

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL
SARACHO”**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

**DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS
DE LOS ALIMENTOS**

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**“ELABORACIÓN DE YOGURT AFLANADO ENRIQUECIDO CON
CHÍA”**

POR: David Felipe Nina Paredes

Trabajo final de grado presentado a consideración de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Tarija – Bolivia
2014

Vo.Bo.

.....
Ing. José Johnny Mercado R.
DOCENTE GUIA

.....
Ing. Ernesto Álvarez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

.....
Ing. Silvana Paz
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

.....
Ing. Jesús Zamora
DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO
DE BIOTECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

El Tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas responsabilidades del autor.

DEDICATORIA

Este trabajo de grado va dedicado a mis padres Adolfo Celso Nina Choque y Emma Eva Paredes Rueda por todo el apoyo incondicional que me dieron, por guiarme, cuidarme, educarme, comprenderme en el transcurso de mi formación y a mis hermanas por todo el apoyo que me dieron.

A Dios por habernos dado inteligencia, paciencia y ser nuestro guía en nuestras vidas.

A mis amigos (as) que de una u otra forma me apoyaron y dieron ánimos para terminar el trabajo de grado.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a mi docente guía el ingeniero Weimar Torrejón por guiarme en el desarrollo del trabajo de grado.

Al Ingeniero Jesús Zamora por aconsejarme en algunos problemas que se dio en el trabajo de grado.

Se agradece en especial al Ingeniero Erick Ramírez por todo el apoyo que me dio al inicio y al final del trabajo de grado.

También se agradece a los docentes de carrera de ingeniería de alimentos por el aporte de sus conocimientos durante toda mi formación académica.

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
1.1.- 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.....	5
1.6.- Formulación de la hipótesis general.....	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.- Origen del yogurt.....	6
2.1.1.- Tipos de yogurt.....	6
2.1.2.- Yogurt afluado.....	7
2.1.3.- Yogurt probiótico.....	7
2.1.4.- Composición química del yogurt natural.....	8
2.1.5.- Vitaminas y minerales más sobresalientes del yogurt natural.....	9
2.1.6.- Beneficios del consumo del yogurt natural.....	10
2.1.7.- Requisitos organolépticos del yogurt natural.....	11
2.2.- Materias primas e insumos para la elaboración del yogurt natural afluado enriquecido con chíá.....	12
2.2.1.- Leche.....	12

2.2.2.-Características de la leche.....	13
2.2.2.1.- Propiedades físicas de la leche.....	13
2.2.2.2.- Propiedades químicas de la leche.....	14
2.2.2.3.- Propiedades microbiológicas de la leche.....	20
2.2.2.- Sacarosa.....	21
2.2.3.- Colorantes.....	22
2.2.4.- Leche en polvo.....	22
2.2.5.- Cultivo del yogurt.....	23
2.2.5.1.- Descripción de los microorganismos presentes en la fermentación de la leche.....	23
2.2.6.- Saborizantes.....	24
2.2.7.- La chía.....	24
2.2.7.1.- Clasificación botánica de la chía.....	25
2.2.7.2.- Composición química de la chía.....	26
2.2.7.3.- Ventajas de la semilla de chía.....	27
2.2.7.4.- Beneficios de la chía.....	29
2.2.7.5.- Dosificación recomendada.....	30

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.- Desarrollo de la parte experimental.....	31
3.2.- Equipos y material de laboratorio.....	31
3.2.1.- Equipos de proceso.....	31
3.2.2.- Instrumento de laboratorio y material de laboratorio.....	33
3.2.2.1.- Instrumento de laboratorio.....	33
3.2.2.2.- Material de laboratorio.....	35
3.2.2.3.- Utensilios de cocina.....	36

3.3.-	Reactivos e insumos.....	36
3.3.1.-	Reactivos químicos.....	36
3.3.2.-	Insumos alimentarios.....	37
3.4.-	Diagrama de proceso para la elaboración de yogurt aflanado enriquecido con chía.....	37
3.4.1.-	Descripción del diagrama de flujo.....	39
3.4.1.1.-	Recepción de la leche.....	39
3.4.1.2.-	Estandarización de la leche.....	39
3.4.1.3.-	Pasteurización.....	40
3.4.1.4.-	Enfriamiento.....	40
3.4.1.5.-	Inoculación.....	40
3.4.1.6.-	Envasado.....	41
3.4.1.7.-	La fermentación.....	41
3.4.1.8.-	Enfriamiento y tapado.....	41
3.5.-	Caracterización de la materia prima.....	42
3.5.1.-	Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	42
3.5.2.-	Análisis microbiológico de la materia prima.....	43
3.6.-	Caracterización de las variables del proceso.....	44
3.6.1.-	Diseño experimental.....	44
3.6.2.-	Diseño experimental en la etapa de fermentación.....	45
3.6.3.-	Evaluación sensorial.....	46
3.6.3.1.-	Evaluación sensorial para determinar la muestra patrón.....	47
3.6.3.2.-	Evaluación sensorial para determinar la cantidad de leche en polvo a utilizar en el proceso de fermentación.....	47
3.6.3.3.-	Evaluación sensorial en el diseño factorial para determinar el proceso de fermentación.....	47
3.6.3.4.-	Evaluación sensorial para comparar el producto con la muestra patrón.....	47
3.6.3.5.-	Evaluación sensorial producto terminado.....	48
3.7.-	Caracterización del producto.....	48
3.7.1.-	Análisis fisicoquímicos del producto terminado.....	48

3.7.2.- Análisis microbiológico del producto terminado.....	49
---	----

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.- Características físicoquímicas y microbiológicas de la materia prima.....	50
4.2 Evaluación sensorial para determinar la muestra patrón.....	52
4.2.1 Evaluación sensorial para determinar la muestra patrón atributo color.....	53
4.2.1.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo color.....	53
4.2.2 Evaluación sensorial para determinar la muestra patrón atributo sabor.....	54
4.2.2.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo sabor.....	56
4.2.3 Evaluación sensorial para determinar la muestra patrón atributo textura.....	57
4.2.3.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo textura.....	57
4.2.4 Evaluación sensorial para determinar la muestra patrón atributo acidez.....	57
4.2.4.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo acidez.....	58
4.2.5 Evaluación sensorial para determinar la muestra patrón atributo consistencia.....	59
4.2.5.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo consistencia.....	60
4.3 Determinación de la muestra patrón (encuestas).....	60
4.3.1 Determinación del tipo de sabor.....	61
4.3.2 Determinación del color.....	61
4.3.3 Preferencia de los atributos.....	62
4.4 Evaluación sensorial para la determinación de los sólidos solubles requeridos para el yogurt aflanado.....	63
4.4.1 Evaluación sensorial para la determinación de los sólidos solubles requeridos para el yogurt aflanado atributo textura.....	63
4.4.1.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo textura.....	64

4.4.2	Evaluación sensorial para la determinación de los sólidos solubles requeridos para el yogurt aplanado atributo consistencia.....	65
4.4.2.1	Determinación del cuadro ANVA para atributo consistencia.....	65
4.5.-	Evaluación sensorial en la fermentación del yogurt aplanado.....	66
4.5.1	Evaluación sensorial en el proceso de fermentación final para determinar el atributo sabor.....	66
4.5.1	Evaluación sensorial en el proceso de fermentación final para determinar el atributo sabor.....	66
4.5.1.1	Determinación del cuadro ANVA para atributo sabor.....	67
4.5.1.2	Prueba de Duncan para el atributo sabor en el proceso de fermentación final.....	68
4.5.2	Evaluación sensorial en el proceso de fermentación final para determinar el atributo textura.....	70
4.5.2.1	Determinación del cuadro ANVA para atributo textura.....	71
4.5.3	Evaluación sensorial en el proceso de fermentación final para determinar el atributo acidez.....	72
4.5.3.1	Determinación del cuadro ANVA para atributo acidez.....	72
4.5.3.2	Prueba de Duncan para el atributo acidez en el proceso de fermentación final.....	73
4.5.4	Evaluación sensorial en el proceso de fermentación final para determinar el atributo consistencia.....	75
4.5.4.1	Determinación del cuadro ANVA para atributo consistencia.....	76
4.5.4.2	Prueba de Duncan para el atributo consistencia en el proceso de fermentación final.....	76
4.6.	Evaluación sensorial para comparar el producto elaborado con la muestra patrón.....	78

4.6.1 Evaluación sensorial para comparar el producto elaborado con la muestra patrón el atributo sabor.....	78
4.6.1.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo sabor.....	79
4.6.2 Evaluación sensorial para comparar el producto elaborado con la muestra patrón el atributo textura.....	79
4.6.2.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo textura.....	80
4.6.3 Evaluación sensorial para comparar el producto elaborado con la muestra patrón el atributo acidez.....	81
4.6.3.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo acidez.....	82
4.6.4 Evaluación sensorial para comparar el producto elaborado con la muestra patrón en el atributo consistencia.....	83
4.6.4.1 Determinación del cuadro ANVA para atributo consistencia.....	84
4.6.4.2 Prueba de Duncan para el atributo consistencia en el proceso de fermentación final.....	84
4.7 Evaluación sensorial en el producto final.....	85
4.7.1 Determinación del cuadro ANVA para los atributos.....	86
4.8.- Diseño experimental para determinar las variables del proceso de fermentación.....	87
4.9.- Control de pH del yogurt durante su almacenamiento.....	88
4.10.- Características fisicoquímicas y microbiológicas del producto final.....	90
4.10.1.- Rangos microbiológicos aceptables del yogurt.....	91
4.11.- Proceso de elaboración de yogurt afluado enriquecido con chía.....	92
4.11.1.- Proceso de elaboración de yogurt afluado enriquecido con chía.....	93
4.12.- Balance de materia.....	94
4.12.1.-Balance de materia en el proceso de estandarización de la leche.....	95
4.12.2.- Balance de materia en el proceso de filtración de la leche.....	95

4.12.3.- Balance de materia en el proceso de pasteurización de la leche.....	96
4.12.4.- Balance de materia en el proceso de pre enfriamiento.....	97
4.12.5.- Balance de materia en el proceso de inoculación de la leche.....	97
4.12.6.- Balance de materia en el proceso de dosificación de la chía.....	98
4.13.- Balance de energía.....	99
4.13.1.- Balance de energía en el proceso de pasteurización de la leche.....	99
4.13.2.-Cantidad de calor para la pasteurización a 85°C.....	100
4.13.3.-Cantidad de energía necesaria para el tratamiento térmico de la chía.....	101
4.13.4.- Cantidad de energía necesaria para el proceso de fermentación a 45°C.....	101

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	103
5.2.- Recomendaciones.....	106

INDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla 1.1 Producción de yogurt por las empresas lácteas de la región.....	2
Tabla 2.1 Nutrientes del yogurt natural.....	9
Tabla 2.2 Contenido de vitaminas y minerales de yogurt natural.....	9
Tabla 2.3 Composición física de la leche.....	14
Tabla 2.4 Composición de la leche de vaca.....	15

Tabla 2.5	Concentración de minerales en la leche.....	18
Tabla 2.6	Concentración de vitaminas liposolubles.....	19
Tabla 2.7	Concentración de vitaminas hidrosolubles.....	19
Tabla 2.8	Clasificación botánica de la chía.....	26
Tabla 2.9	Comparación de semillas oleaginosas con omega 3.....	26
Tabla 2.10	Información Nutricional de la semilla de chía.....	27
Tabla 3.1	Material de laboratorio a utilizar en la elaboración de yogurt aflanado enriquecido con chía.....	35
Tabla 3.2	Material de cocina a utilizar en la elaboración de yogurt aflanado enriquecido con Chía.....	36
Tabla 3.3	Reactivos a utilizar en la elaboración del producto.....	36
Tabla 3.4	Insumos alimentarios a utilizar en la elaboración del producto.....	37
Tabla 3.5	Análisis fisicoquímico y minerales de la leche y chía.....	43
Tabla 3.6	Análisis microbiológico de la leche pasteurizada.....	43
Tabla 3.7	Análisis microbiológico de la chía sobre el tratamiento térmico.....	43
Tabla 3.8	Diseño factorial en la etapa de fermentación.....	45
Tabla 3.9	Diseño experimental en la etapa de fermentación.....	46
Tabla 3.10	Análisis fisicoquímico del producto final.....	49
Tabla 3.11	Análisis microbiológico del producto final.....	49
Tabla 4.1	Análisis fisicoquímico y minerales de la leche y chía.....	50
Tabla 4.2	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la leche.....	51
Tabla 4.3	Análisis microbiológico de la chía sobre el tratamiento térmico.....	51
Tabla 4.4	Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	52
Tabla 4.5	Análisis de varianza (ANVA) para el atributo color en la muestra patrón..	54
Tabla 4.6	Análisis de varianza (ANVA) para el atributo sabor en la muestra patrón.....	55
Tabla 4.7	Análisis de varianza (ANVA) para el atributo textura en la muestra patrón.....	57
Tabla 4.8	Análisis de varianza (ANVA) para el atributo acidez en la muestra patrón.....	58

Tabla 4.9 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo consistencia en la muestra patrón.....	60
Tabla 4.10 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo textura para solidos Solubles.....	64
Tabla 4.11 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo consistencia para solidos solubles.....	66
Tabla 4.12 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo sabor para el proceso de fermentación.....	68
Tabla 4.13 Análisis de los tratamientos en atributo sabor para el proceso de fermentación.....	69
Tabla 4.14 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo textura para el proceso de fermentación.....	71
Tabla 4.15 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo acidez para el proceso de fermentación.....	73
Tabla 4.16 Análisis de los tratamientos en atributo acidez para el proceso de fermentación.....	74
Tabla 4.17 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo consistencia para el proceso de fermentación.....	76
Tabla 4.18 Análisis de los tratamientos en el atributo consistencia para el proceso de fermentación.....	77
Tabla 4.19 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo sabor para comparar el producto.....	79
Tabla 4.20 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo textura para comparar el producto.....	81
Tabla 4.21 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo acidez para comparar el producto.....	82
Tabla 4.22 Análisis de varianza (ANVA) para el atributo consistencia para comparar el producto.....	84
Tabla 4.23 Análisis de los tratamientos en el atributo consistencia en fermentación final.....	85

Tabla 4.24 Análisis de varianza (ANVA) para los atributos en el producto final.....	86
Tabla 4.25 Diseño experimental en el proceso de fermentación.....	87
Tabla 4.26 Análisis de varianza para las variables del proceso de fermentación.....	88
Cuadro 4.1 Valores del pH del yogurt aflanado enriquecido con chía.....	89
Tabla 4.27 Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final.....	90
Tabla 4.28 Rangos aceptables del yogurt.....	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Formación de glóbulos de grasa.....	17
Figura 2.2 Formación de la lactosa.....	20
Figura 3.1 Diagrama de proceso de elaboración de yogurt aflanado enriquecido con chía.....	38
Figura 4.1 Atributo color para determinar la muestra patrón.....	53
Figura 4.2 Atributo color para determinar la muestra patrón.....	55
Figura 4.3 Atributo textura para determinar la muestra patrón.....	56
Figura 4.4 Atributo acidez para determinar la muestra patrón.....	58
Figura 4.5 Atributo consistencia para determinar la muestra patrón.....	59
Figura 4.6 Determinación de sabor.....	61
Figura 4.7 Preferencia de color.....	62
Figura 4.8 Preferencia de atributos.....	62
Figura 4.9 Atributo textura para determinar los sólidos solubles.....	63
Figura 4.10 Atributo consistencia para determinar los sólidos solubles.....	65
Figura 4.11 Atributo sabor en el proceso de fermentación.....	67
Figura 4.12 Atributo textura en el proceso de fermentación.....	70
Figura 13 Atributo acidez en el proceso de fermentación.....	72
Figura 4.14 Atributo consistencia en el proceso de fermentación.....	75
Figura 4.15 Atributo sabor en la comparación con la muestra patrón.....	78

Figura 4.16 Atributo textura en la comparación con la muestra patrón.....	80
Figura 4.17 Atributo acidez en la comparación con la muestra patrón.....	82
Figura 4.18 Atributo consistencia en la comparación con la muestra patrón.....	83
Figura 4.19 Atributos del producto final.....	85