

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
------------	--	----