



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“ELABORACIÓN DE SALCHICHA FRANKFURT CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE (*Zophoba morio*)”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: BRYAN VINICIO ORTÍZ PANCHEZ

DIRECTOR: Ing. JOSÉ MIGUEL MIRA VÁSQUEZ, PhD.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Bryan Vinicio Ortíz Panchez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Bryan Vinicio Ortíz Panchez, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de enero de 2024



Bryan Vinicio Ortíz Panchez

230064894-2

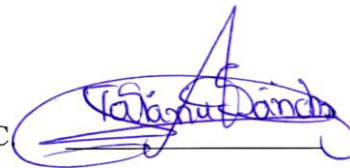
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN DE SALCHICHA FRANKFURT CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE (*Zophoba morio*)**”, realizado por el señor: **BRYAN VINICIO ORTÍZ PANCHEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

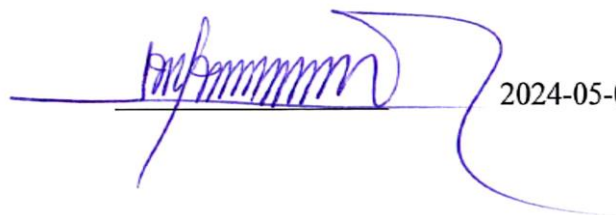
FECHA

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, MsC
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



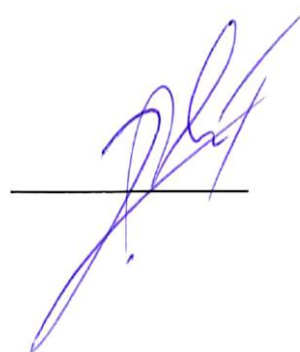
2024-05-09

Ing. José Miguel Mira Vázquez, PhD.
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-05-09

Ing. Iván Patricio Salgado Tello, MsC.
**ASESOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-05-09

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de integración curricular a toda mi familia sobre todo a mi madre y a mi hermana que han estado ahí para apoyarme incondicionalmente en cada momento de dificultad, por inculcarme los valores necesarios para ser un hombre de bien a lo largo de mi etapa académica sino también como ser humano, por ser ese pilar fundamental. Dedico este logro a todas las personas que sin su apoyo no hubiera podido estar hoy aquí, Luz una mujer que aparecido en mi vida siendo uno de mis pilares más importantes brindándome los ánimos de seguir adelante en el trayecto de mi carrera, por enseñarme a valorar el esfuerzo que mi familia realizo para mantenerme hoy aquí en el momento de culminación de mi carrera, por darme ese aliento que necesite gracias a su apoyo y el de mi familia puedo decir que hoy estoy aquí con una convicción y muchas metas por cumplir para seguir creciendo profesionalmente y como persona

Vinicio

AGRADECIMIENTO

Agradezco que Dios por brindarme la oportunidad de poder cumplir todas mis metas y objetivos planificados hasta este momento de mi vida dentro de mi formación académica, como individuo, de manera muy especial agradezco a mi tutor de Trabajo de integración Curricular al Ing. José Miguel Mira Vásquez PhD y a mi asesor Ing. Iván Patricio Salgado Tello por acompañarme en el proceso de mi formación académica a lo largo de mi carrera, siendo parte indispensable en la elaboración de mi trabajo de integración curricular, agradezco a todas y a cada una de las personas que fueron parte de este periodo de formación académica siendo mis amigos, compañeros, sobre todo a la persona que me acompañó toda mi vida universitaria brindándome un amor incondicional sino también esa mano amiga que muchas veces necesite para no tirar la toalla en muchas ocasiones por ser ese complemento en mi vida junto con mi familia y ser la base de la persona que puedo ser

Vinicio

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
1.1	La carne.....	3
1.1.1	<i>Composición química de la carne.....</i>	<i>3</i>
1.1.1.1	<i>Agua.....</i>	<i>4</i>
1.1.1.2	<i>Proteínas.....</i>	<i>4</i>
1.1.1.3	<i>Grasa.....</i>	<i>4</i>
1.1.1.4	<i>Carbohidratos</i>	<i>5</i>
1.1.1.5	<i>Vitaminas</i>	<i>5</i>
1.1.1.6	<i>Minerales</i>	<i>5</i>
1.2	Productos cárnicos embutidos	5
1.2.1	<i>Clasificación de los productos cárnicos embutidos según su proceso.....</i>	<i>6</i>
1.2.1.1	<i>Embutidos crudos.....</i>	<i>6</i>
1.2.1.2	<i>Embutidos cocidos</i>	<i>6</i>
1.2.1.3	<i>Embutidos madurados.....</i>	<i>7</i>
1.2.1.4	<i>Embutidos curados.....</i>	<i>7</i>
1.2.1.5	<i>Embutidos ahumados</i>	<i>7</i>
1.2.1.6	<i>Embutidos escaldados.....</i>	<i>7</i>
1.3	Condimentos y conservantes en la elaboración de embutidos.....	7

1.3.1	<i>Espicias</i>	7
1.3.2	<i>La sal (cloruro de sodio)</i>	8
1.3.3	<i>Nitratos y Nitritos</i>	8
1.3.4	<i>Fosfatos</i>	9
1.3.5	<i>Eritorbato de Sodio</i>	9
1.4	Tripas para embutidos	9
1.4.1	<i>Tipos de Tripas</i>	10
1.4.1.1	<i>Tripas naturales</i>	10
1.4.1.2	<i>Tripas artificiales</i>	10
1.4.1.3	<i>Tripas de celulosa regenerada</i>	10
1.4.1.4	<i>Tripas de colágeno</i>	10
1.4.1.5	<i>Tripas de plástico</i>	11
1.5	Salchicha Frankfurt	11
1.5.1	<i>Composición nutricional de la salchicha Frankfurt</i>	11
1.5.2	<i>Requisitos Específicos de la Normativa Técnica Ecuatoriana</i>	12
1.5.3	<i>Requisitos Bromatológicos y Microbiológicos Normativa Técnica Ecuatoriana</i>	12
1.6	Los Insectos en la industria alimentaria	14
1.6.1	<i>Zophoba morio</i>	14
1.6.2	<i>Composición nutricional del Zophoba morio</i>	15
1.6.3	<i>Harina de Zophoba morio</i>	16
1.6.4	<i>Ventajas y desventajas del uso de insectos en la alimentación humana</i>	17
1.7	Extensores cárnicos	18
1.7.1	<i>Tipos de harinas en productos cárnicos</i>	18
1.7.1.1	<i>Harinas convencionales</i>	18
1.7.1.2	<i>Harinas no convencionales</i>	18
1.7.2	<i>Efectos de la harina de insecto en productos cárnicos</i>	19

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	21
2.1	Localización y duración del experimento	21
2.2	Unidades experimentales	21
2.3	Materiales, equipos, insumos y reactivos	21
2.3.1	<i>Materias primas</i>	21
2.3.1.1	<i>Elaboración del producto</i>	21
2.3.1.2	<i>Materiales análisis fisicoquímico</i>	21
2.3.1.3	<i>Análisis sensorial</i>	22
2.3.1.4	<i>Análisis microbiológicos</i>	22
2.3.2	<i>Equipos</i>	23
2.3.2.1	<i>Elaboración del producto</i>	23
2.3.2.2	<i>Análisis fisicoquímicos</i>	23
2.3.2.3	<i>Análisis microbiológicos</i>	23
2.3.3	<i>Insumos y Reactivos</i>	24
2.3.3.1	<i>Elaboración del producto</i>	24
2.3.3.2	<i>Análisis fisicoquímico</i>	24
2.3.3.3	<i>Medios de cultivo</i>	25
2.3.4	<i>Indumentaria</i>	25
2.3.5	<i>Instalaciones</i>	25
2.4	Tratamiento y diseño experimental	25
2.5	Mediciones experimentales	26
2.5.1	<i>Análisis fisicoquímico</i>	26
2.5.2	<i>Análisis microbiológico</i>	26
2.5.3	<i>Análisis sensorial</i>	27
2.5.4	<i>Análisis económico</i>	27
2.6	Pruebas significativas y análisis estadísticos	27
2.7	Procedimiento experimental	28

2.7.1	<i>Formulación de salchicha tipo Frankfurt con harina de (Zophoba morio)</i>	28
2.7.2	<i>Elaboración de salchicha tipo Frankfurt con harina de (Zophoba morio)</i>	28
2.8	Metodología de la evaluación	31
2.8.1	<i>Análisis fisicoquímico</i>	31
2.8.1.1	<i>Humedad</i>	31
2.8.1.2	<i>Proteína</i>	31
2.8.1.3	<i>Grasa</i>	32
2.8.1.4	<i>Ceniza</i>	33
2.8.1.5	<i>pH</i>	33
2.8.2	<i>Análisis Microbiológicos</i>	34
2.8.2.1	<i>Sistema de siembra en medios de cultivo</i>	34
2.8.3	<i>Análisis Sensorial</i>	34
2.8.3.1	<i>Prueba test numérico</i>	35
2.8.4	<i>Análisis económico</i>	35

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
3.1	Análisis bromatológicos de la harina	36
3.2	Características fisicoquímico de la salchicha tipo Frankfurt	37
3.2.1	<i>Humedad</i>	37
3.2.2	<i>Proteína</i>	38
3.2.3	<i>Grasa</i>	39
3.2.4	<i>Ceniza</i>	41
3.2.5	<i>pH</i>	42
3.3	Análisis microbiológicos de la salchicha tipo Frankfurt	43
3.4	Resultados Análisis sensorial	44
3.4.1	<i>Apariencia</i>	44
3.4.2	<i>Sabor</i>	45

3.4.3	<i>Color</i>	46
3.4.4	<i>Textura</i>	47
3.4.5	<i>Olor</i>	48
3.5	Análisis Económico	49
	CONCLUSIONES	50
	RECOMENDACIONES	51
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Composición química de la carne de diferentes animales de abasto	4
Tabla 1-2: Composición nutricional de la salchicha tipo Frankfurt.....	11
Tabla 1-3: Aditivos permitidos en la salchicha tipo Frankfurt	12
Tabla 1-4: Requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos.....	12
Tabla 1-5: Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos	13
Tabla 1-6: Requisitos de composición y formulación para productos cárnicos cocidos.....	13
Tabla 1-7: Comparación nutricional de Tenebrio molitor y el <i>Zophoba morio</i> en base seca	16
Tabla 1-8: Composición nutricional en base seca del <i>Zophoba morio</i>	17
Tabla 1-9: Ventajas y desventajas del uso de los insectos en la alimentación humana y animal	17
Tabla 1-10: Efectos de las harinas no convencionales usadas en productos cárnicos	20
Tabla 2-1: Esquema del experimento	26
Tabla 2-2: Esquema ADEVA.....	27
Tabla 2-3: Formulación salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina (<i>Zophoba morio</i>)	28
Tabla 2-4: Parámetros de medición para el análisis sensorial	35
Tabla 3-1: Análisis bromatológicos de la harina de <i>Zophoba morio</i>	36
Tabla 3-2: Características fisicoquímicas de la salchicha frankfurt con diferentes niveles de harina de <i>Zophoba morio</i>	37
Tabla 3-3: Análisis microbiológicos de la salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina de (<i>Zophoba morio</i>).....	43
Tabla 3-4: Resultados de la prueba sensorial de la salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina de (<i>Zophoba morio</i>)	44
Tabla 3-5: Análisis económico de la salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina de (<i>Zophoba morio</i>)	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1 Carne de res	3
Ilustración 1-2 Diferentes tipos de embutidos.....	6
Ilustración 1-3 Insectos en la alimentación humana.....	14
Ilustración 1-4 Ciclo de vida del <i>Zophoba morio</i>	15
Ilustración 1-5 Diagrama de proceso para la obtención de harina de insectos	19
Ilustración 2-1 Diagrama de proceso para la elaboración de la salchicha tipo frankfurt.....	30
Ilustración 3-1 Comportamiento del contenido de humedad por la inclusión de la harina de insectos	38
Ilustración 3-2 Comportamiento del contenido de proteína por la inclusión de harina de insectos	39
Ilustración 3-3 Comportamiento del contenido de grasa por la inclusión de harina de insectos.....	40
Ilustración 3-4 Comportamiento del contenido de ceniza por la inclusión de harina de insectos	41
Ilustración 3-5 Comportamiento del pH por la inclusión de harina de insectos	42
Ilustración 3-6 Valoración organoléptica de la apariencia de la salchicha elaborada con diferentes niveles de harina.....	44
Ilustración 3-7 Valoración organoléptica del sabor en la salchicha elaborada con diferentes niveles de harina.....	45
Ilustración 3-8 Valoración organoléptica del color en las salchichas con diferentes niveles de harina.....	46
Ilustración 3-9 Valoración organoléptica de la textura en la salchicha elaborada con diferentes niveles de harina.....	47
Ilustración 3-10 Valoración organoléptica del olor en la salchicha elaborada con diferentes niveles de harina.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ELABORACIÓN DE SALCHICHA FRANKFURT EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.....	61
ANEXO B: ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS.....	61
ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	63
ANEXO D: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL	63
ANEXO E: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA HUMEDAD	64
ANEXO F: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA GRASA	64
ANEXO G: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA pH	64
ANEXO H: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA CENIZA.....	65
ANEXO I: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA PROTEÍNA	65

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue sustituir parcialmente la carne de res por harina de larva de *Zophoba morio* en la elaboración de salchicha tipo frankfurt. Se realizaron tratamientos con 1.5%, 3% y 4.5% de harina de larva, además de un control sin sustitución. Se evaluaron 16 unidades experimentales de 1000g cada una. Los resultados indicaron que los tratamientos con harina presentaron diferencias altamente significativas en proteína, grasa, cenizas respecto al control. El contenido de humedad disminuyó notoriamente a partir del 3%, llegando a 45.1% en el tratamiento con 4.5% de harina. Inversamente, la proteína aumentó hasta 20.67% y la grasa se incrementó progresivamente con mayores niveles de harina, estabilizándose desde el 3%. El pH también aumentó hasta 6.25. Los análisis microbiológicos no detectaron *Salmonella* ni *Escherichia coli*, con presencia mínima de *Staphylococcus aureus* según la norma. En los análisis sensoriales no hubo diferencias relevantes en olor, sabor y apariencia hasta el 3%, donde se percibió color más intenso y textura ligeramente más firme, aunque calificados como "Buena". El análisis económico mostró una relación costo-beneficio de \$1.16 para todos los tratamientos. Se concluye que la inclusión del 3% de harina de *Zophoba morio* mejora el valor nutricional sin afectar significativamente las características sensoriales y presenta resultados favorables en los análisis realizados, posicionándola como fuente proteica en la industria alimentaria.

Palabras clave: <SALCHICHA TIPO FRANKFURT >, <HARINA DE LARVA>, <*Zophoba morio* >, < SUSTITUCIÓN PARCIAL >, < ANÁLISIS SENSORIAL >, <ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO >, <ANÁLISIS ECONÓMICO >, <ANÁLISIS BROMATOLÓGICO>.

0577-DBRA-UPT-2024

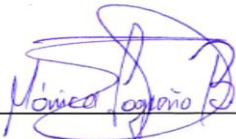
30-05-2024



ABSTRACT

This study aimed to partially substitute beef with *zophoba morio* larva flour in the Frankfurt-style sausage production. This study considered treatments with 1.5%, 3%, and 4.5% larva flour alongside a control treatment with no substitution to evaluate sixteen experimental units of 1000g each. The findings indicated that treatments with larva flour showed highly significant differences in protein, fat, and ash compared to the control treatment. The moisture content notably decreased from 3%, reaching 45.1% in the treatment with 4.5% flour. Conversely, protein increased to 20.67%, and fat progressively increased with higher levels of flour, stabilizing from 3%. The pH also increased to 6.25. Microbiological analyses did not detect Salmonella or Escherichia coli, with minimal presence of Staphylococcus aureus in accordance with the standards. Sensory analyses revealed no significant differences in odour, flavour, and appearance up to 3%, where a more intense colour and slightly firmer texture were perceived, although still rated as "Good". The economic analysis showed a cost-benefit ratio of \$1.16 for all treatments. Finally, including 3% *zophoba morio* larva flour improves the nutritional value without significantly affecting the sensory characteristics. It demonstrates favourable results in the conducted analyses, positioning it as a viable protein source in the food industry.

Keywords: <FRANKFURT-STYLE SAUSAGE>, <LARVA FLOUR>, <*zophoba morio*>, <PARTIAL SUBSTITUTION>, <SENSORY ANALYSIS>, <MICROBIOLOGICAL ANALYSIS>, <ECONOMIC ANALYSIS>, <BROMATOLOGICAL ANALYSIS>.



Lic. Mónica Alejandra Logroño B. Mgs

0602749533

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria es un sector de constante desarrollo e innovación, donde se busca obtener nuevas materias primas para la elaboración de alimentos que satisfagan a la creciente población, manteniendo la calidad nutritiva para garantizar una dieta sana y equilibrada a los futuros consumidores. En los últimos años ha existido un creciente interés por el uso de insectos en la elaboración de productos para el consumo humano, al considerarse a los insectos como un alimento rico en proteína y grasas. Aunque el consumo de insectos también denominado entomofagia es una práctica que se ha llevado a cabo durante regeneraciones al ser una especie diversa y relativamente abundante (Rojo, 2023, p.1).

Existen 2000 especies de insectos que forman parte de la alimentación en más de 113 países en los continentes de Asia, África y América; el sistema de consumo donde se recolectan de forma directa, pero en la actualidad existen granjas generando una producción controlada de estos insectos (Rivera & Carbonell, 2020, p.6). Los organismos internacionales como la FAO mencionan que los insectos son una nueva fuente de ingresos para las personas, sin mencionar la reducción del impacto ambiental que genera la cría de estos insectos, al ser considerablemente menor a la producción de proteína animal con un estimado del 15 al 26% de emisiones de efecto de gases invernadero (Rodríguez, 2023, pp-1-5).

Los insectos son mejores convirtiendo la energía, siendo una opción saludable y nutricionalmente pueden sustituir a las demás fuentes de proteína como el cerdo, pollo y res, para personas que no tienen acceso a estas fuentes de alimentos; siendo los insectos una alternativa alimenticia rica en proteínas, grasas y altos en calcio, hierro y zinc. También pueden proporcionar cantidades satisfactorias de carbohidratos y pueden aportar algunos aminoácidos esenciales para los humanos; además de mantener la seguridad alimentaria, garantizando un menor riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas (Prósper, 2020, pp.1-13).

La harina de insectos puede contener del 60 al 70% en grasas polinsaturadas y nutrientes en comparación con las proteínas de origen animal, así como complejo de vitaminas B; dependiendo de la especie de la cual se obtenga, haciéndolo favorable para enriquecer harinas convencionales para panificación, dentro de snacks, chocolates, barras energéticas, pastas son algunos ejemplos de la aplicación de estos insectos como materia prima en la industria de alimentos, pero los valores nutricionales pueden variar de acuerdo a la variedad de insectos, incluso de la misma especie, esto depende netamente de factores como la etapa en la que se encuentren (pupa o adulto), su ecosistema y la dieta que se maneje (Avendaño et al., 2020, pp.1031-1032).

La especie que se utilizó para la investigación fue el (*Zophoba morio*) entendiéndose que es un escarabajo de orden coleóptera, conjunto a la familia *Tenebrionidae*, también conocido como escarabajo rey por su gran tamaño, para esto toma varias fases como: huevo, larva, pupa y adulto. Para el trabajo se tomó en consideración la etapa larvaria del escarabajo, procesadas en base seca como materia prima dentro de la elaboración del producto alimenticio (Rumbos & Athanassiou, 2023, pp.1-11)

De tal manera que se realizó tres tratamientos, junto con un testigo con el fin de obtener un producto con una formulación adecuada y agradable para el consumidor, con un alto valor nutricional, adicional a ello se evaluó el costo de producción del alimento para determinar la viabilidad del proyecto. Con los antecedentes mencionados, por medio de la investigación se empleó la harina de larva (*Zophoba morio*), suministrada gradualmente en la elaboración de una salchicha tipo frankfurt, para lo cual se consideró los siguientes objetivos:

- Elaborar salchichas tipo frankfurt con diferentes niveles de harina de (*Zophoba morio*).
- Caracterizar la harina de (*Zophoba morio*) por medio de análisis bromatológicos.
- Determinar el nivel apropiado (1.5%; 3%; 4.5%) de harina de (*Zophoba morio*) en la elaboración de salchicha frankfurt.
- Establecer las características bromatológicas, análisis sensoriales y microbiológicos del producto terminado.
- Evaluar los costos de producción y rentabilidad mediante el indicador costo/beneficio.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 La carne

La carne es el parte muscular obtenido de los animales de abasto, después del sacrificio esta porción formada por fibras musculares, colágeno y grasa; atraviesa una serie de cambios que la transforman en lo que conocemos como carne. Entre las 6 y 24 horas después del faenamiento empieza la contracción muscular conocida como rigor mortis, se espera que esta etapa empiece de forma temprana para dar paso a la fase de maduración donde la carne empieza a desarrollar particulares características organolépticas. Dentro de esta fase los músculos contraídos se relajan debido a un proceso fisicoquímico haciendo que adquiera la textura aromas y sabores propios de la carne (Horcada & Polvillo, 2010, p.114).

La normativa ecuatoriana define a la carne como un tejido muscular estriado en fase posterior a su rigidez cadavérica, comestible, sano y limpio de animales de abasto que paso por inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para el consumo humano (NTE INEN-1217, 2013).



Ilustración 1-1 Carne de res

Fuente: (Valero et al., 2010, p. 13)

1.1.1 Composición química de la carne

La composición de la carne en términos generales se caracteriza por un 75% de agua, un 18% de proteína, 3,5% de sustancias no proteicas solubles y 3% de grasa. Estos valores pueden verse afectados por los procesos fisicoquímicos que atraviesa la carne en su etapa post-mortem, además

de factores propios de la naturaleza externa del animal de abasto como la raza, alimentación y género (Buritica, 2014, p.9).

Tabla 1-1: Composición química de la carne de diferentes animales de abasto

Animal	Pieza	Agua	Proteína	Grasa	Cenizas
Cerdo	Paleta	74,9	19,5	4,7	1,1
	Solomillo	75,3	21,1	2,4	1,2
	Chuleta	54,5	15,2	29,4	0,8
	Jamón	75,0	20,2	3,6	1,1
	Panceta	40,0	11,2	48,2	0,6
Vacuno	Pierna	76,4	21,8	0,7	1,2
	Lomo	74,6	22,0	2,2	1,2
Pollo	Muslo	73,3	20,0	5,5	1,2
	Pechuga	74,4	23,3	1,2	1,1

Fuente: (Hernández & Ruiz, 2010, p.113)

1.1.1.1 Agua

El contenido de agua varía inversamente al contenido de grasa, si aumenta el porcentaje de grasa se reduce el de agua. La presencia de agua en la carne es de importancia en la interacción proteína-agua y proteína-proteína al ser estas las principales captadoras de agua, La porción de agua unida íntimamente a las proteínas es de 300g a 360g de agua por 100g de proteína provenientes de carne fresca, la retención de agua está relacionada con el pH de la carne en los procesos de transformación de misma (Andújar et al., 2009, pp.18-44).

1.1.1.2 Proteínas

Es considerado el componente más importante de la carne, se clasifican en sarcoplasmáticas, miofibrilares y del tejido conectivo dependiendo de su procedencia. Las proteínas miofibrilares están relacionadas con la terneza, capacidad de retención de agua de diferentes piezas cuando ocurre el rigor mortis. La mioglobina (células musculares) y la hemoglobina (pigmento de la sangre), proporcionan el característico color rojo a la carne. El contenido de mioglobina está relacionado con la absorción de hierro en la alimentación de los animales, el esfuerzo de los músculos y el aumento de la edad (Horcada & Polvillo, 2010, p.114).

1.1.1.3 Grasa

La grasa es el componente con mayor valor calórico de la canal, el tejido adiposo se compone de grasa subcutánea, intermuscular e intramuscular; de los cuales en su mayoría está conformado

por triglicéridos, en la carne predominan los ácidos grasos saturados y monoinsaturados. En la carne podemos encontrar los siguientes ácidos grasos: palmítico, esteárico, hexadecanoico, oleico, linoleico y araquidónico; la manteca de cerdo contiene ácido graso oleico (46%) y en un 14% de linoleico, las grasas animales son ricas en ácido esteárico, palmítico y oleico, la composición de la grasa varía dependiendo de la especie, la dieta, posición fisiológica, sexo y raza del animal (Delgado, 2022, pp.5-7)

1.1.1.4 Carbohidratos

En el tejido muscular se encuentra el 1% de este componente, en el organismo del animal existen monosacáridos, polisacáridos y varios intermediarios como ácidos nucleicos; los carbohidratos cumplen un papel importante en el metabolismo energético como el glucógeno que después del faenamiento ayuda a la producción del ácido láctico necesario para que el pH del tejido descienda siendo relevante en el color y las propiedades tecnológicas de la carne. El contenido de este carbohidrato depende del tipo de músculo, contenido de grasa, nivel de actividad, método de sacrificio, etc. (Andújar et al., 2009, pp.18-44).

1.1.1.5 Vitaminas

Las vitaminas en el tejido muscular se encuentran en menor cantidad entre ellas las vitaminas liposolubles (A, D, E, K); en mayor cantidad las vitaminas del grupo B. La mayor parte de las vitaminas es relativamente resistente a los procesos tecnológicos aplicados en la industria cárnica, pero vitaminas como la tiamina se destruyen durante los procesos de salazón, ahumado, horneado, secado y mediante el tratamiento con calor y con radiaciones ionizantes (Ayala, 2018, pp.57-59).

1.1.1.6 Minerales

Los elementos inorgánicos como Ca, P, S ayudan al tejido muscular en su etapa de maduración post mortem, además de contribuir en el aroma y los olores de la carne. El Fe y Zn están presentes en la carne con una alta biodisponibilidad, especialmente en las carnes rojas (Santrich et al., 2013, pp.59-60).

1.2 Productos cárnicos embutidos

Son conocidos como subproductos cárnicos, estos productos alimentarios están elaborados con carne y grasa de origen animal, adicional a ello para mejorar sus características sensoriales se aplican condimentos, especias y aditivos alimentarios para maximizar su rendimiento y calidad.

Estos productos pasan por una serie de procesos como molienda, mezclado, amasado, cocción, ahumado y embutido con el intestino del mismo animal o sintético según el tipo de elaboración (Quispe, 2021, p.26).

De acuerdo con la normativa ecuatoriana (NTE INEN-1338, 2010) son productos elaborados con carne, grasa y despojos comestibles de animales de abasto condimentados, curados o no, cocidos o no, ahumado o no y desecados o no, a los que puede adicionarse vegetales; y que se someten a la acción de embutido.



Ilustración 1-2 Diferentes tipos de embutidos

Fuente: (Fernández, 2023)

1.2.1 Clasificación de los productos cárnicos embutidos según su proceso

1.2.1.1 Embutidos crudos

Aquí se consideran aquellos productos cárnicos que tienen carne finamente molida perteneciente a diferentes animales de abasto o en combinación con menudencias dentro de su formulación, además de contar con la adición de condimentos y especias. Estos embutidos tienen una vida útil baja debido a que no cuentan con un proceso térmico, haciéndolos más susceptibles al deterioro microbiano (Redondo et al., 2023, pp.201-202).

1.2.1.2 Embutidos cocidos

Su formulación es como la de cualquier otro producto embutido, pero recibe un tratamiento térmico, con un mínimo de temperatura de 70°C en su interior, garantizando la destrucción de microorganismos patógenos (Frómeta, 2022, pp.5-7).

1.2.1.3 Embutidos madurados

Estos productos cárnicos están expuestos a un proceso de maduración donde ocurre una fermentación láctica, una vez finalizada pueden ser cocidos, secados o ahumados, entre los más conocidos se encuentran los salamis y el chorizo español (Álvarez et al., 2020, p.33).

1.2.1.4 Embutidos curados

Productos que han sido sometidos a un proceso de salazón y de curado-maduración, suficiente para conferirles las características organolépticas propias y de estabilidad a temperatura ambiente, pueden someterse opcionalmente a ahumado (Viuda, 2023, p.15).

1.2.1.5 Embutidos ahumados

En el caso de estos embutidos se aplica un proceso de ahumado, donde por la combustión de maderas no resinosas y hierbas naturales autorizadas les confieren un sabor ahumado característico (Vanoye et al., 2022, p.44).

1.2.1.6 Embutidos escaldados

Están elaborados a partir de carne fresca y atraviesan un proceso de escaldado en donde se utiliza agua caliente a 75°C para reducir la actividad microbiana, coagular proteínas y alargar la vida útil de este producto cárnico. Dentro de este grupo se encuentran las mortadelas, jamones y salchichas tipo Frankfurt (Álvarez et al., 2020, p.33).

1.3 Condimentos y conservantes en la elaboración de embutidos

1.3.1 Especies

Las especias son una mezcla de hierbas aromáticas que provienen de plantas que poseen ciertas propiedades, aromas y sabores que realzan el gusto de los alimentos. Al combinarlos con los productos cárnicos pueden aportar propiedades antioxidantes y antimicrobianas, se añaden en forma entera, molida o en extracto proporcionando sabores característicos (Banchon & Poma, 2023, p.24). Las especias más usadas en la elaboración de cárnicos en la industria alimentaria son la pimienta, ajo, pimentón, canela, romero, orégano, pimienta blanca entre otros (Vallejo, 2022, p.23).

1.3.2 La sal (cloruro de sodio)

La aplicación de sal en los productos cárnicos además de brindar sabor tiene un aporte tecnológico, donde los miofilamentos se hinchan y solubilizan, mejorando la hidratación y la capacidad de retención de agua; aumentando el rendimiento de cocción donde no existe una pérdida de peso por efecto de la sal manteniendo la jugosidad (Yuquilema, 2020, p.6-7).

De acuerdo con Toapanta (2023, pp.24-25) la sal también posee efectos antimicrobianos dependiendo de la cantidad de sal utilizada creando un choco osmótico en las células bacterianas inhibiendo el crecimiento de estos microorganismos. Los efectos de la sal sobre los productos cárnicos según son:

- Prolongar el poder antimicrobiano y bacteriostático.
- Incrementar el sabor de la carne.
- Mejorar la pigmentación
- Aumenta la capacidad de retención de agua de los embutidos.
- Permite la disociación de los demás elementos curantes de la formulación.
- Favorece el proceso de emulsificación de los ingredientes.

1.3.3 Nitratos y Nitritos

Los nitritos se utilizaron tradicionalmente para inhibir el crecimiento de los microorganismos patógenos (*Clostridium botulinum* y *Salmonella spp.*) que puedan alterar el producto, además de estabilizar y brindar un color característico en el curado de la carne; posee una acción antioxidante con un desarrollo de sabor característico (Palomino, 2021, pp.22-24).

Cuando se aplica nitritos a la carne este disminuye a lo largo del proceso de elaboración como la conservación, preparación y consumo; conocer el efecto de la reducción de los niveles de nitrito añadido debido a la importancia en la estabilidad de los productos (color, oxidación de lípidos, seguridad, etc.) (Macas, 2022, p.16-17).

La adición de nitratos y/o nitritos afecta a la lipólisis y a las reacciones de degradación de aminoácidos, evita la aparición de aromas no deseados relacionados con la degradación del producto. Además, la reducción de nitratos y nitritos a un 50% de la concentración máxima permitida no parece que afecte a las características sensoriales de embutidos (Amau, 2013, pp.66-79).

Los agentes nitrificantes ocasionan la formación del pigmento nitrosil-mioglobina que contribuye al color rojizo característico de los productos cárnicos curados. En los productos cocidos el pigmento nitrosil-mioglobina se transforma durante el tratamiento térmico en nitrosilmiocromógeno de color rosa (Arnau, 2013, pp.66-79).

1.3.4 Fosfatos

Los fosfatos ayudan a la solubilización de las proteínas miofibrilares, después de pasar por el proceso de cocción estas proteínas se coagulan formando una red de gel tridimensional. Para mejorar la retención de agua en las formulaciones de productos cárnicos emulsionados, se suelen utilizar sales de fosfatos (di, tri y/o polifosfatos), estos elevan el pH y la fuerza iónica, así como un intercambio específico con la proteína muscular fibrilar favoreciendo el proceso de emulsión, ya que estimulan la dispersión molecular de acuerdo con Oroño (2023, pp.361-371).

Este aditivo permite estabilizar la emulsión cárnica debido a la zona hidrofóbica e hidrofílica, disminuyendo las reacciones de oxidación al retener iones metálicos como hierro (Fe) y cobre (Cu); evitando que los embutidos tengan sabores rancios y protegiendo la pigmentación de los productos cárnicos (Calvo, 2019, pp.16-17).

1.3.5 Eritorbato de Sodio

El eritorbato de sodio (E-315) se deriva del es un estereoisómero sintético derivado del ascorbato de sodio conocido por su capacidad de prevenir la oxidación de lípidos y también por su aporte como agente reductor; en la industria alimentaria se utiliza como agente antioxidante y conservante, también puede eliminar los efectos nocivos sobre el color y turbidez (Pimiento, 2022, p.16)

El Eritorbato actúa como un potente antioxidante caracterizándose por ser reductor del ion nitrato cambiándolo a ion nítrico confiriendo un color rosado a los embutidos, estabilizando el sabor y evitando la formación de nitrosaminas cancerígenas (Calle, 2021, pp.14-15).

1.4 Tripas para embutidos

Las tripas son el soporte físico del embutido, al darles forma, protección y estabilidad hasta su consumo; además permite la aplicación de tratamientos físicos y químicos de aquellos embutidos que lo requieran según su tipo de proceso. A través del tiempo se utilizaron tripas naturales

provenientes de ganado vacuno, porcino y ovino, pero con el crecimiento de la industria cárnica se requirió el uso de tripas artificiales que cumplieran con los requerimientos técnicos y de sanidad (Hidalgo, 2020, p.25).

1.4.1 Tipos de Tripas

1.4.1.1 Tripas naturales

Proviene de los intestinos de los animales como el cerdo, vaca, oveja y en ocasiones de cabra, confieren a los embutidos un mejor aspecto o un tipo de textura características, también por su capacidad endotérmica mantienen la ternura y jugosidad dando un aspecto fresco; la calidad de este tipo de tripas depende de diferentes factores como la limpieza, resistencia, longitud, diámetros, la alimentación, raza y demás características provenientes del animal, las tripas de cerdo, ovino y caprino son más sensibles que las provenientes del ganado vacuno (García, 2016, pp.11-13).

1.4.1.2 Tripas artificiales

Están elaboradas a partir de celulosa y colágeno, pueden tener diferente calibre; se crearon para hacer frente a la demanda de embutidos cada vez más creciente, además de su alto rendimiento en los procesos de producción (Reynoso de Jesús, 2023, p.15)

1.4.1.3 Tripas de celulosa regenerada

Esta se produce a partir de láminas de celulosa derivada de la madera pura que se sometieron a un proceso fisicoquímico y así obtener las características necesarias; se emplean principalmente en salchichas tipo Frankfurt, resiste más que la tripa de colágeno además de su bajo costo (García, 2020, p.47)

1.4.1.4 Tripas de colágeno

Estas envolturas son producidas a partir de colágeno procedente de piel, tendones y huesos de cerdos y bovinos, también presentan ventajas como tamaño uniforme, resistencia y flexibilidad durante las etapas de producción, además de una mejor consistencia, en relación con el peso neto del producto (Takao, 2023, p.2).

1.4.1.5 Tripas de plástico

Están constituidas por un copolímero de polivinilo y cloruro de polivinilo o polietileno, generalmente se usan en embutidos cocidos de gran calibre, como por ejemplo las mortadelas, chopos, etc. Tiene gran resistencia al momento de embutir y en el momento de su cocción, al evitar las pérdidas de agua y entrada de microorganismos (Rosciano & Villegas, 2021, p.46).

1.5 Salchicha Frankfurt

Esta salchicha está compuesta de carne que son picadas mediante un molino para cárnicos que gira con una gran precipitación en conjunto con grasa, agua, sal, especias y condimentos mezclados previamente, posterior a esto son embutidos en tripas ya sean naturales o artificiales para finalmente pasar por un proceso térmico conocido como escaldado (Valle, 2022, p.12).

1.5.1 Composición nutricional de la salchicha Frankfurt

Este producto cárnico posee una base estándar en su formulación como carne, grasa de cerdo, hielo y aditivos como nitritos que favorecen las propiedades del producto con respecto a las características tecnológicas de la salchicha, así como su calidad sensorial. El contenido nutricional será variable dependiendo del uso de extensores cárnicos, sean estos más nutritivos se elevará el contenido nutricional del producto (Ochoa, 2023, p.2).

Tabla 1-2: Composición nutricional de la salchicha tipo Frankfurt

Detalle	Cada 100g	Por ración (120g)	Recomendaciones día-hombre	Recomendaciones día-mujer
Energía (Kcal)	303	364	3.000	2.300
Proteína (g)	12	14.4	54	41
Lípidos totales (g)	27	32.4	100-117	77-89
AG saturados (g)	9.71	11.65	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	11.93	14.32	67	51
Colesterol (mg/1000 kcal)	65	78.0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	3	3.6	375-413	288-316
Fibra (g)	0	0	>35	>25
Agua (g)	58	69.6	2500	2000
Calcio (mg)	13	15.6	1.000	1.000
Hierro (mg)	1.8	2.2	10	18
Vitamina B6 (mg)	0.03	0.04	1.8	1.6

Fuente: (Moreiras, 2013, p. 58-59)

1.5.2 Requisitos Específicos de la Normativa Técnica Ecuatoriana

Dentro de la normativa ecuatoriana para la regulación en la formulación de productos cárnicos como la salchicha tipo Frankfurt se permiten los siguientes aditivos:

Tabla 1-3: Aditivos permitidos en la salchicha tipo Frankfurt

ADITIVO	MAXIMO mg/kg	Método de ensayo
Acido ascórbico e isoascórbico y sus sales sódicas	500	NTE INEN 1349
Nitrito de sodio y/o potasio	125	NTE INEN 784
Polifosfatos (P ₂ O ₅)	3000	NTE INEN 782
Aglutinantes como: almidón, productos lácteos, harinas de origen vegetal con un máximo de 5% para salchichas cocidas y escaldadas y un máximo de 3% para las salchichas crudas y maduradas.		NTE INEN 782

Fuente: (NTE INEN-1338, 2010)

1.5.3 Requisitos Bromatológicos y Microbiológicos Normativa Técnica Ecuatoriana

En nuestro país para la producción inocua de productos cárnicos se siguen lineamientos de análisis para corroborar que el producto final sea apto para el consumidor; según la normativa (NTE INEN-1338, 2010) los productos cárnicos deben cumplir con lo siguiente:

Tabla 1-4: Requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos

REQUISITOS	TIPO I		TIPO II		TIPO III		MÉTODO DE ENSAYO
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
Proteína total, % (% N x 6,25)	14	-	10	-	8	-	NTE INEN 781
Proteína cárnica %	-	2	-	4	-	6	No existe método de diferenciación; se verifica por formulación declarada por el fabricante.

Fuente: (NTE INEN-1338, 2010)

Tipo I; Tipo II; Tipo III: De acuerdo con el contenido proteico

Tabla 1-5: Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos

REQUISITOS	n	c	m	M	Método de ensayo
Aerobios, mesófilos; * ufc/g	5	1	5,0x10 ⁵	5,0x10 ⁷	NTE INEN 1529-5
<i>Escherichia coli</i> ufc/g	5	0	< 10	-	AOAC 991.14
<i>Staphylococcus* aerus</i> , ufc/g	5	1	1,0x10 ³	1,0x10 ⁴	NTE INEN 1529-14
<i>Salmonella</i> ¹ /25 g**	10	0	Ausencia	-	NTE INEN 1529-15

¹ especies cero tipificadas como peligrosas para humanos

* Requisitos para determinar término de vida útil

** Requisitos para determinar inocuidad del producto

Fuente: (NTE INEN-1338, 2010)

Donde:

n: número de unidades de la muestra

c: número de unidades defectuosas que se acepta

m: nivel de aceptación

M: nivel de rechazo

En la normativa ecuatoriana no existe el análisis de algunos componentes bromatológicos, pero dentro de la normativa (NTC 1325, 2008) se debe cumplir con los siguientes requerimientos:

Tabla 1-6: Requisitos de composición y formulación para productos cárnicos cocidos

Parámetro	Premium		Seleccionada		Estándar	
	% min	% max	% min	% max	% min	% max
Proteína (N x 6,5) en fracción de masa	22		20		18	
Grasa, en fracción de masa		45		48		50
Humedad más grasa en fracción de masa		41		43		45
Almidón en fracción de masa		7,5		10		10
Proteína no cárnica en fracción de masa		1		2		3

Los resultados obtenidos para cada parámetro se expresan en fracción de masa según el Sistema Internacional de Unidades, S.I., anteriormente se usaba la notación % m/m pero esta no es aceptada en el S.I. De acuerdo con el S.I., se expresa la fracción de masa del constituyente x, con el símbolo W_x

$$W_x = m_x/m$$

Donde:

m_x: es la masa del constituyente x

m: la masa total

Esta cantidad se expresa frecuentemente en %; se usará el factor de conversión 1%=0,01

Fuente: (NTC 1325, 2008)

1.6 Los Insectos en la industria alimentaria

La crianza de insectos para el consumo humano se realiza en un sistema de mini granjas, consiste en colocar insectos en etapa larvaria en contenedores con un sustrato como fuente de alimento, pasan por diferentes etapas de crecimiento hasta alcanzar el punto óptimo para su recolección y procesamiento (Avendaño et al., 2020, pp.1031-1032).

Lo que se entrega a los consumidores son larvas frescas, larvas deshidratadas o harina de larvas, los insectos más utilizados para alimentación son larvas de mosca soldado negro y las larvas del gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) (Avendaño et al., 2020, pp.1031-1032).

1.6.1 *Zophoba morio*

Es una especie coleóptera, perteneciente a la familia Tenebrionidae, cuya distribución está presente en Centro y Sudamérica, también es cultivado en EE. UU. y Europa. En Perú se describe producciones de forma intensiva y extensiva a bajos costos, en condiciones climáticas tropicales húmedas. Desde un ámbito ambiental el *Zophoba morio* puede degradar los plásticos, siendo estos: poliestireno, polietileno de alta densidad y polietileno de baja densidad (Ramírez, 2020, p.29).



Ilustración 1-3 Insectos en la alimentación humana

Fuente: (Torres, 2022)

Las condiciones para el crecimiento de las larvas son mantener una temperatura de 27°C y una alimentación adecuada se conseguirá diferentes generaciones entre 3-4 meses; las larvas al nacer miden unos 2-2,5 milímetros y son de color amarillento, después de varias mudas, alcanzan su tamaño definitivo: 5,5-6 centímetros de largo y 5-7 milímetros de grosor. A medida que van creciendo, los últimos tres segmentos de su cuerpo y la cabeza van adquiriendo un color marrón oscuro. Si en este momento se separan las larvas del grupo, 2 o 3 semanas después se transforman en pupa, estadio en el que permanecen otras 2 o 3 semanas hasta convertirse en escarabajo. En buenas condiciones, un escarabajo de *Zophobas morio* puede llegar a vivir un año (Muñoz, 2022, pp.19-20).

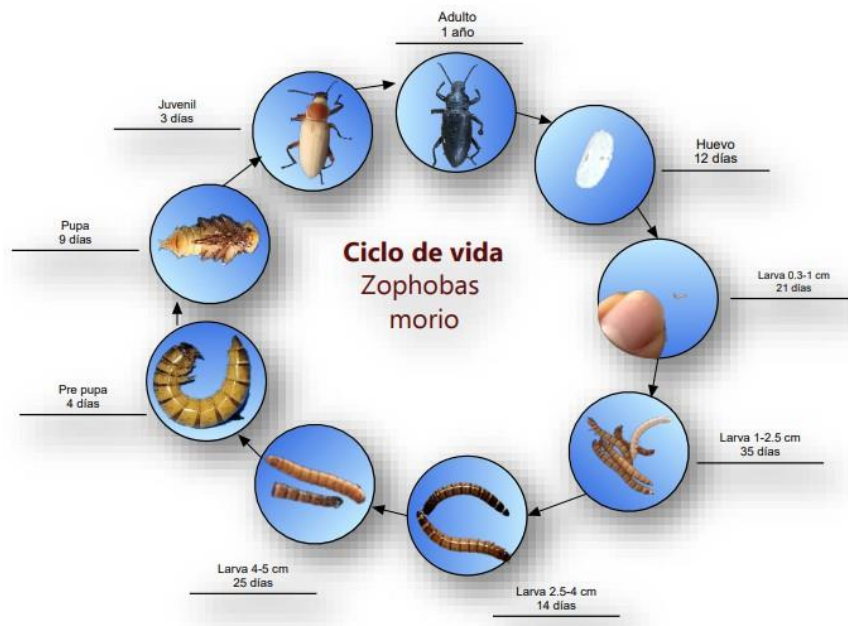


Ilustración 1-4 Ciclo de vida del Zophoba morio

Fuente: (Leiva & Velázquez, 2023, p.28)

1.6.2 Composición nutricional del Zophoba morio

Los insectos pueden consumirse en diferentes estados de desarrollo (huevos, larvas, pupas o adultos) además tienen variaciones en su composición en cada uno de ellos; el valor nutricional también varía dependiendo de la amplia diversidad de especies existentes, el hábitat en el que viven y su dieta (Januario, 2021, pp.21-22).

En la literatura se pueden encontrar estudios sobre insectos de diversos órdenes, en los que se evalúa su composición nutricional y su papel en la nutrición humana. En general, los insectos tienen un alto contenido de proteínas y lípidos, siendo comparables a otros alimentos de origen animal como la leche y las carnes rojas (Borges, 2023, pp.18-19).

Se estima que el contenido promedio de proteínas de los insectos varía del 35% al 68% cuando se utilizan tecnologías de reducción de humedad y secado; los lípidos también presentan un porcentaje medio considerable, que varía del 13% al 50%, según las especies, seguidos de las fibras, fundamentalmente la quitina, que es el principal componente del exoesqueleto de los insectos, con un porcentaje medio del 9.5% (Oliviera et al., 2020, pp.723-724).

En cuanto a las vitaminas y minerales, los insectos presentan porcentajes similares a los encontrados en fuentes de proteína animal como la carne de res, pollo, cerdo y pescado, además de ácidos grasos esenciales como omega-3 y omega-6 (Correia, 2019, p.7-8).

Tabla 1-7: Comparación nutricional de Tenebrio molitor y el Zophoba morio en base seca

Nutriente	Tenebrio molitor	Zophobas morio
Materia seca	95,58	96,32
Proteína cruda	47,0	49,3
Extracto etéreo	29,6	33,6
Ceniza bruta	2,56	2,52
Fibra cruda	5,6	5,1
Quitina	8,91	4,59
Calcio	0,05	0,05
Fósforo	0,72	0,62

Fuente: (Benzertiha et al, 2020, p.200)

1.6.3 *Harina de Zophoba morio*

En la obtención de la harina de insectos se realizan procesos como moler o triturar, manteniendo bajos niveles de humedad, es un método común para procesar una amplia variedad de alimentos, en forma de harina los insectos se pueden mezclar mejor en la fabricación de concentrado logrando una mezcla más homogénea (Velásquez et al, 2021, p.7).

Se entiende por harina de insectos la masa de insectos en los más variados estados de desarrollo (huevo, larva, pupa y/o insecto adulto), a la que se somete a procesos de secado, en su totalidad, cuya presentación se asemeja a un polvo (Nuñez, 2023, pp.17-20).

Las harinas de insecto debido a los diferentes beneficios relacionados con su consumo han sido ganando interés en estudios e incorporaciones en alimentos destinados al consumo humano, a pesar de que ciertos países de la Unión Europea poseen una legislación que regular el comercio de alimentos a base de insectos (Mancini, 2019, pp. 661-678).

Conocer el lugar de procedencia y el correcto etiquetado son los factores que transmiten credibilidad y noción de seguridad alimentaria; es importante que los productos que incorporan harina de insectos tienen mayor aceptabilidad que la propia harina; por la sensación de distancia entre la condición nutricional del producto y la materia prima (Flores, 2023, pp. 106355).

Tabla 1-8: Composición nutricional en base seca del *Zophoba morio*

Especie	Proteína	Grasa	Fibra	Cenizas
Tenebrio molitor	49,93	38,07	6,53	2,84
Zophobas morio	43,13	40,80	13,00	3,50

Fuente: (Rumpold & Schlüter, 2013a: pp. 803-807)

1.6.4 Ventajas y desventajas del uso de insectos en la alimentación humana

En la tabla 1-9 se explica las ventajas y desventajas del uso de insectos como materia prima a gran escala como fuente de proteína y aplicación en productos alimenticios

Tabla 1-9: Ventajas y desventajas del uso de los insectos en la alimentación humana y animal

Ventajas	Desventajas
Pueden ser una alternativa nutritiva a los extensores cárnicos que se aplican comúnmente enriqueciendo los productos alimenticios, los insectos son ricos en proteínas, ácidos grasos y altos en hierro y zinc.	Las normas y regulaciones legislativas son escasas lo que dificulta un control de la producción y su origen.
Producen menos gases de efecto invernadero que las granjas productoras de ganado, las emisiones de amoníaco son más bajas en las mini granjas de crianza de insectos. Además, el rendimiento de insectos por alimento es más factible (1 kg de masa de insecto con la aplicación de 2 kg de alimento)	La población no tiene cultura de consumo de insectos por lo cual puede dificultarse la entrada a mercados globales además que los insectos pueden contener patógenos tales como <i>Salmonella</i> , <i>Campylobacter</i> o <i>E. Coli</i> al no existir un proceso estandarizado.
Los insectos pueden alimentarse de residuos biológicos y agropecuarios para transformarlos en nutrientes de alta calidad. Utilizan menos agua y tierra que el ganado tradicional.	Las personas alérgicas a los crustáceos pueden ser susceptibles de ser alérgicas a los insectos, por lo que debería etiquetarse en el envoltorio que los insectos pueden causar alergias.
La cosecha y la cría de insectos requieren de inversiones de baja tecnología y capital. Los insectos pueden procesarse como alimento para humanos y animales con relativa facilidad.	Es posible que algunos contaminantes estén presentes en los insectos. Sin embargo, se desconocen cuáles son y en qué cantidades, por lo que se requiere mayor investigación.

Fuente: (Avendaño et al., 2020, pp.1031-1032).

1.7 Extensores cárnicos

Se consideran extensores cárnicos a las sustancias empleadas para mejorar la estabilidad estructural, incrementar el rendimiento, evitar las pérdidas por cocción y mantener la retención de agua en los productos cárnicos; entre los más conocidos se encuentran la harina de diferentes cereales y tubérculos (trigo, maíz, arroz, yuca, papa), leche en polvo además de proteína vegetal proveniente de leguminosas (Franco & Ruz, 2020, p.24).

1.7.1 Tipos de harinas en productos cárnicos

1.7.1.1 Harinas convencionales

Son todas las harinas con diferentes tipos de cereales tradicionales seleccionados en distintas moliendas en función a las preferencias del consumidor, estas pueden ser de trigo, arroz, soya, maíz o incluso el almidón de la papa o yuca como ingrediente en la elaboración de productos cárnicos. El almidón nativo confiere buena textura al producto, pero presente una serie de limitaciones como baja resistencia, descomposición térmica y una alta retrogradación; una limitante del uso de estos extensores es el poco aporte de nutrientes al producto por ello se buscan nuevas alternativas o usos de ciertos pseudocereales como la quinua, también el uso de otros granos como chocho y garbanzo (Salazar & Guevara, 2021, p.5).

1.7.1.2 Harinas no convencionales

Son consideradas como harinas funcionales que se obtiene por la combinación de harina de granos y harina de no granos, que contienen un menor o nulo contenido de gluten, por lo general poseen un alto valor biológico que contribuye al incremento del contenido nutricional de alimentos en los cuales se incluye esta materia prima, entregando al consumidor un producto innovador y rico en nutrientes (Pino, 2019, p.39).

En este grupo también consideramos a las harinas que se son elaboradas con insectos debido a que han tenido un creciente interés en la industria alimentaria, al tener un perfil equilibrado y satisfacer las necesidades de algunos ácidos grasos además de ser ricos en micronutrientes y vitaminas (Rumpold & Schlüter, 2013b: pp.1-11).

El procesamiento de insectos podría conducir a nuevos ingredientes alimentarios a base de insectos con propiedades funcionales únicas, la aplicación innovadora de proteínas de insectos,

polisacáridos y otros componentes de esta materia prima en los alimentos o como agentes texturizantes (Rumpold & Schlüter, 2015c: pp.20-24).

1.7.2 Efectos de la harina de insecto en productos cárnicos

La reacción de las harinas no convencionales esta diferido en la manera en cómo procede a formar parte de la emulsión cárnica, pudiendo afectar o mejorar el sistema de emulsión dentro de los alimentos, estimando que la emulsión dentro de los alimentos sea capaz de resistir las modificaciones dentro de las características fisicoquímicas a lo largo de la vida de anaquel del producto y los factores medio ambientales que puedan afectar el mismo (Raza, 2022, p7).

Los insectos también se pueden utilizar en productos cárnicos híbridos, como los embutidos, sustituyendo parcialmente a las proteínas de mamíferos y aves, de forma similar a las proteínas vegetales que ya se utilizan para ello (Limoeiro, 2021, p.42).

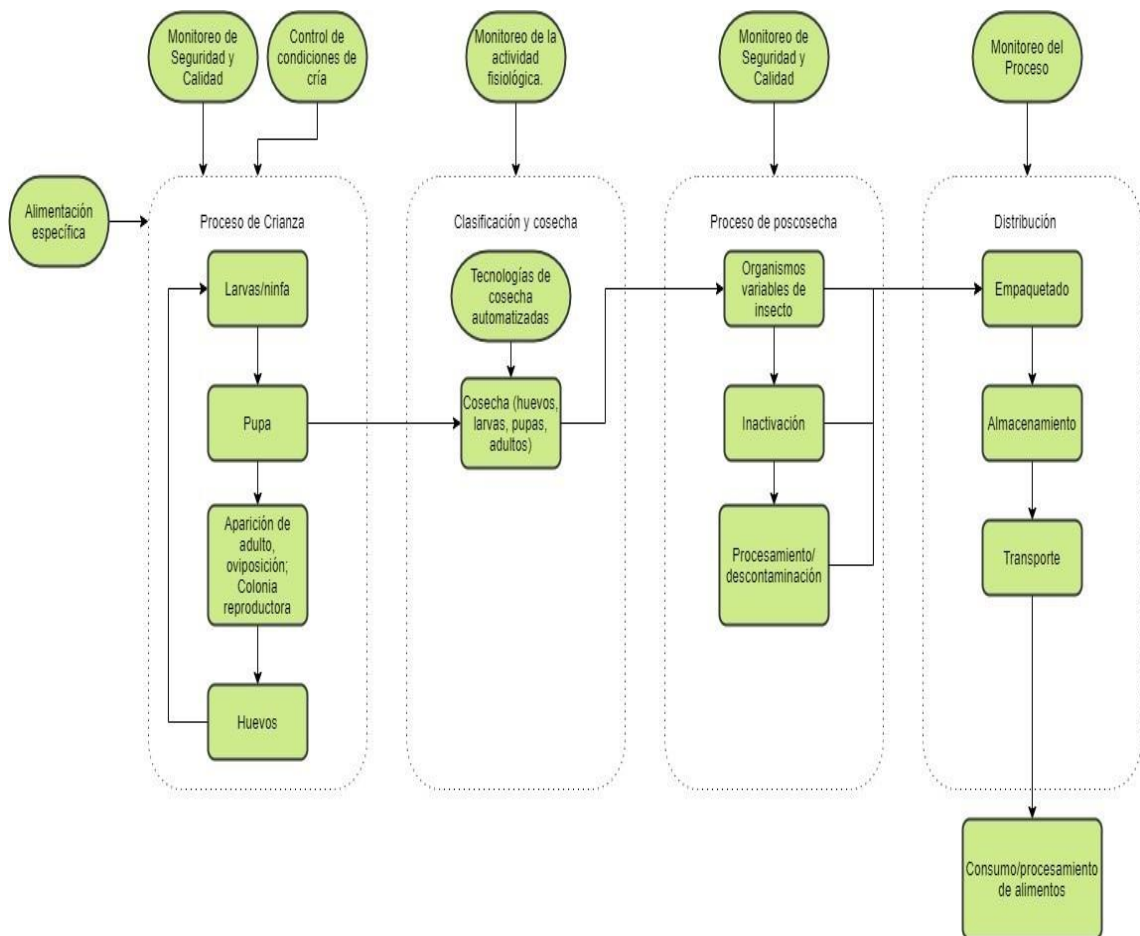


Ilustración 1-5 Diagrama de proceso para la obtención de harina de insectos

Fuente: (Rumpold & Schlüter, 2013b: pp.1-11).

Las propiedades tecno funcionales de las proteínas de los insectos son importantes por su aplicación como ingrediente en productos alimenticios; su capacidad de formación de espuma y emulsión, así como su estabilidad, la capacidad de retención de aceite y agua son indicativos de cómo estas proteínas interactúan con otros ingredientes.

Los productos cárnicos como las salchichas se benefician de proteínas que son capaces de formar emulsiones estables, que resisten condiciones de almacenamiento sin separación de componentes (Rumpold & Schlüter, 2013a: pp. 803-807).

De acuerdo con Scholliers et al. (2020, pp. 12-15) en su investigación “Partial replacement of meat by superworm (*Zophobas morio larvae*) in cooked sausages: Effect of heating temperature and insect: Meat ratio on structure and physical stability”, el uso de esta harina como extensor cárnico, obtuvo salchichas con una calidad viscoelástica similar a las que no se aplicó la harina, además las proteínas mostraron buena estabilidad en retención de agua y grasa; estos resultados se lograron con la adición del 10% de harina de *Zophobas morio*, y manteniendo temperaturas altas, pero en lo que se refiera a textura y fuerza externa, las salchichas con mezclas de harina no pueden alcanzar los mismos parámetros que las elaboradas solo con carne.

Tabla 1-10: Efectos de las harinas no convencionales usadas en productos cárnicos

Fuente de harina	Producto	Efecto
Hongos <i>A. bisphorus</i>	Albóndiga de turca	Mejoramiento en las propiedades organolépticas
Hongos <i>P. estreatus</i>	Albóndiga de turca	Mejoramiento en las propiedades organolépticas
Grillo	Hamburguesa de cerdo	Fortificación de proteínas y micronutrientes
Amaranto	Nuggets de cabra	Aumento de fibra dietética, disminución de valores de adhesividad, gomosidad y masticabilidad
Larvas de (<i>Tenebrio molito</i>)	Salchicha de cerdo	Aumento del rendimiento de cocción y dureza
Larvas de (<i>Zophoba morio</i>)	Salchicha de cerdo	Disminución en la pérdida por cocción, incremento de la estabilidad de la emulsión, reducción de propiedades estructurales

Fuente: (Teixiera et al., 2020; Kim et al., 2017; Verma et al., 2019; Scholliers; citados en Guevara, 2021, p.10)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación experimental se realizó en la planta de cárnicos y los análisis bromatológicos se los llevó a cabo en el laboratorio de Bromatología y nutrición animal, las microbiológicas en el laboratorio de Biotecnología y Microbiología animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en el kilómetro 1^{1/2} de la Panamericana sur en la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo. El presente trabajo de investigación tendrá una duración aproximada de 120 días.

2.2 Unidades experimentales

Se utilizaron 16 unidades experimentales cuyo peso fue de 1 kg cada una de las cuales se tomaron las muestras correspondientes, para el análisis bromatológicos, microbiológicos y sensoriales en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

2.3 Materiales, equipos, insumos y reactivos

2.3.1 *Materias primas*

2.3.1.1 *Elaboración del producto*

- Cucharas
- Recipientes de plástico
- Papel aluminio
- Fundas platicas
- Papel de cocina desechable

2.3.1.2 *Materiales análisis fisicoquímico*

- Guantes de látex
- Marcador para crisoles
- Crisoles

- Vaso de Berzelius
- Balones de destilación Kendal
- Desecador
- Pinza de bureta
- Espátula
- Cintas para film
- Pipetas
- Balones de aforo volumétricos
- Cuchillos
- Cilindro de gas
- Crisoles Gooch
- Vasos de precipitación
- Vidrios reloj
- Aluminio.
- Varilla de vidrio fina
- Dedal
- Porta dedal
- Mortero
- Gradillas

2.3.1.3 *Análisis sensorial*

- Vasos de papel
- Marcador
- Esferos
- Hojas de calificación
- Servilletas
- Vasos plásticos
- Galón de agua

2.3.1.4 *Análisis microbiológicos*

- Cajas Petri
- Tubos de ensayo
- Probetas
- Pipetas

- Tubos capilares
- Espátula
- Erlenmeyer

2.3.2 Equipos

2.3.2.1 Elaboración del producto

- Molino de carne
- Mesas de acero inoxidable
- Cutter
- Embutidora
- Balanza

2.3.2.2 Análisis fisicoquímicos

- Estufa
- Balanza analítica
- Mufla
- Digestor de Kjeldahl
- Estufa de extracto etéreo
- pHmetro
- Termobalanza

2.3.2.3 Análisis microbiológicos

- Balanza analítica
- Contador de colonias
- Incubadora regulable
- Refrigeradora
- Estufa de secado
- Vortex
- Cámara de flujo
- Autoclave

2.3.3 *Insumos y Reactivos*

2.3.3.1 *Elaboración del producto*

- Carne de cerdo
- Grasa de cerdo
- Carne de res
- Sal nitro al 5%
- Tripolifosfatos
- Eritorbato de sodio
- Cebolla en polvo
- Ajo en polvo
- Condimento para salchicha
- Pimienta negra
- Harina de larvas (*Zophoba morio*)
- Hielo
- Nuez moscada
- Sal
- Tripa sintética
- Agua

2.3.3.2 *Análisis fisicoquímico*

- Sulfato de sodio
- Sulfato de cobre
- Ácido sulfúrico Na_2SO_4 (90%)
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio NaOH (50%)
- Ácido bórico H_3BO_3 (30%)
- Indicador mixto
- Algodón
- Hexano
- Agua
- Soluciones buffer en concentración de 10 y 7

2.3.3.3 Medios de cultivo

- Agar Difco Selenite (*Salmonella*)
- Agar Difco Baird Parker MacConkey (*Staphylococcus*)
- Agar Bile con (MUG) (*Escherichia coli*)
- Plate Count Agar (PCA) (*Aerobio mesófilos*)

2.3.4 Indumentaria

- Mandil
- Cofia
- Guantes
- Botas
- Mascarilla
- Libreta
- Computadora
- Esferos
- Panelistas

2.3.5 Instalaciones

- Laboratorio de microbiología de los alimentos, FCP-ESPOCH
- Laboratorio de bromatología y nutrición animal FCP-ESPOCH
- Laboratorio de parasitología FCP-ESPOCH

2.4 Tratamiento y diseño experimental

En la presente investigación se aplicaron 3 niveles de harina de larvas (*Zophoba morio*), las cuales se evaluaron frente a un tratamiento testigo con 4 repeticiones por cada tratamiento, aplicándose un diseño completamente al azar, el mismo que se ejecutó con el siguiente modelo lineal aditivo.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \alpha_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Valor del parámetro en determinación

μ : efecto de la media por observación

α_i : efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} : Error experimental

Tabla 2-1: Esquema del experimento

Niveles de Harinade gusanos (%)	Código	# de repeticiones	TUE* (Kg)	Total, Kg/Tratamiento
0	T0	4	1	4
1.5	T1	4	1	4
3.0	T2	4	1	4
4.5	T3	4	1	4
				16

*TUE: Tamaño de unidad experimental

Realizado por: Ortiz, Bryan, 2024

2.5 Mediciones experimentales

2.5.1 Análisis fisicoquímico

- Contenido de humedad %
- Contenido de proteína %
- Contenido de grasa %
- Ceniza%
- pH

2.5.2 Análisis microbiológico

- Staphylococcus (UFC/g)
- Salmonella aureus (UFC/g)
- Aerobios mesófilos (UFC/g)
- Escherichia coli (UFC/g)

2.5.3 *Análisis sensorial*

- Apariencia, puntos
- Color, puntos
- Olor, puntos
- Sabor, puntos
- Textura, puntos

2.5.4 *Análisis económico*

- Costo/beneficio (C/B)
- Costos de producción (\$/Kg)

2.6 Pruebas significativas y análisis estadísticos

Los resultados obtenidos serán determinados mediante las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis de la varianza para las diferencias de las medias. (ADEVA)
- Separación de medias según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
- Prueba de Rating-Test para las características sensoriales.
- Estadística descriptiva para las pruebas microbiológicas.

Tabla 2-2: Esquema ADEVA

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Total	(n-1)	15
Tratamientos	(1-1)	3
Error experimental	(n-1) - (1-1)	12

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

2.7 Procedimiento experimental

2.7.1 Formulación de salchicha tipo Frankfurt con harina de (*Zophoba morio*)

Dentro del proceso de elaboración de la salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina de *Zophoba morio* se utilizó, carne de cerdo, carne de res, grasa de cerdo, harina de (*Zophoba morio*), más los condimentos y aditivos de uso alimentario, en las cantidades presentes en la tabla 2-3, la formulación se realizó para una cantidad de 1Kg de masa en (1000g) en cada repetición.

Tabla 2-3: Formulación salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina (*Zophoba morio*)

Ingredientes	Referencia	Tratamientos			
	%	T0	T1	T2	T3
Materia prima					
Carne de res	40	400	385	370	355
Carne de cerdo	40	400	400	400	400
Grasa de cerdo	20	200	200	200	200
Hielo	20	200	200	200	200
Niveles de harina		0%	1,5%	3%	4,5%
<i>Zophoba morio</i>	%	0	15	30	45
Condimentos					
Sal de mesa	2.2	22	22	22	22
Pimienta negra	0.3	3	3	3	3
Nuez moscada	0.15	1.5	1.5	1.5	1.5
Ajo en polvo	0.2	2	2	2	2
Cebolla en polvo	0.15	1.5	1.5	1.5	1.5
Aditivos					
Sal nitro	0.2	2	2	2	2
Tripolifosfatos	0.3	3	3	3	3
Eritorbato de sodio	0.08	0.8	0.8	0.8	0.8
Condimento de salchicha	0.5	5	5	5	5

Realizado por: Ortiz, Bryan, 2024

2.7.2 Elaboración de salchicha tipo Frankfurt con harina de (*Zophoba morio*)

- **Recepción de materia prima:** Se inspecciona que toda la materia prima perecible (carne y grasa) asegurando que este en óptimas condiciones para el producto cárnico que se realizó.

- **Limpieza:** Se realizó la limpieza de los bloques de carne de la mayor cantidad de cartílagos, grasa excedente en la carne de cerdo y la separación del cuero de la grasa de cerdo, en las mesas de acero inoxidable previamente desinfectadas y esterilizadas.
- **Picado de carnes y grasa:** Se pica la carne en cubos de preferencia de tamaños pequeños de 4 a 5 cm los cuales estarán congelados aun para evitar el proceso de enranciamiento o desnaturalización de las proteínas y así conservar las características que estas nos aportan al producto final como la textura.
- **Pesado:** Se utilizo los equipos correspondientes, estériles (balanza analítica y gramera) se tomó los pesos correspondientes de los aditivos de uso alimentario, especias y las carnes junto con la grasa de cerdo utilizado en la elaboración del producto.
- **Molido:** Se uso el molino de carne en la planta de cárnicos de la facultad tomando las debidas precauciones, verificar que las cuchillas del molino tengan filo para que no se genere calor en la rosca de este para evitar calentar la materia prima en el proceso de molido para evitar que se pierda la temperatura de la carne primero se realiza el molido de las carnes y después de la grasa de cerdo hasta obtener una la carne y la grasa molida listas para el proceso de cutedado.
- **Cutedado:** El uso del cutter para el procedimiento de mezclado y emulsificación de las carnes, la grasa, especias y aditivos alimentarios junto con el hielo, que ayudo a mantener una temperatura baja en la premezcla para evitar el enranciamiento de las grasas o desnaturalización de las proteínas hasta obtener una masa totalmente, homogénea, el procedimiento se lo realizo cuatro veces por tratamiento para obtener un numero de 16 repeticiones de las cuales el T0 es sin adición de harina de larvas, el T1 contiene el 1.5% de harina, el T2 contiene el 3% y el T3 con un 4.5% de harina de larvas.
- **Embutido:** Se trasladó la masa homogénea del cutter a la embutidora semi automática donde se empleó tripa sintética de 25 mm de calibre, para lo cual previamente se retiró todo el aire presente en el cilindro de la embutidora para tener un embutido uniforme, evitando así las cavidades de aire dentro de la tripa, mitigando así un factor contaminante en el producto final ya que las formaciones de aire generan un proceso de descomposición posterior al embutido.
- **Atado:** Se secciono la salchicha en botones de 10cm girando la tripa para obtener una cocción uniforme en el proceso de escaldado.

- **Escaldado:** El proceso de escaldado nos garantiza un proceso más idóneo de conservación del producto al someterla a una temperatura de 75°C en un periodo de 30 a 45 minutos hasta que la salchicha adquiera una temperatura interna de 72°C logrando una mejor adherencia del sabor, textura, apariencia uniforme.
- **Choque térmico:** Después del proceso las salchichas se colocaron en un recipiente con agua fría reduciendo la temperatura, mejorando la textura, por el enfriamiento y coagulación de las proteínas brindándole características de firmeza en la salchicha, deteniendo la actividad enzimática del producto, evita la sobrecocción, sin que exista una pérdida de agua o resequeidad por cocinarlas demasiado.
- **Empacado:** El empacado se realizó en fundas de polietileno, siendo una de las mejores opciones el momento de brindarle una seguridad alimentaria al producto al empacarlo al vacío.
- **Almacenamiento:** Se refrigeró las salchichas a temperaturas de 4 a 5°C para poder garantizar la conservación del producto hasta los 6 meses aproximadamente.

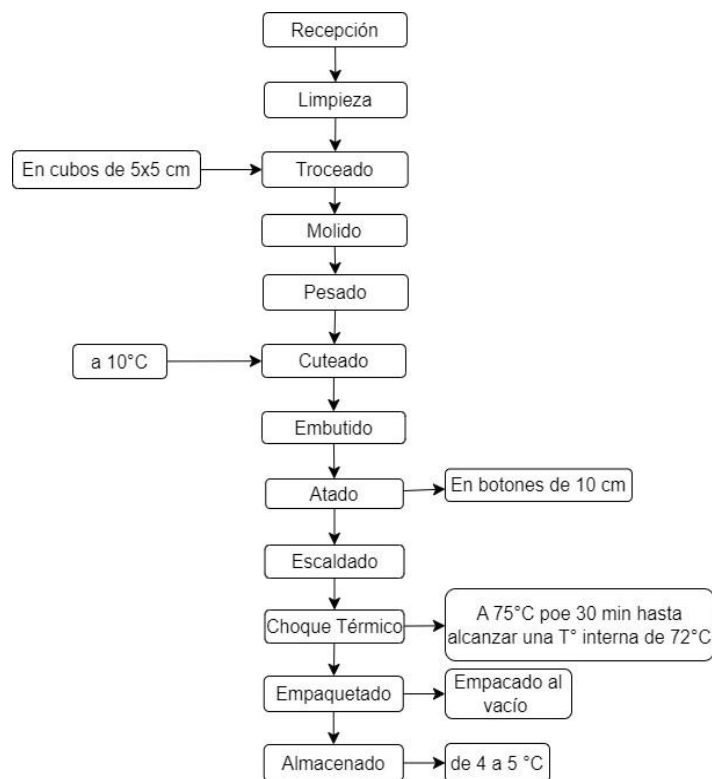


Ilustración 2-1 Diagrama de proceso para la elaboración de la salchicha tipo frankfurt

Realizado por: Ortiz, Bryan, 2024

2.8 Metodología de la evaluación

2.8.1 Análisis físicoquímico

2.8.1.1 Humedad

De acuerdo con la (NTE INEN-ISO-1442, 2013) para el análisis de humedad de una muestra de producto cárnico se aplicó el método gravimétrico que se detalla a continuación:

Procedimiento:

- Se lo realizo mediante el uso de una termo balanza, calibrando el equipo para obtener la mayor precisión de los datos.
- Se pesó 1g de muestra, colocándolo encima de un vidrio reloj, se preparó el equipo, lo cerramos, mientras que la termo balanza analiza la muestra colocada hasta obtener los resultados de la humedad presente dentro de cada uno de los tratamientos realizados.
- Con el resultado de la termo balanza aplicamos la fórmula para la obtención de los datos finales del contenido de humedad en cada muestra colocada dentro de la termo balanza:

$$\%H = 100 - MS$$

2.8.1.2 Proteína

Para el análisis de proteína se empleó el método Kjeldahl según la norma (NTE INEN 781, 1985) los pasos a seguir son los descritos a continuación:

Procedimiento

- Se peso 1gr de muestra seca del producto, y se la introduce envuelta en papel blanco, junto con 9gr de sulfato de sodio y 1 gr de sulfato de cobre, junto con los 25 ml de ácido sulfúrico concentrado al 90%, procurando no manchar ni regar fuera de los balones.
- Se coloco el balón dentro del digestor previamente calentado, y dejamos que se realice la digestión hasta obtener un líquido verde esmeralda claro, retiramos del balón para que se enfríe.
- Se añadió 200 ml de agua destilada junto con 100 ml de hidróxido de sodio al 50%, se colocó 1gr de granalla de zinc para evitar que la muestra salte por la presión generada por el proceso de destilación permitiéndole una mayor estabilidad. Mientras en la parte de abajo se colocó una manguera conectada al ducto de condensación donde se receipto el fluido condensado del balón en un vaso de precipitación con 100 ml de ácido bórico al 30%.
- Una vez alcanzado los 100ml de condensado de la muestra apagamos el destilador, y retiramos el vaso después colocamos 4 gotitas de indicador mixto.

- Se realizó el proceso de titulación con ácido clorhídrico al 0.1 N la titulación debe de hacerse para cada una de las unidades experimentales previstas que son 18 en total junto con la muestra de harina. Aplicando la siguiente formula:

$$\%P = \frac{(V * N * F * 0.014}{(m)} * 100$$

Donde:

%P: Contenido de proteína en proporción a la masa.

F: Factor de transformación en proporción al %N2 en proteína valor específico de acuerdo con el alimento analizado en el caso de los productos cárnicos se usa el 6.25.

V: contenido volumétrico de ácido clorhídrico empleado para la titulación de la muestra en ml.

N1: Normalidad del HCl

M: cantidad en gramos de la muestra analizada

2.8.1.3 Grasa

De acuerdo con la (NTE INEN-ISO 1443, 2013) para la determinación de grasa se aplica el método Soxhlet que se detalla posteriormente:

Procedimiento:

- Se peso 1 gr de muestra seca triturada y se colocan dentro del dedal, cubriendo la muestra con un pedazo de algodón desengrasado.
- Colocamos la muestra dentro del porta dedal, y se añade 25ml de hexano en el vaso beaker previamente tarado colocando la argolla de seguridad, con algodón desengrasado para enroscarlos de manera que no exista una fuga de los vapores.
- Se coloca papel film para sellar herméticamente el vaso, levantando la parrilla hasta tocar el vaso delicadamente dejamos que caliente durante unas dos a tres horas hasta observar que el hexano cambie de color de acuerdo con el tipo de alimento.
- Al terminar el tiempo se retiró el dedal, junto con la porta dedal para colocar recuperador de hexano hasta obtener la mayor cantidad posible y llevamos el vaso a la estufa durante unos 25 a 30 minutos, lo llevamos al desecador y pesamos.

$$\%G (\%Ex. E) = \frac{(P1 - P)}{m} * 100$$

Donde:

%G: Grasa cruda en muestra seca expresado en porcentaje en masa.

P1: Peso del vaso más la grasa cruda en gr.

P: Peso del vaso de extracción vacío.

m: Masa de la muestra a extraer en g.

2.8.1.4 Ceniza

Para realizar los análisis de ceniza se aplicó el procedimiento de acuerdo con (NTE INEN 786, 1985) los pasos se detallan de la siguiente manera:

Procedimiento

- Previo a realizar el análisis del contenido de ceniza se taro los crisoles en la estufa durante 24 horas, se colocó los crisoles en el desecador para temperarlos durante 30 minutos y se tomó el peso de los crisoles.
- Se peso 1gr de muestra y se pesa de nuevo el crisol después de colocar la muestra correspondiente previo a un seccionamiento por repetición y tratamiento, para llevarlos a un proceso de precalcinación hasta observar que y no sale más humo de los crisole.
- Una vez pre calcinados se los coloco en la mufla y se lo calcino a una temperatura de 500°C -550°C, hasta observar que tenemos cenizas libres de residuos de carbono (durante 3 a 4 horas). Se los llevo al desecador para poder pesar los crisoles junto con las muestras ya calcinadas aplicando la siguiente formula:

$$\%C = \frac{(w2 - w)}{(w1 - w)} * 100$$

Donde:

%C: Contenido de ceniza

w: Masa del crisol vacío en gr.

w2: Masa del crisol con la muestra después de la incineración en gr

w1: Masa del crisol con muestra antes de la incineración

2.8.1.5 pH

Para la determinación del pH se aplicó el procedimiento de acuerdo con la normativa (NTE INEN ISO 2917, 2013) se utilizó un método instrumental de potenciometría con los siguientes pasos:

Procedimiento:

- Lo cual se procedió a la homogenización de la muestra mediante el uso de una varilla de agitación. Previo a esto se calibro el pH metro con las soluciones buffer de 4, 7, 10.

- Se realizó el proceso de maceración de la muestra 1 gr de muestra para 9 ml de agua destilada se utilizó el mortero para realizar el proceso de maceración hasta obtener un líquido homogéneo y para evitar el contacto con residuos se realizó un filtrado mediante el uso de un cedazo.
- Determino el pH de manera directa, introduciendo los electrodos en el vaso de precipitación con la muestra, evitando que tenga contacto con las partículas sólidas para tener mejor precisión de la lectura.

2.8.2 Análisis Microbiológicos

2.8.2.1 Sistema de siembra en medios de cultivo

- Se realizó el proceso de esterilización de los equipos, se hizo el auto clavado de los materiales a utilizar, luego se encendió la cabina del flujo laminar para poder trabajar junto con la lámpara blanca.
- Se puso los agares, materiales y equipos de la autoclave para trabajar, se dejan los materiales se atemperen.
- Se colocó el medio de cultivo en las cajas Petri antes de que se solidifiquen, por caja se colocó un aproximado de 15 ml de solución en reposo hasta su solidificación, mientras tanto preparamos las muestras en tubos de ensayo, añadiendo 1g de muestra en el tubo de ensayo inicial, colocamos 9ml de agua destilada.
- Se realizó el proceso de homogenización en el vortex durante 30 segundos tomando en cuenta el factor de dilución de 10^{-5} .
- Se puso 1 ml de la muestra ya homogenizada en el centro de la caja Petri con la ayuda de la micropipeta, se tapa la caja Petri y se dispersa toda la muestra en el agar solidificado mediante movimientos lentos circulares esperamos la adherencia de la muestra para llevarla a incubar las cajas Petri a la estufa a una temperatura de 37°C.
- Después de un aproximado de 24 a 48 horas se realizó la observación de las cajas ya incubadas junto con el equipo de conteo de colonias para reportarlas en UFC/g.

2.8.3 Análisis Sensorial

- Se realizó la evaluación sensorial de la salchicha tipo Frankfurt con diferentes niveles de harina, implementando la metodología hedónica, donde los resultados fueron analizados por la prueba de Tukey prueba estadística no paramétrica.
- Con la ayuda de 30 estudiantes en colaboración para la cata de la salchicha.

- Los panelistas fueron estudiantes de la facultad de Ciencias Pecuarias de la carrera de Ingeniería en Agroindustria.
- Se facilito a los estudiantes cuatro muestras codificadas con diferente numeración, un vaso de agua y servilletas para cada catador.
- Se les entrego esferos y las fichas de evaluación a cada catador en la cual los atributos a evaluar fueron (olor, sabor, color, apariencia, textura).

2.8.3.1 Prueba test numérico

Mediante la prueba del test numérico se determina la caracterización que va a ser medida fijando los grados sucesivos que van de excelente a malo.

Tabla 2-4: Parámetros de medición para el análisis sensorial

PARÁMETROS	
CUALITATIVA	CUANTITATIVA
Excelente	9 - 10
Muy bueno	7 - 8
Bueno	5 - 6
Regular	3 - 4
Malo	1 - 2

Realizado por: (Ortiz, Bryan, 2024)

2.8.4 Análisis económico

La determinación del costo de producción de la salchicha tipo Frankfurt con deferentes niveles de harina (*Zophoba morio*) son los gastos generados en su elaboración, en todos los tratamientos obtenidos. El beneficio/costo, se lo realizo dividiendo los ingresos totales para los egresos realizados en la elaboración del producto la salchicha tipo Frankfurt.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Análisis bromatológicos de la harina

En la tabla 3-1 Se presentó los resultados obtenidos del análisis químico que se realizó a la harina de (*Zophoba morio*).

Tabla 3-1: Caracterizas bromatológicos de la harina del gusano rey

VARIABLES	Humedad (%)	Ceniza (%)	Grasa (%)	Proteína (%)
Media	13,03	3,04	5,90	35,54
Desviación estándar	0,72 ±	0,34 ±	0,34 ±	0,59 ±
Mínimo	12,52	2,80	5,66	35,12
Máximo	13,54	3,28	6,15	35,95

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Dentro de la composición de la harina de larva o gusano rey podemos ver que la humedad presente en la harina es semejante a otras investigaciones de otros insectos como el grillo (*Acheta domesticus*) con rangos de 8 a 15% de acuerdo con Tejada (2021, pp.15-17).

La proteína de la harina de larva presenta valores altos lo que lo convierte en una alternativa como fuente de proteínas para el uso industrial presentando valores similares reportados en análisis del *Tenebrio molitor* el cual presenta proteína entre (34-41%) como lo reporta (Januario, 2021, pp.21-22).

El contenido de lípidos en la harina de larva del gusano rey es ligeramente elevado en comparación del *Tenebrio molitor*, pero este factor puede ser influido por ciertas condiciones como la especie del insecto, la dieta que se le va a la larva antes de su tratamiento, método de crianza, método de extracción y procesamiento del mismo para obtener la harina como producto final.

El contenido de ceniza registrado es similar a la harina del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) que oscila entre (2.5-5%) reportado por (Januario, 2021, pp.21-22).

La harina de larva presenta características similares a las de otros insectos, siendo una alternativa en la industria alimentaria, por su alto contenido de proteína, convirtiéndolo en una fuente de nutrientes óptimas para el consumo humano

3.2 Características fisicoquímico de la salchicha tipo Frankfurt

En la tabla 4-3,

Tabla 3-2: Características fisicoquímicas de la salchicha frankfurt con diferentes niveles de harina del gusano rey (*Zophoba morio*).

Parámetros	Niveles de harina de gusano rey								E. E	Prob.	C.V
	0%	1.5%	3%	4.5%							
Humedad (%)	56,31	a	53,76	ab	45,45	b	45,10	b	1.1	<0,0001	9,81
Proteína (%)	15,82	d	17,02	c	19,02	b	20,67	a	0.09	<0,0001	2,12
Grasa (%)	10,67	b	13,29	b	17,24	a	18,35	a	0.13	<0,0001	8,63
Ceniza (%)	3,23	c	3,63	b	3,74	b	4,08	a	0.04	<0,0001	4,44
pH	6,16	d	6,23	c	6,25	a	6,25	a	0.01	<0,0001	0,34

E.E.: Error estándar

Prob: >0,05 no hay diferencias significativas

Prob: <0,05 hay diferencias significativas

Prob:<0,01 hay diferencias altamente significativas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

3.2.1 Humedad

los valores del contenido de humedad de las salchichas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de la adición de diferentes niveles de harina de *Zophoba morio*, por cuanto las salchichas del tratamiento control (0%) presentaron contenido de 56, 31% de humedad; en tanto que al emplearse el 4,5% el contenido de humedad se redujo a 45,10%; por lo que mediante del análisis de regresión se estableció una tendencia cubica como se evidencia en la *Ilustración 3-1* , que determina qué a medida que se incrementa el nivel de harina del gusano rey hasta el 3% en la elaboración del salchichas el contenido de humedad tiende a reducirse pero con niveles superiores tiende a estabilizarse; resultados que presentan comportamiento similar a otras investigaciones que demostraron que el uso de harina de insectos en productos cárnicos reduce el contenido de humedad, pero aumenta el contenido de solidos totales, como es el caso de la investigación de Han et al. (2023, p.8) quien a elaborar salchichas híbridas de cerdo con harina de grillo, determino que el contenido de humedad de 68,7% al utilizar el 1% se redujo a 65,8% cuando utilizo el 5% .

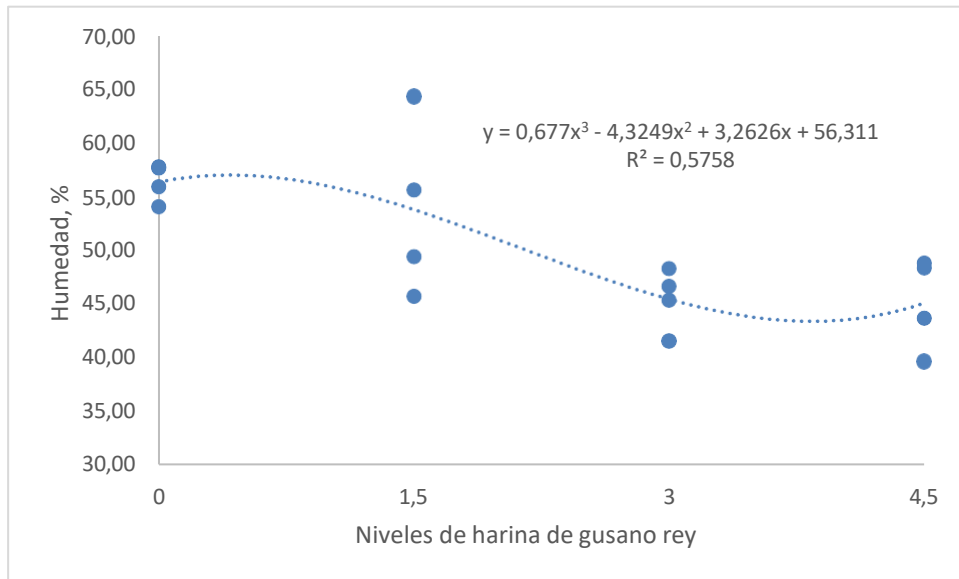


Ilustración 3-1 Comportamiento del contenido de humedad por la inclusión de la harina de insectos
Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

El contenido de humedad en las salchichas obtenidas cumplen con la normativa vigente del (NTE INEN-1338, 2010), en donde se señala que las salchichas escaldadas no debe superar el 65% de perdida por calentamiento.

Por otro lado, según Kim et al. (2016, pp.116-123), quienes elaboraron salchichas con carne de cerdo con la adición de harina de larvas de seda, los tratamientos con mayor contenido de harina de larvas presentaron menor contenido de humedad a diferencia del tratamiento control con diferencias altamente significativas, esto debido al mayor contenido de proteínas provenientes de la harina de larvas que también puede repercutir en la reducción de otros componentes como grasa y ceniza.

3.2.2 *Proteína*

Los resultados del contenido de proteína de las salchichas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), debido a la adición de diferentes niveles de harina de (*Zophoba morio*), en cuanto al tratamiento control (0%) presento un contenido de 15,82% de proteína, mientras que al emplear el 4,5% de harina del gusano rey la proteína aumento hasta un 20,67%; mediante el análisis de regresión se estableció una tendencia cubica, como se muestra en la *Ilustración 3-2*, indicando que a medida que incrementa el nivel de harina de gusano rey el contenido de proteína tiende aumentar de acuerdo al nivel de harina implementado.

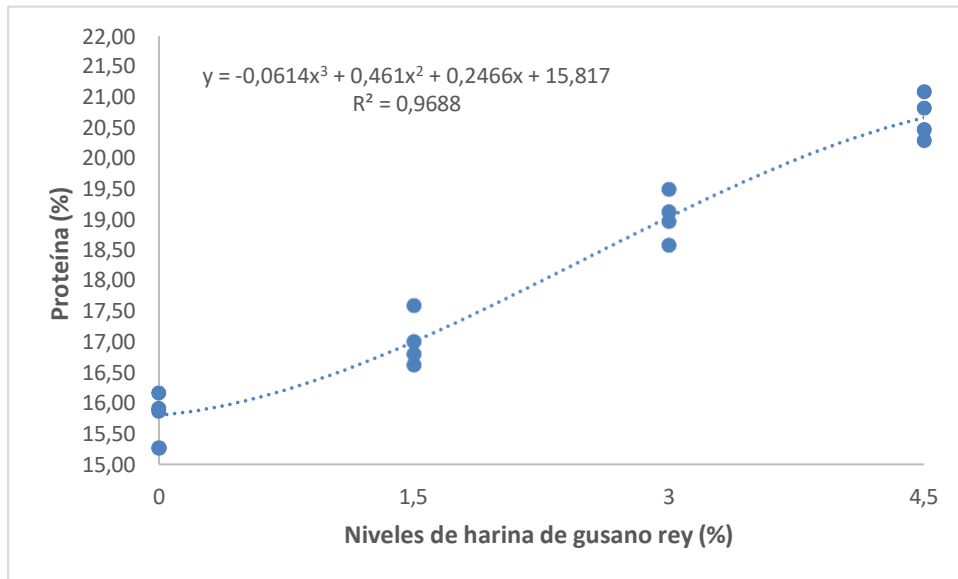


Ilustración 3-2 Comportamiento del contenido de proteína por la inclusión de harina de insectos

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Dichos resultados presentan similitudes a otras investigaciones donde demostraron que el uso de harina de insectos en productos cárnicos aumenta el contenido de proteína, como es en el caso de la investigación de Talens et al. (2022, pp.2-18), quienes implementaron el bagazo de cerveza, harina de insectos y brócoli para la elaboración de una salchicha híbrida, demostrando que el contenido proteico de sus tratamientos variaba entre un 13,4% hasta un 18,1%.

De acuerdo con (Cruz et al., 2022, pp.6-13), demostraron en sus tratamientos obtuvieron en sus tratamientos valores del 10,35% tratamiento control llegando hasta un 15,37% en su tratamiento con mayor contenido de harina de saltamontes, demostrando ser mejor extensor cárnico que el almidón de papa en cuanto al parámetro de proteína ya sea en reemplazo parcial o total. Aunque la harina de insectos muestra valores favorables se debe tener en cuenta la repercusión del aumento de proteína en otros parámetros como los atributos sensoriales del producto cárnico y sus propiedades funcionales en su elaboración.

Según la (NTE INEN-1338, 2010) los embutidos tipo I que son elaborados solo con carne sin adición de harinas vegetales el valor proteico del producto debe ser superior al 14% donde el tratamiento control cumple con la normativa y los tratamientos adicionados incrementa el nivel de proteína a medida que sube el porcentaje de adición de harina de insectos.

3.2.3 Grasa

Los resultados del contenido de grasa de las salchichas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto del contenido de harina de (*Zophoba morio*), a diferencia del

tratamiento control (0%) presento un contenido de 10,67% de grasa, mientras que al emplearse el 4,5% de harina, el contenido de grasa aumento hasta un 18,35%, mediante el análisis de regresión se esclarece una tendencia cubica demostrada en la *Ilustración 3-3*, se determina que a medida que aumenta el contenido de los niveles de harina del gusano rey el contenido de grasa aumenta en el 3% en la elaboración de la salchicha el contenido de grasa tiende a reducirse el aumento denotando que a mayores niveles de harina el nivel de grasa tiende a estabilizarse.

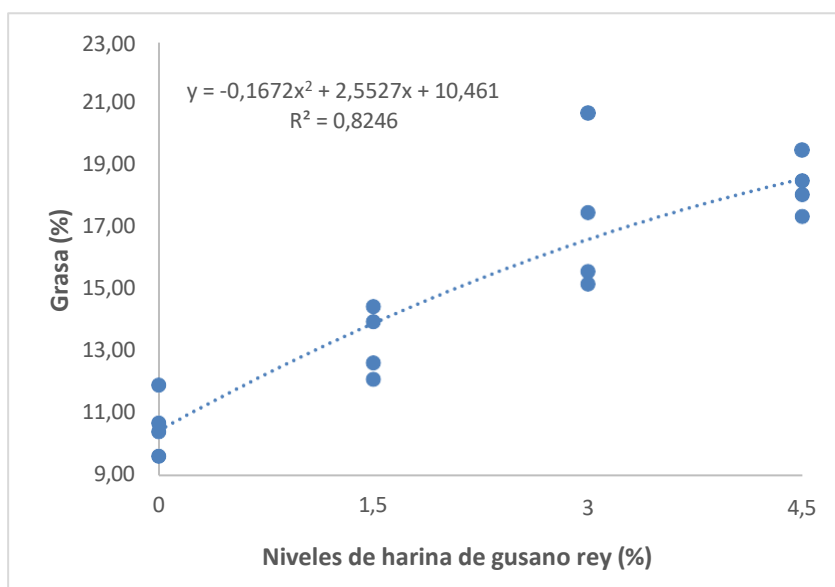


Ilustración 3-3 Comportamiento del contenido de grasa por la inclusión de harina de insectos

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Este comportamiento presenta conductas similares a otras investigaciones, donde se demostró que el uso de harina de insectos en productos cárnicos aumenta el contenido de grasa como en la investigación de Choi (2016, p.41). quienes elaboraron salchichas de cerdo híbridas con adición de harina de grillos donde menciona que el aumento de contenido de sólidos totales afecta no solo al contenido de humedad, también afecta de manera progresiva al contenido graso de la salchicha tipo frankfurt en todos los tratamientos.

Por otro lado, Silvio (2020, pp.21-25), nos explica que el contenido de grasa puede verse afectado por el método de conservación que es sometido el producto cárnico, este contenido de grasa en la salchicha puede variar de manera directa debido al contenido de harina no convencional implementada en la formulación y el tipo de producto cárnico a utilizar.

El contenido de grasa en las salchichas obtenidas cumplen con la normativa vigente del (NTE INEN-1338, 2010), donde se expresa que los embutidos escaldados como la salchicha tipo frankfurt debe contener un máximo del 25%.

3.2.4 Ceniza

El contenido de ceniza de las salchichas tipo frankfurt presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), debido a la adición de la harina de *Zophoba morio*, en comparación al tratamiento control (0%) presento un valor de 3,23% de ceniza, mientras que al emplearse el 4,5% de harina del gusano rey se pudo observar valores de 4,08%, mediante el análisis de regresión se establece una tendencia cuadrática donde se muestra en la *Ilustración 3-4*, donde se determina que a medida que se incrementan los niveles de harina en la elaboración de la salchicha aumenta el contenido de ceniza debido al contenido de solidos totales presentes en la harina de insectos, como los macro y micronutrientes como el fosforo, manganeso, hierro, zinc etc.; demostrando que el uso de estas harinas en la formulación de productos cárnicos aumenta el contenido ceniza presente en las salchichas.

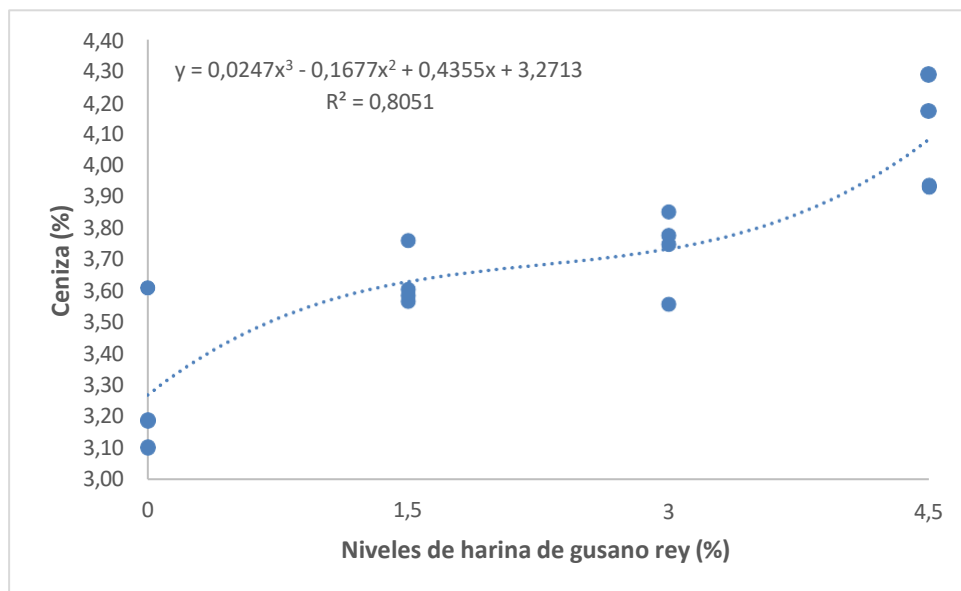


Ilustración 3-4 Comportamiento del contenido de ceniza por la inclusión de harina de insectos

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Este comportamiento tiene similitud a investigaciones realizadas por Kim (2017, pp.36-39), expresa que el uso de harina de grillos aumenta el contenido de ceniza, debido al contenido de minerales presente en los insectos, pero este contenido puede verse afecto debido a varios factores dependiente la formulación y elaboración del producto final.

El contenido de minerales puede verse afectado por varios factores como el contenido de minerales en el insecto, como la cantidad de harina añadida, la interacción de los ingredientes en la formulación puede influir en la liberación y disponibilidad de los minerales incluso el proceso de cocción puede influenciar en la retención o liberación de los minerales presentes en la

formulación debido al contenido de harina presente en la salchicha está dentro del rango permitido de los productos cárnicos escaldados que varía del 2 al 5% de acuerdo con la norma (NTE INEN-1338, 2010).

3.2.5 pH

los valores en la determinación del pH de las salchichas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), debido a la utilización de diferentes niveles de harina de *Zophoba morio*, en cuanto a la salchicha del tratamiento control (0%) presento una medición de 6,16; mientras al utilizar el 3% y 4,5% de harina; el pH llego hasta 6,25, mediante el análisis de regresión se estableció una tendencia cuadrática como se muestra en la *Ilustración 3-5*.

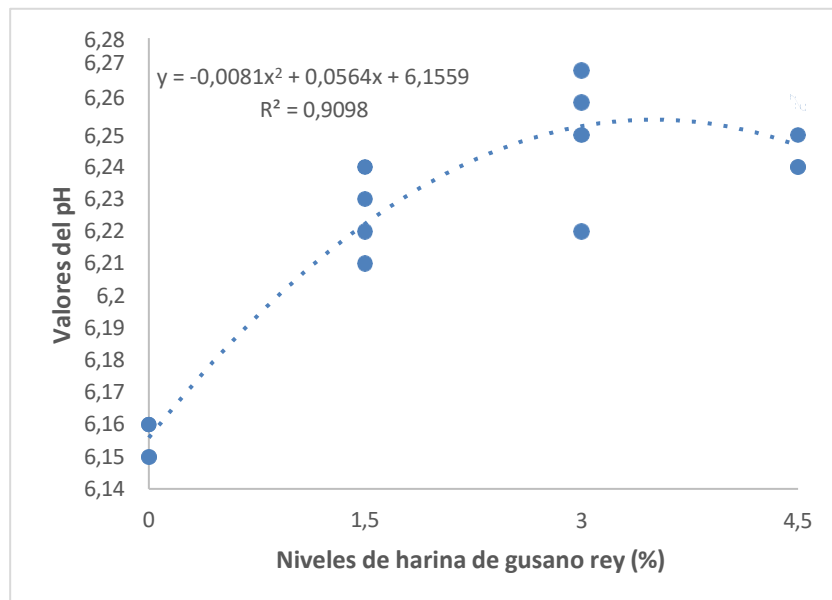


Ilustración 3-5 Comportamiento del pH por la inclusión de harina de insectos

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Lo que determina que a medida que se aumenta el nivel de harina desde el 3% el pH tiende a estabilizarse; estos resultados presentan similitud con la investigación de (Avendaño et al., 2020, pp.1031-1032) donde una salchicha tipo Viena a base de larvas de mosca soldado, las cuales presentaron el pH de 5,98 hasta un 6,17 siendo el pH de mayor rango, determinando que el uso de harina de insectos aumenta la variable del pH.

El pH de las salchichas aumento debido a la composición química de la harina de larvas, dependiendo el tipo de especie del insecto y la dieta de los insectos, podrá proporcionar un contenido alcalino gracias a la presencia de minerales como el calcio y el magnesio, actuando y

elevando el pH de las salchichas, dichos resultados afectan de manera directa a la capacidad de retención de agua y a la textura de la salchicha.

Dichos valores del pH no cumplen con los parámetros establecidos en la norma (NTE INEN-1338, 2010), la cual establece que el pH máximo para productos escaldados no deberá superar el 6,2 en la escala de pH.

3.3 Análisis microbiológicos de la salchicha tipo Frankfurt

Resultados de los análisis microbiológicos reportados en la tabla 3-3,

Tabla 3-3: Análisis microbiológicos de la salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina de (*Zophoba morio*)

Descripción	Niveles de harina de larva (<i>Zophoba morio</i>)			
	T0 (0%)	T1 (1,5%)	T2 (3%)	T3 (4,5%)
Escherichia Coli	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Staphylococcus Aureus	0.50	0.25	0.50	0.25
Salmonella	Ausencia	Ausencia	ausencia	Ausencia

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Los análisis microbiológicos de la salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina de larva, presentaron ausencia total de *Salmonella*, sometiendo a las salchichas por un proceso de cocción en una temperatura de 72 a 75°C, y a un choque térmico de hasta 5°C en agua con hielo para reducir considerablemente la temperatura del producto final con el fin de inhibir el crecimiento bacteriano, garantizando un proceso correcto de inocuidad al desinfectar antes y después de haber realizado, sin embargo, se identificó la presencia de, *Staphylococcus*, reportando cantidades mínimas toleradas dentro de los parámetros de microbiológicos en productos cárnicos de la (NTE INEN-1338, 2010).

3.4 Resultados del análisis sensorial

Tabla 3-4: Características organolépticas de la salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina de larva.

Parámetros	Niveles de Harina de larva (<i>Zophoba morio</i>)				H.cal	Prob
	0%	1,50%	3%	4,50%		
Apariencia	6,22	6,28	6,19	6,45	0,53	0,9106
Sabor	6,37	6,36	6,08	6,18	3,23	0,3519
Color	6,24	5,72	5,76	6,03	8,23	0,0406
Textura	6,01	6,06	6,36	6,22	8,33	0,0388
Olor	6,44	6,14	6,15	6,28	6,1	0,1037

H-cal: Error Estándar

Prob >0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob <0,05: Existen diferencias estadísticas.

Prob <0,01: Existen diferencias altamente significativas.

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

3.4.1 Apariencia

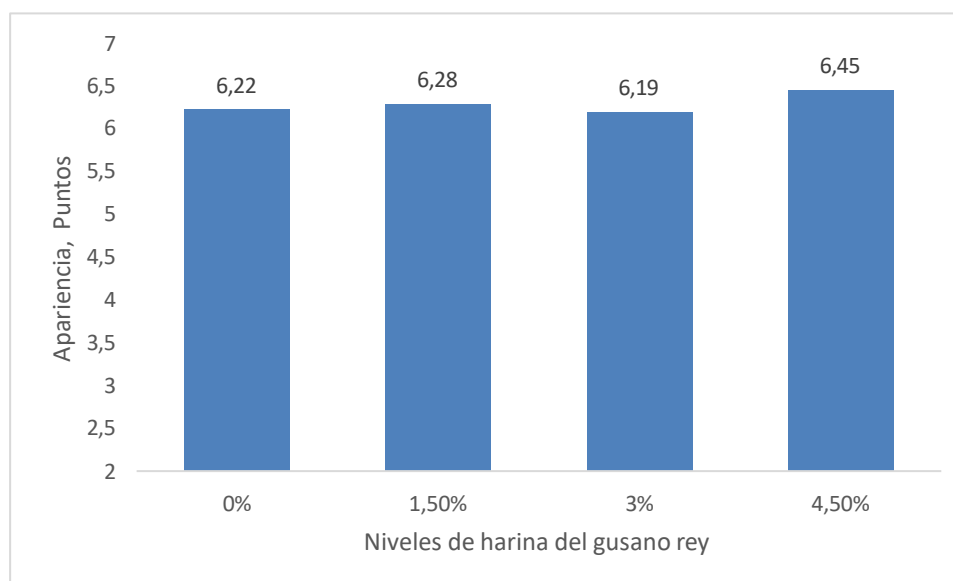


Ilustración 3-6 Valoración organoléptica de la apariencia de la salchicha elaborada con diferentes niveles de harina

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

En la determinación de la apariencia de la salchicha tipo frankfurt con inclusión de harina del gusano rey no presento diferencias significativas ($P > 0,05$), en cuanto a la calificación designada presento una variación entre 6,19 puntos entre 6,45 puntos sobre el 10 de referencia reportado que

las salchichas elaboradas con el 3% y 4,5% de harina de gusano rey mostrada en la *Ilustración 3-6*, indicando que la inclusión de la harina de gusano rey no afecto la característica organoléptica en la apariencia de la salchicha tipo frankfurt.

3.4.2 Sabor

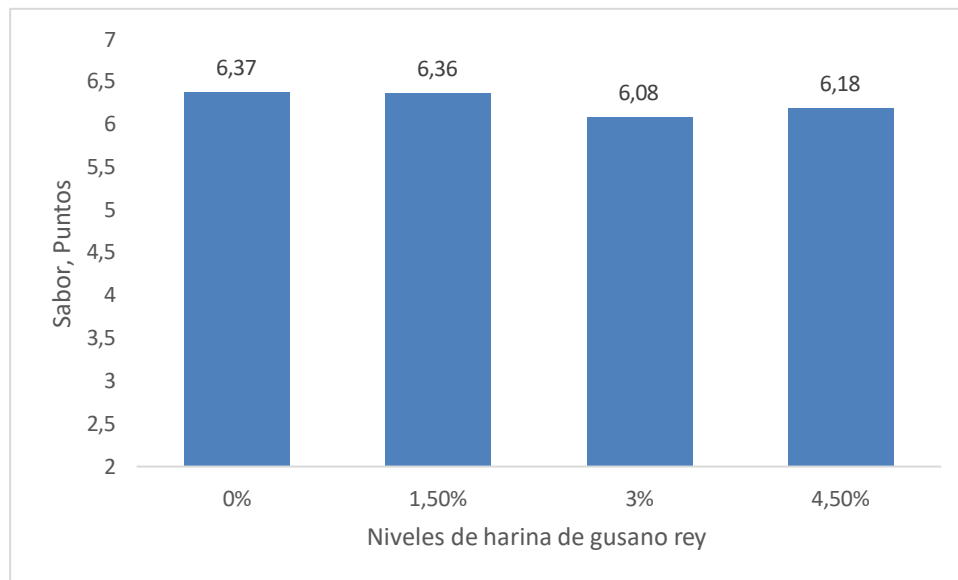


Ilustración 3-7 Valoración organoléptica del sabor en la salchicha elaborada con diferentes niveles de harina

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Los datos obtenidos en la determinación del sabor de la salchicha no presenta diferencias significativas ($P > 0,05$), por cuanto a la calificación asignadas variaron de 6,08 puntos a 6,37 puntos sobre 10 de referencia y que corresponden a las salchichas elaboradas con 3% de harina de gusano rey y a las del grupo control respectivamente mostrada en la *Ilustración 3-7*, donde permite indicar que la inclusión de la harina de gusano rey no afecta la característica organoléptica del sabor de la salchicha tipo frankfurt lo que ratifica lo señalado por (Núñez, 2021, pp.30-33), en que la inclusión de harina en la elaboración de productos cárnicos no convencionales no modifica de manera sustancial a los atributos sensoriales.

En cuanto al sabor de la misma manera no existe diferencias significativas entre los tratamientos, la calificación de “Buena” designada por los jueces determina que la harina de larva no le otorgo ningún sabor característico a la salchicha, además quienes realizaron la prueba no estuvieron acostumbrados a consumir productos con este tipo de harina lo que posiblemente afecto a la calificación, lo que concuerda con Kim et al. (2016, pp.116-123) donde señalan que el uso de harinas no convencionales como la de larva afecta el sabor de los productos cárnicos otorgándole un sabor

a frutos secos, pero estas variaciones pueden ser variables dependientes al tipo de insecto o alimentación.

3.4.3 Color

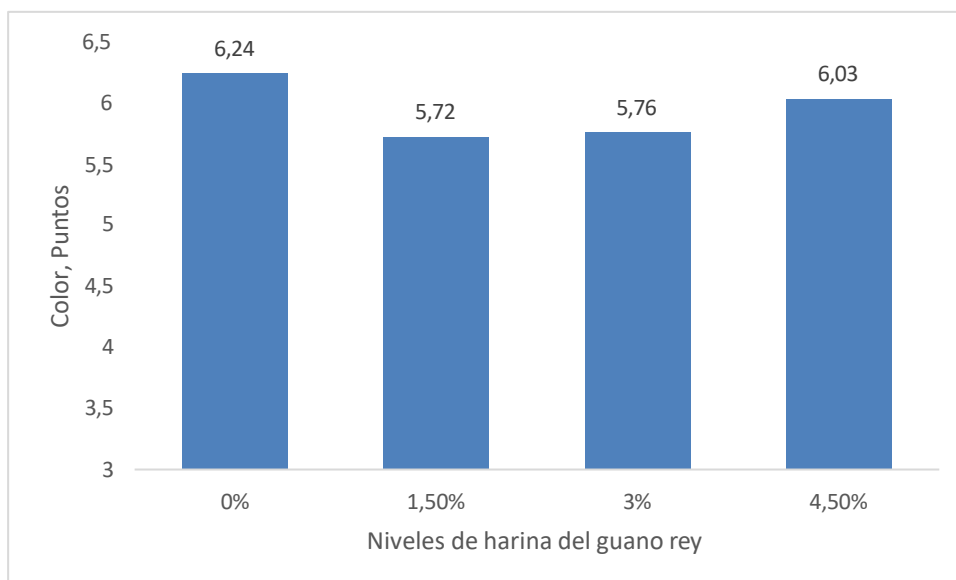


Ilustración 3-8 Valoración organoléptica del color en las salchichas con diferentes niveles de harina
Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Los resultados obtenidos en la determinación de la característica del color en la salchicha presento diferenciadas significativas ($P < 0,05$), de acuerdo con las calificaciones asignadas donde variaron entre 5,72 puntos hasta el 6,24 puntos sobre 10 de referencia presentando una valoración de buena donde la referencia de la salchicha corresponde al 1,5% de inclusión de harina presentando una calificación de 6,03 puntos en la salchicha con el 4,5% de harina de gusano rey presentando una leve mejora en la característica organoléptica del color, demostrada en la *Ilustración 3-8*, destacando que la inclusión de la harina de gusano rey afecta al color en la salchicha, de acuerdo con Núñez, (2021, pp.18-25) quien señala que el uso de harinas no convencionales tiene gran importancia al considerar el color, ya que estos varían según el tipo de harina utilizada, debido al método de obtención de la harina.

3.4.4 Textura

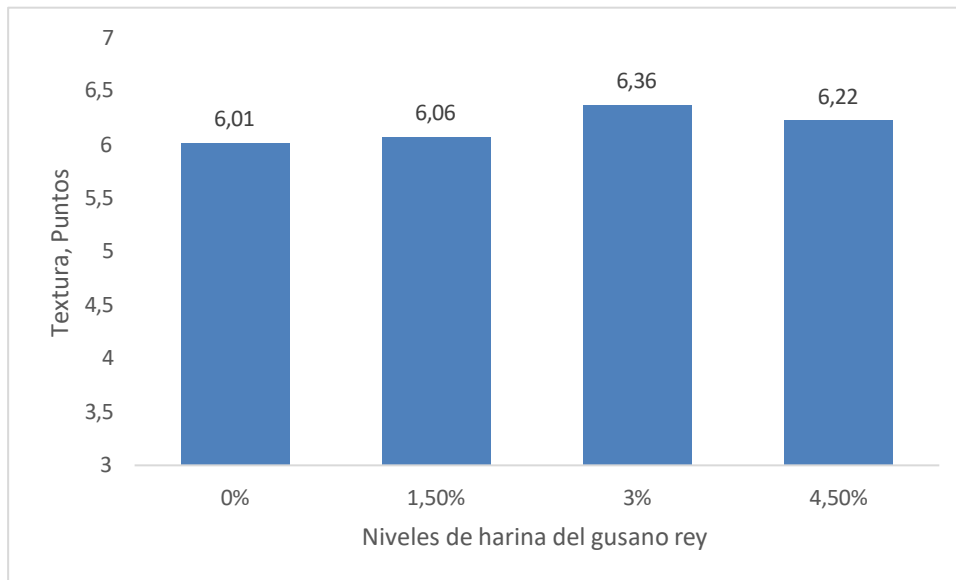


Ilustración 3-9 Valoración organoléptica de la textura en la salchicha elaborada con diferentes niveles de harina

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Los datos obtenidos sobre la textura en la salchicha presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$), por ende en las calificaciones establecidas donde el puntaje vario entre 6,36 puntos hasta el 6,01 puntos sobre 10 de referencia se asigna una calificación de Buena donde el puntaje de más alto se le otorga al 3% de harina de gusano rey, presentando una mejora en la textura de la salchicha demostrado en la *Ilustración 3-9*, demostrando que la inclusión de la harina del gusano rey tiende a mejorar las características organolépticas la textura en la salchicha y su proceso de elaboración con inclusión de la harina poco convencional (de insectos); lo que corroborado por Núñez, (2021, pp.18-25) donde en muchos casos dependiendo el tipo de harina, esta puede mejorar o no la textura del producto cárnico.

Según Kim et al. (2016, pp.116-123) en su investigación determina que en la elaboración de salchichas de pollo con adición de harina de larva genera una textura más firme, aumentando la dureza, debido a la disminución de humedad y el aumento de compuestos sólidos. Mencionando que el uso de harinas de insectos sin desengrasar provee efectos favorables en la elasticidad y cohesión, caso previo el desengrasado antes del uso en la formulación, el cambio en la textura de la salchicha podría tener variaciones no tan favorables, de acuerdo con el contenido de harina de larva.

3.4.5 Olor

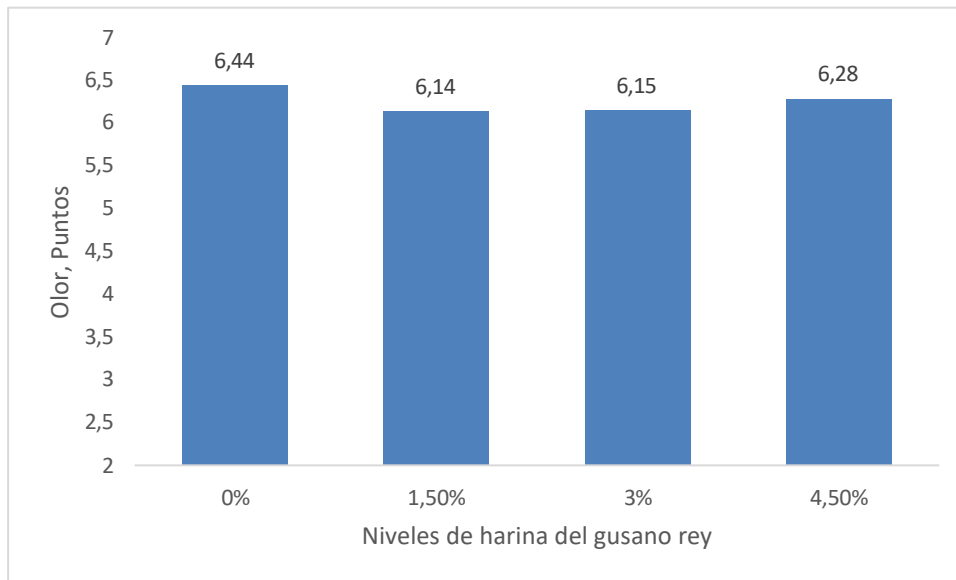


Ilustración 3-10 Valoración organoléptica del olor en la salchicha elaborada con diferentes niveles de harina

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

Los resultados obtenidos en la determinación del olor en la salchicha, no presenta diferencias significativas ($P > 0,05$), en cuanto a la calificación va desde el 6,14 puntos a 6,44 puntos sobre 10 de referencia, siendo correspondiente a la salchicha elaborada con el 1,5% de harina de gusano rey y las del grupo control correspondientemente indicada en la *Ilustración 3-10*, lo que nos permite indicar que la inclusión de la harina de gusano rey, no afecta de manera representativa la característica organoléptica del olor en la salchicha, lo que ratifica Kim et al. (2016, pp.116-123) y Núñez, (2021, pp.18-25) donde los parámetros sensoriales pueden verse modificados o alterados de manera no significativa o de alta significancia en caso del parámetro del olor se nota un leve olor a frutos secos en las salchichas con la inclusión de harina del gusano rey, factor que puede ser significativo de acuerdo a la concentración de harina de larva en la elaboración de la salchicha.

3.5 Análisis Económico

Tabla 3-5: Análisis económico de la salchicha tipo frankfurt con diferentes niveles de harina.

Elementos	Total	Unidades	Costo Unitario	TRATAMIENTOS			
				T0	T1	T2	T3
				0%	1,5%	3%	4,5%
Harina de larvas	0.36	kg	45,00	-	2,70	5,40	8,10
Carne de res	6.04	kg	7,15	11,44	11,01	10,58	10,15
Carne de cerdo	6.4	kg	5,25	8,40	8,40	8,40	8,40
Grasa de cerdo	3.2	kg	2,25	1,80	1,80	1,80	1,80
Sal	0.352	kg	0,50	0,04	0,04	0,04	0,04
Sal de cura	0.032	kg	4,50	0,04	0,04	0,04	0,04
Tripolifosfato	0.048	kg	6,00	0,07	0,07	0,07	0,07
Eritorbato de sodio	0.0128	kg	6,90	0,02	0,02	0,02	0,02
Pimienta negra	0.048	kg	16,00	0,08	0,08	0,08	0,08
Ajo en polvo	0.032	kg	7,00	0,06	0,06	0,06	0,06
Nuez moscada	0.024	kg	22,00	0,13	0,13	0,13	0,13
Cebolla en polvo	0.024	kg	8,80	0,05	0,05	0,05	0,05
C. para salchicha	0.08	kg	9,90	0,20	0,20	0,20	0,20
Hielo	4	kg	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tripa	16	m	4,50	1,13	1,13	1,13	1,13
Fundas	16	und	2,40	0,60	0,60	0,60	0,60
EGRESOS TOTALES				25,06	27,33	29,60	31,87
Cantidad obtenida en Kg				4	4	4	4
Costo de producción en dólares/kg de salchicha de larva				6,26	6,83	7,40	7,97
Precio de venta por Kg				7,56	8,13	8,70	9,27
Ingresos totales en dólares				30,26	32,53	34,80	37,07
Beneficio / Costo en dólares				1,21	1,19	1,18	1,16

Realizado por: Ortíz, Bryan, 2024

De acuerdo con el indicador beneficio/costo, como se muestra en la tabla 3-5 todos los tratamientos alcanzan el \$1,16, dando como resultado que se puede utilizar cualquiera de los tratamientos ya que presenta el mismo indicador, tomando en consideración que el mayor indicador es del tratamiento control presentando una utilidad de \$1,21 centavos de dólar.

CONCLUSIONES

- En la caracterización fisicoquímica de la harina de larva (*Zophoba morio*) se determinaron valores de humedad de 13,03%, proteína 35,54%, grasa 5,90% y ceniza: 3,04%, constituyéndose una excelente fuente nutricional, para su utilización en productos cárnicos.
- En la composición fisicoquímica del producto terminado el contenido de humedad disminuyó a medida que se incrementaron los niveles de harina de larva, mientras que los tratamientos T2 y T3 presentaron los porcentajes más altos de proteína (19,02% y 20,67%); el porcentaje de grasa no superó lo establecido por la norma (NTE INEN-1338, 2010), alcanzando valores entre 10,67 y 18,35%, el contenido de ceniza se mantuvo dentro de los parámetros de la misma norma y el pH presentó valores entre 6,16 y 6,25 que son normales en productos cárnicos.
- Según los análisis microbiológicos las salchichas en estudio son aptas para el consumo humano ya que hubo ausencia de *Escherichia Coli* y *Salmonella* mientras que los *Staphylococcus Aureus* se encontraron en cantidades muy reducidas.
- El análisis sensorial demostró que los parámetros evaluados en apariencia, sabor, color, textura y olor obtuvieron una valoración de “buena”, es decir que la harina de larvas no aportó en el mejoramiento de estos parámetros.
- El indicador costo/beneficio estuvo entre \$ 1,16 y \$ 1,21 en los diferentes tratamientos debido a que los costos de la producción fueron altos por la dificultad de obtención de la larva para su procesamiento en harina.

RECOMENDACIONES

- Según la composición de la harina de larva se puede utilizar en la elaboración de productos cárnicos con la adición de potenciadores del sabor que pueda mejorar esta característica sensorial.
- Utilizar los tratamientos T2 y T3 con harina de larva en la formulación de salchicha por su alto contenido de proteína y niveles apropiados de grasa y ceniza
- Para futuras investigaciones, tomar en cuenta el tipo de crianza, alimentación y procedencia de los insectos para la obtención de harinas de mejor calidad y seguridad alimentaria.
- Se debe estudiar los posibles riesgos en cuanto a enfermedades que pueden desarrollarse por la producción de insectos para mantener el control e inocuidad de la producción de harina.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ OCHOA, Byron Vinicio; et al. Elaboración de salchichas tipo viena enriquecidas con harina de garbanzo (*cicer arietinum L*) de la variedad kabuli [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador-Cuenca. 2020. p.33 [Consulta: 21 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34061>

ANDÚJAR, Gustavo; et al. *Química y Bioquímica de la carne y los productos cárnicos* [en línea]. Cuba-La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria-Editorial Universitaria, 2009. [Consulta: 09 abril 2023]. Disponible en: <http://revistas.mes.edu.cu/>

ARNUA ARBOIX, Jacint; et al. *Implicaciones de la reducción de los niveles de uso de nitratos y nitritos en la seguridad, conservación, características sensoriales y modificaciones tecnológicas de los productos cárnicos crudos-curados* [en línea]. Cataluña-España: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, 2013. [Consulta: 18 mayo 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/83608>

AVENDAÑO, Constanza; et al. “Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos”. *Revista chilena de nutrición* [en línea], 2020 (Chile), 47(6), pp. 1029-1037 ISSN 0717-7518 [Consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>

AYALA VARGAS, C. “Importancia nutricional de la carne”. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* [en línea], 2018, (Bolivia) 5, pp.57-59. [Consulta: 07 enero 2023]. ISSN 2409-1618. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5nEspecial/v5_a08.pdf

BÁEZ TEJEDA, Víctor. Desarrollo de una salchicha más sostenible con sustitución de carne de res por harina de grillo (*Acheta domesticus*) [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Zamorano, Francisco Morazán-Honduras 2021. pp.12-15 [Consulta: 18 abril 2023]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6967>

BANCHÓN, Gustavo Adolfo & POMA, Erick David. Elaboración de embutidos artesanales que contengan paico, apio de monte, limoncillo y guayusa [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador. 2023. p.24 [Consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14074>

BENZERTIHA, A; et al. “*Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits”. *Poultry Science* [en línea], 2020, (Unite States) 99(1), p.200 [Consulta: 28 febrero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps/pez450>

BORGES, Ícaro Gonçalves. Desenvolvimento e caracterização da farinha das larvas do tenébrio gigante (*zophobas morio*) visando sua utilização na indústria de alimentos [en línea] (Trabajo de

Titulación). (Pregrado). Univerdade Federal do Ceará, Fortaleza-Brasil. 2023. pp.18-19 [Consulta: 31 enero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/73876>

BURITICA ECHEVERRI, Juan. Caracterizaci3n y autentificaci3n de carne de cordero y ternera con tecnología NIRS [en línea] (Trabajo de Titulaci3n). (Maestría). Universidad Pública de Navarra, España. 2014. p.9 [Consulta: 18 marzo 2023]. Disponible en: <https://academica.e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/14606>

CALVO MEJÍA, Vivian Carolina. Efecto de la concentraci3n de sal y distintas proporciones de carne de res y cerdo sobre la percepci3n del sabor salado, textura, color y estabilidad de emulsi3n en salchich3n [en línea] (Trabajo de Titulaci3n). (Pregrado). Universidad de Costa Rica, San José-Costa Rica. 2019. Pp.16-17 [Consulta: 05 junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/11005/1/44689.pdf>

CALLE DÍAZ, Ana Belén. Desarrollo de un método analítico para determinar la pureza del  cido Asc3rbico, Ascorbato de Sodio y Eritorbato de Sodio para la empresa “La Italiana” [en línea] (Trabajo de Titulaci3n). (Pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca-Ecuador. 2021. pp.14-15 [Consulta: 05 abril 2023]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11229/1/16766.pdf>

CORREIA, Paulo José dos Santos Ferreira. Desenvolvimento de produtos de pastelaria elaborados com farinha de insetos [en línea] (Trabajo de Titulaci3n). (Maestría). Univerdade do Porto, Porto-Brasil. 2019. pp.7-8 [Consulta: 02 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/124583/2/369286.pdf>

CRUZ L3PEZ, Salvador; et al. “Physicochemical and Sensory Characteristics of Sausages Made with Grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) Flour”. *Foods* [en línea], 2022, (México) 11(5), pp.6-13 [Consulta: 09 abril 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/foods11050704>

DELGADO RAMOS, Andrea. Determinaci3n de la incidencia de la composici3n lipídica y bromatol3gica de la carne de res y cerdo comercializada en la provincia de Tungurahua [en línea] (Trabajo de Titulaci3n). (Maestría). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador-Ambato. 2022. pp.5-7 [Consulta: 04 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34201/1/t1932mquim.pdf>

FERNÁNDEZ, Cristina. *Embutidos*. [blog]. [Consulta: 19 marzo 2023]. Disponible en: <https://petitfitbycris.com/embutidos/>

FR3META CARDENTHEY, Rosmery. Revisi3n Bibliográfica: Incorporaci3n de fibras en productos cárnicos [en línea] (Trabajo de Titulaci3n). (Maestría). Universidad de Valladolid, España-Valladolid. 2022. p.26 [Consulta: 19 mayo 2023]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/55726>

FLORES KUFF, Rafaela; et al. “The country–of–origin label impact on intention to consume insect based food”. *Appetite* [en línea],2023, (Brazil) 180, pp-106355 [Consulta: 21 julio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106355>

FRANCO, Andrea Carolina & RUZ, Wilson Javier. Elaboración de salchichas artesanales utilizando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*) como extensor proteico [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad de la Costa, Barranquilla-Colombia. 2020. p.24 [Consulta: 13 julio 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11323/6418>

GARCÍA LORÉS, Miguel. Estudio comparativo del uso de tripas de colágeno y naturales para la fabricación de salchichas [en línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría). Universidad de Zaragoza, Zaragoza-España. 2016. p.25 [Consulta: 19 junio 2023]. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/58042/files/TAZ-TFG-2016-4303.pdf>

GARCÍA GUALE, Melanie Alexandra. Propuesta de elaboración de embutido de pasta gruesa a base de mashua (*tropaeolum tuberosum*) en la ciudad de Guayaquil [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador. 2020. p.47 [Consulta: 17 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49545>

GAVILÁN FIGARI, Isabel. “Alimentos a base de insectos comestibles”. Centro de Innovación Productiva y Transferencia Agroindustrial de Ica [en línea], 2020, (Perú) (03), pp.2-10. [Consulta: 27 febrero 2023]. Disponible en: https://issuu.com/citeagroindustrialica/docs/bolet_n_vt_alimentos_a_base_de_insectos

HAN, Xiaocui; et al. “Hybrid Sausages Using Pork and Cricket Flour: Texture and Oxidative Storage Stability”. *Foods* [en línea], 2023, (Finlandia) 12(6), p.8 [Consulta: 26 abril 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/foods12061262>

HERNÁNDEZ, Ángel & RUIZ, María. *Tratado de Nutrición-Tomo II* [en línea]. Médica Panamericana, 2010. [Consulta: 02 mayo 2023]. Disponible en: https://www.academia.edu/17113946/Tratado_de_Nutricion_Tomo2

HIDALGO HUILCA, Darío Javier. Elaboración de morcilla blanca (clásica) utilizando 2 tipos de tripa, natural y colágeno [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2020. p.25 [Consulta: 22 febrero 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14192>

HORCADA, A & POLVILLO, O. *La producción de carne en Andalucía* [en línea]. España-Andalucía: Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca, 2010. [Consulta: 14 abril 2023].

Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265La_produccion_de_carne_en_Andalucia.pdf

JANUARIO, Lorena Aurora. Caracterização físicoquímica e bioacessibilidade de minerais das larvas de besouro tenebrio molitor e Zophobas Morio em pó [en línea] (Trabajo de Titulación).

(Pregrado). Univerdade Estadual de Campinas, Campinas-Brasil. 2021. pp.21-22 [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=547668>

KIM, HYUN WOOK; et al. “Pre-treated Mealworm Larvae and Silkworm Pupae as a Novel Protein Ingredient in Emulsion Sausages”. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [en línea], 2016, (Korea) 38, pp.116-123[Consulta: 12 abril 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.09.023>

LEIVA, Cristian Adonay & VELÁZQUEZ, Andrea María. Establecimiento de una colonia de *Zophobas morio* (Fabricius) como una alternativa futura de proteína para animales [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Zamorano, Francisco Morazán-Honduras. 2023. pp.19-20 [Consulta: 01 junio 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11036/7536>

LIMOEIRO, Raphael. Estudo das estratégias atuais para o uso de insetos e seus subprodutos na produção de alimentos. [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-Brasil. 2021. p.7 [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11422/14073>

MACAS VERA, Samanta Mishel. Estudio del contenido permisible de nitritos y nitratos en embutidos de mayor consumo en Ecuador [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala-Ecuador. 2022. pp.16-17 [Consulta: 14 febrero 2023]. Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19660/1/E3788_MACAS%20VERA%20SAMANTA%20MISHEL.pdf

MANCINI, Simone; et al. “European consumers' readiness to adopt insects as food. A review”. *Food Research International* [en línea], 2019, (Italia) 11, pp.611-678 [Consulta: 06 julio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.041>

MOREIRAS, Olga; et al. Tablas de composición de alimentos [en línea]. Pirámide, 2013. [Consulta: 19 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.sennutricion.org/es/2013/05/14/tablas-de-composicin-de-alimentos-moreiras-et-al>

MUÑOZ, Ana Cristina; et al. Alternativa de alimentación basada en *Zophobas morio*, “Gusano rey” en pollos en la fase de engorde en Arjona Bolívar [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá-Colombia. 2022. pp.19-20 [Consulta: 15 junio 2023]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/54846>

NUNES LINS, Ana Clara. Elaboração e caracterização físico-química de massa alimentícia a base de arroz- vermelho (*Oryza sativa L.*) com adição de farinha de tenébrio gigante (*Zophobas morio*) [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Univerdade Federal da Paraíba, Bananeiras-Brasil. 2023. pp.17-20 [Consulta: 02 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/29143>

NTE INEN 1217. *Carne y productos cárnicos. Definiciones*

NTE INEN 1338. *Carne y Productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados-cocidos. Requisitos.*

NTE INEN-ISO 1442. *Carne y productos cárnicos. Determinación de contenido de humedad*

NTE INEN 781. *Carne y productos cárnicos. Determinación de Nitrógeno.*

NTE INEN-ISO 1443. *Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido total de grasa*

NTE INEN 786. *Carne y productos cárnicos. Determinación de cenizas*

NTE INEN-ISO 2917. *Carne y productos cárnicos - Medición de pH*

NTC 1325. *Industrias alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados*

OLIVEIRA, Carlos Wagner; et al. “Farinhas de insetos na avicultura industrial”. *Brazilian Journal of Development* [en línea], 2020, (Brazil) 6 (1), pp. 723-724. ISSN 2525-8761 [Consulta: 29 julio 2023]. Disponible en: <https://www.brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/download/5905/5590>

OROÑO, A.D.; et al. “Desarrollo de un alimento cárnico embutido saludable con el agregado de extracto acuoso de propóleo (EAP) como conservante”. *Suplemento Ciencia Docencia y Tecnología* [en línea], 2023, (Argentina) 13(15), pp.-361-371. [Consulta: 22 junio 2023]. ISSN 2250-4559. Disponible en: <https://pcient.uner.edu.ar/index.php/Scdyt/article/view/1769>

OCHOA QUINTEROS, Gilbert Alexander. Influencia del uso de Harina de Cultivos Andinos Melloco Blanco (*Ullucus tuberosus*) y Melloco Rojo (*Iniap-Puca*) en el desarrollo de Salchichas Tipo Frankfurt [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador. 2023. p.2 [Consulta: 29 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/39305>

PALOMINO CRISANTI, Evelyn Lizeth. Determinación del contenido del conservante alimentario nitrito en el embutido hot dog comercializado en la ciudad de Ica [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica-Perú. 2021. Pp.16-17 [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3375>

PIMIENTO FONSECA, Karen Lizeth. Productos y subproductos cárnicos: Principales aditivos y efectos en la salud humana [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá-Colombia. 2022. p.16 [Consulta: 13 febrero 2023]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/17e3695e-0999-47ec-b2cc53e9ed100b2a/content>

PINO, María Teresa. “El futuro de las harinas no convencionales”. *Revista Énfasis* [en línea], 2019 (Chile), (1), pp. 38-41 [Consulta: 07 febrero 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/38763>

PRÓSPER ORTEGA, Luis. Seguridad alimentaria y calidad nutricional del uso de insectos en la dieta [en línea] (Trabajo de Titulación). (Postgrado). Universidad Politécnica de Valencia,

Valencia-España. 2023. p.1-13 [Consulta: 02 agosto 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/147898>

QUISPE HERNÁNDEZ, Annie Marliz. Contenido de grasa y sodio en el producto cárnico chorizo comercializado en mercados del cercado de Ica. 2021. [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Perú-Ica. 2021. p.26 [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5a1c6492-892e-4e2e-9df7-a868f22e35fa/content>

RAMÍREZ PABON, Cristian Orlando. Implicaciones del uso de larvas de *Tenebrio molitor* y *Zophobas morio* en la alimentación avícola [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá-Colombia. 2020. p.29 [Consulta: 22 abril 2023]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36738>

RAZA JIMBO, Karen. Efecto de la incorporación de harina (pulpa-cáscara y cáscara) de banano (*Musa cavendish*) de rechazo en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador. 2022. p.7 [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29414>

REDONDO, Mauricio; et al. “Calidad microbiológica de embutidos crudos: estudio del caso en Latinoamérica”. Archivos Latinoamericanos de Nutrición [en línea], 2023, (Caracas) 73(3), pp.-201-202. [Consulta: 27 mayo 2023]. ISSN 2309-5806. Disponible en: <https://doi.org/10.37527/2023.73.3.004>

REYNOSO DE JESÚS, José Francisco. Elaboración de un manual para la adaptación de una planta piloto para la elaboración de embutidos crudos según la NOM-120-SSA1-1994 y la NOM-213-SSA1-2002 [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca-México. 2023. p.15 [Consulta: 03 marzo 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/138877>

RIVERA, Julio & CARBONELL, Fabricio. “Los insectos comestibles del Perú: Biodiversidad y perspectivas de la entomofagia en el contexto peruano”. Ciencia & Desarrollo [en línea], 2020, (Perú) (27), pp.5-36. ISSN-L 2304-8891 [Consulta: 26 enero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.33326/26176033.2020.27.995>

RODRÍGUEZ BALDERAS, Ángel. Determinación del Efecto de la Densidad de Siembra en el Peso y Supervivencia de Larvas de *Tenebrio molitor* en un Núcleo Genético [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco-México. 2023. pp.1-5 [Consulta: 18 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/40840>

ROJO GONZÁLEZ, Markel. El grillo (*Acheta domesticus*) como nuevo alimento autorizado en la Unión Europea. Usos y aplicaciones en la Industria Alimentaria [en línea] (Trabajo de

Titulación). (Postgrado). Universidad del País Vasco, Leio-España. 2023. p.1 [Consulta: 13 agosto 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10810/62394>

ROSCIANO MARTÍNEZ, Carlo & VILLEGAS YÁNEZ, Andrés. Desarrollo de un embutido vegetal estilo longaniza manabita, a base de proteína de soya texturizada [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador. 2021. p.46 [Consulta: 09 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/57515>

RUMPOLD, B. A. & SCHLÜTER, O. “Nutritional composition and safety aspects of edible insects”. *Molecular Nutrition & Food Research* [en línea], 2013 (Berlín), 57(5), pp.803–807. doi:10.1002/mnfr.201200735 [Consulta: 19 enero 2023]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23471778/>

RUMPOLD, Brigit & SCHLÜTER, Oliver. “Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production”. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* [en línea], 2013 (Alemania), 17, pp.1–11. [Consulta: 28 marzo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2012.11.005>

RUMPOLD, Brigit & SCHLÜTER, Oliver. “Insect-based protein sources and their potential for human consumption: Nutritional composition and processing”. *Animal Frontiers* [en línea], 2015 (Alemania), 5(2), pp.20–24. [Consulta: 28 marzo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.2527/af.2015-0015>

RUMBOS, C.I. & ATHANASSIOU, C.G. “The Superworm, *Zophobas morio* (Coleoptera: Tenebrionidae): A ‘Sleeping Giant’ in Nutrient Sources”. *Journal of Insect Science* [en línea], 2021, (Oxford) 21 (2), pp.1-11. [Consulta: 07 abril 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab014>

SANTRICH, Diana; et al., “Evaluación de la calidad y composición química de la carne de res proveniente de animales de dos grupos de edad en puerto rico”. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* [en línea], 2013, (Puerto Rico) 97(1-2), pp.59-60. [Consulta: 11 enero 2023]. Disponible en: <https://revistas.upr.edu/index.php/jaupr/article/download/3039/2583/3118>

SALAZAR, Diego & GUEVARA, Jorge. Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador. 2021. p.5 [Consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32590>

SCHOLLIERS, Jana; et al. “Partial replacement of meat by superworm (*Zophobas morio* larvae) in cooked sausages: Effect of heating temperature and insect:Meat ratio on structure and physical stability”. *Innovative Food Science & Emerging Technologies Frontiers* [en línea], 2020

(Belgica), 66, pp.12–15. [Consulta: 11 marzo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102535>

TAKAO, Camila. Influência do tipo de envoltório (tripa) sobre as propriedades físicas da linguiça calabresa durante o armazenamento [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Federal de Uberlândia, Minas Gerais-Brasil. 2023. p.2 [Consulta: 16 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/37546>

TALENS, Clara; et al. “Hybrid Sausages: Modelling the Effect of Partial Meat Replacement with Broccoli, Upcycled Brewer’s Spent Grain and Insect Flours”. *Foods* [en línea], 2022, (España) 11(21), pp.2-18 [Consulta: 19 abril 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/foods11213396>

TOAPANTA CHANGOLUISA, María Fernanda. Aplicaciones tecnológicas de la picadora de carne HFM 22 en procesos de transformación [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador. 2023. pp.24-25 [Consulta: 01 marzo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10941>

TORRES, Mónica. *Por qué en los próximos años vamos a acabar comiendo insectos en España.* [sitio web]. [Consulta: 28 julio 2023]. Disponible en: <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2022-02-19/por-que-en-los-proximos-anos-vamos-a-acabar-comiendo-insectos-en-espana.html>

VALERO, Teresa; et al. *Fundación Española de la Nutrición.* [sitio web]. [Consulta: 23 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.fen.org.es/>

VALLE VERA, Shirley Paulette. Evaluación de las características organolépticas y nutricionales de un embutido (salchicha tipo Frankfurt) a partir del filete de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*) considerada especie nativa de Ecuador [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Ecuador. 2022. p.12 [Consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cfdae619-4f3a-4195-a61a-9aea1b56169b/content>

VALLEJO RIVERA, Cristopher Paúl. Elaboración de salchicha tipo Frankfurt, utilizando pasta de aguacate (*Persea americana mill*) en sustitución parcial de la grasa animal. [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2022. p.23 [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9858>

VANOYE ELIGIO, Ma. “Elaboración de un chorizo ahumado para asara base de cochinita pibil”. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social* [en línea], 2022, (México) 8(2), p. 44. [Consulta: 10 enero 2023]. Disponible en: <https://itsta.edu.mx/wp-content/uploads/2023/02/04-2022.pdf>

VELASQUEZ MORENO, Fanny; et al. “Uso de insectos como alternativa en la nutrición avícola: revisión”. *Research, Society and Development* [en línea], 2021, (Brasil) 10 (3), p. 7. ISSN 2525-3409 [Consulta: 15 julio 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13274>

YUQUILEMA MALAN, Miryan. Sales Nitrificantes en productos cárnicos cocidos: efectividad en función de los parámetros de proceso. [en línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona-España. 2020. pp.6-7 [Consulta: 04 marzo 2023]. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/259117>

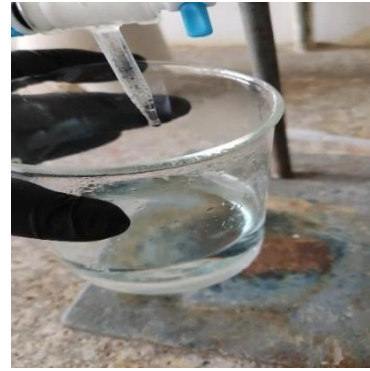
ANEXOS

ANEXO A: ELABORACIÓN DE SALCHICHA FRANKFURT EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

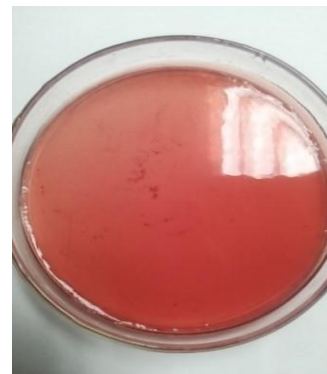
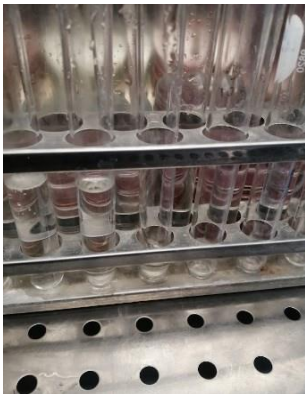


ANEXO B: ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS





ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



ANEXO D: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA TESIS DE TITULACIÓN: ELABORACIÓN SALCHICHA FRANKFURT CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA (*ZOPHOBA MORIO*)

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: El catador deberá tener la estricta individualidad, disponiendo a la mano agua y de no a ver ingerido bebidas alcohólicas para las pruebas correspondientes.

CALIFICACIÓN	PUNTOS
Excelente	9-10
Muy Bueno	7-8
Bueno	5-6
Regular	3-4
Malo	1-2

Muestras	El catador deberá tomar probar las muestras de manera ordenada del T0 al T3, con la finalidad de calificar de manera paulatina.				
	PARÁMETROS				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia
R1					

ANEXO E: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA HUMEDAD

HUMEDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HUMEDAD	16	0,58	0,47	9,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	394,09	3	131,36	5,43	0,0136
TRATAMIENTOS	394,09	3	131,36	5,43	0,0136
Error	290,51	12	24,21		
Total	684,59	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,32927

Error: 24,2090 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T0	56,31	4	2,46 A
T1	53,76	4	2,46 A B
T2	45,45	4	2,46 B
T3	45,10	4	2,46 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO F: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA GRASA

GRASA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRASA	16	0,84	0,81	10,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	151,56	3	50,52	21,65	<0,0001
TRATAMIENTOS	151,56	3	50,52	21,65	<0,0001
Error	28,00	12	2,33		
Total	179,56	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,20700

Error: 2,3337 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T3	18,35	4	0,76 A
T2	17,24	4	0,76 A
T1	13,29	4	0,76 B
T0	10,67	4	0,76 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO G: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA pH

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	16	0,91	0,89	0,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	3	0,01	41,53	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,02	3	0,01	41,53	<0,0001
Error	2,3E-03	12	1,9E-04		
Total	0,03	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02891

Error: 0,0002 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2	6,25	4	0,01 A
T3	6,25	4	0,01 A
T1	6,23	4	0,01 A
T0	6,16	4	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO H: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA CENIZA

CENIZA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZA	16	0,81	0,76	4,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,33	3	0,44	16,66	0,0001
TRATAMIENTOS	1,33	3	0,44	16,66	0,0001
Error	0,32	12	0,03		
Total	1,65	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34289

Error: 0,0267 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	4,08	4	0,08	A
T2	3,74	4	0,08	B
T1	3,63	4	0,08	B
T0	3,27	4	0,08	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

ANEXO I: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA PROTEÍNA

PROTEÍNA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PROTEÍNA	16	0,97	0,96	2,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55,53	3	18,51	124,69	<0,0001
TRATAMIENTOS	55,53	3	18,51	124,69	<0,0001
Error	1,78	12	0,15		
Total	57,31	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80882

Error: 0,1484 gl: 12


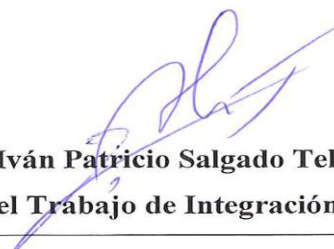
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	20,67	4	0,19	A
T2	19,05	4	0,19	B
T1	17,02	4	0,19	C
T0	15,82	4	0,19	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 09/05/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: BRYAN VINICIO ORTÍZ PANCHEZ
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS PECUARIAS
Carrera: INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS
Título a optar: INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS
  Ing. José Miguel Mira Vázquez PhD. Director del Trabajo de Integración Curricular  Ing. Iván Patricio Salgado Tello MsC. Asesor del Trabajo de Integración Curricular