

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIA**  
**DE LOS ALIMENTOS**



**“ELABORACIÓN DE KUMIS ENRIQUECIDO CON**  
**LECHE DE SOYA”**

**Por:**

**JOSÉ LUIS ALBERTO CASTILLO MARTINEZ**

Trabajo final presentado a consideración de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, como requisito para optar al grado académico de Licenciatura de Ingeniería de Alimentos.

**TARIJA – BOLIVIA**

**VºBº**

.....  
Msc. Ing. Ernesto Álvarez

**DECANO**

**FAC. DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....  
Msc. Ing. Elisabeth Castro

**VICEDECANO**

**FAC. DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....  
Ing. Jesús Zamora Gutiérrez

**DIRECTOR DPTO. DE DEPARTAMENTO  
DE BIOTECNOLOGIA Y CIENCIAS DE  
LOS ALIMENTOS**

.....  
Ing. Natividad Condori

**DOCENTE GUÍA**

**TRIBUNAL**

.....  
Ing. José Johnny Mercado Rojas

**TRIBUNAL 1**

.....  
Ing. Hugo Sánchez Perales

**TRIBUNAL 2**

.....  
Ing. Mirtha Rosa Cuellar Solano

**TRIBUNAL 3**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se responsabiliza por la forma, modo y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas únicamente la responsabilidad del autor.

**DEDICATORIA:**

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados

## **AGRADECIMIENTO:**

En primer lugar agradezco a dios por su bendición, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi padre Alberto castillo (QEPD) quien siempre me motivo a seguir adelante y s quien prometí que terminaría mis estudios. Promesa cumplida.

A mi madre quien me enseñó desde pequeño a luchar por alcanzar mis metas.

A mi esposa, quien me brindo su amor, su cariño y paciencia incondicional.

A mi adorada hija Gianella (tita) quien fue mi motivación porque sin tu ayuda, habría logrado desarrollar con éxito mi trabajo de grado

A todos los docentes de la carrera de ingeniería en alimentos, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial a los ingenieros Erick Ramírez y Natividad Condori quienes me guiaron con paciencia y su rectitud durante el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo.

“Siempre parece imposible hasta que se convierte en realidad”

Nelson  
Mándela

**ÍNDICE**  
**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Justificación.....	2
1.3.	Objetivos.....	3
1.3.1.	Objetivo general.....	3
1.3.2.	Objetivos específicos.....	3
1.4.	Planteamiento del problema.....	4
1.5.	Formulación del problema.....	4
1.6.	Formulación de hipótesis.....	4

**CAPITULO II**  
**MARCO TEORICO**

2.1.	Origen del kumis.....	5
2.1.1.	Definición del kumis.....	5
2.1.2.	Características del kumis.....	6
2.1.3.	Características organolépticas del kumis.....	6
2.1.4.	Información nutricional del kumis.....	7
2.1.5.	Usos del kumis.....	7
2.2.	Leche de vaca.....	8
2.2.1.	Composición fisicoquímica de la leche de vaca.....	8
2.2.2.	Propiedades sensoriales de la leche de vaca.....	9
2.2.3.	Propiedades físicas de la leche de vaca.....	10
2.2.3.1.	Densidad de la leche.....	10
2.2.3.2.	pH de la leche.....	10
2.2.3.3.	Acidez de la leche.....	11
2.2.4.	Composición química de la leche de vaca.....	11

2.2.4.1.	Grasa.....	11
2.2.4.2.	Lactosa.....	11
2.2.4.3.	Proteína.....	11
2.2.4.4.	Las vitaminas.....	12
2.3	Origen de la soya.....	12
2.3.1.	Taxonomía de la soya.....	12
2.3.2.	Variedades de soya.....	13
2.3.3.	Descripción de la semilla de soya.....	13
2.3.4.	Estructura y composición de grano de soya.....	13
2.3.5.	Composición química de la soya.....	15
2.3.6.	derivados de la soya.....	15
2.3.6.1.	Harina.....	15
2.3.6.2.	El salvado de soya.....	16
2.3.6.3.	Aceite de soya.....	16
2.3.6.4.	Salsa soya.....	16
2.3.6.5.	El tofu.....	16
2.3.6.6.	Leche de soya.....	16
2.3.6.7.	Clasificación de la leche de soya.....	17
2.3.6.8.	Características de la leche de soya.....	17
2.3.6.9.	Características organolépticas de la leche de soya.....	17
2.3.6.10.	Características físicas-químicas de la leche de soya.....	17
2.3.6.11.	Información nutricional de la leche de soya.....	18
2.3.6.12.	Beneficios de consumir leche de soya.....	18
2.4.	La leche en polvo.....	20
2.5.	Azúcar.....	21
2.6.	Cultivo lácteo.....	21

**CAPITULO III**  
**METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

3.1	Introducción.....	22
3.2	Descripción de equipos, materiales de laboratorio, materia prima e insumos. ....	22
3.2.1	Equipos.....	22
3.2.2	Instrumentos y material de laboratorio.....	26
3.2.3	Instrumentos de laboratorio.....	26
3.2.4	Material de laboratorio.....	27
3.2.5	Reactivos.....	28
3.2.6	utensilios de cocina.....	28
3.2.7	Materia prima e insumos alimentarios.....	29
3.3	Diagrama de bloque del proceso de elaboración de la leche de soya.....	30
3.3.1	Recepción del grano de soya.....	31
3.3.2	Pesado.....	31
3.3.3	Hidratado.....	32
3.3.4	Escaldado.....	32
3.3.5	Molienda.....	32
3.3.6	Filtración.....	33
3.3.7	Pasteurización.....	34
3.3.8	Enfriamiento.....	34
3.4	Diagrama de bloque del proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya.....	34
3.4.1	Descripción del proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya. ....	35
3.5	Normas y métodos para determinar los análisis físicoquímicos.....	40
3.5.1	Análisis físicoquímico de la materia prima.....	40

3.5.2	Análisis microbiológico de la materia prima.....	42
3.5.3	Análisis fisicoquímico del producto final.....	43
3.5.4	Análisis microbiológico del producto final.....	44
3.6.	Análisis sensorial.....	44
3.6.1.	Evaluación sensorial para determinar la muestra preliminar kumis enriquecido con leche de soya.....	45
3.6.2.	Evaluación sensorial para determinar las propiedades organolépticas del kumis enriquecido con leche de soya.....	45
3.6.3.	Evaluación sensorial para determinar la muestra final.....	45
3.6.4.	Evaluación sensorial en el producto terminado.....	46
3.7.	Diseño experimental.....	46
3.7.1.	Diseño experimental aplicado en la etapa de molienda para obtener la leche de soya.....	47
3.7.2.	Diseño experimental en la etapa de fermentación.....	48

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

4.1.	Características fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima.....	50
4.2.	Diseño experimental en la etapa de molienda para la obtención de la leche de soya.....	53
4.3.	Evaluación sensorial para elegir la muestra de leche de soya.....	54
4.3.1.	Análisis estadístico del atributo olor para las muestras de leche de soya.....	56
4.3.2.	Evaluación sensorial del atributo sabor para las muestras de leche de soya.....	57
4.3.3.	Análisis estadístico del atributo sabor para las muestras de leche de soya.....	59

4.4.	Evaluación sensorial para determinar la muestra preliminar del kumis enriquecido con leche de soya.....	60
4.4.1.	Evaluación sensorial del atributo sabor para la muestra preliminar.....	60
4.4.2.	Análisis estadístico del atributo sabor para las muestras preliminares.....	62
4.5	Evaluación sensorial para determinar las propiedades organolépticas del kumis enriquecido con leche de soya.....	63
4.5.1.	Evaluación sensorial para el atributo aroma del kumis enriquecido con leche de soya.....	64
4.5.1.1	Análisis estadístico del kumis con leche de soya para el atributo aroma.....	65
4.5.2.	Análisis sensorial para el atributo sabor del kumis enriquecido con leche de soya.....	66
4.5.2.1	Análisis estadístico para el atributo sabor del kumis enriquecido con leche de soya.....	68
4.5.3.	Análisis sensorial para el atributo consistencia del kumis enriquecido con leche de soya.....	69
4.5.3.1.	Análisis estadístico para el atributo consistencia del kumis con leche de soya.....	71
4.6.	Evaluación sensorial para determinar la muestra final del kumis enriquecido con leche de soya.....	72
4.6.1.	Evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la muestra final.....	73
4.6.2.	Análisis estadístico del atributo aroma para determinar la muestra final.....	75
4.6.3.	Evaluación sensorial para el atributo sabor para determinar la muestra final.....	76
4.6.3.1.	Análisis estadístico del atributo sabor para determinar la muestra final.....	77

4.6.4.	Evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar la muestra final.....	78
4.6.5.	Análisis estadístico del atributo consistencia para determinar la muestra final.....	80
4.7.	Evaluación sensorial del producto terminado.....	81
4.7.1.	Análisis estadístico de los atributos sensoriales del producto final.....	83
4.8.	Diseño experimental para determinar las variables en la etapa de fermentación del kumis enriquecido con leche de soya.....	84
4.9	Control de acidez en el proceso de fermentación para la elaboración de kumis enriquecido con leche de soya.....	86
4.10.	Características del producto terminado kumis enriquecido con leche de soya.....	88
4.10.1.	Análisis físicoquímico del producto terminado.....	88
4.10.2.	Análisis microbiológico del producto terminado.....	88
4.11.	Tabla comparativa de la información nutricional entre el producto terminado y el kumis de la muestra patrón.....	89
4.12.	Control de acidez del kumis enriquecido con leche de soya durante el almacenamiento sin conservante.....	90
4.13.	Balance de materia en el proceso de elaboración de la leche de soya.....	91
4.13.1.	Balance general de materia en el proceso de hidratación del grano de soya.....	93
4.13.2.	Balance de material en la etapa de molienda.....	94
4.12.3.	Balance de materia en la etapa de filtración.....	95
4.13.4.	Balance de materia en la etapa de pasteurización.....	96
4.13.5.	Rendimiento del proceso de obtención de la leche de soya.....	97
4.14.	Balance de materia en el proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya.....	97
4.14.1.	Balance de materia en la etapa de acondicionamiento.....	99

4.14.2.	Balance de materia en la etapa de filtración.....	100
4.14.3.	Balance de materia en la etapa de pasteurización.....	101
4.14.4.	Balance de materia en la etapa de pre-enfriado.....	102
4.14.5.	Balance de materia en la etapa de inoculación.....	103
4.14.6.	Rendimiento del proceso para la obtención del kumis enriquecido con leche de soya.....	104
4.15.	Balance de energía para el proceso de elaboración de leche de soya.....	104
4.15.1.	Balance de energía en el proceso de pasteurización de la leche de soya.....	104
4.16.	Balance de energía para el proceso de elaboración de kumis enriquecido con leche de soya.....	106
4.16.1.	Balance de energía en el proceso de pasteurización.....	107
4.16.2.	Cantidad de energía eléctrica requerida para la etapa de fermentación.....	110
4.16.3.	Costo de producción del kumis fortificado con leche de soya.....	110

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones.....	112
5.2.	Recomendaciones.....	115
	Bibliografía	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Información Nutricional del kumis.....	7
Tabla 2.2	Composición de la leche de vaca.....	9
Tabla 2.3	Características físicas de la leche de vaca.....	10
Tabla 2.4	Taxonomía de la planta de soya.....	13
Tabla 2.5	Composición media de las diferentes partes de la semilla o grano de soya (Glycine Max L).....	14
Tabla 2.6	Composición del grano de soya (Glycine Max).....	15
Tabla 2.7.	Características Fisicoquímicas de la leche de soya pasteurizada.....	18
Tabla 2.8.	Información Nutricional de la leche de soya.....	18
Tabla 3.1.	Materiales Utilizados en el análisis de la acidez del kumis enriquecido con leche de soya.....	28
Tabla 3.2.	Reactivos utilizados en la medición de la acidez del kumis enriquecido con leche de soya.....	28
Tabla 3.3.	Material a utilizar en el proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya.....	29
Tabla 3.4	Insumos del kumis enriquecido con leche de soya.....	29
Tabla 3.5	Normas y/o Métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas del grano de soya.....	41
Tabla 3.6.	Normas y/o Métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche de soya.....	41
Tabla 3.7	Métodos y/o normas para determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche de vaca.....	42
Tabla 3.8.	Métodos y/o normas para determinar los análisis microbiológicos de la leche de soya.....	42
Tabla 3.9.	Método y/o normas para determinar los análisis microbiológicos de la leche de soya.....	43

Tabla 3.10	Método y/o normas para determinar las propiedades fisicoquímicas del producto final.....	43
Tabla 3.11	Método y/o normas para determinar los análisis microbiológicos del producto final.....	44
Tabla 3.12	Diseño Factorial en la etapa de molienda.....	47
Tabla 3.13	Diseño experimental a ser utilizado en la etapa de molienda....	48
Tabla 3.14	Diseño factorial en la etapa de fermentación.....	48
Tabla 3.15	Diseño experimental en la etapa de fermentación.....	49
Tabla 4.1.	Composición Fisicoquímica del grano de soya.....	50
Tabla 4.2.	Composición fisicoquímica de la leche de soya.....	51
Tabla 4.3.	Análisis microbiológico de la leche de soya.....	51
Tabla 4.4	Composición fisicoquímica de la leche de vaca.....	52
Tabla 4.5	Análisis microbiológicos de la leche de vaca.....	52
Tabla 4.6	Contenido de sólidos solubles en la etapa de molienda para la obtención de leche de soya.....	53
Tabla 4.7	Análisis de varianza en la etapa de filtración para la obtención de leche de soya.....	54
Tabla 4.8	Valores promedio del atributo olor para la muestras de leche de soya.....	55
Tabla 4.9	Análisis de varianza del atributo olor para las muestras de leche de soya .....	57
Tabla 4.10	Valores promedios del atributo sabor para las muestras de leche de soya.....	58
Tabla 4.11	Análisis de varianza del atributo sabor para las muestras de leche de soya.....	59
Tabla 4.12	Valores promedios del atributo sabor para la muestra preliminar.....	61
Tabla 4.13	Análisis de varianza del atributo sabor para las muestras preliminares.....	62

Tabla 4.14	Valores promedios para el atributo aroma del kumis enriquecido con leche de soya.....	64
Tabla 4.15	Análisis de varianza para el atributo aroma del kumis enriquecido con leche de soya.....	66
Tabla 4.16	Valores promedios para el atributo sabor del kumis enriquecido con leche de soya.....	67
Tabla 4.17	Análisis de varianza para el atributo sabor del kumis enriquecido con leche de soya.....	69
Tabla 4.18	Valores promedios para el atributo consistencia del kumis enriquecido con leche de soya.....	70
Tabla 4.19	Análisis de varianza para el atributo consistencia del kumis enriquecido con leche de soya.....	72
Tabla 4.20	Valores promedios del atributo aroma para determinar la muestra final.....	74
Tabla 4.21	Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la muestra final.....	75
Tabla 4.22	Valores promedios del atributo sabor para determinar la muestra final.....	76
Tabla 4.23	Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final.....	78
Tabla 4.24	Valores promedios del atributo consistencia para determinar la muestra final.....	79
Tabla 4.25	Análisis de varianza del atributo consistencia para determinar la muestra final.....	80
Tabla 4.26	Valores de los atributos sensoriales del producto terminado Kumis enriquecido con leche de soya.....	82
Tabla 4.27	Análisis de varianza para los atributos sensoriales del producto terminado kumis enriquecido con leche de soya.....	84
Tabla 4.28	Acidez del kumis enriquecido con leche de soya.....	85

Tabla 4.29	Análisis de varianza para las variables del kumis enriquecido con leche de soya.....	86
Tabla 4.30	Variación de la acidez del kumis enriquecido con leche de soya en la etapa de fermentación.....	87
Tabla 4.31	Resultados del análisis fisicoquímico del producto terminado.....	88
Tabla 4.32	Análisis microbiológico del producto terminado kumis enriquecido con leche de soya.....	89
Tabla 4.33	Información nutricional del kumis fortificado con leche de soya.....	89
Tabla 4.34	Información nutricional de la muestra patrón.....	90
Tabla 4.35	Valores de acidez del kumis enriquecido con leche de soya.....	90
Tabla 4.36	Tabla de costos de insumos y materiales.....	110
Tabla 4.37	Tabla de gasto de energías durante el proceso.....	111

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1	Variación en la composición de las muestras para determinar las propiedades organolépticas del kumis enriquecido con leche de soya .....	63
Cuadro 4.2	variación en las muestras del kumis enriquecido con leche de soya .....	73

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1	Partes de la semilla de soya.....	14
Figura 3.1	Balanza de precisión.....	22
Figura 3.2	Termostato.....	23
Figura 3.3	Cocina Industrial.....	24
Figura 3.4	Freezer.....	25
Figura 3.5	Licuadaora.....	25
Figura 3.6	Termómetro.....	26
Figura 3.7	Refractómetro.....	27
Figura 3.8	Diagrama del proceso de elaboración de leche de soya.....	30
Figura 3.9	Recepción del grano de soya.....	31
Figura 3.10	Pesado del grano de soya.....	31
Figura 3.11	Hidratación del grano de soya.....	32
Figura 3.13	Molienda del grano de soya.....	33
Figura 3.14	Etapas de filtración.....	33
Figura 3.15	Pasteurización de la leche de soya.....	35
Figura 3.16.	Diagrama de bloque para la elaboración del kumis enriquecido con leche de soya.....	35
Figura 3.18	Etapas de filtración.....	37
Figura 3.19	Etapas de pasteurización.....	38
Figura 3.20	Etapas de inoculación.....	39
Figura 3.21.	Etapas de fermentación.....	39
Figura 4.1	valores promedios del atributo olor para las muestras de leche de soya.....	56
Figura 4.2	Valores promedios del atributo sabor para las muestras de leche de soya.....	59
Figura 4.3	Valores promedios del atributo sabor para las muestras preliminares .....	62

Figura 4.4	Valores promedios para el atributo aroma del kumis enriquecido con leche de soya.....	65
Figura 4.5	Valores promedios para el atributo sabor del kumis enriquecido con leche de soya.....	68
Figura 4.6	Valores promedios para el atributo consistencia del kumis enriquecido con leche de soya.....	71
Figura 4.7	Valores promedios del atributo aroma para determinar la muestra final .....	75
Figura 4.8	Valores promedios del atributo sabor para determinar la muestra final .....	77
Figura 4.9	Valores promedios del atributo consistencia para determinar la muestra final .....	80
Figura 4.10	Valores promedios de los atributos sensoriales del producto terminado Kumis enriquecido con leche de soya.....	83
Figura 4.11	Variación de la acidez del kumis enriquecido con leche de soya en la etapa de fermentación.....	87
Figura 4.12	Control de acidez en la etapa de almacenamiento del kumis enriquecido con leche de soya .....	91
Figura 4.13	Diagrama de bloque en la elaboración de leche de soya.....	92
Figura 4.14	Etapa de hidratado.....	93
Figura 4.15	Etapa de molienda.....	94
Figura 4.16	Etapa de filtración.....	95
Figura 4.17	Etapa de pasteurización.....	96
Figura 4.18	Proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya .....	98
Figura 4.19	Etapa de acondicionamiento.....	99
Figura 4.20	Etapa de filtrado.....	100
Figura 4.21	Etapa de pasteurización.....	101
Figura 4.22	Etapa de pre-enfriado.....	102
Figura 4.23	Etapa de inoculación.....	103

Figura 4.24	Balance de energía en la etapa de pasteurización.....	105
Figura 4.25	Balance de energía en la etapa de pasteurización.....	107