

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



ELABORACIÓN DE SALCHICHA CON SUSTITUCIÓN

PARCIAL DE ACEITE DE SOYA

POR:

MIGUEL ANGEL MAMANI APARICIO

Proyecto de grado presentado a la consideración de la UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO" como requisito para optar el grado
académico en licenciatura en Ingeniería en Alimentos

TARIJA – BOLIVIA

M.Sc Ing. Marcelo Segovia Cortez
**DECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA**

M.Sc Lic. Gustavo Succi Aguirre
**VICEDECANO DE LA
FACULTAD DE CIENCIA Y
TECNOLOGIA**

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

M.Sc Ing. Erick Ramírez Ruiz
DOCENTE GUIA

Ing. Mirtha Rosa Cuellar Solano
TRIBUNAL

Ing. Zulma Soledad Cari Alfaro
TRIBUNAL

Ing. Jesús Zamora Gutiérrez
TRIBUNAL

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 mis queridos padres y hermanos por haberme apoyado durante todos mis años de estudio y formado en el camino del bien.

Agradecimiento

A Dios, por darme la vida y guiarme en mi camino, por haberme permitido cumplir con esta meta

A mis padres; Cleofe y Alberto por todo el sacrificio, apoyo, amor y confianza que me brindaron estos años.

A mis hermanos; Ariel, Paola, Laura y Raiza por brindarme su ayuda y apoyo, gracias por estar siempre a mi lado hasta en los momentos más difíciles.

A mi querida sobrina; Araceli por brindarme su amor y darme alegrías.

A mi docente guía; Ing. Erick Ramírez por haberme brindado y compartido sus conocimientos para guiarme en la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN

		Pág.
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN		
1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos	2
1.3.1	Objetivo general	2
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
1.4	Objeto de estudio	3
1.5	Campo de acción.....	4
1.5.1	Espacial.....	4
1.5.2	Temporal	4
1.5.3	Institución	4
1.6	Situación del problema	4
1.7	Formulación del problema	5
1.8	Hipótesis	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

		Pág.
2.1	Origen de la salchicha	6
2.2	Definición de salchicha	6
2.3	Clasificación de los embutidos.....	7
2.3.1	Tipos de salchichas	8
2.4	Composición nutricional de la salchicha	8
2.5	Beneficios de la salchicha para el organismo	9
2.6	Carne de res, carne de cerdo, tocino y aceite de soya para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	10
2.6.1	Carne de res.....	10
2.6.2	Carne de cerdo.....	10
2.6.2.1	Beneficios de la carne de cerdo para el organismo	11
2.6.3	Tocino o grasa de cerdo	12
2.6.4	Aceite de soya.....	12
2.7	Insumos alimentarios para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	13
2.7.1	Hielo	13
2.7.2	Sal.....	14

2.7.3	Fosfatos	14
2.7.4	Sal de cura	15
2.7.5	Eritorbato de sodio	15
2.7.6	Glutamato monosódico.....	15
2.7.7	Azúcar	15
2.8	Proceso tecnológico para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	16
2.8.1	Emulsión cárnica	16
2.8.1.1	Factores que afectan la estabilidad de las emulsiones cárnicas.....	17
2.9	Inclusión de aceite vegetal en embutidos	17

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

	Pág.	
3.1	Desarrollo de la parte experimental	19
3.2	Tipo de intervención de la parte experimental	19
3.3	Paradigma investigativo.....	19
3.4	Enfoque de investigación.....	20
3.5	Métodos técnicas e instrumentos	20
3.5.1	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de res	20
3.5.2	Análisis fisicoquímico y microbiológico de carne de cerdo.....	21
3.5.3	Análisis fisicoquímico y microbiológico del tocino	21
3.5.4	Control fisicoquímico de las pruebas preliminares de salchicha	22
3.5.5	Análisis fisicoquímico en la emulsión cárnica	22
3.5.6	Análisis fisicoquímico y microbiológico de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	23
3.5.7	Control fisicoquímico y microbiológico en el almacenamiento de la salchicha	23
3.5.8	Análisis físico de la salchicha	24
3.6	Equipos de proceso, instrumentos, material de laboratorio y utensilios de cocina	24
3.6.1	Equipos del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	25
3.6.2	Instrumentos de laboratorio	25
3.6.3	Utensilios de cocina.....	26
3.6.4	Material de laboratorio	26
3.6.5	Reactivos químicos de laboratorio	27
3.6.6	Insumos alimentarios.....	27

3.7	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	28
3.7.1	Descripción del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	29
3.7.1.1	Carne de res, carne de cerdo y tocino.....	30
3.7.1.2	Acondicionado	30
3.7.1.3	Troceado.....	30
3.7.1.4	Molienda	31
3.7.1.5	Cutterizado o mezclado.....	32
3.7.1.6	Madurado.....	33
3.7.1.7	Embutido y atado	34
3.7.1.8	Escaldado	34
3.7.1.9	Enfriado	35
3.7.1.10	Envasado.....	35
3.7.1.11	Almacenado.....	36
3.8	Análisis sensorial de los alimentos	36
3.9	Diseño experimental.....	38
3.9.1	Diseño factorial.....	38
3.9.2	Diseño experimental 2 ³ en la etapa dosificación de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	38
3.10	Operacionalización de la variable dependiente e independiente en la elaboración de salchicha con sustitución de aceite de soya.....	40

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

		Pág.
4.1	Caracterización de la carne de res, carne de cerdo, tocino y aceite de soya	42
4.1.1	Características fisicoquímicas de la carne de res	42
4.1.2	Análisis microbiológico de la carne de res	42
4.1.3	Características fisicoquímicas de la carne de cerdo	43
4.1.4	Análisis microbiológico de la carne de cerdo	43
4.1.5	Características fisicoquímicas del tocino	44
4.1.6	Análisis microbiológico del tocino	44
4.1.7	Composición nutricional del aceite de soya	45
4.2	Caracterización de las variables del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	45
4.2.1	Pruebas preliminares para la elaboración de salchicha con	

	sustitución parcial de aceite de soya	46
4.2.1.1	Ensayo inicial para elaborar salchicha	47
4.2.1.2	Variación de dosificación de carne de res y carne de cerdo prueba 1 .	49
4.2.1.2.1	Estadístico de caja y bigote en la prueba 1	49
4.2.1.2.2	Estadístico de Tukey para el atributo color en la prueba 1	50
4.2.1.3	Variación de dosificación de tocino en la prueba 2.....	51
4.2.1.3.1	Estadístico de caja y bigote en la prueba 2	51
4.2.1.3.2	Estadístico de Tukey del atributo textura en la prueba 2	52
4.2.1.4	Variación de dosificación de hielo prueba 3	53
4.2.1.4.1	Estadístico de caja y bigote en la prueba 3	53
4.2.1.4.2	Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 3	54
4.2.1.4.3	Estadístico de Tukey del atributo sabor en la prueba 3	54
4.2.1.5	Influencia de los parámetros fisicoquímicos en las pruebas preliminares de salchicha	55
4.2.1.5.1	Control de humedad en las pruebas preliminares de salchicha.....	55
4.2.1.5.2	Control del pH en las pruebas preliminares de salchicha	56
4.2.1.5.3	Control de la acidez en las pruebas preliminares de salchicha.....	57
4.2.1.6	Selección de muestra preliminar de salchicha normal.....	57
4.2.1.6.1	Estadístico de caja y bigote en la selección de salchicha normal	57
4.2.1.6.2	Estadístico de Tukey del atributo sabor en la selección de salchicha normal	58
4.2.1.6.3	Estadístico de Tukey del atributo textura para la selección de salchicha normal	59
4.2.1.7	Elección de salchicha patrón.....	60
4.2.1.7.1	Estadístico de caja y bigote en la elección de salchicha patrón.....	60
4.2.1.7.2	Estadístico de Tukey del atributo sabor en la elección de salchicha patrón	61
4.2.1.7.3	Estadístico de Tukey del atributo textura en la elección de salchicha patrón	62
4.2.1.8	Evaluación sensorial de la muestra preliminar y salchicha patrón	63
4.2.1.8.1	Estadístico de caja y bigote de la muestra preliminar y salchicha patrón	63
4.2.1.8.2	Estadístico de Tukey del atributo textura en la muestra preliminar y salchicha patrón.....	64
4.2.1.8.3	Estadístico de Tukey del atributo aceptabilidad en la muestra preliminar y salchicha patrón	64
4.2.1.8.4	Comparación de muestra preliminar y salchicha patrón	65
4.2.1.9	Variación de la dosificación de aceite de soya prueba 4	66

4.2.1.9.1	Estadístico de caja y bigote en la dosificación de aceite de soya en la prueba 4	67
4.2.1.9.2	Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 4	67
4.2.1.9.3	Estadístico de Tukey del atributo textura en la prueba 4	68
4.2.1.9.4	Estadístico de Tukey del atributo dureza en la prueba 4	69
4.2.1.10	Influencia de los parámetros fisicoquímicos en las pruebas preliminares de salchicha con sustitución de aceite de soya.....	70
4.2.1.10.1	Control de humedad, pH y acidez en las pruebas preliminares de salchicha con sustitución de aceite de soya	70
4.2.1.11	Evaluación sensorial de comparación de muestras de salchicha con sustitución de aceite de soya.....	73
4.3	Diseño factorial en la etapa de dosificación de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	74
4.3.1	Variable respuesta contenido de humedad en la etapa de dosificación de la salchicha con sustitución de aceite de soya	75
4.3.2	Variable respuesta (pH) en la etapa de dosificación de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	78
4.3.3	Variable respuesta de acidez (ácido láctico) en la etapa de dosificación de la salchicha con sustitución de aceite de soya	82
4.3.4	Análisis fisicoquímico del parámetro grasa de muestras experimentales	85
4.3.5	Evaluación sensorial de muestras experimentales de nivel inferior y superior para el diseño experimental	87
4.3.5.1	Estadístico de caja y bigote en las muestras experimentales de nivel inferior.....	87
4.3.5.2	Estadístico de Tukey del atributo textura en las muestras experimentales de nivel inferior	88
4.3.5.3	Estadístico de caja y bigote de las muestras experimentales de nivel superior	89
4.3.6	Selección de muestra experimental de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	90
4.3.6.1	Estadístico de caja y bigote en la selección de muestra experimental de salchicha con sustitución de aceite de soya.....	91
4.3.7	Evaluación sensorial del producto final salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	92
4.4	Control de los parámetros humedad, pH y acidez en la emulsión cárnica y salchicha	93
4.4.1	Control de la humedad en la emulsión cárnica y salchicha.....	93

4.4.2	Control del pH en la emulsión cárnica y salchicha.....	94
4.4.3	Control de la acidez en la emulsión cárnica y salchicha	95
4.5	Caracterización del producto final.....	96
4.5.1	Análisis físico del producto final.....	96
4.5.2	Análisis fisicoquímico del producto final.....	97
4.5.3	Análisis microbiológico del producto final	97
4.5.4	Diferencia de los parámetros fisicoquímicos de la salchicha normal y salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	98
4.6	Control de los parámetros humedad, pH y acidez durante el almacenamiento del producto final	99
4.6.1	Control de la humedad durante el almacenamiento del producto final salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	99
4.6.2	Control de pH durante el almacenamiento del producto final salchicha con sustitución de aceite de soya	101
4.6.3	Control de la acidez durante el almacenamiento del producto final salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	103
4.7	Análisis microbiológico durante el almacenamiento del producto final.....	105
4.8	Balance de materia en el proceso de elaboración de la salchicha con sustitución de aceite de soya.....	106
4.8.1	Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de res, carne de cerdo y tocino.....	108
4.8.2	Balance de materia en la etapa de molienda de carne de res, carne de cerdo y tocino.	112
4.8.3	Balance de materia en la etapa de cutterizado	115
4.8.4	Balance de materia en la etapa de embutido de la salchicha	117
4.8.5	Balance de materia en la etapa de escaldado de la salchicha.....	118
4.8.6	Balance de materia en la etapa de enfriado.....	119
4.8.7	Balance de materia en la etapa de envasado	120
4.8.8	Cálculo del rendimiento en el proceso de elaboración de la salchicha con sustitución de aceite de soya	121
4.8.9	Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de salchicha con sustitución de aceite de soya	122
4.9	Balance de energía	123
4.9.1	Ecuaciones para el balance de energía en la etapa de escaldado	123
4.9.2	Balance de energía en la etapa de escaldado de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya aceite de soya.....	125

4.9.3	Consumo de energía en el proceso de elaboración de la salchicha con sustitución de aceite de soya.	127
-------	---	-----

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

		Pág.
5.1	Coclusiones	129
5.2	Recomendciones	131

BIBLIOGRAFÍA	132
---------------------------	-----

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1	Composición nutricional de la salchicha	9
Tabla 2.2	Composición nutricional de carne de res.....	10
Tabla 2.3	Composición nutricional de carne de cerdo.....	11
Tabla 2.4	Composición nutricional del tocino	12
Tabla 2.5	Composición nutricional del aceite de soya.....	13
Tabla 3.1	Factores en la etapa de dosificación	39
Tabla 3.2	Nivel de variación de los factores aplicados en la etapa de dosificación	39
Tabla 3.3	Matriz de variables del diseño factorial en el proceso de dosificación	39
Tabla 3.4	Operacionalización de las variables en la elaboración de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	41
Tabla 4.1	Características fisicoquímicas de la carne de res.....	42
Tabla 4.2	Análisis microbiológico de la carne de res.....	42
Tabla 4.3	Características fisicoquímicas de la carne de cerdo.....	43
Tabla 4.4	Análisis microbiológico de la carne de cerdo.....	43
Tabla 4.5	Características fisicoquímicas del tocino.....	44
Tabla 4.6	Análisis microbiológico del tocino.....	44
Tabla 4.7	Composición nutricional del aceite de soya.....	45
Tabla 4.8	Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 1	50
Tabla 4.9	Estadístico de Tukey del atributo textura en la prueba 2	52
Tabla 4.10	Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 3	54
Tabla 4.11	Estadístico de Tukey del atributo sabor en la prueba 3	54
Tabla 4.12	Control de humedad en las muestras preliminares de salchicha	56

Tabla 4.13	Control del pH en las muestras preliminares de salchicha	56
Tabla 4.14	Control de la acidez en las muestras preliminares de salchicha	57
Tabla 4.15	Estadístico de Tukey del atributo sabor en la selección de salchicha normal	59
Tabla 4.16	Estadístico de Tukey del atributo textura en la selección de salchicha normal	59
Tabla 4.17	Estadístico de Tukey del atributo sabor en la elección de salchicha patrón.....	61
Tabla 4.18	Estadístico de Tukey del atributo textura en la elección de salchicha patrón	62
Tabla 4.19	Estadístico de Tukey para el atributo textura en la muestra preliminar y salchicha patrón.....	64
Tabla 4.20	Estadístico de Tukey para el atributo aceptabilidad en la muestra preliminar y salchicha patrón	65
Tabla 4.21	Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 4	68
Tabla 4.22	Estadístico de Tukey del atributo textura en la prueba 4	68
Tabla 4.23	Estadístico de Tukey del atributo dureza en la prueba 4	69
Tabla 4.24	Control de humedad, pH y acidez en las muestras preliminares de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	71
Tabla 4.25	Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad.....	75
Tabla 4.26	Análisis de varianza en función de la variable respuesta pH	79
Tabla 4.27	Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez	82
Tabla 4.28	Porcentaje de grasa de muestras experimentales de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	86
Tabla 4.29	Estadístico de Tukey del atributo textura en las muestras experimentales de nivel inferior	88
Tabla 4.30	Control de la humedad en la emulsión cárnica y salchicha	93
Tabla 4.31	Control del pH en la emulsión cárnica y salchicha.....	94
Tabla 4.32	Control de la acidez en la emulsión cárnica y salchicha	95
Tabla 4.33	Análisis físico del producto final	96
Tabla 4.34	Análisis fisicoquímico del producto final	97
Tabla 4.35	Análisis microbiológico del producto final	98
Tabla 4.36	Diferencia de los parámetros fisicoquímicos de la salchicha normal y salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	98
Tabla 4.37	Control de la humedad durante la conservación de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	100
Tabla 4.38	Control de pH durante la conservación de la salchicha	

	con sustitución de aceite de soya.....	102
Tabla 4.39	Control de la acidez durante la conservación de la salchicha con sustitución de aceite de soya	104
Tabla 4.40	Análisis microbiológico durante el almacenamiento del producto final.....	105
Tabla 4.41	Las capacidades caloríficas en función a la composición de los alimentos	124
Tabla 4.42	Resultados de la composición fisicoquímica de la	124
Tabla 4.43	Capacidad calorífica de agua y el acero inoxidable.....	125
Tabla 4.44	Entalpías de vaporización del agua saturada	125

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 2.1	Clasificación de los embutidos según el proceso de elaboración	7
Figura 2.2	Tipos de salchichas más populares	8
Figura 2.3	Beneficios de la salchicha para el organismo.....	9
Figura 2.4	Beneficios de la carne de cerdo para el organismo.....	11
Figura 2.5	Proceso tecnológico para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	16
Figura 2.6	Factores que afectan la estabilidad de las emulsiones cárnicas	17
Figura 3.1	Análisis fisicoquímico y microbiológico de carne de res	21
Figura 3.2	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de cerdo.....	21
Figura 3.3	Análisis fisicoquímico y microbiológico del tocino.....	22
Figura 3.4	Análisis fisicoquímico de pruebas preliminares	22
Figura 3.5	Análisis fisicoquímico en la emulsión cárnica.....	23
Figura 3.6	Análisis fisicoquímico y microbiológico de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	23
Figura 3.7	Control fisicoquímico y microbiológico en el almacenamiento de la salchicha	24
Figura 3.8	Análisis físico de la salchicha.....	24
Figura 3.9	Equipos de proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	25
Figura 3.10	Descripción de instrumentos de laboratorio	26
Figura 3.11	Descripción de utensilios de cocina	26
Figura 3.12	Materiales de laboratorio.....	27
Figura 3.13	Reactivos químicos de laboratorio	27
Figura 3.14	Insumos alimentarios	28

Figura 3.15	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	29
Figura 3.16	Proceso de acondicionado de carne de res, carne de cerdo y tocino.....	30
Figura 3.17	Proceso de troceado de carne de res, carne de cerdo y tocino.....	31
Figura 3.18	Proceso de molienda de carne de res, carne de cerdo y tocino	31
Figura 3.19	Proceso de cutterizado o mezclado	33
Figura 3.20	Proceso madurado.....	33
Figura 3.21	Proceso embutido y atado	34
Figura 3.22	Proceso de escaldado.....	35
Figura 3.23	Proceso de enfriado	35
Figura 3.24	Proceso de envasado	36
Figura 3.25	Evaluaciones sensoriales de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	37
Figura 4.1	Pruebas preliminares para la obtención de la muestra ideal de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.....	47
Figura 4.2	Ensayo inicial para elaborar salchicha	48
Figura 4.3	Resultados de la valoración subjetiva del ensayo inicial para elaborar salchicha	48
Figura 4.4	Variación de dosificación de carne de res y carne de cerdo.....	49
Figura 4.5	Estadístico de caja y bigote en la prueba 1	49
Figura 4.6	Variación de dosificación de tocino en la prueba 1.....	51
Figura 4.7	Estadístico de caja y bigote en la prueba 2	51
Figura 4.8	Variación de dosificación de hielo en la prueba 3.....	53
Figura 4.9	Estadístico de caja y bigote en la prueba 3	53
Figura 4.10	Estadístico de caja y bigote en la selección de salchicha normal.....	58
Figura 4.11	Estadístico de caja y bigote en la elección de salchicha patrón	60
Figura 4.12	Caja y bigote de la muestra preliminar y salchicha patrón.....	63
Figura 4.13	Preferencia de muestra preliminar y muestra patrón de salchicha ...	66
Figura 4.14	Variación de la dosificación de aceite de soya en la prueba 4.....	66
Figura 4.15	Estadístico de caja y bigote en la prueba 4	67
Figura 4.16	Porcentaje humedad de muestras preliminares con sustitución parcial de aceite de soya	71
Figura 4.17	pH de muestras preliminares con sustitución parcial de aceite de soya	72
Figura 4.18	Acidez de muestras preliminares con sustitución parcial de aceite de soya.....	73

Figura 4.19	Resultados del atributo textura de muestras con sustitución parcial de aceite de soya.....	74
Figura 4.20	Efectos principales para el contenido de humedad	76
Figura 4.21	Interacciones de efectos para el contenido de humedad.....	77
Figura 4.22	Diagrama de Pareto para el contenido de humedad	78
Figura 4.23	Efectos principales para el pH.....	80
Figura 4.24	Interacciones de efectos para el pH.....	81
Figura 4.25	Diagrama de Pareto estandarizado para el pH.....	81
Figura 4.26	Efectos principales para el contenido de humedad	83
Figura 4.27	Interacciones de efectos para la acidez	84
Figura 4.28	Interacciones de efectos para la acidez	85
Figura 4.29	Variación del porcentaje de grasa en función a las muestras experimentales	86
Figura 4.30	Estadístico de caja y bigote en las muestras experimentales de nivel inferior.....	87
Figura 4.31	Estadístico de caja y bigotes en las muestras experimentales de nivel superior.....	89
Figura 4.32	Selección de muestra experimental de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	90
Figura 4.33	Estadístico de caja y bigote para la selección de muestra experimental	91
Figura 4.34	Resultados en promedio de la evaluación sensorial del producto final	92
Figura 4.35	Variación de la humedad en la emulsión cárnica y salchicha	93
Figura 4.36	Variación del pH en la emulsión cárnica y salchicha	94
Figura 4.37	Variación de la acidez en la emulsión cárnica y salchicha	95
Figura 4.38	Variación de la humedad en función al tiempo de almacenamiento del producto final	100
Figura 4.39	Variación del pH en función al tiempo de almacenamiento de la salchicha con sustitución de aceite de soya	102
Figura 4.40	Variación de la acidez en función al tiempo de almacenamiento....	104
Figura 4.41	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	107
Figura 4.42	Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de res	109
Figura 4.43	Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de cerdo	110
Figura 4.44	Balance de materia en la etapa de acondicionado del tocino	111

Figura 4.45	Balance de materia en la etapa de molienda de carne de res	112
Figura 4.46	Balance de materia en la etapa de molienda de carne de cerdo	113
Figura 4.47	Balance de materia en la etapa de molienda del tocino	114
Figura 4.48	Balance de materia en la etapa de cutterizado.....	115
Figura 4.49	Balance de materia en la etapa de embutido	117
Figura 4.50	Balance de materia en la etapa de escaldado.....	118
Figura 4.51	Balance de materia en la etapa de enfriado	119
Figura 4.52	Balance de materia en la etapa de envasado	120
Figura 4.53	Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de salchicha con sustitución de aceite de soya	122
Figura 4.54	Balance de energía para la etapa de escaldado	126