

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**ELABORACIÓN DE YOGURT AFLANADO CON
ALMIDÓN DE ACHIRA**

POR:

ANYOLIE PAOLITA GIRA DONAIRE

Trabajo final de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

NOVIEMBRE, 2020

TARIJA – BOLIVIA

V” B”

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez
Gozalves
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro
Figuroa
VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
Ing. Jesús Zamora Gutiérrez
DIRECTOR
DPTO. BIOTECNOLOGÍA Y
CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

.....
Ing. Erick Ramírez Ruiz
DOCENTE GUIA

.....
Ing. José Johnny Mercado Rojas
TRIBUNAL CALIFICADOR

.....
Ing. Mirtha Rosa Cuellar Solano
TRIBUNAL CALIFICADOR

.....
Ing. Cecilia Giovanna Calderón Pérez
TRIBUNAL CALIFICADOR

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

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza para seguir adelante y nunca decaer, por bendecirme con una maravillosa familia y cruzar por mi camino a personas que jamás olvidare.

A mi madre que ha estado siempre a mi lado en todo momento, brindándome su apoyo incondicional; a mis queridos tíos Firmo y Ciro por a verme apoyado durante los años de estudios para alcanzar mi más anhelada formación profesional y con mucho cariño a mi novio Ervin por brindarme su apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Al L.T.A, y al personal del área de lácteos por haberme permitido realizar la parte experimental y el apoyo profesional de mi trabajo de grado.

A mi docente guía Ing. Erick Ramírez, por su permanente asesoramiento y sus conocimientos impartidos; gracias a su valiosa ayuda para concluir el presente trabajo.

A todos los docentes de la carrera de ingeniería de alimentos, por su sabiduría, paciencia y consejos para mi formación académica.

A mi querida madre y tíos, por el apoyo y comprensión durante el tiempo de estudio profesional.

A mi novio por brindarme su apoyo incondicional y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron en la realización del presente trabajo.

PENSAMIENTO

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa” (Mahatma Gandhi)

ÍNDICE

RESUMEN

Pág.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

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	Variables dependiente e independiente	4
1.5	Planteamiento del problema	4
1.6	Formulación del problema	5
1.7	Formulación de la hipótesis	5

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1	Origen del yogurt	6
2.2	Definición de yogurt	6
2.3	Clasificación del yogurt	7
2.3.1	De acuerdo al proceso de elaboración	7
2.3.2	De acuerdo al contenido de grasa	7
2.3.3	De acuerdo a los ingredientes	8
2.4	Composición nutricional del yogurt natural	8
2.4.1	Carbohidratos	9
2.4.2	Proteínas	9
2.4.3	Grasa	9
2.4.4	Vitaminas	10
2.4.5	Minerales	10
2.5	Propiedades físico-químicas del yogurt natural	11
2.5.1	Acidez	11
2.5.2	pH	11

2.5.3	Viscosidad.....	12
2.5.4	Proteólisis	12
2.5.5	Sinéresis	12
2.6	Beneficios del yogurt para el ser humano y prevención de enfermedades..	13
2.7	Química de la fermentación láctica	15
2.7.1	Organismos iniciadores	15
2.7.2	Microbiología de la bioquímica del proceso de fermentación del yogurt.....	16
2.7.3	Efectos de procesamiento sobre las propiedades físicas del gel.....	18
2.8	Planta achira (<i>Canna edulis ker</i>)	20
2.8.1	Almidón de achira	20
2.9	Materia prima e insumos para la elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira	24
2.9.1	Leche entera.....	24
2.9.2	Insumos alimentarios en la elaboración del yogurt aflanado con almidón de achira.....	25
2.9.2.1	Edulcorante azúcar de caña.....	26
2.9.2.2	Cultivo lácteo prebióticos (<i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i>)	26
2.9.2.3	Aditivos alimentarios para la elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	26
2.9.2.3.1	Estabilizante del gel almidón de achira	28
2.9.2.3.2	Estabilizante industrial (Gelatina neutra).....	29
2.9.2.3.3	Conservantes (sorbato de potasio, Benzoato de sodio).....	30

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	31
3.2	Descripción de equipos, instrumentos, materiales de laboratorio, utensilios de cocina y reactivos químicos de laboratorio.....	31
3.2.1	Equipos de proceso.....	31
3.2.2	Instrumentos de laboratorio	33
3.2.3	Material de laboratorio	36
3.2.4	Utensilios de cocina.....	37
3.2.5	Reactivos químicos de laboratorio	37

3.3	Materia prima e insumos alimentarios para la elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	37
3.3.1	Materia prima (leche entera fresca).....	38
3.3.2	Insumos y conservantes alimentarios	38
3.4	Metodología para la obtención de resultados	39
3.4.1	Análisis fisicoquímico de la leche entera.....	39
3.4.1.1	Análisis de micronutrientes de la leche entera	39
3.4.2	Análisis microbiológico de la leche entera	39
3.4.3	Análisis fisicoquímico del almidón de achira	40
3.4.3.1	Análisis de micronutrientes del almidón de achira.....	40
3.4.4	Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	40
3.4.4.1	Recepción	41
3.4.4.2	Higienización	42
3.4.4.3	Precaentamiento	42
3.4.4.4	Estandarización	42
3.4.4.5	Homogenización	42
3.4.4.6	Filtración.....	43
3.4.4.7	Pasteurización	43
3.4.4.8	Atemperado.....	43
3.4.4.9	Adición de conservantes	43
3.4.4.10	Inoculación.....	44
3.4.4.11	Lavado de envases.....	44
3.4.4.12	Esterilización de envases	44
3.4.4.13	Envasado.....	44
3.4.4.14	Fermentación.....	44
3.4.4.15	Corte de fermentación	45
3.4.4.16	Almacenamiento	45
3.4.5	Análisis sensorial de los alimentos.....	45
3.4.5.1	Aplicación de la evaluación sensorial para la obtención de yogurt aflanado con almidón achira	45
3.4.6	Diseño experimental.....	46

3.4.6.1	Diseño factorial	47
3.4.6.1.1	Diseño experimental 2 ³ en la etapa de fermentación para la elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira	48
3.4.7	Caracterización del producto terminado	49
3.4.7.1	Análisis fisicoquímico del yogurt aflanado con almidón de achira.....	49
3.4.7.2	Análisis de micronutrientes del yogurt aflanado con almidón de achira	50
3.4.7.3	Análisis microbiológico del yogurt aflanado con almidón de achira	50

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1	Caracterización de la leche entera y el almidón de achira	51
4.1.1	Parámetros de control de calidad de la leche entera	51
4.1.2	Análisis fisicoquímico de la leche entera.....	51
4.1.2.1	Análisis de micronutrientes en la leche entera	52
4.1.3	Análisis microbiológico de la leche entera	52
4.1.4	Análisis fisicoquímico del almidón de achira	53
4.1.4.1	Análisis de micronutrientes en el almidón de achira	53
4.2	Caracterización de las variables del proceso de elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	54
4.2.1	Pruebas iniciales y preliminares para la elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	54
4.2.1.1	Variación de la dosificación de leche entera e insumos en las pruebas iniciales de yogurt aflanado con almidón de achira	55
4.2.1.2	Variación de la dosificación de almidón de achira en la prueba 1 para la elaboración de yogurt aflanado	56
4.2.1.2.1	Estadístico caja y bigote para la dosificación de almidón de achira en la prueba 1 con leche en polvo.....	57
4.2.1.2.2	Análisis de varianza de los atributos sensoriales en la dosificación de almidón de achira para la prueba 1 con leche en polvo	58
4.2.1.3	Variación de la dosificación de almidón de achira en la prueba 2 para la elaboración de yogurt aflanado	58
4.2.1.3.1	Variación de la dosificación de almidón de achira para el ensayo 1	58
4.2.1.3.1.1	Estadístico caja y bigote para la dosificación de almidón de achira en el ensayo 1 sin leche en polvo.....	59

4.2.1.3.1.2	Estadístico de Tukey del atributo firmeza del gel en la dosificación de almidón de achira para el ensayo 1 sin leche en polvo	60
4.2.1.3.1.3	Estadístico de Tukey del atributo viscosidad para la dosificación de almidón de achira en el ensayo 1 sin leche en polvo.....	60
4.2.1.3.1.4	Estadístico de Tukey del atributo acidez para la dosificación de almidón de achira en el Ensayo 1 sin leche en polvo	61
4.2.1.3.1.5	Análisis de varianza de los atributos textura y sabor para la dosificación de almidón de achira en el ensayo 1 sin leche en polvo	61
4.2.1.3.2	Variación de la dosificación de almidón de achira para el ensayo 2	61
4.2.1.3.2.1	Estadístico caja y bigote para la dosificación de almidón de achira en el ensayo 2 sin leche en polvo.....	62
4.2.1.3.2.2	Estadístico de Tukey del atributo firmeza del gel en la dosificación de almidón de achira en el ensayo 2 sin leche en polvo	63
4.2.1.3.2.3	Estadístico de Tukey del atributo viscosidad en la dosificación de almidón de achira en el ensayo 2 sin leche en polvo.....	63
4.2.1.3.2.4	Análisis de varianza de los atributos textura, acidez y sabor para la dosificación de almidón de achira en el ensayo 2 sin leche en polvo.....	64
4.2.1.3.3	Variación de la dosificación de almidón de achira y cultivo lácteo en la prueba 2 para la elaboración de yogurt aflanado	64
4.2.1.3.3.1	Estadístico caja y bigote para la dosificación de almidón de achira y cultivo lácteo en la prueba 2 sin leche en polvo.....	64
4.2.1.3.3.2	Estadístico de Tukey del atributo sabor en la dosificación de almidón de achira y cultivo lácteo para la prueba 2 sin leche en polvo	65
4.2.1.3.3.3	Análisis de varianza de los atributos sensoriales en la dosificación de almidón de achira y cultivo lácteo para la prueba 2 sin leche en polvo.....	66
4.2.1.4	Selección de la muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	66
4.2.1.4.1	Estadístico caja y bigote para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	67
4.2.1.4.2	Estadístico de Tukey del atributo firmeza del gel para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	67
4.2.1.4.3	Estadístico de Tukey del atributo viscosidad para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira	68
4.2.1.4.4	Estadístico de Tukey del atributo textura para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	68
4.2.1.4.5	Estadístico de Tukey del atributo acidez para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	69

4.2.1.4.6	Análisis de varianza del atributo sabor para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	69
4.2.1.4.7	Comparación de la muestra con leche en polvo y sin leche en polvo para seleccionar la muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	70
4.3	Diseño factorial 2^3 de las variables en la etapa de fermentación del yogurt aflanado con almidón de achira.....	70
4.3.1	Diseño factorial de la variable respuesta (acidez) en la etapa de fermentación de yogurt aflanado con almidón de achira.....	71
4.3.2	Diseño factorial de la variable respuesta (pH) en la etapa de fermentación de yogurt aflanado con almidón de achira.....	72
4.4	Control del parámetro viscosidad de las muestras experimentales de yogurt aflanado con almidón de achira.....	73
4.5	Control de los parámetros acidez, pH y sólidos solubles en la etapa de fermentación para la elaboración yogurt aflanado con almidón de achira.....	75
4.5.1	Control de acidez en la etapa de fermentación del yogurt aflanado con almidón de achira.....	75
4.5.2	Control de pH en la etapa de fermentación del yogurt aflanado con almidón de achira.....	77
4.5.3	Control de sólidos solubles en la etapa de fermentación de yogurt aflanado con almidón de achira.....	79
4.6	Elección de muestra referencia de yogurt aflanado.....	81
4.6.1	Estadístico caja y bigote para la elección de muestra referencia.....	81
4.6.2	Estadístico de Tukey del atributo acidez para elección de muestra referencia.....	82
4.6.3	Estadístico de Tukey del atributo viscosidad para elección de muestra referencia.....	82
4.6.4	Análisis de varianza de los atributos consistencia y sabor para elección de muestra referencia.....	83
4.7	Control de la viscosidad de la muestra ideal, muestra experimental de yogurt aflanado con almidón de achira y muestra referencia.....	83
4.8	Evaluación sensorial de comparación de muestra ideal y muestra experimental de yogurt aflanado con almidón de achira.....	85
4.8.1	Estadístico chi cuadrado (X^2) para la categorización del atributo acidez de muestra ideal y experimental del yogurt aflanado con almidón de achira.....	86

4.9	Caracterización del producto final yogurt aflanado con almidón de achira.....	87
4.9.1	Análisis fisicoquímico del yogurt aflanado con almidón de achira.....	87
4.9.1.1	Análisis de micronutrientes de yogurt aflanado con almidón de achira	88
4.9.2	Análisis microbiológico del yogurt aflanado con almidón de achira	88
4.10	Control de los parámetros acidez, pH y sólidos solubles durante el almacenamiento del producto final yogurt aflanado con almidón de achira.....	89
4.10.1	Control de acidez durante el almacenamiento del producto final yogurt aflanado con almidón de achira.....	89
4.10.2	Control del pH durante el almacenamiento del producto final yogurt aflanado con almidón de achira.....	91
4.10.3	Control de los sólidos solubles durante el tiempo de almacenamiento del producto final yogurt aflanado con almidón de achira.....	93
4.11	Balance de materia en el proceso de elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira	95
4.11.1	Balance de materia en la etapa de estandarización.....	96
4.11.2	Balance de materia en la etapa de filtración	97
4.11.3	Balance de materia en la etapa de pasteurización	98
4.11.4	Balance de materia en la etapa adición de conservantes.....	98
4.11.5	Balance de materia en la etapa de inoculación de la leche pasteurizada	99
4.11.6	Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	100
4.11.7	Calculo del rendimiento del proceso de yogurt aflanado con almidón de achira.....	102
4.12	Balance de energía en el proceso de elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira	102
4.12.1	Ecuaciones para el abalance de energía en el proceso de pasteurización.....	102
4.12.1.1	Balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche estandarizada.....	106
4.12.2	Cálculo de la energía eléctrica utilizada en la etapa de fermentación de yogurt aflanado con almidón de achira.....	109

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	111
-----	--------------------	-----

5.2	Recomendaciones	113
-----	-----------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	114
---------------------------	-----

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1	Composición de macronutrientes de diferentes tipos de yogurt.....11
Tabla 2.2	Composición físico-química y propiedades físicas del almidón de achira.....23
Tabla 2.3	Composición de la leche entera.....25
Tabla 2.4	Propiedades organolépticas de la leche entera.....25
Tabla 2.5	Propiedades físico-químicas de la leche entera.....25
Tabla 2.6	Concentraciones de estabilizantes recomendadas para yogurt.....28
Tabla 3.1	Material de laboratorio.....36
Tabla 3.2	Utensilios de cocina.....37
Tabla 3.3	Reactivos químicos de laboratorio.....37
Tabla 3.4	Análisis fisicoquímico de la leche entera.....39
Tabla 3.5	Análisis de micronutrientes de la leche entera.....39
Tabla 3.6	Análisis microbiológico de la leche entera.....40
Tabla 3.7	Análisis fisicoquímico del almidón de achira.....40
Tabla 3.8	Análisis de micronutrientes del almidón de achira.....40
Tabla 3.9	Factores en la etapa de fermentación.....48
Tabla 3.10	Niveles de variación de los factores aplicados en la etapa de fermentación.....48
Tabla 3.11	Matriz de variables del diseño factorial para el proceso de fermentación.....49
Tabla 3.12	Análisis fisicoquímico del yogurt aflanado con almidón de achira.....50
Tabla 3.13	Análisis de micronutrientes del yogurt aflanado con almidón de achira.....50
Tabla 3.14	Análisis microbiológico del yogurt aflanado con almidón de achira.....50
Tabla 4.1	Parámetros de control de calidad de la leche entera.....51
Tabla 4.2	Análisis fisicoquímico de la leche entera.....52
Tabla 4.3	Análisis de los micronutrientes en la leche entera.....52
Tabla 4.4	Análisis microbiológico de la leche.....53
Tabla 4.5	Análisis fisicoquímico del almidón de achira.....53
Tabla 4.6	Análisis de los micronutrientes en el almidón de achira.....54
Tabla 4.7	Pruebas experimentales de yogurt aflanado con almidón de maíz.....54
Tabla 4.8	Variación de la dosificación de leche entera e insumos en las pruebas iniciales de yogurt aflanado con almidón de achira.....56

Tabla 4.9	Variación de la dosificación de almidón de achira en la prueba 1 con leche en polvo.....	56
Tabla 4.10	Variación de la dosificación de almidón de achira en el ensayo 1 sin leche en polvo.....	58
Tabla 4.11	Estadístico de Tukey del atributo firmeza del gel en la dosificación de almidón de achira ensayo 1 sin leche en polvo.....	60
Tabla 4.12	Estadístico de Tukey del atributo viscosidad en la dosificación de almidón de achira ensayo 1 sin leche en polvo.....	60
Tabla 4.13	Estadístico de Tukey del atributo acidez en la dosificación de almidón de achira ensayo 1 sin leche en polvo.....	61
Tabla 4.14	Variación de la dosificación de almidón de achira en el ensayo 2 sin leche en polvo.....	62
Tabla 4.15	Estadístico de Tukey del atributo firmeza del gel en la dosificación de almidón de achira ensayo 2 sin leche en polvo.....	63
Tabla 4.16	Estadístico de Tukey del atributo viscosidad en la dosificación de almidón de achira ensayo 2 sin leche en polvo.....	63
Tabla 4.17	Variación de la dosificación de almidón de achira y cultivo lácteo en la prueba 2 sin leche en polvo.....	64
Tabla 4.18	Estadístico de Tukey del atributo sabor en la dosificación de almidón de achira y cultivo lácteo para la prueba 2 sin leche en polvo.....	65
Tabla 4.19	Formulación de yogurt aflanado con almidón de achira para elegir muestra ideal.....	66
Tabla 4.20	Estadístico de Tukey del atributo firmeza del gel para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	68
Tabla 4.21	Estadístico de Tukey del atributo viscosidad para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	68
Tabla 4.22	Estadístico de Tukey del atributo textura para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	69
Tabla 4.23	Estadístico de Tukey del atributo acidez para elegir muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	69
Tabla 4.24	Dosificación de la muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	71
Tabla 4.25	Análisis de varianza del diseño factorial 2^3 para la variable acidez en la etapa de fermentación.....	71
Tabla 4.26	Análisis de varianza del diseño factorial 2^3 para la variable pH en la etapa de fermentación.....	72
Tabla 4.27	Control de viscosidad de las muestras experimentales de yogurt aflanado con almidón de achira.....	73
Tabla 4.28	Control de acidez en la etapa de fermentación del yogurt aflanado con almidón de achira.....	75
Tabla 4.29	Control de pH en la etapa de fermentación del yogurt aflanado con almidón de achira.....	77

Tabla 4.30	Control de sólidos solubles en la etapa de fermentación del yogurt aflanado con almidón de achira.....	79
Tabla 4.31	Estadístico de Tukey del atributo acidez para elección de muestra referencia.....	82
Tabla 4.32	Estadístico de Tukey del atributo viscosidad para elección de muestra referencia.....	83
Tabla 4.33	Control de viscosidad de la muestra ideal y experimental de yogurt aflanado con almidón de achira y muestra referencia.....	84
Tabla 4.35	Estadístico chi cuadrado (X^2) para la categorización del atributo acidez de la muestra ideal y muestra experimental.....	86
Tabla 4.36	Análisis fisicoquímico del yogurt aflanado con almidón de achira.....	87
Tabla 4.37	Análisis de los micronutrientes del yogurt aflanado con almidón de achira.....	88
Tabla 4.38	Análisis microbiológico del yogurt aflanado con almidón de achira.....	88
Tabla 4.39	Control de acidez durante el almacenamiento del yogurt aflanado con almidón de achira.....	89
Tabla 4.40	Control del pH durante el almacenamiento del yogurt aflanado con almidón de achira.....	91
Tabla 4.41	Control de sólidos solubles durante el almacenamiento del yogurt aflanado con almidón de achira.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Figura 2.1	Clasificación del yogurt de acuerdo al proceso de elaboración.....	7
Figura 2.2	Clasificación del yogurt de acuerdo al contenido de grasa.....	8
Figura 2.3	Clasificación del yogurt de acuerdo a los ingredientes.....	8
Figura 2.4	Caracterización de los microorganismos encargados de la fermentación láctica.....	16
Figura 2.5	Producción de ácido láctico por las bacterias del yogurt.....	17
Figura 2.6	Transformación de la glucosa en ácido láctico.....	18
Figura 2.7	Taxonomía de la planta achira.....	20
Figura 2.8	Rizoma de achira.....	20
Figura 3.1	Especificaciones técnicas de la licuadora mixer.....	31
Figura 3.2	Especificaciones técnicas de la cocina industrial.....	32
Figura 3.3	Especificaciones técnicas del termostato eléctrico (baño maría).....	32
Figura 3.4	Especificaciones técnicas del freezer.....	33
Figura 3.5	Especificaciones técnicas de la balanza digital.....	33
Figura 3.6	Especificaciones técnicas de la balanza analítica digital.....	34
Figura 3.7	Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo.....	34

Figura 3.8	Especificaciones técnicas del pH-metro de mesa.....	35
Figura 3.9	Especificaciones técnicas del termómetro de alcohol.....	35
Figura 3.10	Especificaciones técnicas del viscosímetro rotacional.....	36
Figura 3.11	Insumos alimentarios.....	38
Figura 3.12	Conservantes alimentarios.....	38
Figura 3.13	Diagrama del proceso de elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	41
Figura 3.14	Evaluaciones sensoriales de yogurt aflanado con almidón de achira.....	46
Figura 4.1	Pruebas iniciales y preliminares para la elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	55
Figura 4.2	Caja y bigote de los atributos sensoriales en la dosificación de almidón de achira prueba 1 con leche en polvo.....	57
Figura 4.3	Caja y bigote de los atributos sensoriales en la dosificación de almidón de achira ensayo 1 sin leche en polvo.....	59
Figura 4.4	Caja y bigote de los atributos sensoriales en la dosificación de almidón de achira ensayo 2 sin leche en polvo.....	62
Figura 4.5	Caja y bigote de los atributos sensoriales en la dosificación de almidón de achira y cultivo lácteo prueba 2 sin leche en polvo.....	65
Figura 4.6	Caja y bigote de los atributos sensoriales para elegir muestra ideal en la elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	67
Figura 4.7	Preferencia de la muestra con leche en polvo y sin leche en polvo para seleccionar la muestra ideal de yogurt aflanado con almidón de achira.....	70
Figura 4.8	Variación de la viscosidad versus temperatura de las muestras experimentales de yogurt aflanado con almidón de achira.....	74
Figura 4.9	Variación de acidez en función del tiempo de fermentación del yogurt aflanado con almidón de achira.....	76
Figura 4.10	Variación de pH en función del tiempo de fermentación del yogurt aflanado con almidón de achira.....	78
Figura 4.11	Variación de sólidos solubles en función del tiempo de fermentación del yogurt aflanado con almidón de achira.....	80
Figura 4.12	Caja y bigote de los atributos sensoriales para elección de muestra referencia.....	81
Figura 4.13	Variación de la viscosidad en función de la temperatura de la muestra ideal, muestra experimental y muestra referencia.....	84
Figura 4.14	Preferencia del atributo acidez de la muestra ideal y muestra experimental.....	86
Figura 4.15	Variación de acidez en función del tiempo de almacenamiento del yogurt aflanado con almidón de achira con conservante y sin conservante.....	90
Figura 4.16	Variación del pH en función del tiempo de almacenamiento del yogurt aflanado con almidón de achira con conservante y sin conservante.....	92

Figura 4.17	Variación de sólidos solubles en función del tiempo de almacenamiento del yogurt aflanado con almidón de achira con conservante y sin conservante.....	94
Figura 4.18	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogur aflanado con almidón de achira.....	95
Figura 4.19	Balance de materia en la etapa de estandarización.....	96
Figura 4.20	Balance de materia en la etapa de filtración de la leche estandarizada.....	97
Figura 4.21	Balance de materia en la etapa de pasteurización de la leche filtrada.....	98
Figura 4.22	Balance de materia en la etapa de adición de conservantes en la leche pasteurizada.....	99
Figura 4.23	Balance de materia en la etapa de inoculación de la leche pasteurizada.....	100
Figura 4.24	Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de yogurt aflanado con almidón de achira.....	101
Figura 4.25	Balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche estandarizada.....	106