

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISALE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE
LOS ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



“ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA CON CARNE DE LLAMA”

POR:

NOELIA SOLEDAD RAMIREZ VILLA

Trabajo final de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISALE SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en ingeniería de Alimentos.

SEPTIEMBRE, 2019

TARIJA-BOLIVIA

Dedicatoria:

El presente trabajo está dedicado a mis padres y hermano por el apoyo, paciencia y amor incondicional que me brindaron durante el transcurso de la etapa universitaria.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

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	Variables dependientes e independientes	4
1.6	Formulación del problema.....	4
1.7	Hipótesis	4

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Origen de la hamburguesa	5
2.2	Definición de la hamburguesa	5
2.3.	Clasificación general de las hamburguesas	5
2.4.	Composición química de la hamburguesa	6
2.5.1	Dureza.....	7
2.5.2	Jugosidad	7
2.5.3	Aroma y sabor	7
2.5.4	Color	8
2.6	Materia prima para la elaboración de hamburguesas	8

2.6.1	Carne de cerdo	8
2.6.1.1	Beneficios de la carne de cerdo	8
2.6.2	Llama	10
2.6.2.1	Origen de la llama.....	11
2.6.2.2	Taxonomía	12
2.6.2.3	Características de la carne de llama.....	12
2.6.2.4	Nutrientes de la carne de llama.....	12
2.6.2.4.1	Proteínas	12
2.6.2.4.2	Grasas	13
2.6.2.4.3	Vitaminas.....	13
2.6.2.4.4	Minerales	13
2.6.2.5	Producción y consumo.....	13
2.6.2.6	Beneficios de la carne de llama	14
2.6.2.7	Comparación de composición química de la carne de llama con otras carnes.....	14
2.6.2.8	Comparación de contenido de minerales de la carne de llama con otras carnes	15
2.6.3	Grasa.....	15
2.7	Insumos en la elaboración de la hamburguesa con carne de llama	15
2.7.1	Agua.....	16
2.7.2	Cebolla.....	16
2.7.3	Sal común	16
2.7.4	Condimento de hamburguesa	17
2.7.5	Perejil.....	17
2.7.6	Ajo en polvo	17
2.7.7	Pimienta negra en polvo	18
2.7.8	Albúmina del huevo.....	19

2.8	Emulsión.....	19
2.8.1	Emulsión cárnica	19
2.8.1.1	Fases de una emulsión cárnica.....	19
2.8.1.2	Factores que afectan la estabilidad de una emulsión cárnica	20
2.8.2	Clases de emulsiones cárnicas	20
2.9	Conservación de la carne.....	21
2.10	Congelación de los alimentos	21
2.10.1	Métodos de congelación de carne.....	22
2.10.1.1	Métodos por corriente de aire.....	22
2.10.1.2	Métodos de congelación por contacto directo	23
2.10.1.3	Congeladora de placas	23
2.10.2	Velocidad de congelación.....	23
2.10.3	Cambios de color de la carne durante el proceso de congelación.	24
2.10.4	Cambios de color de la carne congelada durante su almacenamiento	25
2.11	Descongelado de los alimentos.....	25
2.11.1	Tipos de descongelación.....	26
2.11.1.1	Descongelación parcial.....	26
2.11.1.2	Descongelación-cocción.....	27
2.11.1.3	Descongelación-transformación	27
2.12	Cocción de los alimentos	27
2.13	Proceso de elaboración de hamburguesa	27
2.13.1	Descripción del proceso de elaboración de hamburguesa	28
2.13.1.1	Recepción de la carne	28
2.13.1.2	Pre desmenuzado	28
2.13.1.3	Picado	29

2.13.1.4	Amasado	29
2.13.1.5	Moldeado y extrusión	29
2.14	Cinética de congelación.....	29

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	30
3.2	Equipos de proceso, materiales de laboratorio y utensilios de cocina.....	30
3.2.1	Equipos de proceso	30
3.2.1.1	Balanza analítica digital.....	30
3.2.1.2	Cúttter eléctrica.....	31
3.2.1.3	Moledora de carne	31
3.2.1.4	Mixer	32
3.2.1.5	Moldeadora de hamburguesa.....	32
3.2.1.6	Congelador.....	33
3.2.1.7	Termómetro digital	33
3.2.1.8	Envasadora al vacío	34
3.3	Material de laboratorio	34
3.4	Utensilios de cocina.....	34
3.5	Descripción de las materias primas e insumos alimentarios	35
3.5.1	Materias primas	35
3.5.2	Insumos alimentarios	35
3.5.2.1	Reactivo químico en grado alimenticio	36
3.5.2.2	Ingredientes alimentarios.....	36
3.6	Proceso de elaboración de hamburguesa con carne de llama.....	36

3.6.1	Descripción del diagrama de flujo	37
3.6.1.1	Materia prima	37
3.6.1.3	Carne de llama	38
3.6.1.4	Tocino.....	38
3.6.1.5	Troceado	38
3.6.1.6	Molienda.....	38
3.6.1.7	Mezclado	38
3.6.1.8	Cutterizado.....	39
3.6.1.9	Madurado.....	39
3.6.1.10	Moldeado	39
3.6.1.11	Congelado.....	39
3.6.1.12	Envasado.....	39
3.6.1.13	Sub- enfriado	40
3.6.1.14	Almacenado	40
3.7	Metodología para la obtención de resultados	40
3.7.1	Propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo	40
3.7.2	Propiedades fisicoquímicas de la carne de llama	41
3.7.3	Propiedades fisicoquímicas del producto final	41
3.7.4	Análisis microbiológicos de la carne de cerdo	42
3.7.5	Análisis microbiológicos de la carne de llama	42
3.7.6	Análisis microbiológicos del producto final.....	43
3.8	Evaluación sensorial	43
3.9	Diseño experimental	46
3.9.1	Diseño factorial.....	47
3.9.2	Diseño experimental en la etapa de dosificación de hamburguesa con carne de llama.....	47

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Caracterización de las materias primas	49
4.1.2	Características fisicoquímicas de la carne de cerdo	49
4.1.3	Características fisicoquímicas de la carne de llama	49
4.1.4	Análisis microbiológicos de la carne de cerdo	50
4.1.5	Análisis microbiológicos de la carne de llama	51
4.2	Caracterización de las variables del proceso de elaboración de hamburguesa con carne de llama.....	51
4.2.1	Evaluación sensorial de la primera formulación variando el porcentaje de carne de res.....	52
4.2.1.1	Análisis de varianza para el atributo sabor del porcentaje de carne de res	54
4.2.1.2	Análisis de varianza para el atributo olor del porcentaje de carne de res	54
4.2.1.3	Prueba de Tukey para el atributo textura del porcentaje de carne de res	55
4.2.1.4	Análisis de varianza para el atributo color del porcentaje de carne de res	56
4.2.2	Evaluación sensorial de la segunda formulación variando el porcentaje de carne de llama.....	56
4.2.2.1	Prueba de Tukey para el atributo sabor del porcentaje de carne de llama.....	59
4.2.2.2	Prueba de Tukey para el atributo olor del porcentaje de carne de llama.....	60
4.2.2.3	Análisis de varianza para atributo textura del porcentaje de carne de llama.....	60
4.2.2.4	Análisis de varianza para el atributo color del porcentaje de carne de llama.....	61

4.2.3	Evaluación sensorial de la tercera formulación variando el porcentaje de hielo.....	62
4.2.3.1	Prueba de Tukey para el atributo sabor del porcentaje de hielo.....	64
4.2.3.2	Prueba de Tukey para el atributo olor del porcentaje de hielo.....	65
4.2.3.3	Prueba de Tukey para el atributo textura del porcentaje de hielo.....	66
4.2.3.4	Análisis de varianza para el atributo color del porcentaje de hielo.....	66
4.2.4	Evaluación sensorial de la cuarta formulación variando el porcentaje de tocino.....	67
4.2.4.1	Prueba de Tukey para el atributo sabor del porcentaje de tocino.....	69
4.2.4.2	Análisis de varianza para el atributo olor del porcentaje de tocino.....	70
4.2.4.3	Prueba de Tukey para el atributo textura del porcentaje de tocino.....	70
4.2.4.4	Análisis de varianza para atributo color del porcentaje de tocino.....	71
4.2.5	Evaluación sensorial para la selección de la muestra preliminar de hamburguesa con carne de llama.....	72
4.2.5.1	Prueba de Tukey para el atributo sabor para la selección de muestra de hamburguesa con carne de llama.....	74
4.2.5.2	Análisis de varianza para el atributo olor para la selección de muestra de hamburguesa con carne de llama.....	75
4.2.5.3	Análisis de varianza para el atributo textura para la selección de muestra de hamburguesa con carne de llama.....	76
4.2.5.4	Análisis de varianza para el atributo color para la selección de muestra de hamburguesa con carne de llama.....	77
4.3	Diseño experimental en el proceso de dosificación para hamburguesa con carne de llama.....	78
4.3.1	Resultados de la matriz del contenido de humedad de hamburguesa con carne de llama.....	78
4.3.2	Análisis de varianza del contenido de humedad en el proceso de dosificación de hamburguesa con carne de llama.....	79
4.3.3	Resultados de la matriz del contenido de materia grasa de hamburguesa con carne de llama.....	80

4.3.4	Análisis de varianza del contenido de materia grasa en el proceso de dosificación de hamburguesa con carne de llama	80
4.4	Elección de muestra referencia de hamburguesa.....	82
4.4.1	Evaluación sensorial para elegir muestra de referencia de hamburguesa	82
4.4.1.1	Estadístico de múltiples comparaciones para el atributo sabor	83
4.4.1.2	Estadístico de múltiples comparaciones para el atributo olor	84
4.4.1.3	Estadístico de múltiples comparaciones para el atributo textura.....	84
4.4.1.4	Estadístico de múltiples comparaciones para el atributo color.....	84
4.5	Evaluación sensorial del producto final con muestra de referencia	85
4.5.1	Prueba de “T” de Student para producto final con muestra de referencia	87
4.6	Determinación de la cinética de congelación de hamburguesa con carne de llama	88
4.6.1	Determinación de la temperatura de congelación en hamburguesa con carne de llama	88
4.6.2	Determinación de la temperatura de sub-enfriamiento en hamburguesa con carne de llama	90
4.6.3	Determinación de la cinética de congelación de hamburguesa con carne de llama a través de fórmulas matemáticas	92
4.7	Caracterización del producto final.....	94
4.7.1	Características físicas del producto final	94
4.7.2	Características fisicoquímicas del producto final	94
4.7.3	Análisis microbiológicos del producto final.....	95
4.8	Balance de materia en el proceso de elaboración de hamburguesa con carne de llama.....	96
4.8.1	Balance de materia en el proceso de molienda de la materia prima.....	98
4.8.2	Balance de materia en el mezclado de la materia prima en insumos	99

4.8.3	Balance de materia en el cutterizado	100
4.8.4	Balance de materia en el proceso de moldeado	101
4.8.5	Balance de materia después del congelado.....	102
4.8.6	Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de hamburguesa con carne de llama	102
4.9	Consumo de energía en el proceso de elaboración de hamburguesa con carne de llama.....	102
4.9.1	Cálculo de consumo de energía balanza analítica	102
4.9.2	Cálculo de consumo de energía de la moledora	104
4.9.3	Cálculo de consumo de energía del mixer	104
4.9.4	Cálculo de consumo de energía del congelador	105
4.9.5	Cálculo de consumo de energía de la cutter	106
4.9.6	Cálculo de consumo de energía de la envasadora al vacío.....	107

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1	Clasificación general de las hamburguesas	6
Tabla 2.2	Composición química de la hamburguesa	6
Tabla 2.3	Composición nutricional de la carne de cerdo.....	10
Tabla 2.4	Clasificación taxonómica de la llama	12
Tabla 2.5	Comparación de composición química de la carne de llama con otras carnes	14
Tabla 2.6	Contenido de minerales en el musculo de camélidos sudamericanos y otros rumiantes.....	15

CAPÍTULO III

Tabla 3.1	Especificaciones técnicas de la balanza analítica	30
Tabla 3.2	Especificaciones técnicas de la cútter eléctrica	31
Tabla 3.3	Especificaciones técnicas de la moladora de carne	31
Tabla 3.4	Especificaciones técnicas del mixer	32
Tabla 3.5	Especificaciones técnicas de la moldeadora de hamburguesa	32
Tabla 3.6	Especificaciones técnicas del congelador eléctrico	33
Tabla 3.7	Especificaciones técnicas del termómetro digital.....	33
Tabla 3.8	Especificaciones técnicas de la envasadora al vacío	34
Tabla 3.9	Materiales de laboratorio	34
Tabla 3.10	Utensilios de cocina.....	35
Tabla 3.11	Materias primas	35
Tabla 3.12	Reactivo químico de grado alimentario.....	36
Tabla 3.13	Insumos alimentarios.....	36
Tabla 3.14	Técnicas para determinar las propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo	40
Tabla 3.15	Técnicas para determinar las propiedades fisicoquímicas de la carne de llama	41
Tabla 3.16	Técnicas para determinar las propiedades fisicoquímicas del producto final.....	42
Tabla 3.17	Técnicas para determinar las propiedades microbiológicas de la carne de cerdo	42
Tabla 3.18	Técnicas para determinar las propiedades microbiológicas de la carne de llama	43
Tabla 3.19	Técnicas para determinar las propiedades microbiológicas del producto final.....	43
Tabla 3.20	Evaluaciones sensoriales	45

Tabla 3.21 Niveles de variación de los factores en la dosificación	47
Tabla 3.22 Diseño factorial de la matriz de variables para el proceso de dosificación	48

CAPÍTULO IV

Tabla 4.1 Características fisicoquímicas de la carne de cerdo	49
Tabla 4.2 Análisis fisicoquímico de la carne de llama	50
Tabla 4.3 Análisis microbiológicos de la carne de cerdo	50
Tabla 4.4 Análisis microbiológicos de la carne de llama	51
Tabla 4.5 Primera formulación variando el porcentaje de carne de res.....	52
Tabla 4.6 Análisis de varianza para el atributo sabor del porcentaje de carne de res	54
Tabla 4.7 Análisis de varianza para el atributo olor del porcentaje de carne de res	55
Tabla 4.8 Prueba de Tukey para el atributo textura del porcentaje de carne de res	55
Tabla 4.9 Análisis de varianza para el atributo color del porcentaje de carne de res	56
Tabla 4.10 Segunda formulación variando el porcentaje de carne de llama	57
Tabla 4.11 Prueba de Tukey para el atributo sabor del porcentaje de carne de llama	59
Tabla 4.12 Prueba de Tukey para el atributo olor del porcentaje de carne de llama	60
Tabla 4.13 Análisis de varianza para el atributo textura del porcentaje de carne de llama	61
Tabla 4.14 Análisis de varianza para el atributo color del porcentaje de carne de llama	61
Tabla 4.15 Tercera formulación variando el porcentaje de hielo	62

Tabla 4.16 Prueba de Tukey para el atributo sabor del porcentaje de hielo	65
Tabla 4.17 Prueba de Tukey para el atributo olor del porcentaje de hielo	65
Tabla 4.18 Prueba de Tukey para el atributo textura del porcentaje de hielo	66
Tabla 4.19 Análisis de varianza del atributo color del porcentaje de hielo	67
Tabla 4.20 Cuarta formulación variando el porcentaje de tocino.....	68
Tabla 4.21 Prueba de Tukey para el atributo sabor del porcentaje de tocino	69
Tabla 4.22 Análisis de varianza para el atributo olor del porcentaje de tocino	70
Tabla 4.23 Prueba de Tukey para el atributo textura del porcentaje de tocino	71
Tabla 4.24 Análisis de varianza para el atributo color del porcentaje de tocino	71
Tabla 4.25 Selección preliminar de hamburguesa con carne de llama.....	73
Tabla 4.26 Prueba de Tukey para el atributo sabor para la selección de muestra de hamburguesa con carne de llama.....	75
Tabla 4.27 Análisis de varianza para el atributo olor para la selección de muestra de hamburguesa con carne de llama.....	76
Tabla 4.28 Análisis de varianza para el atributo textura para la selección de muestra de hamburguesa con carne de llama.....	76
Tabla 4.29 Análisis de varianza para el atributo color para la selección de muestra de hamburguesa con carne de llama.....	77
Tabla 4.30 Matriz de resultados del contenido de humedad para el proceso de dosificación	79
Tabla 4.31 Análisis de varianza para el diseño 23 en el proceso de dosificación para contenido de humedad.....	79
Tabla 4.32 Matriz de resultados del contenido de materia grasa para el proceso de dosificación	80
Tabla 4.33 Análisis de varianza para el diseño 23 en el proceso de dosificación para contenido de materia grasa.....	81
Tabla 4.34 Prueba de múltiples comparaciones del atributo sabor para la elección muestra de referencia	83

Tabla 4.35 Prueba de múltiples comparaciones del atributo olor para la elección muestra de referencia	84
Tabla 4.36 Prueba de múltiples comparaciones del atributo textura para la elección muestra de referencia	84
Tabla 4.37 Prueba de múltiples comparaciones del atributo color para la elección muestra de referencia	85
Tabla 4.38 Producto final	86
Tabla 4.39 Determinación de la temperatura de congelación.....	89
Tabla 4.40 Determinación de la temperatura de sub-enfriamiento.....	91
Tabla 4.41 Resultados de las propiedades físicas del producto final	94
Tabla 4.42 Características fisicoquímicas del producto final	95
Tabla 4.43 Análisis microbiológicos del producto final.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1 Origen de la llama.....	11
Figura 2.2 Condimento de hamburguesa	17
Figura 2.3 Ajo en polvo	18
Figura 2.4 Pimienta negra en polvo	28
Figura 2.5 Proceso de elaboración de hamburguesa	28

CAPÍTULO III

Figura 3.1	Balanza analítica digital.....	30
Figura 3.2	Cútter eléctrica.....	31
Figura 3.3	Moledora de carne	31
Figura 3.4	Mixer	32
Figura 3.5	Moldeadora de hamburguesa.....	32
Figura 3.6	Congelador eléctrico.....	33
Figura 3.7	Termómetro digital	33
Figura 3.8	Envasadora al vacío	34
Figura 3.9	Proceso de elaboración de hamburguesa con carne de llama	37

CAPÍTULO IV

Figura 4.1	Caja y bigote para los atributos sensoriales del porcentaje de carne de res	53
Figura 4.2	Caja y bigote para los atributos sensoriales del porcentaje de carne de llama... ..	58
Figura 4.3	Caja y bigote para los atributos sensoriales del porcentaje de hielo	63
Figura 4.4	Caja y bigote para los atributos sensoriales del porcentaje de tocino	68
Figura 4.5	Caja y bigote para los atributos sensoriales para muestras elegidas.....	73
Figura 4.6	Caja y bigote para los atributos sensoriales de muestra referencia	82
Figura 4.7	Producto final	86
Figura 4.8	Valores porcentuales de producto final y muestra de referencia.....	87
Figura 4.9	Temperatura de congelación.....	89
Figura 4.10	Temperatura de sub-enfriamiento	92

Figura 4.11 Balance de materia en el proceso de elaboración de hamburguesa con carne de llama.....	97
Figura 4.12 Balance de materia en el proceso de molienda.....	98
Figura 4.13 Balance de materia en el proceso de mezclado.....	99
Figura 4.14 Balance de materia en el proceso de cutterizado	99
Figura 4.15 Balance de materia en el proceso de moldeado... ..	100
Figura 4.16 Balance de materia después del congelado.....	101
Figura 4.17 Resumen Balance de materia en el proceso de elaboración de hamburguesa con carne de llama.....	102