

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**ELABORACIÓN DE YOGURT FRUTADO CON
PULPA DE CARAMBOLA**

POR:

TANIA CELESTE MAMANI LÓPEZ

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.

NOVIEMBRE, 2020

TARIJA - BOLIVIA

V°B°

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez
Gozalvez

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro
Figuroa

**VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
Ing. Jesús Zamora Gutiérrez

**DIRECTOR DPTO. DE
BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE
LOS ALIMENTOS**

.....
Ing. Erick Ramírez Ruiz

DOCENTE GUÍA

.....
Ing. Natividad Condori Villca

TRIBUNAL CALIFICADOR

.....
Ing. Never Gustavo Avendaño Vásquez

TRIBUNAL CALIFICADOR

.....
Ing. Adolfo Valentín Trigo Dimitrov

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 del autor.

DEDICATORIA

A Dios por darme vida, salud y fortaleza espiritual, que guía e ilumina mi camino para seguir adelante y nunca decaer.

A mis queridos padres por haberme apoyado durante todos mis años de estudio para alcanzar mi anhelada formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco eternamente a Dios por haberme iluminado y permitirme seguir adelante, con sabiduría, paciencia y hacer realidad una más de mis aspiraciones.

Al L.T.A. y el personal del área de lácteos por haberme permitido realizar la parte experimental y el apoyo profesional en el desarrollo de mi tesis.

A mis queridos padres por todo el sacrificio, apoyo y comprensión que me brindaron durante el tiempo de estudio.

A mi querido esposo por brindarme su comprensión y apoyo incondicional durante el desarrollo del presente trabajo.

A mi docente guía por el constante asesoramiento y conocimientos impartidos durante la realización de este trabajo.

PENSAMIENTO

“No hay fórmulas secretas para el éxito. Es el resultado de tu preparación, trabajo duro y aprender de los errores” (Colín Powell).

ÍNDICE

RESUMEN

CAPITULO 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.	Variable independiente y dependiente	4
1.5	Planteamiento del problema	4
1.6.	Formulación del problema.....	4
1.7	Planteamiento de la hipótesis	4

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.	Historia del yogurt.....	5
2.2.	Definición del yogurt.....	5
2.3.	Clasificación del yogurt.....	6
2.4.	Valor nutricional del yogurt	7
2.4.1.	Composición química del yogurt.....	7
2.4.2.	Usos y aplicación del yogurt en la salud.....	10
2.5.	Fermentación láctica del yogurt	13
2.5.1.	Cultivos iniciadores de la fermentación láctica	13
2.5.1.1.	Streptococcus thermophilus.....	14
2.5.1.2.	Lactobacillus delbrückii bulgaricus	14
2.5.2.	Simbiosis de las bacterias del yogurt.....	15
2.5.3.	Formación del gel.....	16
2.6.	Materias primas para la elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola.....	18
2.6.1.	Leche.....	18
2.6.2.	Carambola	20
2.6.2.1.	Clasificación de la pulpa de fruta	21
2.6.2.1.1.	Pulpa concentrada	22
2.7.	Insumos para la elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola	22
2.7.1.	Leche en polvo descremada.....	22
2.7.2.	Azúcar	23
2.7.3.	Gelatina neutra	24
2.7.4.	Ácido cítrico.....	24
2.7.5.	Esencia o saborizante	25
2.7.6.	Colorante artificial.....	25
2.7.7.	Sorbato de potasio	25
2.7.8.	Benzoato de sodio	26

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.	Introducción	27
3.2.	Equipos de proceso, instrumentos de laboratorio y utensilios de cocina	27
3.2.1.	Equipos de proceso.....	27
3.2.1.1.	Termostato eléctrico	27
3.2.1.2.	Cocina industrial	28
3.2.1.3.	Balanza digital.....	28
3.2.1.4.	Balanza analítica digital	29
3.2.1.5.	Selladora eléctrica	29
3.2.1.6.	Viscosímetro rotacional.....	30
3.2.1.7.	Freezer.....	30
3.2.2.	Instrumentos de laboratorio	31
3.2.2.1.	Refractómetro de bolsillo	31
3.2.2.2.	pH-metro de mesa	31
3.2.3.	Material de laboratorio y utensilios de cocina	32
3.3.	Materia prima, insumos y reactivos utilizados en la elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola.....	32
3.3.1.	Materias primas	33
3.3.2.	Insumos alimentarios.....	33
3.3.3.	Reactivos de laboratorio	33
3.4.	Metodología para la obtención de resultados.....	34
3.4.1.	Caracterización de las materias primas.....	34
3.4.1.1.	Análisis físico de la carambola.....	34
3.4.1.2.	Análisis fisicoquímico de la carambola	34
3.4.1.3.	Análisis fisicoquímico de la leche entera.....	35
3.4.1.4.	Análisis microbiológico de la leche entera	35
3.4.2.	Diagrama de proceso para elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola	36
3.4.3.	Descripción del diagrama de proceso para elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola	37
3.4.3.1.	Control de calidad de la leche.....	37
3.4.3.2.	Calentamiento	37
3.4.3.3.	Dosificación	37
3.4.3.4.	Higienización	38
3.4.3.5.	Pasteurización	38
3.4.3.6.	Atemperado	38
3.4.3.7.	Inoculación.....	38
3.4.3.8.	Fermentación.....	38
3.4.3.9.	Enfriamiento.....	39
3.4.3.9.1.	Carambola	39
3.4.3.9.2.	Lavado.....	39
3.4.3.9.3.	Escaldado	39

3.4.3.9.4.	Pelado.....	40
3.4.3.9.5.	Picado.....	40
3.4.3.9.6.	Preparación del jarabe	40
3.4.3.9.7.	Concentración de la pulpa	40
3.4.3.9.8.	Envasado	41
3.4.3.10.	Saborización.....	41
3.4.3.11.	Adición de la pulpa	41
3.4.3.12.	Envasado	41
3.4.4.	Análisis sensorial de los alimentos	41
3.4.5.	Caracterización del producto terminado	43
3.4.5.1.	Análisis fisicoquímico del yogurt frutado con pulpa de carambola	43
3.4.5.2.	Análisis microbiológico del yogurt frutado con pulpa de carambola.....	44
3.4.5.3.	Análisis fisicoquímico de la pulpa de carambola.....	44
3.4.5.4.	Análisis microbiológico de la pulpa de carambola	44
3.4.6.	Diseño experimental.....	45
3.4.6.1.	Diseño factorial 3^k	45
3.4.6.2.	Diseño factorial en el proceso de fermentación láctica del yogurt frutado Con pulpa de carambola	46

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Caracterización de las materias primas.....	48
4.1.1.	Análisis físico de la carambola.....	48
4.1.2.	Análisis fisicoquímico de la carambola	49
4.1.3.	Análisis fisicoquímico de la leche entera.....	50
4.1.4.	Análisis microbiológico de la leche entera	51
4.2.	Caracterización de las variables del proceso de elaboración del yogurt Frutado con pulpa de carambola.....	51
4.2.1.	Pruebas preliminares en el procedimiento de elaboración del yogurt Frutado con pulpa de carambola.....	51
4.2.1.1.	Variación en la dosificación de insumos para las pruebas piloto del yogurt batido sin pulpa	52
4.2.1.2.	Variación en la dosificación de leche en polvo descremada y gelatina en El yogurt batido sin pulpa del grupo 1.....	53
4.2.1.2.1.	Estadístico de caja y bigote en la variación de leche en polvo descremada Y gelatina del grupo 1	54
4.2.1.2.2.	Estadístico de Tukey para el atributo sabor del grupo 1	55
4.2.1.2.3.	Estadístico de Tukey para el atributo acidez del grupo 1	55
4.2.1.2.4.	Análisis de varianza de los atributos aroma y viscosidad para el grupo 1.....	56
4.2.1.3.	Variación en la dosificación de leche en polvo descremada y gelatina en El yogurt batido sin pulpa del grupo 2.....	56
4.2.1.3.1.	Estadístico de caja y bigote de la variación de leche en polvo descremada Y gelatina del grupo 2	57

4.2.1.3.2.	Estadístico de Tukey del atributo acidez para el grupo 2.....	57
4.2.1.3.3.	Análisis de varianza de los atributos sabor, aroma y viscosidad para el grupo 2	58
4.2.1.4.	Pruebas preliminares para la elaboración de pulpa de carambola	58
4.2.1.4.1.	Prueba experimental para determinar el tiempo de concentración de la pulpa de carambola del grupo A.....	59
4.2.1.4.2.	Estadístico de caja y bigote para determinar los atributos sensoriales del grupo B.....	60
4.2.1.5.	Incorporación de pulpa de carambola en el yogurt batido para el grupo 3.....	63
4.2.1.5.1.	Estadístico de caja y bigote en la incorporación de pulpa de carambola para el grupo 3.....	63
4.2.1.5.2.	Análisis de varianza de los atributos sabor, aroma, acidez y viscosidad Para el grupo 3	64
4.2.1.6.	Incorporación de pulpa de carambola en el yogurt batido para el grupo 4.....	65
4.2.1.6.1.	Estadístico de caja y bigote en la incorporación de pulpa de carambola para el grupo 4.....	65
4.2.1.6.2.	Estadístico de Tukey para el atributo sabor del grupo 4	66
4.2.1.6.3.	Estadístico de Tukey para el atributo acidez del grupo 4.....	66
4.2.1.6.4.	Estadístico de Tukey para el atributo viscosidad del grupo 4	67
4.2.1.6.5.	Análisis de varianza para el atributo aroma del grupo 4	67
4.3.	Diseño factorial en el proceso de fermentación láctica del yogurt batido sin pulpa	68
4.3.1.	Análisis de varianza para la variable respuesta acidez en el proceso de fermentación láctica	68
4.3.2.	Análisis de varianza para la variable respuesta (pH) en el proceso de fermentación láctica	69
4.4.	Control de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa	70
4.4.1.	Control de acidez en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa	70
4.4.2.	Control de (pH) en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa	72
4.4.3.	Control de los sólidos solubles (°Brix) en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa	73
4.4.4.	Control de los parámetros fisicoquímicos del yogurt batido sin pulpa en el almacenamiento.....	75
4.4.4.1.	Control de acidez del yogurt batido sin pulpa en el almacenamiento	75
4.4.4.2.	Control de (pH) del yogurt batido sin pulpa en el almacenamiento	76
4.5.	Control de los parámetros fisicoquímicos de la pulpa de carambola en el almacenamiento.....	78
4.5.1.	Control de acidez de la pulpa de carambola en el almacenamiento	78
4.5.2.	Control de (pH) de la pulpa de carambola en el almacenamiento.....	80
4.5.3.	Control de los sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de carambola en el almacenamiento.....	81

4.6.	Elección de la muestra referencia de yogurt frutado con pulpa de durazno	82
4.6.1.	Estadístico de caja y bigote para la elección de la muestra referencia del yogurt frutado con pulpa de durazno	83
4.6.1.1.	Estadístico de Tukey para el atributo sabor de la muestra referencia.....	83
4.6.1.2.	Estadístico de Tukey para el atributo color de la muestra referencia	84
4.6.1.3.	Estadístico de Tukey para el atributo viscosidad de la muestra referencia	84
4.7.	Comparación de muestra ideal (yogurt frutado con pulpa de carambola) con la muestra referencia (yogurt frutado con pulpa de durazno)	85
4.7.1.	Control de viscosidad de muestra referencia e ideal de yogurt frutado con pulpa de carambola	86
4.8.	Caracterización del producto terminado	88
4.8.1.	Análisis fisicoquímico del yogurt batido sin pulpa.....	88
4.8.2.	Análisis microbiológico del yogurt batido sin pulpa	88
4.8.3.	Análisis fisicoquímico de la pulpa de carambola.....	89
4.8.4.	Análisis microbiológico de la pulpa de carambola	90
4.8.5.	Análisis fisicoquímico del yogurt frutado con pulpa de carambola	90
4.8.6.	Análisis microbiológicos del yogurt frutado con pulpa de carambola	91
4.9.	Control de los parámetros fisicoquímicos del yogurt frutado con pulpa de carambola en el almacenamiento	91
4.9.1.	Control de acidez del yogurt frutado con pulpa de carambola en el almacenamiento.....	91
4.9.2.	Control de (pH) del yogurt frutado con pulpa de carambola en el almacenamiento.....	93
4.10.	Balance de materia en el proceso de elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola.....	95
4.10.1.	Balance de materia en la etapa de calentamiento de la leche entera	97
4.10.2.	Balance de materia en la etapa de dosificación.....	98
4.10.3.	Balance de materia en la etapa de higienización.....	99
4.10.4.	Balance de materia en la etapa de pasteurización	100
4.10.5.	Balance de materia en la etapa de inoculación	101
4.10.6.	Rendimiento del proceso de elaboración del yogurt batido sin pulpa	102
4.10.6.1.	Balance de materia en la etapa de pelado de las muestras de carambola	102
4.10.6.2.	Balance de materia en la etapa de picado de las muestras de carambola	103
4.10.6.3.	Balance de materia en la etapa de preparación del jarabe	104
4.10.6.4.	Balance de materia en la etapa de concentración de la pulpa.....	105
4.10.6.5.	Balance de materia en la etapa de envasado de la pulpa de carambola	106
4.10.6.6.	Rendimiento del proceso de elaboración de pulpa de carambola.....	107
4.10.7.	Balance de materia en la etapa de adición de pulpa	107
4.10.8.	Balance de materia en la etapa de envasado del yogurt frutado	108
4.11.	Balance de energía para el proceso de elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola	110
4.11.1.	Balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche.....	114

4.11.2.	Balance de energía en la etapa de fermentación láctica	115
4.11.3.	Balance de energía en la etapa de escaldado de las muestras de carambola	116
4.11.4.	Balance de energía en la etapa de concentración de la pulpa de carambola.....	117

CAITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	119
5.2.	Recomendaciones.....	121
	Bibliografía	122

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.	Composición química de los diferentes tipos de yogurt	7
Tabla 2.2.	Contenido de minerales en leche y yogurt	9
Tabla 2.3.	Concentración de vitaminas en leche y yogurt	10
Tabla 2.4.	Composición química de la leche	19
Tabla 2.5.	Propiedades fisicoquímicas de la leche	19
Tabla 2.6.	Valor nutricional de la carambola	21
Tabla 3.1.	Material de laboratorio y utensilios de cocina	32
Tabla 3.2.	Insumos alimentarios.....	33
Tabla 3.3.	Reactivos químicos	34
Tabla 3.4.	Parámetros físicos de la carambola.....	34
Tabla 3.5.	Parámetros fisicoquímicos de la carambola.....	35
Tabla 3.6.	Parámetros fisicoquímicos de la leche entera	35
Tabla 3.7.	Parámetros microbiológicos de la leche entera.....	36
Tabla 3.8.	Parámetros fisicoquímicos del yogurt frutado con pulpa de carambola	43
Tabla 3.9.	Parámetros microbiológicos del yogurt frutado con pulpa de carambola	44
Tabla 3.10.	Parámetros fisicoquímicos de la pulpa de carambola	44
Tabla 3.11.	Parámetros microbiológicos de la pulpa de carambola.....	45
Tabla 3.12.	Niveles de variación de los factores en la fermentación láctica	46
Tabla 3.13.	Diseño factorial de variables para el proceso de fermentación láctica	47
Tabla 4.1.	Ecuaciones aplicadas para determinar los parámetros físicos de la carambola	48
Tabla 4.2.	Parámetros físicos de la carambola.....	49
Tabla 4.3.	Parámetros fisicoquímicos de la carambola.....	50
Tabla 4.4.	Parámetros fisicoquímicos de la leche entera	50
Tabla 4.5.	Parámetros microbiológicos de la leche entera.....	51
Tabla 4.6.	Variación en la dosificación de insumos para las pruebas piloto	53
Tabla 4.7.	Variación en la dosificación de leche en polvo descremada y gelatina en el yogurt batido sin pulpa del grupo 1	53
Tabla 4.8.	Estadístico de Tukey para el atributo sabor del grupo 1	55
Tabla 4.9.	Estadístico de Tukey para el atributo acidez del grupo 1	55

Tabla 4.10. Variación en la dosificación de leche en polvo descremada y gelatina en el yogurt batido sin pulpa del grupo 2.....	56
Tabla 4.11. Estadístico de Tukey para el atributo acidez del grupo 2.....	58
Tabla 4.12. Variación de insumos y tiempo de concentración para pulpa de carambola del grupo A	59
Tabla 4.13. Estadístico de Tukey para el atributo color del grupo B	61
Tabla 4.14. Estadístico de Tukey para el atributo sabor del grupo B.....	62
Tabla 4.15. Estadístico de Tukey para el atributo aspecto del grupo B	62
Tabla 4.16. Incorporación de pulpa de carambola en el yogurt batido para el grupo 3.....	63
Tabla 4.17. Incorporación de pulpa de carambola en el yogurt batido para el grupo 4.....	65
Tabla 4.18. Estadístico de Tukey para el atributo sabor del grupo 4	66
Tabla 4.19. Estadístico de Tukey para el atributo acidez del grupo 4.....	66
Tabla 4.20. Estadístico de Tukey para el atributo viscosidad del grupo 4	67
Tabla 4.21. Análisis de varianza para la variable respuesta acidez en el proceso de fermentación láctica	68
Tabla 4.22. Análisis de varianza para la variable respuesta (pH) en el proceso de fermentación láctica	69
Tabla 4.23. Variación de los factores del proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa.....	70
Tabla 4.24. Variación de acidez en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa.....	71
Tabla 4.25. Variación de (pH) en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa.....	72
Tabla 4.26. Variación de (°Brix) en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa.....	74
Tabla 4.27. Variación de acidez del yogurt batido sin pulpa en el almacenamiento	75
Tabla 4.28. Variación de (pH) del yogurt batido sin pulpa en el almacenamiento	77
Tabla 4.29. Variación de acidez de la pulpa de carambola en el almacenamiento	79
Tabla 4.30. Variación de (pH) de la pulpa de carambola en el almacenamiento	80
Tabla 4.31. Variación de (°Brix) de la pulpa de carambola en el almacenamiento	81
Tabla 4.32. Muestras referencia de yogurt frutado con pulpa de durazno	82
Tabla 4.33. Estadístico de Tukey para el atributo sabor de la muestra referencia	84
Tabla 4.34. Estadístico de Tukey para el atributo color de la muestra referencia	84
Tabla 4.35. Estadístico de Tukey para el atributo viscosidad de la muestra referencia	85
Tabla 4.36. Variación de viscosidad de la muestra referencia y muestra ideal	86
Tabla 4.37. Parámetros fisicoquímicos del yogurt batido sin pulpa	88
Tabla 4.38. Parámetros microbiológicos del yogurt batido sin pulpa	89
Tabla 4.39. Parámetros fisicoquímicos de la pulpa de carambola	89
Tabla 4.40. Parámetros microbiológicos de la pulpa de carambola.....	90
Tabla 4.41. Parámetros fisicoquímicos del yogurt frutado con pulpa de carambola.....	90
Tabla 4.42. Parámetros microbiológicos del yogurt frutado con pulpa de carambola	91

Tabla 4.43. Variación de acidez del yogurt frutado con pulpa de carambola en el almacenamiento	92
Tabla 4.44. Variación de (pH) del yogurt frutado con pulpa de carambola en el almacenamiento	93
Tabla 4.45. Calor específico en función de los parámetros fisicoquímicos del alimento.....	112
Tabla 4.46. Resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos de la leche	112
Tabla 4.47. Resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos de la carambola	113
Tabla 4.48. Calor específico del agua y acero inoxidable	113
Tabla 4.49. Entalpías de vaporización del agua saturada	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Clasificación del yogurt	6
Figura 2.2. Características de acuerdo al proceso de elaboración y en función de ingredientes añadidos a los diferentes tipos de yogurt	7
Figura 2.3. Aplicaciones del yogurt natural en la salud.....	12
Figura 2.4. Relaciones de cooperación de las bacterias del yogurt.....	16
Figura 2.5. Carambola.....	20
Figura 2.6. Definiciones de los diferentes tipos de pulpa	21
Figura 3.1. Termostato eléctrico.....	27
Figura 3.2. Cocina industrial	28
Figura 3.3. Balanza digital	28
Figura 3.4. Balanza analítica digital	29
Figura 3.5. Selladora eléctrica.....	29
Figura 3.6. Viscosímetro rotacional	30
Figura 3.7. Freezer	30
Figura 3.8. Refractómetro de bolsillo.....	31
Figura 3.9. pH-metro de mesa.....	31
Figura 3.10. Carambola.....	33
Figura 3.11. Diagrama de proceso para elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola	36
Figura 3.12. Control de calidad de la leche	37
Figura 3.13. Evaluación sensorial del yogurt frutado con pulpa de carambola.....	42
Figura 3.14. Evaluación sensorial de pulpa de carambola.....	43
Figura 4.1. Muestras de carambola.....	48
Figura 4.2. Pruebas preliminares en la elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola	52
Figura 4.3. Caja y bigote para los atributos sabor, aroma, acidez y viscosidad del grupo 1.....	54
Figura 4.4. Caja y bigote para los atributos sabor, aroma, acidez y viscosidad del grupo 2.....	57
Figura 4.5. Pruebas preliminares para la elaboración de pulpa de carambola.....	59

Figura 4.6.	Determinación de tiempo de concentración de pulpa de carambola para el grupo A	60
Figura 4.7.	Caja y bigote para los atributos color, sabor, aroma, textura y aspecto del grupo B	61
Figura 4.8.	Caja y bigote para los atributos sabor, aroma, acidez y viscosidad del grupo 3.....	64
Figura 4.9.	Caja y bigote para los atributos sabor, aroma, acidez y viscosidad del grupo 4.....	65
Figura 4.10.	Control de acidez en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa ...	71
Figura 4.11.	Control de pH en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa	73
Figura 4.12.	Control de °Brix en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa.....	74
Figura 4.13.	Control de acidez del yogurt batido sin pulpa en el almacenamiento	76
Figura 4.14.	Control de pH del yogurt batido sin pulpa en el almacenamiento	77
Figura 4.15.	Control de acidez de la pulpa de carambola en el almacenamiento	79
Figura 4.16.	Control de pH de la pulpa de carambola en el almacenamiento	80
Figura 4.17.	Control de °Brix de la pulpa de carambola en el almacenamiento	82
Figura 4.18.	Caja y bigote para la elección de la muestra referencia.....	83
Figura 4.19.	Comparación de las muestras Y303 y YPA para el atributo viscosidad	85
Figura 4.20.	Control de viscosidad de la muestra referencia y muestra ideal	87
Figura 4.21.	Control de acidez del yogurt frutado con pulpa de carambola en el almacenamiento	92
Figura 4.22.	Control de pH del yogurt frutado con pulpa de carambola en el almacenamiento	94
Figura 4.23.	Balance de materia en el proceso de elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola	95
Figura 4.24.	Etapa de calentamiento	97
Figura 4.25.	Etapa de dosificación	98
Figura 4.26.	Etapa de higienización	99
Figura 4.27.	Etapa de pasteurización.....	100
Figura 4.28.	Etapa de inoculación	101
Figura 4.29.	Etapa de pelado.....	102
Figura 4.30.	Etapa de picado.....	103
Figura 4.31.	Etapa de preparación del jarabe	104
Figura 4.32.	Etapa de concentración de la pulpa	105
Figura 4.33.	Etapa de envasado de la pulpa de carambola.....	106
Figura 4.34.	Etapa de adición de la pulpa.....	108
Figura 4.35.	Etapa de envasado del yogurt frutado	109
Figura 4.36.	Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración del yogurt frutado con pulpa de carambola.....	110
Figura 4.37.	Balance de energía en la etapa de pasteurización	114
Figura 4.38.	Balance de energía en la etapa de escaldado	116
Figura 4.39.	Balance de energía en la etapa de concentración.....	118