

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos

Carrera de Ingeniería de Alimentos



**“ELABORACIÓN DE YOGUR ENRIQUECIDO CON PULPA
DE ZANAHORIA”**

Por:

Sandra Yovanna Lipa Pantoja

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.

Agosto, 2012

Tarija-Bolivia

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA.

*Quiero dedicar este trabajo:
A mis padres Marcelo Lipa y Roxana
Pantoja, ya que ellos son mi ejemplo a
seguir, siempre me animaron a luchar
por mis sueños confiando en Dios.*

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por ser mi preceptor y guía en este proyecto de investigación.

A mi profesor guía Ing. Erick por su dedicación y orientación en la realización de este trabajo de investigación.

A todos los docentes de la carrera de Ing. de Alimentos por haber podido compartir con ellos la experiencia de aprender.

A mi familia por todo su amor y apoyo incondicional, especialmente a mi hermano Marcelo Lipa.

Y a todos aquellos que de alguna manera han colaborado en la realización de este proyecto.

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Justificación.....	4
1.3.	Objetivos.....	4
1.3.1.	Objetivo general.....	5
1.3.2.	Objetivos específicos.....	5
1.4.	Formulación del problema.....	6
1.5.	Formulación de la hipótesis general.....	6

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	Características generales de la leche	7
2.1.1.	Características organolépticas de la leche de vaca.....	8
2.1.2.	Propiedades físicas de la leche de vaca.....	9
2.1.3.	Propiedades químicas de la leche	11
2.1.4.	Composición fisicoquímica de la leche	12
2.1.5.	Propiedades nutricionales de la leche.....	16
2.1.6.	Microbiología de la leche	16
2.1.7.	Tipos de leche	18
2.1.8.	Tratamientos térmicos de la leche.....	18
2.2.	Características de la leche fermentada	18
2.2.1.	Generalidades del yogur.....	20
2.2.2.	Clasificación del yogur.....	20
2.2.3.	Composición nutricional del yogur.....	20
2.2.4.	Fermentación.....	23
2.2.4.1.	Fermentación ácido láctica.....	23
2.2.5.	Tecnología de elaboración del yogur	24

2.2.6.	Problemas durante la elaboración del yogur.....	28
2.2.6.1.	Defectos del aspecto y textura en el yogur.....	28
2.2.6.2.	Defectos del sabor en el yogur.....	29
2.2.7.	Insumos y aditivos para la elaboración de yogur.....	29
2.2.7.1.	Cultivos iniciadores.....	30
2.2.7.2.	Saborizantes.....	31
2.2.7.3.	Colorantes.....	31
2.2.7.4.	Conservantes.....	32
2.3.	Origen de la zanahoria.....	32
2.3.1.	Botánica de la planta de zanahoria.....	33
2.3.2.	Descripción taxonómica de la raíz de zanahoria.....	34
2.3.3.	Información nutricional de la raíz de zanahoria.....	34
2.3.4.	Morfología de la planta de zanahoria.....	35
2.3.5.	Organología de la zanahoria... ..	36
2.3.6.	Propiedades medicinales de la zanahoria.....	37
2.3.7.	La zanahoria como materia prima.....	38
2.3.8.	Insumos para la elaboración de pulpa de zanahoria.....	38
2.3.8.1.	Azúcar.....	39
2.3.8.2.	Benzoato de sodio.....	39

CAPÍTULO III METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1.	Introducción.....	40
3.2.	Descripción de equipos, instrumentos, materiales de laboratorio, insumos, materias primas y reactivos.....	40
3.2.1.	Equipos.....	40
3.2.2.	Instrumentos de laboratorio.....	41
3.2.3.	Materiales de laboratorio.....	43
3.2.4.	Materia prima.....	43
3.2.5.	Insumos alimentarios.....	44

3.2.6.	Reactivos químicos de laboratorio.....	44
3.3.	Metodología del proceso de elaboración de pulpa de zanahoria.....	44
3.3.1.	Descripción técnica del proceso	46
3.3.1.1.	Recepción de la materia prima.....	46
3.3.1.2.	Lavado.....	46
3.3.1.3.	Pesado.....	46
3.3.1.4.	Pelado.....	46
3.3.1.5.	Rallado.....	47
3.3.1.6.	Pre-cocción.....	47
3.3.1.7.	Colado.....	47
3.3.1.8.	Dosificación.....	47
3.3.1.9.3	Concentración.....	48
3.3.1.10.	Adición del conservante.....	48
3.3.1.11.	Envasado.....	48
3.3.1.12.	Enfriamiento.....	49
3.3.1.13.	Almacenamiento.....	49
3.4.	Metodología del proceso de elaboración de yogurt de zanahoria.....	49
3.4.1.	Descripción técnica del proceso	51
3.4.1.1.	Recepción y control de la materia prima.....	51
3.4.1.2.	Dosificación.....	51
3.4.1.3.	Filtración.....	52
3.4.1.4.	Pasteurización.....	52
3.4.1.5.	Pre - enfriamiento.....	52
3.4.1.6.	Adición del cultivo	52
3.4.1.7.	Fermentación.....	53
3.4.1.8.	Enfriamiento.....	53
3.4.1.9.	Saborización del yogur.....	53
3.4.1.10.	Envasado.....	54
3.4.1.11.	Almacenamiento.....	54
3.5.	Metodología para la obtención de resultados.....	54

3.5.1.	Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y el producto.....	55
3.5.1.1.	Normas y métodos para las propiedades fisicoquímicas.....	56
3.5.2.	Normas y métodos para el análisis microbiológico.....	56
3.5.3.	Análisis sensorial.....	
3.5.3.1.	Evaluación sensorial para determinar el tamaño de las rallas de zanahoria en la elaboración de pulpa.....	57
3.5.3.2.	Evaluación sensorial para determinar el tiempo de tratamiento térmico en el proceso de pre-cocción de las rallas de zanahoria.....	58
3.5.3.3.	Evaluación sensorial para determinar el grado de dulzor en la pulpa de zanahoria	58
3.5.3.4.	Evaluación sensorial para determinar la saborización del yogur.....	59
3.5.3.5.	Evaluación sensorial del producto final.....	59
3.5.4.	Diseño experimental.....	59
3.5.4.1.	Diseño experimental en la etapa de pre- cocción.....	
3.5.4.2.	Diseño experimental en la etapa de concentración de la pulpa de zanahoria.....	61

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.	Características fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima.....	63
4.2.	Elaboración de pulpa de zanahoria.....	64
4.2.1.	Determinación del tamaño de las rallas de zanahoria.....	64
4.2.1.1.	Evaluación sensorial para determinar el tamaño de las rallas de zanahoria para la elaboración de pulpa de.....	65
4.2.2.	Determinación del tiempo de tratamiento térmico en el proceso de pre-cocción de las rallas de zanahoria.....	66
4.2.2.1.	Evaluación sensorial para determinar el tiempo de tratamiento térmico en el proceso de pre-cocción de las rallas de zanahoria.....	67
4.2.2.2.	Diseño experimental para determinar las variables del proceso de pre-cocción.....	68

4.2.3.	Determinación del grado de dulzor en la pulpa de zanahoria para el proceso de dosificación del yogur de zanahoria.....	70
4.2.3.1.	Evaluación sensorial para determinar el grado de dulzor de la pulpa de zanahoria.....	71
4.2.3.2.	Diseño experimental para determinar las variables en el proceso de concentración de la pulpa de zanahoria.....	72
4.2.3.3.	Variación (°Brix) en el proceso de la concentración de pulpa de zanahoria.....	73
4.2.4.	Determinación de los atributos sensoriales del yogur enriquecido con pulpa de zanahoria en el proceso de saborización.....	75
4.2.4.1.	Evaluación sensorial para determinar el atributo textura del yogur enriquecido con pulpa de zanahoria.....	75
4.2.4.2.	Evaluación sensorial para determinar el atributo sabor del yogur enriquecido con pulpa de zanahoria.....	77
4.2.4.3.	Evaluación sensorial para determinar el atributo aroma del yogur enriquecido con pulpa de zanahoria.....	78
4.2.4.4.	Evaluación sensorial para determinar el atributo color del yogur enriquecido con pulpa de zanahoria.....	80
4.2.4.4.1	Prueba de Duncan para el atributo color en el proceso de saborización.....	80
4.3.	Características del producto terminado.....	81
4.3.1.	Análisis fisicoquímico del producto terminado.....	81
4.3.2.	Análisis microbiano del producto terminado.....	82
4.3.3.	Evaluación sensorial del producto terminado.....	83
4.3.4.	Control de pH del producto terminado en el proceso de almacenamiento.	84
4.4.	Balance de materia de la pulpa de zanahoria.....	86
4.4.1.	Balance de materia en el proceso de pelado y rallado.....	88
4.4.2.	Balance de materia en el proceso de pre-cocción.....	88
4.4.3.	Balance de materia en el proceso de dosificación.....	89
4.4.4.	Balance de materia en el proceso de concentración.....	90
4.5.	Balance de energía para la elaboración de pulpa de zanahoria.....	91
4.5.1.	Balance de energía en el proceso de pre-cocción.....	91

4.5.2	Balance de energía en el proceso de concentración.....	95
4.6.	Balance de materia para el yogur enriquecido con pulpa de zanahoria....	97
4.6.1	Balance de materia en el proceso de dosificación.....	99
4.6.2	Balance de materia en el proceso de filtración.....	100
4.6.3	Balance de materia en el proceso de pasteurización.....	100
4.6.4.	Balance de materia en el proceso de inoculación.....	101
4.6.5	Balance de materia en el proceso de saborización.....	101
4.7.	Balance de energía para la elaboración de yogur.....	103
4.7.1	Balance de energía en el proceso de pasteurización.....	104

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	107
5.2.	Recomendaciones.....	110
	Bibliografía.....	111

Anexos

Índice de tablas

		Página
Tabla 2.1	Composición fisicoquímica de la leche de diversos mamíferos.....	12
Tabla 2.2	Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche.....	15
Tabla 2.3	Contenido nutricional del yogur de leche pasteurizada.....	21
Tabla 2.4	Taxonomía de la zanahoria.....	34
Tabla 2.5	Información nutricional de la zanahoria cruda.....	35
Tabla 3.1	Materiales para la elaboración de yogur enriquecido con pulpa de zanahoria.....	43
Tabla 3.2	Insumos utilizados en la elaboración del producto.....	44
Tabla 3.3	Reactivos utilizados en la elaboración del producto.....	44
Tabla 3.4	Análisis fisicoquímico de la leche pasteurizada, zanahoria, pulpa de zanahoria y producto.....	55
Tabla 3.5	Normas y métodos para determinar propiedades fisicoquímicas.....	56
Tabla 3.6	Normas y métodos para determinar el análisis microbiológico.....	56
Tabla 3.7	Variación de los factores en el proceso de pre-cocción de la pulpa de zanahoria.....	60
Tabla 3.8	Diseño factorial en la etapa de pre-cocción de la pulpa de zanahoria.....	60
Tabla 3.9	Variación de los factores en el proceso de dosificación.....	61
Tabla 3.10	Diseño factorial en la etapa de concentración.....	62
Tabla 4.1	Composición fisicoquímica y microbiológica de la leche pasteurizada y la zanahoria.....	63
Tabla 4.2	Valores de la evaluación sensorial para determinar el tamaño de las rallas de zanahoria.....	65
Tabla 4.3	Análisis de varianza para determinar el tamaño de las rallas de zanahoria.....	66
Tabla 4.4	Valores de la evaluación sensorial para determinar el tiempo de tratamiento térmico de las rallas de zanahoria.....	67
Tabla 4.5	Análisis de varianza para determinar el tiempo de tratamiento térmico de las rallas de zanahoria.....	68

Tabla 4.6	Resultados del contenido de humedad en el proceso de pre-cocción de las rallas de zanahoria.....	69
Tabla 4.7	Análisis de varianza para las variables del proceso de pre-cocción....	69
Tabla 4.8	Valores de la evaluación sensorial del grado de dulzor en la pulpa de zanahoria.....	70
Tabla 4.9	Análisis de varianza para las variables del grado de dulzor.....	71
Tabla 4.10	Porcentaje de (°Brix) de la pulpa de zanahoria.....	72
Tabla 4.11	Análisis de varianza para las variables del proceso de dosificación...	73
Tabla 4.12	Variación de sólidos solubles en la pulpa de zanahoria.....	74
Tabla 4.13	Evaluación sensorial del yogur enriquecido con pulpa de zanahoria para determinar la saborización.....	75
Tabla 4.14	Análisis de varianza para el atributo textura del yogur de zanahoria..	76
Tabla 4.15	Análisis de varianza para el atributo sabor del yogur de zanahoria...	78
Tabla 4.16	Análisis de varianza para el atributo aroma del yogur de zanahoria	79
Tabla 4.17	Prueba de Duncan para el atributo color.....	81
Tabla 4.18	Análisis fisicoquímico de la pulpa y yogur enriquecido con pulpa de zanahoria.....	82
Tabla 4.19	Análisis microbiológico del producto terminado.....	82
Tabla 4.20	Evaluación sensorial de los atributos del producto terminado.....	83
Tabla 4.21	Análisis de varianza para los atributos sensoriales del producto final.....	84

Índice de cuadros

	Página	
Cuadro 4.1	Valores de pH del yogurt enriquecido con pulpa de zanahoria y yogur batido.....	85

Índice de figuras

	Página
Figura 2.1 La zanahoria.....	33
Figura 2.2 Corte transversal de la zanahoria.....	42
Figura 3.1 Balanza electrónica.....	40
Figura 3.2 Balanza Analítica.....	41
Figura 3.3 Refractómetro	42
Figura 3.4 Termómetro.....	42
Figura 3.5 pH-metro de bolsillo.....	42
Figura 3.6 Diagrama del proceso de elaboración de pulpa de zanahoria.....	45
Figura 3.7 Diagrama del proceso de elaboración de yogur enriquecido con pulpa de zanahoria.....	50
Figura 4.1 Valores de la evaluación sensorial para determinar el tamaño de las rallas de zanahoria.....	65
Figura 4.2 Valores de la evaluación sensorial para determinar el tiempo de tratamiento térmico de las rallas de zanahoria.....	67
Figura 4.3 Valores del grado de dulzor en la pulpa de zanahoria.....	71
Figura 4.4 Variación de la concentración de los sólidos solubles en la pulpa de zanahoria.....	74
Figura 4.5 Valores promedio del atributo textura en el proceso de saborización.....	76
Figura 4.6 Valores promedio del atributo sabor en el proceso de saborización.....	77
Figura 4.7 Valores promedio del atributo aroma en el proceso de saborización.....	79
Figura 4.8 Valores promedio del atributo color en el proceso de saborización..	80
Figura 4.9 Atributos sensoriales del yogur enriquecido con pulpa de zanahoria.....	83
Figura 4.10 Control de pH en el proceso de almacenamiento del yogur enriquecido con pulpa de zanahoria y yogur batido.....	86
Figura 4.11 Proceso de elaboración de pulpa de zanahoria.....	87

Figura 4.12	Balance de materia en el proceso de pelado y rallado.....	88
Figura 4.13	Balance de materia en el proceso de pre-cocción.....	88
Figura 4.14	Balance de materia en el proceso de dosificación.....	89
Figura 4.15	Balance de materia en el proceso de concentración.....	90
Figura 4.16	Resumen del balance de materia del proceso de elaboración de pulpa de zanahoria.....	91
Figura 4.17	Balance de energía en el proceso de pre-cocción.....	92
Figura 4.18	Proceso de elaboración de yogurt enriquecido con pulpa de zanahoria.....	98
Figura 4.19	Balance de materia en el proceso de dosificación.....	99
Figura 4.20	Balance de materia en el proceso de filtración.....	100
Figura 4.21	Balance de materia en el proceso de pasteurización.....	100
Figura 4.22	Balance de materia en el proceso de inoculación.....	101
Figura 4.23	Balance de materia en el proceso de saborización.....	102
Figura 4.24	Resumen del balance de materia del proceso de elaboración de yogur enriquecido con pulpa de zanahoria.....	103