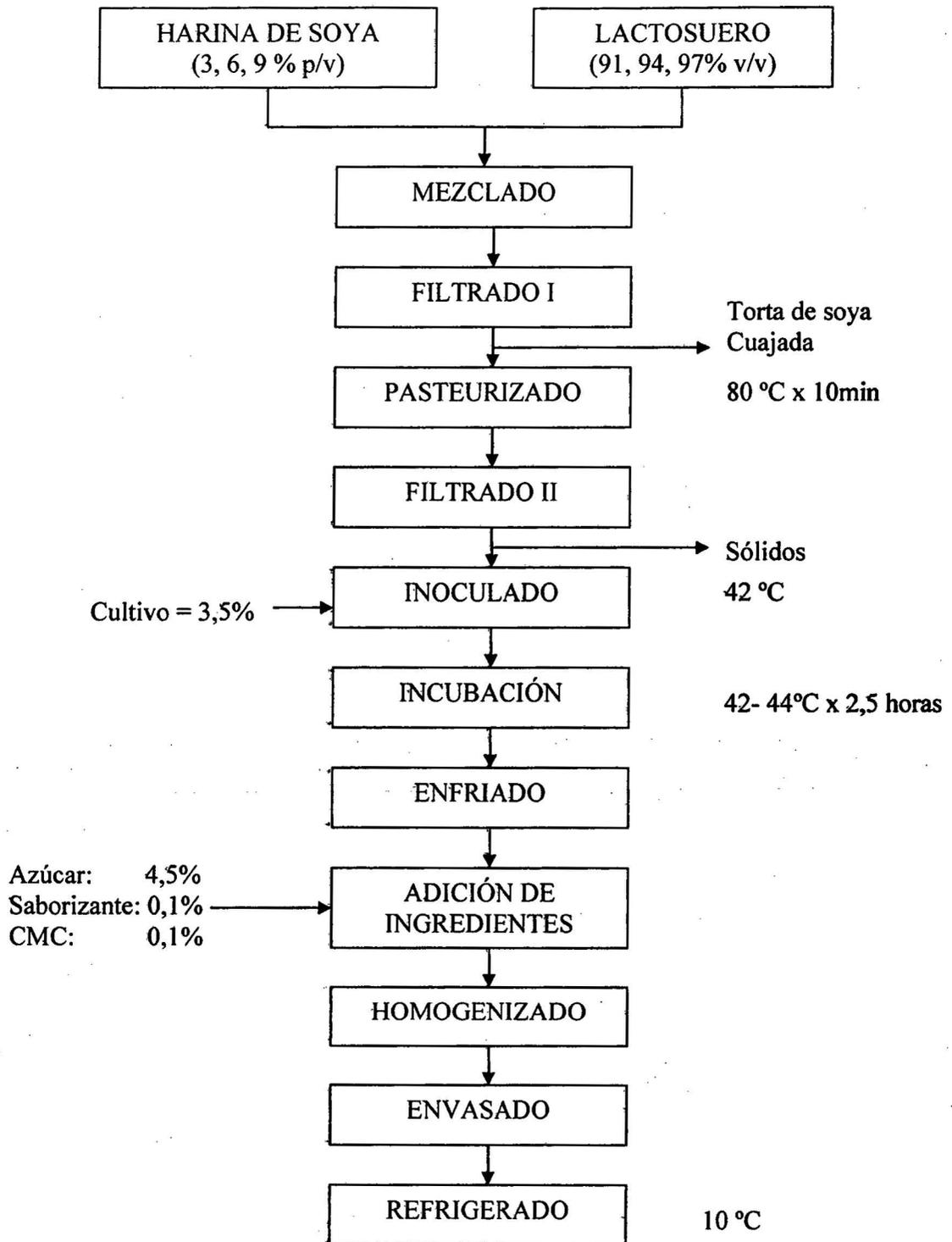
La harina de soya se pasó a través del equipo tamizador por la malla número 100. Con el propósito de obtener una harina fina de fácil disolución al ser mezclado con el lactosuero y obtener así menor cantidad de sólidos en el momento del filtrado, y un producto con una menor cantidad de grumos.

- **Embolsado**

Se realizó en bolsas de polietileno de alta densidad de 1Kg. con el propósito de mantener sus características fisicoquímicas e impedir que la harina de soya absorba humedad del medio.

## **II ETAPA: Obtención de la bebida fermentada tipo yogurt**

En la figura N° 02, se muestra el flujograma con las operaciones y controles, para la obtención de la bebida fermentada tipo yogurt, descrito por Spreer, E. 1991 y adaptado por el autor de esta investigación; lo que se detallan a continuación:



**Figura N° 02:** Flujograma experimental para obtener la bebida fermentada tipo yogurt.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

- **Materia prima**

Para la elaboración de la bebida fermentada se utilizó:

Lactosuero proporcionado por el comité de ganadero de San Pedro del distrito de Levanto el cual fue transportado en una caja de tecnofort con cubos de hielo, para evitar la variación de acidez 0,162 y pH 6,38

La harina de soya se proceso siguiendo los pasos de la figura N° 01.

Al lactosuero y harina de soya se les realizó el análisis fisicoquímico de pH, porcentaje de acidez, humedad, proteínas, grasas, sólidos totales. Según los métodos oficiales (ver anexo N° 08). El lactosuero utilizado fue en base al volumen de bebida fermentada que se deseó obtener, es decir, la concentración expresada en porcentaje (v/v). Las concentraciones de lactosuero fueron: 91 %, 94 %, y 97 %.

- **Mezclado**

Se agregó al lactosuero harina de soya como fuente de sólidos que confiere al producto cierta textura y sabor; la harina de soya fue dosificada tomando en cuenta el volumen de bebida fermentada que se deseaba obtener es decir la concentración expresada en porcentaje (p/v). Las concentraciones de harina de soya fueron: 3 %, 6 %, y 9 %.

Una vez combinado el lactosuero y harina de soya (*Glycine max*) se procedió a mezclar vigorosamente para diluir por completo la harina de soya y evitar así la posible formación de grumos.

- **Filtrado I**

La mezcla de lactosuero y harina de soya se pasa por un tamiz de plástico para retener partículas sólidas que se encuentran en la mezcla como restos de cuajada, partículas de soya que no hayan sido diluido por completo. Los cuales fueron eliminados.

- **Pasteurización**

A la mezcla se le sometió a un tratamiento térmico (80 °C x 10min.)

- **Filtrado II**

El producto ya pasteurizado se sometió a un filtrado a través de un tamiz de tela para eliminar por completo todos los sólidos que esta pueda contener aun.

- **Inoculado**

Esta operación se efectuó a una temperatura de crecimiento óptimo de los cultivos 42 +/- 1 °C. la cual se adicionó un porcentaje de 3,5% de cultivo VIVOLAC DRI-SET 438.

- **Incubado**

Este proceso, para efectos de elaboración de una bebida se dejó reposar por 2,5 horas aproximadamente a temperatura de 42 +/- 1°C. hasta alcanzar un pH = 4,5.

- **Enfriado**

Luego de terminada la fermentación (pH de 4,5) la temperatura se bajó rápidamente a 10 °C con la finalidad de retardar la producción de acidez.

- **Mezclado**

A cada tratamiento (bebida fermentada) se le adicionó azúcar al 4,5% juntamente con el CMC en una proporción de 0,1% y saborizante al 0,1%, luego se agitó para homogenizar las bebidas.

- **Envasado**

Se empleó recipientes plásticos de 1 L. donde se envasó las distintas bebidas obtenidas.

- **Refrigerado**

Los productos fermentados se almacenaron en refrigeración hasta la realización de las pruebas sensoriales, con el fin de frenar la producción de acidez y de conservar el producto con sus cualidades nutricionales y organolépticas.

### **III ETAPA: Aplicación de la prueba de aceptación**

Para determinar el nivel de aceptación de las bebidas fermentadas que aleatoriamente se destinaron para tal fin como se muestra en (anexo N° 07), se les sometió a una prueba de aceptabilidad (prueba hedónica) cuya escala estructurada fue de 7 puntos y siendo las alternativas de respuesta las siguientes: “Me agrada muchísimo” (7) “me agrada mucho” (6 puntos) “me agrada poco” (5 puntos) “me agrada más o menos” (4 puntos) “me desagrada poco” (3 puntos) “me desagrada mucho” (2 puntos) y “me desagrada muchísimo” (1 punto). Para la prueba se contó con el apoyo de 30 jueces no entrenados entre estudiantes y administrativos de la UNAT-A (ver anexo 05).

Los alumnos y administrativos que participaron en la prueba fueron seleccionados por conveniencia, a tempranas hora de la mañana aproximadamente 2 horas después del desayuno. Según Ureña, M. (1999).

Las bebidas fueron llevadas al Laboratorio de Física de la Carrera Profesional de Ingeniería de la UNAT-A para servir 25 mL. adecuadamente en vasos descartables para la degustación de los jueces. Para realizar la prueba cada uno de los jueces recibió una hoja de respuestas y nueve vasos descartables con la bebida; cada bebida recibió un código diferente que fue rotulado en cada vaso.

Al momento de la prueba se les explicó a los alumnos y administrativos lo que debían hacer y se les entregó las nueve muestras a la misma vez

para que tuviesen la oportunidad de comparar los sabores entre uno y otro tratamiento; cuyos resultados se muestran en el anexo N° 02.

## 2.7.2. Análisis fisicoquímico de la materia prima

### A. Lactosuero

- **Proteína total:** Se determinó por el método micro Kjeldahl, para el cálculo se utilizó el factor 6,38 para llevar el nitrógeno a proteína total, de acuerdo al método 12.1.07 de la ( A.O.A.C,1984)
- **Acidez titulable:** Con el método 16.023 de la (A.O.A.C, 1984)
- **Densidad:** Se determinó empleando el lactodensímetro.
- **pH:** Se determinó empleando el potenciómetro digital Quimis.
- **Grasa:** Se determinó mediante el método de soxhlet, de acuerdo al método 31.4.02 de la (A.O.A.C, 2000).
- **Sólidos totales:** Se utilizo el método 16.032 de la ( A.O.A.C,1984)

### B. Harina de soya

- **Humedad:** Se utilizó el método 16.032 de la ( A.O.A.C,1984)
- **Proteína total:** Se determinó por el método micro Kjeldahl, para el cálculo se utilizó el factor 5, 71 para llevar el nitrógeno a proteína total, de acuerdo al método 12.1.07 de la (A.O.A.C, 1984).
- **Sólidos totales:** Se utilizo el método 16.032 de la (A.O.A.C, 1984).
- **pH:** Se determinó empleando el potenciómetro digital Quimis.
- **Grasas:** Se determino mediante el método de soxhlet, de acuerdo al método 31.4.02 de la (A.O.A.C, 2000).

### 2.7.3. Análisis físico durante la fermentación

**pH:** Se determinó empleando el potenciómetro digital Quimis.

### 2.7.4. Análisis fisicoquímico en la bebida aceptada

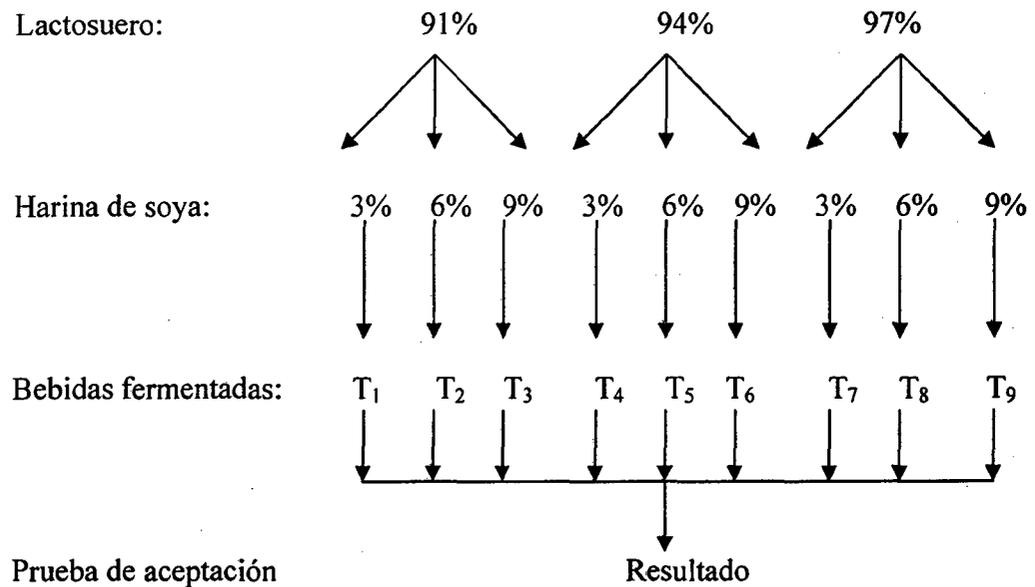
- **Proteína total:** Se determinó por el método micro Kjeldahl, para el cálculo se utilizó el factor 6,38 para llevar el nitrógeno a proteína total, de acuerdo al método 12.1.07 de la ( A.O.A.C,1984)
- **Acidez titulable:** De acuerdo al método 16.023 de la (A.O.A.C, 1984)
- **Densidad:** Se determinó empleando el lactodensímetro.
- **pH:** Se determinó empleando el potenciómetro digital Quimis.
- **Grasas:** Se determino mediante el método de soxhlet, de acuerdo al método 31.4.02 de la (A.O.A.C, 2000).
- **Viscosidad:** Se realizo empleando el viscosímetro digital de cilindro utilizando el spindle n° 4 y a una velocidad de 60 r.p.m.
- **Sinéresis:** Se determinó sobre la base de la técnica de Guinee *et al.* (1995).

Los procedimientos de cada uno de los análisis se detallan en el anexo N° 06.

### 2.7.5. Análisis sensorial

La aceptación de la bebida fermentada se determinó con ayuda de 30 jueces no entrenados utilizando una prueba hedónica con una escala de 1 a 7 puntos como lo mencionan. (Morales, J.; *et al*, 2000) Los resultados fueron analizados con el programa Excel. El formato empleado se encuentra en el anexo N° 01.

## 2.8. Diseño experimental



**Figura N° 03:** Esquema de diseño experimental para evaluar el efecto de la concentración de una mezcla de harina de soya y lactosuero para obtener una bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable.

El diseño experimental para evaluar el efecto de la concentración de una mezcla de harina de soya y lactosuero para obtener una bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable (figura N° 03), consistió en someter a prueba de aceptación a las bebidas fermentadas elaboradas con dos variables independientes: lactosuero (tres concentraciones) y harina de soya (tres concentraciones), obteniéndose un total de nueve tratamientos. (Morales, J., 2000).

## 2.9. Análisis de los datos

Los datos obtenidos de la prueba de aceptabilidad fueron sometidos a un análisis de bloques completos al azar cuya fórmula es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación del j-ésimo juez (bloque) asignada a la i-ésima muestra (tratamiento).

$\mu$  = Media de todas las observaciones.

$\tau_i$  = Efecto de las muestras.

$\beta_j$  = Efecto de los jueces.

$\varepsilon_{ij}$  = Es el error experimental.

Para lo cual se planteó las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>**: La concentración de harina de soya y lactosuero no influye de manera significativa sobre la aceptación del sabor de la bebida fermentada tipo yogurt.

**H<sub>1</sub>**: La concentración de harina de soya y lactosuero influye de manera significativa sobre la aceptación del sabor de la bebida fermentada tipo yogurt.

### **Análisis de varianza**

#### **Suma de cuadrados:**

$$SC.Total = SC.Jueces + SC.Muestra + SC.Error$$

$$SC.Total = \sum y_{ij}^2 - \frac{y_{...}^2}{270}$$

$$SC.Jueces = \sum \frac{y_i^2}{9} - \frac{y_{...}^2}{270}$$

$$SC.Muestra = \sum \frac{y_j^2}{30} - \frac{y_{...}^2}{270}$$

$$SC.Error = SC.Total - SC.Jueces - SC.Muestras$$

**Grados de libertad:**

$$Jueces = 30 - 1$$

$$Tratamientos = 9 - 1$$

$$Error = (30 - 1)(9 - 1)$$

$$Total = 30 \times 9 - 1$$

**CUADRO N° 01:** Análisis de varianza para un experimento en bloques completamente al azar.

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calcula	F tab $\alpha = 5\%$
Jueces	29	SC.Jueces	$CM.Juec = \frac{SC.Juec}{29}$	$\frac{MC.Juec}{MC.Error}$	
Muestras	8	SC.Muestras	$CM.Muest = \frac{SC.Muest}{8}$	$\frac{MCMuest}{MCError}$	
Error	232	SC.Error	$CM.Error = \frac{SC.Error}{232}$		
Total	269	SC.Total			

Fuente: Ureña, M. (1999)

El análisis de varianza indicó que hay diferencia en el nivel de medias (anexo N° 03) de los tratamientos, por lo tanto, se llevó a cabo comparaciones entre medias individuales de cada tratamiento para identificar el tratamiento con más aceptación y diferencias específicas. Para esto se empleó el método de prueba de intervalos múltiples de tuckey. Ureña, M. (1999).

### **Prueba de intervalos múltiples de tuckey**

El procedimiento fue el siguiente:

Se determinó la diferencia mínima significativa de Tuckey (DMS) usando la siguiente fórmula:

$$DMS(T) = AES(T) \times S_{y_{ij}}$$

Donde:

$AES(T)$  = Amplitud estandarizada de la tabla tuckey (gl de los tratamientos, gl del error,  $\alpha = 5\%$ )

$$S_{y_{ij}} = \sqrt{\frac{MC.Error}{30}}$$

gl: grados de libertad.

Se ordenó los tratamientos respecto a su promedio, ascendentemente. (ver anexo N° 03).

Se realizó la comparación de las medias de los tratamientos tomando la diferencia del promedio más alto con el más bajo rechazándose la igualdad de efectos si es

que esta diferencia es mayor que la amplitud límite de significación, si esto ocurre estas dos medias son acompañadas de letras diferentes caso contrario de letras iguales. Se repitió el procedimiento entre el promedio más alto y el que lo sigue al menor y así sucesivamente hasta completar todas las comparaciones (Montgomery, 1991).

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima

La composición fisicoquímica de la harina de soya variedad Improved Pelikan se muestra en el cuadro N° 02, así también los resultados fisicoquímicos obtenidos del lactosuero se muestran en el cuadro N° 03.

**CUADRO N° 02:** Composición fisicoquímica de la harina de soya.

Componentes	Harina de soya
Proteína total	41,56 %
Grasas cruda	23 %
Ceniza	5%
pH	6,75
Sólidos totales	89,6 %
Humedad	10,4 %

Fuente: Elaborado por el autor

**CUADRO N° 03:** Composición fisicoquímica del lactosuero.

Componentes	Lactosuero
Proteína total	2,46 %
Grasas cruda	0,2 %
pH	6,83
porcentaje de acidez	0,162%
Solidos totales	5,5 %
Humedad	94,5 %

Fuente: Elaborado por el autor

### 3.2. Característica fisicoquímica de la bebida fermentada tipo yogurt aceptada

En el cuadro N° 04 se aprecian los resultados de la composición fisicoquímica de la bebida fermentada aceptada como producto final.

**CUADRO N° 04:** Composición fisicoquímica de la bebida fermentada aceptada.

<b>Componentes</b>	<b>Bebida fermentada</b>
Proteína total	2,9%
Grasa cruda	0,85%
pH	4,28
Acidez	0,846%
Densidad	1,034 g/cm <sup>3</sup>
Viscosidad	0,043 Pa.s
Sinéresis	11% v/v

**Fuente:** Elaborado por el autor

### 3.3. Análisis de varianza del modelo de bloques completamente al azar

En el cuadro N° 05 se muestra el análisis de varianza (ANVA) correspondiente al modelo de bloques completamente al azar para la aceptación de la bebida fermentada tipo yogurt, con un nivel de significación de 5%.

**CUADRO N° 05:** Análisis de varianza de la prueba de aceptación para el modelo de bloques completamente aleatorizado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F <sub>cal</sub>	F <sub>tabla</sub> $\alpha = 5\%$
Jueces	29	183,27	6,32	4,14*	1,55
Tratamientos	8	39,34	4,92	3,22*	2,02
Error	232	353,99	1,53		
<b>TOTAL</b>	269	576,61			

**Fuente:** Cuadro N° 10

\* Diferencia significativa.

En el caso de los tratamientos se obtuvo un F calculado de 3,22 el cual es mayor que el F tabla de 2,02 a un nivel de significancia de 5 %, indicándonos esto, que existió una diferencia significativa entre el sabor de los distintos tratamientos, lo cual nos da a entender que las concentraciones de harina de soya y lactosuero habrían influenciado para obtener una bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (La concentración de harina de soya y lactosuero influye de manera significativa sobre la aceptación del sabor de la bebida fermentada tipo yogurt) esto nos indicaría que las variables independientes influyeron de manera significativa sobre la aceptación del sabor de la bebida. Sin embargo, la evaluación con los jueces se obtuvo un F calculado de 4,14 el cual el mayor que el F de la tabla de 1,55 a un nivel de significancia de 5 %, esto nos indicaría que existe diferencia significativa entre la opinión de los diferentes jueces, estableciéndose por lo tanto que el diseño realizado fue adecuado.

Por lo cual se procedió a realizar el análisis de efectos múltiples de tuckey.

### 3.4. Prueba tuckey para el modelo de bloques completamente al azar

CUADRO N° 06: Comparación de las medias - Prueba Tuckey ( $\alpha = 0,05$ ).

Comparación	Diferencia	DMS (T)	Hipótesis	Significación
$ T_1 - T_2 $	0,47	1,01	$u_1 = u_2$	n. s
$ T_1 - T_3 $	0,3	1,01	$u_1 = u_3$	n. s
$ T_1 - T_4 $	0,2	1,01	$u_1 = u_4$	n. s
$ T_1 - T_5 $	0,17	1,01	$u_1 = u_5$	n. s
$ T_1 - T_6 $	0,2	1,01	$u_1 = u_6$	n. s
$ T_1 - T_7 $	1,1	1,01	$u_1 \neq u_7$	*
$ T_1 - T_8 $	0	1,01	$u_1 = u_8$	n. s
$ T_1 - T_9 $	0,5	1,01	$u_1 = u_9$	n. s
$ T_2 - T_3 $	0,77	1,01	$u_2 = u_3$	n. s
$ T_2 - T_4 $	0,27	1,01	$u_2 = u_4$	n. s
$ T_2 - T_5 $	0,64	1,01	$u_2 = u_5$	n. s
$ T_2 - T_6 $	0,27	1,01	$u_2 = u_6$	n. s
$ T_2 - T_7 $	0,63	1,01	$u_2 = u_7$	n. s
$ T_2 - T_8 $	0,47	1,01	$u_2 = u_8$	n. s
$ T_2 - T_9 $	0,03	1,01	$u_2 = u_9$	n. s
$ T_3 - T_4 $	0,5	1,01	$u_3 = u_4$	n. s
$ T_3 - T_5 $	0,13	1,01	$u_3 = u_5$	n. s
$ T_3 - T_6 $	0,5	1,01	$u_3 = u_6$	n. s
$ T_3 - T_7 $	1,4	1,01	$u_3 \neq u_7$	*
$ T_3 - T_8 $	0,3	1,01	$u_3 = u_8$	n. s
$ T_3 - T_9 $	0,8	1,01	$u_3 = u_9$	n. s
$ T_4 - T_5 $	0,37	1,01	$u_4 = u_5$	n. s
$ T_4 - T_6 $	0	1,01	$u_4 = u_6$	n. s
$ T_4 - T_7 $	0,9	1,01	$u_4 = u_7$	n. s
$ T_4 - T_8 $	0,2	1,01	$u_4 = u_8$	n. s
$ T_4 - T_9 $	0,3	1,01	$u_4 = u_9$	n. s
$ T_5 - T_6 $	0,37	1,01	$u_5 = u_6$	n. s
$ T_5 - T_7 $	1,27	1,01	$u_5 \neq u_7$	*
$ T_5 - T_8 $	0,17	1,01	$u_5 = u_8$	n. s
$ T_5 - T_9 $	0,67	1,01	$u_5 = u_9$	n. s
$ T_6 - T_7 $	0,9	1,01	$u_6 = u_7$	n. s
$ T_6 - T_8 $	0,2	1,01	$u_6 = u_8$	n. s
$ T_6 - T_9 $	0,3	1,01	$u_6 = u_9$	n. s
$ T_7 - T_8 $	1,1	1,01	$u_7 \neq u_8$	*
$ T_7 - T_9 $	0,6	1,01	$u_7 = u_9$	n. s
$ T_8 - T_9 $	0,5	1,01	$u_8 = u_9$	n. s

Fuente: Elaborada por el autor

\* Diferencia significativa.

n.s: no significativo.

Se puede afirmar que al 5% de significancia los tratamientos 1, 3, 5 y 8 muestran diferencia significativa con relación al tratamiento 7, que fue el tratamiento que mostró mayor aceptabilidad con relación al sabor de la bebida, según la prueba sensorial.

### 3.5. Grupos homogéneos de los tratamientos de la prueba de aceptación

En el cuadro N° 07, se muestra los grupos homogéneos en escala hedónica obtenidos del cuadro N° 06 mediante la prueba Tuckey.

**CUADRO N° 07:** Grupos homogéneos de la comparación de medias de la prueba de aceptación.

TRATAMIENTOS	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>7</sub>
MEDIAS	3,8	3,9	4,1	4,1	4,3	4,4	4,6	4,6	5,2

**Fuente:** Cuadro N° 06

En base a los resultados experimentales que se observan en el cuadro N° 07, podemos decir que existen dos grupos con resultados de diferencia de tratamientos similares; el grupo de los de menor valor los cuales son T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>8</sub>; de este grupo quien obtuvo menor aceptación fue el tratamiento tres, el segundo grupo de los de mayor valor, los cuales son T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>7</sub>, de estos el que tuvo mayor aceptación media superior es el tratamiento siete por tanto se recomienda este tratamiento, ya que es el tratamiento que presentó mayor aceptación respecto al resto de tratamientos. Por tal motivo se puede afirmar que este tratamiento es

aceptable por presentar una alta concentración de lactosuero y una concentración mínima de harina de soya las cuales le dieron a la bebida aceptada, coágulo firme, consistencia suave y sabor tipo yogurt.

### **3.6. Características sensoriales obtenidas de las bebidas fermentadas obtenidas con diferentes concentraciones de lactosuero y harina de soya**

En el cuadro N° 08, se presentan las características sensoriales obtenidas de las distintas bebidas fermentadas, así como la respuesta de los panelistas ante las diferentes características sensoriales de las bebidas fermentadas y los efectos de la consistencia y sabor para cada nivel de agrado.

**CUADRO N° 08:** Características sensoriales de las bebidas fermentadas.

Bebidas fermentadas (A-B)*	Consistencia	Sabor	Nivel de agrado
T <sub>1</sub> (91-3)	Coagulación firme, poca sinéresis. Ligeramente granuloso	Soya cocida, alta acidez	4,10
T <sub>2</sub> (91-6)	Coágulo firme, Sinéresis. Granuloso	Yogurt con poca acidez	4,57
T <sub>3</sub> (91-9)	Coagulo poco firme, poca sinéresis, muy granuloso.	Soya cocida, poca acidez	3,87
T <sub>4</sub> (94-3)	Coágulo firme, poca sinéresis consistencia suave	Yogurt con notas ligeramente ácidas	4,3
T <sub>5</sub> (94-6)	Coagulo firme, poca sinéresis, muy granuloso.	Soya cocida, ligeramente ácido.	3,93
T <sub>6</sub> (94-9)	Coágulo firme, consistencia ligeramente granuloso	Yogurt con notas ligeramente ácidas	4,37
T <sub>7</sub> (97-3)	Coágulo firme, consistencia suave	Tipo yogurt	5,17
T <sub>8</sub> (97-6)	Coagulo firme, ligeramente granuloso.	Ligeramente a yogurt, poca acidez	4,13
T <sub>9</sub> (97-9)	Coágulo firme, consistencia suave.	Ligeramente a yogurt, poca acidez	4,57

**Fuente:** Elaborado por el autor.

\*A: Concentración de lactosuero

B: Concentración de harina de soya (*Glycine max*).

Las bebidas elaboradas presentaron sinéresis, por lo que se procedió a adicionar estabilizante carboximetilcelulosa en la proporción de 1% y se observó que los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>4</sub> son los que presentaron ligera presencia de sinéresis y se percibió una consistencia granulosa; mientras que, en los tratamiento T<sub>7</sub>, T<sub>9</sub> se eliminó la sinéresis y se obtuvo un producto de textura suave y con sabor tipo yogurt. Por lo cual se puede afirmar que la aceptación del producto se definió por la poca acidez que tuvo el tratamiento nueve.

**3.7. Grado de aceptabilidad de las bebidas fermentadas por los jueces**

**CUADRO N° 09: Grado de aceptabilidad de las bebidas fermentadas.**

GRADO DE ACEPTABILIDAD	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5		Muestra 6		Muestra 7		Muestra 8		Muestra 9	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
7) Me agrada muchísimo	0	0	1	3,33	0	0	0	0	0	0	2	6,67	2	6,67	2	6,67	3	10
6) Me agrada mucho	2	6,67	7	23,3	3	10	6	20	2	6,67	3	10	13	43,3	4	13,3	6	20
5) Me agrada poco	13	43,3	8	26,7	8	27	7	23,3	8	26,7	9	30	5	16,7	7	23,3	7	23,3
4) Me agrada más o menos	4	13,3	7	23,3	5	17	8	26,7	9	30	8	26,7	9	30	6	20	6	20
3) Me desagrada poco	8	26,7	6	20	9	30	8	26,7	8	26,7	6	20	0	0	8	26,7	5	16,7
2) Me desagrada mucho	3	10	1	3,33	5	17	1	3,33	3	10	2	6,67	1	3,33	3	10	3	10
1) Me desagrada muchísimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100

Fuente: Prueba de aceptabilidad.

n: número de jueces que respondieron a las alternativas.

Las bebidas fermentadas que fueron sometidos a la prueba de aceptabilidad tuvieron puntajes bastante cercanos entre unos y otros, todos ellos con puntajes por encima de los 4 puntos referidos a la escala hedónica (ver anexo N° 04) lo que nos indica que se encuentran dentro del rango “me agrada mas o menos” y “me agrada mucho”. En el cuadro N° 09 se muestra las alternativas de respuesta con el número de jueces que respondieron ante tales alternativas y el porcentaje que representa del total de ellos. Se aprecia claramente que el 43,3 % de los jueces califican al tratamiento 7 dentro de la categoría “me agrada mucho” así como 16,7% dentro de la categoría “me agrada poco” y finalmente con 6,67% dentro de la categoría “me agrada muchísimo”, siendo la bebida fermentada con mayor aceptación el tratamiento siete, el cual presenta las siguientes concentraciones de 97% de lactosuero y 3% de harina de soya.

Las medias de aceptación mostraron que los jueces gustaron ligera y moderadamente de los tratamientos 2, 7 y 9 de los cuales el tratamiento 7 obtuvo la nota más alta con media de 5,17 (ver anexo N° 04).

### **3.8. Flujo definitivo de la elaboración de la bebida fermentada tipo yogurt**

En la figura N° 04, se presenta el flujo de operaciones definitivo con las mejores condiciones determinadas según el estudio realizado para la elaboración de BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT.



#### IV. DISCUSIÓN

- En el presente trabajo de investigación el análisis de varianza demostró que existía diferencia significativa entre la preferencia del sabor de los distintos tratamientos con un nivel de significancia de 5 % (ver cuadro N° 05). Este resultado se puede contrastar con la investigación realizada por Rodríguez, R; *et al.* (2007) quien en su trabajo de investigación: Evaluación Sensorial de Bebida con Potencial Funcional Formulada con Extracto de Soja y Suero de Leche Bovina; afirma que, el análisis de varianza demostró que existía diferencia significativa al nivel de 5% de probabilidad entre las bebidas.
- El tratamiento 7 cuyas concentraciones fueron de 97% v/v de lactosuero y 3% p/v de harina de soya dio como resultado una bebida fermentada tipo yogurt de sabor ligeramente ácido, agradable al paladar, con un coágulo poco viscoso características todas que la hacen muy similar a un yogurt; lo cual lo hace diferente y mas aceptable que los tratamientos 1, 3, 5 y 8; cuya puntuación en escala hedónica promedio otorgada por los jueces fue de 5,2 correspondiente al nivel de aceptación entre “Me agrada poco” y “Me agrada mucho”; este resultado permite calificar como buena la acogida del producto por parte de los consumidores potenciales. En el trabajo de investigación “elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso características distintivas y control de calidad” realizado por Miranda, O. (2007), reportó que las pruebas de aceptación masiva en la población encuestada devolvieron un valor promedio de 6, correspondiente a la categoría “Me gusta mucho”. resultados similares en cuanto a la puntuación obtenida en el nivel de aceptación de las bebidas fermentadas.
- Los niveles de proteína y grasas del lactosuero fueron 2,46 % y 0,2 % respectivamente (cuadro N° 03), estos niveles se incrementaron con la adición de

harina de soya lo que contribuyó a mejorar el valor nutricional, alcanzando un 2,9% de proteínas totales en la bebida fermentada (cuadro N° 04); de acuerdo a lo expuesto se ha verificado lo establecido por Mariño, X (2000) quien refiere que la elaboración de bebida fermentada es una alternativa para producir una bebida nutritiva empleando lactosuero rico en lactosa; por la separación de la caseína en la manufactura del queso el lactosuero es un sub producto desprovisto de gran cantidad de sólidos, lográndose compensar con la adición de harina de maíz germinado chulpi que confiere al producto cierto dulzor y textura.

- En el cuadro N° 04 se muestran las propiedades fisicoquímicas de la bebida fermentada aceptada , siendo éstos los siguientes:
  - Del análisis químico de **proteína** se determinó que la bebida fermentada presentó un contenido proteico de 2,9 %, valor ligeramente mayor al 2,7 % establecido en las Normas CODEX STAN 243-2003 para leches fermentadas y yogurt, diferencia ocasionada probablemente a la materia prima empleada ya que la harina de soya presentó un alto contenido proteico 41,56 % (cuadro N° 02); además el ligero aumento del contenido de proteína pudiera estar motivado por la inclusión del estabilizador en el producto elaborado, así como el cultivo láctico utilizado.
  - Con respecto al **pH**, en la bebida fermentada se observó que en el momento de la realización de la prueba de aceptación fue pH 4,28 (cuadro N° 04) mientras que Perea, J. (2002) en su trabajo de investigación: Desarrollo de Yogur de Soya con Adición de Suero de Quesería el valor de pH fue de 4,35 valor similar al encontrado en este trabajo de investigación, cuyos valores se encuentran dentro del rango esperado, es decir entre 3,7 y 4,6 valores del yogurt reportados por Rivas (2000). Este comportamiento se encuentra dentro del rango puesto que la

leche y el lactosuero son ricas en lactosa 4,7% y 4,4% respectivamente. (Harold, E; *et al.*, 1981); por lo tanto, ambos sustratos proveen a los microorganismos de una respetable cantidad de sustrato para la formación de ácido láctico coincidiendo con lo citado por Spreer, E. (1991). De esto también se podría deducir que los microorganismos utilizados presentaron una actividad muy similar independientemente del tipo de sustrato empleado.

El pH obtenido al final de la incubación de los nueve tratamientos fue de 4,5 lo que evidencia que el pH tiende a disminuir durante el almacenamiento. La disminución en el pH se debería a que las bacterias ácido lácticas continúan su actividad metabólica, a pesar de que la temperatura de almacenamiento es baja (<10 °C) produciendo ácido láctico, lo que provoca que el medio se acidifique y baje el pH. (Vernan, H., 1995).

Respecto a este último Walstra, P. (2001) menciona que la actividad metabólica de los microorganismos durante la manufactura del yogurt es reducida considerablemente por el enfriamiento luego de la incubación; sin embargo, se sigue desarrollando una acidificación durante el almacenamiento aún a 05°C, porque no es posible detener completamente la actividad enzimática de los cultivos lácteos durante el enfriamiento.

- El valor de acidez obtenido en nuestra bebida fermentada fue de 0,846%, (cuadro N° 04); el porcentaje de ácido láctico presente en el yogurt varía o debe variar de 0,8- 1,8%. (Walstra, P., 2001), para leches fermentadas y yogurt el porcentaje de acidez debe ser mínimo de 0,3% y 0,6% respectivamente; según la Normas CODEX STAN 243-2003. Observando que la acidez obtenida en nuestro trabajo de investigación se encuentra dentro de estos parámetros. En este estudio se trabajó con lactosuero el cual presentó cantidades mínimas de

proteínas; para contrarrestar esta pérdida se agregó harina de soya la cual presenta altas cantidades de proteínas, con lo cual se pretendió aumentar el contenido de proteínas para mejorar así la actividad proteolítica, es decir liberadora de aminoácidos (de valina e histidina entre otros) de los *Lactobacillus bulgaricus* que estimula a su vez, el crecimiento y la actividad acidificante de los *Streptococcus* (Spreer, E., 1991). Finalmente, la mezcla empleada como materia prima para la elaboración de la bebida fermentada demostró ser apta para garantizar el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas inoculadas.

- **La densidad** obtenida en la bebida fermentada analizada fue de 1,034 g/cm<sup>3</sup>, (cuadro N° 04) según Harper y Hall (1981) la densidad de productos lácteos oscila entre 1,032- 1,036 g/cm<sup>3</sup>. Al realizar la medición de la densidad a la segunda semana de la bebida fermentada almacenado se evidenció que la densidad permanecía constante; de acuerdo a lo reportado por Del Fabbro (2001), Alatríste (2002), y Aportela (2003) la densidad es un parámetro que permanece constante durante toda la vida útil del yogurt.
- En la bebida fermentada se obtuvo un valor de 11% de sinéresis (cuadro N° 04); el porcentaje de sinéresis adecuado para obtener un producto de buena calidad según (Alatríste, 2002), debe ser menor al 42%. En el presente estudio el porcentaje de sinéresis se mantuvo constante hasta las tres semanas de almacenamiento. Esto es atribuible en apariencia, a los agentes presentes en la formulación del tratamiento 7, como es el caso del estabilizante (0,1% de CMC), que con el tiempo tienden a “ligar” el agua embebida en la estructura del gel mejorando de manera general la hidratación y estabilidad de las proteínas además mejora y aumenta la retención de agua; el poco contenido de calcio en el lactosuero disminuye la capacidad de retención de agua en el yogurt.

De acuerdo a lo señalado por Kalab (2006), debido a la pequeña cantidad de proteínas (caseína) presentes en la bebida fermentada de lactosuero, se da una disminución en la densidad de la red proteica, lo que trae consigo poros de tamaño más grandes y la disminución de la habilidad de retener agua. Trabajos similares como de Walstra, P. (2001), le atribuyen al contenido de calcio presente en la leche la capacidad de retención de agua en el yogurt, debido a interacciones iónicas en el interior de la red proteica.

De acuerdo al porcentaje de sinéresis obtenida en la bebida fermentada analizada, se puede suponer que hay una menor concentración de sólidos en la matriz del gel. Esta mínima cantidad de materia suspendida está relacionada también con el bajo valor de viscosidad en la bebida fermentada analizada, pues se da una baja interacción entre las partículas; como lo menciona Walstra, P. (2001); pero la adición de harina de soya (*Glycine max*) disminuyó este efecto ya que las proteínas de la soya son igualmente interesantes para la estabilización de la red, pues refuerzan las películas en las interfases aceite-agua y así limita la rotura de las emulsiones según Linden, G. (1996)

- La **grasa** obtenida en la bebida fermentada analizada fue de 0,85% (cuadro N° 04); el porcentaje de grasa para yogurt con sabor oscila entre 0,9-2,6% según Harold, E. (1981), ósea el valor obtenido en la bebida analizada es menor, lo que refleja que es un producto bajo en grasa, debido al bajo nivel de grasa del lactosuero 0,2% (cuadro N° 03).
- De la determinación de análisis físico: **viscosidad** a 20°C se encontró empleando el viscosímetro digital de cilindro utilizando el spindle N° 4 y a velocidad de 60 r.p.m. la viscosidad de la bebida fermentada analizada fue de 0,043 Pa.s

(cuadro N° 04) lo que indica que es un producto de baja viscosidad comparado con la viscosidad del yogurt 0, 585 Pa.s. reportado por Alvarado (1996).

De acuerdo con lo señalado por Walstra, P. (2001) la poca presencia de las partículas de caseína en el lactosuero se ve reflejada en las propiedades físicas de las bebidas fermentadas elaboradas con esta materia prima pues la composición y estructura de la caseína son de gran interés debido a que la matriz proteica del yogurt consiste básicamente de cadenas cortas y ramificadas de micelas de caseína (Walstra, P., 2001). Otro factor que afecta las propiedades físicas del gel es la inestabilidad al calor que presenta el lactosuero lo que se relaciona con la composición de la misma. Spreer, E. (1991) afirma que las proteínas presentes en el lactosuero son más propensas a precipitar al ser proteínas más inestables al calor y se pierde parte de su capacidad para formar geles; esto se puede relacionar con la baja viscosidad de la bebida fermentada analizada. Este mismo investigador añade que otro fenómeno que afecta la viscosidad de las bebidas fermentas de lactosuero es que sus proteínas alcanzan su punto isoeléctrico total a pH de 4,2 en lugar de 4,6 de la leche, por lo tanto, en nuestra investigación cuando finalizó la incubación de los tratamientos el pH fue de 4,5 este pH no ha alcanzado todavía el pico más alto en el desarrollo de la estructura del gel. Esto explica la baja viscosidad de la bebida fermentada analizada.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

1. Se elaboró una bebida fermentada tipo yogurt en base a lactosuero y harina de soya (*Glycine max*), cuyo resultado de la evaluación sensorial mostró aceptación por el tratamiento 7 ubicándolo en una escala de aceptación de “me agrada poco” y “me agrada mucho”; aprovechando el lactosuero de quesería y su alto contenido de lactosa y la harina de soya con mayor porcentaje de proteínas, aportando con una alternativa diferente de utilización a estos productos tradicionales.
2. El tratamiento 7 presentó una aceptación significativamente mayor con respecto a los demás tratamientos por lo que se estableció que se logra obtener una bebida fermentada tipo yogurt con sabor aceptable al trabajar con una concentración de 97% de lactosuero y 3% de harina de soya (*Glycine max*).
3. En la evaluación de las características fisicoquímicas de la bebida fermentada se obtuvieron los siguientes resultados: proteína total 2,9 %, pH 4,28, acidez 0,846%, densidad 1,034 g/cm<sup>3</sup>, viscosidad 0,043 Pa.s, sinéresis 11 % v/v, y 0,85% de grasa cruda; éstos valores se encuentran dentro de los parámetros normales según las Normas de elaboración de bebidas fermentadas.
4. Los resultados obtenidos permiten concluir sobre las bondades y posibilidad de aprovechar el lactosuero y la harina de soya (*Glycine max*) en el desarrollo de derivados lácteos como el yogurt, obteniéndose un producto con características físicas y sensoriales similares a la de un yogurt elaborado con 100% de leche.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar análisis microbiológico para conocer la flora microbiana presente, pues a pesar de contar con un tratamiento térmico, la adición de los componentes hace que este talvez incremente o se desarrollen microorganismos nuevos.
2. Ensayar la aplicación de otras concentraciones de Carboximetilcelulosa para estudiar su efecto sobre la textura del producto.
3. Adicionar miel que permita además de endulzar el producto dar más firmeza a la bebida fermentada tipo yogurt y así obtener un producto natural.
4. Realizar un análisis sensorial mas intenso en cuanto al aroma, acidez, cuerpo y consistencia, ya que el sabor no es determinante para la aceptación de un producto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarado, J. (1996) Principios de Ingeniería Aplicada a los Alimentos. Editorial Radio Comunicaciones. Quito-Ecuador. P. 180-230.
2. Alatraste, K. J (2002) Efecto de la Adición de Fibra y Calcio en un Yogurt con Sabor. Tesis de Licenciatura. UDLA. Puebla, México.
3. Aportela, P.A (2003). Estudio de las Propiedades Físicas, Químicas y Sensoriales en un Yogurt Saborizado Enriquecido con Fibra y Calcio. Tesis de Licenciatura. UDLA. Puebla, México.
4. AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis. Arlington, Virgilia. E.U.A Ed The William Byrd.
5. AOAC. 1984. Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis. Decimocuarta edición. Arlington, Virgilia. E.U.A Ed The William Byrd.
6. Castro. W, Castro. E. (2006). Manual de Práctica de Análisis de Productos Agroindustriales, Tercera edición, Chachapoyas –Amazonas
7. Del Fabbro, P (2001). Efecto del tipo de Sal de Calcio en las Características Fisicoquímicas y Sensoriales del Yogurt con Sabor. Tesis de Licenciatura. UDLA. Puebla, México.
8. Dirección General de Información Agraria 2008. Estadísticas Agrarias 2007. Ministerio de Agricultura. Lima –Perú.
9. Espinoza, E (2003). Evaluación Sensorial de los Alimentos 1<sup>ra</sup> edición. Editorial PRINTED IN PERU, Tacna Perú.
10. Guinee, P. T; Mullins, G. C; Reville, J. V y Cotter, P. M (1995). Physical Properties of Stirred- Curd Unsweetened Yogurts Stabilized with Different Dairy Ingredients. *Milchwissenschaft*. 50 (4): 196-200.

11. Harper, W. J y Hall, C. W. (1981). Tecnología e Ingeniería. 2da edición. VI Publicación. E.U.A Pp. 89-93.
12. Harold, E; Rolando S. Kirh; Ronald S. (1981) Análisis Químico de los Alimentos de Pearson. Sexta edición. Editorial Aribia SA. Zaragoza.
13. Linden, G; Loriend. D (1996), Bioquímica Agroindustrial, Revolución Alimentaria de los Productos Agrícolas, primera edición; Editorial, ACRIBIA, S.A, Zaragoza España, p 215-229; 56-57.
14. Mariño, X; Mejia, G., Paredes M, (2000), Elaboración de una bebida fermentada en base a suero dulce de queso fresco y harina de maíz germinado chulpi (*Zea mays* var. saccharata). Quito Ecuador. Tesis Mr. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. P.60..
15. Miranda. O.; Fonseca. L.; Ponce. I, (2007). Elaboración de una Bebida Fermentada a partir del Suero de Queso. Características Distintivas y Control de calidad. Instituto de Investigaciones Agropecuarias "JORGE DIMITROV". Bayamo. Granma, Cuba. Rev Cubana Aliment Nutr.
16. Morales, J; Cassis, L; Cortes, E. (2000) Elaboración de un Yogurt con base en una Mezcla de Leche y Garbanzo (*cicer arietinum*). México. Monografía. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán.p.30.
17. Montgomery, D. C. (1991) "Diseño y Análisis de Experimentos" Grupo Editorial Iberoamericana. México. p 126-136.
18. Perea J, Paz MT (2002). Desarrollo de Yogur de Soya con Adición de Suero de Quesería Principales Índices de Calidad y Nutricionales. Instituto de investigación de la Industria Alimenticia (IIIA) de La Habana. Samona. p 49-52.

19. Rivas, A. (2000). Efecto de la Adición de Calcio en las Propiedades Físicoquímicas y Sensoriales de dos Tipos de Yogurt. Tesis de Maestría. UDLA. Puebla, México.
20. Spreer, E (1991). Lactología Agroindustrial, 2<sup>da</sup> edición, Editorial ACRIBIA, S.A, Zaragoza España, p 527-533.
21. Ureña, M; D Arrigo, M. (1999) Evaluación Sensorial de los Alimentos. Editorial Agraria. Lima Perú. p 56-57.
22. Vernan H. Alan Sutherland Jane (1995). "Leche y Productos Lácteos Tecnología Química y Microbiológica" Editorial Acribia. Zaragoza – España. p.56-58.
23. Walstra. P (2001). Ciencia de la Leche y Tecnología de los Productos Lácteos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. p.127-149, 169-175, 259-267.
24. NORMA DEL CODEX PARA LECHES FERMENTADAS CODEX STAN 243-2003
25. Kalab, M. (2006). Yoghurt: Electron Microscopy. Disponible. <http://www.magma.ca/~pavel/science/Yogurt.htm>. Acceso 26 febrero 2008.
26. Cardoza C.; Castro C.; Ofelia F. y García P. (2000). Alternativas de uso de la Leche de Soya. Disponible en: [http://www.pncta.com.mx/pages/pncta\\_investigaciones\\_03g.asp?page=03e14](http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_03g.asp?page=03e14). Acceso 15 Octubre 2007.

**ANEXOS**

**ANEXO N° 01: Prueba de aceptabilidad de la bebida fermentada tipo yogurt**



**PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DE LA BEBIDA  
FERMENTADA TIPO YOGURT**



Nombre del juez.....

Fecha:.....

Hora:.....

**Instrucciones:** Marque con una X en el casillero, según el grado de satisfacción que le merece el SABOR del producto.

ESCALA	TRATAMIENTOS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7) Me agrada muchísimo									
6) Me agrada mucho									
5) Me agrada poco									
4) Me agrada más o menos									
3) Me desagrada poco									
2) Me desagrada mucho									
1) Me desagrada muchísimo									

Comentario.....  
.....  
.....

**GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN**

**Fuente:** Espinoza, E. (2003), adaptado por el autor.

**Figura N° 05: Ficha de evaluación sensorial- prueba de nivel de agrado escala hedónica.**

**ANEXO N° 02: Matriz de los resultados**

**CUADRO N° 10: Resultados de la prueba de aceptabilidad de bebida fermentada.**

JUECES (BLOQUES)	TRATAMIENTOS (MUESTRAS)*									Total Bloques $\sum Y_j$
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
1	4	3	3	3	2	5	4	3	2	29
2	5	7	5	4	3	5	4	3	6	42
3	3	4	4	4	4	5	6	3	6	39
4	6	6	5	6	6	7	6	6	7	55
5	5	6	5	5	4	6	4	4	5	44
6	5	5	5	4	4	3	6	2	4	38
7	6	5	6	4	4	5	6	5	7	48
8	5	5	5	5	3	5	4	5	6	43
9	5	6	3	3	4	4	6	2	4	37
10	3	3	2	3	3	3	4	3	3	27
11	5	6	6	3	5	5	4	5	5	44
12	3	4	2	5	3	3	6	4	5	35
13	3	4	2	3	5	3	6	3	5	34
14	4	6	3	4	4	5	4	5	6	41
15	5	3	2	5	3	2	6	5	5	36
16	3	4	4	5	5	7	6	6	4	44
17	3	5	4	6	4	6	7	7	6	48
18	2	4	2	6	2	1	5	1	3	26
19	4	3	5	4	5	4	6	4	5	40
20	5	6	5	6	5	6	5	6	6	50
21	5	4	6	3	2	4	4	7	3	38
22	5	4	5	6	6	4	7	3	5	45
23	5	5	3	6	5	5	6	4	4	43
24	4	6	3	5	5	4	6	5	3	41
25	5	5	3	5	5	4	5	5	4	41
26	2	5	4	3	4	4	5	3	2	32
27	5	5	3	4	3	3	5	3	2	33
28	3	3	3	4	3	3	4	4	4	31
29	2	2	3	2	3	2	2	2	3	21
30	3	3	4	3	4	5	6	6	7	41
<b>TOTAL <math>\sum Y_i</math></b>	123	137	115	129	118	128	155	124	137	1166

\*Codificación de acuerdo a la muestra de bebida fermentada.

Fuente: Prueba de aceptabilidad.

### ANEXO N° 03: Resultados de los análisis estadísticos

#### Análisis de varianza para el modelo de Bloques completamente al azar

##### Suma de cuadrados

$$SC.Total = SC.Jueces + SC.Muestra + SC.Error$$

$$SC.Total = \sum y_{ij}^2 - \frac{y_{...}^2}{270} = (4^2 + 6^2 + 5^2 + 5^2 + \dots + 5^2 + 5^2) - \frac{1291^2}{270} = 458,11$$

$$SC.Jueces = \sum \frac{y_i^2}{9} - \frac{y_{...}^2}{270} = \frac{1}{9}(49^2 + 44^2 + 50^2 + \dots + 41^2 + 47^2) - \frac{1291^2}{270} = 116,55$$

$$SC.Muestra = \sum \frac{y_j^2}{30} - \frac{y_{...}^2}{270} = \frac{1}{30}(147^2 + 149^2 + \dots + 140^2 + 138^2) - \frac{1291^2}{270} = 12,67$$

$$SC.Error = SC.Total - SC.Jueces - SC.Muestras$$

$$SC.Error = 458,11 - 116,55 - 12,67 = 328,88$$

##### Prueba tuckey para diseño completo al azar

##### La diferencia mínima significativa

$$S_{y_{ij}} = \sqrt{\frac{1,42}{30}} = 0,2255$$

$$DMS(T) = AES(T) \times S_{y_{ij}}$$

$AES(T) = 4,47$  (nivel de significancia =5%, número de muestras=9, y número de grados de libertad del error=232)

$$DMS(T) = 4,47 \times 0,2255 = 1,01$$

**CUADRO N° 11:** Comparación de parejas de medias de la prueba de aceptación.

PAREJA DE MEDIAS		PROMEDIOS (ACEPTACIÓN)		DIFERENCIA DE MEDIAS	COMPARACIÓN	OBSERVACIÓN
T1	T2	4,1	4,57	-0,47	-0,47 < 1,01	No significativa
T1	T3	4,1	3,83	0,267	0,267 < 1,01	No significativa
T1	T4	4,1	4,3	-0,2	-0,2 < 1,01	No significativa
T1	T5	4,1	3,93	0,167	0,167 < 1,01	No significativa
T1	T6	4,1	4,27	-0,17	-0,17 < 1,01	No significativa
T1	T7	4,1	5,17	-1,07	-1,07 > 1,01	Significativa
T1	T8	4,1	4,13	-0,03	-0,03 < 1,01	No significativa
T1	T9	4,1	4,57	-0,47	-0,47 < 1,01	No significativa
T2	T3	4,6	3,83	0,733	0,733 < 1,01	No significativa
T2	T4	4,6	4,3	0,267	0,267 < 1,01	No significativa
T2	T5	4,6	3,93	0,633	0,633 < 1,01	No significativa
T2	T6	4,6	4,27	0,3	0,3 < 1,01	No significativa
T2	T7	4,6	5,17	-0,6	-0,6 < 1,01	No significativa
T2	T8	4,6	4,13	0,433	0,433 < 1,01	No significativa
T2	T9	4,6	4,57	0	0 < 1,01	No significativa
T3	T4	3,8	4,3	-0,47	-0,47 < 1,01	No significativa
T3	T5	3,8	3,93	-0,1	-0,1 < 1,01	No significativa
T3	T6	3,8	4,27	-0,43	-0,43 < 1,01	No significativa
T3	T7	3,8	5,17	-1,33	-1,33 > 1,01	Significativa
T3	T8	3,8	4,13	-0,3	-0,3 < 1,01	No significativa
T3	T9	3,8	4,57	-0,73	-0,73 < 1,01	No significativa
T4	T5	4,3	3,93	0,367	0,367 < 1,01	No significativa
T4	T6	4,3	4,27	0,033	0,033 < 1,01	No significativa
T4	T7	4,3	5,17	-0,87	-0,87 < 1,01	No significativa
T4	T8	4,3	4,1	0,167	0,167 < 1,01	No significativa
T4	T9	4,3	4,57	-0,27	-0,27 < 1,01	No significativa
T5	T6	3,9	4,27	-0,33	-0,33 < 1,01	No significativa
T5	T7	3,9	5,17	-1,23	-1,23 > 1,01	Significativa
T5	T8	3,9	4,1	-0,2	-0,2 < 1,01	No significativa
T5	T9	3,9	4,57	-0,63	-0,63 < 1,01	No significativa
T6	T7	4,3	5,17	-0,9	-0,9 < 1,01	No significativa
T6	T8	4,3	4,1	0,133	0,133 < 1,01	No significativa
T6	T9	4,3	4,57	-0,3	-0,3 < 1,01	No significativa
T7	T8	5,2	4,1	1,033	1,033 > 1,01	Significativo
T7	T9	5,2	4,57	0,6	0,6 < 1,01	No significativa
T8	T9	4,13	4,57	-0,43	-0,43 < 1,01	No significativa

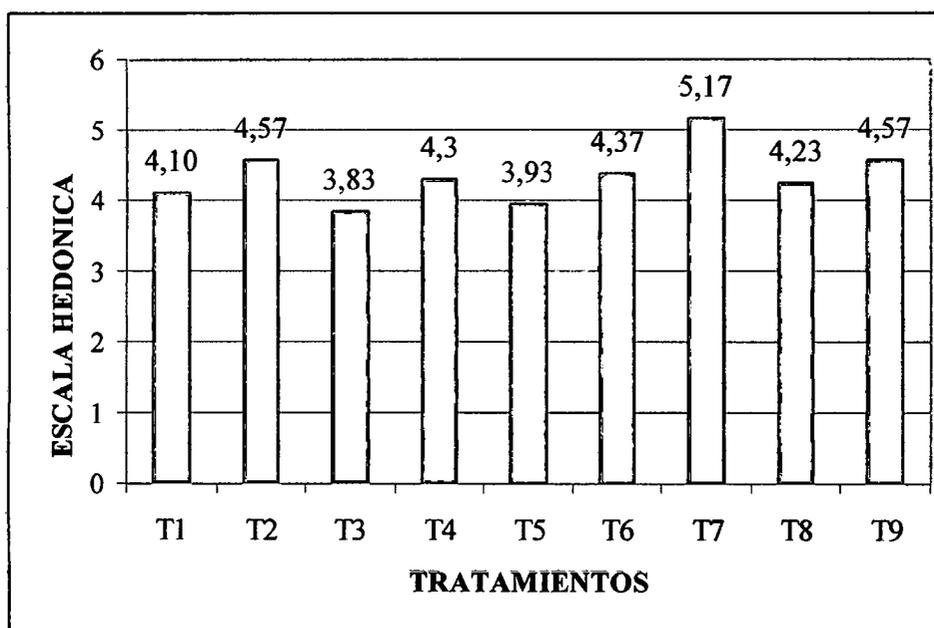
**Fuente:** Prueba de aceptabilidad.

## ANEXO N° 04: Promedio de la prueba de aceptabilidad

**CUADRO N° 12:** Puntajes promedio de la prueba de aceptabilidad de las bebidas fermentadas (escala del 1 al 7) en la UNAT-A.

TRATAMIENTOS	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>
MEDIAS	4,10	4,57	3,83	4,3	3,93	4,37	5,17	4,13	4,57

Fuente: Prueba de aceptabilidad.



**Figura N° 06:** Preferencia de los consumidores por las bebidas formuladas con harina de soya y suero de la leche.

Esto nos indica que los tratamientos 2, 7, 9 presentan las puntuaciones en escala hedónica más altas otorgadas por los jueces de todos el tratamiento 7 obtuvo la puntuación más alta con promedio de 5,17 y el tratamiento 3 presentó el puntaje más bajo en escala hedónica otorgada por los jueces.

**ANEXO N° 05: Fotos de aplicación de la prueba de aceptación**



**Figura N° 07: Aplicación de la prueba hedónica en el laboratorio de Física de la UNAT-A.**



**Figura N° 08: Aplicación de la prueba hedónica en el laboratorio de Física de la UNAT-A.**

**ANEXO N° 06: Análisis fisicoquímicos realizados a la materia prima y bebida fermentada tipo yogurt.**

**pH:** Para realizar esta medición se usó el pH-metro microprocesador Q400MT el cual fue calibrado previamente con buffer, El pH del lactosuero, y la bebida fermentada tipo yogurt se obtuvo introduciendo directamente el electrodo en la muestra.

Pero en el caso del pH del al harina de soya se procedió a disolver 10gr de muestra en 100ml de agua destilada, se filtró la solución para luego obtener el pH introduciendo el electrodo en el filtrado. (Castro, W., 2006)

**Acidez titulable:** Se determinó de acuerdo al método 16023 (A.O.A.C., 1984) modificado por (Castro, W., 2006). Basado en una titulación con NaOH al 0,1 N, se colocó aproximadamente 2g (de ser sólida) y 20mL (de ser muestra líquida) en un matras erlenmeyer de 250mL posteriormente se añadió 100mL de agua destilada y se agitó vigorosamente, se incorporó 3 gotas de fenolftaleína al 1% y se tituló con NaOH al 0,1N, hasta obtener una coloración rosada. La acidez se expresó como porcentaje de ácido láctico, teniendo la siguiente relación:

1 mL de NaOH 0.1 N = 0.009gr de ácido láctico

El porcentaje de acidez se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Acidez} = \frac{(\text{mL.de.NaOH}) \times (\text{N.NaOH}) \times 0.009}{\text{Peso.de.la.muestra(g)}} \times 100$$

**Sinéresis:** La sinéresis se determinó sobre la base de la técnica de Guinee *et.al.*, (1995).

Se pesaron 10g de bebida fermentada a 12°C en un tubo de centrifuga y se centrifugó a

4500 r.p.m. durante 20 minutos. El peso del sobrenadante obtenido se empleó para calcular el porcentaje de sinéresis mediante la expresión siguiente:

$$\text{Sinéresis} = \frac{\text{Peso.del.sobrenadante(g)}}{\text{peso.de.la.muestra(g)}} \times 100$$

**Humedad:** Para cuantificar la cantidad de sólidos se utilizó el método 16.032 (A.O.A.C., 1984) modificado por (Castro, W., 2006) que consiste en pesar aproximadamente 7 g. de muestra en placas petri a peso constante las cuales son colocadas en baño María para evaporar de la muestra la mayor cantidad de agua posible, posteriormente se introdujo en la estufa de secado y esterilización "TERMODRY" a temperatura de 105 °C y controlar el peso cada 30 minutos hasta peso constante finalmente la placa petri se enfría en un desecador y se pesan para que por diferencia de pesos se obtengan el contenido de sólidos.

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Peso.de.placa.final(g)} - \text{Peso.placa.inicial(g)}}{\text{Peso.de.muestra(g)}} \times 100$$

$$\% \text{Sólido totales} = 100 - \% \text{Humedad}$$

**Densidad:** Se llenó en una probeta de 500mL el lactosuero y la bebida fermentada y se dejó en reposo durante unos minutos para que el material se equilibre, sumergir lentamente el lactodensímetro con movimiento rotatorio luego medir la gravedad específica de la muestra en la escala del lactodensímetro. (Castro, W., 2006).

**Viscosidad:** Para conocer la viscosidad se empleó el viscosímetro digital Brookfield LVDVE, en donde se tomaron mediciones a diferentes velocidades de 30 a 60 r.p.m.

empleando para la medición 600mL de bebida fermentada utilizando el spindle N° 4. (Castro, W., 2006).

**Determinación de grasa:** El contenido de grasa fue determinada por el método soxhlet, que consiste en poner a peso constante un matraz soxhlet, pesar 5g. de muestra secarla por un día en estufa a 40°C, ya seca se envuelve en papel filtro y se coloca en un cartucho de extracción, se monta el equipo y se añade 150mL de éter de petróleo al matraz.

Se enciende el equipo y se deja hervir por 8 horas, terminada la extracción se apaga el equipo y se evapora el solvente en baño maría. El solvente residual se evapora colocando el matraz en una estufa a 110 °C por 15 minutos; se enfría en un desecador y se calcula el % de grasa por diferencia de peso. (Castro, W., 2006).

$$\%.\text{Grasa} = \frac{\text{Peso.del.matraz.final(g)} - \text{Peso.de.matraz.inicial(g)}}{\text{g.muestra}} \times 100$$

#### **Determinación de proteínas por micro Kjeldahl**

**Método 12.1.07 (A.O.A.C 2000)** modificado por (Castro, W., 2006).

**Digestión:** Pesar 1g de muestra y 5g de mezcla digestora en un matraz Kjeldahl, adicionar lentamente y dentro de una campana de extracción, 15mL de ácido sulfúrico concentrado, haciendo resbalar por el cuello del matraz, en seguida encender el extractor y colocar el matraz sobre una de las parrillas, de manera que la boca del matraz quede dentro de uno de los orificios del extractor de vapor.

Mantener el calentamiento durante un tiempo de 45 minutos a una hora hasta que termine la digestión, el material contenido en le matraz se tornará de color verde esmeralda traslucido, lo cual indicara el fin de la digestión, apagar la parrilla y dejar que la matraz se enfríe.

Encender el equipo de destilación micro Kjeldahl a 80 °C para que se baya alcanzando la temperatura.

**Neutralización:** Tan pronto como el matraz se enfríe, adicionar lentamente gota por gota 80mL de NaOH al 40% y 75 mL de agua destilada.

**Destilación:** Una vez alcanzada la temperatura del destilador, se enjuaga este con agua destilada y se coloca la muestra antes mencionada, en el soporte del destilador de nitrógeno DNP-2000, introducir un matraz de 250mL que contiene 25 mL de ácido bórico al 4% y cuatro gotas de indicador rojo de metilo, abrir la llave de agua de entrada al refrigerante y verificar que este circulando adecuadamente, la destilación se debe realizar hasta que el matraz contenga 150mL de mezcla ya destilada. Una vez que esto se haya logrado, remover el matraz receptor.

**Titilación:** valorar el destilado obtenido con solución de HCl 0,25N. determinar el contenido de proteínas en la muestra, siguiendo la siguiente ecuación:

$$\%.\text{Proteina} = \frac{6,38 \times 0,014 \times 0,25 \times \text{mL.HCl.gastados}}{\text{g.muestra}} \times 100$$

**Donde:** Factor N: 6,38

Ácido bórico N: 0,25

**ANEXO N° 07: Presentación de los tratamientos**

**CUADRO N° 13: Aleatorización de los tratamientos.**

<b>JEUCES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>								
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	4	6	9	8	2	1	3	5	7
3	5	2	8	4	6	7	1	3	9
4	1	7	6	9	8	5	3	2	4
5	9	2	6	3	1	7	4	8	5
6	2	9	4	6	8	3	5	1	7
7	7	6	2	3	8	1	9	5	4
8	6	2	8	9	3	4	1	5	7
9	9	4	2	8	6	1	5	7	3
10	4	8	9	3	4	6	2	7	5
11	7	9	1	6	8	3	4	5	2
12	2	7	8	6	3	5	4	9	1
13	1	4	5	9	8	2	3	6	7
14	4	3	7	5	1	6	2	9	8
15	3	2	6	4	7	5	9	8	1
16	9	5	7	1	6	4	8	3	2
17	1	8	3	7	6	2	4	5	9
18	9	8	6	1	3	2	7	4	5
19	1	7	4	3	9	5	6	2	8
20	4	2	5	3	7	8	9	1	6
21	7	9	3	6	2	8	1	4	5
22	4	7	9	1	5	2	3	8	6
23	5	4	1	9	7	6	8	2	3
24	1	4	7	9	6	5	2	3	8
25	9	6	1	2	7	4	5	3	8
26	8	1	9	6	7	4	2	5	3
27	5	3	2	6	4	1	9	8	7
28	3	8	7	6	9	4	1	5	2
29	7	3	8	9	1	6	2	4	5
30	8	5	6	4	1	9	3	7	2

**Fuente:** Elaborada por el autor.

## ANEXO N° 08: NORMA DEL CODEX PARA LECHE FERMENTADAS

### 1. ÁMBITO

Esta norma se aplica a las leches fermentadas, es decir, la leche fermentada incluyendo las leches fermentadas tratadas térmicamente, las leches fermentadas concentradas y los productos lácteos compuestos basados en estos productos, para consumo directo o procesamiento ulterior, de conformidad con las definiciones de la Sección 2 de esta Norma.

### 2. DESCRIPCIÓN

#### 2.1. LECHE FERMENTADA

La **Leche Fermentada** es un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, que puede haber sido elaborado a partir de productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en la composición según las limitaciones de lo dispuesto en la Sección 3.3, por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoelectrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables.

Ciertas leches fermentadas se caracterizan por un cultivo específico (o cultivos específicos) utilizado para la fermentación del siguiente modo:

**Yogur:** Cultivos simbióticos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus*.

**Yogur en Base a**

**Cultivos Alternativos:** Cultivos de *Streptococcus thermophilus* y toda especie *Lactobacillus*.

**Leche Acidófila:** *Lactobacillus acidophilus*.

**Kefir:** Cultivo preparado a partir de gránulos de kefir, *Lactobacillus kefiri*, especies del género *Leuconostoc*, *Lactococcus* y *Acetobacter* que crecen en una estrecha relación específica.

Los gránulos de kefir constituyen tanto levaduras fermentadoras de lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) como levaduras fermentadoras sin lactosa (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces exiguus*).

**Kumys:** *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus* y *Kluyveromyces marxianus*.

Podrán agregarse otros microorganismos aparte de los que constituyen el cultivo específico (o los cultivos específicos) especificados anteriormente.

## **2.2. LECHE FERMENTADA CONCENTRADA**

**Leche Fermentada Concentrada** es una leche fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las leches fermentadas concentradas incluyen productos tradicionales tales como Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Ylette.

## **2.3. LECHE FERMENTADAS AROMATIZADAS**

Las **Leches Fermentadas Aromatizadas** son productos lácteos compuestos, tal como se define en la Sección 2.3 de la Norma General del Codex para la Utilización de Términos Lácteos (CODEX STAN 206-1999) que contienen un máximo del 50 % (w/w) de ingredientes no lácteos (tales como carbohidratos nutricionales y no nutricionales, frutas y verduras así como jugos, purés, pastas, preparados y conservadores derivados de los mismos, cereales, miel,

chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

### **3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD**

#### **3.1. MATERIAS PRIMAS**

- Leche y/o productos obtenidos a partir de la leche.
- Agua potable para usar en la reconstitución o recombinación.

#### **3.2. INGREDIENTES PERMITIDOS**

- Cultivos de microorganismos inocuos
- Cloruro de sodio; y
- Ingredientes no lácteos tal como se listan en la sección 2.3 (Leches Fermentadas Aromatizadas).
- Gelatina y almidón en:
  - Leches fermentadas tratadas térmicamente luego de la fermentación,
  - Leche fermentada aromatizada, y
  - Leches fermentadas simples si lo permite la legislación nacional del país de venta al consumidor final,

Siempre y cuando se agreguen solamente en cantidades funcionalmente necesarias de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación, y tomando en cuenta todo uso de estabilizantes/espesantes. Estas sustancias podrán añadirse antes o después del agregado de los ingredientes no lácteos.

### 3.3. COMPOSICIÓN

	Leches fermentadas	Yogur; yogur en base a cultivos alternativos y leche acidófila	kefir	Kumis
Proteína láctea <sup>2</sup> (%w/w)	min2,7%	min2,7%	min2,7%	
Grasa láctea(%w/w)	menos del 10%	menos del 10%	menos del 10%	menos del 10%
Acidez valorable, expresado como % de ácido láctico(%w/w)	min 0,3%	min 0,6%	min 0,6%	min 0,7%
Etanol(%vol./w)				min 0,5%
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido en la sección 2.1(ufc/g, en total)	min10 <sup>7</sup>	min10 <sup>7</sup>	min10 <sup>7</sup>	min10 <sup>7</sup>
Microorganismos etiquetados <sup>b</sup> (ufc/g, en total)	min10 <sup>6</sup>	min10 <sup>6</sup>		
Levaduras(ufc/g)			min10 <sup>4</sup>	min10 <sup>4</sup>

- a) El contenido en proteínas es 6,38 multiplicado por el nitrógeno Kjeldahl total determinado.
- b) Se aplica cuando en el etiquetado se realiza una declaración de contenido que se refiere a la presencia de un microorganismo específico (aparte de aquellos especificados en la sección 2.1 para el producto en cuestión) que ha sido agregado como complemento del cultivo específico.

En las Leches fermentadas aromatizadas los criterios anteriores se aplican a la parte de leche fermentada. Los criterios microbiológicos (basados en la porción de producto de leche fermentada) son válidos hasta la fecha de duración mínima.