

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La producción en Santa Cruz abarca el 80% de la producción total de cerdos en Bolivia, teniendo aproximadamente unas 52 mil madres registradas en SENASAG. Otro tema fue la sobreproducción, de 60% producido se consumía 20% “es una traba año a año, causando los bajos precios, que, si bien es bueno para la población, bajan los márgenes de competitividad”. Actualmente se sabe que el cerdo no es únicamente una carne festiva (consumida en navidad, año nuevo, carnaval, cumpleaños, etc.) sino que también son distribuidos en diferentes fábricas de alimentos cárnicos y que en cuanto a la salud es calificada como una carne bastante sana, nutritiva, deliciosa y sobre todo, más barata (Ategui, 2020).

En el departamento de Tarija la crianza de ganado porcino está concentrada en O'Connor y Gran Chaco especialmente, aunque el Valle Central de Tarija, Padcaya y Bermejo la crianza de los cerdos se realiza en granjas porcinas con mayor y mejor tecnología que la producción realizada en las provincias O'Connor y Gran Chaco (INE, 2008).

La producción de ganado bovino en el departamento de Tarija sigue creciendo tanto en su vertiente para carne como para leche, si bien los ganaderos advierten que el proceso no está siendo sencillo y que el incremento de determinados insumos, así como los riesgos de sequías amenazan al sector (Ecos de Tarija, 2021).

En términos numéricos, 2020 se cerró provisionalmente con un total 459450 cabezas de ganado bovino en el departamento de Tarija, un total que es algo menos que el 5 % de la producción nacional, que alcanza las 10163107 unidades, siendo Santa Cruz con 4,4 millones y Beni con tres millones los departamentos que más producen, seguidos de lejos por Chuquisaca con 678000 y La Paz con 580000 de cabezas de ganado. Tarija se sitúa por encima de Cochabamba, que contempla 440000 unidades de cabezas de ganado (Ecos de Tarija, 2021).

La Provincia Cercado de Tarija cuenta con varias empresas cárnicas procesadoras de mortadela, como ser embutidos Stege, Zav, Sofía, Buen Gusto, Torito, Fridosa, Conzelmann y Taller de Alimentos de Ingeniería de Alimentos (U.A.J.M.S.), entre otras.

1.2 Justificación

- Debido a la gran oferta de carne de cerdo en el mercado local hace que los precios bajen considerablemente para los productores de cerdo y esto trae consigo la posibilidad de transformar en derivado cárnico, como ser mortadela jamonada.
- Así mismo, en el mercado local existen diferentes tipos de mortadela y de las cuales no cumplen en su gran mayoría con los requisitos mínimos del contenido de carnes y además contienen soya texturizada en su formulación a diferencia del producto que se desea elaborar que contiene mayor cantidad de carne.
- El presente trabajo de investigación tiene como finalidad ampliar las diferentes variedades de mortadela jamonada que existen en el medio local con el fin de mejorar la oferta en el mercado de consumo; es decir ampliando la gama de este tipo de producto.
- Finalmente, con este proyecto se pretende coadyuvar a mejorar los recursos económicos de los productores de carne de cerdo de la región; mediante la transformación en derivados cárnicos, como ser mortadela jamonada.

1.3 Objetivos

Los objetivos planteados para el presente trabajo de investigación son los siguientes:

1.3.1 Objetivo general

Proponer una metodología experimental que permita elaborar mortadela jamonada, mediante la tecnología de carnes; con la finalidad de obtener un producto de calidad en la provincia Cercado de Tarija.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la carne de cerdo, carne de vaca y tocino, con el fin de establecer su composición.
- Realizar una evaluación sensorial de las muestras preliminares de mortadela jamonada para determinar la muestra ideal.
- Realizar el control de los parámetros en las pruebas preliminares, con la finalidad de realizar un seguimiento en la mortadela jamonada.
- Aplicar diseño experimental 2^3 en el proceso de dosificación, con el fin de establecer las variables de proceso en la elaboración de mortadela jamonada.
- Realizar evaluación sensorial para comparar la muestra experimental e ideal, con el fin de obtener la muestra con mayor aceptación por los jueces.
- Realizar un control fisicoquímico, microbiológico y tiempo de conservación de la mortadela jamonada, con la finalidad de conocer el tiempo de almacenamiento.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos en la mortadela jamonada, con el objetivo de establecer su calidad.

- Realizar un balance de materia y energía al proceso de elaboración de mortadela jamonada con la finalidad de establecer las corrientes de entrada y salida del proceso.

1.4 Objeto de estudio

El objeto de estudio es la aplicación de la tecnología de carnes para elaborar para elaborar mortadela jamonada, en el departamento de Tarija.

1.5 Campo de acción

El campo de acción del presente trabajo de investigación, se realizó en el siguiente espacio y tiempo:

- **Espacial:**

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en la provincia Cercado de Tarija

- **Temporal:**

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo durante la gestión (2021 y 2022).

- **Institución:**

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Laboratorio de Taller de Alimentos (LTA) y en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA) dependientes de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

1.6 Situación problemática

En el mercado local existe carne de cerdo y los precios están por debajo de lo normal, y que trae problemas a los productores de cerdo, ya que se ven perjudicados por no recuperar la inversión realizada de la crianza de los mismos; esto trae consigo la disponibilidad de excedente de carne en el mercado local. En todo sentido el presente

trabajo pretende transformar este tipo de carne en producto terminado como ser mortadela jamonada que puede ser incorporado para el consumidor final aprovechando las propiedades nutricionales que tiene esta carne con el fin de introducir al mercado local un producto para el consumo de la población en el medio local.

1.7 Formulación del problema

¿Cuál será la metodología experimental que permita elaborar mortadela jamonada, mediante la tecnología de carnes; con la finalidad de obtener un producto de calidad en la provincia Cercado de Tarija?

1.8 Hipótesis

Mediante la aplicación de la tecnología de carnes a nivel experimental, se obtendrá mortadela jamonada con la finalidad de obtener un producto de calidad en la provincia Cercado de Tarija.

CAPÍTULO II

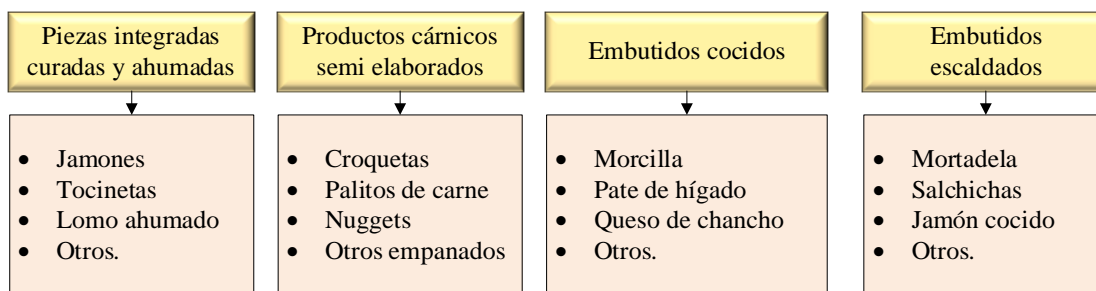
MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de la mortadela

La mortadela es uno de los productos emblemáticos de la gastronomía italiana; originaria de Bolonia en la Emilia-Romaña. Es una especialidad de la cocina italiana, sin embargo, se dice que su preparación apareció hace dos mil años en el Imperio Romano y formaba parte de los banquetes de los emperadores (Arcos, 2021).

2.2 Clasificación de productos cárnicos tratados por calor

Según (Venegas & Valladares, 1999), “son los que durante su elaboración han sido sometidos a algún tipo de tratamiento térmico, se distinguen en cuatro clases: piezas integradas curadas y ahumadas, productos cárnicos semielaborados, embutidos cocidos y embutidos escaldados” (Pág. 21); como se muestra en la figura 2.1

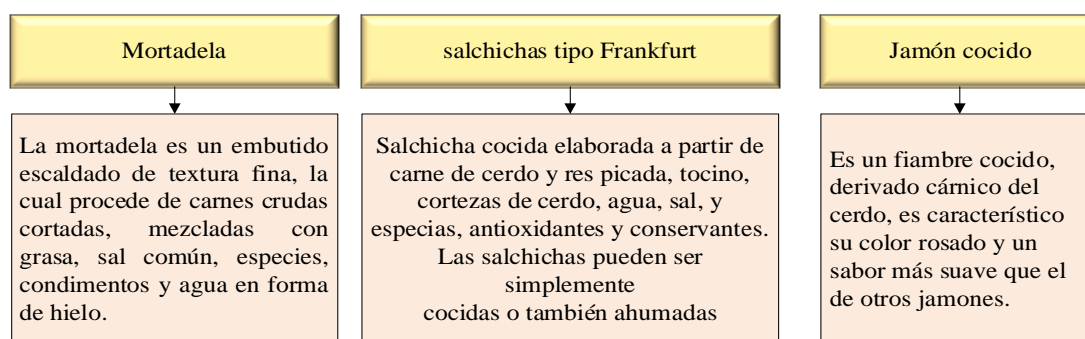


Fuente: Venegas & Valladares, 1999

Figura 2.1: Clasificación de productos cárnicos tratados por calor

2.2.1 Tipos de embutidos escaldados

Los embutidos escaldados se elaboran a partir de carne fresca, no completamente madurada. Estos embutidos se someten al proceso de escaldado antes de la comercialización. Este tratamiento de calor se aplica con el fin de disminuir el contenido de microorganismos, de favorecer la conservación y de coagular las proteínas, de manera que se forme una masa consistente. Por ejemplo: mortadelas, salchichas tipo Frankfurt, jamón cocido, etc. (Jave, 2011). Y se muestran en la figura 2.2.



Fuente: Jave, 2011

Figura 2.2: Tipos de embutidos escaldados

2.3 Definición de la mortadela

La mortadela es un embutido escaldado elaborado a partir de carne fresca no completamente madura. Se utilizan como materias primas carne, grasa, hielo, y condimentos, reciben un tratamiento térmico posterior que coagula las proteínas y le dan una estructura firme y elástica al producto. El proceso de elaboración consiste en refrigerar las carnes, luego éstas se trocean y curan, se pican y mezclan y finalmente se embuten en tripas y se escaldan. Opcionalmente se puede ahumar (Montoya, 1997).

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1996); “mortadela es el embutido elaborado a base de carne molida o emulsionada, mezclada o no de: bovino, porcino, pollo, pavo, y otros tejidos comestibles de estas especies; con condimento y aditivos permitidos ahumado o no y escaldado” (Pág. 2).

2.3.1 Composición fisicoquímica de la mortadela

En la tabla 2.1, se detalla la composición fisicoquímica de la mortadela por cada 100 g.

Tabla 2.1

Composición fisicoquímica de la mortadela

Propiedades	Valor	Unidades
Energía	311	kcal
Proteínas	14	g
Lípidos totales	27	g
Hidratos de carbono	3	g
Fibra	-	-
Agua	56	g

Fuente: Moreiras, 2013

2.3.2 Valor nutricional de la mortadela

En la tabla 2.2, se detalla el valor nutricional de la mortadela por cada 100 g.

Tabla 2.2

Valor nutricional de la mortadela

Composición	Valor	Unidad
Sodio	668,00	mg
Calcio	13,00	mg
Magnesio	9,00	mg
Zinc	2,90	mg
Hierro	22,00	mg
Potasio	207,00	mg
Fósforo	160,00	mg
Selenio	6,10	µg
Vitamina B6	0,05	mg
Vitamina B12	2,00	µg
Vitamina E	0,11	mg

Fuente: Moreiras, 2013

2.3.3 Características físicas de la mortadela

En la tabla 2.3, se detalla las características físicas de la mortadela.

Tabla 2.3

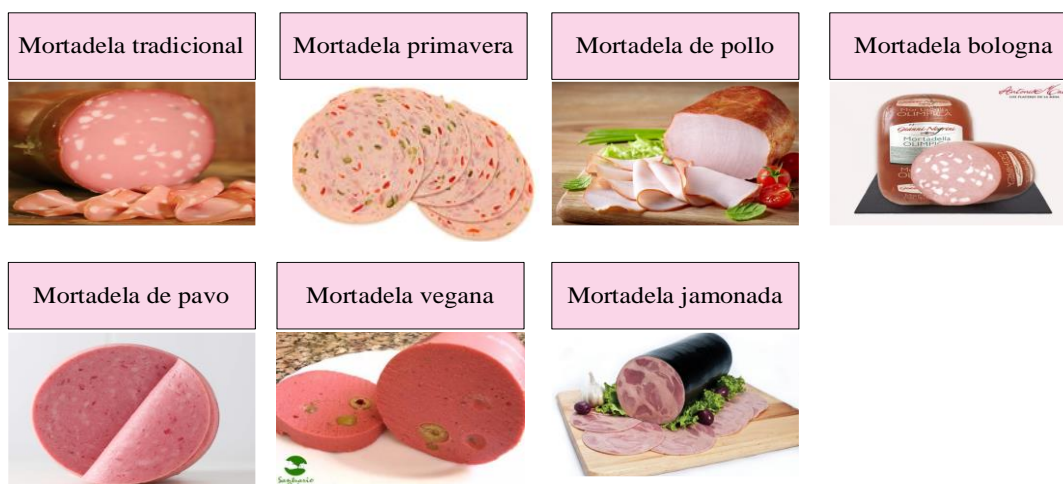
Características físicas de la mortadela

Parámetros	Valor	Unidad
Humedad	65,00	%
pH	6,08 – 6,20	%

Fuente: INEN, 1996

2.4 Tipos de mortadela

De acuerdo con el tipo de materia prima utilizadas, su forma de preparación y tecnología de elaboración. En la figura 2.3, se muestra los tipos de mortadela que se conocen.



Fuente: Ruiz de las Heras, 2020

Figura 2.3: Tipos de mortadela

2.4.1 Descripción de los tipos de mortadela

A continuación, se describe los tipos de mortadela que se conocen:

2.4.1.1 Mortadela tradicional

Según Ruiz de las Heras, 2020 “la mortadela tradicional es un embutido cocido y tierno, de sabor suave y característico color rosado, hecho con carne picada de cerdo y decorada con pequeños trozos de tocino” (Pág. 18).

2.4.1.2 Mortadela primavera

Según Ruiz de las Heras, 2020 “la mortadela primavera es un producto elaborado con carne de cerdo, carne de vaca, tocino y vegetales seleccionados, tales como pimiento morrón” (Pág. 20).

2.4.1.3 Mortadela de pollo

Según Ruiz de las Heras, 2020 “Producto cárnico procesado, embutido, escaldado, elaborado a partir de carne pollo mecánicamente deshuesado, condimentado con finas especias, colorante natural sal y agua.” (Pág. 20)

2.4.1.4 Mortadela bologna

Según Ruiz de las Heras, 2020 “la mortadela bologna es un embutido cocido de carne magra de cerdo pura. Tiene forma cilíndrica, aroma intenso ligeramente picante y color rosado” (Pág. 22).

2.4.1.5 Mortadela de pavo

Según Ruiz de las Heras, 2020 “la mortadela de pavo es una de las más consumidas en la región de La Toscana; el ajo es el condimento predominante en este producto” (Pág. 22)

2.4.1.6 Mortadela vegana

Según Ruiz de las Heras, 2020 “la mortadela vegana es sin gluten y muy fácil de hacer, repleta de ingredientes naturales” (Pág. 17).

2.5 Descripción de la mortadela jamonada

La mortadela jamonada es un producto elaborado a partir de carne de cerdo, res y tocino, preferentemente triturada y mezclada, a la que se adiciona trozos de carne de cerdo, especias y aditivos, se somete a un proceso de embutido y cocción bajo estrictas normas de calidad e inocuidad (Montecillos, 2014).

2.5.1 Materias primas en la elaboración de mortadela jamonada

Las materias primas utilizadas para la elaboración de la mortadela jamonada, se detallan a continuación:

2.5.1.1 Carne de cerdo

La carne de cerdo es una de las más completas, tiene buenas cualidades nutricionales, es magra y muy rica en minerales y proteínas, la mayoría de grasas presentes son instauradas y es rica en proteínas, potasio, hierro y selenio. Además, gracias a las nuevas tecnologías en las granjas porcinas, es una de las producciones más eficientes debido a la precocidad de los animales, su corto ciclo reproductivo y la gran capacidad de transformación de nutrientes (Martínez, 2020).

2.5.1.1.1 Composición fisicoquímica de la carne de cerdo

En la tabla 2.4, se detalla la composición fisicoquímica de la carne de cerdo por cada 100 g.

Tabla 2.4

Composición fisicoquímica de la carne de cerdo

Composición	Valor	Unidad
Energía	104,00	kcal
Proteínas	20,00	g
Grasas	2,65	g
Agua	75,00	%
Hidratos de carbono	0,00	g

Fuente: Moreiras,2015

2.5.1.1.2 Valor nutricional de la carne de cerdo

En la tabla 2.5, se detalla el valor nutricional de la carne de cerdo por cada 100 g.

Tabla 2.5

Valor nutricional de la carne de cerdo

Composición	Valor	Unidad
Sodio	70,00	mg
Calcio	9,00	mg
Hierro	1,80	mg
Potasio	300,00	mg
Colesterol	58,00	mg
Magnesio	16,00	mg
Fósforo	170,00	mg
Zinc	1,60	mg
Vitamina B3	4,25	mg
Vitamina B6	0,37	mg
Vitamina B6	0,37	mg

Fuente: Moreiras,2015

2.5.1.2 Carne de vaca

La carne de vacuno es un alimento saludable con innumerables propiedades nutricionales ya que aporta fundamentalmente proteínas de alto valor biológico, vitaminas y minerales. La composición de la carne de vacuno permite que pueda contribuir positivamente a una buena alimentación. Aporta fundamentalmente proteínas de calidad, minerales, entre los que destaca el hierro, fácilmente absorbible y utilizable, además de otros, como zinc,

magnesio, potasio, fósforo, selenio, y vitaminas del grupo B, especialmente B12. Las proteínas de la carne de vacuno son de alto valor biológico (Hernández, 2010).

2.5.1.2.1 Composición fisicoquímica de la carne de vaca

En la tabla 2.6, se detalla la composición fisicoquímica de la carne de vaca por cada 100 g.

Tabla 2.6

Composición fisicoquímica de la carne de vaca

Composición	Valor	Unidad
Energía	166,0	kcal
Proteínas	20,6	g
Lípidos	8,8	g
Hidratos de carbono	1,1	g
Fibra	0,0	g
Agua	68,5	g

Fuente: Moreiras, 2010

2.5.1.2.2 Valor nutricional de la carne de vaca

En la tabla 2.7, se detalla el valor nutricional de la carne de vaca por cada 100 g.

Tabla 2.7

Valor nutricional de la carne de vaca

Composición	Valor	Unidad
Sodio	70,00	mg
Hierro	1,50	mg
Zinc	3,60	mg
Calcio	9,00	mg
Fósforo	151,00	mg
Potasio	350,00	mg
Vitamina A	4,06	mg
Vitamina B1	4,13	mg
Vitamina B2	0,61	mg
Vitamina B12	2,98	mg

Fuente: Moreiras, 2010

2.5.1.3 Tocino de cerdo

La fuente de grasa para la elaboración de los embutidos es el tocino. Este ha de tener poco tiempo de almacenamiento para evitar que se inicien en el los procesos de

oxidación. En general, el tocino de la región dorsal resulta más firme y con menor tendencia a la rancidez, el tocino juega un papel muy importante en la elaboración de embutidos escaldados, ya que ayuda en el emulsificado de la masa, el mismo compensa sequedad y mejora la textura del producto terminado, también coadyuva en el sabor y aroma (Garabello, 2017).

2.5.1.3.1 Composición fisicoquímica del tocino de cerdo

En la tabla 2.8, se detalla la composición fisicoquímica del tocino de cerdo por cada 100 g.

Tabla 2.8

Composición fisicoquímica del tocino de cerdo

Composición	Unidad	Valor
Agua	%	40,20
Energía	Kcal	458,00
Proteína	g	11,60
Grasa total	g	45,04
Carbohidratos	g	0,66
Fibra total	g	0,00
Ceniza	g	2,51

Fuente: INCAP, 2012.

2.5.1.3.2 Valor nutricional del tocino de cerdo

En la tabla 2.9, se detalla el valor nutricional del tocino de cerdo por cada 100 g.

Tabla 2.9

Valor nutricional del tocino de cerdo

Composición	Valor	Unidad
Sodio	560,00	mg
Calcio	9,00	mg
Hierro	0,70	mg
Potasio	75,00	mg
Colesterol	57,00	mg
Magnesio	5,00	mg
Fósforo	177,00	mg
Zinc	0,40	mg

Fuente: Moreiras, 2015

2.6 Insumos utilizados en la elaboración de mortadela jamonada

La caracterización permitirá establecer cuáles son los atributos más importantes de los insumos que fueron utilizados al momento de elaborar el producto:

2.6.1 Sal común

La sal común (Cloruro de sodio, NaCl) es un ingrediente necesario en los productos cárnicos, pues juega un papel importante para la aceptabilidad de los productos de carne procesada, ya que tiene un efecto en su sabor, textura, suavidad y jugosidad. Especialmente en los productos cárnicos embutidos, tiene la función de extraer las proteínas miofibrilares que ayudarán a formar una buena emulsión y un buen producto final, también influencia la retención de agua, el ligado y el rendimiento de los productos embutidos, la cantidad de sal adicionada depende del tipo de embutido y suele variar entre (2 y 3) % en producto final (Juárez, 2020).

2.6.1.1 Valor nutricional de la sal

En la tabla 2.10, se detalla el valor nutricional de la sal que se utilizó como saborizante de la materia prima.

Tabla 2.10

Valor nutricional de la sal

Composición	Valor	Unidad
Sodio	38,758	mg
Calcio	24,000	mg
Potasio	8,000	mg
Energía	0,000	Kcal

Fuente: Moreiras, 2015

2.6.2 Hielo

Según Santamaria (2004), el hielo es uno de los ingredientes importantes en la elaboración de productos cárnicos. Sus funciones son:

- Ayudan a disolver la sal y demás ingredientes. Contribuyen en la estabilidad de las emulsiones cárnicas al mantener baja la temperatura de la masa.

- Disminuye costo de producción. El agua o hielo debe ser potable, blanda (sin presencia de metales pesados como hierro y magnesio), libre de impurezas y sustancias extrañas.

2.6.3 Tripas artificiales

Las tripas artificiales poseen características físicas e higiénicas específicas para cada tipo de producto que en ellas se debe embutir. Entre estas ventajas sobre salen las higiénicas, el diámetro uniforme y la ausencia de olores extraños. Los diferentes materiales usados en la fabricación de las envolturas determinan sus propiedades específicas (Paltrinieri & Meyer, 2007).

2.6.4 Condimento (Sabor mortadela B-95)

El uso de especias naturales confiere a los productos en los que son utilizadas las características únicas del sabor natural. El saborizante B-95 está elaborado a base de especias naturales controladas y aceites esenciales de especias naturales lo cual le caracteriza un sabor y aroma uniforme (ADITEC, 2021).

El condimento (Sabor mortadela B-95) cumple diversas funciones, entre ellas tenemos a las siguientes (Farnesa, 2021):

- Mejora considerablemente el sabor
- Sabor invariable a través del tiempo
- Minimiza errores de pesado y fracciones
- No presenta residuos visibles en el producto final

2.7 Aditivos de grado alimenticio en la elaboración de mortadela jamonada

Por aditivo alimentario se entiende cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento ni se usa normalmente como ingrediente característico del alimento, tenga o no valor nutritivo y cuya adición intencional al alimento con un fin tecnológico (incluso organoléptico) en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetamiento, transporte o conservación de ese alimento,

resulta, o es de prever que resulte en que él o sus derivados pasen a ser un componente de tales alimentos o afecten a las características de éstos (FAO, 1981).

La caracterización permitirá establecer cuáles son los atributos más importantes de los aditivos que fueron utilizados al momento de elaborar el producto:

2.7.1 Fosfatos

En la elaboración de productos cárnicos es importante lograr ciertas características de sabor, textura y aroma por medio de las cuales el producto se vuelve más atractivo al consumidor, algunas de estas características pueden lograrse o mejorarse con el uso de uno o más fosfatos en la formulación. El uso de fosfatos en el procesamiento de carnes proporciona un ingrediente indispensable en esta industria y, como tal, su funcionalidad es determinante en la calidad final de los embutidos (Rioja, 2009).

2.7.2 Conservante

El sorbato de potasio es una sustancia química con capacidades conservantes suaves, y tiene amplias aplicaciones en la industria alimentaria, este conservante se caracteriza por ser una sal de potasio derivada del ácido ascórbico y puede aplicarse tanto en alimentos como en bebidas. En los embutidos el sorbato de potasio inhibe el crecimiento de moho, la dosis recomendada para la elaboración de embutidos es de 1g por 1 kg de masa (Quimi Net, 2012).

2.7.3 Antioxidante (Acelerador regal 100)

Es una sustancia que prolonga la vida del producto, protegiéndolo del deterioro ocasionado por la oxidación, protegiéndolo del deterioro ocasionado por microorganismos y evita la rancidez de las grasas (Naturex, 2021)

2.7.4 Emulsificante (Rendiplus-s)

Rendiplus-s es un emulsionante a base de polifosfatos de sodio y potasio, para la fabricación de pastas finas y productos frescos. Las polifosfatos de alta pureza utilizados en la fabricación de rendiplus-s garantizan la óptima extracción de las proteínas solubles de la carne recuperando de esta manera su capacidad de absorción

de agua y logrando emulsiones grasas – proteína – agua, sumamente estables, aun bajo condiciones de cocción de altas temperaturas (ADITEC, 2021). Se utilizo dentro de la elaboración del producto para aumentar el rendimiento y la capacidad de la unión al agua, estabilizar el color, sabor y textura.

2.7.5 Carragenina

La carragenina proporcionan excelente funcionalidad y eficiencia al aplicarse en productos cárnicos. Ya sea en jamones cocidos, salchichas, hamburguesas o productos de pollo, actúan optimizando textura y rebanabilidad, realzando la succulencia. A su vez, mejoran la capacidad de retención de agua e incrementan el rendimiento del proceso, brindando estabilidad superior en ciclos de congelación-descongelación (Farmesa, 2021).

2.7.6 Sal de cura (Po pagre 100)

El nombre comercial que le da a las sales nitrosas; en realidad es muy pequeño el porcentaje de nitritos contenidos en esta mezcla, pero suficiente para proporcionar los compuestos para el enrojecimiento y el color, actualmente las sales de cura contienen desde 4,05 % hasta 20 % de concentración de nitritos, evitándose el uso de nitritos (Naturex, 2021). Se utilizó dentro de la elaboración del producto, en el proceso de maduración del embutido para prolongar su conservación, esta combinación le proporciona un sabor bastante particular y un color rojo-rosado a la carne.

2.7.7 Colorante rojo pimentón

Según Rodríguez (2002), “el colorante carmín es de origen vegetal y su función es modificar el color de los productos cárnicos a la tonalidad deseada” (Pág. 20).

2.8 Proceso tecnológico a ser utilizado en la elaboración de mortadela jamonada

Las operaciones tecnológicas de transformación de la carne para la elaboración de mortadela jamonada, fueron; operación de emulsificado, operación de madurado de la masa y operación de escaldado.

2.8.1 Emulsificado

El emulsificado es un sistema de dos fases que consta de dos líquidos parcialmente miscibles, uno de los cuales es dispersado en el otro en forma de glóbulos. La fase dispersa, discontinua o interna es el líquido desintegrado en glóbulos. El líquido circundante es la fase continua o externa. (Bolaños, 2012).

2.8.1.1 Emulsión cárnica

La emulsión cárnica o pasta fina, es una mezcla finamente dividida de carne, grasa, agua, sales, condimentos y frecuentemente carbohidratos e ingredientes de diversos tipos. Tiene un aspecto homogéneo, que no permite distinguir a simple vista las partículas de sus constituyentes (Venegas & Pérez, 2006).

En la teoría de la emulsión cárnica, las pastas finas se asimilan a una emulsión del tipo aceite en agua, aunque no responden exactamente a la definición de una emulsión verdadera, pues para la formación de esta se requiere que un líquido (grasa o aceite) se disperse en otro líquido inmisible (agua); sin embargo, se considera que la estructura y propiedades de las pastas empleadas en la elaboración de embutidos de pasta fina son muy parecidas a las de las emulsiones verdaderas. Así, la fase continua sería el agua, la discontinua la grasa y el agente emulsor las proteínas solubles en solución salina (miofibrilares) (Venegas & Pérez, 2006).

Se plantea que durante el picado de la carne en la cutter con las sales y el agua se extraen gran parte de las proteínas miofibrilares, que emulsionan las partículas de grasa molida, después que han sido dispersadas y picadas finamente por la cutter, cubriéndolas como una fina película al situarse en la superficie de separación de las dos fases, e impidiendo así su unión. Este fenómeno se produce en el seno de un fluido viscoso formado por sales, proteínas insolubles, fragmentos de fibras musculares y de tejido conectivo y demás constituyentes del músculo desmenuzados y dispersados en el medio acuoso (Venegas & Pérez, 2006).

2.8.1.2 Factores que afectan la emulsión cárnica

Según (García, 2020) “Las propiedades de emulsión de los productos cárnicos dependen en múltiples factores y todas estas condiciones deben optimizarse para obtener la emulsión deseable propiedades y características del producto” (Pág. 1). En la figura 2.4, se muestra los factores que afectan la emulsión cárnica:

<p>Calidad de la materia prima</p> <p>La carne, como uno de los principales componentes, puede emplearse recién sacrificada refrigerada o congelada y proveniente de cualquier animal de abasto que se haya declarado apto para el consumo por un organismo competente.</p>	<p>Formulación</p> <p>Para asegurar que la propiedad de equilibrio en una emulsión cárnica se obtenga, es crucial establecer la proporción adecuada de los diferentes componentes que se van a utilizar</p>	<p>Temperatura</p> <p>Este es un factor de calidad sumamente importante, ya que se ha determinado que si la temperatura de la emulsión cárnica excede los 15°C durante o después de la etapa del picado de la carne, ésta se rompe sin mayor esfuerzo.</p>
<p>Viscosidad</p> <p>La resistencia de la emulsión cárnica a fluir es una propiedad que depende de diversas características, las cuales están relacionadas con la capacidad de retención de agua y el punto isoeléctrico de las proteínas, la concentración de sal empleada y la cantidad de agua añadida.</p>	<p>Calidad de la grasa</p> <p>La textura del producto cárnico en emulsión es altamente influenciado por la consistencia de la grasa que a su vez está influenciada por la composición de ácidos grasos.</p>	<p>Equipo utilizado</p> <p>En la obtención de emulsiones cárnicas estables, el tipo de maquinaria a emplear es un factor relevante que se debe tomar en cuenta, ya que este proporcionará la acción mecánica necesaria para cortar y mezclar adecuadamente los diferentes componentes.</p>
<p>pH</p> <p>El valor del potencial de hidrógeno afecta la estabilidad de la emulsión cárnica debido a su efecto sobre las proteínas, las cuales alcanzan su máxima capacidad emulsionante cuando el pH está cerca de la neutralidad. Tomando en cuenta el rango normal de pH de los productos cárnicos (5.8 a 6.2).</p>	<p>Proteína</p> <p>Las proteínas sarcoplásmicas tienen poca capacidad de retención de agua, formándose débiles y frágiles geles que sugieren que las propiedades funcionales afectan las propiedades de textura del tipo de emulsión. En general, la miosina y la actomiosina tienen una alta capacidad emulsionante con buena estabilidad de la emulsión en diferentes tipos de músculos.</p>	<p>■ Factores □ Descripción</p>

Fuente: García, 2020

Figura 2.4: Factores que afectan la emulsión cárnica

2.8.2 Maduración

En esta operación reaccionan los aditivos e insumos agregados durante el mezclado con los componentes de la carne para producir; sabor, color y olor del producto elaborado. Se

lleva a cabo sometiendo la masa cárnica a refrigeración a temperatura entre 7 – 10°C y por un tiempo de 10 – 12 horas (Zamora, 2018).

La cámara de maduración debe tener una temperatura de 12 a 16 °C y una humedad relativa de 70 a 85 %. Es en estas condiciones donde la mortadela adquiere todas las características organolépticas que los distinguen y lo transforman en un producto de alta calidad y gran aceptabilidad (Rodríguez, 2011).

2.8.3 Escaldado

El escaldado es el tratamiento suave con agua caliente a 75° C, durante un tiempo que depende del calibre del embutido. Este tratamiento de calor también puede realizarse ahumado el embutido a temperaturas elevadas. La carne que se utiliza en la elaboración de este tipo de embutidos debe tener una elevada capacidad fijadora del agua. Es preciso emplear carnes de animales jóvenes y magros, recién matados y no completamente maduras. Estas carnes permiten aumentar el poder aglutinante, ya que sus proteínas se desprenden con más facilidad y sirven como sustancias ligantes durante el escaldado (Amerling, 2015).

El escaldado de los productos es un tratamiento que industrialmente se considera realizado a partir de que el producto cárnico, en su punto más frío, haya alcanzado una temperatura de por lo menos 68°C. Las salchichas, las mortadelas y otros productos embutidos, son considerados escaldados una vez alcanzan esta temperatura en su centro geométrico y esta temperatura se ha sostenido por un tiempo adecuado. Los cálculos del tratamiento térmico para este tipo de productos de masa homogénea, con forma regular, de propiedades térmicas relativamente constantes para esos intervalos de temperatura, son sencillos de realizar y se ilustran convenientemente. Son considerados escaldados industrialmente cuando su temperatura interna llega a los 68°C (Pimentel, 2018).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo de la parte experimental

La parte experimental del presente trabajo de investigación "Elaboración de mortadela jamonada", se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA), y Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA); pertenecientes a la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.2 Tipo de intervención para la parte experimental

El presente trabajo cuenta con una metodología para la elaboración de mortadela jamonada, utilizando una metodología experimental de laboratorio con el fin de desarrollar un producto en base de los siguientes análisis:

- ✚ Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de cerdo
- ✚ Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de vaca
- ✚ Análisis fisicoquímico y microbiológico del tocino.
- ✚ Análisis fisicoquímico de la masa cárnica de la mortadela jamonada.
- ✚ Análisis del diseño factorial 2^3 en el proceso de elaboración de la mortadela jamonada.
- ✚ Análisis fisicoquímico y microbiológico de la mortadela jamonada.
- ✚ Operacionalización de las variables en la elaboración de mortadela jamonada.

3.3 Paradigma positivista

El “paradigma positivista se califica de cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, sistemático gerencial y científico tecnológico”. Por tanto, el paradigma positivista sustentará a la investigación que tiene como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos o determinar los parámetros de una determinada variable mediante la expresión numérica (Ricoy, 2006). Según (Ferrerres & Gonzales, 2006): “el positivismo mantiene que todo conocimiento científico se basa sobre la experiencia de los sentidos sólo puede avanzarse mediante la observación y el experimento, asociados al método científico” (Pág. 1).

3.4 Enfoque de la investigación cuantitativo en la elaboración de mortadela jamonada

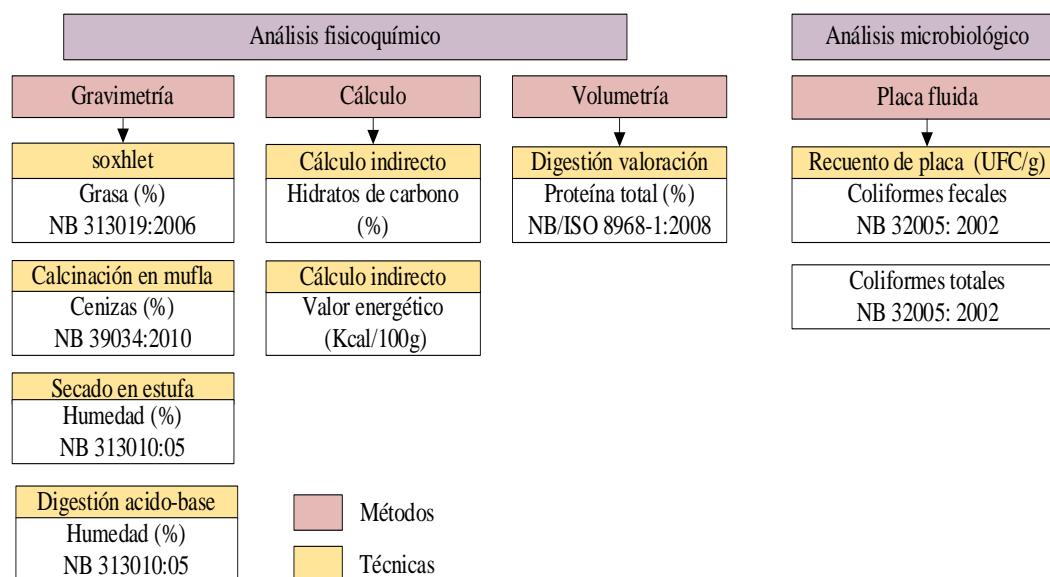
La investigación de tipo cuantitativo utiliza la recopilación de información para poner a prueba o comprobar las hipótesis mediante el uso de estrategias estadísticas basadas en la medición numérica, lo cual permitiría al investigador proponer patrones de comportamiento y probar los diversos fundamentos teóricos que explicarían dichos patrones (Hernández et al., 2010). (Dalle et al., 2005) señala que; “a partir de los supuestos positivistas, la investigación cuantitativa asume una realidad objetiva, para cuyo estudio es una condición fundamental la separación de quien investiga respecto al objeto de estudio” (Pág. 40).

3.5 Métodos - técnicas e instrumentos

Métodos y técnicas de investigación son fundamentales e indispensables para el desarrollo de un estudio de cualquier cualidad. Los métodos indican el camino que se seguirá y son flexibles, mientras que las técnicas muestran cómo se recorrerá ese camino y son rígidas (Ramos, 2009). En cuanto a instrumentos se denomina a todos los instrumentos que pueden servir para medir las variables, recopilar información con respecto a ellas o simplemente observar su comportamiento. Los instrumentos que pueden medir las características de las variables se denominan test o pruebas, a través de los datos que proporcionan los instrumentos se trata de obtener información exacta sobre el logro de los aprendizajes (Mejía, 2005).

3.5.1 Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de cerdo

Los métodos y técnicas que fueron utilizados para determinar la composición fisicoquímica y microbiológica de la carne de cerdo, se detallan en la figura 3.1. Estos análisis fueron determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

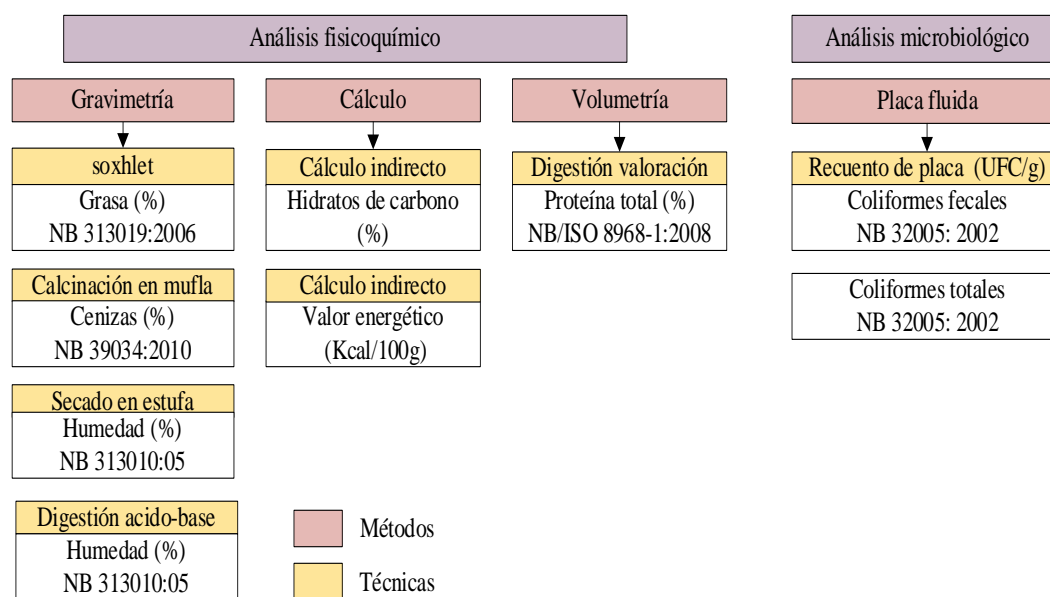


Fuente: CEANID, 2021

Figura 3.1: Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de cerdo

3.5.2 Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de vaca

En la figura 3.2, se muestran los métodos y técnicas que se utilizaron para determinar la composición fisicoquímica y microbiológica de la carne de vaca. Estos análisis fueron determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

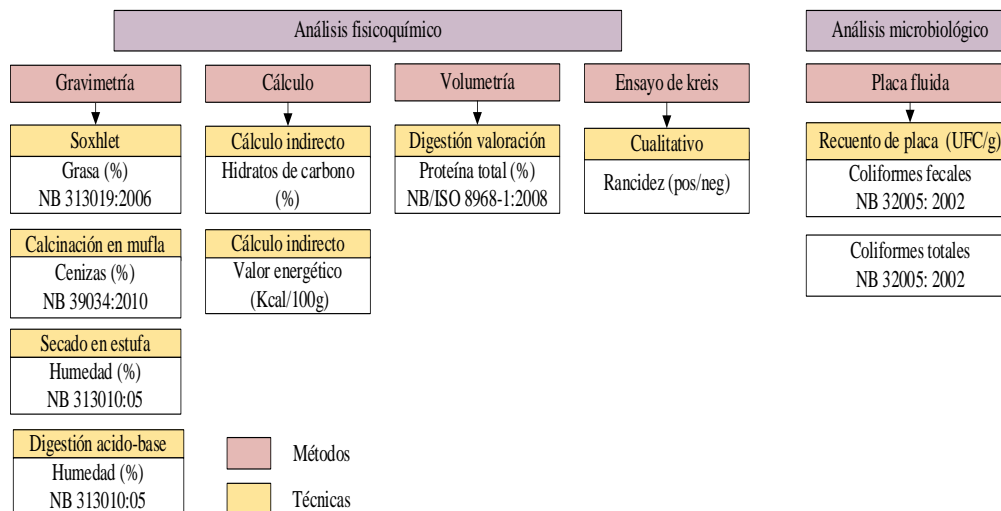


Fuente: CEANID, 2021

Figura 3.2: Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de vaca

3.5.3 Análisis fisicoquímico y microbiológico del tocino de cerdo

Los métodos y técnicas que se utilizaron para determinar la composición fisicoquímica y microbiológica del tocino de cerdo, se detallan en la figura 3.3. Estos análisis fueron determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

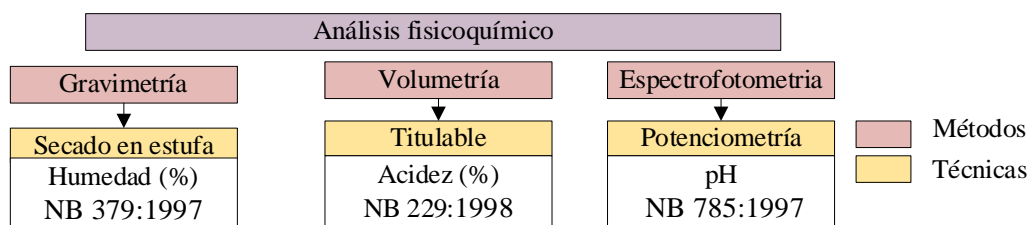


Fuente: CEANID, 2021

Figura 3.3: Análisis fisicoquímico y microbiológico del tocino

3.5.4 Análisis fisicoquímico de la masa cárnica de mortadela jamonada

En la figura 3.4, se muestran las técnicas y métodos que se utilizaron para determinar los análisis fisicoquímicos de la masa cárnica de mortadela jamonada, realizados en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA), de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

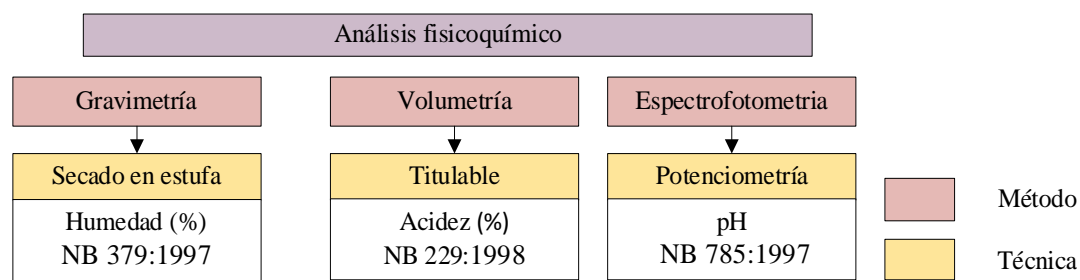


Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4: Análisis fisicoquímico de la masa cárnica de mortadela jamonada

3.5.5 Análisis fisicoquímico del almacenamiento de mortadela jamonada

En la figura 3.5, se muestran las técnicas y métodos que se utilizaron para determinar los análisis fisicoquímicos del almacenamiento de mortadela jamonada, realizados en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA), de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

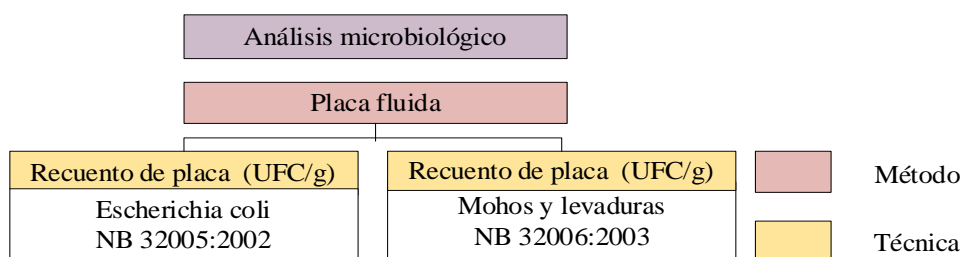


Fuente: Elaboración propia

Figura 3.5: Análisis fisicoquímico del almacenamiento de mortadela jamonada

3.5.6 Análisis microbiológico del almacenamiento de mortadela jamonada

En la figura 3.6, se muestran las técnicas y métodos que se utilizaron para determinar los análisis microbiológicos del almacenamiento de mortadela jamonada, realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

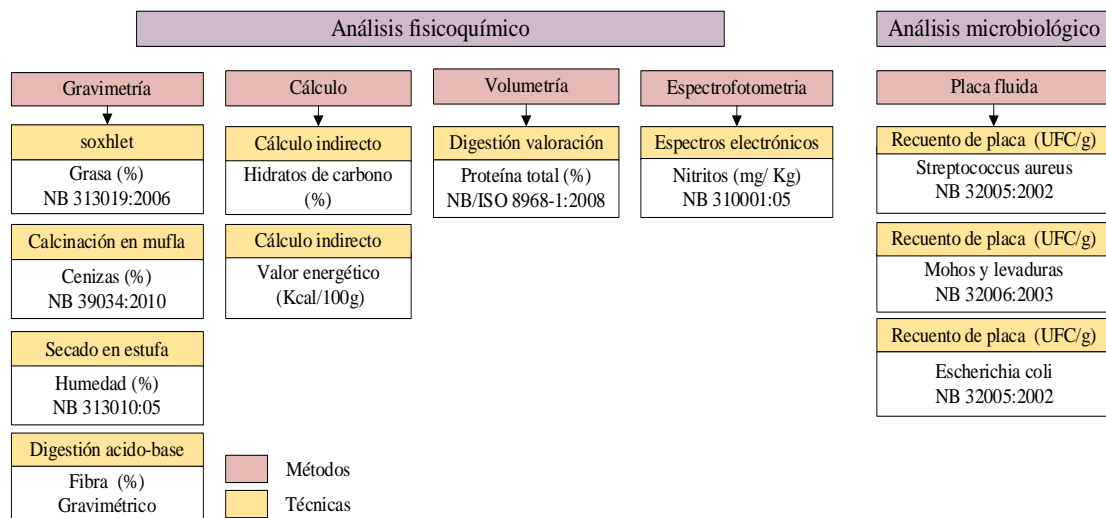


Fuente: CEANID, 2021

Figura 3.6: Análisis microbiológico del almacenamiento de mortadela jamonada

3.5.7 Análisis fisicoquímico y microbiológico de la mortadela jamonada

En la figura 3.7, se muestran los métodos y las técnicas que se utilizaron para determinar la composición fisicoquímica y microbiológica de la mortadela jamonada que fueron realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.



Fuente: CEANID, 2021

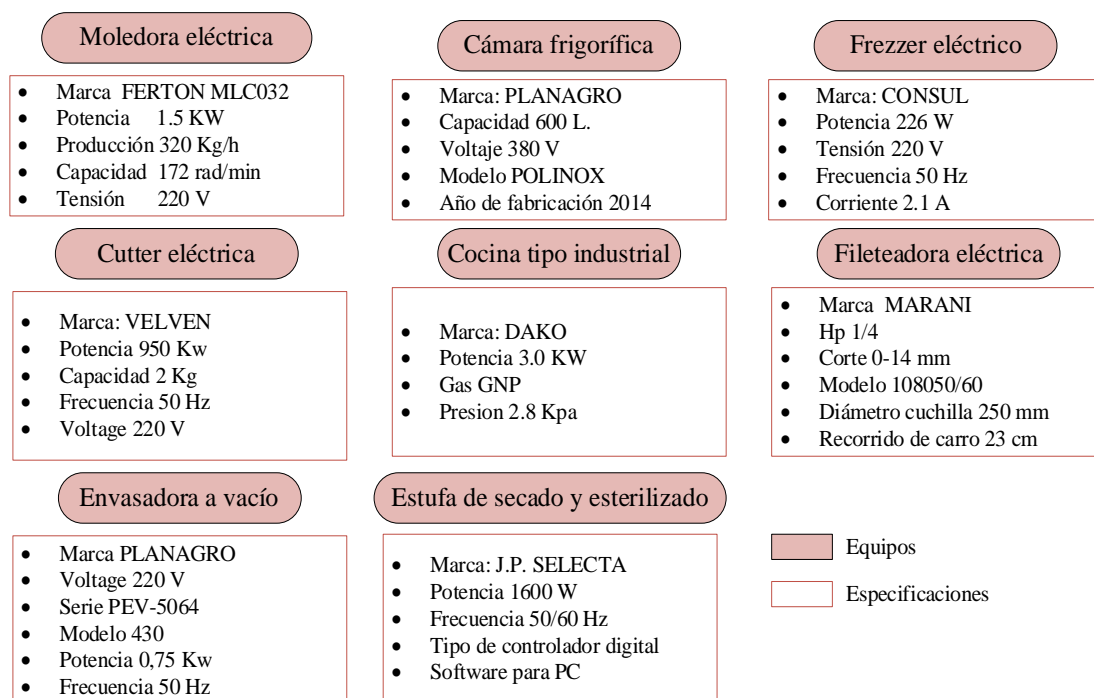
Figura 3.7: Análisis fisicoquímico y microbiológico de la mortadela jamonada

3.6 Descripción de equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y utensilios

Durante el desarrollo de la parte experimental de la elaboración de mortadela jamonada, se utilizaron los siguientes equipos de proceso, instrumentos, materiales de laboratorio y utensilios, que se detallan a continuación:

3.6.1. Equipos de proceso para la elaboración de mortadela jamonada

En la figura 3.8, se detallan los equipos de proceso que se utilizaron para el desarrollo de la parte experimental en la elaboración de mortadela jamonada y se muestran en el (Anexo G) del (Anexo G.1).

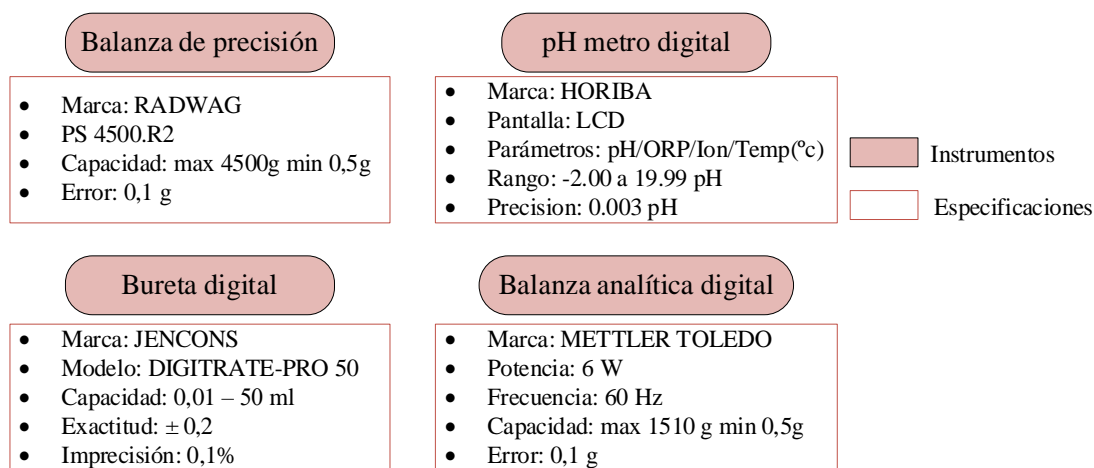


Fuente: LTA, 2021

Figura 3.8: Equipos de proceso para la elaboración de mortadela jamonada

3.6.2 Instrumentos de laboratorio

En la figura 3.9, se detallan los instrumentos de laboratorio, que se utilizaron para el desarrollo de la parte experimental en la elaboración de mortadela jamonada y se muestran en el (Anexo G) del (Anexo G.2).



Fuente: LACIA, 2021

Figura 3.9: Instrumentos de laboratorio para la elaboración de mortadela jamonada

3.6.3 Materiales de laboratorio

En la tabla 3.1, se describe los materiales de laboratorio que se utilizaron en la elaboración de mortadela jamonada y se muestran en el (Anexo G) del (Anexo G.3).

Tabla 3.1

Materiales de laboratorio

Material	Cantidad	Capacidad	Tipo
Termómetro	1	0-100 °C	Vidrio
Probeta	1	100 ml	Vidrio
Matraz Erlenmeyer	2	250 ml	Vidrio
Matraz aforado	2	250 ml	Vidrio
Vaso precipitado	2	250 ml	Vidrio
Pipeta	1	10 ml	Vidrio
Capsula	4	30 ml	Porcelana
Espátula	1	Pequeña	Acero inoxidable
Pinza	1	Pequeña	Acero inoxidable
Desecador	1	Mediano	Vidrio

Fuente: Elaboración propia

3.6.4 Utensilios

En la tabla 3.2, se describe los utensilios que se utilizaron en la elaboración de mortadela jamonada.

Tabla 3.2

Utensilios de cocina

Utensilios	Cantidad	Capacidad	Tipo
Fuentes	6	Medianos	Plástico
Espátula	1	Mediana	Plástico
Vasos	8	200 ml	Plástico
Olla	1	15 litros	Aluminio
Cuchillo	1	Mediano	Acero inoxidable
Cucharilla	1	Pequeña	Acero inoxidable
Licuada	4	1.5 litros	Vidrio
Repasadores	3	Medianos	Algodón

Fuente: Elaboración propia

3.7 Descripción de insumos alimentarios, aditivos de grado alimenticio y reactivos químicos

Los insumos alimentarios, aditivos de grado alimenticio y reactivos químicos que se utilizaron en la elaboración de mortadela jamonada, se detalla a continuación:

3.7.1 Insumos alimentarios

En la tabla 3.3, se describe los insumos alimenticios (Anexo H) del (Anexo H.2) utilizados en la formulación de elaboración de mortadela jamonada.

Tabla 3.3

Insumos alimentarios

Insumos	Procedencia	Industria
Sal	Mercado campesino	Tarija – Bolivia
Condimento (Sabor mortadela B-95)	ADITEC	Santa cruz – Bolivia
Hielo en cubos	FAHITAR	Tarija – Bolivia
Tripa sintética calibre 90	ADITEC	Santa cruz – Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.7.2 Aditivos de grado alimenticio

En la tabla 3.4, se describe los aditivos de grado alimenticio (Anexo H) del (Anexo H.3) utilizados en la formulación elaboración de mortadela jamonada.

Tabla 3.4

Aditivos de grado alimenticio

Aditivos	Procedencia	Industria
Antioxidante (acelerador regal 100)	Naturex	Cochabamba – Bolivia
Sal de cura (pro prague 100)	Naturex	Cochabamba – Bolivia
Emulsificante (rendisplus)	Aditec	Santa cruz – Bolivia
Colorante (rojo pimentón)	Esencial	Tarija – Bolivia
Carragenina	Esencial	Tarija – Bolivia
Sorbato de potasio	Esencial	Tarija – Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.7.3 Reactivos químicos de laboratorio

En la tabla 3.5, se describe los reactivos químicos de laboratorio utilizados en el producto terminado de mortadela jamonada.

Tabla 3.5

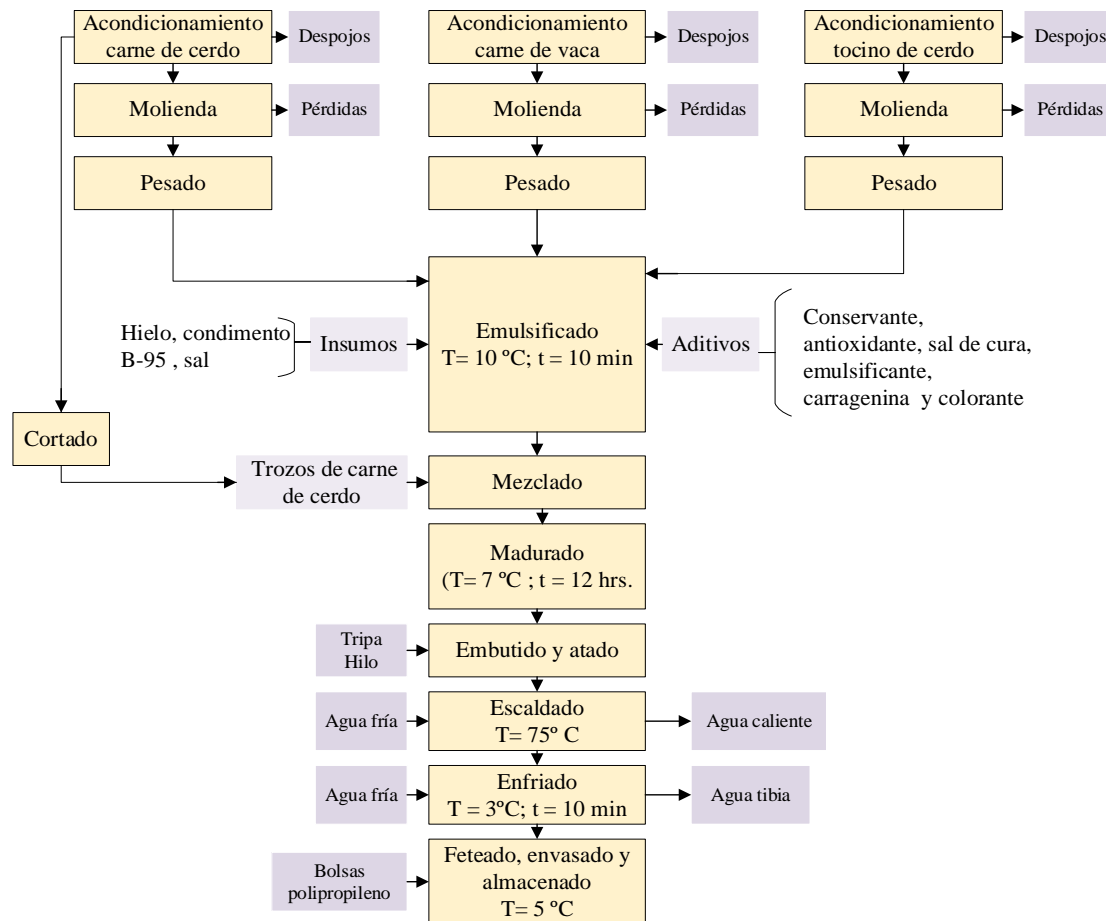
Reactivos químicos de laboratorio

Reactivos	Concentración	Procedencia
Hidróxido de sodio (NaOH)	0,1 N	Biopack- Bolivia
Fenolftaleína	0,1 %	Biopack- Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.8 Diagrama del proceso de elaboración de mortadela jamonada

En la figura 3.10, se muestra el diagrama del proceso de elaboración de mortadela jamonada:



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10: Diagrama del proceso de elaboración de mortadela jamonada

3.8.1 Descripción del diagrama de proceso de la elaboración de mortadela jamonada

A continuación, se describen las operaciones necesarias para llevar a cabo el proceso de elaboración de mortadela jamonada.

3.8.1.1 Acondicionamiento de la carne de cerdo, carne de vaca y tocino

Se acondiciona la carne de cerdo, carne de vaca y tocino, quitando nervios y algunas aponeurosis (restos de sangre y tendones) de forma manual con un cuchillo de acero inoxidable. Se realizó el troceado y refrigerado de la carne de cerdo, carne de vaca y

tocino para su facilidad en la moledora de carne. En la figura 3.11 se muestra el proceso de acondicionamiento de las materias primas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.11: Proceso de acondicionamiento de la carne de cerdo, carne de vaca y tocino

3.8.1.2 Molienda de la carne de cerdo, carne de vaca y tocino

La molienda de la carne de cerdo, carne de vaca y tocino se realizó en la moledora de carne eléctrica utilizando un disco de 6 mm, lo que facilita la obtención de la emulsión. Una vez realizado el molido de las carnes y del tocino se realiza el pesado y se lleva a la cámara frigorífica para tener una temperatura aproximadamente 10 °C por un tiempo de dos horas para proceder con el proceso. El proceso de molienda se muestra en la figura 3.12.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.12: Proceso del molido de la carne de cerdo, carne de vaca y tocino

3.8.1.3 Cortado de la carne de cerdo en cubos

En esta operación se procede a cortar la carne de cerdo en cubitos de tamaño aproximadamente 1 cm. Una vez terminado de cortar se deja reposar a una temperatura de (2 a 4) °C. El proceso del cortado de la carne de cerdo, se muestra en la figura 3.13.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.13: Proceso de cortado de la carne de cerdo

3.8.1.4 Emulsificado

Para realizar la emulsión, se agrega primero las carnes molidas con los insumos y aditivos; hielo (13,29%), condimento B-95 (0,90%), sal (0,68%), conservante (0,03%), antioxidante (0,16%), sal de cura (0,17%), emulsificante (0,58%), carragenina (0,33%) y colorante rojo pimentón (0,07%) que son introducidas al cúter eléctrica, luego se agrega el tocino hasta que se forme una masa totalmente homogénea. En la figura 3.14, se muestra el proceso de emulsificado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.14: Proceso de emulsificado

3.8.1.5 Mezclado

Una vez obtenida la emulsión cárnica se procede a mezclar con los trozos de carne con el fin de integrarlos y obtener la masa de la mortadela jamonada. En la figura 3.15, se muestra el proceso de mezclado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.15: Proceso de mezclado

3.8.1.6 Madurado de la masa

Una vez emulsificado, la masa es llevada a la cámara frigorífica a temperatura de 7°C durante 12 horas. Se realiza con la finalidad de homogenizar los sabores en la mezcla. El proceso de madurado, se muestra en la figura 3.16.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.16: Madurado de la masa

3.8.1.7 Embutido y atado

El embutido de la mortadela se realizó manualmente en la tripa sintética calibre 90, esto con el objetivo de darle forma. Luego de embutir la mezcla se procede a realizar el amarrado manualmente con hilo de algodón. El proceso de embutido y atado se muestra en la figura 3.17.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.17: Proceso de embutido y atado

3.8.1.8 Escaldado

El escaldado de la mortadela, se realizó por inmersión en agua a temperatura entre (72 – 75) °C, hasta que el producto alcance la temperatura interna de 70 °C, el proceso se realizó en una olla de aluminio que contiene una plancha en la base. El proceso de escaldado se muestra en la figura 3.18.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.18: Proceso de escaldado

3.8.1.9 Enfriado

Terminando el escaldado de la mortadela, inmediatamente se enfría con chorro de agua para acelerar el enfriamiento y terminar con el tratamiento térmico, se sigue enfriando en refrigeración hasta que alcance una temperatura de 7 °C. El proceso de enfriado se muestra en la figura 3.19.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.19: Proceso de enfriado

3.8.1.10 Feteado, envasado y Almacenado

El feteado se realizó en la fileteadora eléctrica, luego de este proceso se realizó el envasado al vacío en bolsas de polipropileno. Antes de su almacenamiento, se realizó el pesaje del mismo para obtener su rendimiento. La mortadela jamonada es almacenada en una heladera a una temperatura de 5°C. El proceso de envasado y almacenado, se muestra en la figura 3.20.



Fuente: Elaboración propia

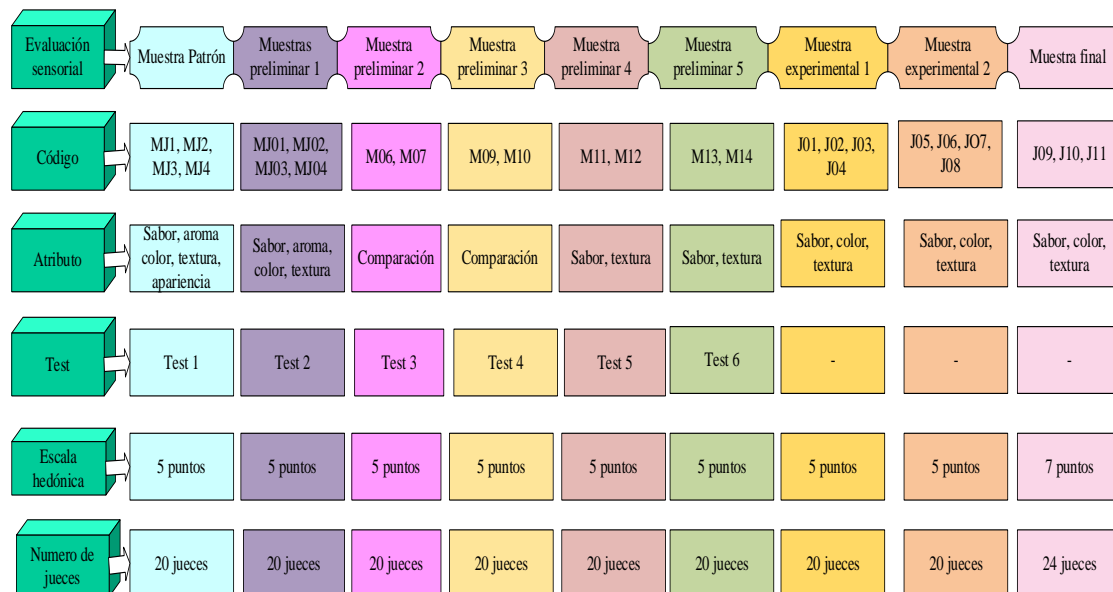
Figura 3.20: Proceso de envasado y almacenado

3.9 Análisis sensorial de los alimentos

La evaluación sensorial de los alimentos es una actividad que la persona realiza desde la infancia y que de manera consciente o inconscientemente los lleva a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones, experimentarlos al observarlos o ingerirlos. Esta puede definirse como el método científico utilizado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos que son percibidas por los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído. Surge como la disciplina para

medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor (Lotufo, 2019).

En la figura 3.21, se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas en el presente trabajo de investigación para la elaboración de mortadela jamonada, con el objetivo de caracterizar las propiedades organolépticas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.21: Evaluaciones sensoriales de mortadela jamonada

3.10 Diseño experimental

El diseño experimental es la secuencia completa de pasos que se deben tomar de antemano, para planear y asegurar la obtención de toda la información relevante y adecuada al problema de investigación, la cual será analizada estadísticamente para obtener conclusiones válidas y objetivas con respecto a los objetivos planteados (Uday, 2017).

3.11 Diseño factorial 2^3

El diseño factorial 2^3 es un diseño de 3 factores, cada uno con 2 niveles y consta de 8 combinaciones. Geométricamente el diseño es un cubo, cuyas esquinas son las 8 combinaciones. Este diseño permite estimar los 3 efectos principales (A, B y C), las tres interacciones de dos factores (AB, AC, BC) y la interacción de los tres factores

(ABC) (Gonzales, 2015). El diseño factorial utilizado en el presente trajo de investigación se detalla en la (Ecuación 3.1):

$$2^k \quad \text{(Ecuación 3.1)}$$

Donde:

2= número de niveles

k= número de factores o variables

Según (Gutiérrez & De la Vera, 2018), un modelo de regresión permite expresar los resultados de una variable respuesta en función de las variables independientes de forma matemática. En la ecuación 3.2, se describe el modelo de regresión a ser aplicado:

$$Y = \beta_0 + \beta_A X_A + \beta_B X_B + \beta_C X_C - \beta_{AB} X_A X_B - \beta_{AC} X_A X_C - \beta_{BC} X_B X_C + \beta_{ABC} X_A X_B X_C \quad \text{(Ecuación 3.2)}$$

Donde:

β = Coeficiente de regresión

$X_A X_B X_C$ = Valor codificado del factor de diseño

3.11.1 Diseño factorial 2^3 en la etapa de dosificación de la mortadela jamonada

El diseño experimental en la etapa de dosificación para la elaboración de mortadela jamonada, se aplicó de acuerdo a la ecuación 3.3:

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ corridas/pruebas} \quad \text{(ecuación 3.3)}$$

Para tal efecto, las variables propuestas y sus niveles de variación son los siguientes:

A= Carne de cerdo (%) (A) = 2 niveles

B= Tocino (%) (B) = 2 niveles

C= Emulsificante (%) (C) = 2niveles

En la tabla 3.6, se muestra la matriz del diseño factorial aplicado en la etapa de dosificación para la elaboración de mortadela jamonada, conformada por tres variables: carne de cerdo (A), tocino (B), emulsificante (C).

Tabla 3.6

Matriz del diseño factorial aplicado en la etapa de dosificación para la elaboración de mortadela jamonada

Combinaciones de tratamientos	Variables			Interacciones				Variable respuesta	
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Y _{i1}	Y _{i3}
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁	Y ₁
a	+	-	-	-	-	+	+	y ₂	y ₂
b	-	+	-	-	+	-	+	y ₃	y ₃
ab	+	+	-	+	-	-	-	y ₄	y ₄
c	-	-	+	+	-	-	+	y ₅	y ₅
ac	+	-	+	-	+	-	-	y ₆	y ₆
bc	-	+	+	-	-	+	-	y ₇	y ₇
abc	+	+	+	+	+	+	+	y ₈	y ₈

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Y_i = pH de la mortadela jamonada (%)

Y_i = Porcentaje de acidez de la mortadela jamonada (%)

Y_i = Contenido de humedad en la mortadela jamonada (%)

En la tabla 3.7, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel alto y nivel bajo) a ser aplicado en la etapa de dosificación; conformado por tres variables: carne de cerdo (A), tocino (B), emulsificante (C).

Tabla 3.7

Nivel de variación de los factores en la etapa de dosificación

Variables	Unidad	Nivel alto	Nivel bajo
Porcentaje de carne de cerdo (A)	%	38,00	34,00
Porcentaje de tocino (B)	%	15,00	12,00
Porcentaje de emulsificante (C)	%	0,65	0,55

Fuente: Elaboración propia

3.12 Operacionalización de variables para la elaboración de mortadela jamonada

Para el presente trabajo de investigación, se realizó la operacionalización de las variables dependiente e independiente (cuadro 3.1), en base al proceso llevado a cabo para obtener el producto final

Cuadro 3.1

Operacionalización de variables para la elaboración de mortadela jamonada

Hipótesis	Variable		Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
Mediante la aplicación de la tecnología de carnes a nivel experimental, se obtendrá mortadela jamonada con la finalidad de obtener un producto de calidad en la provincia Cercado de Tarija.	Variable independiente	Tecnología de carnes	La tecnología de carnes es una serie de técnicas y procedimientos que permiten aprovechar al máximo la carne y subproductos de la matanza. Las tecnologías de elaboración de la carne comprenden distintas fases tales como: despiece, triturado, picado y mezclado. (FAO, 2007).	Dosificación	(%)
				Emulsificado	Minutos
				Escaldado	Minutos
	°C				
	Variable independiente	Mortadela jamonada	Producto escaldado, elaborado sobre la base de carne fresca o congelada, con agregado o no de carne cocida, de animales autorizados, con agregado de grasa comestible, perfectamente trituradas y mezcladas, emulsionado (CODEX,2017).	pH	-
				Acidez	%
				Humedad Ceniza Fibra Hidratos de carbono Proteína	%
				Valor energético	Kcal/100 g
				Rancidez	Pos/neg
				Streptococcus aureus Mohos y levaduras Escherichia coli	UFC/g (ml)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Caracterización de la carne de cerdo, carne de vaca y tocino

En la caracterización de las carnes de cerdo, carne de vaca y tocino, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos los cuales se detallan a continuación:

4.1.1 Análisis fisicoquímico de la carne de cerdo

En la tabla 4.1, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la carne de cerdo de datos extraídos (Anexo A).

Tabla 4.1

Análisis fisicoquímico de la carne de cerdo

Parámetros	Unidad	Resultados
Ceniza	%	1,73
Fibra	%	0,00
Grasa	%	5,07
Hidratos de carbono	%	1,41
Humedad	%	74,29
Proteína total (Nx6,25)	%	17,50
Valor energético	Kcal/100 g	121,27

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.1 se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico de la carne de cerdo, que presenta: ceniza 1,73 %, fibra 0,00, grasa 5,07 %, hidratos de carbono 1,41 %, humedad 74,29 %, proteína total (Nx6,25) 17,5 % y valor energético 121,27 Kcal/100 g.

4.1.2 Análisis microbiológico de la carne de cerdo

En la tabla 4.2, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la carne de cerdo de datos extraídos (Anexo A).

Tabla 4.2

Análisis microbiológico de la carne de cerdo

Parámetros	Unidad	Resultados
Coliformes fecales	UFC/g	1,6 x 10 ³
Coliformes totales	UFC/g	2,7 x 10 ³

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.2, se puede observar los resultados del análisis microbiológico de la carne de cerdo que presenta: coliformes fecales $1,6 \times 10^3$ UFC/g, coliformes totales $2,7 \times 10^3$ UFC/g.

4.1.3 Análisis fisicoquímico de la carne de vaca

En la tabla 4.3, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la carne de vaca de datos extraídos (Anexo A).

Tabla 4.3

Análisis fisicoquímico de la carne de vaca

Parámetros	Unidad	Resultados
Ceniza	%	1,71
Fibra	%	0,00
Grasa	%	7,05
Hidratos de carbono	%	0,48
Humedad	%	69,61
Proteína total (Nx6,25)	%	21,15
Valor energético	Kcal/100 g	149,97

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.3 se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico de la carne de vaca, que presenta: ceniza 1,71%, fibra 0,00%, grasa 7,05%, hidratos de carbono 0,48%, humedad 69,61%, proteína total (Nx6,25) 21,15% y valor energético 149,97 Kcal/100 g.

4.1.4 Análisis microbiológico de la carne de vaca

En la tabla 4.4 se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la carne de vaca de datos extraídos (Anexo A).

Tabla 4.4

Análisis microbiológico de la carne de vaca

Parámetros	Unidad	Resultados
Coliformes fecales	UFC/g	$3,6 \times 10^1$
Coliformes totales	UFC/g	$1,1 \times 10^2$

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.4, se puede observar los resultados del análisis microbiológico de la carne de vaca que presenta: coliformes fecales $3,6 \times 10^1$ UFC/g, coliformes totales $1,1 \times 10^2$ UFC/g.

4.1.5 Análisis fisicoquímico del tocino

En la tabla 4.5, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del tocino de datos extraídos (Anexo A).

Tabla 4.5

Análisis fisicoquímico del tocino

Parámetros	Unidad	Resultados
Ceniza	%	0,43
Fibra	%	0,00
Grasa	%	87,01
Hidratos de carbono	%	5,11
Humedad	%	7,07
Proteína total (Nx6,25)	%	0,38
Valor energético	Kcal/100 g	805,05
Rancidez	pos/neg	Negativo

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.5 se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico del tocino, que presenta: ceniza 0,43%, fibra 0,00%, grasa 87,01%, hidratos de carbono 5,11%, humedad 7,07%, proteína total (Nx6,25) 0,38%, valor energético 805,05 Kcal/100 g y rancidez negativo.

4.1.6 Análisis microbiológico del tocino

En la tabla 4.6 se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del tocino de datos extraídos (Anexo A).

Tabla 4.6

Análisis microbiológico del tocino

Parámetros	Unidad	Resultados
Coliformes fecales	UFC/g	$1,0 \times 10^3$
Coliformes totales	UFC/g	$1,8 \times 10^3$

Fuente: CEANID, 2021

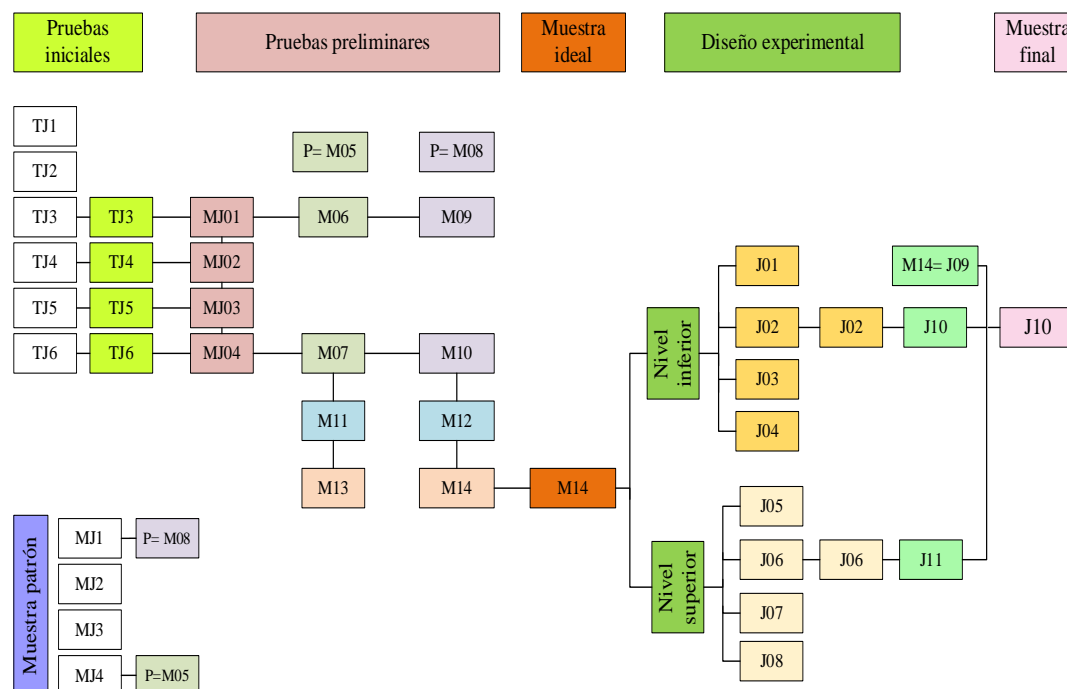
En la tabla 4.6, se puede observar los resultados del análisis microbiológico del tocino que presenta: coliformes fecales $1,0 \times 10^3$ UFC/g, coliformes totales $1,8 \times 10^3$ UFC/g.

4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de mortadela jamonada

Para la caracterización de las variables del proceso en la elaboración de mortadela jamonada, se tomaron en cuenta pruebas preliminares con el fin de obtener la metodología para elaborar mortadela jamonada.

4.2.1 Pruebas preliminares para la elaboración de mortadela jamonada

Para el desarrollo de la parte experimental de elaboración de mortadela jamonada, se procedió a desarrollar distintas pruebas con el fin de obtener una metodología experimental para lo cual; se tomó en cuenta la dosificación base de mortadela (Laboratorio Taller de Alimentos, 2021). Para tal efecto, se procedió a desarrollar seis pruebas iniciales codificadas como TJ1, TJ2, TJ3, TJ4, TJ5 y TJ6, variando la dosificación de acuerdo a la tabla 4.7, las cuales se evaluaron con el personal de Taller de Alimentos (LTA). Se toma en cuenta las muestras TJ3, TJ4, TJ5 y TJ6 recodificadas como MJ01, MJ02, MJ03 y MJ04 variando la dosificación de sal y condimento, se procedió a variar la dosificación de condimento en las muestras MJ01 y MJ04 recodificadas como M06 y M07 y variación de emulsificante en las muestras MJ01 y MJ04 recodificadas como M09 y M10. En las muestras M07 y M10 recodificadas como M11 y M12 se realizó la variación de condimento y emulsificante. De igual manera en las muestras M11 y M12 recodificadas como M13 y M14 donde se invirtió la variación de condimento y emulsificante, determinando como muestra ideal M14. La figura 4.1 muestra las diferentes muestras preliminares realizados en la parte experimental.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1 Pruebas preliminares para la obtención de muestra ideal de mortadela jamonada

4.2.2 Pruebas iniciales para la elaboración de mortadela jamonada

En base a la dosificación (Laboratorio Taller de Alimentos, 2021), se procedió a la elaboración de mortadela jamonada (figura 4.1) para pruebas iniciales, donde se partieron de seis muestras; variando los porcentajes de carne de cerdo, carne de vaca, tocino, hielo, trozos de carne, sal y condimento; como se detalla en la tabla 4.7.

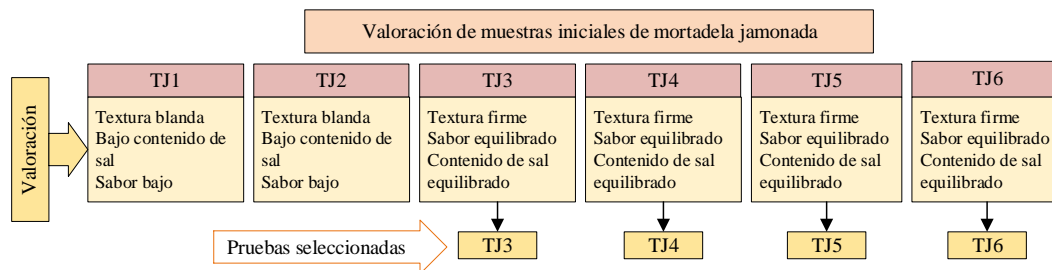
Tabla 4.7

Variación de dosificación de pruebas iniciales para la elaboración de mortadela jamonada

Materia prima/ insumos	Rango	Unidad
Carne de cerdo	32,97 - 37,84	%
Carne de vaca	17,97 - 29,09	%
Tocino	13,02 - 14,54	%
Hielo	11,10 - 13,20	%
Trozos de carne	9,70 -17,88	%
Sal	0,69 - 0,93	%
Condimento	0,69 - 0,95	%
Otros	1,43 - 1,97	%

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.2, se muestra la valoración de las muestras iniciales de acuerdo a la variación de dosificación que se muestra en la tabla 4.7.



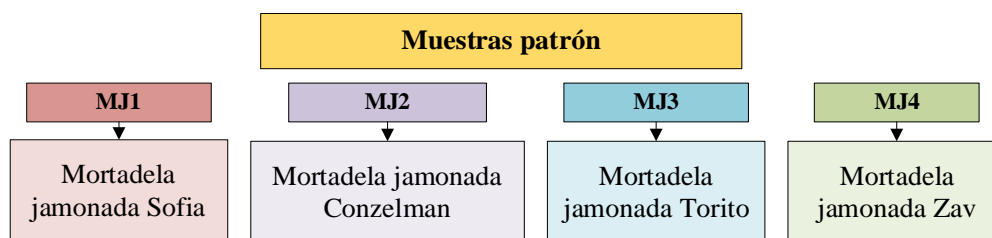
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2: Valoración de pruebas iniciales de mortadela jamonada

En la figura 4.2, se muestra la valoración realizada por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos, donde se puede observar que las muestras (TJ3, TJ4, TJ5 y TJ6) fueron de mayor preferencia por presentar sabor equilibrado, textura firme, contenido de sal equilibrado, en comparación con las muestras TJ1 y TJ2, que presentaron textura blanda, bajo contenido de sal y sabor bajo. Estas pruebas se realizaron con el fin de obtener muestras preliminares de mortadela jamonada.

4.2.3 Elección de muestra patrón de mortadela jamonada

Para seleccionar la muestra patrón de mortadela jamonada se procedió a tomar en cuenta cuatro muestras (MJ1, MJ2, MJ3, MJ4) las cuales fueron evaluadas sensorialmente; con el fin de escoger la mejor muestra patrón de mortadela jamonada en cuanto a sabor y textura; donde se utilizaron muestras de diferentes marcas como se muestra en la figura 4.3.



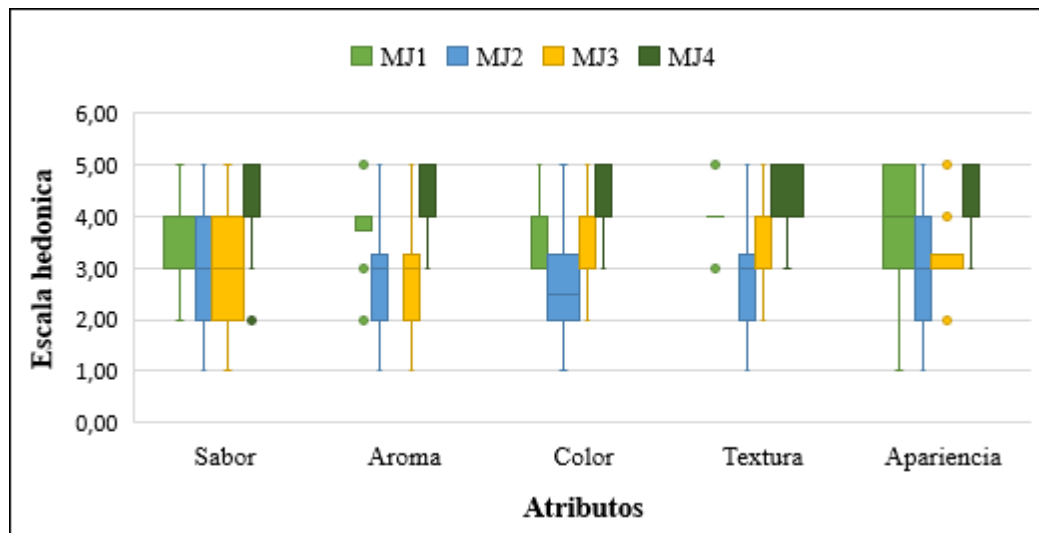
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3: Muestras patrón de mortadela jamonada

En base a las muestras patrón de la figura 4.3, como ser (MJ1, MJ2, MJ3 y MJ4) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales; sabor, aroma, color, textura y apariencia, utilizando escala hedónica de cinco puntos con 20 jueces no entrenados.

4.2.3.1 Estadístico de caja y bigote para la elección de la muestra patrón de mortadela jamonada

En la figura 4.4, se muestra el estadístico caja y bigote de datos extraídos (Anexo C), para los atributos; sabor (tabla C.2.1), aroma (tabla C.3.1), color (tabla C.4.1), textura (tabla C.5.1) y apariencia (tabla C.6.1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Caja y bigote para la elección de la muestra patrón de mortadela jamonada

En la figura 4.4, se puede observar los resultados de las medianas en función de los atributos para las muestras evaluadas son: sabor 5,0 (MJ4), 4,0 (MJ1); aroma 4,0 (MJ1 y MJ04); color 5 (MJ4), 4,0 (MJ1); textura 4 (MJ1, MJ3 y MJ4) y apariencia 5 (MJ4), 4,0 (MJ1). Así mismo, realizando el análisis estadístico de varianza si existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.2.3.2 Estadístico de Tukey para atributo sabor de prueba patrón de mortadela jamonada

En la tabla 4.8, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de datos extraídos de Anexo C.2 (Tabla C.2.4).

Tabla 4.8**Estadístico de Tukey para atributo sabor de prueba patrón de mortadela jamonada**

Tratamiento	Diferencia	DMS	Significancia
MJ4-MJ1	4,35 - 3,8	0,55 < 0,75	No hay significancia
MJ4-MJ2	4,35 - 2,9	1,45 > 0,75	Si hay significancia
MJ4-MJ3	4,35 - 2,9	1,45 > 0,75	Si hay significancia
MJ1-MJ2	3,80 - 2,9	0,90 > 0,75	Si hay significancia
MJ1-MJ3	3,80 - 3,9	0,90 > 0,75	Si hay significancia
MJ2-MJ3	2,90 - 2,9	0,00 < 0,75	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.8, se puede observar que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MJ4-MJ2), (MJ4-MJ3), (MJ1-MJ2) y (MJ1-MJ3). Sin embargo, para los tratamientos (MJ4-MJ1) y (MJ2-MJ3); no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.3.3 Estadístico de Tukey para atributo aroma de prueba patrón de mortadela jamonada

En la tabla 4.9, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo aroma de datos extraídos de Anexo C.3 (Tabla C.3.4).

Tabla 4.9**Estadístico de Tukey para atributo aroma de prueba patrón de mortadela jamonada**

Tratamiento	Diferencia	DMS	Significancia
MJ4-MJ1	4,2 - 3,9	0,3 < 0,67	No hay significancia
MJ4-MJ2	4,2 - 2,9	1,3 > 0,67	Si hay significancia
MJ4-MJ3	4,2 - 2,9	1,3 > 0,67	Si hay significancia
MJ1-MJ2	3,9 - 2,9	1,0 > 0,67	Si hay significancia
MJ1-MJ3	3,9 - 2,9	1,0 > 0,67	Si hay significancia
MJ2-MJ3	2,9 - 2,9	0,0 < 0,67	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.9, se puede observar que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MJ4-MJ2), (MJ4-MJ3), (MJ1-MJ2) y (MJ1-MJ3). Sin embargo, para los tratamientos (MJ4-MJ1) y (MJ2-MJ3); no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.3.4 Estadístico de Tukey para atributo color de prueba patrón de mortadela jamonada

En la tabla 4.10, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo aroma de datos extraídos de Anexo C.4 (Tabla C.4.4).

Tabla 4.10

Estadístico de Tukey para atributo color de prueba patrón de mortadela jamonada

Tratamiento	Diferencia	DMS	Significancia
MJ4-MJ1	4,35 - 3,9	0,45 < 0,62	No hay significancia
MJ4-MJ3	4,35 - 3,2	1,15 > 0,62	Si hay significancia
MJ4-MJ2	4,35 - 2,7	1,65 > 0,62	Si hay significancia
MJ1-MJ3	3,90 - 3,2	0,70 > 0,62	Si hay significancia
MJ1-MJ2	3,90 - 2,7	1,20 > 0,62	Si hay significancia
MJ3-MJ2	3,20 - 2,7	0,50 < 0,62	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.10, se puede observar que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MJ4-MJ2), (MJ4-MJ3), (MJ1-MJ2) y (MJ1-MJ3). Sin embargo, para los tratamientos (MJ4-MJ1) y (MJ2-MJ3); no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.3.5 Control de pH, acidez (ácido láctico) y humedad en las muestras patrón de mortadela jamonada

Se realizó el control de pH, acidez (ácido láctico) y humedad en las muestras patrón MJ1 y MJ4; con el fin de realizar un seguimiento en las muestras patrón de mortadela jamonada.

4.2.3.5.1 Control de pH en las muestras patrón de mortadela de jamonada

En la tabla 4.11, se muestran los resultados obtenidos de pH de las muestras patrón de mortadela jamonada, utilizando la técnica para realizar la medición de pH de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.1).

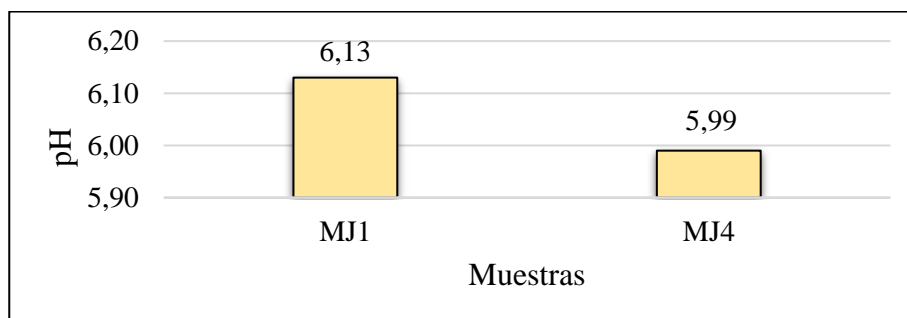
Tabla 4.11

Contenido de pH en las muestras patrón de mortadela jamonada

Muestras	MJ1	MJ4
pH	6,13	5,99

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.5, se muestra el control del pH de las muestras patrón de mortadela jamonada en base a los datos de la tabla 4.11.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5: Control de pH en las muestras patrón de mortadela jamonada

Según la figura 4.5, las muestras patrón presentan un pH; MJ1(6,13) mortadela jamonada de la empresa Sofía y con un pH más bajo MJ4 (5,99) mortadela jamonada de la empresa Zav.

4.2.3.5.2 Control de acidez (ácido láctico) de las muestras patrón de mortadela jamonada

En la tabla 4.12, se muestran los resultados obtenidos de acidez (ácido láctico) de las muestras patrón de mortadela jamonada, utilizando la técnica para realizar la medición de la acidez de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.2).

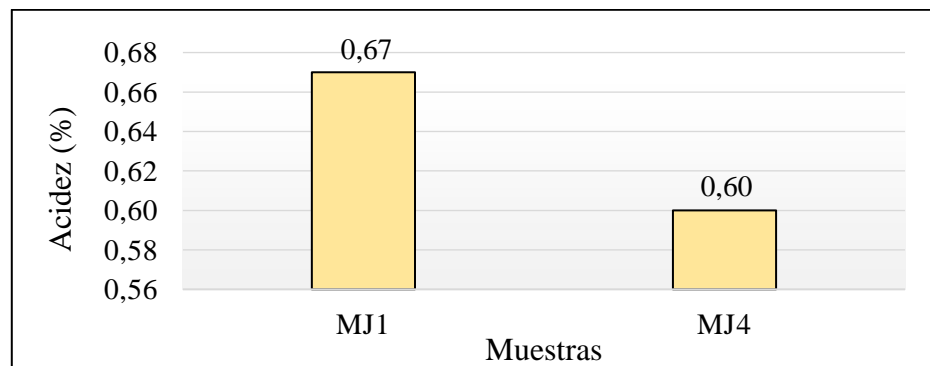
Tabla 4.12

Control de acidez (ácido láctico) en las muestras patrón de mortadela jamonada

Muestras	MJ1	MJ4
Acidez (%)	0,67	0,60

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.6, se muestra el control de acidez (ácido láctico) de las muestras patrón de mortadela jamonada en base a los datos de la tabla 4.12.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6: Control de acidez (ácido láctico) en las muestras patrón de mortadela jamonada

En la figura 4.6, se puede observar que la muestra patrón que presentó mayor contenido de acidez (ácido láctico) fue MJ1 (0,67 %) mortadela jamonada de la empresa Sofia y la muestra que presento menor contenido de acidez (ácido láctico) fue MJ4 (0,60 %) mortadela jamonada de la empresa Zav.

4.2.3.5.3 Control de humedad en las muestras patrón de mortadela jamonada

En la tabla 4.13, se muestran los resultados obtenidos del contenido de humedad de las muestras patrón de mortadela jamonada, utilizando la técnica para realizar la medición de la humedad de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.3).

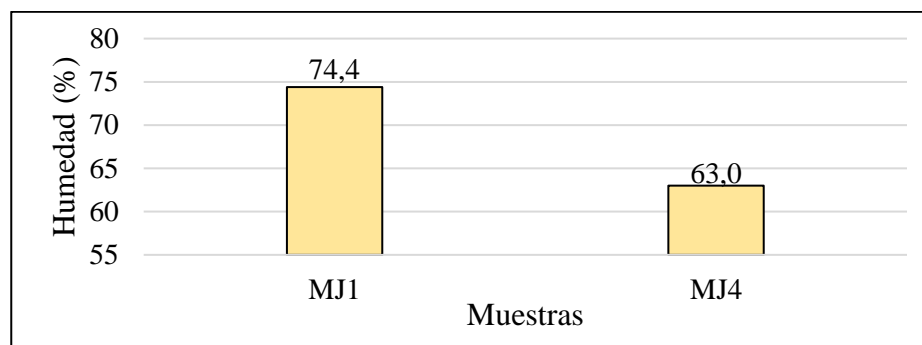
Tabla 4.13

Contenido de humedad en las muestras patrón de mortadela jamonada

Muestras	MJ1	MJ4
Humedad %	74,4	63,0

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.7, se muestra el contenido de humedad de muestras patrón de mortadela jamonada en base a los datos de la tabla 4.13.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7: Contenido de humedad de muestras patrón de mortadela jamonada

Según la figura 4.7, se puede observar que la muestra patrón que presentó mayor contenido de humedad fue MJ1 (74,40 %) mortadela jamonada de la empresa Sofia y la muestra que presentó menor contenido de humedad fue MJ4 (63,0%) mortadela jamonada de la empresa Zav.

Realizando el control de pH, acidez (ácido láctico) y contenido de humedad y evaluación sensorial en las muestras patrón de mortadela jamonada, se tomó en cuenta la muestra MJ1 para el atributo textura que presentó contenido de pH (6,13), acidez (ácido láctico) (0,67 %) y humedad de (74,40 %). Así mismo, se tomó la muestra MJ4 para el atributo sabor que presentó contenido de pH (5,99), acidez (ácido láctico) (0,60 %) y humedad de (63,0%).

4.2.4 Variación porcentual de sal y condimento en pruebas preliminares de mortadela jamonada

Partiendo de las pruebas iniciales (TJ3, TJ4, TJ5 y TJ6), elegidas como se detalla en la figura 4.1, se elaboraron cuatro muestras preliminares de mortadela jamonada con variación porcentual de sal y condimento en la dosificación, como se muestra en la figura 4.8. Con la finalidad de ser incorporados en la formulación para mejorar el sabor de la muestra de mortadela jamonada.

Variación porcentual de sal y condimento			
MJ01 %	MJ02 %	MJ03 %	MJ04 %
Carne de cerdo 35,50	Carne de cerdo 35,46	Carne de cerdo 35,53	Carne de cerdo 35,53
Carne de vaca 17,75	Carne de vaca 17,73	Carne de vaca 17,76	Carne de vaca 17,77
Tocino 13,02	Tocino 13,00	Tocino 13,03	Tocino 13,03
Otros 33,72	Otros 33,82	Otros 33,68	Otros 33,70

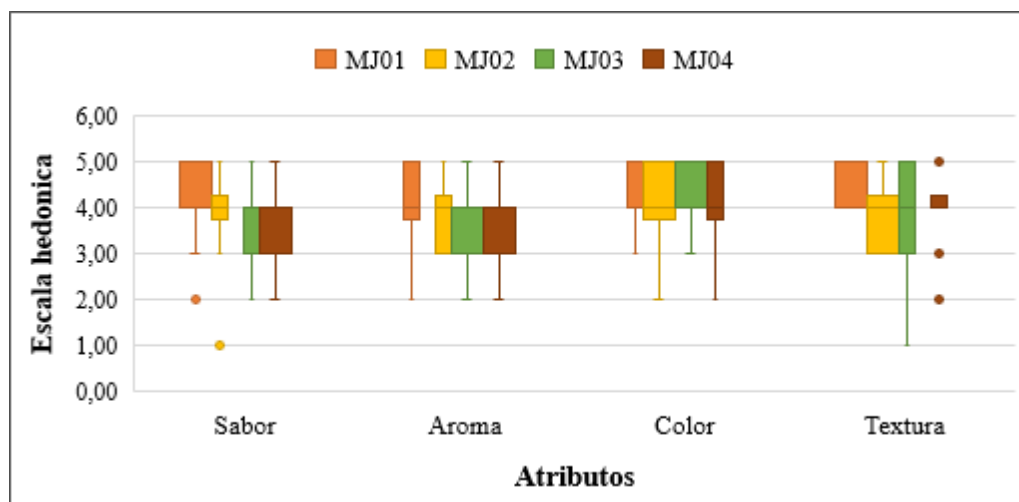
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8: Variación porcentual de sal y condimento de mortadela jamonada

En base a las muestras preliminares de la figura 4.8, como ser (MJ01, MJ02, MJ03 y MJ04) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, aroma, color y textura, utilizando escala hedónica de cinco puntos con 20 jueces no entrenados con el fin de elegir muestra más adecuada de mortadela jamonada.

4.2.4.1 Estadístico de caja y bigote para la variación porcentual de sal y condimento de pruebas preliminares de mortadela jamonada

En la figura 4.9, se muestra el estadístico caja y bigote de datos extraídos (Anexo C), para los atributos; sabor (tabla C.7.1), aroma (tabla C.8.1), color (tabla C.9.1) y textura (tabla C.10.1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9: Caja y bigote con variación porcentual de sal y condimento

Según la figura 4.9, se puede observar los resultados en función de las medianas para los atributos de las muestras evaluadas; sabor 4,0 (MJ01, MJ02, MJ03 Y MJ04);

aroma 5,0 (MJ01), 4,0 (MJ02, MJ03 Y MJ04); color 5,0 (MJ01), 4,0 (MJ02, MJ03 Y MJ04); y textura 4,0 (MJ01, MJ02, MJ03 Y MJ04). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.2.4.2 Control de pH, acidez y humedad en función del porcentaje de sal y condimento en las pruebas preliminares de mortadela jamonada

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos de pH, acidez (ácido láctico) y humedad en las pruebas preliminares de mortadela jamonada MJO1, MJO2, MJO3 y MJO4; con el fin de realizar un seguimiento en función al porcentaje de sal y condimento.

4.2.4.2.1 Control de pH en las muestras preliminares en función del porcentaje de sal y condimento

En la tabla 4.14, se muestran los resultados obtenidos de pH en función al porcentaje de sal y condimento, para la elaboración de mortadela jamonada utilizando la técnica para realizar la medición del pH de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.1).

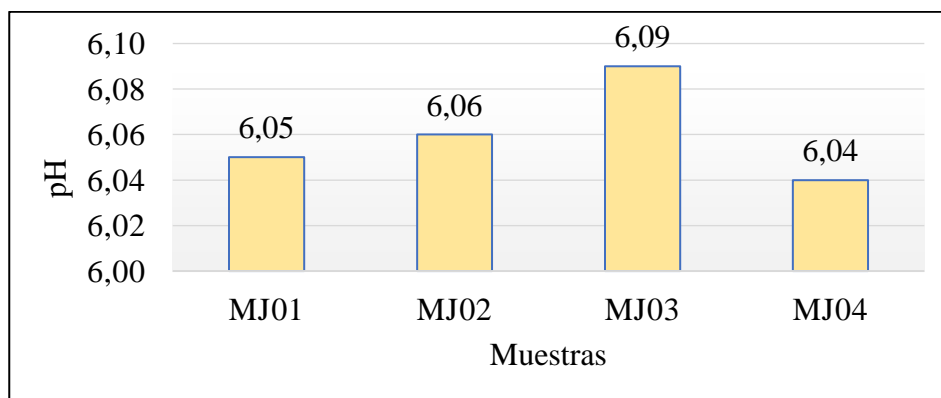
Tabla 4.14

Contenido de pH de muestras preliminares en función del porcentaje de sal y condimento

Muestras	MJ01	MJ02	MJ03	MJ04
pH	6,05	6,06	6,09	6,04

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.10, se muestra el control del pH en función al porcentaje de sal y condimento en base a los datos de la tabla 4.14.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10: Control de pH de muestras preliminares en función del porcentaje de sal y condimento

Según la figura 4.10, se puede observar que las muestras MJ01 (6,05), MJ02 (6,06) y MJ04 (6,04) presentaron pH menores a en comparación a la muestra MJ03 que presentó pH más alto de (6,09).

4.2.4.2.2 Control de acidez (ácido láctico) en las muestras preliminares en función del porcentaje de sal y condimento

En la tabla 4.15, se muestran los resultados obtenidos de acidez (ácido láctico) en función al porcentaje de sal y condimento, para la elaboración de mortadela jamonada utilizando la técnica para realizar la medición de acidez de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.2).

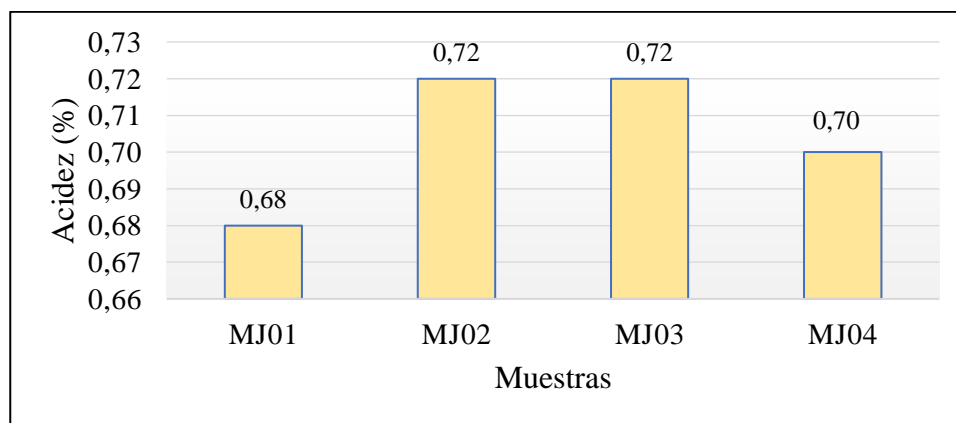
Tabla 4.15

Control de acidez de muestras preliminares en función del porcentaje de sal y condimento

Muestras	MJ01	MJ02	MJ03	MJ04
Acidez (%)	0,68	0,72	0,72	0,74

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.11, se muestra la gráfica de acidez (ácido láctico) de pruebas preliminares con variación de sal y condimento en base a los datos de la tabla 4.15.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11: Control de acidez de muestras preliminares en función del porcentaje de sal y condimento

Según la figura 4.11, se puede observar que el valor de la acidez de las muestras MJ02 y MJ03 que presentaron una acidez de (0,72 %), mientras que la MJ04 presenta acidez de (0,70 %) a comparación con la muestra MJ01 que presentó acidez más baja de (0,68%).

4.2.4.2.3 Control del contenido de humedad de las muestras preliminares en función del porcentaje de variación de sal y condimento

En la tabla 4.16, se muestran los resultados obtenidos de humedad de las muestras preliminares de mortadela jamonada con variación de sal y condimento utilizando la técnica para realizar la medición de la humedad de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.3).

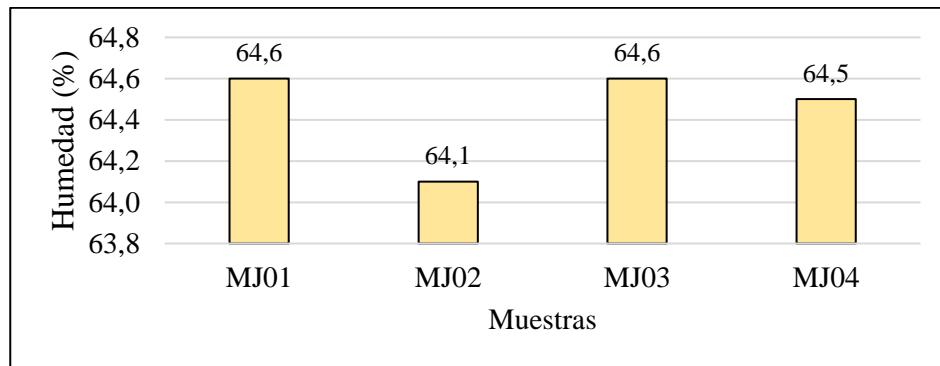
Tabla 4.16

Contenido de humedad de muestras preliminares en función del porcentaje de sal y condimento

Muestras	MJ01	MJ02	MJ03	MJ04
Humedad %	64,6	64,1	64,6	64,5

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.12, se muestra la gráfica de humedad de pruebas preliminares con variación de sal y condimento en base a los datos de la tabla 4.16.



Fuente: Elaboración pro

Figura 4.12: Contenido de humedad de muestras preliminares en función del porcentaje de sal y condimento

Según la figura 4.12, se puede observar que las muestras preliminares MJ01 y MJ04 presentaron una humedad de (64.6 %), mientras que la muestra MJ04 presentó una humedad de (64,5 %) a comparación con la MJ02 que presentó una humedad más baja de (64,1 %).

Realizando el control de pH, acidez (ácido láctico) y humedad en las muestras y la evaluación sensorial, se tomaron en cuenta las muestras; MJ01 que presentó contenido de pH (6,05), acidez (ácido láctico) (0,68 %) y humedad de (64,6%) y la muestra MJ04 que presentó contenido de pH (6,04), acidez (ácido láctico) (0,70 %) y humedad de (64,5%).

4.2.5 Determinación del sabor de mortadela jamonada

En la figura 4.13, se puede observar la dosificación de las muestras (M06 y M07) que fueron elaboradas a partir de las muestras preliminares elegidas (MJ01 y MJ04), donde se hizo variar la cantidad de condimento.

Variación de condimento		
P= M05	M06 %	M07 %
Muestra patrón	Carne de cerdo 35,50	Carne de cerdo 34,90
Zav	Carne de vaca 17,75	Carne de vaca 17,32
	Tocino 13,02	Tocino 14,06
	Condimento 0,79	Condimento 0,91
	Otros 32,93	Otros 32,79

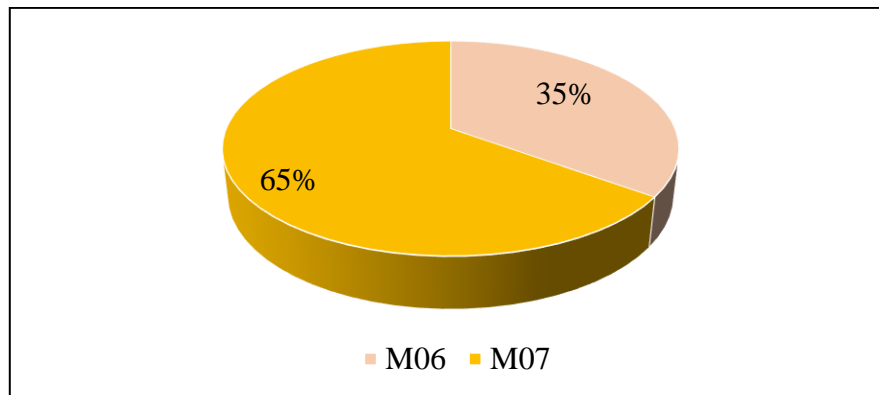
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.13: Variación porcentual de condimento

En base a las muestras preliminares de la figura 4.13, (M06 y M07) fueron evaluadas por 20 jueces no entrenados; con el fin de escoger la muestra más parecida a la muestra patrón M05 (Zav) según el atributo sabor.

4.2.5.1 Estadístico circular para la determinación del sabor de la mortadela jamonada

En la figura 4.14, se muestra el estadístico circular de datos extraídos (Anexo C), en función al atributo sabor (tabla C.11.1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14: Estadístico circular para determinar sabor de mortadela jamonada

En la figura 4.14, se puede observar los resultados en cuanto a la semejanza de las muestras (M06 y M07) con la muestra patrón M05 (Zav), en función al sabor donde el 35 % de los jueces eligieron que la muestra M06, que es similar a la muestra patrón y un 65% eligieron que la muestra M07 es similar a la muestra patrón. Por lo cual, se tomó en cuenta la muestra M07 como elegida en cuanto al sabor.

4.2.6 Determinación de la textura de mortadela jamonada

En la figura 4.15, se puede observar la dosificación de las muestras (M09 y M10) que fueron elaboradas a partir de las muestras preliminares elegidas (MJ01 y MJ04), donde se hizo variar la cantidad de emulsificante.

Variación de emulsificante				
P= M08	M09 %	M10 %		
Muestra patrón Sofía	Carne de cerdo	35,11	Carne de cerdo	34,55
	Carne de vaca	17,55	Carne de vaca	16,95
	Tocino	13,52	Tocino	14,99
	Emulsificante	0,65	Emulsificante	0,59
	Otros	33,82	Otros	33,77

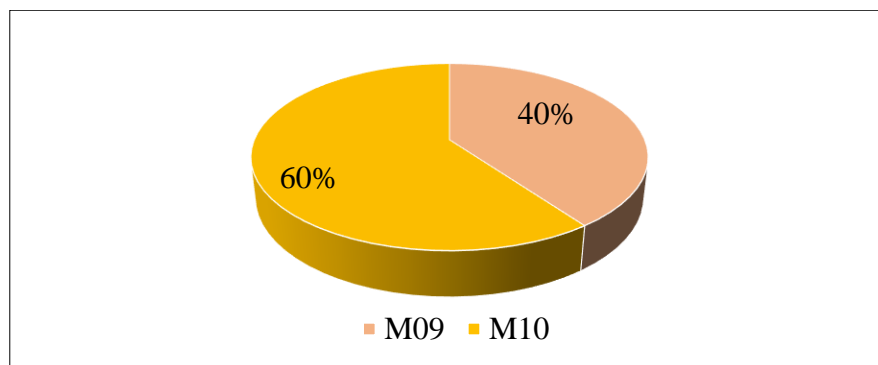
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15: Variación porcentual de emulsificante

En base a las muestras preliminares de la figura 4.15, (M09 y M10) fueron evaluadas por 20 jueces no entrenados; con el fin de escoger la muestra más parecida a la muestra patrón M08 (Sofía) según el atributo textura.

4.2.6.1 Estadístico circular para la determinación de textura de mortadela jamonada

En la figura 4.16, se muestra el estadístico circular de datos extraídos (Anexo C), en función al atributo textura (tabla C.11.2).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16: Estadístico circular para determinar textura de mortadela jamonada

En la figura 4.16, se puede observar los resultados en cuanto a la semejanza de las muestras (M09 y M10) con la muestra patrón M08 (Sofia), en función a la textura donde el 40 % de los jueces eligieron que la muestra M09, que es similar a la muestra patrón y un 60 % eligieron que la muestra M10 es similar a la muestra patrón. Por lo cual, se tomó en cuenta la muestra M10 como elegida en cuanto a la textura.

4.2.7 Muestras preliminares de mortadela jamonada con variación porcentual de emulsificante y condimento

Partiendo de las muestras M06 y M10, escogidas como se detalla en la figura 4.1, se procedió a realizar dos muestras como se muestra en la figura 4.17 (M11 y M12) con variación porcentual de emulsificante y condimento, para lograr obtener el sabor y la textura característico de la mortadela.

Variación porcentual de emulsificante y condimento			
M11 %		M12 %	
Carne de cerdo	35,94	Carne de cerdo	35,69
Carne de vaca	17,83	Carne de vaca	17,85
Tocino	14,48	Tocino	13,75
Otros	31,90	Otros	32,78

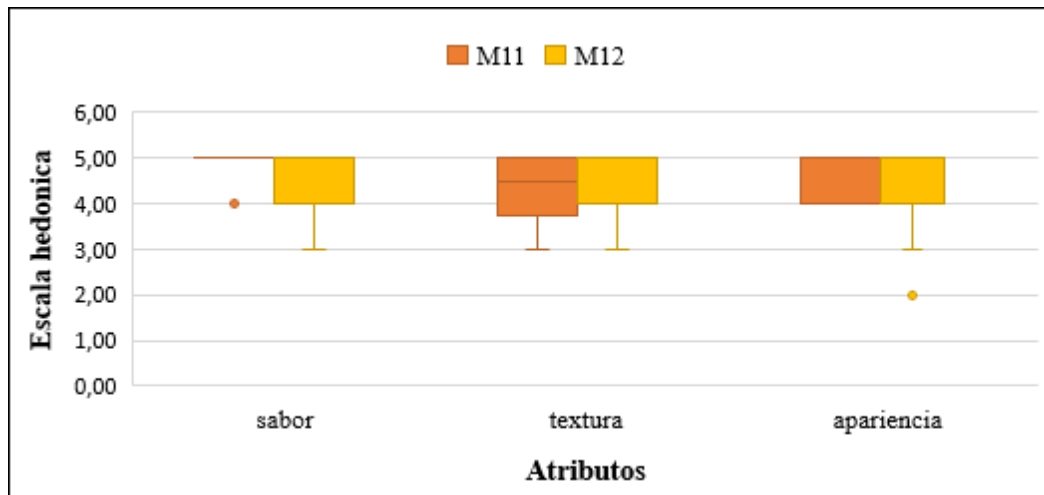
Fuente: Elaboracion propia

Figura 4.17: Variación porcentual de condimento y emulsificante

En la figura 4.17, se muestran las pruebas preliminares M11 y M12 de mortadela jamonada con variación porcentual de emulsificante y condimento; que fueron evaluadas sensorialmente con escala hedónica de cinco puntos en la que se valoraron los atributos; sabor, textura y apariencia; con 20 jueces no entrenados.

4.2.7.1 Estadístico de caja y bigote de muestras preliminares de mortadela jamonada con variación de condimento y emulsificante

En la figura 4.18, se muestra el estadístico caja y bigote de datos extraídos (Anexo C), para los atributos; sabor (tabla C.12.1), textura (tabla C.13.1) y apariencia (tabla C.14.1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.18: Caja y bigote con variación porcentual de condimento y emulsificante

Según la figura 4.18, se puede observar que los resultados en función de las medianas para los atributos: sabor 5,0 (M11), 4,0 (M12); textura 5,0 (M12), 4,5 (M11); y apariencia 5,0 (M11), 4,0 (M12). Así mismo, realizando el análisis estadístico de varianza se pudo evidenciar que no existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.2.7.2 Control de pH, acidez y humedad en función del porcentaje de condimento y emulsificante en las muestras preliminares

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos de pH, acidez (ácido láctico) y humedad en las pruebas preliminares de mortadela jamonada M11 y M12; con el fin de realizar un seguimiento en función al porcentaje de sal y condimento.

4.2.7.2.1 Control de pH en función del porcentaje de condimento y emulsificante en las muestras preliminares

En la tabla 4.17, se muestran los resultados obtenidos de pH en función al porcentaje de condimento y emulsificante para la elaboración de mortadela jamonada utilizando la técnica para realizar la medición del pH de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.1).

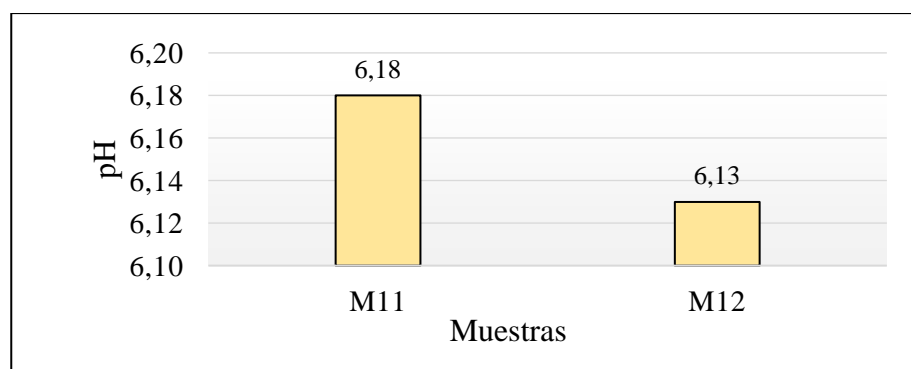
Tabla 4.17

Contenido de pH de las muestras preliminares en función del porcentaje de condimento y emulsificante

Muestras	M11	M12
pH	6,18	6,13

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.19, se muestra el control del pH en función al porcentaje de condimento y emulsificante en base a los datos de la tabla 4.17.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19: Control de pH de muestras preliminares en función del porcentaje de condimento y emulsificante

Según la figura 4.19, se puede observar que las muestras preliminares (M11) presentó mayor pH de (6,18), a comparación de la muestra M12 que presentó pH más bajo de (6,13).

4.2.7.2.2 Control de acidez (ácido láctico) en función del porcentaje de condimento y emulsificante en las muestras preliminares

En la tabla 4.18, se muestran los resultados obtenidos de acidez (ácido láctico) en función al porcentaje de condimento y emulsificante para la elaboración de mortadela jamonada utilizando la técnica para realizar la medición de la acidez de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.2).

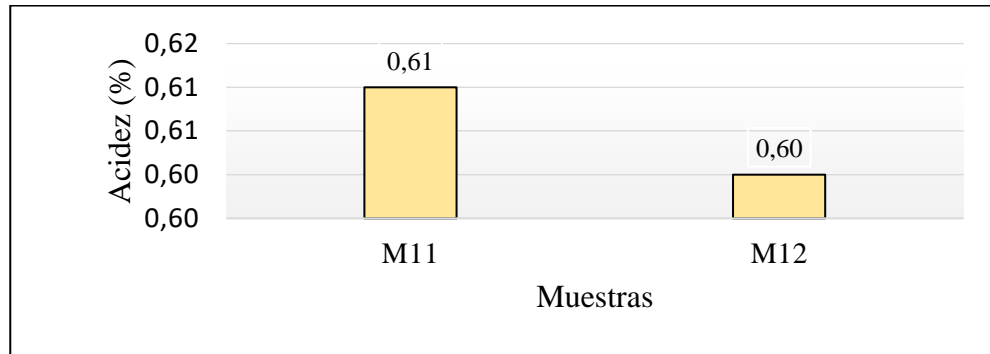
Tabla 4.18

Contenido de acidez de las muestras preliminares en función del porcentaje de condimento y emulsificante

Muestras	M11	M12
Acidez (%)	0,61	0,60

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.20, se muestra el control de acidez (ácido láctico) en función al porcentaje de condimento y emulsificante en base a los datos de la tabla 4.18.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20: Control de acidez de muestras preliminares en función del porcentaje de condimento y emulsificante

Según la figura 4.20, se puede observar que las pruebas preliminares no tienen mucha variación de acidez (ácido láctico), donde la muestra M11 presentó una acidez de (0,61 %) mientras que la muestra M12 presentó una acidez de (0,60 %).

4.2.7.2.3 Control de contenido de humedad en función del porcentaje de condimento y emulsificante en las muestras preliminares

En la tabla 4.19, se muestran los resultados obtenidos de humedad de las muestras preliminares de mortadela jamonada variando condimento y emulsificante, la técnica para realizar la medición de la humedad de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.3).

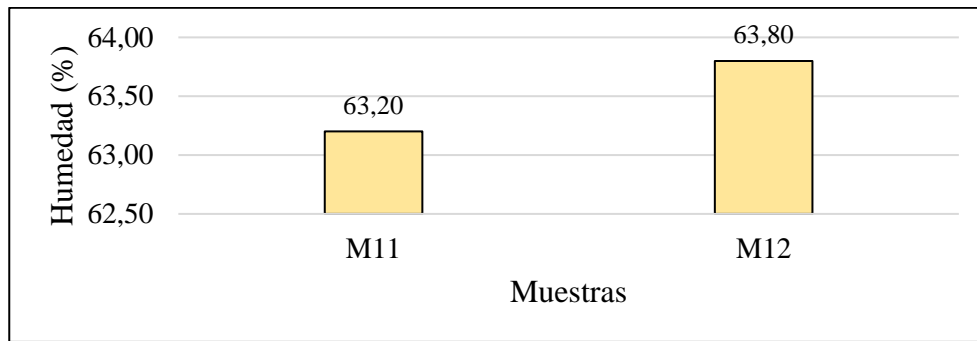
Tabla 4.19

Contenido de humedad de las muestras preliminares en función del porcentaje de condimento y emulsificante

Muestras	M11	M12
Humedad %	63,2	63,8

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.21, se muestra la gráfica de humedad en las pruebas preliminares variando condimento y emulsificante en base a los datos de la tabla 4.19.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21: Contenido de humedad de muestras preliminares en función del porcentaje de condimento y emulsificante

Según la figura 4,21, se puede observar que las pruebas preliminares; M12 presentó mayor contenido de humedad de (63,80 %), a comparación con la muestra M11 que presentó una humedad de (63,20 %).

Realizando el control de pH, acidez (ácido láctico) y humedad en las muestras y la evaluación sensorial, se tomaron en cuenta las muestras; M11 que presentó contenido de pH (6,18), acidez (ácido láctico) (0,61 %) y humedad de (63,20 %) y la muestra M12 que presentó contenido de pH (6,13), acidez (ácido láctico) (0,60 %) y humedad de (63,80 %).

4.2.8 Elección de la muestra ideal de mortadela jamonada

En base a las muestras M11 y M12, escogidas como se detalla en la figura 4.1, se procedió a realizar dos muestras como se muestra en la figura 4.22; (M13 y M14) con variación porcentual de condimento y emulsificante, con el fin de elegir la muestra ideal de mortadela jamonada.

Variación porcentual para determinar muestra ideal			
M13 %		M14 %	
Carne de cerdo	36,22	Carne de cerdo	35,97
Carne de vaca	17,97	Carne de vaca	17,98
Tocino	13,95	Tocino	13,85
Otros	31,86	Otros	32,20

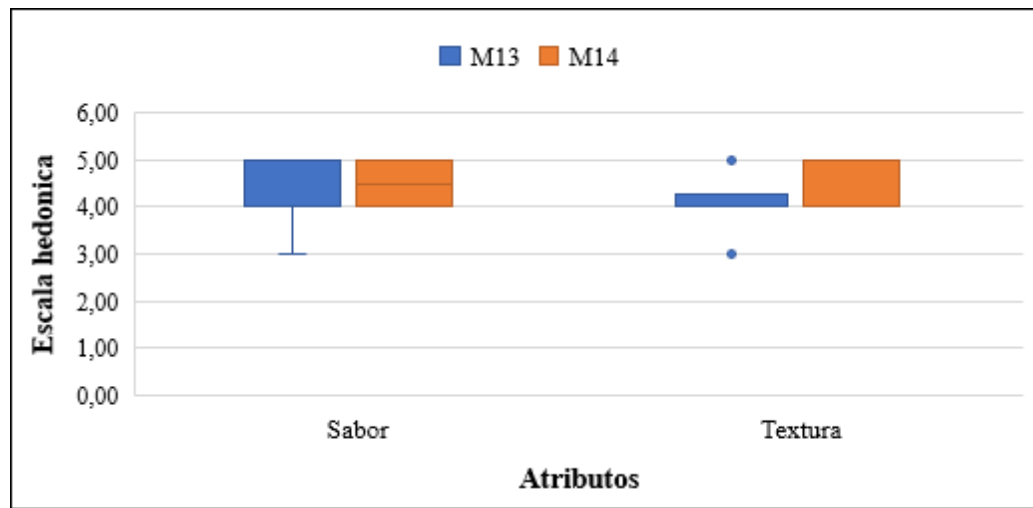
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22: Dosificación porcentual para determinar muestra ideal de mortadela jamonada

En base a las muestras (M13 y M14) de la figura 4.22, fueron evaluadas los atributos sensoriales sabor y textura, utilizando escala hedónica de cinco puntos con 20 jueces no entrenados.

4.2.8.1 Estadístico de caja y bigote para elegir muestra ideal de mortadela jamonada

En la figura 4.23, se muestra el estadístico caja y bigote de datos extraídos (Anexo C), para los atributos; sabor (tabla C.15.1) y textura (tabla C.16.1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23: Estadístico de caja y bigote para elegir la muestra ideal de mortadela jamonada

Según la figura 4.23, se puede observar que los resultados en función de las medianas para los atributos: sabor 4,5 (M14), 4,0 (M13) y textura 5,0 (M14), 4,0 (M13). Así mismo, realizando el análisis estadístico de varianza se pudo evidenciar que no existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.2.8.2 Control de pH, acidez y humedad en las muestras preliminares para elegir la muestra ideal de mortadela jamonada

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos de pH, acidez (ácido láctico) y humedad en las pruebas preliminares M13 y M14; con el fin de elegir la muestra ideal de mortadela jamonada.

4.2.8.2.1 Control de pH para elegir la muestra ideal de mortadela de jamonada

En la tabla 4.20, se muestran los resultados obtenidos de pH de las muestras de mortadela jamonada para elegir la muestra ideal, utilizando la técnica para realizar la medición del pH de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.1).

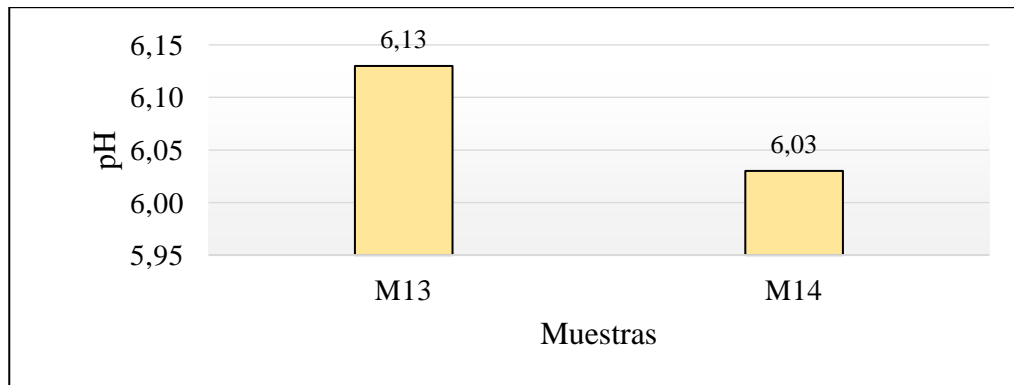
Tabla 4.20

Control de pH para muestra ideal de mortadela jamonada

Muestras	M13	M14
pH	6,13	6,03

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.24, se muestra el pH de las muestras de mortadela jamonada, para elegir la muestra ideal en base a los datos de la tabla 4.20.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.24: Control de pH en las muestras de mortadela jamonada para muestra ideal

Según la figura 4.24, se puede observar el pH de las muestras de mortadela jamonada para elegir la muestra ideal, donde la muestra M13 presentó un pH de (6,13) mientras que la muestra M14 presentó un pH más bajo de (6,03).

4.2.8.2.2 Control de acidez (ácido láctico) para elegir la muestra ideal de mortadela jamonada

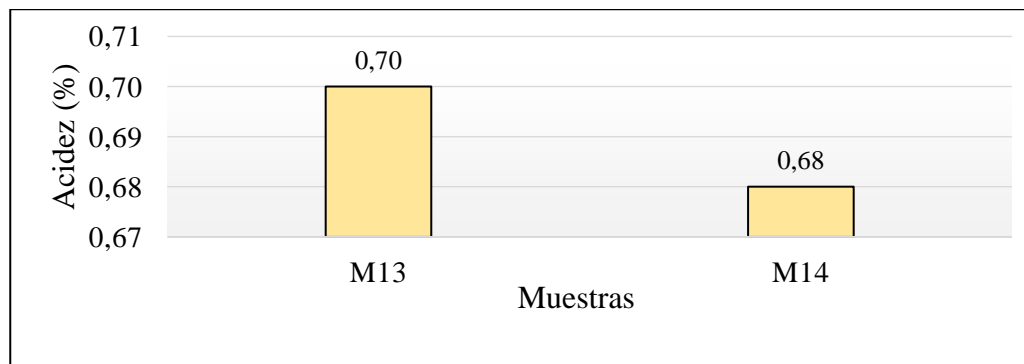
En la tabla 4.21, se muestran los resultados obtenidos de acidez (ácido láctico) de las muestras de mortadela jamonada para elegir la muestra ideal, utilizando la técnica para realizar la medición de la acidez de productos cárnicos detallada en el Anexo D.2.

Tabla 4.21***Control de acidez para muestras ideal de mortadela jamonada***

Muestras	M13	M14
Acidez (%)	0,70	0,68

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.25, se muestra la gráfica de acidez (ácido láctico) de las muestras de mortadela jamonada para elegir la muestra ideal en base a los datos de la tabla 4.21.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.25: Control de acidez en muestras de mortadela jamonada para muestra ideal

Según la figura 4.25, se puede observar la acidez (ácido láctico) de las muestras de mortadela jamonada para elegir la muestra ideal, donde la M13 presentó acidez de (0,70 %), mientras que la muestra M14 presentó acidez de (0,68%).

4.2.8.2.3 Control de contenido de humedad para elegir la muestra ideal de mortadela jamonada

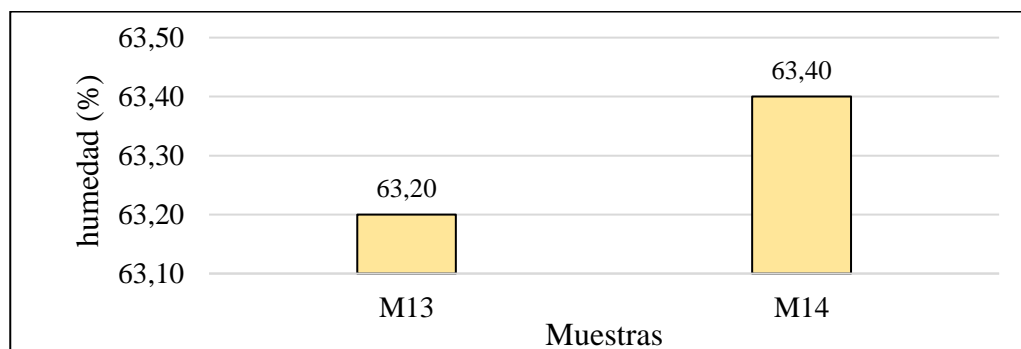
En la tabla 4.22, se muestran los resultados obtenidos de humedad de las muestras para elegir la muestra ideal de mortadela jamonada, la técnica para realizar la medición de la humedad de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.3).

Tabla 4.22***Contenido de humedad para muestras ideal de mortadela jamonada***

Muestras	M13	M14
Humedad %	63,2	63,4

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.26, se muestra la gráfica de humedad de las muestras de mortadela jamonada para elegir la muestra ideal en base a los datos de la tabla 4.22.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.26: Contenido de humedad en muestras de mortadela jamonada para muestra ideal

Según la figura 4.26, se puede observar la humedad de las muestras de mortadela jamonada para elegir la muestra ideal, donde la M13 presentó una humedad de (63,20 %), mientras que la muestra M14 presentó una humedad de (63,40 %).

Realizando el control de pH, acidez (ácido láctico) y humedad en las muestras de mortadela jamonada para elegir la muestra ideal, según el valor de cada parámetro de control y evaluación sensorial, se tomó en cuenta la muestra M14 que presentó contenido de pH (6,03), acidez (ácido láctico) (0,68 %) y humedad de (63,40 %).

4.3 Diseño factorial 2³ en el proceso de emulsificado de la mortadela jamonada

En base a la formulación de la muestra ideal M14, se procedió experimentalmente a realizar el diseño factorial 2³ (tabla 3.6) en la etapa de dosificación para elaborar mortadela jamonada en el cual se tomó como variables respuestas; pH, acidez (ácido láctico) y contenido de humedad.

4.3.1 Variable respuesta pH en la etapa de dosificación de la mortadela jamonada

Para aplicar el diseño experimental, se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de carne de cerdo (A), tocino (B), emulsificante (C) y como variable respuesta pH de la mortadela jamonada, para lo cual se utilizó el método de potenciometría, como se detalla en el (Anexo D.1).

En base al diseño experimental aplicando en la etapa de dosificación, se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta pH, (tabla 4.23). En el programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI.I) para Windows, los resultados obtenidos (Anexo E.1) del (Anexo E) se detallan a continuación:

Tabla 4.23

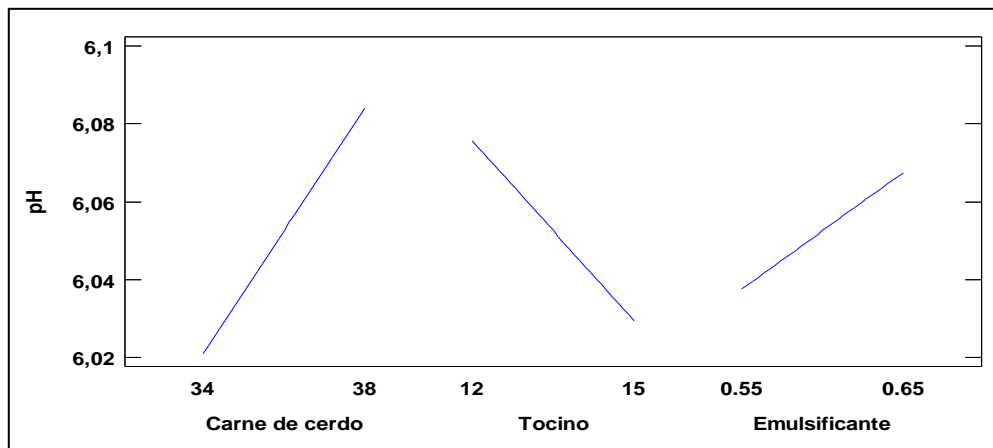
Análisis de variación en función de la variable respuesta pH

Fuente de varianza (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de libertad (Gl)	Cuadrado Medio (CM)	Fcal	Ftab
A: Cerdo	0,01587	1	0,01587	2,04	5,32
B: Tocino	0,00855	1	0,00855	1,10	5,32
C: Emulsificante	0,00360	1	0,00360	0,46	5,32
AB	0,00005	1	0,00005	0,01	5,32
AC	0,00025	1	0,00025	0,03	5,32
BC	0,00469	1	0,00469	0,60	5,32
ABC	0,00330	1	0,00330	0,43	5,32
Error total	0,06215	8	0,00776	-	-
Total	0,09849	15	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza (tabla 4.23), se observa que; para los factores (A, B, C) e interacciones (AB, AC, BC y ABC), no existe diferencia significativa ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por tanto, se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.27, Se muestra los efectos principales para pH de los factores: A (carne de cerdo), B (tocino) y C(emulsificante) con relación a la variable respuesta pH.

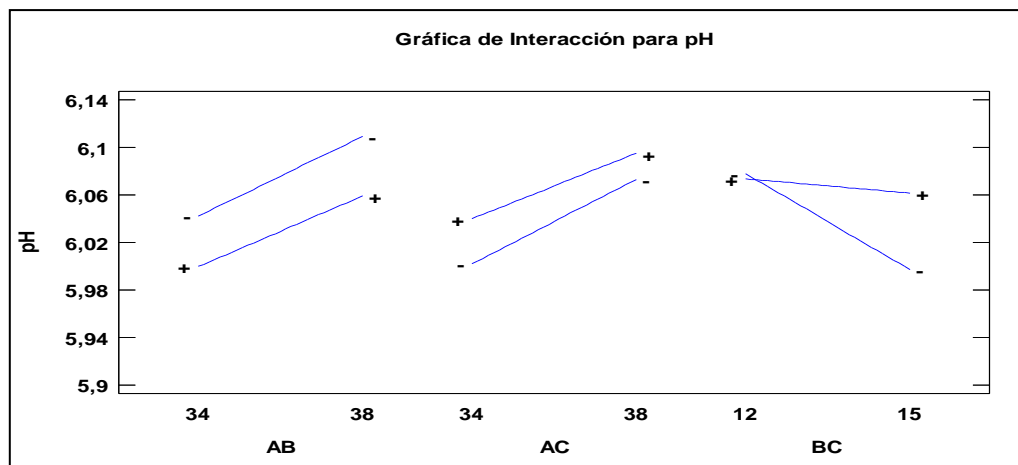


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.27: Efectos principales de la variable respuesta pH

Según la figura 4.27, se puede observar que los factores: carne de cerdo (34 - 38) %, tocino (12- 15) %, inciden significativamente en la variable pH cuando se encuentran en su nivel alto y bajo; mientras que el factor emulsificante (0,55 - 0,65) % no incide significativamente en el pH cuando se encuentra en su nivel alto y bajo.

En la figura 4.28, se muestra la interacción para los factores AB (carne de cerdo-tocino), AC (carne de cerdo-emulsificante), BC (tocino – emulsificante) (BC), en función a la variable respuesta pH.

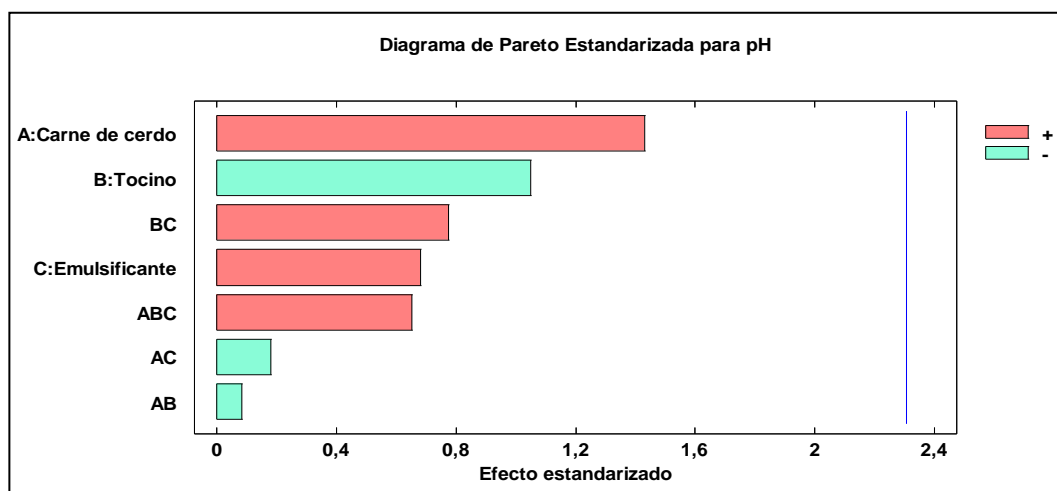


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.28: Interacción de factores de la variable respuesta pH

En la figura 4.28, se puede observar que las interacciones; carne de cerdo-tocino (AB), carne de cerdo-emulsificante (AC), estando en su nivel alto y bajo no son significativos, ya que los factores de las variables no interaccionan entre sí; mientras que la interacción tocino-emulsificante (BC), estando en el nivel alto y bajo es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí.

En la figura 4.29 Se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determina con la línea vertical de referencia con valor de 2,306, de tal manera si las barras graficas exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.29: Diagrama de Pareto estandarizada para pH

En la figura 4.29, se puede observar que tanto los factores A (carne de cerdo), B (tocino), C (emulsificante) e interacciones BC (tocino-emulsificante), ABC (carne de cerdo-tocino-emulsificante), AC (carne de cerdo-emulsificante), AB (carne de cerdo-tocino) no sobrepasan la línea vertical de referencia, por tanto, no son estadísticamente significativos para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.2 Variable respuesta acidez (ácido láctico) en la etapa de dosificación de la mortadela jamonada

Para aplicar el diseño experimental, se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de carne de cerdo (A), tocino (B), emulsificante (C) y

como variable respuesta acidez (ácido láctico) de la mortadela jamonada, para lo cual se utilizó el método de titulación, como se detalla en el (Anexo D.2).

En base al diseño experimental aplicando en la etapa de dosificación, se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta acidez (tabla 4.24) en el programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI.I) para Windows y los resultados obtenidos se detallan en el (Anexo E.2) del (Anexo E).

Tabla 4.24

Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez (ácido láctico)

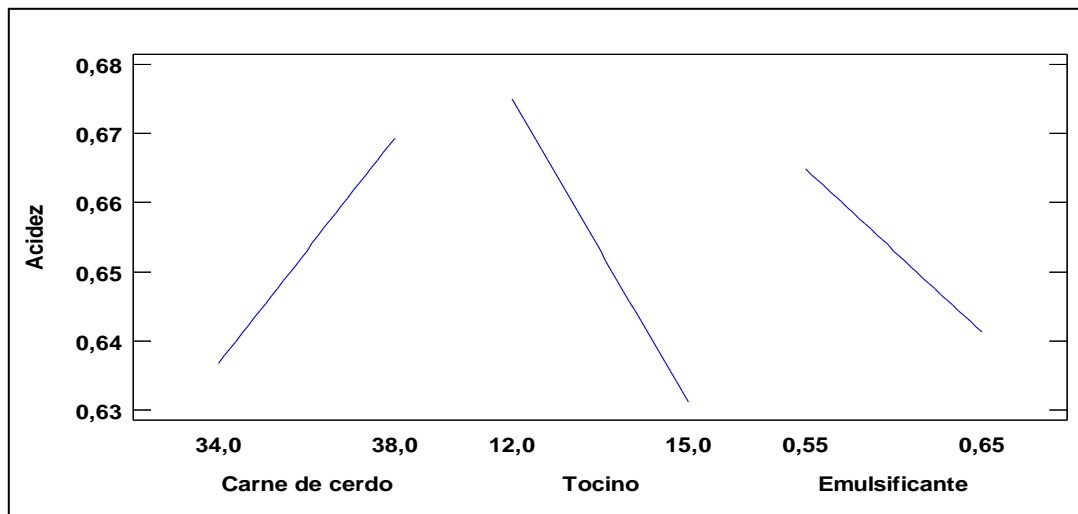
Fuente de varianza (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de libertad (Gl)	Cuadrado Medio (CM)	Fcal	Ftab
Factor A	0,000042	1	0,000042	8,67	5,32*
Factor B	0,000077	1	0,000077	15,68	5,32*
Factor C	0,000022	1	0,000022	4,55	5,32
Interacción AB	0,000002	1	0,000002	0,51	5,32
Interacción AC	5,0625E-8	1	5,0625E-8	0,01	5,32
Interacción BC	5,0625E-8	1	5,0625E-8	0,01	5,32
Interacción ABC	0,000002	1	0,000002	0,51	5,32
Error total	0,000039	8	0,000004	-	-
Total	0,000186	15	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

(*) significativo

Según el análisis de varianza (tabla 4.24), se puede observar que el factor: C e interacciones AB, AC, BC, ABC, no existe diferencia significativa; ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por tanto, se acepta la hipótesis planteada. Sin embargo, en los factores A y B existe diferencia significativa ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.30 se muestran los efectos principales para los factores; A (carne de cerdo), B (tocino), C (emulsificante) con relación a la variable respuesta acidez (ácido láctico).

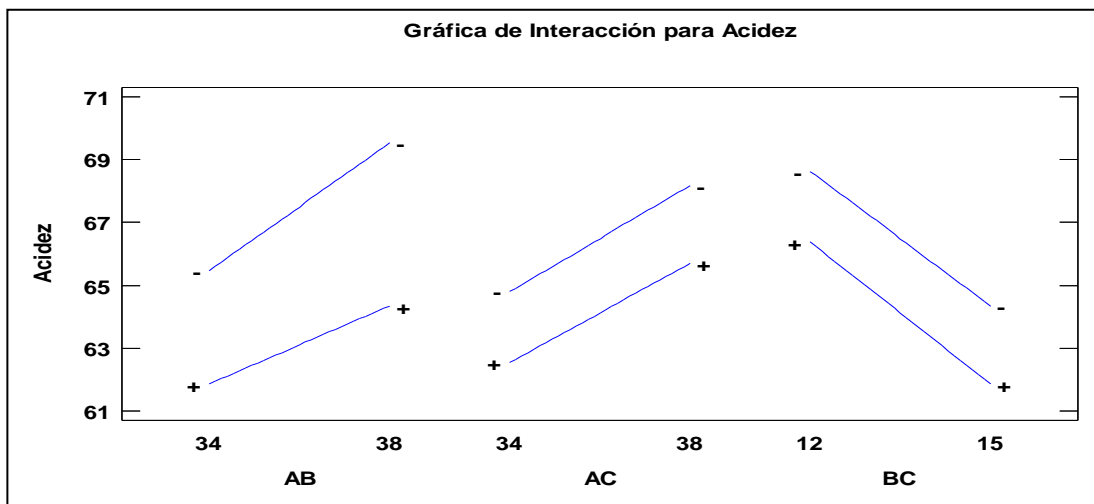


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.30: Efectos principales para la acidez (ácido láctico)

Según la figura 4.30, Se puede observar que los factores: carne de cerdo (34 - 38) %, tocino (12- 15) %, inciden significativamente en la variable acidez cuando se encuentran en su nivel alto y bajo; mientras que el factor emulsificante (0,55 - 0,65) % no incide significativamente en la acidez cuando se encuentra en su nivel alto y bajo.

En la figura 4.31 Se muestra la gráfica de interacciones carne de cerdo-tocino (AB), carne de cerdo-emulsificante (AC), tocino-emulsificante (BC), para la variable respuesta acidez.

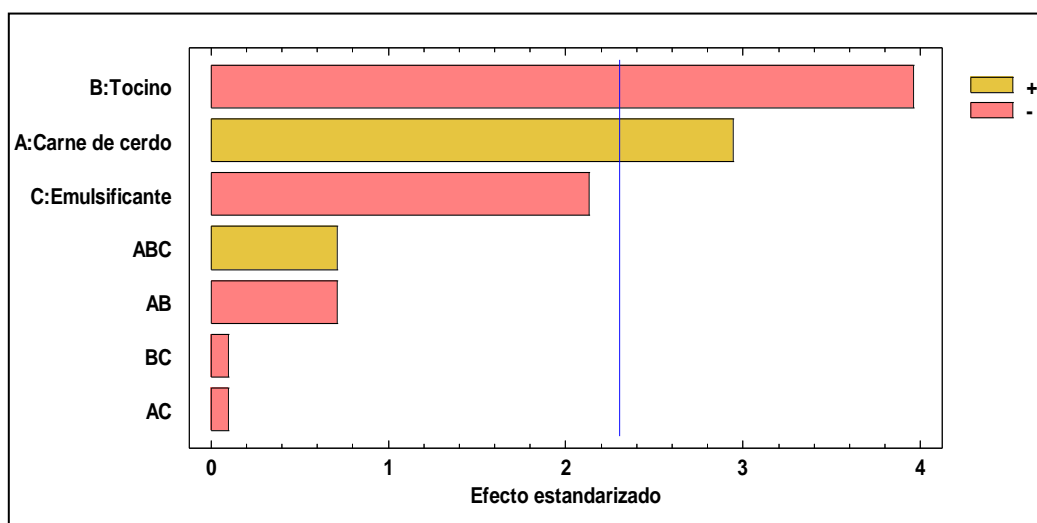


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.31: Interacciones de factores para acidez (ácido láctico)

En la figura 4.31, se puede observar que las interacciones; carne de cerdo-tocino (AB), carne de cerdo-emulsificante (AC) y tocino-emulsificante (BC), estando en su nivel alto y bajo no son significativas, ya que los factores de las variables no interaccionan entre sí.

En la figura 4.32, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determina con la línea vertical de referencia con valor de 2,306, de tal manera si las barras graficas exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia $\alpha= 0,05$.



Fuente: Elaboracion propia

Figura 4.32: Diagrama de Pareto estandarizada para la acidez (ácido láctico)

En la figura 4.32, se puede observar los factores: B (tocino), A (carne de cerdo), son estadísticamente significativos debido a que pasan la línea de referencia son estadísticamente significativos, el factor; C (emulsificante) e interacciones ABC (carne de cerdo-tocino-emulsificante) AB (carne de cerdo-tocino), BC (tocino-emulsificante), AC (carne de cerdo-emulsificante), no sobrepasan la línea de referencia, por tanto, no son estadísticamente significativos para un nivel de significancia $\alpha= 0,05$.

4.3.3 Variable respuesta de contenido de humedad en la etapa de dosificación de la mortadela jamonada

Para aplicar el diseño experimental, se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de carne de cerdo (A), tocino (B), emulsificante (C) y como variable respuesta humedad de la mortadela jamonada, para lo cual se utilizó el método de secado en estufa, como se detalla en el (Anexo D.3).

En base al diseño experimental aplicando en la etapa de dosificación, se realizó el análisis estadístico de la variable humedad (tabla 4.25) en el programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI.I) para Windows y los resultados obtenidos se detallan en el (Anexo E.3) del (Anexo E).

Tabla 4.25

Análisis de varianza en función a la variable respuesta contenido de humedad

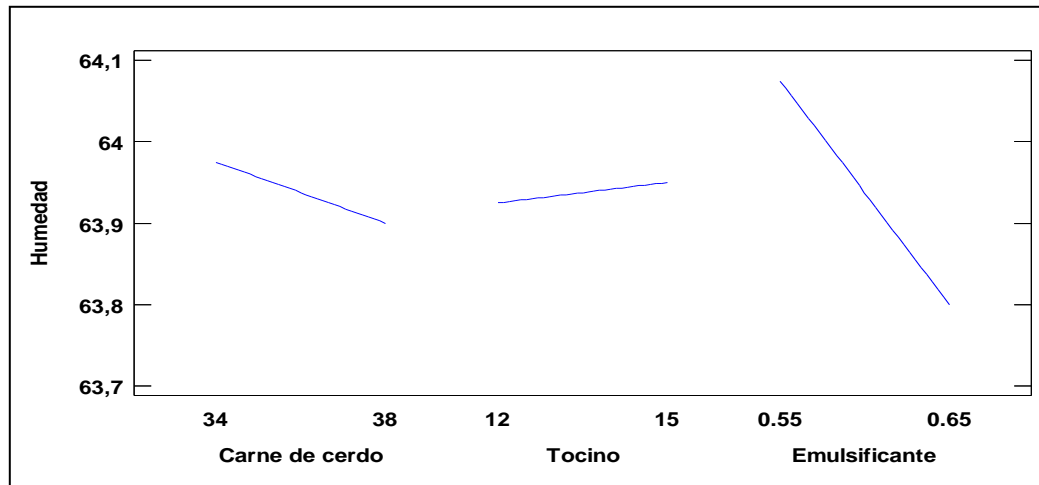
Fuente de variación (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	Fcal	Ftab
Factor A	0,0225	1	0,0225	0,36	5,32
Factor B	0,0025	1	0,0025	0,04	5,32
Factor C	0,3025	1	0,3025	4,84	5,32
Interacción AB	0,0225	1	0,0225	0,36	5,32
Interacción AC	1,8225	1	1,8225	29,16	5,32 *
Interacción BC	0,0225	1	0,0225	0,36	5,32
Interacción ABC	0,0025	1	0,0025	0,04	5,32
Error total	0,5000	8	0,0625	-	-
Total	2,6975	15	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

(*) significativo

Según el análisis de varianza (tabla 4.25), se puede observar que los factores A, B y C e interacciones AB, BC y ABC, no existe diferencia significativa; ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por tanto, se acepta la hipótesis planteada. Sin embargo, en la interacción AC existe diferencia significativa ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.33, se muestra los efectos principales para los factores A (carne de cerdo), B (tocino), C(emulsificante) con relación a la variable respuesta humedad.

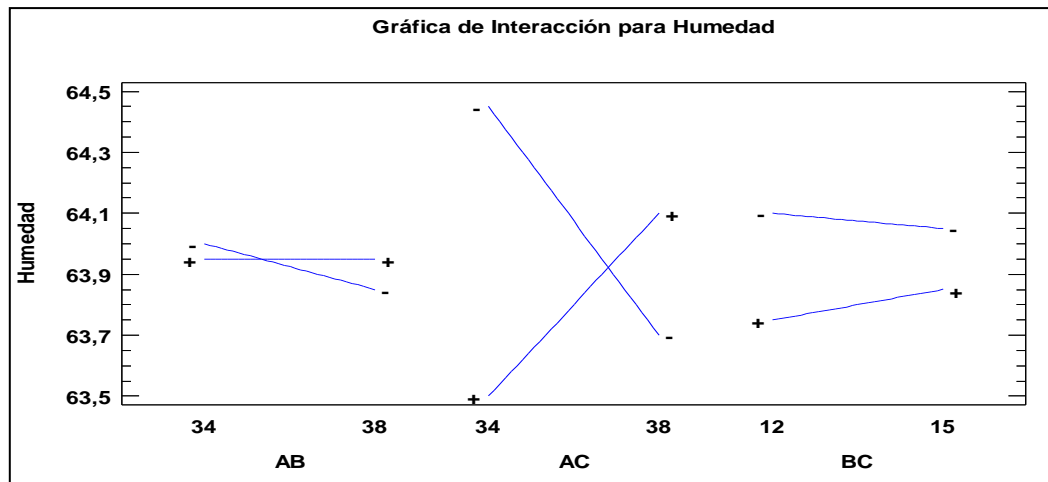


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.33: Efectos principales para el contenido de humedad

Según la figura 4.33, se puede observar que el factor emulsificante (0,55 – 0,65) incide significativamente en la humedad cuando se encuentra en su nivel alto y bajo, en cuanto a los factores carne de cerdo (34 – 38) %, tocino (12 – 15) no inciden significativamente en la humedad cuando se encuentra en su nivel alto y bajo.

En la figura 4.34, se muestra la gráfica de interacciones carne de cerdo-tocino (AB), carne de cerdo - emulsificante (AC), tocino - emulsificante (BC), para la variable respuesta humedad.

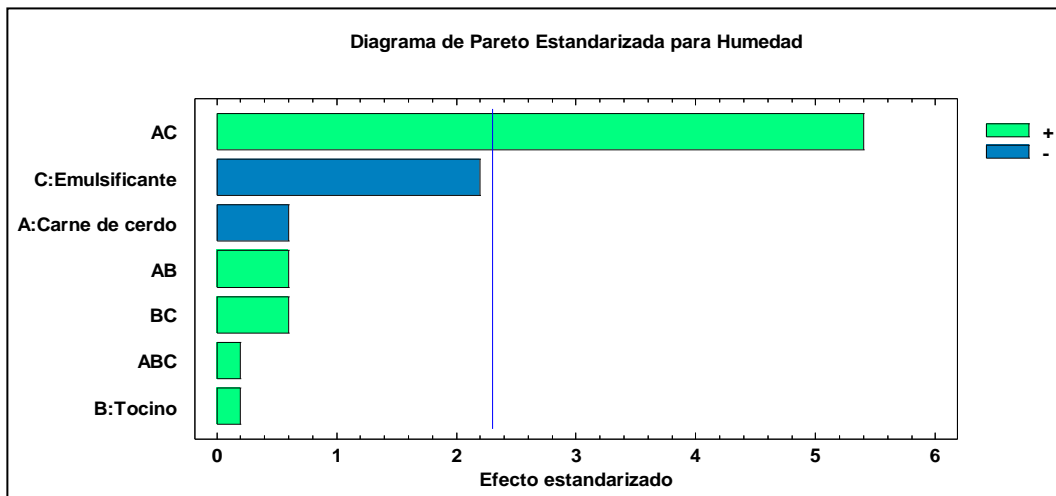


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.34: Interacciones de factores para el contenido de humedad

En la figura 4.34, se puede observar que la interacción carne de cerdo-tocino (AB), carne de cerdo-emulsificante (AC), estando en el nivel alto y bajo es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí. Sin embargo, en la interacción tocino-emulsificante (BC), estando en su nivel alto y bajo no son significativos, ya que los factores de las variables no interaccionan entre sí.

En la figura 4.35, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con la línea vertical de referencia con valor de 2,306, de tal manera si las barras graficadas exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia $\alpha=0,05$. Datos extraídos del anexo H.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.35: Diagrama de Pareto estandarizada para el contenido de humedad

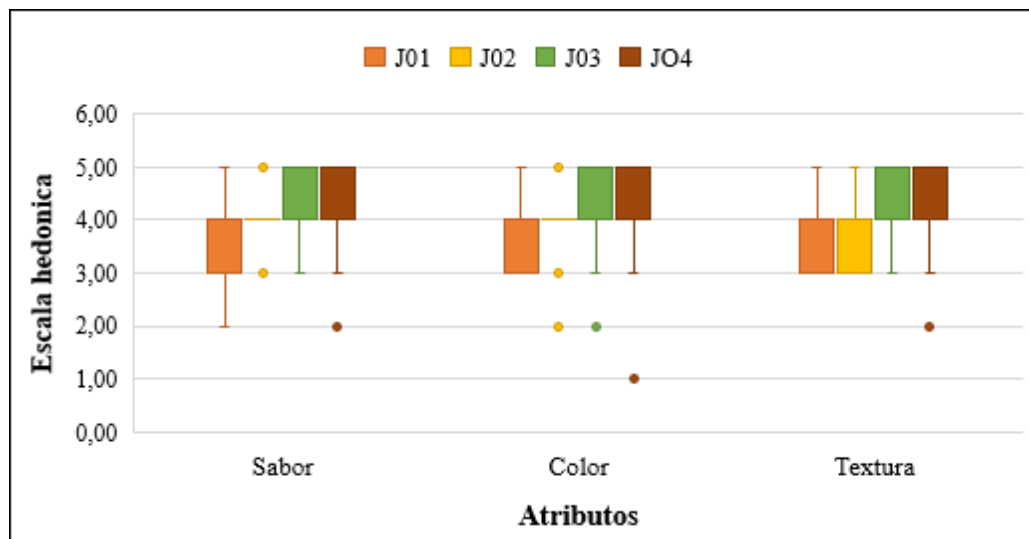
En la figura 4.35, Se puede observar los valores absolutos de los efectos estandarizados en forma decreciente; Donde los factores: carne de cerdo-emulsificante (AC), son estadísticamente significativos y los factores emulsificante (C), carne de cerdo (A) carne de cerdo-tocino (AB), tocino-emulsificante (BC), tocino (B), carne de cerdo-tocino emulsificante (ABC); no son estadísticamente significativos debido a que ninguna de las barras de los factores sobre pasa la línea vertical de referencia para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.3.4 Evaluación sensorial de muestras experimentales de mortadela jamonada

Para realizar la evaluación sensorial de las ocho muestras experimentales de mortadela tipo jamonada, se procedió a evaluar las muestras en función de la variable emulsificante (C) de su nivel alto y bajo. Con la finalidad de complementar el diseño experimental y corroborar los efectos de los factores tomados en cuenta; así mismo, obtener la muestra final de mortadela tipo jamonada.

4.3.4.1 Estadístico de caja y bigote para el emulsificante del diseño experimental en el nivel inferior

La figura 4.36, muestra los estadísticos de caja y bigote de datos extraídos (Anexo C), para atributo sabor (tabla C.17.1), textura (tabla C.18.1) y color (tabla C.19.1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.36: Estadístico de caja y bigote para atributos en el diseño experimental nivel inferior

Según la figura 4.36, se puede observar los resultados en función de las medianas para los atributos de las muestras evaluadas; sabor 4,0 (J01 y J02), 4,5 (J03 y J04); textura 4,0 (J01, J02, J03 y J04) y color 4,0 (J01, J02, J03 y J04) Así mismo, se realizó el análisis estadístico de varianza en donde se pudo evidenciar que si existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.3.4.1.1 Estadístico de Tukey para el atributo sabor en el nivel inferior

En la tabla 4.26, se muestran los resultados del análisis estadístico de tukey de datos extraídos del anexo C. (tabla C.17.4) para el atributo sabor.

Tabla 4.26

Estadístico Tukey para el atributo sabor en el nivel inferior

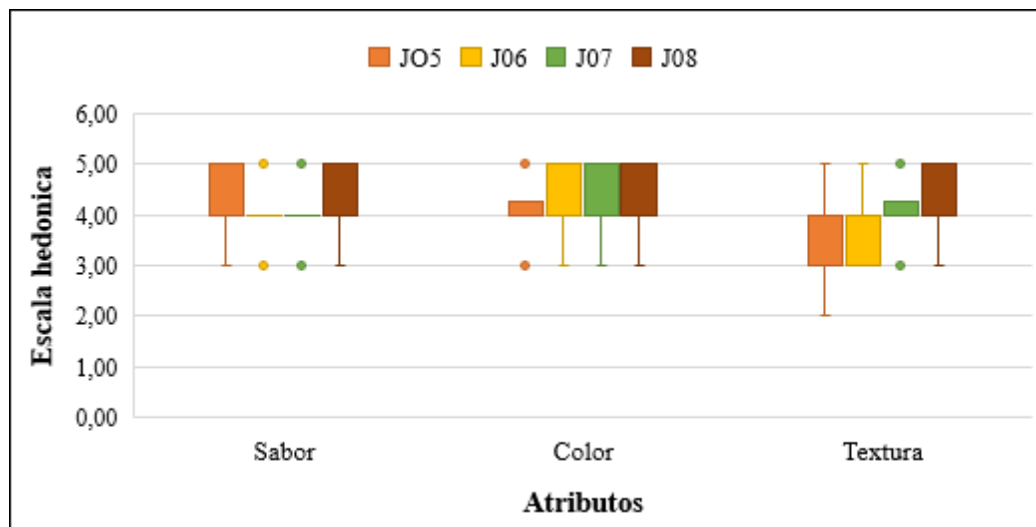
Tratamiento	Diferencia	DMS	Significancia
J04-J03	4,5 - 4,40	0,10 < 0,47	No hay significancia
J04-J02	4,5 - 4,20	0,30 < 0,47	No hay significancia
J04-J01	4,5 - 3,95	0,55 > 0,47	Si hay significancia
J03-J02	4,4 - 4,20	0,20 < 0,47	No hay significancia
J03-J01	4,4 - 3,95	0,45 < 0,47	No hay significancia
J02-J01	4,2 - 3,95	0,25 < 0,47	No hay significancia

Fuente: Elaboracion propia

En la tabla 4.26, se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos J04-J01. Sin embargo, para los tratamientos J04-J03, J04-J02, J03-J02, J03-J01, J02-J01, no existe diferencia estadística para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.3.4.2 Estadístico de caja y bigote para el emulsificante del diseño experimental en el nivel superior

En la figura 4.37, se muestra los estadísticos de caja y bigote de datos extraídos del (Anexo C), para atributo sabor (tabla C.20.1), color (tabla C.21.1) y textura (tabla C.22.1).



Fuente: Elaboracion propia

Figura 4.37: Estadístico de caja y bigote para atributos en el diseño experimental nivel superior

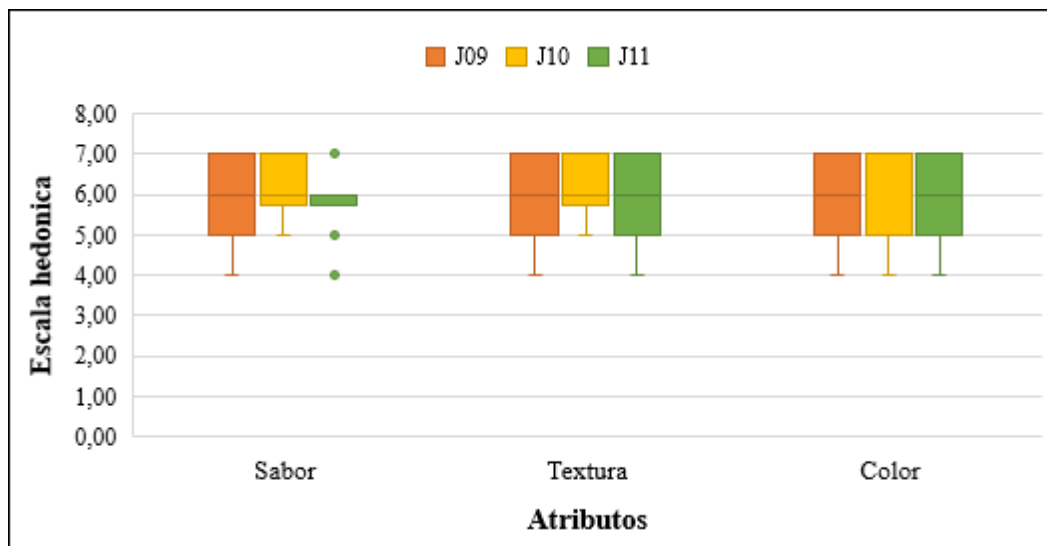
Según la figura 4.37, se puede observar que los resultados en función de las medianas en los atributos; (4,0) sabor, color y textura en las muestras J05, J06, J07 y J08. Así mismo, se realizó el análisis estadístico de varianza en donde se pudo evidenciar que no existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.4 Evaluación sensorial para elegir la muestra final de mortadela jamonada

Para elegir la muestra final se hizo una evaluación sensorial con escala hedónica de siete puntos, donde se evaluaron la muestra ideal (M14) y dos muestras del diseño experimental (J02 y J06) como se puede ver en la figura 4.1.

4.4.1 Estadístico de caja y bigote para elegir la muestra final de mortadela jamonada

En la figura 4.38, se muestra los estadísticos de caja y bigote de datos extraídos (Anexo C), para atributo sabor (tabla C.23.1), textura (tabla C.24.1) y color (tabla C.25.1).



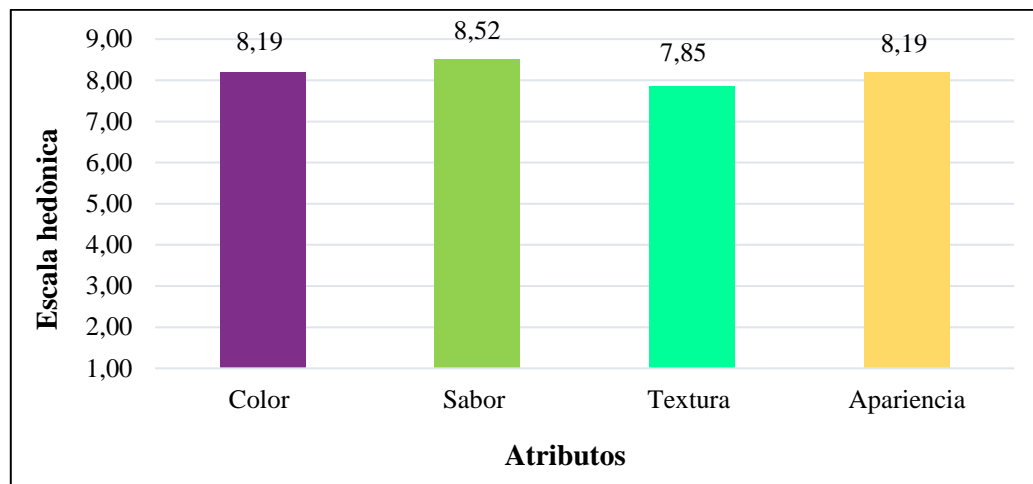
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.38: Estadístico de caja y bigote para elegir la muestra final de mortadela jamonada

Según la figura 4.38, se puede observar los resultados en función de las medianas para los atributos de las muestras evaluadas; sabor y textura 6,0 (J09, J10 y J11), y color 7,0 (J11), 6,0 (J09 y J11). Así mismo, se realizó el análisis estadístico de varianza en donde se pudo evidenciar que si existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.5 Análisis de varianza del producto terminado de mortadela jamonada

En la figura 4.39, se muestra los atributos extraídos de los valores promedio del (anexo C), para atributos color, aroma, sabor y textura (tabla C.26.1) de la muestra evaluada (MJ). Para llevar a cabo dicha valoración, se hizo uso de un test de escala hedónica (1-9), con el objetivo de analizar la muestra final.



Fuente: Elaboracion propia

Figura 4.39: Análisis de varianza del producto terminado de mortadela jamonada

Según la figura 4.39, se puede observar los valores promedio en función a los atributos de la muestra evaluada color (8,19), sabor (8,52), textura (7,85) y apariencia (8,19). Así mismo se realizó el análisis estadístico de varianza en donde se pudo evidenciar que si existe diferencia estadística entre los atributos para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.5.1 Estadístico de Tukey para los atributos de mortadela jamonada

En la tabla 4.27, se muestran los resultados del análisis estadístico de las pruebas de tukey para los atributos tomados en cuenta de datos extraídos del Anexo C (tabla C.26.4).

Tabla 4.27

Estadístico Tukey para los atributos

Tratamiento	Diferencia	DMS	Significancia
Sabor-color	0,33	< 0,46	No hay significancia
Sabor-apariencia	0,33	< 0,46	No hay significancia
Sabor-textura	0,67	> 0,46	Si hay significancia
Color-apariencia	0,00	< 0,46	No hay significancia
Color-textura	0,34	< 0,46	No hay significancia
Apariencia-textura	0,34	< 0,46	No hay significancia

Fuente: Elaboracion propia

En la tabla 4.27 se observa que existe diferencia estadística entre los atributos sabor-textura. Sin embargo, para los atributos sabor-color, sabor-apariencia, color-apariencia, color-textura, apariencia-textura, no existe diferencia estadística para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.6 Análisis fisicoquímico de la masa cárnica en la elaboración de mortadela jamonada

En la tabla 4.28 se detallan los resultados del control de la masa cárnica, donde se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos; pH, acidez (ácido láctico) y contenido de humedad, realizados en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA).

Tabla 4.28

Control fisicoquímico de la masa cárnica en la elaboración de mortadela jamonada

Control	pH	Acidez (%)	Humedad (%)
Mezcla de masa cárnica del emulsificado	6,032	0,837	62,5
Masa cárnica en maduración	6,082	0,783	59,4

Fuente: Elaboracion propia

En la tabla 4.28 se puede observar los resultados del control fisicoquímico de la masa cárnica en la elaboración. La mezcla de la masa cárnica presenta un pH de 6,032, acidez de 0,837% y contenido de humedad del 62,5%; mientras que en la masa cárnica en maduración presenta un pH de 6,082, acidez de 0,783 y contenido de humedad del 59,4%.

4.7 Caracterización del producto final de mortadela jamonada

En la caracterización del producto terminado mortadela jamonada, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la mortadela jamonada.

4.7.1 Análisis fisicoquímico de la mortadela jamonada

En la tabla 4.29 se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la mortadela jamonada de datos extraídos del (anexo A).

Tabla 4.29

Análisis fisicoquímico de la mortadela jamonada

Parámetros	Unidad	Resultado
Ceniza	%	3,34
Fibra	%	n.d
Grasa	%	13,70
Hidratos de carbono	%	2,87
Humedad	%	64,73
Proteína total (Nx6,25)	%	7,23
Acidez (ácido láctico)	%	1,47
pH (20°C)	-	6,43
Nitritos	ppm	123,40
Valor energético	Kcal/100 g	200,70

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.29, se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico de la mortadela jamonada, presenta; ceniza 3,34 %, fibra n.d, grasa 13,7 %, hidratos de carbono 2,87 %, humedad 64,73 %, proteína total (Nx6,25) 7,23 %, acidez (ácido láctico) 1,47 %, pH 6,43, nitritos 123,4 ppm y valor energético 200,70 Kcal/100 g.

4.7.2 Análisis microbiológico de mortadela jamonada

En la tabla 4.30, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la mortadela jamonada de datos extraídos del (Anexo A).

Tabla 4.30

Análisis microbiológico de mortadela jamonada

Microorganismos	Unidad	Resultado
Escherichia coli	UFC/100 g	< 1,0 x 10 ¹
Mohos y levaduras	UFC/100 g	< 1,0 x 10 ¹
Staphylococcus aureus	UFC/100 g	< 1,0 x 10 ¹

Fuente: CEANID,2022

En la tabla 4.30, se puede observar los análisis microbiológicos de la mortadela jamonada que presenta: Escherichia coli < 1,0 x 10¹ UFC/100 g, Mohos y levaduras < 1,0 x 10¹ UFC/100 g y Staphylococcus aureus < 1,0 x 10¹ UFC/100 g.

4.8 Control de pH, acidez y contenido de humedad en la muestra final de la mortadela jamonada durante el almacenamiento

Para llevar a cabo el control de pH, acidez (ácido láctico) y contenido de humedad durante el almacenamiento, se elaboraron dos muestras con la misma formulación en base a la muestra final (J10); la muestra (M1) con conservante y la muestra (M2) sin conservante, para lo cual, se realizó el control de pH, acidez y contenido de humedad en las muestras exceptuando feriados y fines de semana.

4.8.1 Control de pH en mortadela jamonada durante el almacenamiento

En la tabla 4.31, se muestran los resultados obtenidos de la variación de pH de las muestras de mortadela jamonada con conservante (M1) y sin conservante (M2); en función al tiempo de almacenamiento realizado durante 30 días, haciendo el control respectivo para lo cual, se utilizó el método de potenciometría, como se detalla en el anexo (Anexo D.1).

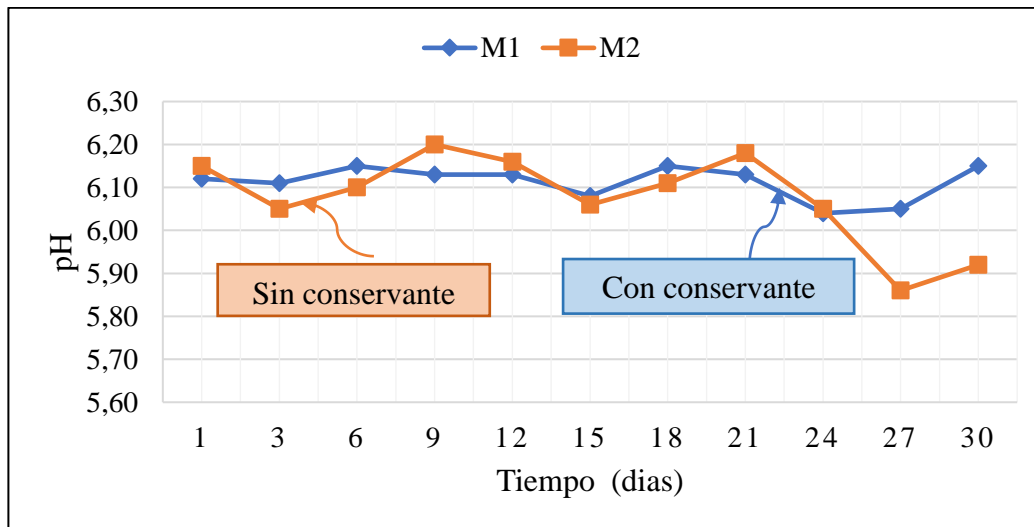
Tabla 4.31

Variación de pH en el almacenamiento

Tiempo (días)	Muestras	
	M1	M2
1	6,12	6,15
3	6,11	6,05
6	6,15	6,10
9	6,13	6,20
12	6,13	6,16
15	6,08	6,06
18	6,15	6,11
21	6,13	6,18
24	6,04	6,05
27	6,05	5,86
30	6,15	5,92

Fuente: Elaboracion propia

En la figura 4.40, se muestra el control de pH en la mortadela jamonada durante el almacenamiento de 30 días, en base a los datos de la tabla 4.31.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.40: Control de pH en mortadela jamonada durante el almacenamiento

En la figura 4.40, se observa que la muestra M1 con conservante el día 1 presenta un pH de 6,12, asciende en el día 6 con un pH de 6,15 donde desciende hasta el día 15 con un pH de 6,08 en el día 18 asciende a un pH de 6,15, donde asciende hasta el día 24 y el día 30 presenta un pH de 6,15. Así mismo, la muestra M2 sin conservante en el día 1 presenta un pH de 6,15 desciende en el día 3 con un pH de 6,05 donde asciende hasta el día 9 y el día 15 desciende hasta un pH de 6,06, asciende hasta el día 21 y el día 27 desciende a un pH de 5,86 en el día 30 presenta un pH de 5,92. Por tal motivo, se procedió a elegir la muestra M1 con conservante ya que la misma presenta menos variación de pH de inicio 6,12 y final 6,15.

4.8.2 Control de acidez (ácido láctico) en mortadela jamonada durante el almacenamiento

En la tabla 4.32, se muestran los resultados obtenidos de la variación de acidez (ácido láctico) de las muestras de mortadela jamonada con conservante (M1) y sin conservante (M2); en función al tiempo de almacenamiento realizado durante 30 días, haciendo el control respectivo para lo cual, se utilizó el método de titulación, como se detalla en el anexo (Anexo D.2).

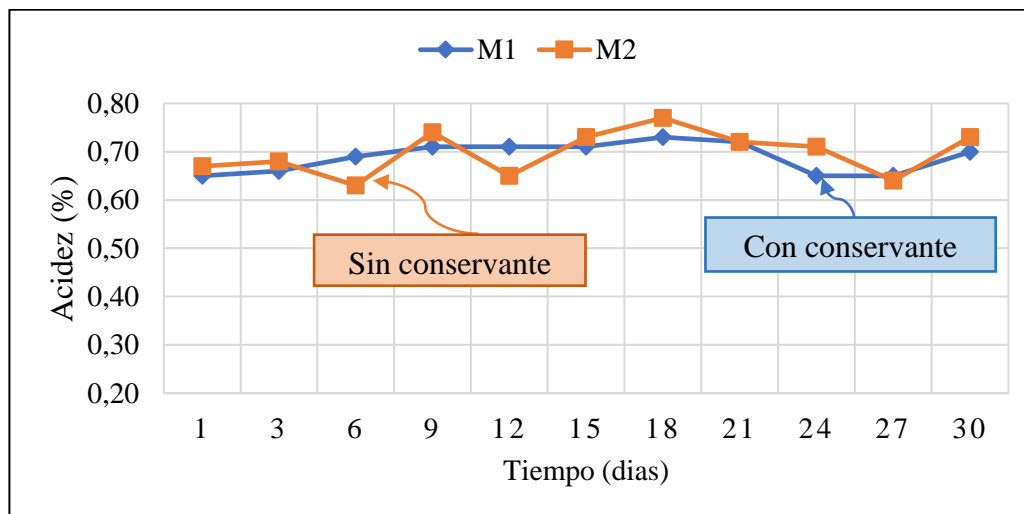
Tabla 4.32

Variación de acidez (ácido láctico) en el almacenamiento

Tiempo (días)	Muestras	
	M1	M2
1	0,65	0,67
3	0,66	0,68
6	0,69	0,63
9	0,71	0,74
12	0,71	0,69
15	0,71	0,73
18	0,73	0,77
21	0,72	0,72
24	0,65	0,71
27	0,65	0,64
30	0,70	0,73

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.41, se muestra el control de acidez (ácido láctico) en la mortadela jamonada durante el almacenamiento de 30 días, en base a los datos de la tabla 4.32.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.41: Control de acidez (ácido láctico) en mortadela jamonada durante el almacenamiento

En la figura 4.41, se observa que la muestra M1 con conservante para el día 1 presenta una acidez de 0,65 para el día 6 presenta una acidez de 0,69 donde asciende levemente hasta el día 18 presenta una acidez de 0,73 asciende hasta el día 27 y el día 30 presenta una acidez de 0,70. Así mismo, la muestra M2 sin conservante para el día 1 presenta

una acidez de 0,67 para el día 6 donde asciende hasta el día 9 nuevamente asciende en el día 12 donde asciende levemente hasta el día 18 presenta una acidez de 0,77 asciende hasta el día 27 y en el día 30 presenta una acidez de 0,73. Por tal motivo, se procedió a elegir la muestra M1 con conservante ya que la misma presenta menos variación de acidez, presenta una acidez estable.

4.8.3 Control del contenido de humedad en mortadela jamonada en el almacenamiento

En la tabla 4.33, se muestran los resultados obtenidos de la variación de humedad de las muestras de mortadela jamonada con conservante (M1) y sin conservante (M2); en función al tiempo de almacenamiento durante 30 días, haciendo el control respectivo para lo cual, se utilizó el método de secado en estufa, como se detalla en el anexo (Anexo D.3).

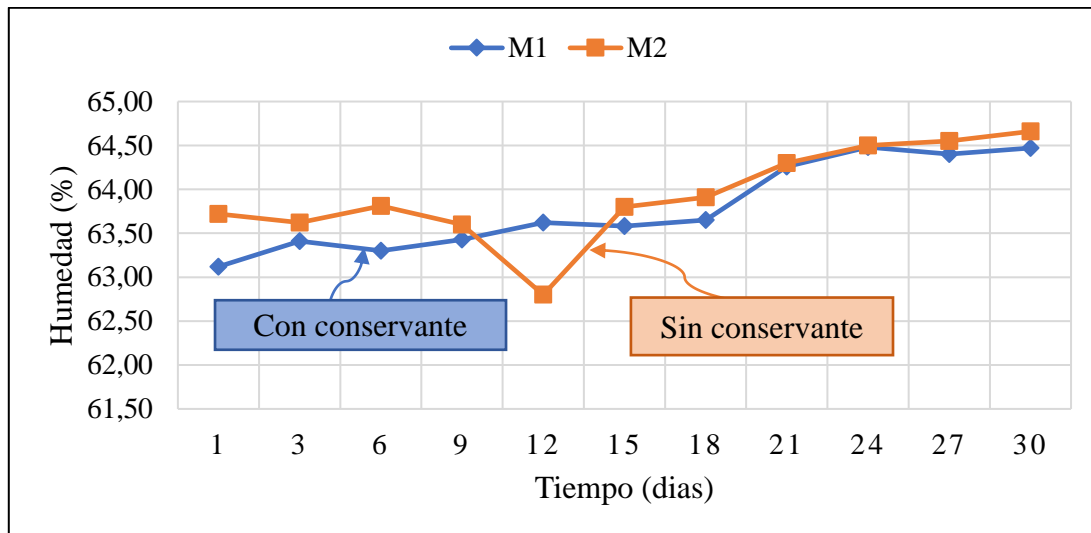
Tabla 4.33

Variación de humedad en el almacenamiento

Tiempo (días)	Muestras	
	M1	M2
1	63,12	63,72
3	63,41	63,62
6	63,30	63,81
9	63,43	63,60
12	63,62	62,80
15	63,58	63,80
18	63,65	63,91
21	64,26	64,30
24	64,48	64,50
27	64,40	64,55
30	64,47	64,66

Fuente: Elaboracion propia

En la figura 4.42, se muestra el control de humedad en la mortadela jamonada durante el almacenamiento de 30 días, en base a los datos de la tabla 4.33.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.42: Control de contenido de humedad en mortadela jamonada durante el almacenamiento

En la figura 4.42, se observa que la muestra M1 con conservante para el día 1 presenta una humedad de 63,12% ascendiendo el día 3 con una humedad de 63,41 % para el día 12 presenta un leve ascenso hasta el día 18 con una humedad de 63,65 % donde asciende hasta el día 24 y en el día 30 presenta una humedad de 64,47 %. Así mismo, la muestra M2 sin conservante en el día 1 presenta una humedad de 63,72% asciende en el día 6 con una humedad de 63,81 % desciende hasta el día 12 con una humedad de 62,80 % y para el día 30 presenta una humedad de 64,66 %. Por tal motivo, se procedió a elegir la muestra M1 con conservante ya que la misma presenta menos variación de humedad.

4.9 Control microbiológico de la mortadela jamonada durante el almacenamiento

Para llevar a cabo el control microbiológico durante el almacenamiento, en base a la muestra final de mortadela jamonada (J10) se elaboraron dos réplicas de muestra con la misma formulación; (M1) con sorbato de potasio y (M2) sin conservante, para lo cual, se realizó el control microbiológico de ambas muestras en el día 30.

4.9.1 Control microbiológico en la mortadela jamonada con conservante

En la tabla 4.34, se detallan los resultados (M1) obtenidos del control de análisis microbiológico de mortadela jamonada durante el almacenamiento de datos extraídos de (Anexo A).

Tabla 4.34

Control microbiológico en la mortadela jamonada con conservante

Microorganismos	Unidad	Resultado
Escherichia coli	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$
Mohos y levaduras	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.34, se puede observar los resultados del análisis microbiológico de la mortadela jamonada durante el almacenamiento presenta: *Escherichia coli* $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g y mohos y levaduras $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g. No se observa desarrollo de colonias.

4.9.2 Control microbiológico en la mortadela jamonada sin conservante

En la tabla 4.35, se detallan los resultados (M2) obtenidos del control de análisis microbiológico de mortadela jamonada durante el almacenamiento de datos extraídos de (Anexo A).

Tabla 4.35

Control microbiológico en la mortadela jamonada sin conservante

Microorganismos	Unidad	Resultado
Escherichia coli	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$
Mohos y levaduras	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$

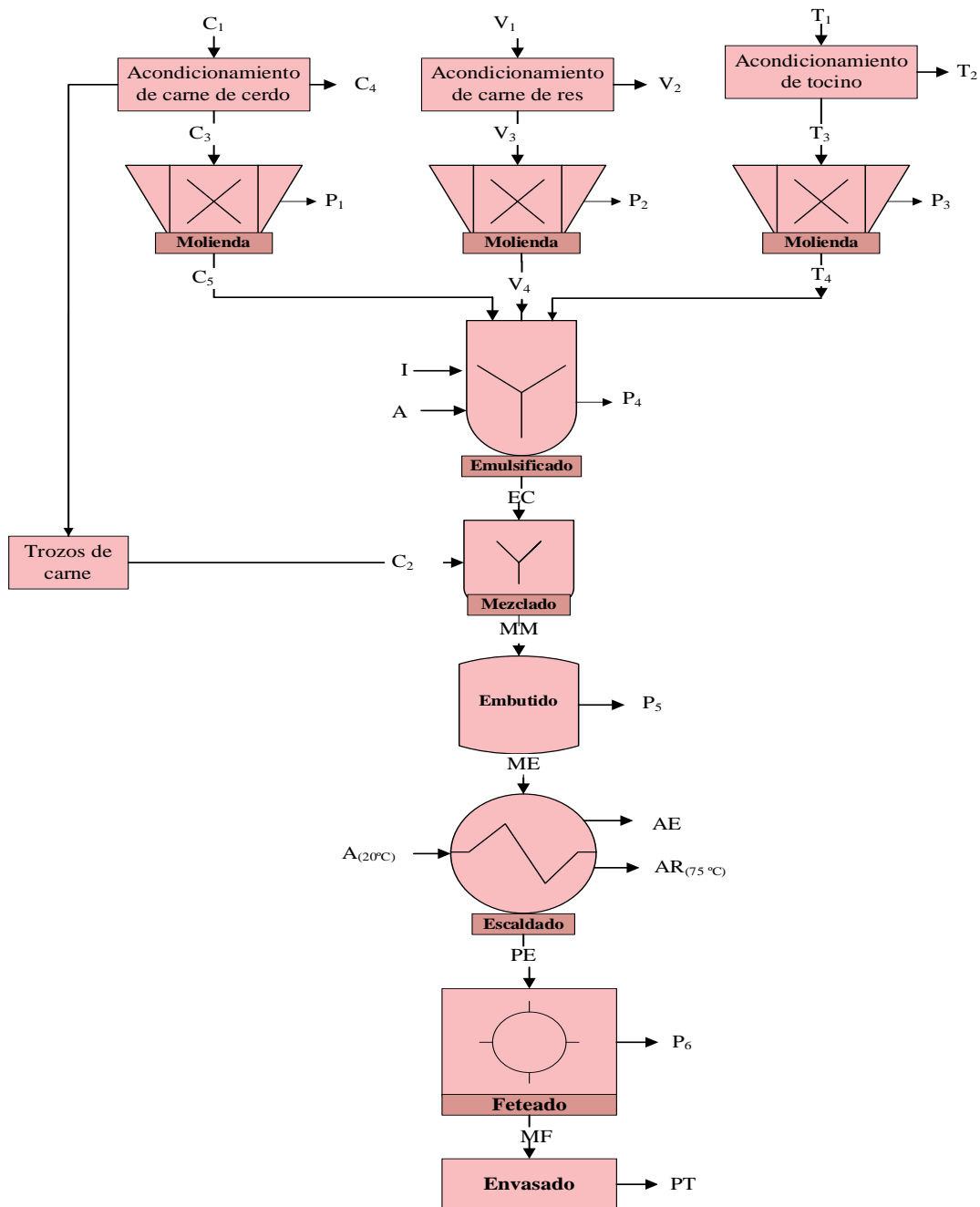
Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.35, se puede observar los resultados del análisis microbiológico de la mortadela jamonada durante el almacenamiento que presenta: *Escherichia coli* $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g y mohos y levaduras $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g. No se observa desarrollo de colonias.

Realizado el control del tiempo de almacenamiento de la mortadela jamonada, se llegó a la conclusión que la muestra (M1) con conservante tiene una durabilidad de 30 días en condiciones de almacenamiento a una temperatura entre (5-7) °C.

4.10 Balance de materia en el proceso de elaboración de mortadela jamonada

El balance de materia del proceso de elaboración de mortadela jamonada, se realizó para una base de cálculo de 1020 g de carnes, y para su resolución se realizó de acuerdo al diagrama de flujo de la figura 4.43.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.43: Balance general para la elaboración de mortadela jamonada

Dónde:

C_1 = Carne de cerdo (g)

$X_{C_1}^{PC}$ = Porción comestible carne de cerdo

$X_{C_1}^{PNC}$ = Porción no comestible carne de cerdo

C_4 = Despojos de carne de cerdo (g)

C_2 = Trozos de carne de cerdo (g)

$X_{C_2}^{PC}$ = Porción comestible de tozos de carne de cerdo

$X_{C_2}^{PNC}$ = Porción no comestible de trozos de carne de cerdo

C_3 = Carne de cerdo acondicionada

$X_{C_3}^{PC}$ = Porción comestible de carne de cerdo acondicionada

$X_{C_3}^{PNC}$ = Porción no comestible de carne de cerdo acondicionada

$X_{C_4}^{PC}$ = Porción comestible de despojos

$X_{C_4}^{PNC}$ = Porción no comestible de despojos

C_5 = Carne de cerdo molida (g)

P_1 = Pérdida de cerdo en molienda (g)

V_1 = Carne de vaca (g)

$X_{V_1}^{PC}$ = Porción comestible carne de vaca

$X_{V_1}^{PNC}$ = porción no comestible carne de vaca

V_3 = Carne de vaca acondicionada (g)

$X_{V_3}^{PC}$ = Porción comestible de carne de vaca acondicionada

$X_{V_3}^{PNC}$ = Porción no comestible de carne de vaca acondicionada

V_2 = despojos de carne de vaca (g)

$X_{V_2}^{PC}$ = Porción comestible de despojos

$X_{V_2}^{PNC}$ = Porción no comestible de despojos

V_4 = Carne de vaca molida (g)

P_2 = Pérdida de vaca molida (g)

T_1 = Tocino

$X_{T_1}^{PC}$ = Porción comestible tocino

$X_{T_1}^{PNC}$ = porción no comestible tocino

T_2 = despojos de tocino (g)

$X_{T_2}^{PC}$ = Porción comestible de despojos

$X_{T_2}^{PNC}$ = Porción no comestible de despojos

T_3 = Tocino acondicionado (g)

$X_{T_3}^{PC}$ = Porción comestible de tocino acondicionado

$X_{T_3}^{PNC}$ = Porción no comestible de tocino acondicionado

T_4 = Tocino molido (g)

P_3 = Perdida de tocino en molienda (g)

A = Aditivos (g)

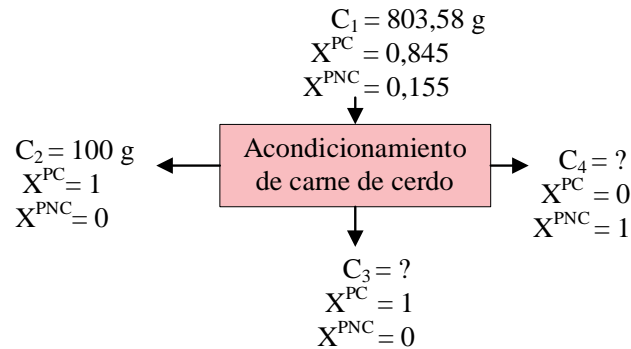
I = Insumos (g)

EC = Emulsión cárnica (g)
 X_{EC}^R = Rendimiento de la emulsión cárnica
 P_4 = Perdidas de emulsificado (g)
 MM = Masa mezclada (g)
 X_{MM}^S = Solido masa mezclada
 X_{MM}^L = Liquido masa mezclada
 ME = Masa embutida (g)
 X_{ME}^R = Rendimiento de la masa embutida
 P_5 = Perdidas del embutido (g)
 $A_{(20^\circ\text{C})}$ = Agua que entra a 20 °C
 X_A^S = Solido agua
 X_A^L = Liquido agua
 AE = Agua evaporada (g)

X_{AE}^S = Solido agua evaporada
 X_{AE}^L = Liquido agua evaporada
 AR = Agua residual que sale a 75 °C
 X_{AR}^S = Solido agua residual
 X_{AR}^L = Liquido agua residual
 PE = producto escaldado (g)
 X_{PE}^S = Solido producto escaldado
 X_{PE}^L = Liquido producto escaldado
 MF = Mortadela feteada (g)
 X_{MF}^R = Rendimiento de la mortadela feteada
 P_6 = Perdidas del feteado (g)
 PT = Producto terminado (g)

4.10.1 Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de cerdo

En la figura 4.44, se muestra la etapa de acondicionado de carne de cerdo con una cantidad de 803,58 g para realizar el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.44: Etapa de acondicionamiento de carne de cerdo

Balance de materia global en la etapa de acondicionamiento de la carne de cerdo:

$$C_1 = C_2 + C_3 + C_4 \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Balance parcial para la porción comestible en la etapa de acondicionamiento de carne de cerdo

$$C_1 (X_{C_1}^{PC}) = C_2 (X_{C_2}^{PC}) + C_3 (X_{C_3}^{PC}) + C_4 (X_{C_4}^{PC}) \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Despejando C_3 de la ecuación 4.2:

$$C_1 (X_{C_1}^{PC}) = C_2 (X_{C_2}^{PC}) + C_3 (X_{C_3}^{PC})$$

$$C_3 (X_{C_3}^{PC}) = C_1 (X_{C_1}^{PC}) - C_2 (X_{C_2}^{PC})$$

$$C_3 = \frac{C_1 (X_{C_1}^{PC}) - C_2 (X_{C_2}^{PC})}{(X_{C_3}^{PC})}$$

$$C_3 = \frac{803,58 \cdot 0,845 - 100}{1}$$

$$C_3 = 580 \text{ g carne de cerdo acondicionada}$$

Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de acondicionamiento de carne de cerdo

$$C_1 (X_{C_1}^{PNC}) = C_2 (X_{C_2}^{PNC}) + C_3 (X_{C_3}^{PNC}) + C_4 (X_{C_4}^{PNC}) \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Despejando C_4 de la ecuación 4.3:

$$C_1 (X_{C_1}^{PNC}) = C_4 (X_{C_4}^{PNC})$$

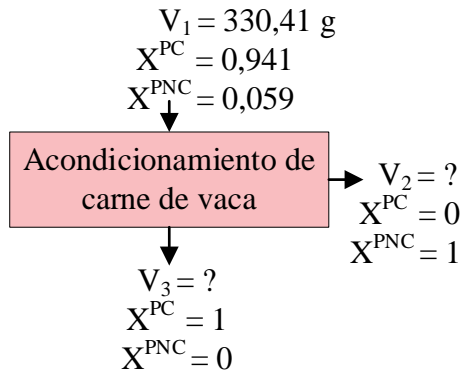
$$C_4 = \frac{C_1 (X_{C_1}^{PNC})}{(X_{C_4}^{PNC})}$$

$$C_4 = \frac{803,58 \cdot 0,155}{1}$$

$$C_4 = 124,55 \text{ g despojos de la carne de cerdo}$$

4.10.2 Balance de materia en la etapa de acondicionamiento de carne de vaca

En la figura 4.45, se muestra la etapa de acondicionamiento de carne de vaca con una cantidad de 330,41 g para el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.45: Etapa de acondicionamiento de carne de vaca

Balance de materia global en la etapa de acondicionamiento de la carne de vaca:

$$V_1 = V_2 + V_3 \quad \text{Ecuación 4.4}$$

Balance parcial para la porción comestible en la etapa de acondicionamiento de carne de vaca

$$V_1(X_{V_1}^{PC}) = V_2(X_{V_2}^{PC}) + V_3(X_{V_3}^{PC}) \quad \text{Ecuación 4.5}$$

Despejando V_3 de la ecuación 4.5:

$$V_1(X_{V_1}^{PC}) = V_3(X_{V_3}^{PC})$$

$$V_3 = \frac{V_1(X_{V_1}^{PC})}{(X_{V_3}^{PC})}$$

$$V_3 = \frac{330,41 * 0,941}{1}$$

$$V_3 = 310,91 \text{ g carne de vaca acondicionada}$$

Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de acondicionamiento de carne de vaca

$$V_1(X_{V_1}^{PNC}) = V_2(X_{V_2}^{PNC}) + \cancel{V_3(X_{V_3}^{PNC})} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

Despejando V_2 de la ecuación 4.6:

$$V_1(X_{V_1}^{PNC}) = V_2(X_{V_2}^{PNC})$$

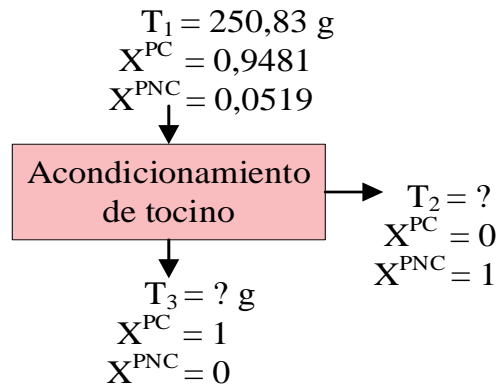
$$V_2 = \frac{V_1(X_{V_1}^{PNC})}{(X_{V_2}^{PNC})}$$

$$V_2 = \frac{330,41 * 0,059}{1}$$

$$V_2 = 19,49 \text{ g despojos de la carne de vaca}$$

4.10.3 Balance de materia en la etapa de acondicionamiento del tocino

En la figura 4.46, se muestra la etapa de acondicionamiento del tocino con una cantidad de 250,83 g para el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.46: Etapa de acondicionamiento del tocino

Balance de materia global en la etapa de acondicionamiento del tocino:

$$T_1 = T_2 + T_3 \quad \text{Ecuación 4.7}$$

Balance parcial para la porción comestible en la etapa de acondicionamiento de tocino

$$T_1 (X_{T_1}^{\text{PC}}) = T_2 (X_{T_2}^{\text{PC}}) + T_3 (X_{T_3}^{\text{PC}}) \quad \text{Ecuación 4.8}$$

Despejando T_3 de la ecuación 4.8:

$$T_1 (X_{T_1}^{\text{PC}}) = T_3 (X_{T_3}^{\text{PC}})$$

$$T_3 = \frac{T_1 (X_{T_1}^{\text{PC}})}{(X_{T_3}^{\text{PC}})}$$

$$T_3 = \frac{250,83 \cdot 0,9481}{1}$$

$$T_3 = 237,82 \text{ g de tocino acondicionado}$$

Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de acondicionamiento del tocino

$$T_1 (X_{T_1}^{\text{PNC}}) = T_2 (X_{T_2}^{\text{PNC}}) + T_3 (X_{T_3}^{\text{PNC}}) \quad \text{Ecuación 4.9}$$

Despejando T_2 de la ecuación 4.9:

$$T_1 (X_{T_1}^{\text{PNC}}) = T_2 (X_{T_2}^{\text{PNC}})$$

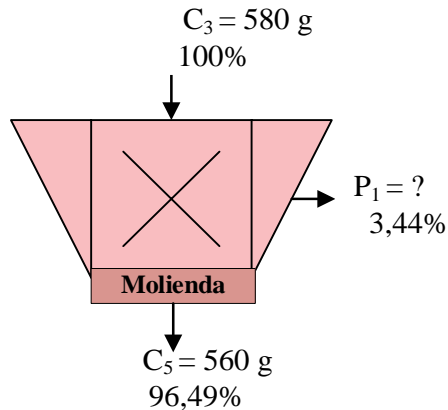
$$T_2 = \frac{T_1(X_{T_1}^{PNC})}{(X_{T_2}^{PNC})}$$

$$T_2 = \frac{250,83 * 0,0519}{1}$$

$$T_2 = 13,01 \text{ g despojos de tocino}$$

4.10.4 Balance de materia en la etapa de molienda de la carne de cerdo

En la figura 4.47, se muestra la etapa de molienda de la carne de cerdo con una cantidad de 580 g para el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.47: Etapa de molienda de carne de cerdo

Balance de materia global en la etapa de molienda de la carne de cerdo:

$$C_3 = C_5 + P_1 \quad \text{Ecuación 4.10}$$

Para el cálculo de P_1 , se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de molienda de carne de cerdo:

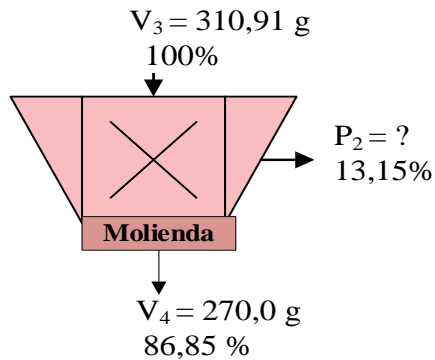
$$P_1 = C_3 * X_{P_1}^R \quad \text{Ecuación 4.11}$$

$$P_1 = 580 * 0,0344$$

$$P_1 = 20 \text{ g de pérdidas de carne de cerdo en la molienda}$$

4.10.5 Balance de materia en la etapa de molienda de carne de vaca

En la figura 4.48, se muestra la etapa de molienda de la carne de vaca con una cantidad de 310,91 g para el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.48: Etapa de molienda de carne de vaca

Balance de materia global en la etapa de molienda de la carne de vaca:

$$V_3 = P_2 + V_4 \quad \text{Ecuación 4.12}$$

Para el cálculo de P_2 , se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de molienda de carne de vaca:

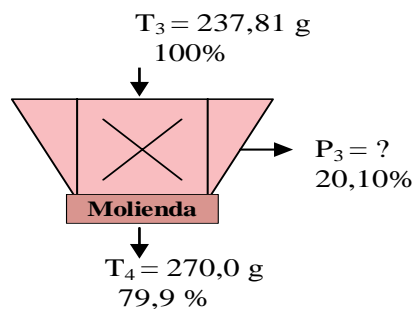
$$P_2 = V_3 * X_{P_2}^R \quad \text{Ecuación 4.13}$$

$$P_2 = 310,91 * 0,1315$$

$P_2 = 40,88 \text{ g}$ de pérdidas de carne de vaca en la molienda

4.10.6 Balance de materia en la etapa de molienda de tocino

En la figura 4.49, se muestra la etapa de molienda del tocino con una cantidad de 237,81 g para el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.49: Etapa de molienda del tocino

Balance de materia global en la etapa de molienda de tocino:

$$T_3 = P_3 + T_4 \quad \text{Ecuación 4.14}$$

Para el cálculo de P_3 , se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de molienda de tocino:

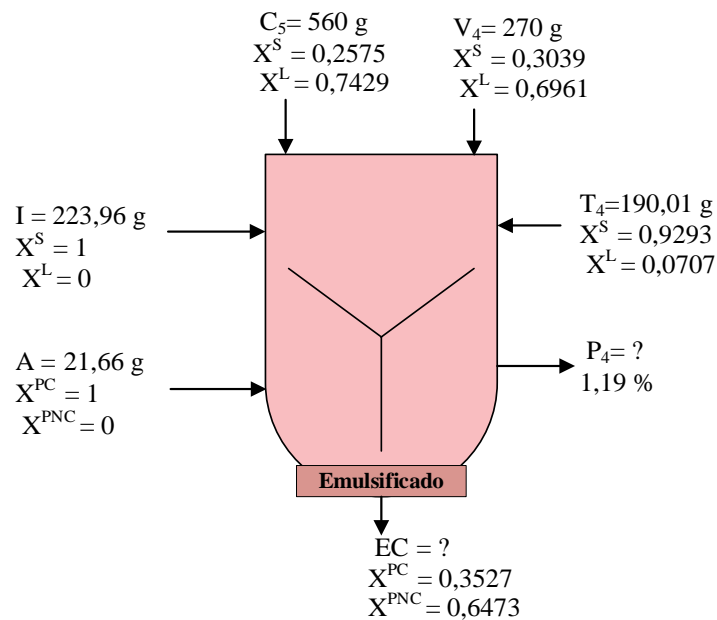
$$P_3 = T_3 * X_{P_3}^R \quad \text{Ecuación 4.15}$$

$$P_3 = 237,81 * 0,2010$$

$P_3 = 47,80$ g de pérdidas de tocino en la molienda

4.10.7 Balance de materia en la etapa de emulsificado

En la figura 4.50, se muestra la etapa de emulsificado donde se obtuvo una cantidad de 1250,56 g del balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.50: Etapa de emulsificado

Balance de materia global en la etapa de emulsificado

$$C_5 + V_4 + T_4 + I + A = EC + P_4 \quad \text{Ecuación 4.16}$$

Balance de materia parcial por rendimiento

Para el cálculo de P_4 se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de emulsificado:

$$P_4 = (C_5 + V_4 + T_4 + I + A) * x^R \quad \text{Ecuación 4.17}$$

$$P_4 = EC * X_{P_4}^R$$

$$P_4 = 1265,62 * 0,0119$$

$P_4 = 15,06$ g de pérdidas de masa emulsificada

Para el cálculo de EC se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de emulsificado:

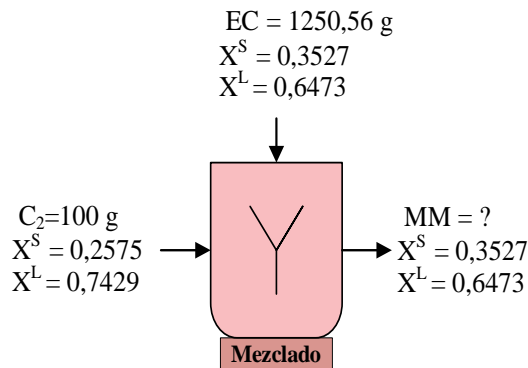
$$EC = EC * X_{EC}^R \quad \text{Ecuación 4.18}$$

$$EC = 1265,62 * 0,9881$$

$EC = 1250,56$ g de masa emulsificada

4.10.8 Balance de materia en la etapa de mezclado

En la figura 4.51, se muestra la etapa de mezclado de la emulsión con los trozos de carne donde se obtuvo una cantidad de 1323,56 g del balance de materia.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.51: Etapa de mezclado

Balance de materia global en la etapa de mezclado:

$$MM = C_2 + EC \quad \text{Ecuación 4.19}$$

Balance de materia por solidos solubles

$$MM (X_{MM}^S) = C_2 (X_{C_2}^S) + EC (X_{EC}^S) \quad \text{Ecuación 4.20}$$

Despejando MM de la ecuación 4.20:

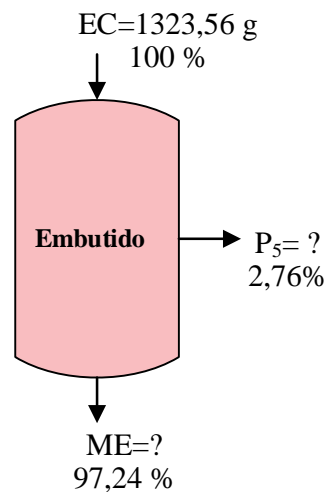
$$MM = \frac{C2 (X_{C2}^S) + EC (X_{EC}^S)}{(X_{MM}^S)}$$

$$MM = \frac{100 * 0,2575 + 1250,56 * 0,3527}{0,3527}$$

$$MM = 1323,56 \text{ g de masa mezclada}$$

4.10.9 Balance de materia en la etapa de embutido

En la figura 4.52, se muestra la etapa embutido con una cantidad de 1323,56 g para el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.52: Etapa de embutido

Balance de materia global en la etapa de embutido

$$EC = ME + P_5$$

Ecuación 4.21

Para el cálculo de P_5 , se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa embutido:

$$P_5 = EC * X_{P_5}^R$$

Ecuación 4.22

$$P_5 = 1323,56 * 0,0276$$

$$P_5 = 36,53 \text{ g de pérdidas de masa en el embutido}$$

Para el cálculo de ME, se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa embutido:

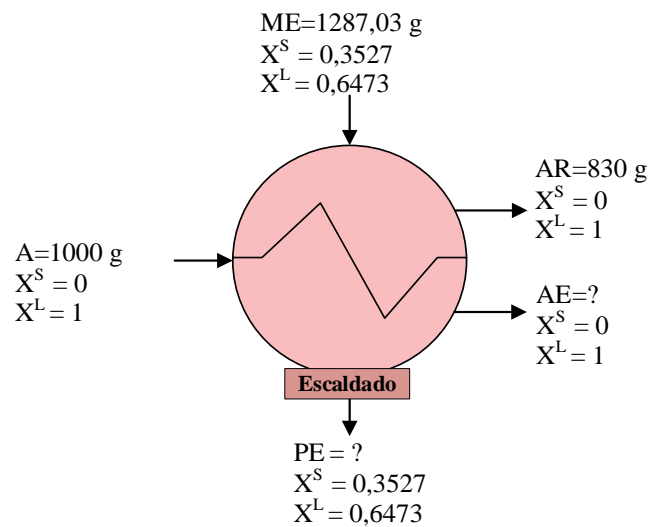
$$ME = EC * X_{ME}^R \quad \text{Ecuación 4.23}$$

$$ME = 1323,56 * 0,9724$$

$$ME = 1287,03 \text{ g de masa embutida}$$

4.10.10 Balance de materia en la etapa de escaldado

En la figura 4.53, se muestra la etapa escaldado con una cantidad de 1287,03 g para el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.53: Etapa de escaldado

Balance de materia global en la etapa de escaldado:

$$ME + A = AR + AE + PE \quad \text{Ecuación 4.24}$$

Balance de materia por solidos solubles

$$ME(X_{ME}^S) + A(X_A^S) = AR(X_{AR}^S) + AE(X_{AE}^S) + PE(X_{PE}^S) \quad \text{Ecuación 4.25}$$

$$ME(X_{ME}^S) = PE(X_{PE}^S)$$

$$PE = \frac{ME(X_{ME}^S)}{(X_{PE}^S)}$$

$$PE = \frac{1287,03 * 0,3527}{0,3527}$$

$$PE = 1287,03 \text{ g de mortadela escaldada}$$

Reemplazando la ecuación 4.24:

$$ME + A = AR + AE + PE$$

$$AE = ME + A - AR - PE$$

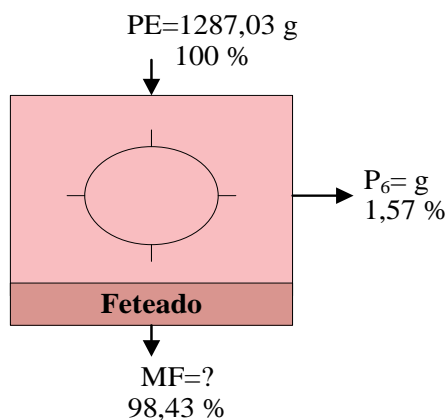
$$AE = 1000 - 830$$

$$AE = 1000 - 830$$

$$AE = 170 \text{ g de agua evaporada}$$

4.10.11 Balance de materia en la etapa de feteado

En la figura 4.54 Se muestra la etapa de feteado con una cantidad de 1287,03 g para el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.54: Etapa de feteado

Balance de materia global en la etapa de feteado

$$PE = MF + P_6 \quad \text{Ecuación 4.26}$$

Para el cálculo de P_6 , se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa feteado:

$$P_6 = PE * X_{P_6}^R \quad \text{Ecuación 4.27}$$

$$P_6 = 1287,03 * 0,0157$$

$$P_6 = 20,21 \text{ g de pérdidas en el feteado}$$

Para el cálculo de MF, se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa feteado:

$$MF = PE * X_{MF}^R \quad \text{Ecuación 4.28}$$

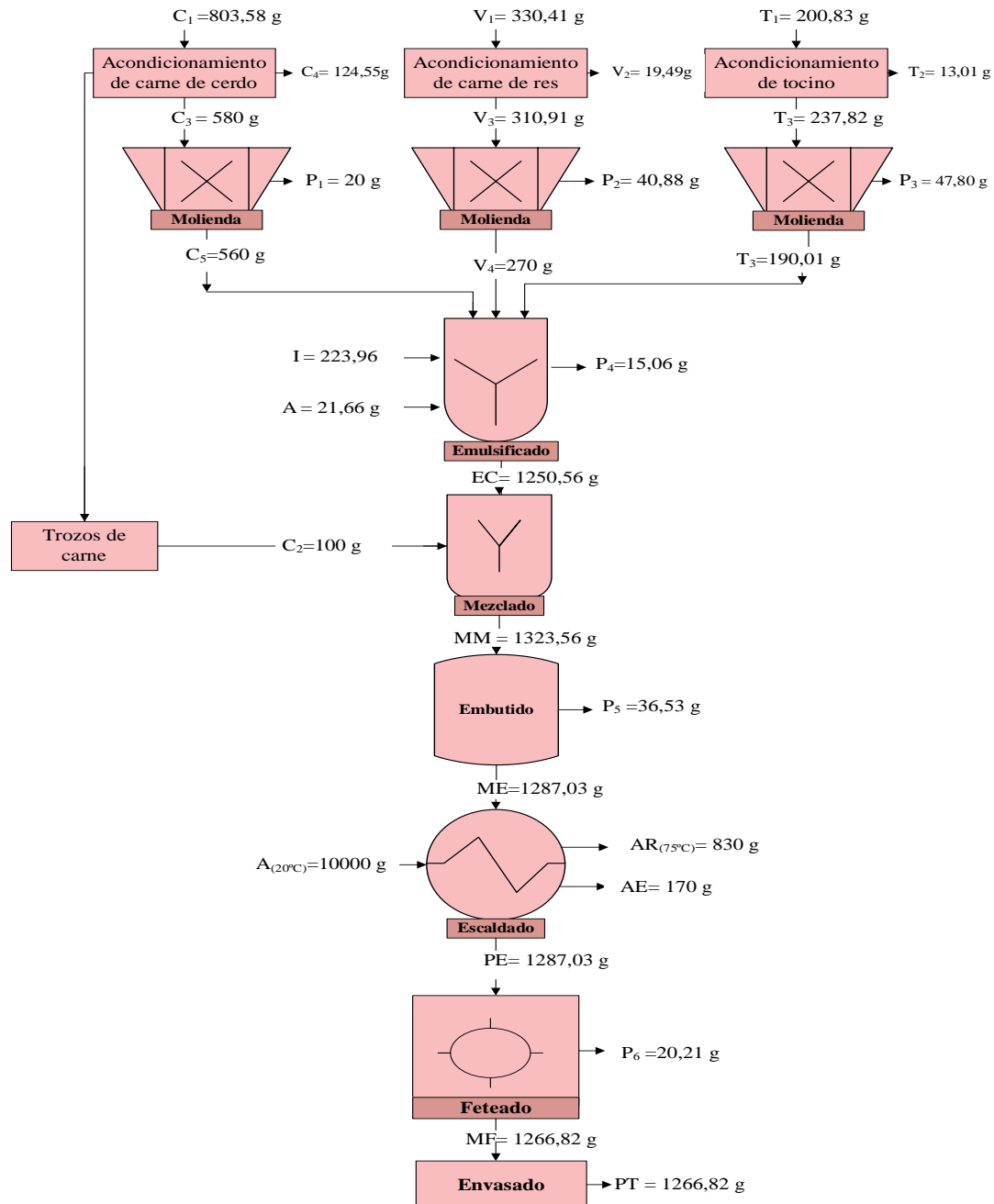
$$MF = 1287,03 * 0,9843$$

$$MF = 1266,82 \text{ g de mortadela feteada}$$

* En la etapa de envasado no se realizó el balance de materia ya que el valor de pérdidas no sobrepasa el 0,1%, por esta razón el peso de producto terminado es igual a 1266,82 g.

4.10.12 Resumen general del balance de materia para el proceso de elaboración de mortadela jamonada

En la figura 4.55, se muestra el resumen de los resultados obtenidos del balance general de materia para la elaboración de mortadela jamonada.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.55: Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de mortadela jamonada

4.10.13 Balance de energía para la elaboración de mortadela jamonada

Según (Lewis, 1993) se muestra la deducción del balance general de energía para procesos de transferencia de calor:

$$L_1(\cancel{EC_1} + \cancel{EP_1} + P_{v1}) + Q - L_2(\cancel{EP_2} + \cancel{EC_2} + U_2 + P_{v2}) - T + 2F + \frac{d\theta v_1}{d\theta}$$

$$L_1 (u_1 + P_{v1}) + Q = L_2 (u_2 + P_{v2}) = 0$$

$$L_1 (H_1) + Q - L_2 (H_2) = 0$$

$$\cancel{L_1} (H_1 - H_2) = \cancel{L_1} Q$$

$$Q = L_1 \Delta H$$

$$\Delta H = C_p \Delta H$$

$$Q = L_1 C_p \Delta H \quad \text{Ecuación 4.29}$$

Según (Lewis, 1993), el principio de conservación esta dado por:

$$Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

$$- Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

$$- \sum Q_{cedido} = \sum Q_{ganado}$$

$$Q_T = Q_{cedido} + Q_{ganado} \quad \text{Ecuación 4.30}$$

Para calcular los cambios latentes en los cambios de fase según (Lewis, 1993), es:

$$Q_1 = \Delta H L = L * \lambda \quad \text{Ecuación 4.31}$$

Para el cálculo del balance de energía en las diferentes etapas de la elaboración mortadela jamonada, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Según (Lewis, 1993), manifiesta que: si se conoce la composición fisicoquímica del alimento se puede utilizar para calcular las capacidades caloríficas, como se detalla en la ecuación 4.30, de la tal forma, en el presente trabajo se determinó el C_p de mortadela jamonada:

$$C_p = X_w C_w + X_c C_c + X_p C_p + X_f C_f + X_a C_a \quad \text{Ecuación 4.32}$$

Donde:

X_W = Fracción en peso del agua

X_C = Fracción en peso de carbohidratos

X_P = Fracción en peso de proteína

X_F = Fracción en peso de grasa

X_A = Fracción en peso de cenizas

Las capacidades caloríficas en función a la composición fisicoquímica de los alimentos se detallan en la tabla 4.36.

Tabla 4.36

Las capacidades caloríficas en función a la composición de los alimentos

Calor específico	Valor 1 KJ/Kg°C	Valor 2 KJ/Kg°C
CW (agua)	4,18	4,18
CC (carbohidratos)	1,40	1,22
CP (proteína)	1,60	1,90
CF (grasa)	1,70	1,90
CA (ceniza)	0,80	0,00

Fuente: Lewis, 1993

En la tabla 4.37, se observa los resultados de la composición fisicoquímica de la mortadela jamonada de datos extraídos del (Anexo A).

Tabla 4.37

Resultados de la composición fisicoquímica de la mortadela jamonada

Parámetros	Unidad	Resultado
Ceniza	%	3,34
Grasa	%	13,70
Hidratos de carbono	%	2,87
Humedad	%	64,73
Proteína total (Nx6,25)	%	7,23

Fuente: CEANID, 2022

Para la determinación del calor específico de la mortadela jamonada C_p , se tomó en cuenta la ecuación 4.32, citado por (Lewis, 1993):

Según el S.I (Sistema Internacional de Unidades) el valor de 1 KJ = 0,23884 Kcal mencionado por (Marques & Marcal, 1991).

$$C_p = X_w C_w + X_c C_c + X_p C_p + X_f C_f + X_a C_a \quad \text{Ecuación 4.33}$$

$$C_p = 0,6473 * 0,9983512 + 0,0287 * 0,334376 + 0,0723 * 0,382144 + 0,137 * 0,406028 + 0,0334 * 0,191072$$

$C_p = 0,7454$ Kcal/Kg°C calor específico de la mortadela jamonada

En la tabla 4.38, se puede observar la capacidad calorífica del agua, aluminio y del acero inoxidable.

Tabla 4.38

Capacidad calorífica de agua, aluminio y acero inoxidable

Capacidad calorífica	Unidad	valor
Aluminio	kcal/kg°C	0,22
Acero inoxidable	kcal/kg°C	0,12
Agua	kcal/kg°C	1,00

Fuente: Lewis, 1993

En la tabla 4.39, se puede observar las entalpías de vaporización en función a la temperatura para el agua saturada.

Tabla 4.39

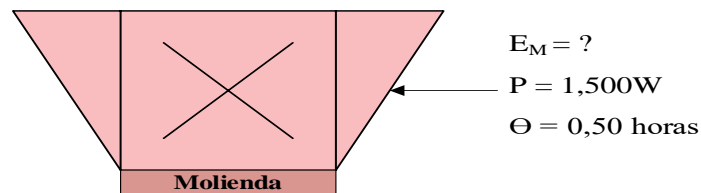
Entalpías de vaporización del agua saturada

Temperatura (°C)	Unidad	Entalpia de vaporización
75,0	kcal/kg°C	554,1
85,4	kcal/kg°C	548,0

Fuente: Lewis, 1993

4.10.14 Balance de energía en la etapa de molienda de la carne de cerdo, carne de vaca y tocino

En la figura 4.56, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de molienda



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.56: Etapa de molienda de las materias primas

Para la etapa de molienda, se utilizó la moledora eléctrica con una potencia de 1,500W por un tiempo 0,5 horas. Para determinar la energía consumida se utilizó la ecuación 4.32.

$$E = P * \Theta \quad \text{Ecuación 4.34}$$

$$E_M = 1,500 \text{ W} * \frac{1 \text{ Kcal/h}}{1,163 \text{ W}} * 0,5 \text{ h}$$

$$E_M = 0,64 \text{ Kcal}$$

4.10.15 Cálculo del consumo de energía en la etapa de emulsificado

Para la etapa de emulsificado se utilizó un cutter eléctrico con una potencia de 0,95 kW por un tiempo 10 minutos, utilizando la ecuación 4.34.

$$E = P * \Theta$$

$$E_C = 0,95 \text{ kW} * \left(\frac{1 \text{ Kcal/h}}{0,001163 \text{ kW}} \right) * 10 \text{ min} \left(\frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right)$$

$$E_C = 136,14 \text{ Kcal}$$

4.10.16 Cálculo del consumo de energía en la etapa de madurado

Para la etapa de madurado se utilizó la cámara frigorífica con una potencia de 380 W por un tiempo 12 horas, utilizando la ecuación 4.34.

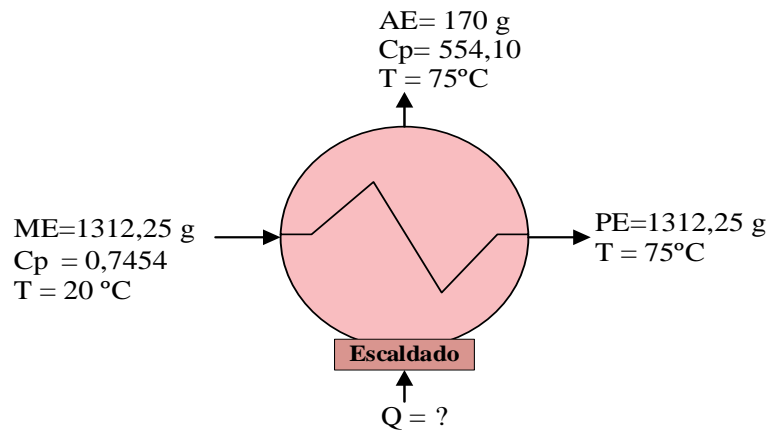
$$E = P * \Theta$$

$$E_{MA} = 380 \text{ W} * \left(\frac{1 \text{ Kcal/h}}{1,163 \text{ W}} \right) * 12 \text{ h}$$

$$E_{MA} = 3920,89 \text{ Kcal}$$

4.10.17 Balance de energía en la etapa de escaldado de la mortadela

En la figura 4.57, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de escaldado del producto final.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.57: Etapa del escaldado de la mortadela

$$Q = m_{ME} * C_{pA} * (T_f - T_i) + m_{AE} * \lambda_v \quad \text{Ecuación 4.35}$$

$$Q = 1,31225 \text{ Kg} * 0,7454 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (75-20)^\circ\text{C} + 0,17 \text{ Kg} * 554,10 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} = 147,987 \text{ Kcal}$$

Para el calor requerido para calentar la olla, se tomó en cuenta la ecuación 4.36.

Datos:

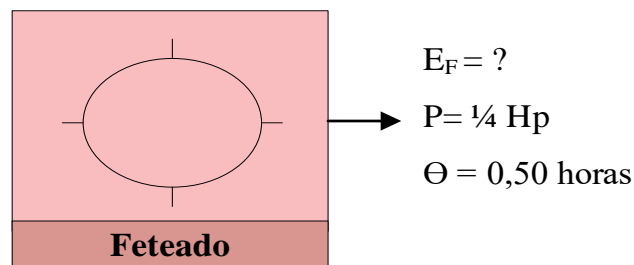
$$m_{olla} = 1,340 \text{ kg}$$

$$Q_{olla} = m_{olla} * C_{polla} * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación 4.36}$$

$$Q_{olla} = 1,340 \text{ kg} * 0,22 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (75-20) = 16,21 \text{ Kcal}$$

4.10.18 Balance de energía en la etapa de feteado

En la figura 4.58, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de feteado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.58: Etapa del fileteado

Para la etapa de fileteado, se utilizó la fileteadora eléctrica con una potencia de 1/4 Hp por un tiempo de 0,5 horas utilizando la ecuación 4.34.

$$E = P * \Theta$$

$$E_F = 0,25 \text{ W} * \frac{1 \text{ Kcal/h}}{1,163 \text{ W}} = 0,5 \text{ h}$$

$$E_F = 0,10 \text{ Kcal}$$

La cantidad de energía eléctrica requerida para llevar a cabo el fileteado durante un tiempo de 0,5 horas es de 0,10 Kcal.

4.10.18 Balance de energía en la etapa de envasado

Para la etapa de envasado, se utilizó la envasadora al vacío con una potencia de 750 W por un tiempo de 0,083 horas utilizando la ecuación 4.34.

$$E = P * \Theta$$

$$E_E = 750 \text{ W} * \frac{1 \text{ Kcal/h}}{1,163 \text{ W}} * 0,083 \text{ h}$$

$$E_E = 53,52 \text{ Kcal}$$

La cantidad de energía eléctrica requerida para llevar a cabo el envasado durante un tiempo de 0,082 horas es de 53,52 Kcal.

Cálculo de energía total en el proceso de elaboración de mortadela jamonada

$$E_T = E_M + E_C + E_{MA} + E_F + E_E$$

$$E_T = (0,64 + 136,14 + 3920,89 + 0,10 + 53,52)$$

$$E_T = 4111,25 \text{ Kcal}$$

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Para el presente trabajo experimental elaboración de mortadela jamonada y según datos obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- En base a los análisis fisicoquímicos de la carne de cerdo, presenta: ceniza 1,73 %, fibra 0,00, grasa 5,07 %, hidratos de carbono 1,41 %, humedad 74,29 %, proteína total (Nx6,25) 17,5 % y valor energético 121,27 Kcal/100 g.
- En base al análisis microbiológico de la carne de cerdo presenta: coliformes fecales $1,6 \times 10^3$ UFC/g, coliformes totales $2,7 \times 10^3$ UFC/g.
- En base a los análisis fisicoquímicos de la carne de vaca, presenta: ceniza 1,71%, fibra 0,00%, grasa 7,05%, hidratos de carbono 0,48%, humedad 69,61%, proteína total (Nx6,25) 21,15% y valor energético 149,97 Kcal/100 g.
- En base al análisis microbiológico de la carne de vaca presenta: coliformes fecales $3,6 \times 10^1$ UFC/g, coliformes totales $1,1 \times 10^2$ UFC/g.
- En base a los análisis fisicoquímicos del tocino, presenta: ceniza 0,43%, fibra 0,00%, grasa 87,01%, hidratos de carbono 5,11%, humedad 7,07%, proteína total (Nx6,25) 0,38%, valor energético 805,05 Kcal/100 g y rancidez negativo.
- En base al análisis microbiológico del tocino, presenta: coliformes fecales $1,0 \times 10^3$ UFC/g, coliformes totales $1,8 \times 10^3$ UFC/g.
- Realizando la evaluación sensorial para muestra patrón de mortadela jamonada de cuatro muestras (MJ1, MJ2, MJ3 y MJ4) de diferentes marcas donde existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha=0,05$. Así mismo, en función de las medianas de la evaluación sensorial se tomaron en cuenta la muestra MJ1 para atributo textura y MJ4 para atributo sabor.

- Realizando las pruebas preliminares, se obtuvo como muestra ideal de mortadela jamonada la muestra M14 para los atributos: sabor 4,5 y textura 5,0, por tanto, esto indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de al menos 4,5 a 5 en una escala de cinco puntos.
- Aplicando el diseño factorial 2^3 en el análisis de varianza para las variables respuesta acidez (ácido láctico) y humedad en la dosificación influye significativamente y pH en la dosificación, no influye significativamente al $\alpha = 0,05$.
- Realizando una evaluación sensorial en el nivel inferior y nivel superior, las muestras elegidas por los jueces fueron; para el nivel inferior la muestra J02 y para el nivel superior la muestra J06, en atributo sabor tienen una mediana de 4,0; por lo tanto, esto indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de al menos 4 en una escala de cinco puntos.
- Realizando una evaluación sensorial para elegir la muestra final, se evaluó la muestra ideal con las muestras elegidas del nivel inferior y del nivel superior, los jueces determinaron que la muestra final es la muestra J10 en atributo sabor tiene una mediana de puntuación 6,0; por lo tanto, esto indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de al menos 6 en una escala de siete puntos.
- Realizando una evaluación sensorial a la muestra final proveniente de la muestra final J10, para los atributos color, aroma, sabor y textura presenta un valor promedio de 8,18; por lo tanto, esto indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de al menos 8,0 en una escala de nueve puntos.
- En base a los resultados fisicoquímicos de la mortadela jamonada, presenta: ceniza 3,34 %, fibra n.d, grasa 13,7 %, hidratos de carbono 2,87 %, humedad 64,73 %, proteína total (Nx6,25) 7,23 %, acidez (ácido láctico) 1,47 %, pH 6,43, nitritos 123,4 ppm y valor energético 200,70 Kcal/100 g.

- En base a los resultados microbiológicos de la mortadela jamonada, presenta: *Escherichia coli* $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g, Mohos y levaduras $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g y *Staphylococcus aureus* $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g.
- Los controles de acidez y pH durante el almacenamiento, evidenciaron que la mortadela jamonada tiene un tiempo de almacenamiento de 18 días si este no cuenta con conservante. Utilizando sorbato de potasio como conservante tuvo una duración de 30 días.
- En base a los resultados microbiológicos de la mortadela jamonada con conservante durante el almacenamiento, presenta: *Escherichia coli* $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g y Mohos y levaduras $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g. No se observa desarrollo de colonias.
- En base a los resultados microbiológicos de la mortadela jamonada sin conservante durante el almacenamiento, presenta: *Escherichia coli* $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g y Mohos y levaduras $< 1,0 \times 10^1$ UFC/100 g. No se observa desarrollo de colonias.
- En base al balance de energía se determinó que el calor necesario para el proceso de elaboración de mortadela jamonada es de 164,197 Kcal y la energía necesaria es de 4111,25 Kcal, para obtener una cantidad de 1266,82 g de mortadela jamonada.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar talleres de elaboración de productos cárnicos para ayudar al sector agropecuario de crianza de cerdos con el fin de generar mayores ingresos en sus hogares.
- Se recomienda seguir trabajando en el estudio de elaboración de productos cárnicos que incorporen más la cantidad de cerdo, con el fin de ofrecer más variedades a la población.

- Se recomienda realizar trabajos de investigación respecto a este tipo de producto incorporando otros tipos de carnes beneficiosas para la salud, ya que estos embutidos son muy consumidos por la población.