

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**ELABORACIÓN DE SALCHICHA TIPO VIENA CON  
CARNE DE LLAMA**

**POR:**

**CINTHYA MARISOL LÓPEZ HUARACHI**

Trabajo final de Grado presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar al grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

**Diciembre, 2013**

**TARIJA – BOLIVIA**

**Vo. Bo.**

.....  
**Ing. Erick Ramírez**  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
**Ing. Ernesto Álvarez**  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

.....  
**Ing. Silvana Paz**  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

.....  
**Ing. Jesús Zamora**  
**DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO**  
**DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LOS ALIMENTOS**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

**DEDICATORIA:**

A mi padre Emilio López Calla y hermanos por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

### **AGRADECIMIENTOS:**

Gracias al tutor Ing. **Erick Ramírez Ruíz**, por su paciencia, dedicación, motivación y criterio.

Gracias a mi padre, **Emilio López Calla**, que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quien debo este triunfo profesional, por todo su trabajo y dedicación para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual. De él es este triunfo y para él es todo mi agradecimiento.

## ÍNDICE

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	<b>Página</b>
1.1 Antecedentes. . . . .	1
1.2 Justificación. . . . .	3
1.3 Objetivos. . . . .	3
1.3.1 Objetivo General. . . . .	4
1.3.2 Objetivo Específico. . . . .	4
1.4 Planteamiento del problema. . . . .	4
1.5 Formulación del problema. . . . .	5
1.6 Planteamiento de la hipótesis. . . . .	6

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

	<b>Página</b>
2.1 Origen de la llama. . . . .	7
2.1.2 Clasificación taxonómica de la llama. . . . .	7
2.1.3 Razas y especies de llamas. . . . .	7
2.1.4 Carne de llama. . . . .	8
2.1.5 Composición química de la carne de llama. . . . .	9
2.1.6 Usos de la carne de llama. . . . .	10
2.2 Salchichas. . . . .	10
2.2.1 Clases y tipos de salchichas. . . . .	11
2.2.2 Salchicha tipo Viena. . . . .	11
2.2.3 Composición química de la salchicha tipo Viena. . . . .	12
2.3 Escaldado. . . . .	12
2.4 Ahumado. . . . .	13
2.5 Insumos para la elaboración de salchicha tipo Viena. . . . .	14
2.5.1 Carne de cerdo. . . . .	14
2.5.2 Tocino. . . . .	15
2.5.3 Características de la tripa para embutidos. . . . .	16
2.5.3.1 Tripas naturales. . . . .	17
2.5.3.1 Tripas naturales. . . . .	17
2.5.3.2 Tripas artificiales. . . . .	17
2.5.4 Conservantes químicos. . . . .	17
2.5.5 Antioxidantes. . . . .	18
2.5.6 Hielo. . . . .	19
2.5.7 Sal. . . . .	19

2.5.8	Colorantes. . . . .	20
2.5.9	Condimentos. . . . .	20
2.6	Descripción del proceso de elaboración de la salchicha tipo Viena. .	20
2.6.1	Recepción de la materia prima. . . . .	20
2.6.2	Adecuación. . . . .	21
2.6.3	Presalado-curado. . . . .	21
2.6.4	Formulación. . . . .	21
2.6.5	Molido. . . . .	21
2.6.6	Formulación de la emulsión cárnica. . . . .	21
2.6.6.1	Emulsión cárnica. . . . .	22
2.6.6.2	Factores que influyen en la estabilidad de la emulsión cárnica. . . . .	22
2.6.6.2.1	Condición de la carne. . . . .	22
2.6.6.2.2	pH. . . . .	23
2.6.6.2.3	Viscosidad. . . . .	23
2.6.6.2.4	Tamaño de las partículas de grasa. . . . .	23
2.6.6.2.5	La temperatura. . . . .	24
2.6.7	Embutido. . . . .	24
2.6.8	Secado y ahumado. . . . .	24
2.6.9	Escaldado. . . . .	24

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

		<b>Página</b>
3.1	Introducción. . . . .	25
3.2	Equipos y materiales de laboratorio. . . . .	25
3.2.2	Equipos de laboratorio. . . . .	25
3.2.2.1	Balanza analítica. . . . .	25
3.2.2.2	Moledora eléctrica. . . . .	26
3.2.2.3	Cutter eléctrica. . . . .	27
3.2.2.4	Embutidora manual. . . . .	27
3.2.2.5	Ahumador eléctrico. . . . .	28
3.2.2.6	Cocina industrial. . . . .	29
3.2.2.7	Envasadora al vacío. . . . .	30
3.2.2.8	Selladora eléctrica. . . . .	30
3.2.2.9	Freezer horizontal. . . . .	31
3.3	Materiales de laboratorio. . . . .	32
3.4	Materia prima e insumos alimentarios. . . . .	33
3.4.1	Materia prima. . . . .	33
3.4.2	Insumos alimentarios. . . . .	33
3.5	Proceso de elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . .	34

3.5.1	Descripción del proceso de elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	35
3.6	Metodología para la obtención de resultados. . . . .	40
3.6.1	Propiedades físico-químicas de la carne de llama. . . . .	40
3.6.2	Propiedades químicas del producto final. . . . .	40
3.6.3	Análisis microbiológico del producto final. . . . .	41
3.7	Análisis sensorial de los alimentos. . . . .	41
3.7.1	Evaluación sensorial en el proceso de dosificación para la elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	41
3.7.1.2	Evaluación sensorial en el proceso de dosificación final para la elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	42
3.7.1.3	Evaluación sensorial para determinar el atributo color en la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	42
3.7.1.4	Evaluación sensorial para determinar las condiciones de ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	42
3.8	Diseño experimental. . . . .	42
3.8.1	Diseño en el proceso de dosificación de materias primas de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	43
3.8.2	Diseño factorial para determinar temperatura y ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	44

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	<b>Página</b>	
4.1	Características de la materia prima. . . . .	46
4.1.1	Análisis químico de la carne de llama. . . . .	46
4.2	Determinación de la dosificación en la elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	46
4.2.1	Análisis sensorial del atributo color para la dosificación de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	47
4.2.1.1	Análisis de varianza del atributo color en el proceso de dosificación de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	49
4.2.2	Análisis sensorial del atributo olor para la dosificación de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	50
4.2.2.1	Análisis de varianza del atributo olor en el proceso de dosificación de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	52
4.2.3	Análisis sensorial del atributo sabor para la dosificación de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	53
4.2.3.1	Prueba de Duncan para el atributo sabor de las muestras de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	55

4.2.4	Análisis sensorial del atributo textura para la dosificación de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	57
4.2.4.1	Análisis de varianza del atributo textura en el proceso de dosificación de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	58
4.2.5	Dosificación final de materias primas en la elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	59
4.2.5.1	Análisis sensorial del atributo color en la dosificación final de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	60
4.2.5.1.1	Análisis de varianza del atributo color en el proceso de dosificación de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	61
4.2.5.2	Análisis sensorial del atributo olor en la dosificación final de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	62
4.2.5.2.1	Análisis de varianza del atributo olor en el proceso de dosificación de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	63
4.2.5.3	Análisis sensorial del atributo sabor en la dosificación final de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	63
4.2.5.3.1	Análisis de varianza del atributo sabor en el proceso de dosificación final de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	64
4.2.5.4	Análisis sensorial del atributo textura en la dosificación final de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	65
4.2.5.4.1	Análisis de varianza del atributo textura en el proceso de dosificación final de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	66
4.3	Diseño experimental en el proceso de dosificación de materias primas. . . . .	66
4.3.1	Análisis estadístico del diseño experimental en el proceso de dosificación. . . . .	67
4.4	Determinación del atributo color en la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	68
4.4.1	Test de escala cuantitativa relativa para evaluar el color en la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	69
4.5	Determinación de la temperatura y tiempo de ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	71
4.5.1	Evaluación sensorial del atributo color para el ahumado de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	72
4.5.1.1	Análisis de varianza del atributo color para el ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	73
4.5.2	Evaluación sensorial del atributo olor para el ahumado en la elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	73
4.5.2.1	Análisis de varianza del atributo olor para el ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	74
4.5.3	Evaluación sensorial del atributo sabor para el ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	75
4.5.3.1	Análisis de varianza del atributo sabor para el ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	76

4.5.4	Evaluación sensorial del atributo textura para el ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	76
4.5.4.1	Análisis de varianza del atributo textura para el ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	77
4.5.5	Evaluación sensorial del atributo aroma para el ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	78
4.5.5.1	Análisis de varianza del atributo aroma para el ahumado de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	79
4.6	Diseño experimental en el proceso de ahumado para la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . .	79
4.6.1	Análisis estadístico para determinar tiempo y temperatura de ahumado en la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	80
4.7	Caracterización del producto final. . . . .	81
4.7.1	Análisis fisicoquímico del producto. . . . .	81
4.7.2	Análisis microbiológico del producto final. . . . .	82
4.7.3	Análisis microbiológico del producto final durante el almacenamiento . . . . .	82
4.8	Balance de materia en el proceso de elaboración de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	83
4.8.1	Balance de materia en la etapa de deshuesado de la carne de llama y cerdo. . . . .	86
4.8.1.1	Balance general de materia en la etapa de deshuesado de la carne de llama. . . . .	86
4.8.1.2	Balance general de materia en la etapa de deshuesado de la carne de cerdo. . . . .	86
4.8.2	Balance de materia en la etapa de molienda de la carne de llama, cerdo y tocino. . . . .	87
4.8.2.1	Balance general en la etapa de molienda de carne de llama. . . . .	87
4.8.2.2	Balance general en la etapa de molienda de carne de cerdo. . . . .	87
4.8.2.3	Balance general en la etapa de molienda de tocino. . . . .	88
4.8.3	Balance de materia en la etapa de mezclado de insumos en la cutter. . . . .	88
4.8.3.1	Balance general en la etapa de mezclado de carnes e insumos. . . . .	89
4.8.4	Balance de materia en la etapa de embutido. . . . .	89
4.8.4.1	Balance general en la etapa de embutido. . . . .	89
4.8.5	Balance de materia en la etapa de atado. . . . .	89
4.8.5.1	Balance general en la etapa de atado de la salchicha. . . . .	90
4.8.6	Balance de materia en la etapa de ahumado. . . . .	90
4.8.6.1	Balance general de materia en la etapa de ahumado. . . . .	90
4.8.7	Balance de materia en la etapa de escaldado. . . . .	91
4.8.7.1	Balance general de materia en la etapa de escaldado. . . . .	91
4.9	Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	91
4.10	Balance de energía en la etapa de ahumado y escaldado. . . . .	92
4.10.1	Calor necesario para calentar el ahumador. . . . .	93
4.10.2	Calor necesario para calentar la salchicha. . . . .	94

4.10.3	Calor necesario para ahumar la salchicha. ....	95
4.10.4	Calor necesario para escaldar la salchicha. ....	100
4.11	Energía total gastada en el proceso de elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. ....	100

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>	
5.1	Conclusión. ....	101
5.2	Recomendaciones. ....	104
	Bibliografía. ....	105
	Anexos	

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1.1	Producción nacional de camélidos. . . . . 2
Tabla 2.1	Clasificación taxonómica de la llama. . . . . 7
Tabla 2.2	Composición química de la carne de llama. . . . . 9
Tabla 2.3	Productos elaborados con carne de llama. . . . . 10
Tabla 2.4	Composición nutricional de salchicha tipo Viena. . . . . 12
Tabla 2.5	Composición fisicoquímica para la carne de cerdo. . . . . 15
Tabla 2.6	Composición química para el tocino de cerdo. . . . . 16
Tabla 2.7	Conservantes para embutidos. . . . . 18
Tabla 3.1	Especificaciones técnicas de la balanza analítica. . . . . 25
Tabla 3.2	Especificaciones técnicas de la moledora eléctrica. . . . . 26
Tabla 3.3	Especificaciones técnicas de la cutter eléctrica. . . . . 27
Tabla 3.4	Especificaciones técnicas de la embutidora manual. . . . . 28
Tabla 3.5	Especificaciones técnicas del ahumador eléctrico. . . . . 28
Tabla 3.6	Especificaciones técnicas de la cocina industrial. . . . . 29
Tabla 3.7	Especificaciones técnicas de la envasadora al vacío. . . . . 30
Tabla 3.8	Especificaciones técnicas de la selladora eléctrica. . . . . 31
Tabla 3.9	Especificaciones técnicas del freezer horizontal. . . . . 31
Tabla 3.10	Materiales de laboratorio. . . . . 32
Tabla 3.11	Materia prima para el elaborar salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . . 33
Tabla 3.12	Insumos alimentarios. . . . . 34
Tabla 3.13	Determinación de las propiedades químicas de la carne de llama. . . . . 40
Tabla 3.14	Determinación de las propiedades químicas del producto final. . . . . 40
Tabla 3.15	Determinación de los parámetros microbiológicos del producto final. . . . . 41
Tabla 3.16	Niveles de variación de las variables en el proceso dosificación de materias primas. . . . . 43
Tabla 3.17	Arreglo matricial 2 <sup>3</sup> del proceso de dosificación de materias primas. . . . . 44
Tabla 3.18	Niveles de variación de los factores en el proceso de ahumado. . . . . 45
Tabla 3.19	Arreglo matricial 2 <sup>2</sup> en el proceso de ahumado. . . . . 45
Tabla 4.1	Análisis químico de la carne de llama. . . . . 46
Tabla 4.2	Evaluación sensorial del atributo color en la dosificación de materias primas. . . . . 48
Tabla 4.3	Análisis de varianza del atributo color en la dosificación de materias primas. . . . . 49
Tabla 4.4	Evaluación sensorial del atributo olor en la dosificación de las materias primas. . . . . 51
Tabla 4.5	Análisis de varianza del atributo olor en la dosificación de materias primas. . . . . 52

Tabla 4.6	Evaluación sensorial para el atributo sabor en la dosificación de las materias primas. . . . .	54
Tabla 4.7	Prueba de Duncan para el atributo sabor en la dosificación de materias primas. . . . .	56
Tabla 4.8	Evaluación sensorial para el atributo textura en la dosificación de materias primas. . . . .	57
Tabla 4.9	Análisis de varianza del atributo textura en la dosificación de materias primas. . . . .	59
Tabla 4.10	Análisis de varianza del atributo color en la dosificación final. .	61
Tabla 4.11	Análisis de varianza para el atributo olor en la dosificación final. .	63
Tabla 4.12	Análisis de varianza del atributo sabor en la dosificación final. .	64
Tabla 4.13	Análisis de varianza del atributo textura en la dosificación final.	66
Tabla 4.14	Diseño experimental en el proceso de dosificación para la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	67
Tabla 4.15	Análisis de varianza de la dosificación para la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	68
Tabla 4.16	Evaluación sensorial del atributo color en las muestras de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	70
Tabla 4.17	Análisis de varianza del atributo color en la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . .	73
Tabla 4.18	Análisis de varianza para el atributo olor en la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . .	74
Tabla 4.19	Análisis de varianza para el atributo sabor en la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . .	76
Tabla 4.20	Análisis de varianza para el atributo textura en la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . .	77
Tabla 4.21	Análisis de varianza para el atributo aroma en la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . .	79
Tabla 4.22	Resultados del diseño factorial en la etapa de ahumado. . . . .	80
Tabla 4.23	Análisis de varianza (ANVA) en la etapa de ahumado. . . . .	80
Tabla 4.24	Análisis físico-químico de la salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	81
Tabla 4.25	Análisis microbiológico del producto final. . . . .	82
Tabla 4.26	Análisis microbiológico del producto final en el almacenamiento. . . . .	82
Tabla 4.27	Composición química del humo para madera de roble. . . . .	97
Tabla 4.28	Constantes para gases en estado de gas ideal. . . . .	97
Tabla 4.29	Capacidad calorífica para los componentes del humo de madera de roble. . . . .	98
Tabla 4.30	Densidad de los componentes de humo de madera de roble. . . . .	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 3.1	Balanza analítica. . . . . 25
Figura 3.2	Moledora de carne eléctrica. . . . . 25
Figura 3.3	Cutter eléctrica. . . . . 26
Figura 3.4	Embutidora Manual. . . . . 27
Figura 3.5	Ahumador eléctrico. . . . . 28
Figura 3.6	Cocina industrial. . . . . 28
Figura 3.7	Envasadora al vacío. . . . . 29
Figura 3.8	Selladora eléctrica. . . . . 30
Figura 3.9	Freezer horizontal. . . . . 31
Figura 3.10	Materiales de laboratorio. . . . . 32
Figura 3.11	Diagrama de flujo para la elaboración de salchicha de llama tipo Viena. . . . . 34
Figura 4.1	Valores promedio para el atributo color en la dosificación de materias primas. . . . . 49
Figura 4.2	Valores promedio para el atributo olor en la dosificación de materias primas. . . . . 52
Figura 4.3	Valores promedio para el atributo sabor en la dosificación de las materias primas. . . . . 55
Figura 4.4	Valores promedio para el atributo textura en la dosificación de materias primas. . . . . 58
Figura 4.5	Valores promedio para el atributo color en la dosificación final. . . . . 61
Figura 4.6	Valores promedio para el atributo olor en la dosificación final. . . . . 62
Figura 4.7	Valores promedio para el atributo sabor en la dosificación final. . . . . 64
Figura 4.8	Valores promedio para el atributo textura en la dosificación final. . . . . 65
Figura 4.9	Valores promedio del test de escala cuantitativa relativa para el atributo color en la elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . . 71
Figura 4.10	Valores promedio del atributo color para el proceso de ahumado. . . . . 72
Figura 4.11	Valores promedio del atributo olor en la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . . 74
Figura 4.12	Valores promedio para el atributo sabor en la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . . 75
Figura 4.13	Valores promedio para el atributo textura en la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . . 77
Figura 4.14	Valores promedio para el atributo aroma en la determinación de tiempo y temperatura de ahumado. . . . . 78

Figura 4.15	Balance de materia para el proceso de elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	84
Figura 4.16	Etapa de deshuesado de la carne de llama. . . . .	86
Figura 4.17	Etapa de deshuesado de la carne de cerdo. . . . .	86
Figura 4.18	Etapa de molienda de la carne de llama. . . . .	87
Figura 4.19	Etapa de molienda de la carne de cerdo. . . . .	87
Figura 4.20	Etapa de molienda de tocino. . . . .	88
Figura 4.21	Etapa de mezclado. . . . .	88
Figura 4.22	Etapa de embutido. . . . .	89
Figura 4.23	Etapa de atado de la salchicha. . . . .	90
Figura 4.24	Etapa de ahumado. . . . .	90
Figura 4.25	Etapa de escaldado. . . . .	91
Figura 4.26	Balance de materia para el proceso de elaboración de salchicha tipo Viena con carne de llama. . . . .	92
Figura 4.27	Balance de energía en las etapas de ahumado y escaldado. . . . .	93