

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



ELABORACIÓN DE SALAMI TIPO MILÁN

POR:

SOLANGE VANESA MARIN LUJAN

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, 2022

TARIJA-BOLIVIA

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

El presente trabajo de grado va dedicado principalmente:

A Dios

Por guiar mi camino y por darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres

Juan Carlos Marin y Bertha Lujan por ser los pilares más importantes en vida, por su amor, trabajo y sacrificio incondicional en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi abuelo

En memoria de Nicasio Marin por haberme inculcado principios de humildad y respeto, que son el arma principal para triunfar en la vida.

A mis hermanos

Gari, Juan Carlos y Omar por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

Agradecimientos

Agradecer a Dios por acompañarme en el transcurso de mi vida, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración; que, gracias a su amor, paciencia, valores y principios inculcados en mí, ayudaron y ayudarán a trazar mi camino.

A mi docente guía Ing. Erick Ramírez quien, con su experiencia y conocimiento me orientó durante el desarrollo del presente trabajo.

A mis docentes; que, durante todos los años de formación académica, impartieron en mis sus conocimientos; en especial a mis tribunales: Ing. Jesús Zamora, Ing. Mirtha Cuellar y Ing. Natividad Condori.

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, a la Facultad de Ciencias y Tecnología en especial a la Carrera de Ingeniería de Alimentos a su plantel administrativo y docente, por haberme formado como persona y profesional al ser parte de esta institución.

A todos mis amigos y compañeros en especial a Lourdes Guerrero, Vanessa Aviles, Gilda Esqueti y Rodrigo Ricaldi; por su apoyo moral e incondicional.

De igual forma, a mi novio por su apoyo incondicional que contribuyo de manera significativa.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

Pág.

INTRODUCCIÓN

| | | |
|-------|--------------------------------|---|
| 1.1 | Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 | Justificación..... | 2 |
| 1.3 | Objetivos..... | 2 |
| 1.3.1 | Objetivo general..... | 2 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos..... | 2 |
| 1.4 | Objeto de estudio..... | 3 |
| 1.5 | Campo de acción..... | 3 |
| 1.6 | Situación del problema..... | 4 |
| 1.7 | Formulación del problema..... | 4 |
| 1.8 | Formulación de Hipótesis | 4 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | | |
|---------|--|----|
| 2.1 | Origen del salami tipo milán | 5 |
| 2.2 | Definición del salami | 5 |
| 2.3 | Clasificación de productos cárnicos tratados con calor | 5 |
| 2.3.1 | Tipos de embutidos escaldados..... | 6 |
| 2.4 | Composición fisicoquímica del salami cocido..... | 7 |
| 2.4.1 | Características físicas del salami cocido..... | 7 |
| 2.5 | Materias primas en la elaboración de salami tipo milán..... | 7 |
| 2.5.1 | Carne de cerdo..... | 7 |
| 2.5.1.1 | Composición fisicoquímica de la carne de cerdo..... | 8 |
| 2.5.1.2 | Valor nutricional de la carne de cerdo | 8 |
| 2.5.2 | Carne de vaca | 9 |
| 2.5.2.1 | Composición fisicoquímica de la carne de vaca | 9 |
| 2.5.2.2 | Valor nutricional de la carne de vaca..... | 9 |
| 2.5.3 | Tocino de cerdo..... | 10 |
| 2.5.3.1 | Composición fisicoquímica del tocino de cerdo | 10 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.5.3.2 | Valor nutricional del tocino de cerdo..... | 11 |
| 2.6 | Aditivos del grado alimenticio en la elaboración de salami tipo milán..... | 11 |
| 2.6.1 | Sal de cura (Po pagre 100) | 11 |
| 2.6.2 | Antioxidante (Acelerador regal 100) | 11 |
| 2.6.3 | Emulsificante (Rendiplus-s)..... | 12 |
| 2.6.4 | Colorante (Corpur)..... | 12 |
| 2.7 | Insumos utilizados en la elaboración de salami tipo milán..... | 12 |
| 2.7.1 | Sal..... | 12 |
| 2.7.1.1 | Valor nutricional de la sal | 13 |
| 2.7.2 | Azúcar blanca..... | 13 |
| 2.7.2.1 | Valor nutricional de la azúcar blanca..... | 13 |
| 2.7.3 | Condimentos y especias | 14 |
| 2.7.3.1 | Pimienta negra en polvo (<i>Piper nigrum</i>)..... | 14 |
| 2.7.3.2 | Pimienta blanca en polvo (<i>Piper nigrum</i>) | 14 |
| 2.7.3.3 | Semilla de cilantro en polvo (<i>Coriandrum Sativum</i>) | 15 |
| 2.7.3.4 | Nuez moscada en polvo (<i>Myristica fragrans</i>)..... | 15 |
| 2.7.3.5 | Ajo en diente (<i>Alium sativum</i>)..... | 16 |
| 2.7.3.6 | Clavo de olor (<i>Syzygium aromaticum</i>)..... | 16 |
| 2.7.3.7 | Canela (<i>Cinnamomum verum</i>)..... | 17 |
| 2.7.3.8 | Paprika en polvo (<i>Capsicum annum</i>) | 17 |
| 2.7.4 | Vino blanco | 18 |
| 2.7.4.1 | Valor nutricional del vino blanco..... | 18 |
| 2.7.5 | Tripa fibrosa..... | 19 |
| 2.8 | Proceso tecnológico a ser utilizado en la elaboración de salami tipo milán..... | 19 |
| 2.8.1 | Maduración | 19 |
| 2.8.2 | Escaldado | 19 |

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

| | | |
|---------|--|----|
| 3.1 | Desarrollo de la parte experimental | 21 |
| 3.2 | Tipo de intervención para la parte experimental..... | 21 |
| 3.3 | Paradigma investigativo | 21 |
| 3.4 | Enfoque de la investigación en la elaboración de salami tipo milán..... | 22 |
| 3.5 | Método – técnicas e instrumentos | 22 |
| 3.5.1 | Análisis fisicoquímico y microbiológicos de la carne de cerdo..... | 23 |
| 3.5.2 | Análisis fisicoquímico y microbiológicos de la carne vacuna | 23 |
| 3.5.3 | Análisis fisicoquímico y microbiológicos del tocino de cerdo | 24 |
| 3.5.4 | Análisis fisicoquímico de la masa cárnica del salami tipo milán | 25 |
| 3.5.5 | Análisis fisicoquímicos y microbiológico del salami tipo milán..... | 25 |
| 3.6 | Descripción de equipos, instrumentos, material de laboratorio y utensilios..... | 26 |
| 3.6.1 | Equipos de proceso para la elaboración de salami tipo milán..... | 26 |
| 3.6.2 | Instrumentos de laboratorio..... | 27 |
| 3.6.3 | Material de laboratorio..... | 27 |
| 3.6.4 | Utensilios..... | 28 |
| 3.7 | Descripción de insumos alimentarios, aditivos de grado alimenticio y reactivos químicos..... | 28 |
| 3.7.1 | Insumos alimentarios..... | 28 |
| 3.7.2 | Aditivos de grado alimenticio..... | 29 |
| 3.7.3 | Reactivos químicos de laboratorio..... | 29 |
| 3.8 | Diagrama de flujo del proceso elaboración de salami tipo milán..... | 30 |
| 3.8.1 | Descripción del diagrama de proceso de elaboración de salami tipo milán... | 30 |
| 3.8.1.1 | Acondicionamiento | 31 |
| 3.8.1.2 | Molienda | 31 |
| 3.8.1.3 | Cortado del tocino | 32 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.8.1.4 | Pretratamiento del tocino | 32 |
| 3.8.1.5 | Acondicionamiento y pesado de insumos para preparación de salmuera | 33 |
| 3.8.1.6 | Preparación de salmuera | 33 |
| 3.8.1.7 | Pesado de insumos | 34 |
| 3.8.1.8 | Mezclado | 34 |
| 3.8.1.9 | Embutido | 35 |
| 3.8.1.10 | Maduración | 35 |
| 3.8.1.11 | Escaldado | 36 |
| 3.8.1.12 | Enfriado..... | 36 |
| 3.8.1.13 | Maduración | 37 |
| 3.8.1.14 | Almacenamiento | 37 |
| 3.9 | Análisis sensorial de los alimentos | 38 |
| 3.10 | Diseño experimental..... | 39 |
| 3.11 | Diseño factorial de 2 ³ | 39 |
| 3.11.1 | Diseño factorial 2 ³ en la etapa de dosificación del salami tipo milán..... | 40 |
| 3.12 | Operacionalización de variables para la elaboración de salami tipo milán..... | 41 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Caracterización de la carne de cerdo, vacuna y tocino | 43 |
| 4.1.1 | Análisis fisicoquímico de la carne de cerdo..... | 43 |
| 4.1.2 | Análisis microbiológico de la carne de cerdo | 43 |
| 4.1.3 | Análisis fisicoquímico de la carne de vaca | 44 |
| 4.1.4 | Análisis microbiológico de la carne vaca..... | 44 |
| 4.1.5 | Análisis fisicoquímico del tocino de cerdo | 45 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 4.1.6 | Análisis microbiológico del tocino de cerdo..... | 45 |
| 4.2 | Caracterización de las variables de proceso de elaboración de salami tipo milan..... | 46 |
| 4.2.1 | Ensayos de muestras para la elaboración de salami tipo milán | 46 |
| 4.2.2 | Adición del tipo de tocino en la elaboración de salami tipo milán en el ensayo 1..... | 47 |
| 4.2.2.1 | Estadístico caja y bigote de los atributos de las muestras del ensayo 1..... | 48 |
| 4.2.2.1.1 | Estadístico de Tukey para atributo apariencia del ensayo 1 | 48 |
| 4.2.2.1.2 | Estadístico de Tukey para atributo textura del ensayo 1 | 49 |
| 4.2.3 | Reemplazo de condimentos de grano a polvo en la elaboración de salami tipo milán en el ensayo 2..... | 50 |
| 4.2.3.1 | Estadístico caja y bigote de los atributos de las muestras del ensayo 2..... | 50 |
| 4.2.3.1.1 | Estadístico de Tukey para atributo sabor del ensayo 2..... | 51 |
| 4.2.3.1.2 | Estadístico de Tukey para atributo apariencia del ensayo 2 | 52 |
| 4.2.4 | Variación porcentual de solución salmuera en la elaboración de salami tipo milán en el ensayo 3..... | 52 |
| 4.2.4.1 | Estadístico caja y bigote de los atributos de las muestras del ensayo 3..... | 53 |
| 4.2.5 | Variación de tiempo en el pretratamiento del tocino en la elaboración de salami tipo milán en el ensayo 4..... | 54 |
| 4.2.5.1 | Estadístico caja y bigote de los atributos de las muestras del ensayo 4..... | 54 |
| 4.2.5.1.1 | Estadístico de Tukey para atributo textura del ensayo 4 | 55 |
| 4.2.6 | Incorporación de colorante en la elaboración de salami tipo milán en el ensayo 5..... | 56 |
| 4.2.6.1 | Estadístico caja y bigote de los atributos de las muestras del ensayo 5..... | 57 |
| 4.3 | Diseño experimental en el proceso de dosificación del salami tipo milán.... | 58 |
| 4.3.1 | Variable respuesta pH en la etapa de dosificación de salami tipo milán | 58 |
| 4.3.2 | Variable respuesta acidez en la etapa de dosificación de salami tipo milán. . . | 61 |
| 4.3.3 | Variable respuesta contenido de humedad en la etapa de dosificación de salami tipo milán..... | 61 |
| 4.3.4 | Evaluación sensorial de muestras experimentales de salami tipo milán..... | 64 |
| 4.3.4.1 | | 67 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 4.3.4.2 | Estadístico de caja y bigote para la solución salmuera del diseño experimental en el nivel inferior..... | 68 |
| 4.3.4.2.1 | Estadístico de caja y bigote para solución salmuera del diseño experimental en el nivel superior..... | 69 |
| 4.3.4.3 | Estadístico de Tukey para atributo color en el nivel superior..... | 69 |
| 4.4 | Análisis de varianza del producto terminado de salami tipo milán..... | 70 |
| 4.5 | Análisis fisicoquímico de la masa cárnica en la elaboración de salami tipo milán..... | 71 |
| 4.5.1 | Caracterización del producto final de salami tipo milán..... | 71 |
| 4.5.2 | Análisis fisicoquímico del salami tipo milán..... | 71 |
| 4.6 | Análisis microbiológico del salami tipo milán..... | 72 |
| 4.6.1 | Control de pH, acidez y contenido humedad en la muestra final del salami tipo milán durante el almacenamiento..... | 72 |
| 4.6.2 | Control de pH en el almacenamiento del salami tipo milán..... | 72 |
| 4.6.3 | Control de acidez (ácido láctico) en el almacenamiento del salami tipo milán..... | 74 |
| 4.7 | Control de contenido de humedad en el salami tipo milán durante el almacenamiento..... | 75 |
| 4.7.1 | Control microbiológico en el salami tipo milán durante el almacenamiento..... | 77 |
| 4.7.2 | Control microbiológico en el salami tipo milán con conservante..... | 77 |
| 4.8 | Control microbiológico en el salami tipo milán sin conservante..... | 78 |
| 4.8.1 | Balance de materia general para la elaboración de salami tipo milán..... | 79 |
| 4.8.2 | Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de cerdo..... | 82 |
| 4.8.3 | Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de vaca..... | 83 |
| 4.8.4 | Balance de materia en la etapa de acondicionado del tocino..... | 84 |
| 4.8.5 | Balance de materia en la etapa del cortado (cubitos) del tocino..... | 86 |
| 4.8.6 | Balance de materia en la etapa de molienda de carne de cerdo..... | 86 |
| 4.8.7 | Balance de materia en la etapa de molienda de carne de vaca..... | 87 |
| 4.8.8 | Balance de materia en la etapa de pretratamiento del tocino..... | 88 |
| 4.8.9 | Balance de materia en la etapa de preparación de salmuera..... | 89 |
| 4.8.10 | Balance de materia en la etapa de tratamiento de salmuera..... | 91 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 4.8.11 | Balance de materia en la etapa de mezclado..... | 92 |
| 4.8.12 | Balance de materia en la etapa de embutido..... | 93 |
| 4.8.13 | Balance de materia en la etapa del madurado..... | 94 |
| 4.8.14 | Balance de materia en la etapa del escaldado..... | 95 |
| 4.8.15 | Balance de materia en la etapa del madurado II..... | 96 |
| 4.8.16 | Balance de materia en la etapa del fileteado..... | 97 |
| 4.8.17 | Balance de energía para la elaboración de salami tipo milán..... | 99 |
| 4.8.18 | Balance de energía en la etapa de molienda..... | 101 |
| 4.8.19 | Balance de energía en la etapa de pretratamiento..... | 102 |
| 4.8.20 | Balance de energía en la etapa de maduración..... | 103 |
| 4.8.21 | Balance de energía en la etapa de escaldado..... | 103 |
| | Balance de energía en la etapa del fileteado..... | 104 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|-----|--------------------|-----|
| 5.1 | | |
| 5.2 | Conclusiones..... | 106 |
| | Recomendacion..... | 108 |

BIBLIOGRAFÍA

| | | |
|--|-------------------|-----|
| | Bibliografía..... | 109 |
|--|-------------------|-----|

ÍNDICE DE TABLAS

| | | Pág. |
|-----------|---|------|
| Tabla 2.1 | Composición fisicoquímica del salami cocido..... | 7 |
| Tabla 2.2 | Características físicas del salami cocido..... | 7 |
| Tabla 2.3 | Composición fisicoquímica de la carne de cerdo..... | 8 |
| Tabla 2.4 | Valor nutricional de la carne de cerdo..... | 9 |
| Tabla 2.5 | Composición fisicoquímica de la carne de vaca..... | 9 |
| Tabla 2.6 | Valor nutricional de la carne de vaca..... | 10 |
| Tabla 2.7 | Composición fisicoquímica del tocino de cerdo..... | 11 |

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 2.8 | Valor nutricional del tocino de cerdo | 11 |
| Tabla 2.9 | Valor nutricional de la sal | 14 |
| Tabla 2.10 | Valor nutricional de la azúcar blanca | 14 |
| Tabla 2.11 | Valor nutricional de la pimienta negra | 15 |
| Tabla 2.12 | Valor nutricional de la pimienta blanca..... | 16 |
| Tabla 2.13 | Valor nutricional de la semilla de cilantro. | 16 |
| Tabla 2.14 | Valor nutricional de la nuez moscada | 17 |
| Tabla 2.15 | Valor nutricional del diente de ajo | 17 |
| Tabla 2.16 | Valor nutricional del clavo de olor..... | 18 |
| Tabla 2.17 | Valor nutricional de la canela..... | 19 |
| Tabla 2.18 | Valor nutricional de la paprika en polvo | 19 |
| Tabla 2.19 | Composición fisicoquímica del vino blanco | 20 |
| Tabla 3.1 | Material de laboratorio..... | 28 |
| Tabla 3.2 | Utensilios de cocina..... | 28 |
| Tabla 3.3 | Insumos alimentarios..... | 29 |
| Tabla 3.4 | Aditivos de grado alimenticio..... | 29 |
| Tabla 3.5 | Reactivos químicos de laboratorio..... | 29 |
| Tabla 3.6 | Matriz de diseño factorial aplicado en la etapa de dosificación del salami tipo milán..... | 40 |
| Tabla 3.7 | Niveles de variación de factores en la etapa de dosificación..... | 41 |
| Tabla 4.1 | Análisis fisicoquímico de la carne de cerdo..... | 43 |
| Tabla 4.2 | Análisis microbiológico de la carne de cerdo..... | 43 |
| Tabla 4.3 | Análisis fisicoquímico de la carne de vacuna..... | 44 |
| Tabla 4.4 | Análisis microbiológico de la carne vacuna..... | 44 |
| Tabla 4.5 | Análisis fisicoquímico del tocino..... | 45 |
| Tabla 4.6 | Análisis microbiológico del tocino..... | 45 |
| Tabla 4.7 | Adición del tipo de tocino para las muestras del ensayo 1..... | 47 |
| Tabla 4.8 | Estadístico de Tukey para el atributo apariencia del ensayo 1..... | 49 |
| Tabla 4.9 | Estadístico de Tukey para el atributo textura del ensayo 1..... | 49 |
| Tabla 4.10 | Estadístico de Tukey para el atributo sabor del ensayo 2..... | 51 |
| Tabla 4.11 | Estadístico de Tukey para el atributo apariencia del ensayo 2..... | 52 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabla 4.12 | Estadístico de Tukey para el atributo textura en el ensayo 4..... | 55 |
| Tabla 4.13 | Variación porcentual de las muestras en el ensayo 5..... | 56 |
| Tabla 4.14 | Análisis de variación en función de la variable respuesta pH..... | 58 |
| Tabla 4.15 | Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez (ácido láctico)..... | 62 |
| Tabla 4.16 | Análisis de varianza en función a la variable respuesta contenido de humedad | 65 |
| Tabla 4.17 | Estadístico Tukey para atributo color en el nivel superior | 69 |
| Tabla 4.18 | Control fisicoquímico de la masa cárnica en la elaboración de salami tipo milán..... | 71 |
| Tabla 4.19 | Análisis fisicoquímico del salami tipo milán..... | 72 |
| Tabla 4.20 | Análisis microbiológico del salami tipo milán | 72 |
| Tabla 4.21 | Variación de pH en el almacenamiento | 73 |
| Tabla 4.22 | Variación de acidez en el almacenamiento | 75 |
| Tabla 4.23 | Variación de humedad en el almacenamiento..... | 76 |
| Tabla 4.24 | Control microbiológico en el salami tipo milán con conservante | 78 |
| Tabla 4.25 | Control microbiológico en el salami tipo milán sin conservante..... | 78 |
| Tabla 4.26 | Capacidades caloríficas en función a la composición de los alimentos. | 100 |
| Tabla 4.27 | Resultados de la composición fisicoquímico del salami tipo milán. | 100 |
| Tabla 4.28 | Capacidad calorífica del agua, acero inoxidable y aluminio..... | 101 |
| Tabla 4.29 | Entalpias de vaporización del agua saturada..... | 101 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 2.1 | Clasificación de productos cárnicos tratados con calor..... | 6 |
| Figura 2.2 | Tipos de embutidos escaldados..... | 6 |
| Figura 3.1 | Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de cerdo.... | 23 |
| Figura 3.2 | Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne vacuna | 24 |
| Figura 3.3 | Análisis fisicoquímico y microbiológico del tocino de cerdo. | 24 |
| Figura 3.4 | Control de la mezcla en la elaboración de salami tipo milán. | 25 |
| Figura 3.5 | Análisis fisicoquímico y microbiológico del salami tipo milán. . | 25 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 3.6 | Equipos de proceso para la elaboración de salami tipo milán. | 26 |
| Figura 3.7 | Instrumentos de laboratorio para la elaboración de salami tipo milán..... | 27 |
| Figura 3.8 | Diagrama del proceso elaboración de salami tipo milán. | 30 |
| Figura 3.9 | Proceso de acondicionamiento de la carne de cerdo, carne vacuna y tocino. | 31 |
| Figura 3.10 | Proceso del molido de la carne de cerdo y carne vacuna. | 31 |
| Figura 3.11 | Proceso de cortado del tocino. | 32 |
| Figura 3.12 | Proceso del pretratamiento del tocino..... | 32 |
| Figura 3.13 | Proceso de recepción de insumos. | 33 |
| Figura 3.14 | Proceso de la preparación de la salmuera. | 33 |
| Figura 3.15 | Proceso de pesado de aditivos e insumos. | 34 |
| Figura 3.16 | Proceso de mezclado..... | 34 |
| Figura 3.17 | Proceso de embutido..... | 35 |
| Figura 3.18 | Proceso de maduración. | 35 |
| Figura 3.19 | Proceso de escaldado. | 36 |
| Figura 3.20 | Proceso de enfriamiento..... | 36 |
| Figura 3.21 | Proceso de maduración. | 37 |
| Figura 3.22 | Proceso de almacenamiento..... | 37 |
| Figura 3.23 | Evaluaciones sensoriales de salami tipo milán..... | 38 |
| Figura 4.1 | Ensayos, diseño experimental y producto final de salami tipo milán. | 46 |
| Figura 4.2 | Adición del tipo de tocino en la elaboración salami tipo milán en el ensayo 1..... | 47 |
| Figura 4.3 | Caja y bigote de atributos de ensayo 1 del salami tipo milán..... | 48 |
| Figura 4.4 | Muestras con pimienta negra y semilla de cilantro en polvo en el ensayo 2..... | 50 |
| Figura 4.5 | Caja y bigote de atributos de las muestras del ensayo 2..... | 51 |
| Figura 4.6 | Variación porcentual de solución salmuera en el ensayo 3. | 52 |
| Figura 4.7 | Caja y bigote de atributos de las muestras del ensayo 3..... | 53 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 4.8 | Variación de tiempo en el pretratamiento del tocino en el ensayo 4. | 54 |
| Figura 4.9 | Caja y bigote de atributos de las muestras del ensayo 4. | 55 |
| Figura 4.10 | Incorporación de colorante y variación porcentual en el ensayo 5. | 56 |
| Figura 4.11 | Caja y bigote de atributos de las muestras del ensayo 5. | 57 |
| Figura 4.12 | Efectos principales de la variable respuesta pH. | 59 |
| Figura 4.13 | Interacción de factores de la variable respuesta pH. | 60 |
| Figura 4.14 | Diagrama de Pareto estandarizado para pH. | 61 |
| Figura 4.15 | Efectos principales para acidez (ácido láctico). | 62 |
| Figura 4.16 | Interacción de factores para acidez (ácido láctico). | 63 |
| Figura 4.17 | Diagrama de Pareto estandarizado para acidez (ácido láctico). .. | 64 |
| Figura 4.18 | Efectos principales para el contenido de humedad. | 65 |
| Figura 4.19 | Interacción de factores para el contenido de humedad. | 66 |
| Figura 4.20 | Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad. | 67 |
| Figura 4.21 | Caja y bigote para atributos en el diseño experimental nivel inferior. | 68 |
| Figura 4.22 | Caja y bigote para atributos en el diseño experimental nivel superior. | 69 |
| Figura 4.23 | Análisis de varianza del producto terminado de salami tipo milán. | 70 |
| Figura 4.24 | Control pH durante el almacenamiento del salami tipo milán. | 74 |
| Figura 4.25 | Control de acidez (ácido láctico) durante el almacenamiento en el salami tipo milán. | 75 |
| Figura 4.26 | Control de contenido de humedad en el salami tipo milán durante el almacenamiento. | 77 |
| Figura 4.27 | Balance general para la elaboración de salami tipo milán. | 79 |
| Figura 4.28 | Etapa del acondicionado de carne de cerdo. | 82 |
| Figura 4.29 | Etapa del acondicionado de carne de vaca. | 83 |
| Figura 4.30 | Etapa del acondicionado del tocino. | 84 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 4.31 | Etapa de molienda de carne de cerdo. | 86 |
| Figura 4.32 | Etapa de molienda de carne de vaca. | 88 |
| Figura 4.33 | Etapa del pretratamiento del tocino. | 88 |
| Figura 4.34 | Etapa de preparación de salmuera. | 89 |
| Figura 4.35 | Etapa de tratamiento de salmuera. | 91 |
| Figura 4.36 | Etapa de mezclado. | 92 |
| Figura 4.37 | Etapa de embutido. | 93 |
| Figura 4.38 | Etapa del madurado. | 94 |
| Figura 4.39 | Etapa del escaldado..... | 95 |
| Figura 4.40 | Etapa de madurado II..... | 96 |
| Figura 4.41 | Etapa del fileteado. | 97 |
| Figura 4.42 | Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración salami tipo milán..... | 98 |
| Figura 4.43 | Etapa de molienda..... | 101 |
| Figura 4.44 | Etapa del pretratamiento del tocino. | 102 |
| Figura 4.45 | Etapa del maduración. | 103 |
| Figura 4.46 | Etapa de escaldado..... | 104 |
| Figura 4.47 | Etapa de fileteado. | 104 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|------------|--|----|
| Cuadro 3.1 | Operacionalización de variables para la elaboración de salami tipo milán..... | 42 |
|------------|--|----|