

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**ELABORACIÓN DE SALCHICHAS VEGANAS A BASE DE
TOFÚ DE SOYA, AVENA INSTANTÁNEA Y HARINA DE MAÍZ**

POR:

ANAHIS BRIGIETTE ESPEJO COLODRO

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

V°B°

M.Sc Ing. Marcelo Segovia Cortéz
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

M.Sc Lic. Gustavo Succi Aguirre
**VICEDECANO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

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

M.Sc Ing. Erick Ramírez Ruiz
DOCENTE GUÍA

Ing. Beatriz Margot Sossa Márquez
TRIBUNAL

Ing. Adolfo Valentín Trigo Dimitrov
TRIBUNAL

Ing. José Johnny Mercado Rojas
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

El presente trabajo de grado va dedicado principalmente:

A Dios

Por guiar mi camino y darme fortaleza para continuar este proceso de obtener uno de los anhelos más destacados en mi vida.

A mis padres

Josué Espejo Gutiérrez y Delfina Colodro Olivera por ser los pilares más importantes en mi vida, por su amor, trabajo y sacrificio incondicional en todos estos años, no tengo palabras para expresar mi amor y mi gratitud por ustedes, gracias a ustedes he llegado a culminar un peldaño más de mi vida, son mi mayor motivación.

A mis hermanos (a)

Caleb, Matenai, Daner y Asenat por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por confiar siempre en mí y estar conmigo en todo momento gracias.

Agradecimientos

Primeramente agradecer a Dios por acompañarme en todo el transcurso de mi vida y ser mi apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres y hermanos (a) quienes son mi motor y mi mayor inspiración en esta vida; que, gracias a su amor, paciencia, valores y principios inculcados en mí, ayudaron y ayudaran a trazar mi camino.

A mi docente guía Ing. Erick Ramírez Ruiz 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 mí sus conocimientos; en especial mis tribunales: Ing. Beatriz Margot Sossa Márquez, Ing. Adolfo Valentín Trigo Dimitrov e Ing. José Johnny Mercado Rojas que gracias a sus consejos y conocimientos fueron parte importante en la culminación de todo el trabajo.

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.

De igual forma, a todos mis amigos y compañeros en especial a Katherin Ramos, Rocío Aramayo, Nilda Valdez, Gilda Esqueti, Rodrigo Flores y Gustavo López por su amistad incondicional y su apoyo moral.

ÍNDICE

CAPÍTULO I-INTRODUCCIÓN		Pág.
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.	Objeto de estudio.....	4
1.5.	Campo de acción.....	4
1.6.	Situación problemática.....	4
1.7.	Formulación del problema.....	5
1.8.	Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II-MARCO TEÓRICO		Pág.
2.1.	Origen de la salchicha vegana.....	6
2.2.	Definición de salchicha vegana.....	6
2.3.	Clasificación de los embutidos.....	7
2.3.1.	Tipos de salchichas veganas.....	7
2.4.	Composición fisicoquímica de la salchicha vegana.....	8
2.4.1.	Propiedades nutricionales de las salchichas veganas.....	9
2.5.	Aplicaciones de la salchicha vegana en el ser humano.....	9
2.6.	Caracterización del tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz utilizado en la elaboración de salchicha vegana.....	10
2.6.1.	Tofú de soya.....	10
2.6.1.1.	Propiedades nutricionales del tofú de soya.....	10
2.6.1.2.	Aplicaciones del tofú de soya.....	11

2.6.2	Avena instantánea.....	11
2.6.2.1.	Propiedades nutricionales de la avena instantánea.....	12
2.6.2.2.	Aplicaciones de la avena instantánea.....	13
2.6.3.	Harina de maíz.....	13
2.6.3.1.	Propiedades nutricionales de la harina de maíz.....	13
2.6.3.2.	Aplicaciones de la harina de maíz.....	14
2.7.	Caracterización de los insumos en la elaboración de salchichas veganas.....	15
2.7.1.	Hielo.....	15
2.7.3.	Aceite vegetal.....	15
2.7.4.	Gluten de trigo.....	16
2.7.5.	Almidón de papa.....	16
2.7.6.	Fécula de yuca.....	17
2.7.7.	Sal.....	17
2.7.8.	Condimentos y especias para salchicha.....	18
2.8.	Tipo de proceso tecnológico a ser utilizado en la elaboración de salchichas veganas.....	18
2.9.	Descripción del método de proceso para la elaboración de salchichas veganas.....	20
2.9.1.	Molienda.....	20
2.9.2.	Mezclado.....	20
2.9.3.	Embutido.....	20
2.9.4.	Ahumado.....	20
2.9.5.	Escaldado.....	21
2.9.6.	Enfriamiento.....	21

CAPÍTULO III-DISEÑO METODOLÓGICO

Pág.

3.1.	Desarrollo de la parte experimental.....	22
3.2.	Tipo de intervención.....	22
3.3.	Paradigma investigativo.....	22
3.4.	Enfoque de la investigación.....	23
3.5.	Métodos- técnicas e instrumentos.....	23
3.5.1.	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz.....	24
3.5.2.	Análisis físicos en la etapa de embutido, fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de almacenamiento de la salchicha vegana.....	24
3.5.3.	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la salchicha vegana....	25
3.6.	Equipos, instrumentos, utensilios y materiales de laboratorio.....	26
3.6.1.	Equipos.....	26
3.6.2.	Instrumentos de laboratorio.....	27
3.6.3.	Utensilios de cocina.....	27
3.6.4.	Materiales de laboratorio.....	28
3.7.	Materias primas e insumos alimentarios.....	29
3.7.1.	Tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz.....	29
3.7.2.	Insumos alimentarios.....	29
3.7.3.	Reactivos químicos de laboratorio.....	30
3.8.	Diagrama del proceso de elaboración de salchicha vegana.....	30
3.8.1.	Descripción del diagrama del proceso de elaboración de salchicha vegana a base de tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz...	31
3.9	Evaluación sensorial.....	35
3.10	Diseño experimental.....	36

3.10.1.	Diseño factorial 2 ³	37
3.10.2	Diseño factorial 2 ³ en la etapa de dosificación para la elaboración de salchicha vegana.....	37
3.11.	Operacionalización de las variables para la elaboración de salchicha vegana.....	39

CAPÍTULO IV-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pág.

4.1.	Caracterización del tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz	40
4.1.1.	Análisis fisicoquímico del tofú de soya.....	40
4.1.2.	Análisis microbiológico del tofú de soya.....	40
4.1.3.	Análisis fisicoquímico de la avena instantánea.....	41
4.1.4.	Análisis microbiológico de la avena instantánea.....	42
4.1.5.	Análisis fisicoquímico de la harina de maíz.....	42
4.1.6.	Análisis microbiológico de la harina de maíz.....	43
4.2.	Caracterización de variables del proceso de elaboración de salchicha vegana.....	43
4.2.1	Ensayos preliminares para la elaboración de salchicha vegana.....	43
4.2.2.	Pruebas preliminares de salchicha vegana para el ensayo 1.....	44
4.2.2.	Pruebas preliminares en la dosificación de aceite vegetal para el ensayo 2.....	46
4.2.2.1.	Estadístico caja y bigote de pruebas preliminares en la dosificación de aceite para el ensayo 2.....	47
4.2.3.	Pruebas preliminares en la dosificación de gluten de trigo para el ensayo 3.....	48
4.2.3.1.	Estadístico de caja y bigote de pruebas preliminares en la dosificación de gluten de trigo para el ensayo 3.....	48
4.2.4.	Pruebas preliminares en la dosificación de hielo para el ensayo 4....	49
4.2.4.1.	Estadístico de caja y bigote de pruebas preliminares en la	

	dosificación de gluten de trigo para el ensayo 4.....	50
4.2.4.1.1.	Estadístico de Tukey del atributo color de pruebas preliminares en la dosificación de gluten de trigo para el ensayo 4.....	51
4.2.4.1.2.	Estadístico de Tukey del atributo sabor de pruebas preliminares en la dosificación de gluten de trigo para el ensayo 4.....	51
4.2.4.1.3.	Estadístico de Tukey del atributo acidez de pruebas preliminares en la dosificación de gluten de trigo para el ensayo 4.....	52
4.2.4.1.4.	Estadístico de Tukey del atributo textura de pruebas preliminares en la dosificación de gluten de trigo para el ensayo 4.....	52
4.2.4.2.	Control de pH, acidez y contenido de humedad en pruebas preliminares en la dosificación de hielo para el ensayo 4.....	52
4.2.4.2.1.	Control de contenido de humedad en muestras de salchichas veganas durante la etapa de almacenamiento.....	53
4.2.4.2.2.	Control de pH en muestras de salchichas veganas durante la etapa de almacenamiento.....	54
4.2.4.2.3.	Control de acidez (ácido láctico) en muestras de salchicha vegana del ensayo 4 durante la etapa de almacenamiento.....	54
4.3.	Diseño factorial 23 en la etapa de dosificación para la elaboración de salchichas veganas.....	55
4.3.1.	Variable respuesta de contenido de humedad en la etapa de dosificación de salchicha vegana.....	56
4.3.2.	Variable respuesta pH en la etapa de dosificación de salchicha vegana.....	59
4.3.3.	Variable respuesta acidez (ácido láctico) en la etapa de dosificación de salchicha vegana.....	62
4.3.5.	Variación en la dosificación del nivel inferior en el diseño experimental para el ensayo 5.....	65
4.3.5.1.	Estadístico caja y bigote del nivel inferior del diseño experimental para el ensayo 5.....	65
4.3.6.	Variación en la dosificación del nivel superior del diseño experimental para el ensayo 6.....	66
4.3.5.1.	Estadístico caja y bigote del nivel superior del diseño experimental para el ensayo 6.....	67

4.4.	Comparación de muestras experimentales y muestra arquetipo de salchicha vegana para el ensayo 7.....	68
4.4.1.	Estadístico caja y bigote de muestras experimentales del diseño experimental del nivel inferior, superior y muestra ideal.....	69
4.5.	Prueba final para determinar el sabor de preferencia en el ensayo 8	69
4.5.1.	Estadístico caja y bigote para comparar el sabor de preferencia para el ensayo 8.....	70
4.6.	Caracterización de la salchicha vegana a base de tofú, avena instantánea y harina de maíz.....	71
4.6.1.	Análisis físico de la salchicha vegana.....	71
4.6.2.	Análisis fisicoquímicos de la salchicha vegana a base de tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz.....	71
4.6.3.	Análisis microbiológico de la salchicha vegana a base de tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz.....	72
4.7.	Control de pH, acidez y contenido de humedad en salchicha vegana durante la etapa de almacenamiento.....	73
4.7.1.	Control de pH en la salchicha vegana durante el almacenamiento...	73
4.7.2.	Control de acidez (ácido láctico) en la salchicha vegana durante la etapa de almacenamiento.....	74
4.7.3.	Control de contenido de humedad en salchicha vegana durante el almacenamiento.....	76
4.7.4.	Control microbiológico de la salchicha vegana durante la etapa de almacenamiento.....	77
4.8.	Balance de materia en el proceso de elaboración de salchicha vegana a base de tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz.....	78
4.8.1.	Balance de materia en la etapa de molienda I para la elaboración de salchicha vegana.....	80
4.8.2.	Balance de materia en la etapa de molienda II.....	82
4.8.3.	Balance de materia en la etapa de emulsión de la mezcla.....	84
4.8.4.	Balance de materia en la etapa de embutido.....	85
4.8.5.	Balance de materia parcial en la etapa de escaldado.....	87

4.8.6.	Balance de materia parcial en la etapa de enfriado.....	88
4.9.	Resumen general del balance de materia para el proceso de elaboración de salchicha vegana a base de tofú, avena instantánea y harina de maíz.....	89
4.10.	Balance de energía para la elaboración de salchicha vegana a base de tofú, avena instantánea y harina de maíz.....	90
4.10.1.	Balance de energía para la etapa de Molienda I.....	96
4.10.2.	Balance de energía para la etapa de molienda II.....	97
4.10.3.	Balance de energía en la etapa de emulsión.....	98
4.10.4.	Balance de energía para la etapa de escaldado de salchicha vegana...99	
4.10.5.	Balance de energía para la etapa de enfriado de la salchicha vegana101	

CAPÍTULO V-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **Pág.**

5.1.	Conclusiones.....	102
5.2.	Recomendaciones.....	105

BIBLIOGRAFÍA **Pág.**

Bibliografía.....	107
-------------------	-----

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1.	Parámetros fisicoquímicos de la salchicha vegana.....	8
Tabla 2.2.	Tabla nutricional para una unidad de salchicha vegana.....	9
Tabla 2.3.	Propiedades nutricionales del tofú de soya.....	11
Tabla 2.4.	Valor nutricional de la avena instantánea.....	13
Tabla 2.5.	Información nutricional de la harina de maíz.....	14
Tabla 3.1.	Matriz del diseño factorial 2 ³ aplicado en la etapa de dosificación al elaborar salchicha tipo vegana.....	38
Tabla 3.2.	Niveles de variación de los factores en la etapa de dosificación...	38
Tabla 3.3.	Operacionalización de las variables de la elaboración de salchicha vegana.....	39
Tabla 4.1.	Análisis fisicoquímico del tofú de soya.....	40
Tabla 4.2.	Análisis microbiológico de tofú de soya.....	41
Tabla 4.3.	Análisis fisicoquímico de la avena instantánea.....	41
Tabla 4.4.	Análisis microbiológico de la avena instantánea.....	42
Tabla 4.5.	Análisis fisicoquímico de la harina de maíz.....	42
Tabla 4.6.	Análisis microbiológico de harina de maíz.....	43
Tabla 4.7.	Variación de dosificación en la elaboración de salchicha vegana...	45
Tabla 4.8.	Parámetros de proceso de ensayo 2.....	46
Tabla 4.9.	Estadístico Tukey del atributo color.....	51
Tabla 4.10.	Estadístico Tukey del atributo sabor.....	51
Tabla 4.11.	Estadístico Tukey del atributo acidez.....	52
Tabla 4.12.	Estadístico Tukey del atributo textura.....	52
Tabla 4.13.	Contenido de humedad en muestras de salchichas veganas para el ensayo 4.....	53
Tabla 4.14.	Variación de pH en muestras de salchichas veganas para el ensayo 4.....	54
Tabla 4.15.	Análisis de acidez durante la etapa de almacenamiento para el ensayo 4.....	55

Tabla 4.16.	Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad.....	56
Tabla 4.17.	Análisis de varianza en función de la variable respuesta pH.....	59
Tabla 4.18.	Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez (ácido láctico).....	62
Tabla 4.19.	Parámetros físicos de la salchicha vegana.....	71
Tabla 4.20.	Análisis fisicoquímico de la salchicha vegana a base de tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz.....	72
Tabla 4.21.	Análisis microbiológico de la salchicha vegana a base de tofú, avena instantánea y harina de maíz.....	72
Tabla 4.22.	Variación de pH en la salchicha vegana durante el almacenamiento	73
Tabla 4.23.	Variación de acidez de la salchicha vegana en el almacenamiento...	75
Tabla 4.24.	Variación de contenido de humedad de la salchicha vegana en el almacenamiento.....	76
Tabla 4.25.	Análisis microbiológico de la salchicha vegana durante la etapa de almacenamiento.....	77
Tabla 4.26.	Capacidades caloríficas en función a la composición de los Alimentos.....	92
Tabla 4.27.	Composición fisicoquímica del tofú de soya.....	92
Tabla 4.28.	Composición fisicoquímica de la avena instantánea.....	93
Tabla 4.29.	Composición fisicoquímica de la harina de maíz.....	94
Tabla 4.30.	Composición fisicoquímica de la salchicha vegana.....	95
Tabla 4.31.	Capacidad calorífica del agua y el acero inoxidable.....	96
Tabla 4.32.	Entalpias de vaporización del agua saturada.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1.	Clasificación de los embutidos.....	7
-------------	-------------------------------------	---

Figura 2.2.	Tipos de salchicha vegana.....	8
Figura 3.1.	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del tofú de soya, avena instantánea y harina de maíz.....	24
Figura 3.2.	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el proceso de elaboración.....	25
Figura 3.3.	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la salchicha vegana.....	25
Figura 3.4.	Equipos utilizados en la elaboración de salchichas veganas....	26
Figura 3.5.	Instrumentos utilizados en la elaboración de salchicha vegana...	27
Figura 3.6.	Utensilios de cocina en la elaboración de salchicha vegana.....	27
Figura 3.7.	Materiales de laboratorio utilizados en la elaboración de salchicha vegana.....	28
Figura 3.8.	Materias primas para la elaboración de salchicha vegana.....	29
Figura 3.9.	Insumos utilizados en la elaboración de salchicha vegana.....	29
Figura 3.10.	Reactivos químicos en la determinación de acidez.....	30
Figura 3.11.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de salchicha vegana	31
Figura 3.12.	Tofú de soya.....	32
Figura 3.13.	Picado del tofú.....	32
Figura 3.14.	Molienda I.....	32
Figura 3.15	Molienda II.....	33
Figura 3.16.	Emulsión.....	33
Figura 3.17.	Madurado.....	33
Figura3.18.	Embutido.....	34
Figura 3.19.	Escaldado.....	34
Figura 3.20.	Enfriado.....	34
Figura 3.21.	Envasado.....	35
Figura 3.22.	Evaluaciones sensoriales realizadas en la elaboración de salchicha vegana.....	36
Figura 4.1.	Ensayos preliminares para la obtención de muestra ideal de salchicha vegana.....	44

Figura 4.2.	Pruebas iniciales de salchicha tipo vegana.....	45
Figura 4.3.	Variación en la dosificación de aceite.....	46
Figura 4.4.	Caja y Bigote de pruebas preliminares en la dosificación de aceite vegetal para el ensayo 2.....	47
Figura 4.5.	Pruebas preliminares en la dosificación de gluten de trigo para el ensayo 3.....	48
Figura 4.6.	Caja y bigote de muestras preliminares en la dosificación de gluten de trigo para el ensayo 3.....	49
Figura 4.7.	Pruebas preliminares en la dosificación de hielo para el ensayo 4...	50
Figura 4.8.	Caja y bigote de pruebas preliminares para ensayo 4.....	50
Figura 4.9.	Variación del contenido de humedad.....	53
Figura 4.10.	Variación de pH de las muestras S08 y S09.....	54
Figura 4.11.	Variación de acidez entre las muestras (S08 y S09) para el ensayo 4.....	55
Figura 4.12.	Efectos principales para contenido de humedad.....	57
Figura 4.13.	Interacción de factores para contenido de humedad.....	57
Figura 4.14.	Diagrama de Pareto estandarizado para contenido de humedad	58
Figura 4.15.	Efectos principales para pH.....	60
Figura 4.16.	Interacción de factores para pH.....	60
Figura 4.17.	Diagrama de Pareto estandarizado para pH.....	61
Figura 4.18.	Efectos principales para acidez (ácido láctico).....	63
Figura 4.19.	Interacción de factores para acidez (ácido láctico).....	63
Figura 4.20.	Diagrama de Pareto estandarizado para acidez (ácido láctico)...	64
Figura 4.21.	Dosificación del nivel inferior del diseño experimental 2^3	65
Figura 4.22.	Caja y bigote del nivel inferior en el diseño experimental.....	66
Figura 4.23.	Dosificación del nivel superior del diseño experimental.....	67
Figura 4.24.	Caja y bigote del nivel superior en el diseño experimental.....	67
Figura 4.25.	Muestras experimentales y muestra ideal.....	68
Figura 4.26.	Caja y bigote para comparar muestras del nivel inferior y	

	superior del diseño experimental y muestra ideal.....	69
Figura 4.27.	Determinación del sabor de preferencia en ensayo 8.....	70
Figura 4.28.	Caja y bigote para prueba final de determinación de sabor....	70
Figura 4.29.	Control de pH en la salchicha vegana durante el almacenamiento...	74
Figura 4.30.	Control de acidez en la salchicha vegana durante el almacenamiento.....	75
Figura 4.31.	Control de contenido de humedad en salchicha vegana durante el almacenamiento.....	77
Figura 4.32.	Balance de materia general en el proceso de elaboración de salchicha vegana a base de tofú, avena instantánea y harina de maíz.....	79
Figura 4.33.	Etapa de molienda I.....	80
Figura 4.34.	Balance de materia de la etapa de molienda 2.....	82
Figura 4.35.	Balance de materia en la etapa de emulsión.....	84
Figura 4.36.	Balance de materia en la etapa de embutido.....	86
Figura 4.37.	Balance de materia en la etapa de escaldado.....	87
Figura 4.38.	Balance de materia en la etapa de enfriado.....	88
Figura 4.39.	Resumen del balance de materia del proceso de elaboración de salchicha vegana.....	90
Figura 4.40.	Balance de energía en la etapa de molienda I.....	97
Figura 4.41.	Balance de energía en la etapa de molienda II.....	98
Figura 4.42.	Balance de energía en la etapa de emulsión.....	99
Figura 4.43.	Balance de energía en la etapa de escaldado.....	100
Figura 4.44.	Balance de energía en la etapa de enfriado.....	101