CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Según el (INE, 2025), el sector avícola en Bolivia proyecta un crecimiento notable para 2025, con expectativas de superar los 5 millones de pollos parrilleros faenados semanalmente, según datos del Sistema Paititi-Psiringa del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG). Esta cifra se enmarca en una producción anual de carne de pollo que asciende a varios miles de toneladas, consolidando un registro constante de granjas y aves a nivel nacional.

No obstante, la industria avícola enfrenta retos significativos que amenazan su estabilidad. El incremento en el costo de los insumos, particularmente el maíz, junto con la escasez de combustible, han impactado directamente en la producción y distribución de pollo. Estos factores se han traducido en una notable inestabilidad de precios, observándose fluctuaciones entre 17 y 25 bolivianos por kilogramo en mercados clave como La Paz (La Razón, 2025).

Aunque la información específica para la región de Tarija es menos detallada en las fuentes actuales, se reconoce que esta zona es un componente del sistema avícola nacional y, por ende, comparte problemáticas similares, como la escasez de combustible y el aumento generalizado de los costos operativos. La provisión irregular de insumos y los desafíos logísticos también inciden en }}la producción local, limitando su capacidad para satisfacer la demanda interna (SENASAG, 2025).

La cadena avícola es un pilar fundamental para la seguridad alimentaria en Bolivia, ya que la carne de pollo representa una fuente proteica accesible para la población. Sin embargo, la actual crisis económica, sumada a bloqueos y disrupciones en la cadena de suministro, ha generado un clima de incertidumbre tanto para los productores como para los consumidores en cuanto a la producción y la estabilidad de los precios (ADA, 2025).

Embutidos Coquito es una empresa establecida en la ciudad de Yacuiba con puntos de distribución en la misma ciudad, Entre Ríos y Tarija, los productos que esta empresa distribuye actualmente son provenientes de carne de pollo, como ser: Salchicha de pollo, milanesa de pollo, hamburguesa de pollo, chorizos precocidos de pollo ahumado, picante, clásico.

1.2 Justificación

- El presente trabajo pretende obtener jamón de pollo precocido, con la finalidad de diversificar los productos cárnicos de la Empresa Embutidos Coquito en la ciudad de Tarija.

- Debido a que la empresa Embutidos Coquito cuenta con una granja avícola y disponibilidad de carne de pollo; busca transformar esta materia prima en jamón de pollo precocido de tal manera aumentar su producción de embutidos.

- Asimismo; el presente trabajo, requiere estandarizar el proceso de dosificación y con el fin de formular jamon de pollo para la Empresa Embutidos Coquito. Actualmente, el jamon de pollo es un producto que no forma parte de su línea de producción.

- Se pretende incentivar el consumo de jamon de pollo precocido y aprovechar sus propiedades nutricionales; ya que es una opción saludable y ligera; Además, destaca su alto contenido en proteínas y alto valor biológico, bajo aporte calórico y escasa materia grasa, ideal para dietas de control de peso y en la formación muscular.

1.3 Objetivos

Los objetivos planteados para el presente trabajo, son los siguientes:

1.3.1 Objetivo general

Elaborar jamón de pollo precocido, aplicando la tecnología de transformación de carne, con la finalidad de obtener un producto de calidad para la empresa Embutidos Coquito de la ciudad de Tarija.

1.3.2 Objetivos específicos

- Especificar las características físicas, fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de pollo, con el fin de establecer su calidad como materia prima.

- Realizar muestras preliminares, con el fin de obtener la muestra ideal mediante una evaluación sensorial.

- Aplicar el diseño experimental 2^3 para la elaboración de jamón de pollo precocido, con el fin de determinar las variables del control.

- Realizar evaluación sensorial para comparar la muestra experimental e ideal, con el fin de obtener la muestra con mayor aceptación por los jueces.

- Realizar análisis fisicoquímicos del jamón de pollo precocido, con el fin de obtener su valor nutricional.

- Realizar análisis microbiológico del jamón de pollo precocido, con el fin de establecer sus características microbiológicas.

- Realizar el control de parámetros pH, acidez y humedad en la etapa de almacenamiento, con la finalidad de conocer su comportamiento durante el almacenamiento.

- Aplicar balance de materia y energía en el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido, para determinar el rendimiento de proceso y gasto energético.

1.4 Planteamiento del problema

Actualmente, la Empresa Embutidos Coquito no produce jamon de pollo precocido. Por lo cual, no se aprovecha las propiedades nutricionales de la carne de pollo por su alto contenido en proteínas, bajo aporte calórico y escasa materia grasa. Además, no se aprovecha la pechuga de pollo, ya que cuenta con su propia granja avícola donde esta materia prima solo es aprovechada y comercializada como: filetes de pechugas de pollo, milanesas de pollo y nuggets de pollo, etc.

Por tales motivos, se pretende con el presente trabajo elaborar jamón de pollo precocido con la finalidad de diversificar su línea de productos cárnicos, aumentando su valor agregado y aprovechando sus propiedades nutricionales; de tal manera, brindar un producto de calidad y satisfacer las necesidades de la población Tarijeña.

1.5 Formulación del problema

¿Cuál será el proceso tecnológico de transformación de carnes a ser aplicado para elaborar jamón de pollo precocido, con el fin de obtener un producto de calidad para Embutidos Coquito?

1.6 Objeto de estudio

Aplicación de la tecnología de transformación de carnes para la obtención de jamón de pollo precocido.

1.7 Campo de acción

- **Espacial:** El presente trabajo se realizó en la provincia Cercado del departamento de Tarija.
- **Temporal:** El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en las gestiones 2025 - 2026.
- **Institucional:** El presente trabajo de investigación fue realizado en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) y 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.

1.8 Hipótesis

Mediante la aplicación de la tecnología de transformación de carnes a nivel experimental, se obtendrá jamón de pollo precocido con la finalidad de obtener un producto de calidad para la empresa Embutidos Coquito.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del jamón

La indagación sobre los orígenes precisos del jamón de pollo revela una notable ausencia de fuentes bibliográficas directas. Ante esta carencia, se establece una analogía referencial con la génesis históricamente documentada del jamón. En este sentido, (Tomas, 2017) señala que el jamón tiene sus raíces en la Península Ibérica alrededor del 1100 a.C. e inicialmente se elaboró de carne de cerdo, un desarrollo atribuido a la civilización fenicia. Aunque la civilización romana intentó adjudicarse su invención, la evidencia histórica sugiere una producción preexistente por parte de los fenicios en las regiones que hoy comprenden España, Portugal y parte de la actual Francia.

2.2 Definición del jamón de ave

Ante la ausencia de una definición formal de "jamón de pollo" en el Codex Alimentarius y la literatura especializada, se recurre a una definición análoga basada en el "jamón de ave". Este se conceptualiza como un fiambre elaborado a partir de carne avícola (principalmente pavo o pollo), mediante un proceso que incluye la salazón y la cocción. Este producto, conocido comercialmente como jamón de pavo o jamón de pollo, se diferencia del jamón porcino tradicional por su origen y composición nutricional. El resultado es un producto de alto valor nutritivo, con una vida útil superior a la carne fresca, un color rosado distintivo, características organolépticas agradables (aroma y sabor), y una textura firme y homogénea (Perez & Ponce, 2013).

2.3 Tipos de jamones

En la Figura 2.1, podemos observar los tipos de jamones

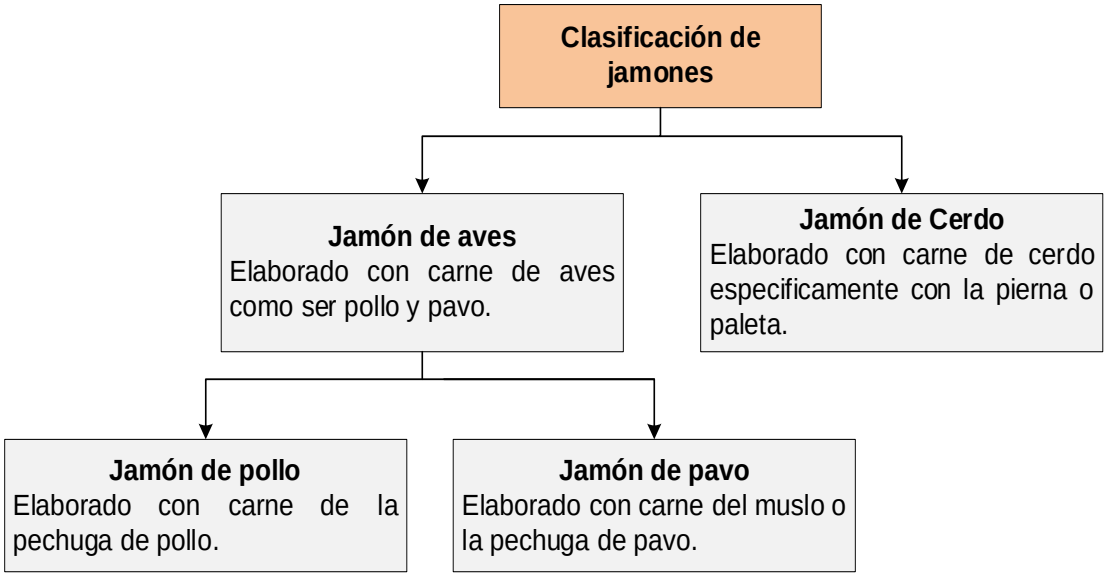


Figura: 2.1: *Tipos de jamones*
Fuente: LTS, 2025

2.4 Clasificación de jamones

En la Figura 2.2, podemos observar la clasificación de jamones.

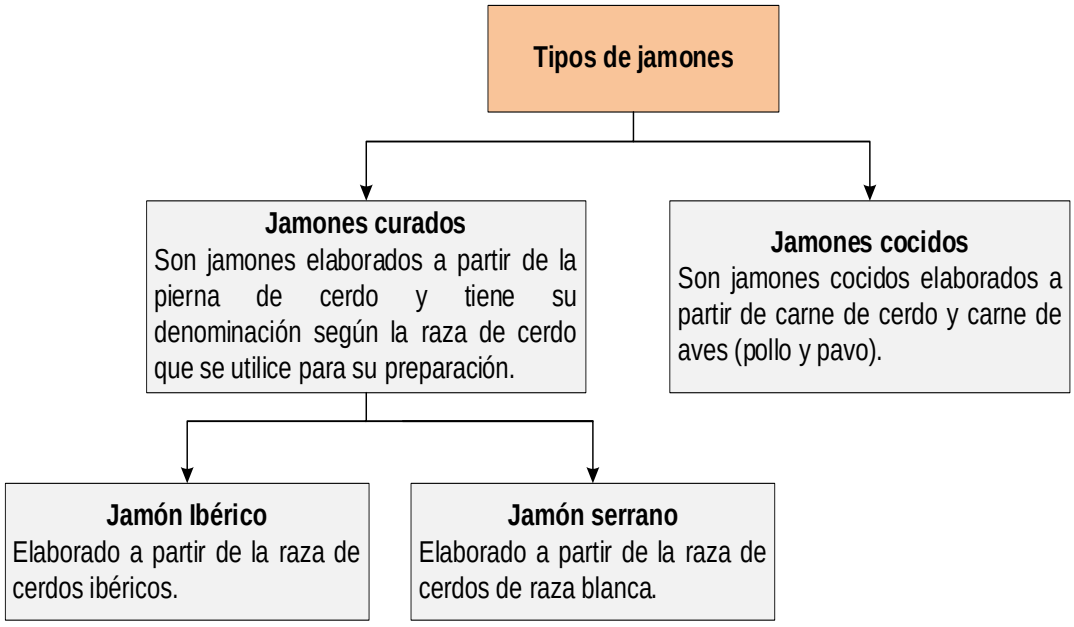


Figura: 2.2: *Clasificación de jamones*
Fuente: Pérez y Ponce, 2013

2.5 Características generales del jamón de pollo precocido

A continuación, se detallan las características nutricionales, fisicoquímicas y microbiológicas del jamón de pollo.

2.5.1 Características nutricionales del jamón de pollo precocido

En la Tabla 2.1, se puede observar las características nutricionales del jamón de pollo por 100g de porción comestible.

Tabla 2.1

Características nutricionales del jamón de pollo precocido

Componentes	Valores	Unidad
Calorías	121,00	Kcal/100g
Grasa	3,98	g/100g
Proteínas	18,13	g/100g
Colesterol	54,00	mg/100g
Carbohidrato	1,97	mg/100g
Sodio	2,06	g/100g
Fibra	0,10	g/100g
Potasio	351,00	mg/100g

Fuente: PDD, 2021

2.5.2 Características fisicoquímicas del jamón de pollo precocido

En la Tabla 2.2, se muestran las características fisicoquímicas del jamón de pollo.

Tabla 2.2

Características fisicoquímicas del jamón de pollo precocido

Componentes	Valores	Unidad
pH	5,8 – 6,2	%
Proteína libre de grasa (PLG)	12,0	%
Grasa	10,0	%
Humedad (máximo)	76,0	%
Carragenina (máximo)	1,5	%
Fécula (máximo)	10,0	%

Fuente: DGN, 2003

2.5.3 Características microbiológicas del jamón de pollo precocido

En la Tabla 2.3, se presentan los límites máximos en las características microbiológicas del jamón de pollo.

Tabla 2.3

Características microbiológicas del jamón de pollo precocido

Microorganismos	Valores	Unidad
Mesofilicos aerobios	100000	UFC/g
Eschericia coli	Negativo	-
Hongos y levaduras	<10	UFC/g
Staphylococcus aureus	100	UFC/g
Salmonella spp	Negativo en 25 g	-

Fuente: DGN, 2003

2.6 Características generales de la pechuga de pollo

A continuación, se detallan las características nutricionales, fisicoquímicas y microbiológicas de la pechuga de pollo.

2.6.1 Características nutricionales de la pechuga de pollo

En la Tabla 2.4, se puede observar las características nutricionales de la pechuga de pollo por 100g de porción comestible.

Tabla 2.4

Características nutricionales de la pechuga de pollo

Componentes	Valores	Unidad
Calorías	107,30	Kcal/100g
Grasa	1,40	gr/100g
Sodio	46,99	mg/100g
Proteínas	23,71	gr/100g
Potasio	354,90	mg/100g
Hierro	0,31	mg/100g
Fósforo	235,47	mg/100g

Fuente: ESA, 2016

2.6.2 Características fisicoquímicas de la pechuga de pollo

En la Tabla 2.5, se puede observar las características fisicoquímicas de la pechuga de pollo.

Tabla 2.5

Características fisicoquímicas de la pechuga de pollo

Componentes	Valores	Unidad
pH	5,90	
Carbohidratos	0,00	%
Proteína	23,71	%
Grasa	1,40	%
Humedad	73,99	%
Materia seca	26,01	%
Acidez	0,35	%

Fuente: ESA, 2016

2.6.3 Características microbiológicas de la pechuga de pollo

En la Tabla 2.6, se muestran las características microbiológicas de la pechuga de pollo.

Tabla 2.6

Características microbiológicas de la pechuga de pollo

Microorganismos	Valores	Unidad
Escherichia Coli.	<10	(UFC/g)
Staphylococcus aureus	<10	UFC/g
Salmonella spp	Negativo en 25 g	-

Fuente: Burgos, et al. 2018

2.7 Caracterización de los insumos para la elaboración de jamón de pollo precocido

A continuación, se detallan los insumos alimentarios que se van a utilizar durante el proceso de elaboración de jamón de pollo.

2.7.1 Sal de mesa

La sal de mesa, también conocida como sal común, es un compuesto químico iónico principalmente formado por cloruro de sodio (NaCl), que se presenta en

cristales blancos cúbicos, es esencial en la elaboración de productos cárnicos, es crucial para aportar sabor, textura, terneza y jugosidad. En los embutidos, su función principal es solubilizar las proteínas musculares, lo que facilita la formación de una emulsión estable y contribuye significativamente a la calidad final del producto. Además, la sal común reduce la actividad de agua, limitando la proliferación microbiana, actúa como modulador sensorial y ejerce una presión selectiva sobre la microflora, favoreciendo el desarrollo de bacterias ácido lácticas (Templo, 1998).

2.7.2 Fosfatos de sodio y potasio

Los fosfatos son sales o ésteres del ácido fosfórico que se utilizan como aditivos en la industria cárnica debido a sus propiedades funcionales, principalmente para incrementar la capacidad de retención de agua de las proteínas, estabilizar emulsiones y mejorar la textura y jugosidad de los productos cárnicos. Estos aditivos multifuncionales mejoran características como sabor, aroma, textura y jugosidad. Facilitan la extracción y solubilidad de proteínas miofibrilares, lo que permite una mejor emulsificación y ligación en embutidos y carnes procesadas. Además, aumentan la capacidad de retención de agua durante la cocción, evitando pérdidas de peso y mejorando el rendimiento del producto (Fennema, 2000).

2.7.3 Nitritos (sal de cura)

El nitrito es un compuesto natural de nitrógeno y oxígeno presente en el suelo y el agua, ampliamente utilizado como conservante en alimentos para inhibir el crecimiento bacteriano y prolongar su vida útil. En productos cárnicos, los nitritos actúan como antioxidantes gracias al óxido de nitrógeno, que se une al hierro impidiendo reacciones de óxido-reducción, lo que estabiliza el color y evita la oxidación lipídica. A pesar de sus beneficios tecnológicos y de seguridad alimentaria, el consumo excesivo de nitritos puede ser perjudicial para la salud, por lo que su uso está regulado para mantener niveles seguros.

Los consumidores están acostumbrados a productos cárnicos con nitritos y podrían rechazar aquellos sin este aditivo debido a cambios en sabor, color y conservación (Fennema, 2000).

2.7.4 Carragenina vegetal

La carragenina es un polisacárido sulfato extraído de algas rojas de la familia Rhodophyceae, ampliamente utilizado en la industria alimentaria como agente espesante, gelificante y estabilizante. En medios acuosos, forma coloides espesos o geles incluso a bajas concentraciones, y en productos lácteos interactúa con las proteínas, mejorando la textura y estabilidad del alimento. En productos cárnicos procesados, como el jamón, la carragenina fortalece el gel formado por las proteínas de la carne, mejora la retención de agua y aumenta la capacidad de unión, lo que se traduce en una textura más suave, jugosa y estable. Además, actúa como sustituto de la grasa en formulaciones bajas en lípidos, ayudando a reducir costos sin afectar la calidad sensorial (Peters, 2018).

2.7.5 Azúcar blanca

Según la RAE, (2019), “el azúcar es una sustancia cristalina, dulce y soluble en agua que se obtiene de la caña de azúcar, la remolacha y otros vegetales”. En la industria de embutidos cárnicos, especialmente en la elaboración de jamón, según (Fennema, 2000), el azúcar de caña blanca se utiliza como ingrediente funcional para equilibrar el sabor, contrarrestar la salinidad y favorecer la fermentación controlada en productos curados. Además, contribuye a mejorar la textura y el color del jamón, actuando como fuente de energía para las bacterias ácido lácticas que participan en el proceso de maduración y conservación, ayudando a inhibir el crecimiento de microorganismos no deseados y prolongando la vida útil del producto.

2.7.6 Almidón de yuca

El almidón, aunque comúnmente se le considera un carbohidrato, en sentido estricto no lo es. Está compuesto principalmente por estructuras altamente cristalinas de glucosa y, en menor proporción, por dos macromoléculas poliméricas que sí son carbohidratos: la amilosa y la amilopectina. Una de las propiedades más destacadas del almidón es su capacidad para evitar o favorecer la absorción de agua, lo que permite que un alimento espese cuando se calienta y agita simultáneamente. Sin embargo, no todos los almidones presentan el mismo comportamiento ni poseen igual capacidad espesante (Castillo et al., 2022).

2.7.7 Lactato de sodio

El lactato de sodio es una sal orgánica obtenida mediante la fermentación bacteriana de azúcares naturales, como el ácido láctico. Es una sustancia versátil y altamente soluble en agua, lo que la convierte en un ingrediente ideal para diversos sectores industriales, incluyendo alimentos, bebidas, productos farmacéuticos y cosméticos. En la industria alimentaria, el lactato de sodio actúa como conservante efectivo al inhibir el crecimiento microbiano, prolongando la vida útil de los productos. Además, funciona como estabilizador y regulador de pH, manteniendo la calidad y consistencia, y potencia el sabor, proporcionando un gusto equilibrado que mejora la experiencia sensorial en productos cárnicos (PQP, 2025).

2.7.8 Sorbato de potasio

El sorbato de potasio es una sustancia formada por ácidos grasos insaturados que se encuentra de forma natural en algunas frutas, como las bayas, aunque actualmente se produce sintéticamente mediante la reacción del ácido sórbico con hidróxido potásico. Es soluble en agua y considerado fisiológicamente inerte, ya que el organismo humano lo descompone, por lo que su consumo es seguro. Además, el sorbato de potasio aumenta la acidez latente y reduce

los niveles de agua y humedad en los productos, retrasando el crecimiento de microorganismos como bacterias, hongos y levaduras, lo que contribuye a mantener los alimentos frescos por más tiempo (PC, 2022).

2.8 Caracterización del proceso de elaboración de jamón de pollo precocido

A continuación, se muestra la descripción de las variables independientes que se utilizaron a nivel experimental, emulsión cárnica y tratamiento térmico.

2.8.1 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. (García, 2020)

2.8.1.1 Tipos de emulsión cárnica

En la Figura 2.3 se muestra una descripción de los tipos de emulsiones cárnicas.

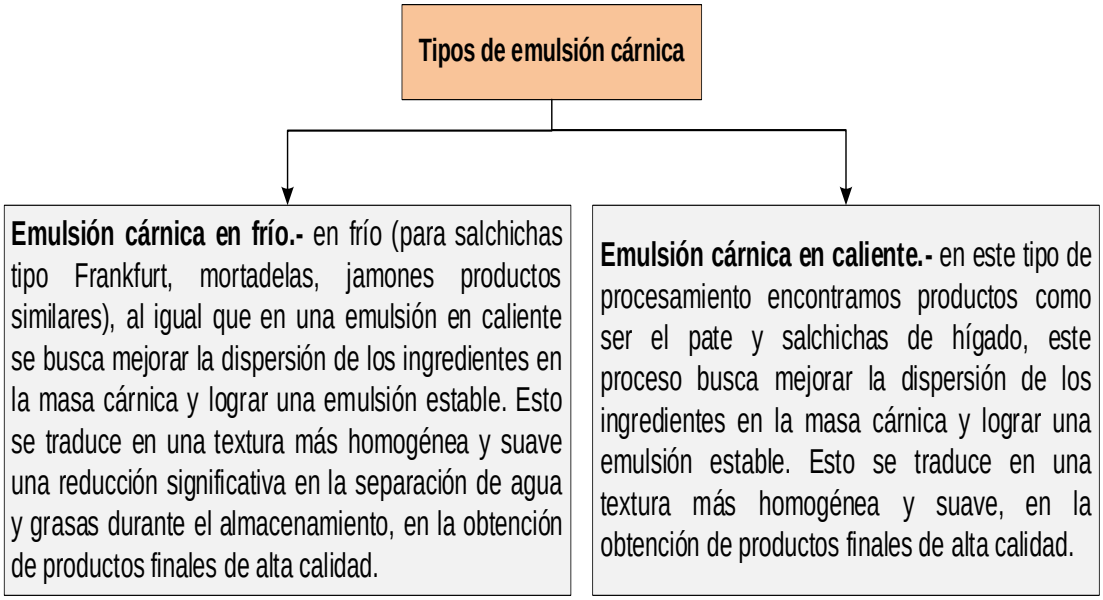


Figura: 2.3: *Tipos de emulsión cárnica*
Fuente: García, 2020

2.8.1.2 Variables independientes del proceso de emulsión cárnica

Las variables independientes del proceso de emulsión cárnica a tomar en cuenta son: temperatura y pH.

2.8.1.2.1 Temperatura

La temperatura es un factor crítico de calidad en emulsiones cárnicas. Si excede los 15°C durante o después del picado, la emulsión se rompe fácilmente, disminuyendo la estabilidad por reducción de la viscosidad, causando coalescencia de las gotas de grasa (aumentando la necesidad de proteína emulsionante) y desnaturalizando las proteínas (reduciendo su capacidad emulsionante). Para una estabilidad óptima, se recomienda trabajar a temperaturas entre (8-13)°C para cerdo, (9-12)°C para mezclas con pollo y (4-7)°C para res, evitando así alteraciones tecnológicas, sensoriales, nutricionales y de inocuidad. (Garcia, 2020).

2.8.1.2.2 pH

El pH es crucial para la estabilidad de la emulsión cárnica, ya que la capacidad emulsionante de las proteínas es óptima cerca de la neutralidad. Considerando el rango normal de pH de la carne (5.8-6.2), la eficiencia de las proteínas como emulsionantes puede incrementarse mediante la adición de ciertas sales, utilizadas individualmente o combinadas. (Garcia, 2020).

2.8.2 Escaldado (tratamiento térmico)

El escaldado es un tratamiento térmico aplicado en alimentos, por ejemplo, en tejidos vegetales, que implica su exposición a una fuente de calor. Su objetivo principal es acondicionar la materia prima vegetal para etapas posteriores como la congelación, deshidratación y enlatado, en carnes sirve para, fijar el color en carnes curadas, coagular proteínas superficiales para facilitar el manejo, reducir la carga microbiana superficial. El proceso consiste en elevar la temperatura del material mediante un medio calórico húmedo (generalmente

entre (70-100)°C, mantenerla durante un lapso específico y luego someter el producto a un enfriamiento rápido hasta alcanzar una temperatura próxima a la ambiental. Esta secuencia térmica controlada previene la pre cocción o cocción del alimento (Fennema, 2000).

2.8.2.1 Tipos de escaldado

En la Figura 2.4 haremos la descripción de 2 tipos de escaldados.

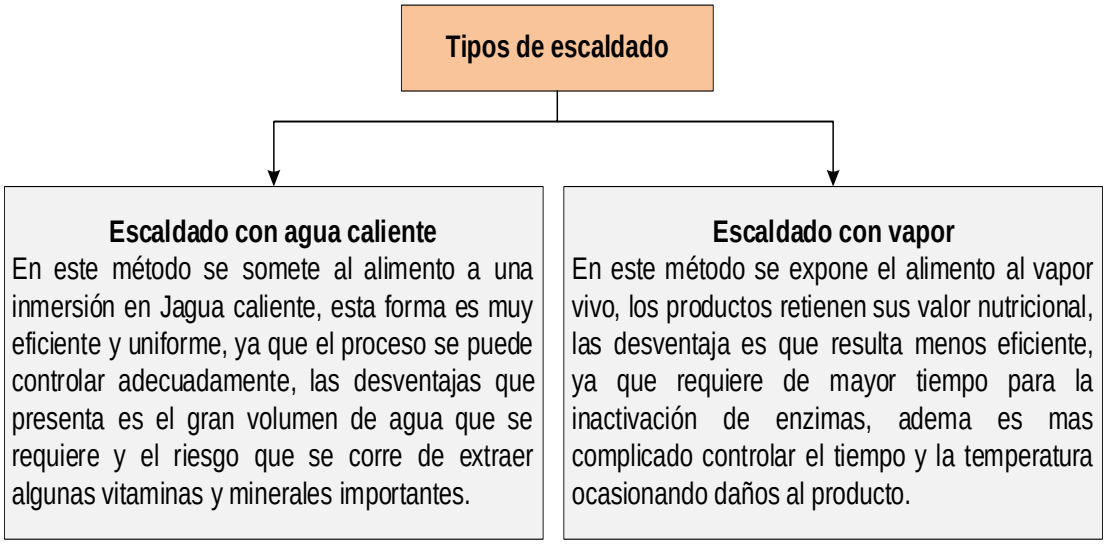


Figura: 2.4: *Tipos de escaldados*
Fuente: Fennema, 2000

2.8.2.2 Variables independientes del proceso de escaldado

Las variables independientes del proceso de escaldado a tomar en cuenta son: tiempo y temperatura.

2.8.2.2.1 Tiempo

El tiempo de exposición es la variable cinética crítica en el proceso de escaldado, pues determina la profundidad de la penetración del calor y la completitud de las reacciones bioquímicas. Si el tiempo es insuficiente, se genera un gradiente térmico heterogéneo donde el núcleo no alcanza la temperatura de seguridad, dejando enzimas proteolíticas activas que

degradan la textura y comprometen la inocuidad. Por el contrario, un tiempo excesivo provoca una sobreexposición térmica que debilita la estructura de los polímeros proteicos, resultando en una pérdida de elasticidad y un descenso en el rendimiento económico por mermas excesivas de evaporación y lixiviación de sólidos solubles, el tiempo de escaldado para un jamón varia en un rango entre (120 – 150) minutos (Pimentel, 2018).

2.8.2.2.2 Temperatura

La temperatura del medio y del núcleo es el factor crítico de calidad en el proceso de escaldado de productos cárnicos. Si la temperatura interna no alcanza 72°C, la matriz proteica no logra una coagulación completa, disminuyendo la estabilidad del producto por una insuficiente formación de la red de gel, lo que provoca sinéresis y reduce la cohesión de la tajada. Por otro lado, exceder los 80°C en el medio de cocción acelera la desnaturalización térmica de las proteínas globulares y la contracción del colágeno, causando una expulsión masiva de agua constitucional y grasa, lo que deriva en un producto seco y de textura fibrosa (Pimentel, 2018).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo de la parte experimental

La parte experimental del presente trabajo de investigación "Elaboración de jamón precocido de pollo ", se realizó dentro del Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (L.A.C.I.A) y Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A); ubicados en las instalaciones de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (U.A.J.M.S).

3.2 Tipo de intervención experimental

El presente trabajo de investigación considera la metodología para la elaboración de jamón de pollo precocido, aplicando la metodología experimental de laboratorio con la finalidad de obtener un producto, por lo cual se aplica los siguientes métodos de intervención:

- Análisis fisicoquímico y nutrientes de la pechuga de pollo.
- Análisis microbiológico de la pechuga de pollo.
- Análisis del diseño factorial 2^3 en el proceso de dosificación
- Análisis sensorial de las muestras del jamón de pollo precocido.
- Análisis fisicoquímico y nutrientes del jamón de pollo precocido.
- Análisis microbiológico del jamón de pollo precocido.
- Operacionalización de las variables en la elaboración de jamón de pollo precocido.

3.3 Paradigma de investigación

Para Hernández & Mendoza (2018. p 4.), “El paradigma es un conjunto de concepciones y primicias acerca del mundo: métodos y técnicas que se consideran apropiadas para investigarlo” Según Gallardo (2017), el paradigma de investigación es una postura macro que se tiene ante la realidad de un fenómeno determinado, donde quienes comparten esas ideas manejan un mismo lenguaje, donde se orienta a través de valores, metas y creencias.

3.3.1 Paradigma positivista

El paradigma positivista, (Ricoy, 2006) se caracteriza por su enfoque cuantitativo, basado en la observación empírico-analítica. Este paradigma es fundamental porque orienta la investigación hacia la verificación de hipótesis y la obtención de resultados numéricos mediante el análisis estadístico. Su metodología es sistemática y experimental, permitiendo identificar y medir objetivamente los factores que influyen en los procesos o fenómenos de interés. Según (Sucari et al., 2024. p 25). Se caracteriza por su orientación hacia la objetividad, la medición precisa y la búsqueda de leyes universales a través de la observación empírica y el razonamiento lógico

3.4 Enfoque de la investigación

La investigación cuantitativa se caracteriza por recopilar datos numéricos para probar hipótesis y analizar patrones mediante métodos estadísticos, validando así fundamentos teóricos (Hernández et al., 2014. p 10).

El enfoque cuantitativo propone que el estudio sobre los fenómenos requiere ser científico, es decir, susceptible de ser adquirido a través de la aplicación del método científico y sustentar que todos los fenómenos se podían medir, a esta corriente se le dio el nombre de positivismo que es el dato observable. (Vega et al, 2014)

3.5 Métodos, técnicas e instrumentos

El método de investigación es un proceso sistemático para abordar problemas y responder preguntas, que incluye la definición del problema, el análisis de datos y la formulación de conclusiones (Hernández, et al., 2014). Las técnicas de investigación son los procedimientos que guían la recolección y análisis de información (Suárez, et al. 2022, p. 5), mientras que Ramos (2009) señala que estas técnicas estructuran el proceso científico, proporcionando herramientas para la obtención y organización de datos.

Finalmente, un instrumento de investigación es la herramienta específica utilizada para recolectar y analizar los datos, asegurando la precisión y fiabilidad necesarias para obtener resultados válidos (Babativa, 2017).

3.5.1 Análisis fisicoquímico de pechuga de pollo

En la Tabla 3.1, se muestra los métodos y técnicas que se emplearon para los análisis fisicoquímicos de la pechuga de pollo, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.1

Análisis fisicoquímico y nutricional de pechuga de pollo

Parámetros	Técnicas	Unidad	Método
Carbohidratos	Cálculo	%	-
Proteína	Volumetría	%	NB 466:1997
Grasa	Gravimetría	%	NB 465:1997
Humedad	Gravimetría	%	NB 379:1997
Ceniza	Gravimetría	%	NB 468:1997
Fibra	Gravimetría	%	Digestión acida
Acidez	Volumetría	%	NB 383:1980
pH	Potenciómetro		NB 785:1997

Fuente: CEANID, 2025

3.5.2 Análisis microbiológico de pechuga de pollo

En la Tabla 3.2, se muestra los métodos y técnicas que se emplearon para los análisis microbiológicos de la pechuga de pollo, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.2

Análisis microbiológico de pechuga de pollo

Microorganismos	Técnicas	Unidad	Método
Coliformes totales	Recuento en placa	(UFC/g)	NB 32005:2002
Escerichia coli	Confirmación bioquímica	(UFC/g)	NB 32005:2002
Staphylococcus aureus	Recuento en placa	(UFC/g)	NB 32004:2002

Fuente: CEANID, 2025

3.5.3 Análisis fisicoquímico de la masa cárnica de jamón de pollo precocido

En la Tabla 3.3, se muestra los métodos y técnicas que se emplearon para los análisis fisicoquímicos de la masa cárnica de jamón de pollo precocido, realizados en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (L.A.C.I.A); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.3

Análisis fisicoquímico de la masa cárnica de jamón de pollo precocido

Parámetros	Técnicas	Unidad	Método
Acidez	Volumetría	%	NB 383:1980
pH	Potenciómetro	-	NB 785:1997
Humedad	Termogravimetría	%	NB 379-1997

Fuente: L.A.C.I.A, 2025

3.5.4 Análisis fisicoquímico del jamón de pollo precocido

En la Tabla 3.4, se muestra los métodos y técnicas que se emplearon para los análisis fisicoquímicos del jamón de pollo precocido, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.4

Análisis fisicoquímico y nutricional del jamón de pollo precocido

Parámetros	Técnicas	Unidad	Método
Hidratos de Carbono	Cálculo	%	-
Proteína	Volumetría	%	NB 466:1997
Grasa	Gravimetría	%	NB 465:1997
Humedad	Gravimetría	%	NB 379:1997
Ceniza	Gravimetría	%	NB 468:1997
Fibra	Gravimetría	%	Digestión acida
Acidez	Volumetría	%	NB 383:1980
pH	Potenciómetro		NB 785:1997

Fuente: CEANID, 2025

3.5.5 Análisis microbiológico del jamón de pollo precocido

En la Tabla 3.5, se muestran los análisis microbiológicos del jamón de pollo precocido donde se indican la técnica y método de análisis aplicado. Estos análisis fueron determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Juan Misael Saracho.

Tabla 3.5

Análisis microbiológico del jamón de pollo precocido

Microorganismos	Técnicas	Unidad	Método
Coliformes totales	Recuento en placa	(UFC/g)	NB 32005:2002
Escerichia coli	Confirmación bioquímica	(UFC/g)	NB 32005:2002
Staphylococcus aureus	Recuento en placa	(UFC/g)	NB 32004:2002

Fuente: CEANID, 2025

3.6 Descripción de equipos, instrumentos y material de laboratorio

Durante el desarrollo de la parte experimental de la elaboración de jamón de pollo precocido, se utilizaron los equipos de proceso, instrumentos y materiales de laboratorio, que se detallan a continuación:

3.6.1 Equipos para el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido

En la Figura 3.1, se detallan los equipos que se utilizaron en el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido.



Figura 3.1: *Equipos para el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido*
Fuente: LTA, 2025

3.6.2 Instrumentos y material de laboratorio

En la Figura 3.2, se detallan los instrumentos y materiales de laboratorio que se utilizaron en el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido.

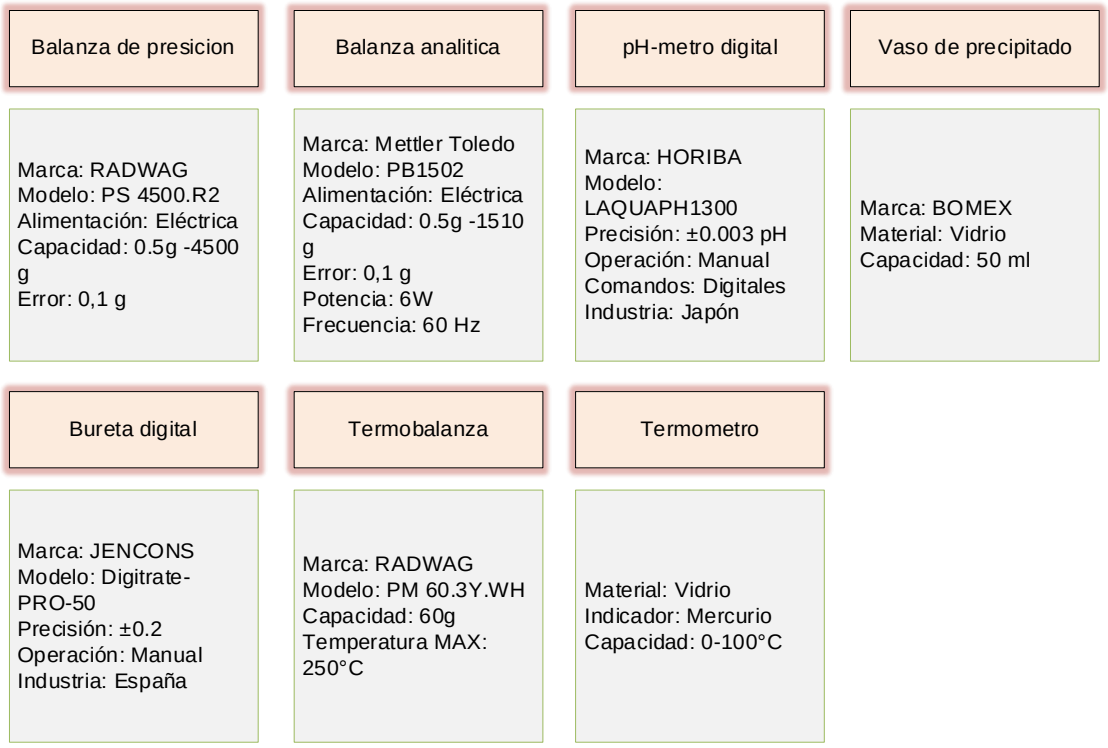


Figura 3.2: *Instrumentos y materiales de laboratorio*
Fuente: L.A.C.I.A, 2025

3.7 Utensilios

En la Tabla 3.6, se detallan los utensilios de cocina que se utilizaron en el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido.

Tabla 3.6

Utensilios de cocina

Utensilios	Tipo	Capacidad	Cantidad
Fuentes	Plástico	Mediana	4
Espátula	Plástico	Pequeña	1
Vasos	Plástico	200 ml	10
Olla	Aluminio	15 L	1
Cuchillo	Acero inoxidable	Mediana	1
Cucharilla	Acero inoxidable	Pequeña	1
Repasadores	Algodón	Mediana	3

Fuente: Elaboración propia

3.8 Insumos y aditivos alimentarios para el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido

En la Tabla 3.7, se detallan los insumos y aditivos alimentarios que se utilizaron en el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido.

Tabla 3.7

Insumos y aditivos alimentarios

Insumos	Estado	Unidad	Cantidad	Procedencia
Azúcar	Sólido	kg	2,0	IABSA
Sal	Sólido	kg	3,0	MERCADO CAMPESINO
Condimento(sabrojam, california)	Sólido	g	500,0	ADITEC
Hielo en cubos	Sólido	kg	20,0	FAHITAR
Fosfatos (rendiplus)	Sólido	kg	2,5	ADITEC
Nitritos (farmesal)	Sólido	g	300,0	ADITEC
Sorbato de potasio	Sólido	g	200,0	SOLQUIFAR
Almidón	Sólido	kg	2,0	MERCADO CAMPESINO
Lactato de sodio	Sólido	g	300,0	ADITEC
Carragenina	Sólido	kg	2,0	ADITEC
Tripa sintética de poliamida	Sólido	kg	-	ADITEC

Fuente: Elaboración propia

3.9 Proceso de elaboración de jamón de pollo precocido

En la Figura 3.3, se muestra el diagrama de proceso de elaboración de jamón pollo precocido.

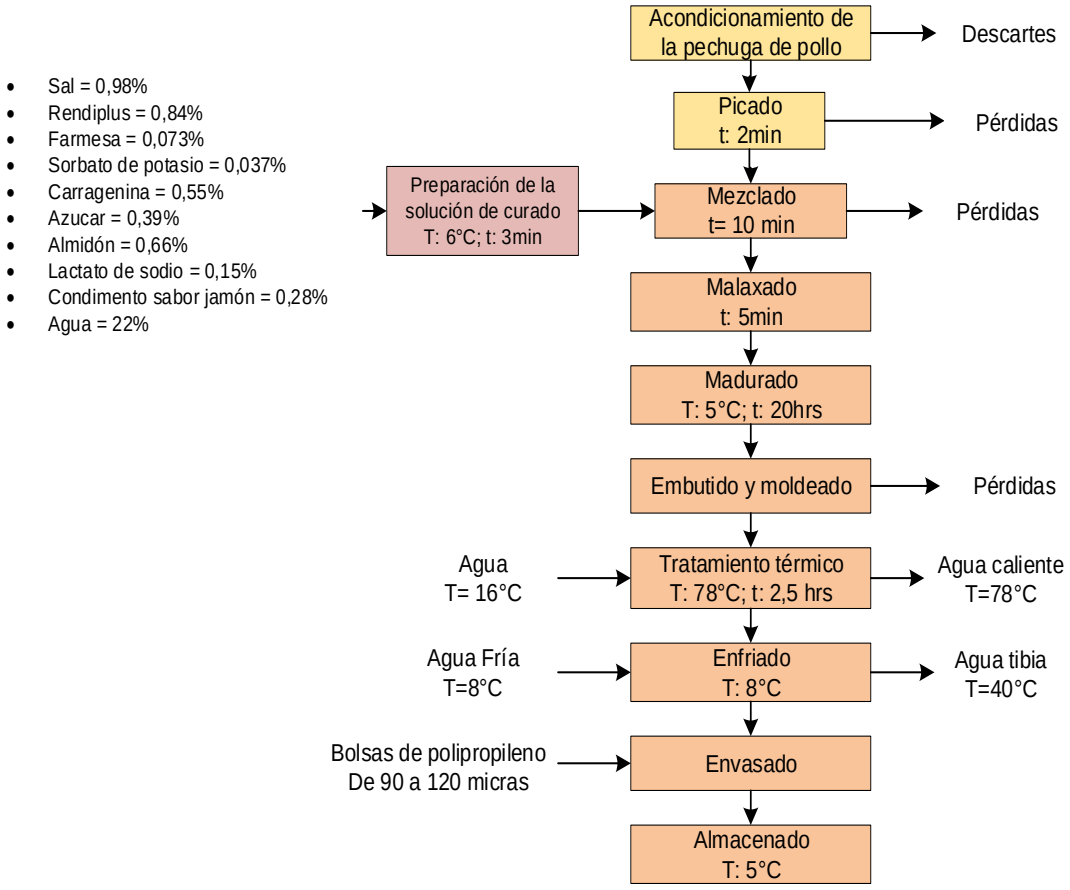


Figura: 3.3: *Diagrama del proceso de elaboración de jamón de pollo precocido*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1 Descripción del proceso de elaboración de jamón de pollo precocido

A continuación, se describen las operaciones que se utilizaron en el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido.

3.9.1.1 Acondicionamiento de la pechuga de pollo

Se procede a realizar el desposte de la pechuga de pollo en el cual se retira los nervios y materia grasa como descarte con la finalidad de obtener carne de pollo magra, como se muestra en la Figura 3.4.



Figura 3.4: *Acondicionamiento de la pechuga de pollo*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.2 Picado

Después del acondicionamiento de la pechuga de pollo se introduce en la moledora de carne con la finalidad de reducir su tamaño para coadyuvar en el mezclado y homogeneizado, durante un tiempo de 2 minutos, como se muestra en la Figura 3.5.



Figura 3.5: *Picado de la pechuga de pollo*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.3 Preparación de la solución de curado

Se procedió a preparar la solución de curado para un kilogramo de carne de pollo que presenta: cloruro de sodio (0,98%), farmesal (0,073%), rendiplus (0,84%), sorbato de potasio (0,037%), carragenina (0,55%), azúcar (0,39%), almidón (0,66%), lactato de sodio (0,15%), condimento sabor jamón (0,28%), agua (22%) la solución de curado tiene la finalidad de coadyuvar en la conservación del producto. Asimismo, mejora la textura, el aroma y el sabor. tomando en cuenta la temperatura del agua a 6°C, en un recipiente de acero inoxidable, como se muestra en la Figura 3.6.



Figura 3.6: *Preparación de la solución de curado*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.4 Mezclado

La carne de pollo acondicionada y picada se mezclan con la solución de curado el proceso de mezclado se realizó durante un tiempo de 10 minutos con la finalidad de homogeneizar la masa cárnica, como se muestra en la Figura 3.7.



Figura 3.7: *Mezclado*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.5 Malaxado

Se realiza el malaxado durante un tiempo de 5 minutos en una bolsa hermética realizando golpes pausados manualmente a la masa cárnica; con la finalidad de adquirir una textura más firme, como se muestra en la Figura 3.8.



Figura 3.8: *Malaxado*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.6 Madurado

La mezcla cárnica se deja madurar durante un tiempo de 20 horas a una temperatura de 5°C en un frezzer, con la finalidad de desarrollar el color, sabor, textura del jamón de pollo, como se muestra en la Figura 3.9.



Figura 3.9: *Madurado*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.7 Embutido y moldeado

El embutido se realiza de manera manual en tripas artificiales (poliamida) que fueron previamente acondicionadas. Luego se procedió a realizar el moldeado donde cada bastón con la masa del jamón de pollo se introduce a moldes de acero inoxidable, los cuales ejercen presión al momento de cerrarse, obteniendo la forma final del jamón, como se muestra en la Figura 3.10.



Figura 3.10: *Embutido y moldeado*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.8 Tratamiento térmico

Los moldes con los bastones de jamón de pollo prensado se introducen en ollas con agua a una temperatura de 78°C. Donde se realiza el tratamiento térmico hasta alcanzar una temperatura interna critica a 72°C durante un tiempo de 2 horas y media; con el objetivo de eliminar los microorganismos patógenos, como se muestra en la Figura 3.11.



Figura 3.11: *Tratamiento térmico*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.9 Enfriado

Después del tratamiento térmico se procede a realizar el enfriamiento del jamón de pollo de manera rápida sumergiendo los moldes en agua fría a 8°C en un recipiente de plástico. Con el objetivo de reducir la temperatura interna y cortar el tratamiento térmico del jamón de pollo; luego se coloca en la cámara de frio a temperatura de 2°C. como se muestra en la Figura 3.12.



Figura 3.12: *Enfriado*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.10 Envasado

El jamón de pollo enfriado se envasa al vacío utilizando bolsas de polipropileno de 90 a 120 micras; con la finalidad de protegerlo del oxígeno, la humedad y la contaminación, como se muestra en la Figura 3.13



Figura 3.13: *Envasado*
Fuente: Elaboración propia

3.9.1.11 Almacenado

El jamón de pollo precocido envasado se almacena en cámaras frigoríficas a temperaturas controladas de 2°C. como se muestra en la Figura 3.14.



Figura 3.14: *Almacenado*
Fuente: Elaboración propia

3.10 Evaluación sensorial de alimentos

La evaluación sensorial es una capacidad humana básica que influye en la aceptación o rechazo de los alimentos según las sensaciones que provocan. Aunque es instintiva, también está condicionada por el contexto y el tiempo. Desde un enfoque científico, consiste en analizar y medir las respuestas de las personas a las características de los alimentos a través de los sentidos. En la industria alimentaria, es fundamental para adaptarse a las preferencias del consumidor y evaluar cambios en los productos, requiriendo métodos objetivos y estandarizados para obtener resultados fiables. (Fiszman y Hough, 2005).

En la Figura 3.15, se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas en el presente trabajo de investigación para la elaboración de jamón de pollo precocido, para la caracterización de las propiedades organolépticas.

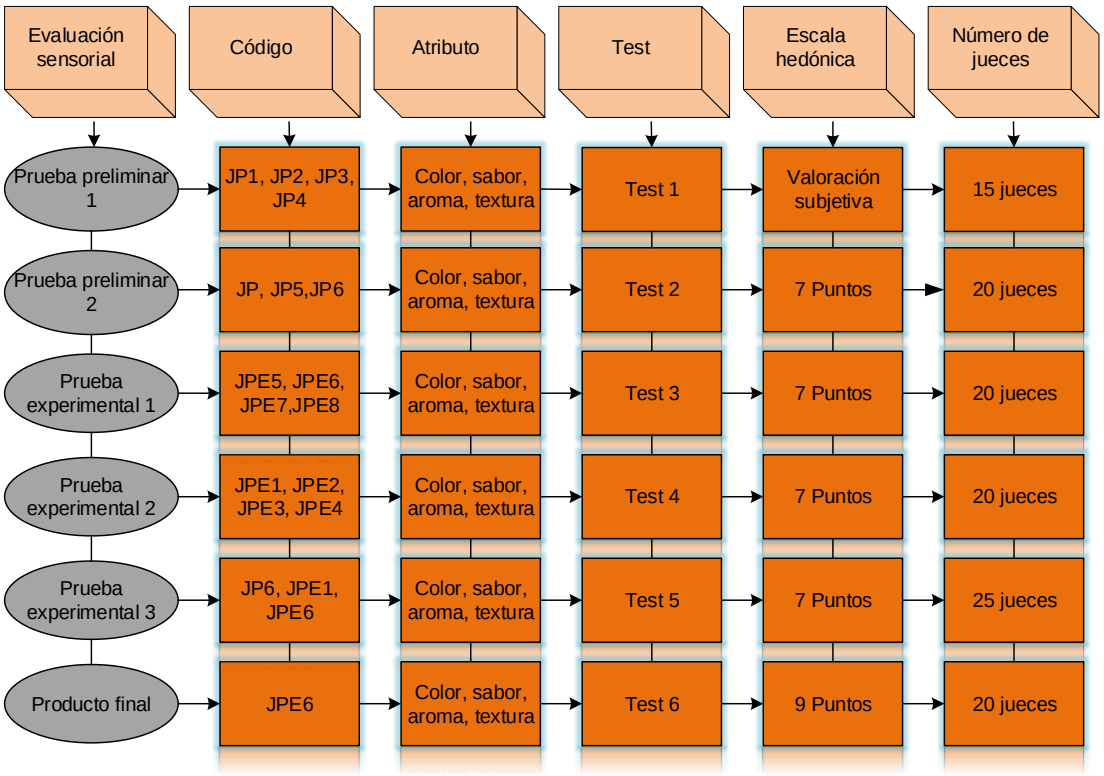


Figura 3.15: *Evaluaciones sensoriales de jamón de pollo precocido*
Fuente: Elaboración propia

3.11 Diseño experimental

El diseño experimental es un proceso sistemático que implica planificar cuidadosamente cada etapa del experimento para recolectar datos relevantes y adecuados, permitiendo un análisis estadístico riguroso que facilite conclusiones válidas y objetivas en relación con los objetivos de la investigación (Montgomery, 2004).

3.12 Diseño factorial 2^k

El diseño factorial 2^3 permite estudiar 3 factores, cada uno con 2 niveles, generando 8 combinaciones experimentales representadas como los vértices de un cubo. Este diseño posibilita analizar tanto los efectos principales de cada factor como sus interacciones, utilizando un modelo de regresión lineal que incluye términos para cada efecto e interacción (Walpole et al., 2012).

El modelo matemático que describe este diseño se expresa mediante una regresión lineal que incluye términos para los efectos principales y las interacciones, como se muestra a continuación, en la ecuación 3.1.

$$2^k \qquad \text{Ecuación 3.1}$$

En donde:

2 = número de niveles

K = número de variables

Según (Gutiérrez & De la Vara, 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:

$$y = \beta_0 + \beta_A X_A + \beta_B X_B + \beta_C X_C – \beta_{AB} X_A X_B - \beta_{AC} X_A X_C - B_{BC} X_B X_C + \beta_{ABC} X_A X_B X_C \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Donde:

β = coeficientes de regresión

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

3.12.1 Diseño factorial 2^3 en la etapa de dosificación del jamón de pollo precocido

El diseño experimental en la etapa de dosificación del jamón precocido de pollo, se aplicó de acuerdo a (Walpole et al., 2012), donde los niveles y factores a tomar en cuenta según la ecuación 3.3.

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ tratamientos} \qquad \text{Ecuación 3.3}$$

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

A = Almidón (%) (A) = 2 niveles

B = Condimento sabor jamón (%) (B) = 2 niveles

C = Agua (%) (C) = 2 niveles

En la Tabla 3.8, se muestra la matriz del diseño factorial aplicado en la dosificación de jamón precocido de pollo, conformada por: Almidón (A), condimento sabor jamón (B) y agua (C).

Tabla 3.8

Matriz del diseño factorial aplicado en la etapa de dosificación del jamón de pollo precocido

Combinaciones de tratamientos	Variables			Interacciones				Variable respuesta		
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Yi1	Yi2	Yi3
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y1	Y1	Y1
a	+	-	-	-	-	+	+	Y2	Y2	Y2
b	-	+	-	-	+	-	+	Y3	Y3	Y3
ab	+	+	-	+	-	-	-	Y4	Y4	Y4
c	-	-	+	+	-	-	+	Y5	Y5	Y5
ac	+	-	+	-	+	-	-	Y6	Y6	Y6
bc	-	+	+	-	-	+	-	Y7	Y7	Y7
abc	+	+	+	+	+	+	+	Y8	Y8	Y8

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Yi1 = Contenido de humedad del jamón precocido de pollo (%)

Yi2 = pH del jamón precocido de pollo

Yi3 = Porcentaje de acidez (ácido láctico) del jamón precocido de pollo (%)

En la Tabla 3.9, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel alto y nivel bajo) a ser aplicado en la etapa de dosificación del jamón precocido de pollo; conformado por 3 variables: Almidón (A), condimento sabor jamón (B) y agua (C).

Tabla 3.9

Niveles de variación de los factores en la elaboración de jamón de pollo precocido

Variables	Unidad	Nivel alto	Nivel bajo
Almidón	%	0,66	0,52
Condimento sabor jamón	%	0,43	0,28
Agua	%	21,94	20,85

Fuente: Elaboración propia

3.15 Operacionalización de las variables para la elaboración de jamón de pollo

En el Cuadro 3.2, se muestra la operacionalización de las variables dependiente e independiente del presente trabajo de investigación para el proceso de elaboración de jamón de pollo.

Cuadro 3.2

Operacionalización de las variables para la elaboración de jamón de pollo precocido

Hipótesis	Variables		Definición	Dimensiones	Indicadores
Mediante la aplicación de la tecnología de transformación de carne a nivel experimental, se obtendrá jamón de pollo precocido con la finalidad de obtener un producto de calidad para la empresa Embutidos Coquito.	**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 dependiente	**Jamón precocido de pollo**	Un fiambre elaborado a partir de carne avícola (principalmente pavo o pollo), mediante un proceso que incluye la salazón y la cocción. Este producto, conocido comercialmente como jamón de pavo o jamón de pollo, se diferencia del jamón porcino tradicional por su origen y composición nutricional. (Perez & Ponce, 2013).	pH	-
				Acidez	(%)
				Humedad Ceniza Fibra Hidratos de carbono Proteína	(%)
				Valor energético	Kcal/ 100 g
				Staphylococcus aureus *Coliformes totales* *Escherichia coli*	UFC/g

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1 Caracterización de pechuga de pollo

Para realizar la caracterización de pechuga de pollo, se tomaron en cuenta los siguientes análisis:

- Propiedades físicas.
- propiedades fisicoquímicas.
- Propiedades microbiológicas.

4.1.1 Propiedades físicas de pechuga de pollo

En la Figura 4.1, se observan veinte muestras de pechuga de pollo las cuales fueron tomadas aleatoriamente para determinar las propiedades físicas: peso total, diámetro longitudinal, diámetro ecuatorial, porción comestible y no comestible.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.1: Pechuga de pollo

En la Tabla 4.1, se muestran los resultados obtenidos de las propiedades físicas de pechuga de pollo, realizados en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA).

Tabla 4.1

Propiedades físicas de pechuga de pollo

Muestras	Peso (g)	DE (cm)	DL (cm)	Espesor (cm)	PC (g)	PNC (g)	PC (%)	PNC (%)
20	575	13,7	18,1	4,4	552,1	21	96,38	3,61

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 4.1, se observar el promedio de los resultados obtenidos de las propiedades físicas de la pechuga de pollo que presentan: peso total 575 g, diámetro ecuatorial (DE) 13,7 cm, diámetro longitudinal (DL) 18,1 cm, espesor 4,4 cm, porción comestible (PC) 96,38% y porción no comestible (PNC) 3,61%.

4.1.2 Propiedades fisicoquímicas de pechuga de pollo

En la Tabla 4.2, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de pechuga de pollo de datos extraídos del (Anexo A).

Tabla 4.2

Análisis fisicoquímico y nutricional de pechuga de pollo

Parámetros	Unidad	Resultados
Carbohidratos	%	0,05
Proteína total	%	23,19
Grasa	%	0,39
Humedad	%	75,17
Ceniza	%	1,20
Fibra	%	0,00
Acidez	%	0,69
pH	-	6,04
Valor energético	Kcal/100g	93,00

Fuente: CEANID, 2025

Según la Tabla 4.2, se observa los resultados del análisis fisicoquímico de pechuga de pollo presenta: Hidratos de carbono 0,05 %, Proteína 23,19 %, Grasa 0,39 %, Humedad 75,17 %, Ceniza 1,20 %, Fibra 0,00, Acidez 0,69%, pH 6,04 y Valor energético 93 Kcal/100 g.

4.1.3 Propiedades microbiológicas de pechuga de pollo

En la Tabla 4.3, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico de pechuga de pollo de datos extraídos del (Anexo A).

Tabla 4.3

Análisis microbiológico de pechuga de pollo

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes totales	(UFC/g)	$1.0x10^{3}$
Escerichia coli	(UFC/g)	$<1.0x10^{1}$(*)
Staphylococcus aureus	(UFC/g)	$<1.0x10^{1}$(*)

Fuente: CEANID, 2025

Según la Tabla 4.3, se observa los resultados del análisis microbiológico de la pechuga de pollo que presenta: Coliformes totales $1.0x10^{3}$UFC/g, *Escherichia coli* $<1.0x10^{1}$(*) UFC/g, *Staphylococcus aureus* $<1.0x10^{1}$(*)UFC/g (*) No se observa desarrollo de colonias.

4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de jamón de pollo precocido

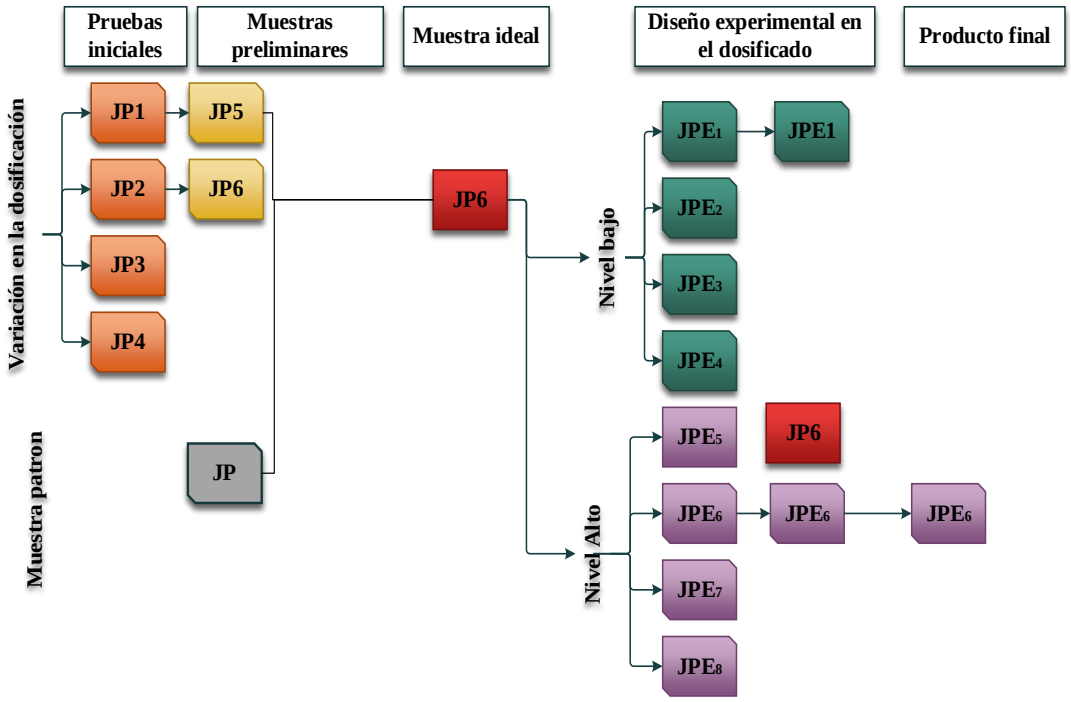
Para la caracterización de las variables del proceso de elaboración de jamón de pollo precocido, se tomaron en cuenta las pruebas preliminares con el fin de obtener una metodología experimental para la elaboración de jamon de pollo precocido.

4.2.1 Desarrollo de las pruebas experimentales para la elaboración de jamón de pollo precocido

En el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo se procedió a elaborar cuatro pruebas iniciales (JP1, JP2, JP3 y JP4) para obtener la

metodología experimental en la elaboración de jamon de pollo precocido. Para tal efecto, se realizó la variación en la dosificación de porcentajes de: agua, almidón y condimento.

En base a estas pruebas iniciales se tomó en cuenta las muestras (JP1 y JP2) las cuales fueron recodificadas como JP5 y JP6 como muestras preliminares; en donde solo se aplicó el malaxado a la muestra JP6. A sí mismo, se tomó en cuenta como muestra patrón a JP; con el fin de obtener la muestra ideal, según se detalla en la Figura 4.2.

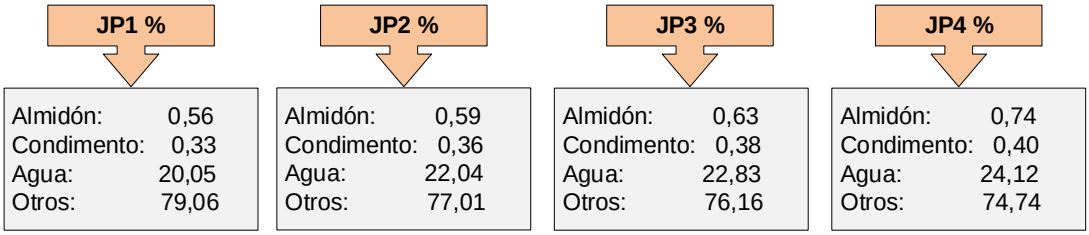


Fuente: Elaboración propia
Figura 4.2: Pruebas experimentales para la elaboración de jamón de pollo

4.2.1.1 Variación en la formulación de pruebas iniciales jamón de pollo precocido

Para realizar las pruebas iniciales de jamón de pollo precocido se utilizó cuatro muestras en donde (JP1, JP2, JP3 y JP4); se realizó la variación en la formulación de los porcentajes: almidón, agua y condimento (sabor jamon); con la finalidad de obtener la metodología experimental para el proceso de

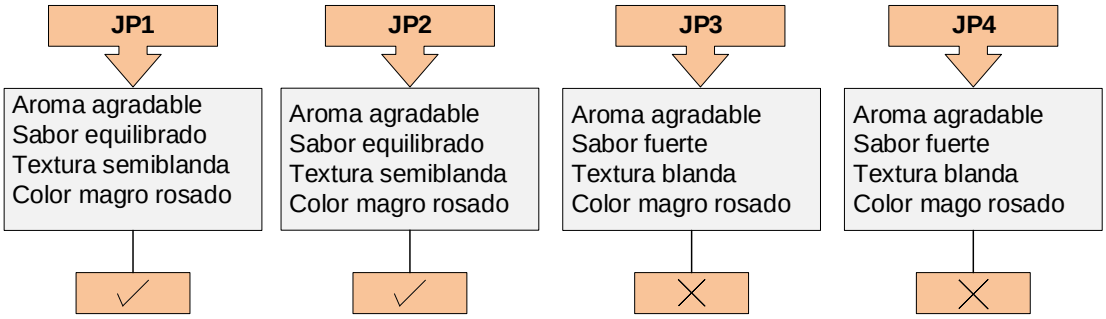
elaboración de jamón de pollo precocido. En la Figura 4.3, se especifica las formulaciones de las cuatro pruebas iniciales de jamón de pollo precocido.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3: Formulación de pruebas iniciales de jamón de pollo precocido

Según la Figura 4.3, las cuatro pruebas de jamón de pollo precocido fueron valoradas de manera subjetiva por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos como se muestra en la Figura 4.4.



Fuente: Elaboración propia

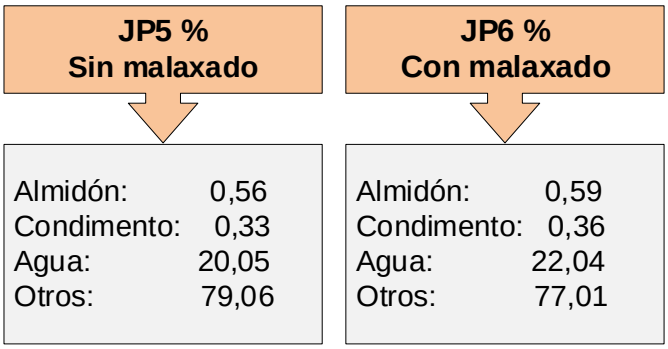
Figura 4.4: Valoración subjetiva de pruebas iniciales de jamón de pollo precocido

Según a la valoración subjetiva indicaron que las muestras JP1 y JP2 fueron las de mayor preferencia por presentar un aroma agradable, sabor equilibrado, textura semiblanda y color magro rosado adecuado; en comparación con las muestras JP3 y JP4 que presentaban una textura blanda y sabor fuerte.

4.2.1.2 Formulación de muestras preliminares con malaxado y sin malaxado

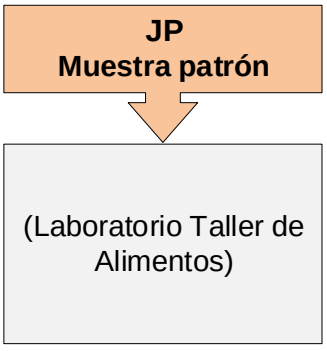
Para realizar las muestras preliminares de jamon de pollo precocido se procedió a elaborar dos muestras JP1 y JP2; las cuales fueron recodificadas como JP5 y JP6; con la finalidad de mejorar la textura se aplicó el proceso de

malaxado a una de las muestras preliminares; JP6 con malaxado y JP5 sin malaxado. Para tal efecto, las muestras mantuvieron constante los porcentajes de su dosificación en la formulación como se muestra en la Figura 4.5.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.5: Formulación de las muestras preliminares con malaxado y sin malaxado

La elección de la muestra patrón se basó en la limitada oferta de este producto por parte de empresas del medio local en la ciudad de Tarija; por tal motivo se procedió a elegir como muestra patrón JP jamón de pollo del Laboratorio Taller de Alimentos por su disponibilidad y la preferencia de la población como se muestra en la Figura 4.6.

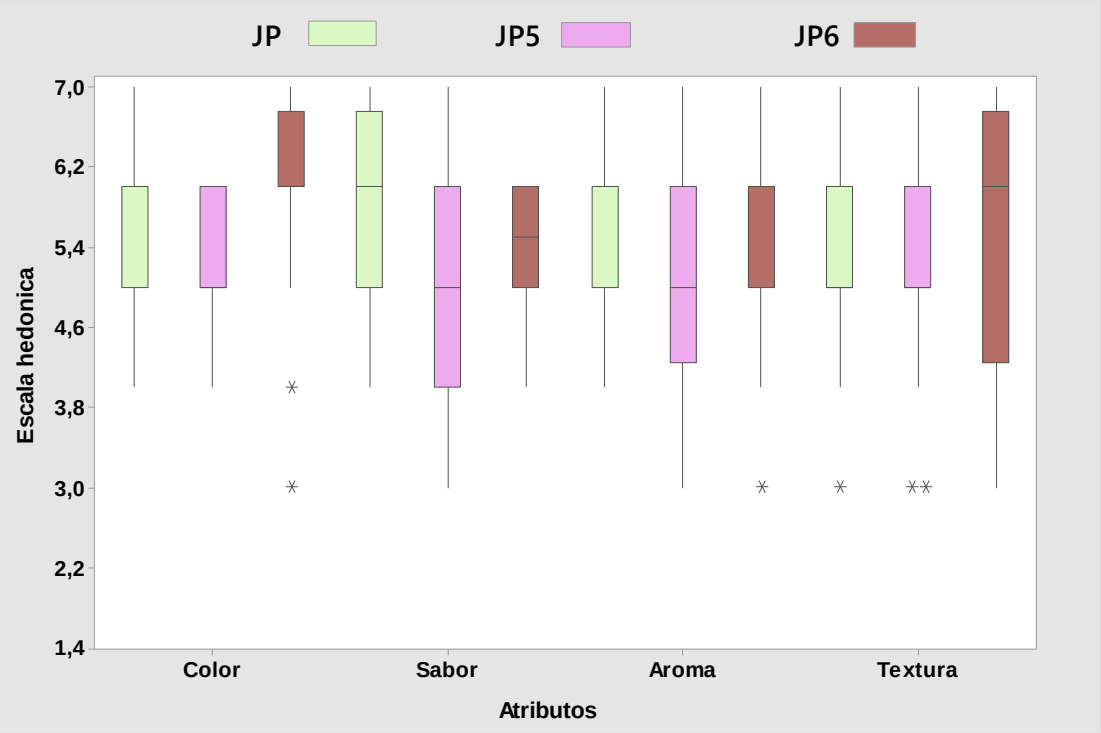


Fuente: Elaboración propia
Figura 4.6: Muestra patrón

En base a la Figura 4.5 y Figura 4.6, las muestras preliminares JP5, JP6 y JP fueron evaluadas sensorialmente con escala hedónica de siete puntos en donde se valoraron los siguientes atributos: aroma, color, sabor y textura con la finalidad de obtener la muestra ideal.

4.2.1.2.1 Estadístico caja y bigote de la evaluación de muestras preliminares y muestra patrón de jamón

En la Figura 4.7, se muestran los estadísticos de caja y bigote en función de los atributos evaluados: aroma, color, sabor y textura de muestras preliminares y muestra patrón.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7: Caja y bigote para pruebas preliminares y muestra patrón de jamón de pollo

Según la Figura 4.7, se puede observar los resultados de las medianas en función de los atributos evaluados: aroma JP6 (6,0); color JP6 (6,0); sabor JP6 (5,5) y textura JP6 (6,0). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza se pudo evidenciar que si existe diferencia significativa para el atributo color para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.1.2.2 Estadístico de Tukey para el atributo color de jamón de pollo precocido

En la Tabla 4.4, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey de datos extraídos del Anexo C2 para el atributo color.

Tabla 4.4

Estadístico de Tukey para atributo color

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
JP6-JP	0,45	0,59	No hay diferencia
JP6-JP5	0,75	0,59	Si hay diferencia
JP-JP5	0,30	0,59	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.4, se puede observar que existe diferencia estadística entre los tratamientos (JP6-JP5). Sin embargo, para los tratamientos (JP6-JP) y (JP-JP5) no existe diferencia estadística para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos evaluados de las muestras preliminares y muestra patrón según el análisis estadístico de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra JP6 por presentar aroma agradable, sabor equilibrado, textura firme y color adecuado.

4.3 Diseño factorial 2^3 en la etapa de dosificación de jamón de pollo precocido

Para el diseño experimental del presente trabajo, se realizó en base a la muestra JP6 donde se aplicó la matriz del diseño factorial 2^3 de la Tabla 3.8 donde se tomó en cuenta las variables con su nivel alto y bajo de acuerdo a la Tabla 3.9.

Tabla 4.5

Formulación de la muestra ideal JP6

JP6 %	
Almidón	0,59
Condimento (sabor jamon)	0,36
Agua	21,47
Otros	77,67

Fuente: Elaboración propia

Para formular las muestras del diseño experimental se realizó en base a la matriz del diseño factorial 2^3 en donde se ejecutaron las dieciséis corridas de las muestras y réplicas.

En la Tabla 4.6, se muestra la dosificación en la formulación de las cuatro muestras de nivel bajo en base a la variable (C) porcentaje de agua para jamon de pollo precocido.

Tabla 4.6

Formulación experimental del nivel bajo

JPE1 %		JPE2 %	
Almidón	0,52	Almidón	0,66
Condimento (sabor jamon)	0,28	Condimento (sabor jamon)	0,28
Agua	20,85	Agua	20,85
Otros	78,35	Otros	78,21
JPE3 %		**JPE4 %**	
Almidón	0,52	Almidón	0,66
Condimento (sabor jamon)	0,43	Condimento (sabor jamon)	0,43
Agua	20,85	Agua	20,85
Otros	78,20	Otros	78,06

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.7, se muestra la dosificación en la formulación de las cuatro muestras de nivel alto en base a la variable (C) porcentaje de agua para jamon de pollo precocido.

Tabla 4.7

Formulaciones experimentales del nivel alto

JPE5 %		JPE6 %	
Almidón	0,52	Almidón	0,66
Condimento (sabor jamon)	0,28	Condimento (sabor jamon)	0,28
Agua	21,94	Agua	21,94
Otros	77,26	Otros	77,12
JPE7 %		**JPE8 %**	
Almidón	0,52	Almidón	0,66
Condimento (sabor jamon)	0,43	Condimento (sabor jamon)	0,43
Agua	21,94	Agua	21,94
Otros	77,11	Otros	76,97

Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Variable contenido de humedad del jamón de pollo precocido

En la Tabla 4.8, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza de contenido de humedad en el programa STAT GRAPHICS para Windows en la etapa de elaboración de jamón de pollo precocido donde la variable respuesta fue contenido de humedad de datos extraídos del Anexo G.

Tabla 4.8

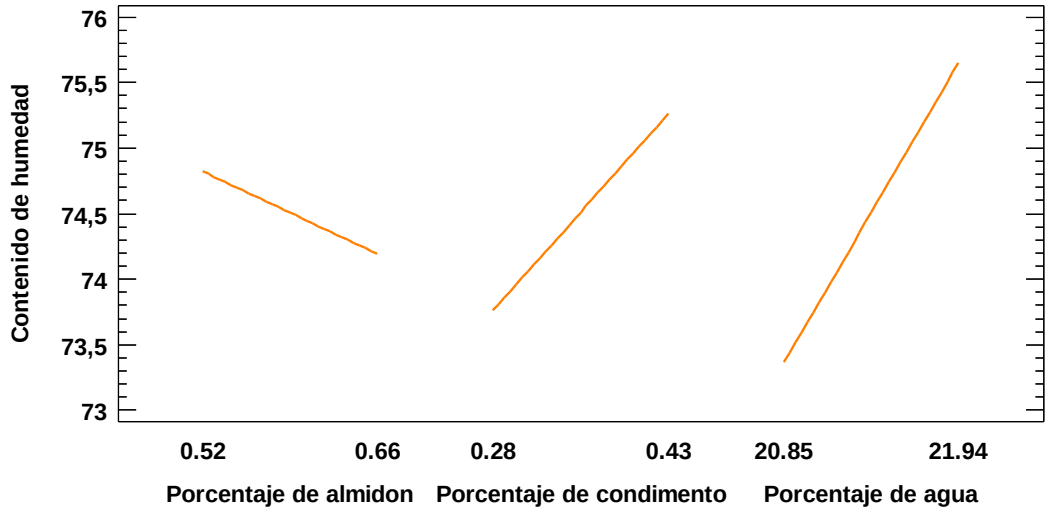
Análisis de Varianza de contenido de humedad

Fuente de variación FV	*Suma de Cuadrados SC*	*Grados de Libertad Gl*	*Media de cuadrados MC*	*F cal*	*F tab*
A:Porcentaje de almidón	1,58131	1	1,58131	19,53	**5,35**
B:Porcentaje de condimento	8,98501	1	8,98501	110,99	**5,35**
C:Porcentaje de agua	20,95350	1	20,95350	258,83	**5,35**
AB	19,51430	1	19,51430	241,05	**5,35**
AC	8,33766	1	8,33766	102,99	**5,35**
BC	7,71451	1	7,71451	95,29	**5,35**
ABC	36,57230	1	36,57230	451,75	**5,35**
Error total	0,64765	8	0,08095		
Total	104,30600	15			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.8, según el análisis de varianza se observa que para los factores: (A, B, C) e interacciones (AB, AC, BC, ABC) existe diferencia significativa debido a que Fcal>Ftab, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que estos factores e interacciones son significativos en el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido para un nivel de significancia de α = 0,05.

En la Figura 4.8, se muestra los efectos principales de los factores: porcentaje de almidón (A), porcentaje de condimento (B), porcentaje de agua (C) con relación al contenido de humedad.

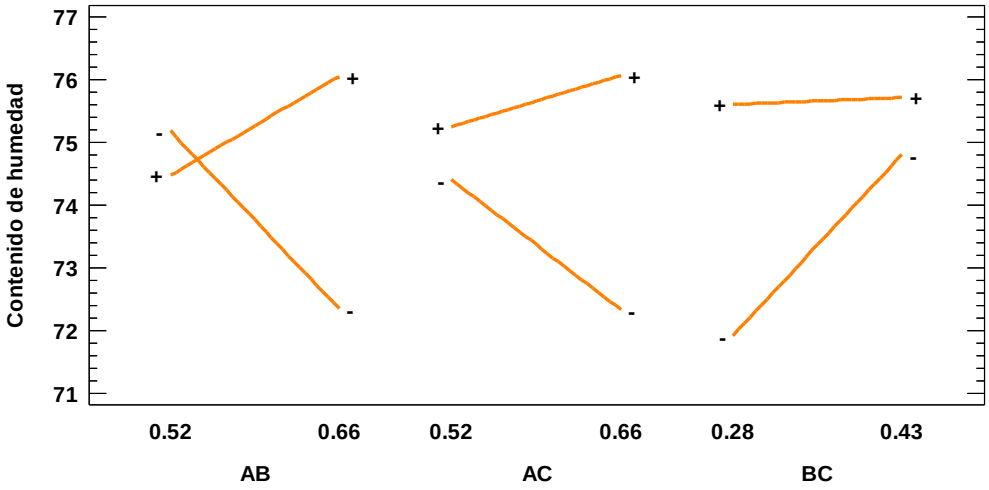


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8: Efectos principales de los factores contenido de humedad

Según la Figura 4.8, se observa que los factores: porcentaje de agua (C) incide significativamente en el porcentaje de humedad en un nivel alto y bajo; en comparación con el porcentaje de condimento (B) y porcentaje de almidón (A) inciden levemente en el porcentaje de humedad en sus niveles alto y bajo.

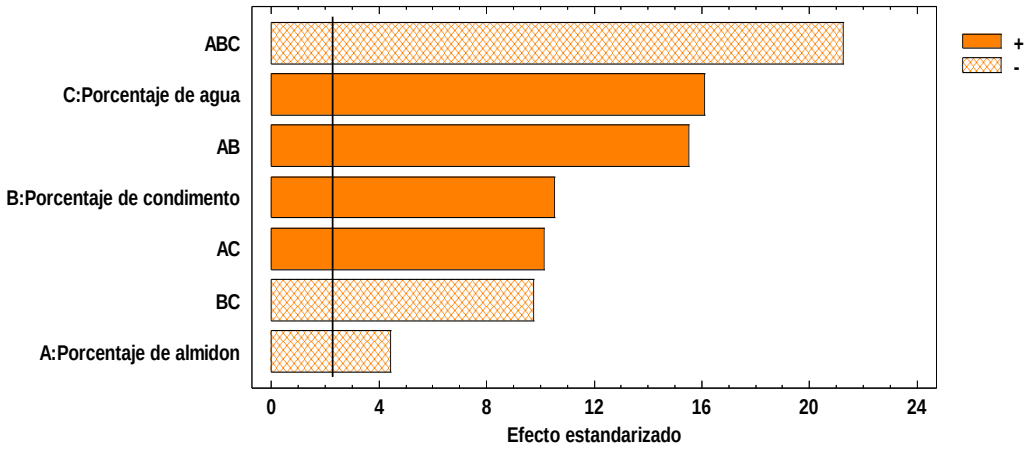
En la Figura 4.9, se observa las interacciones relacionado con la variable respuesta porcentaje de humedad.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.9: Grafica de interacciones de contenido de humedad

Según la Figura 4.9, se puede observar que el porcentaje de humedad para la interacción AB se ve afectado cuando el porcentaje de condimento se encuentra en el nivel alto y bajo entre (0,28-0,43)% presentando variación en el porcentaje de humedad de manera que influye significativamente en la variable respuesta. Asimismo, para la interacción AC el porcentaje de humedad varia cuando el porcentaje de agua se encuentra en el nivel alto y bajo entre (20,85-21,94)%. Finalmente, para la interacción BC se puede observar que el porcentaje de agua influye levemente en el porcentaje de humedad.

En la Figura 4.10, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado de los factores analizados en función del porcentaje de humedad para el diseño factorial, tomando en cuenta el nivel de significancia estadístico determinado por la línea vertical de referencia (2,306); de tal manera si algunos de los factores e interacciones excede la línea de referencia indicaran que son significativos para un nivel de significancia α = 0,05.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.10: Diagrama de Pareto de contenido de humedad

Según la Figura 4.10, se puede observar que los valores absolutos de los efectos estandarizados se encuentra de forma decreciente; donde los factores: ´porcentaje de agua (C), porcentaje de condimento (B), porcentaje de almidón (A) y las interacciones porcentaje de almidón- porcentaje de condimento- porcentaje de agua (ABC), porcentaje de almidón- porcentaje de condimento (AB), porcentaje de almidón- porcentaje de agua (AC) y porcentaje de condimento- porcentaje de agua (BC) son estadísticamente significativos debido a que la barra de los factores sobrepasan la linea vertical de referencia para el nivel de significancia α 0,05 .

4.3.1 Variable contenido acidez del jamón de pollo precocido

En la Tabla 4.9, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza de contenido acidez (acido láctico) en el programa STAT GRAPHICS para Windows en la etapa de elaboración de jamón de pollo de datos extraídos del (Anexo G).

Tabla 4.9

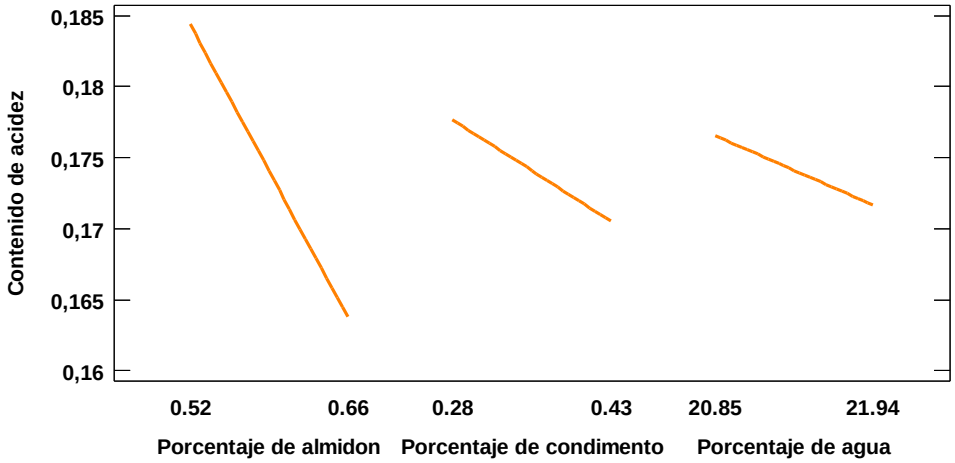
Análisis de Varianza de contenido de acidez

Fuente de variación FV	*Suma de Cuadrados SC*	*Grados de Libertad Gl*	*Media de cuadrados MC*	*F cal*	*F tab*
A:Porcentaje de almidón	0,001701560	1	0,00170150	132,80	5,35
B:Porcentaje de condimento	0,000203062	1	0,00020306	15,85	5,35
C:Porcentaje de agua	0,000095062	1	0,00009506	7,42	5,35
AB	0,000742563	1	0,00074256	57,96	5,35
AC	0,000280563	1	0,00028056	21,90	5,35
BC	0,000150063	1	0,00015006	11,71	5,35
ABC	0,000085562	1	0,00008556	6,68	5,35
Error total	0,000102500	8	0,00001281		
Total	0,003360940	15			

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 4.9, según el análisis de varianza se observa que para los factores: (A, B, C) e interacciones (AB, AC, BC, ABC) existe diferencia significativa debido a que Fcal>Ftab, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que estos factores e interacciones son significativos en el proceso de elaboración de jamón de pollo precocido para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

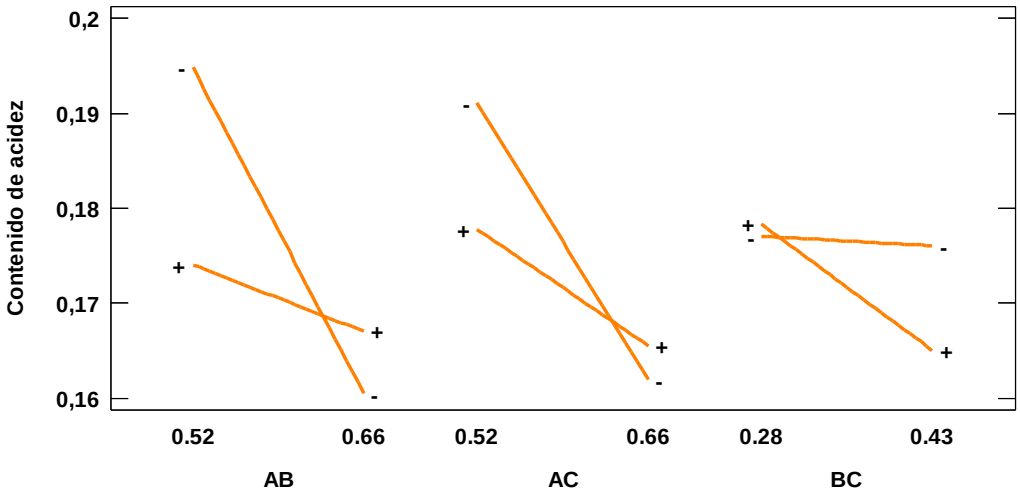
En la Figura 4.11, se muestra los efectos principales de los factores: porcentaje de almidón (A), porcentaje de condimento (B), c porcentaje de agua (C) con relación al porcentaje de acidez.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.11: Efectos principales de factores de contenido de acidez

Según la Figura 4.11, se observa que los factores: cantidad de almidón (A) incide significativamente en el porcentaje de acidez en un nivel alto y bajo; en comparación con la cantidad de condimento (B) y cantidad de agua (C) inciden levemente en el porcentaje de acidez en sus niveles alto y bajo

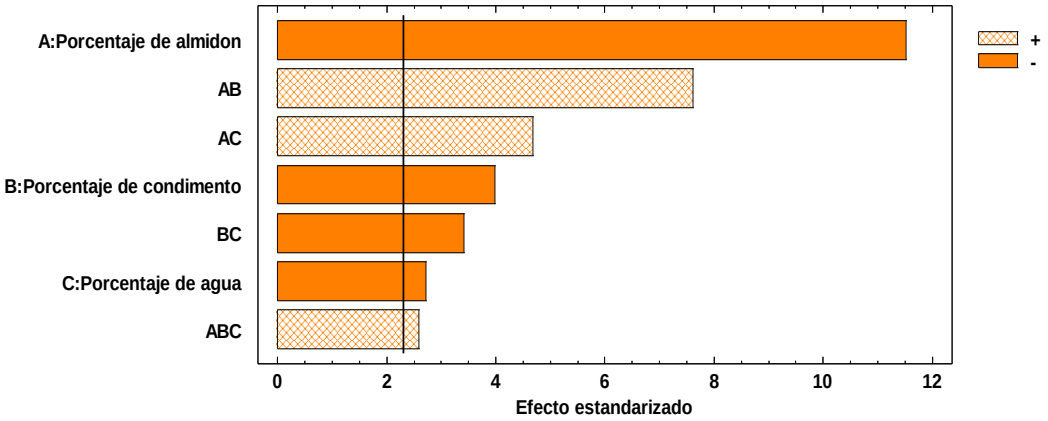
En la Figura 4.12, se observa las interacciones relacionado con la variable respuesta porcentaje de Acidez.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.12: Grafica de interacciones de contenido de acidez

Según la Figura 4.12, se puede observar que el porcentaje de acidez para la interacción AB se ve afectado cuando el porcentaje de almidón se encuentra en el nivel alto y bajo entre (0,52-0,66) % presentando variación en el porcentaje de acidez de manera que influye significativamente en la variable respuesta. Asimismo, para la interacción AC el porcentaje de acidez varia cuando el porcentaje de almidón se encuentra en el nivel alto y bajo entre (0,52,0,66) %. Finalmente para la interacción BC se puede observar que la porcentaje de agua influye levemente en el porcentaje de acidez.

En la Figura 4.13, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado de los factores analizados en función del porcentaje de acidez para el diseño factorial, tomando en cuenta el nivel de significancia estadístico determinado por la línea vertical de referencia (2,306); de tal manera si algunos de los factores e interacciones excede la línea de referencia indicaran que son significativos para un nivel de significancia α 0,05.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.13: Diagrama de Pareto de contenido de acidez

Según la Figura 4.13, se puede observar que los valores absolutos de los efectos estandarizados se encuentra de forma decreciente; donde los factores: porcentaje de almidón (A), porcentaje de condimento (B), porcentaje de agua

(C) y las interacciones porcentaje de almidón- porcentaje de condimento (AB), porcentaje de almidón- porcentaje de agua (AC), porcentaje de condimento- porcentaje de agua (BC) y porcentaje de almidón- porcentaje de condimento- porcentaje de agua (ABC), son estadísticamente significativos debido a que la barra de los factores sobrepasan la línea vertical de referencia para el nivel de significancia α 0,05

4.3.1 Variable pH del jamón de pollo precocido

En la Tabla 4.10, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza de pH en el programa STAT GRAPHICS para Windows en la etapa de elaboración de jamón de pollo de datos extraídos del (Anexo G)

Tabla 4.10

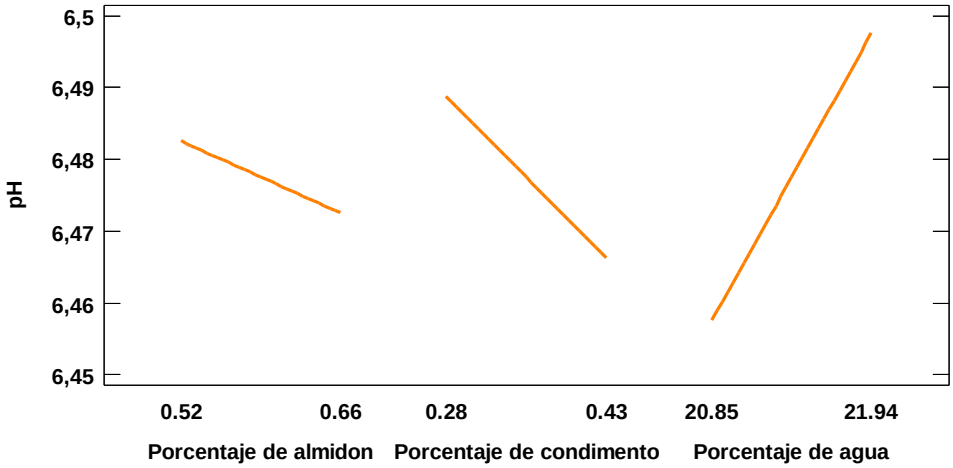
Análisis de Varianza para pH

Fuente de variación FV	*Suma de Cuadrados SC*	*Grados de Libertad GL*	*Media de cuadrados MC*	*F cal*	*F tab*
A:Porcentaje de almidón	0,0004000	1	0,000400	4,57	5,35
B:Porcentaje de condimento	0,0020250	1	0,002025	23,14	5,35
C:Porcentaje de agua	0,0064000	1	0,006400	73,14	5,35
AB	0,0030250	1	0,003025	34,57	5,35
AC	0,0025000	1	0,002500	28,57	5,35
BC	0,0002250	1	0,000225	2,57	5,35
ABC	0,0020250	1	0,002025	23,14	5,35
Error total	0,0007000	8	0,000087		
Total	0,0173000	15			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.10, según el análisis de varianza se observa que para los factores: (B, C) e interacciones (AB, AC, ABC) existe diferencia significativa debido a que Fcal>Ftab, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que estos factores e interacciones son significativos en el proceso de elaboración de jamón precocido para un nivel de significancia de α = 0,05, en comparación con el factor (a) e interacción (BC), no existe diferencia significativa debido a que Fcal<Ftab.

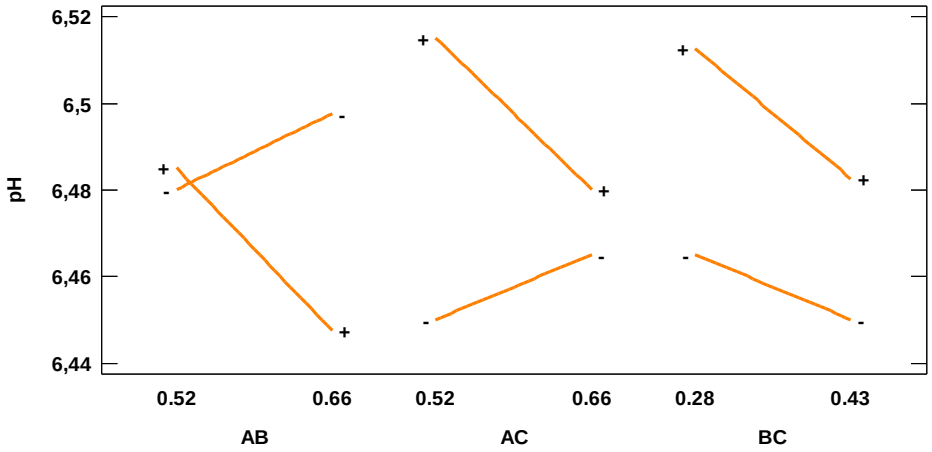
En la Figura 4.14, se muestra los efectos principales de los factores: porcentaje de almidón (A), porcentaje de condimento (B), porcentaje de agua (C) con relación al pH.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.14: Efectos principales de factores de pH

Según la Figura 4.14, se observa que los factores: porcentaje de agua (C) incide significativamente en el porcentaje de humedad en un nivel alto y bajo; en comparación con el porcentaje de condimento (B) y porcentaje de almidón (A) inciden levemente en el pH para sus niveles alto y bajo.

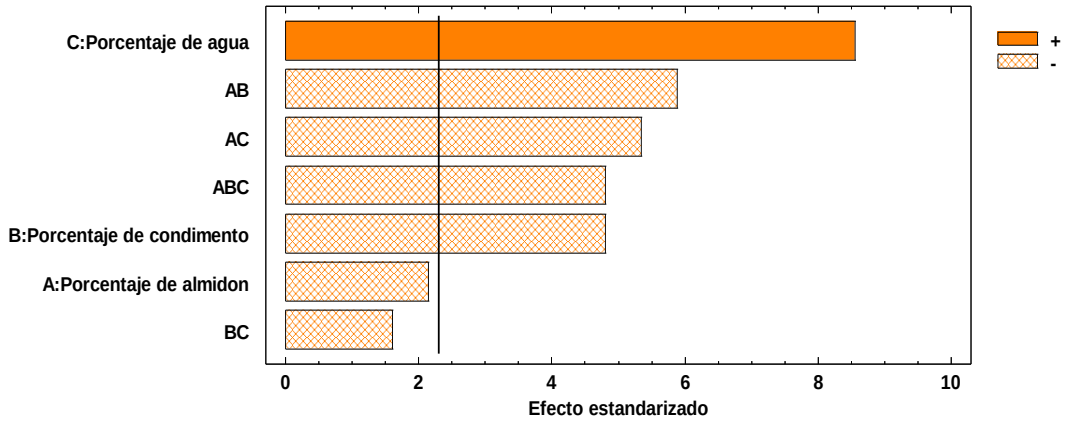
En la Figura 4.15, se observa las interacciones relacionado con la variable respuesta pH.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.15: Grafica de interacciones de pH

Según la Figura 4.15, se puede observar que el pH para la interacción AB se ve afectado cuando el porcentaje de almidón se encuentra en el nivel alto y bajo entre (0,52-0,66) % presentando variación en el porcentaje de acidez de manera que influye significativamente en la variable respuesta. Asimismo, para la interacción AC el pH vario cuando el porcentaje de almidón se encuentra en el nivel alto y bajo entre (0,52-0,66) %. Finalmente para la interacción BC se puede observar que la porcentaje de agua influye levemente en el porcentaje de pH.

En la Figura 4.16, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado de los factores analizados en función del porcentaje de acidez para el diseño factorial, tomando en cuenta el nivel de significancia estadístico determinado por la línea vertical de referencia (2,306); de tal manera si algunos de los factores e interacciones excede la línea de referencia indicaran que son significativos para un nivel de significancia α = 0,05.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.16: Diagrama de Pareto de pH

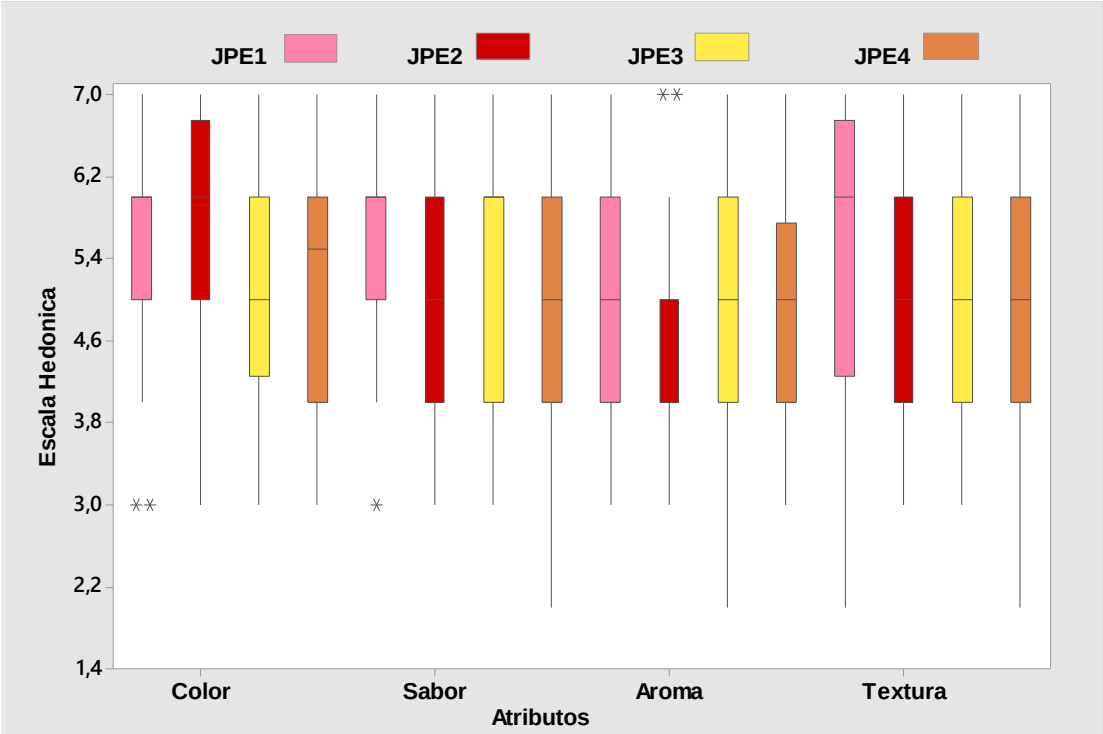
Según la Figura 4.16, se puede observar que los valores absolutos de los efectos estandarizados se encuentra de forma decreciente; donde los factores: porcentaje de agua (C) porcentaje de condimento (B), y las interacciones porcentaje de almidón- porcentaje de condimento (AB), porcentaje de almidón- porcentaje de agua (AC), porcentaje de almidón- porcentaje de condimento- porcentaje de agua (ABC), son estadísticamente significativos debido a que la barra de los factores sobrepasan la línea vertical de referencia para el nivel de significancia α 0,05. En comparación del factor porcentaje de almidón (A) y la interacción porcentaje de condimento- porcentaje de agua (BC) que no son estadísticamente significativos debido a que no sobrepasan la línea vertical de referencia para un nivel de significancia α = 0,05.

4.4. Evaluación sensorial de muestras del diseño experimental de jamón de pollo precocido

Para realizar la evaluación sensorial de las ocho muestras experimentales de jamón de pollo precocido (JPE1, JPE2, JPE3, JPE4, JPE5, JP6, JPE7 y JPE8), se procedió a evaluar las muestras en función de la variable porcentaje de agua (C) para su nivel alto y nivel bajo.

4.4.1 Estadístico de caja y bigote de jamón de pollo precocido nivel bajo de porcentaje de agua

En la Figura 4.17, se muestran los estadísticos de caja y bigote en función de los atributos: aroma, color, sabor y textura para el jamon de pollo precocido.

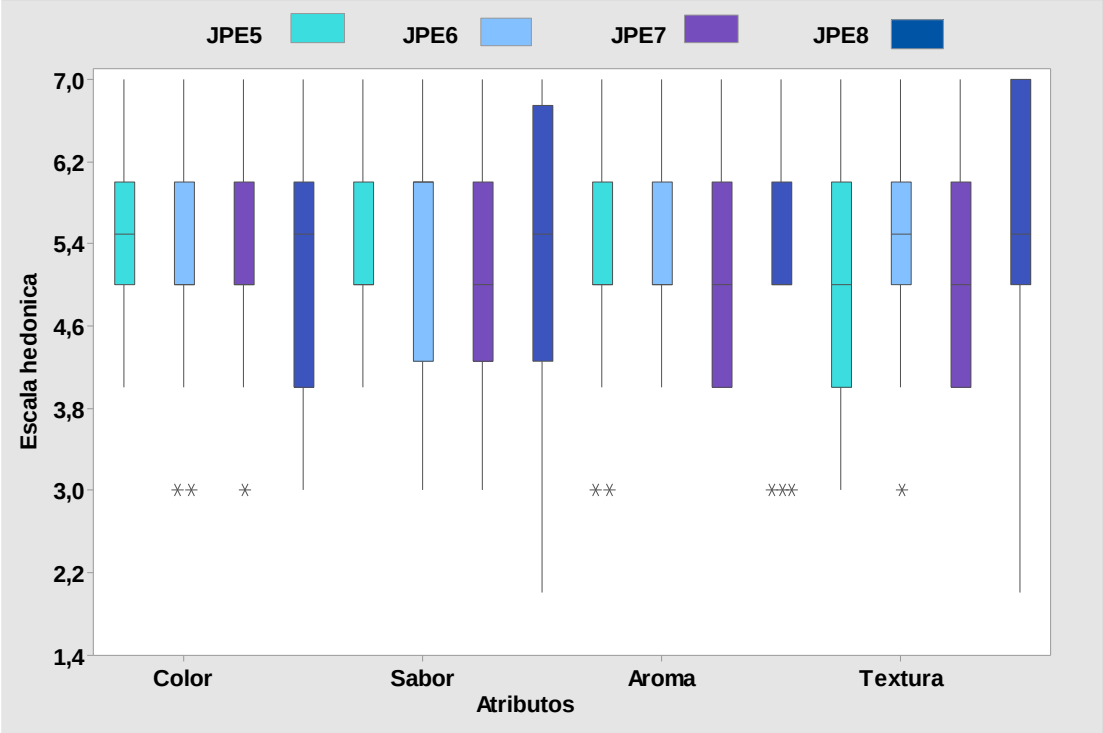


Fuente: Elaboración propia
Figura 4.17: Caja y bigote de jamon de pollo precocido nivel bajo

En la Figura 4.17, se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos evaluados como ser: aroma 5,0 (JPE1); color 6,0 (JPE1); sabor 6,0 (JPE1) y textura 6,0 (JPE1). Por lo que realizando el análisis estadístico de varianza no existe diferencia significativa para los atributos aroma, color, sabor y textura para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.4.2 Estadístico de caja y bigote de jamón de pollo precocido nivel alto de porcentaje de agua

En la Figura 4.18, se muestran los estadísticos de caja y bigote en función de los atributos: aroma, color, sabor y textura para el jamon de pollo precocido.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.18: Caja y bigote de jamón de pollo precocido nivel alto

En la Figura 4.18, se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos evaluados como ser: aroma 5,0 (JPE6); color 6,0 (JPE6); sabor 6,0 (JPE6) y textura 5,5 (JPE6). Por lo que realizando el análisis estadístico de varianza no existe diferencia significativa para los atributos aroma, color, sabor y textura para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

Finalizado la evaluación sensorial de las muestras experimentales de nivel alto y bajo se pudo evidenciar que no existe diferencia significativa entre los atributos evaluados. Y en función de sus medianas se tomó en cuenta como

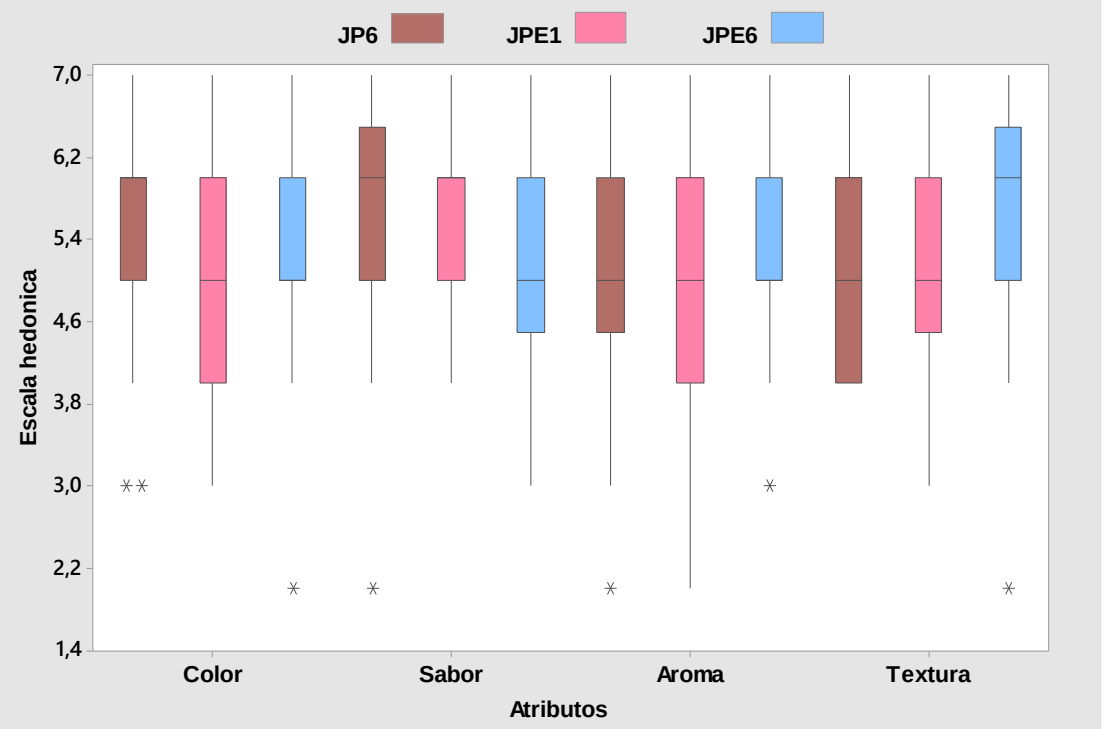
muestras elegidas a JPE1 y JPE6, con la finalidad de nuevamente evaluarlas con la muestra ideal JP6.

4.5 Evaluación de muestras experimentales de nivel alto, bajo y muestra ideal de jamón de pollo

Para realizar la evaluación sensorial de muestras experimentales de jamón de pollo, se procedió a evaluar las muestras del nivel bajo JPE1, nivel alto JPE6 y muestra ideal JP6. Con la finalidad de evidenciar si existe significancia entre estas muestras y así mismo obtener la muestra final.

4.5.1 Estadístico caja y bigote de muestras del nivel alto, nivel bajo y muestra ideal de jamón de pollo precocido

En la Figura 4.19, se muestran los estadísticos de caja y bigote en función de los atributos aroma, color, sabor y textura para el jamon de pollo precocido.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19: Caja y bigote pruebas experimentales de jamón de pollo precocido nivel alto, bajo y muestra ideal

Según la Figura 4.19, se puede observar los resultados de las medianas en función de los atributos evaluados son: aroma JPE6 (6,0); color JPE6 (6,0); sabor JPE6 (6,0) y textura JPE6 (5,0). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza se pudo evidenciar que si existe diferencia significativa en el atributo textura para un nivel de significancia α = 0,05.

4.5.1.1 Estadístico de Tukey para el atributo textura de jamón de pollo precocido

En la Tabla 4.11, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey de datos extraídos del Anexo C.18 para el atributo textura del jamon de pollo precocido.

Tabla 4.11

Estadístico de Tukey para atributo textura

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
JPE6-JPE1	0,52	0,55	No hay diferencia
JPE6-JP6	0,56	0,55	Si hay diferencia
JPE1-JP6	0,04	0,55	No hay diferencia

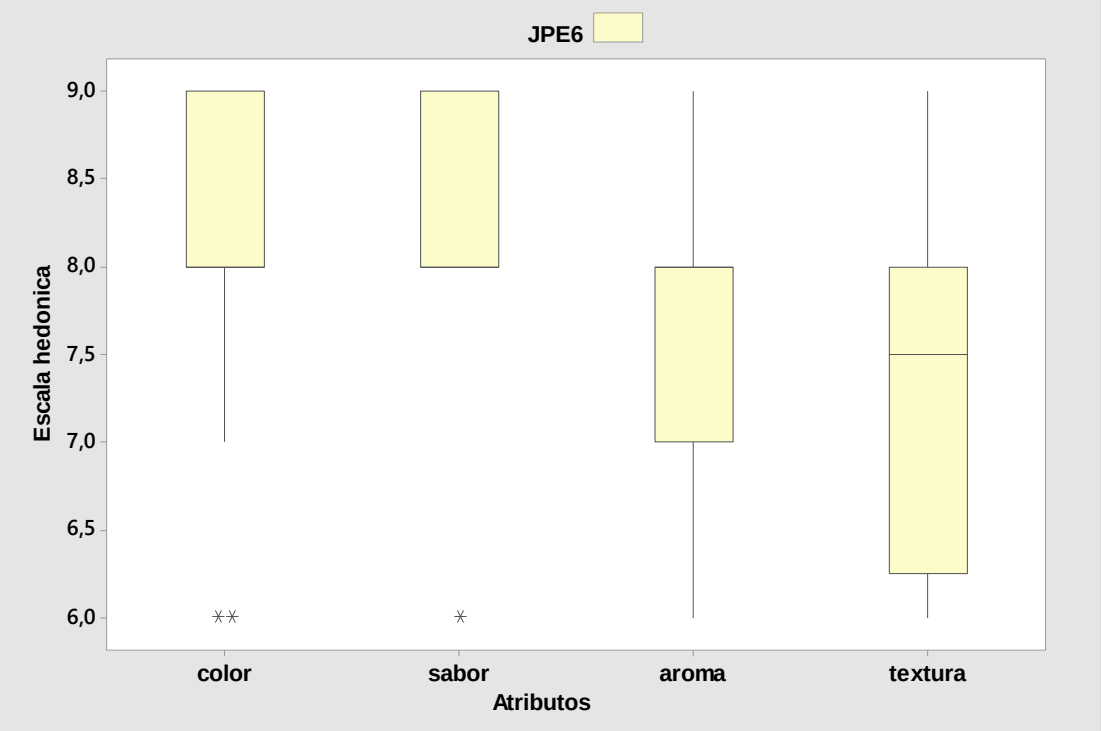
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.11, se puede observar que existe diferencia estadística entre los tratamientos JPE6-JP6. Sin embargo, para los tratamientos JPE6-JPE1 y JPE1-JP6 no existe diferencia estadística significativa para un nivel de significancia α = 0,05.

Así mismo, finalizado la evaluación sensorial de las muestras experimentales tanto del nivel alto, nivel bajo y muestra ideal, debido a la preferencia de los jueces se eligió como muestra final a JPE6 para la elaboración de jamón de pollo precocido.

4.6 Estadístico de caja y bigote del jamón de pollo precocido

En la Figura 4.20, se muestran los estadísticos de caja y bigote de datos extraídos de Anexo C.19 para el atributo: aroma, color, sabor y textura del jamon de pollo precocido.



Fuente: Elaboración propia
Figura: 4.20*:* Caja y Bigote de jamón de pollo precocido

Según la Figura 4.20, se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos evaluados como ser: aroma (8,0), color (8,0), sabor (8,0) y textura (7,5). Así mismo, se pudo evidenciar en función de las medianas, cajas y bigotes que los jueces aceptaron el jamon de pollo precocido.

4.7 Caracterización del jamon de pollo precocido

En la caracterización del jamon de pollo precocido, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales se detallan a continuación:

4.7.1 Análisis fisicoquímico de jamón de pollo precocido

En la Tabla 4.12, se detallan los resultados obtenidos del análisis físico de jamón de pollo de datos extraídos (Anexo A).

Tabla 4.12

Análisis fisicoquímico de jamón de pollo precocido

Parámetros	Unidad	Resultados
Carbohidratos	%	5,57
Proteína total	%	11,66
Grasa	%	1,04
Humedad	%	78,83
Ceniza	%	2,90
Fibra	%	0,00
Valor energético	Kcal/100g	77,00

Fuente: CEANID, 2025

En la Tabla 4.12, se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico de jamón de pollo precocido que presenta: hidratos de carbono 5,57 %, proteína total 11,66 %, grasa 1,04 %, humedad 78,83 %, cenizas 2,90 %, fibra 0,00 %, %, y valor energético 77,00 Kcal/100.

4.7.2 Análisis microbiológico de jamón de pollo precocido

En la Tabla 4.13, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico de jamón de pollo precocido de datos extraídos del (Anexo A)

Tabla 4.13

Análisis microbiológico de jamón de pollo precocido

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes totales	(UFC/g)	$<1.0x10^1$(*)
Escerichia coli	(UFC/g)	$<1.0x10^1$(*)
Staphylococcus aureus	(UFC/g)	$<1.0x10^1$(*)

Fuente: CEANID, 2025 (*) No se observa desarrollo de colonias.

En la Tabla 4.13, se puede observar los resultados obtenidos del análisis microbiológico de jamón de pollo precocido que presenta: Coliformes totales < 1,0 x 10^1 (*) UFC/g, Escerichia coli < 1,0 x 10^1 (*) UFC/g y Staphilococcus aureus < 1,0 x 10^1 (*) UFC/g.

4.8 Control de pH, acidez y humedad en el jamón de pollo precocido durante el almacenamiento

Para llevar a cabo el control en el pH, acidez y contenido de humedad durante el almacenamiento, en base a la muestra final jamón de pollo precocido (JPE6), se realizó el control cada siete días de la muestra durante 34 días; con la finalidad de conocer si existe variación de alguno de estos parámetros durante su almacenamiento.

4.8.1 Control de (pH) en el jamon de pollo en el almacenamiento

En la Tabla 4.14, se detallan los resultados obtenidos del control de pH de jamon de pollo durante el tiempo de almacenamiento de 34 días datos extraídos del (Anexo E).

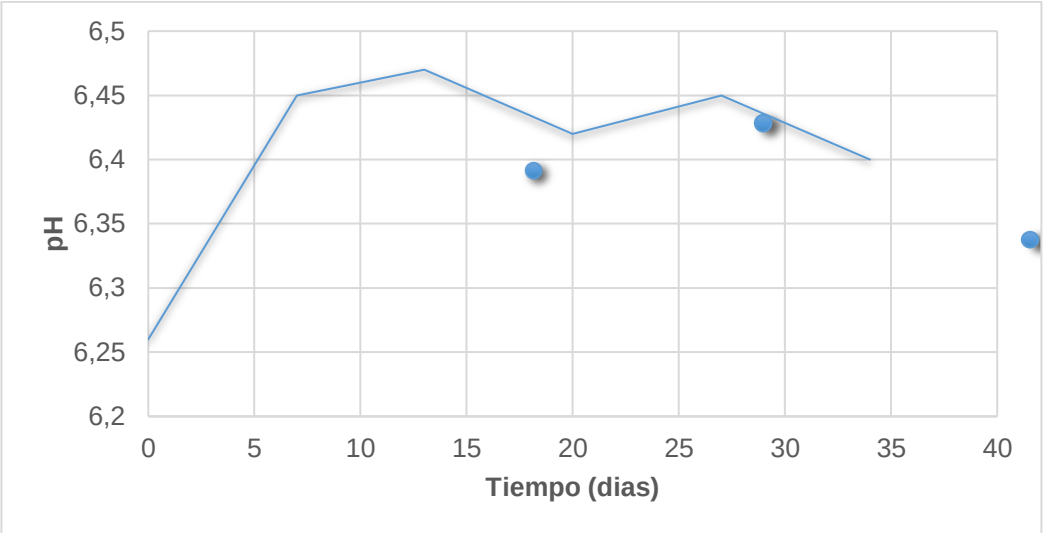
Tabla 4.14

Control de pH del jamon de pollo precocido en el almacenamiento

Tiempo (días)	pH
	JPE6
0	6,26
7	6,45
13	6,47
20	6,42
27	6,45
34	6,40

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.21, se muestra el control de pH de jamon de pollo precocido durante el almacenamiento de 34 días en base a la Tabla 4,12.



Fuente: Elaboración propia
Figura: 4.21*:* Control de pH en el jamon de pollo precocido

Según la Figura 4.21, el jamon de pollo precocido presentan para el primer día un pH inicial de 6,26, a partir del vigésimo séptimo día la muestra presenta descenso leve en el pH de 6,45 hasta llegar a un valor final de 6,39.

4.8.2 Control de contenido de acidez el jamón de pollo en el almacenamiento

En la Tabla 4.15, se detallan los resultados obtenidos del control de contenido de acidez en el de jamon de pollo durante el tiempo de almacenamiento de 34 días datos extraídos del (Anexo E).

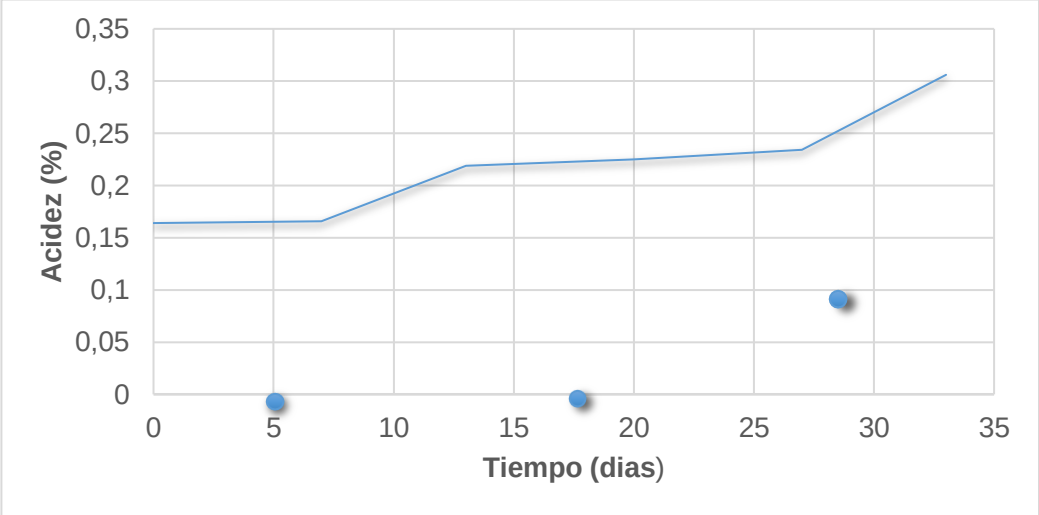
Tabla 4.15

Control acidez del jamon del jamon de pollo precocido en el almacenamiento

Tiempo (días)	Porcentaje de acidez
	JPE6
0	0,164
7	0,166
13	0,219
20	0,225
27	0,234
34	0,306

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.21, se muestra el control de contenido de acidez del jamon de pollo precocido durante el almacenamiento en base a la Tabla 4,13.



Fuente: Elaboración propia
Figura: 4.22*:* Control de porcentaje de acidez en el jamon de pollo

Según la Figura 4.22, el jamon de pollo precocido presentan para el primer día un contenido de acidez de 0,164 para el vigésimo séptimo día presenta un incremento en el contenido de acidez de 0,234% hasta llegar a un valor final de 0,526%.

4.8.3 Control de contenido de humedad en el jamón de pollo en el almacenamiento

En la Tabla 4.16, se detallan los resultados obtenidos del control de contenido de humedad en el de jamon de pollo durante el tiempo de almacenamiento de 34 días de datos extraídos del (Anexo E).

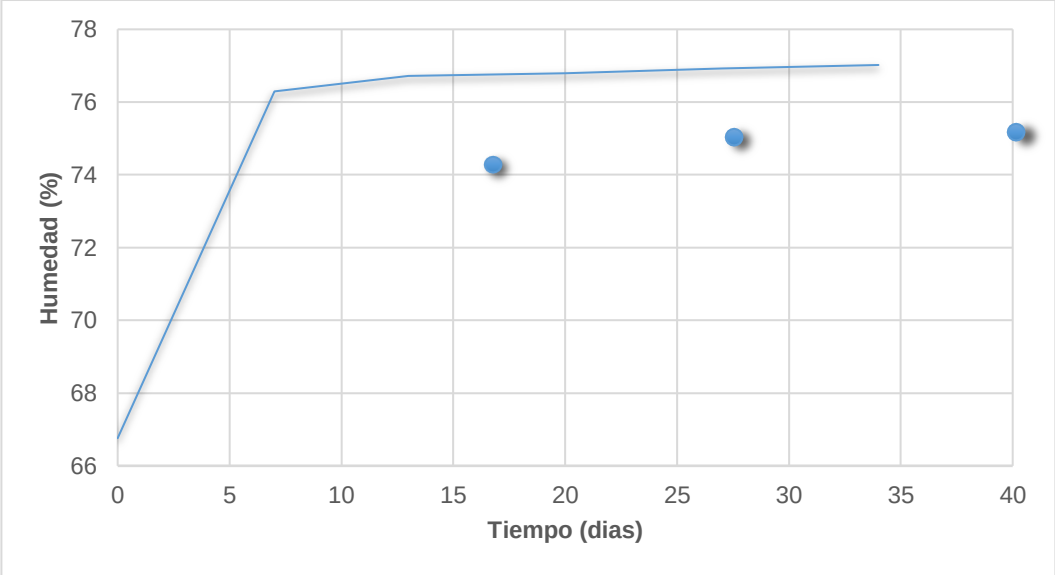
Tabla 4.16

Control de humedad de jamon de pollo precocido en el almacenamiento

Tiempo (días)	Porcentaje de humedad JPE6
0	66,76
7	76,29
13	76,72
20	76,80
27	76,92
34	77,02

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.23, se muestra el control de contenido de humedad de jamón de pollo precocido durante el almacenamiento en base a la Tabla 4,14.

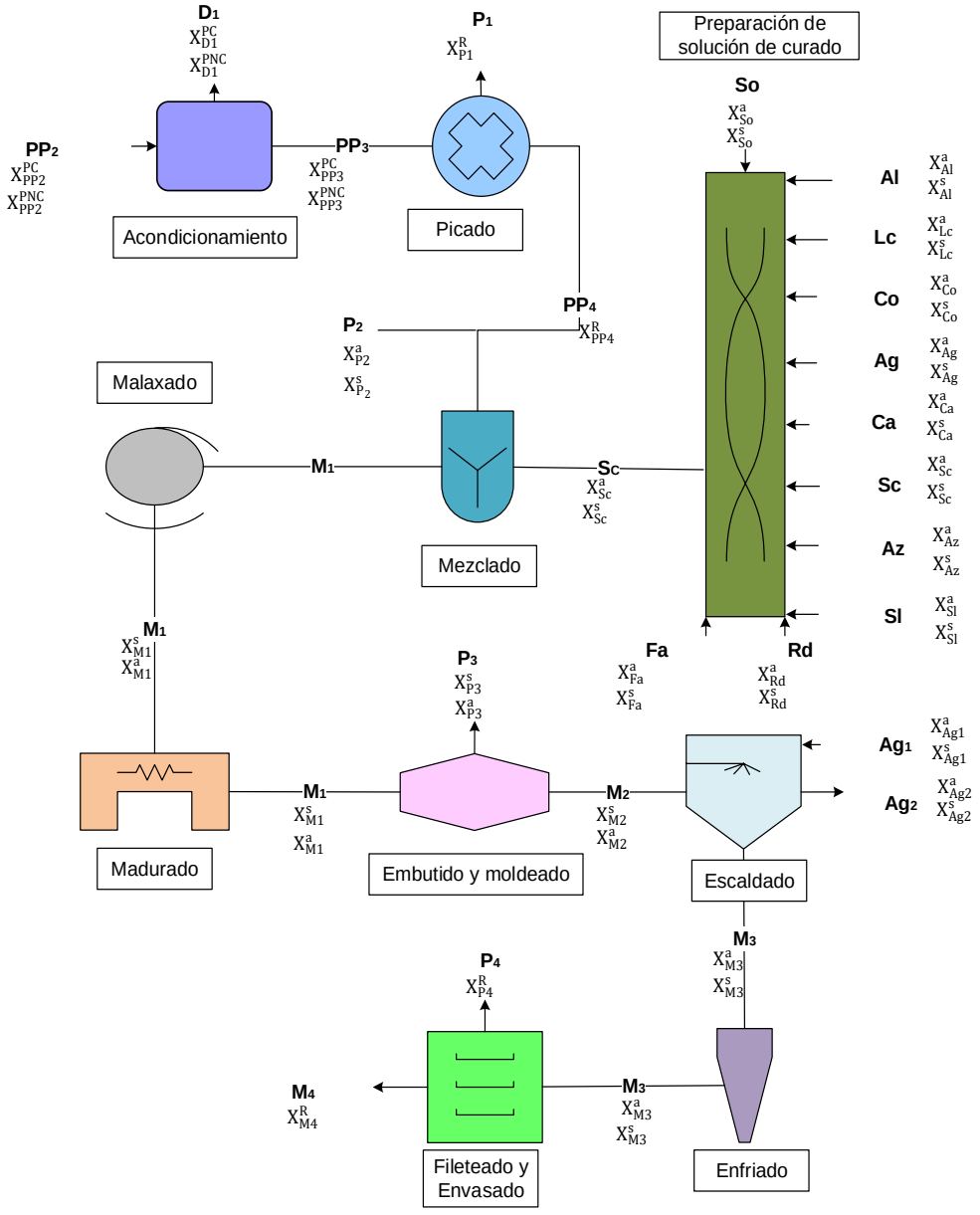


Fuente: Elaboración propia
Figura: 4.23*:* Control de humedad del jamón de pollo precocido

Según la Figura 4.23, el jamon de pollo precocido presentan para el primer día un contenido de humedad del 66,76 % para el vigésimo séptimo día presenta un incremento en el contenido de humedad de 76,92 %, hasta llegar a un valor final de 77,03%.

4.9 Balance de materia para la elaboración de jamon de pollo precocido

En la Figura 4.24, se muestran las etapas donde se realizaron los balances de materia en el proceso de elaboración de jamon de pollo precocido en base a 1000g de producto.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.24: Balance de materia para la elaboración de jamon de pollo precocido

Donde:

$\mathbf{PP_2}$**=** Pechuga de pollo (g)

$\mathbf{D_1}$**=** Descarte (g)

$\mathbf{PP_3}$= Pechuga de pollo acondicionada (g)

$\mathbf{P_1}$= Pérdidas (g)

$\mathbf{PP_4}$**=** Pechuga de pollo picada (g)

$\mathbf{S_c}$= Solución de curado (g)

$\mathbf{M_1}$=Masa mezclada (g)

$\mathbf{P_2}$= Pérdidas (g)

$\mathbf{M_2}$= Masa embutida y moldeado (g)

$\mathbf{Ag_1}$= Agua (g)

$\mathbf{Ag_2}$= Agua (g)

$\mathbf{Ae_3}$= Agua evaporada (g)

$\mathbf{M_3}$= Jamón escaldo (g)

$\mathbf{P_3}$= Pérdidas (g)

$\mathbf{M_4}$=Jamón envasado (g)

$\mathbf{X_{PP_2}^{PC}}$ = Fracción porcentual porción comestible de la pechuga de pollo

$\mathbf{X_{PP_2}^{PNC}}$ = Fracción porcentual porción no comestible de la pechuga de pollo

$\mathbf{X_{PP_3}^{PC}}$ = Fracción porcentual porción comestible de la pechuga de pollo acondicionada

$\mathbf{X_{PP_3}^{PNC}}$ = Fracción porcentual porción no comestible de la pechuga de pollo acondicionada

$\mathbf{X_{PP_3}^{R}}$ = Fracción porcentual de rendimiento de la pechuga de pollo acondicionada

$\mathbf{X_{PP_4}^{R}}$ = Fracción porcentual de rendimiento de la pechuga de pollo picada

$\mathbf{X_{P1}^{R}}$ = Fracción porcentual de rendimiento de pérdidas

$\mathbf{X_{D1}^{PC}}$ = Fracción porcentual porción comestible del descarte

$\mathbf{X_{D1}^{PNC}}$ = Fracción porcentual porción no comestible del descarte

$\mathbf{X_{Al}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de almidón

$\mathbf{X_{Al}^{a}}$= Fracción porcentual de líquido de almidón

$\mathbf{X_{Lc}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de lactato de sodio

$\mathbf{X_{Lc}^{a}}$= Fracción porcentual de líquido de lactato de sodio

$\mathbf{X_{Co}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de condimento

$\mathbf{X_{Co}^{a}}$= Fracción porcentual de líquido de condimento

$\mathbf{X_{A}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de agua

$\mathbf{X_{A}^{a}}$= Fracción porcentual de líquido de agua

$\mathbf{X_{Ca}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de carragenina

$\mathbf{X_{Ca}^{a}}$= Fracción porcentual de líquido de carragenina

$\mathbf{X_{Sc}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de solución de curado

$\mathbf{X_{Sc}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de solución de curado

$\mathbf{X_{Az}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de azúcar

$\mathbf{X_{Az}^{a}}$= Fracción porcentual de líquido de azúcar

$\mathbf{X_{Sl}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de sal

$\mathbf{X_{Sl}^{a}}$= Fracción porcentual de líquido de sal

$\mathbf{X_{Rd}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de rendiplus

$\mathbf{X_{Rd}^{a}}$= Fracción porcentual de líquido de rendiplus

$\mathbf{X_{Fa}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de solución de farmesal

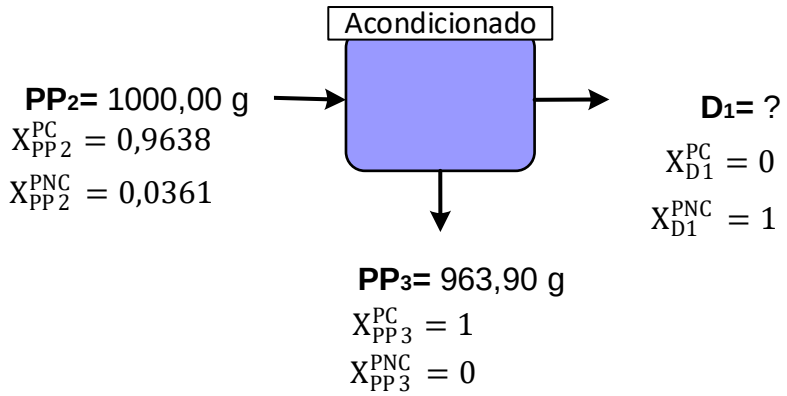
$\mathbf{X_{Fa}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de solución de farmesal

$\mathbf{X_{So}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de solución de sorbato

$\mathbf{X_{So}^{S}}$= Fracción porcentual de sólidos solubles de solución de sorbato

4.9.1 Balance de materia en la etapa de acondicionado de pechuga de pollo

En la Figura 4.25, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de acondicionado de pechuga de pollo, donde los datos de la fracción porcentual de porción comestible y no comestible se obtuvo de la Tabla 4.1.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.25: Acondicionado de pechuga de pollo

Balance de materia global en la etapa de acondicionado de pechuga de pollo:

$$PP_2 = D_1 + PP_3 \qquad \text{Ecuación 4.1}$$

Para el cálculo del descarte se tomó en cuenta la fracción porcentual de porción comestible en la etapa de acondicionamiento de pechuga de pollo.

$$PP_2 * X_{PP_2}^{PNC} = PP_3 * X_3^{PNC} + D_1 * X_{D_1}^{PNC} \qquad \text{Ecuación 4.2}$$

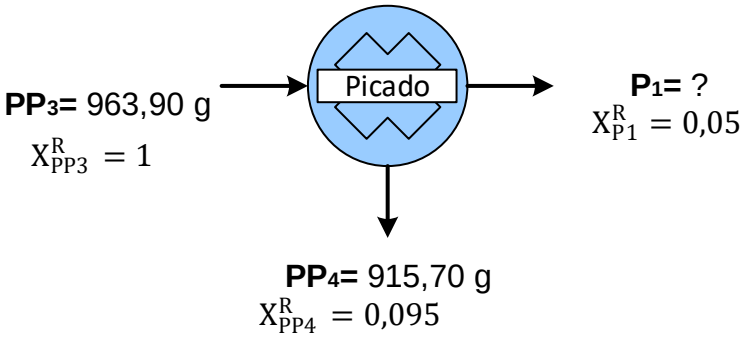
$$D_1 = \frac{PP_2 * X_{PP_2}^{PNC}}{X_{D_1}^{PNC}}$$

$$D_1 = \frac{1000{,}00 * 0{,}0361}{1}$$

$D_1 = 36{,}10$ g de descarte

4.9.2 Balance de materia en la etapa de picado de pechuga de pollo

En la Figura 4.26, se muestra el proceso de balance de materia en etapa de picado de pechuga de pollo.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.26: Picado de pechuga de pollo

Balance de materia global en la etapa de picado de pechuga de pollo:

$$PP_3 = P_1 + PP_4 \qquad \text{Ecuación 4.3}$$

Para el cálculo de la perdida se tomó en cuenta el rendimiento $X^R_{P_1}$ en la etapa de picado de pechuga de pollo:

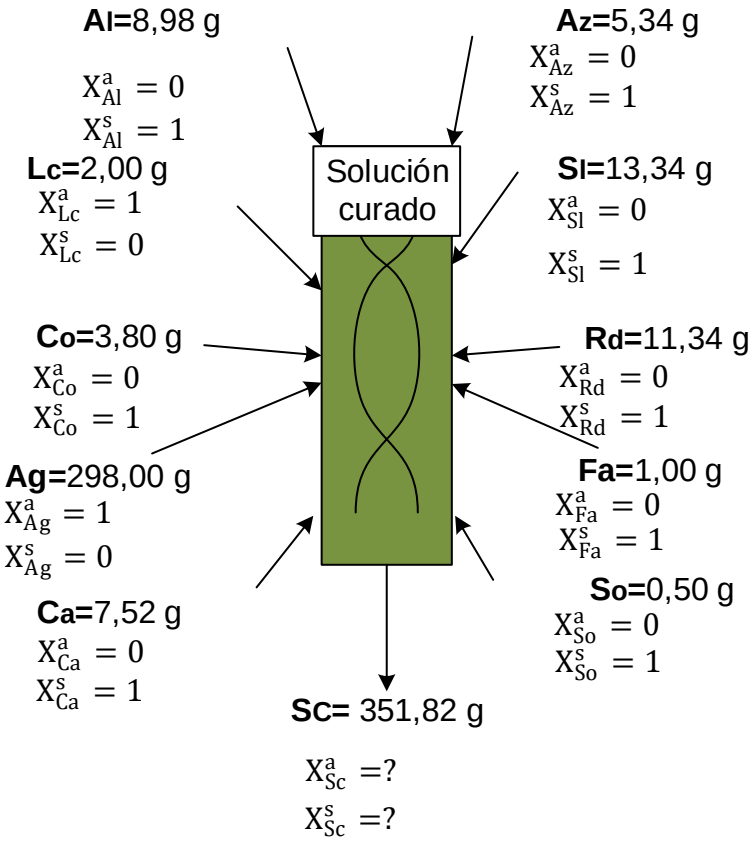
$$P_1 = PP_3 * X^R_{P_1} \qquad \text{Ecuación 4.4}$$

$$P_1 = 963{,}90\ \text{g} * 0{,}05$$

$P_1 = 48{,}20$ g de pechuga de pollo acondicionada

4.9.3 Balance de materia en la etapa de preparación de la solución de curado

En la Figura 4.27, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa embutido y moldeado.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.27: Preparación de la solución de curado

Balance de materia global en la etapa de preparación de la solución de curado:

$$A_l + L_c + A + C_o + C_a + A_z + S_l + R_d + F_a + S_o = S_c \qquad \text{Ecuación 4.5}$$

Para el cálculo de X^S_{M1} se tomó en cuenta el contenido de sólidos en el proceso:

$$A_l * X^S_{Al} + L_c * X^S_{Lc} + A * X^S_A + C_o * X^S_{Co} + C_a * X^S_{Ca} + A_z * X^S_{Az} + S_l * X^S_{Sl} + R_d * X^S_{Rd} + F_a * X^S_{Fa} + S_o * X^S_{So} = S_c * X^S_{Sc} \qquad \text{Ecuación 4.6}$$

$$X^S_{Sc} = \frac{A_l * X^S_{Al} + C_o * X^S_{Co} + C_a * X^S_{Ca} + A_z * X^S_{Az} + S_l * X^S_{Sl} + R_d * X^S_{Rd} + F_a * X^S_{Fa} + S_o * X^S_{So}}{S_c}$$

$$X^S_{Sc} = \frac{8{,}98 * 1 + 3{,}80 * 1 + 7{,}52 * 1 + 5{,}34 * 1 + 13{,}34 * 1 + 11{,}34 * 1 + 1{,}00 * 1 + 0{,}50 * 1}{351{,}82}$$

$$X^S_{Sc} = 0{,}15$$

Para el cálculo de X_{Sc}^{a} se tomó en cuenta el contenido de agua en el proceso:

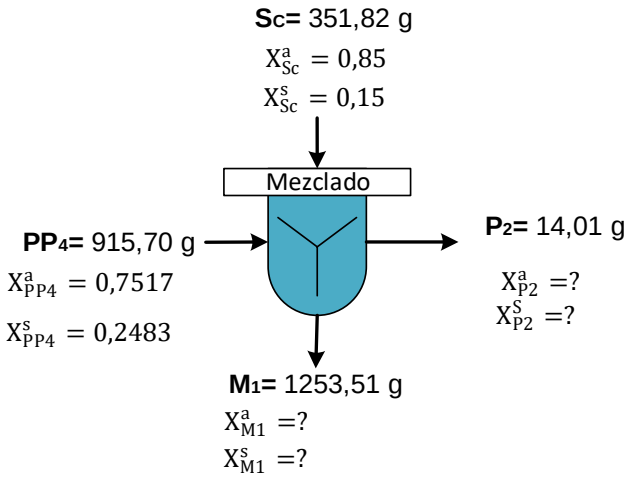
$X_{Sc}^{S} + X_{Sc}^{a} = 1$ Ecuación 4.7

$X_{Sc}^{a} = 1 - 0{,}15$

$X_{Sc}^{a} = 0{,}85$

4.9.4 Balance de materia en la etapa de mezclado

En la Figura 4.28, se muestra el proceso del balance de materia en la etapa de mezclado.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.28: Mezclado

Balance de materia global en la etapa de mezclado:

$S_c + PP_4 = M_1 + P_2$ Ecuación 4.8

Para el cálculo de X_{M1}^{S} se tomó en cuenta el contenido de sólidos solubles en el proceso de escaldado:

$S_c * X_{Sc}^{S} + PP_4 * X_{PP4}^{S} = M_1 * X_{M1}^{S} + P_2 * X_{P2}^{S}$ Ecuación 4.9

$S_c * X_{Sc}^{S} + PP_4 * X_{PP4}^{S} = X_{M1}^{S}(M_1 + P_2)$

$$X_{M1}^{S} = \frac{\mathrm{S_c} * X_{Sc}^{S} + \mathrm{PP_4} * X_{PP4}^{S}}{\mathrm{M_1} + \mathrm{P_2}}$$

$$X_{M1}^{S} = \frac{351{,}82 * 0{,}15 + 915{,}70 * 0{,}2483}{1253{,}51 + 14{,}01}$$

$$X_{M1}^{S} = 0{,}2117$$

Para el calculo de X_{M1}^{a} se tomó en cuenta el contenido de agua en el proceso:

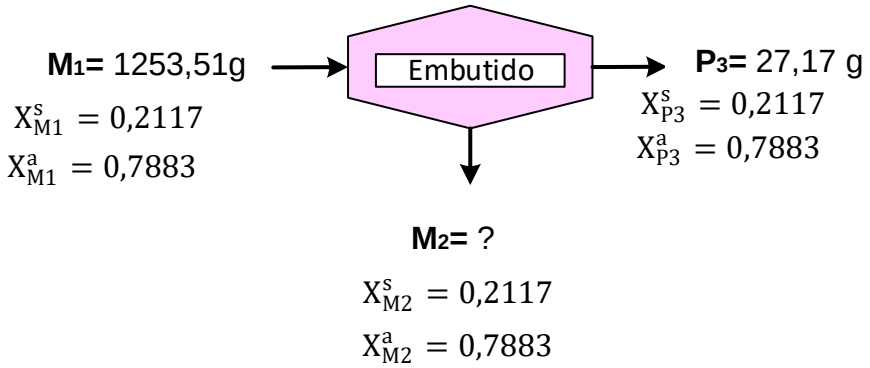
$$X_{M1}^{S} + X_{M1}^{a} = 1 \qquad \text{Ecuación 4.10}$$

$$X_{M1}^{a} = 1 - 0{,}2117$$

$$X_{M1}^{a} = 0{,}7883$$

4.9.5 Balance de materia en la etapa de embutido y moldeado

En la Figura 4.29, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa embutido y moldeado.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.29: Embutido y moldeado

Balance de materia global en la etapa de embutido y moldeado:

$$\mathrm{M_1} = \mathrm{P_3} + \mathrm{M_2} \qquad \text{Ecuación 4.11}$$

Para el cálculo de X_{M1}^{S} se tomó en cuenta el contenido de sólidos en el proceso:

$$\mathrm{M_1} * X_{M1}^{S} = \mathrm{P_3} * X_{P3}^{S} + \mathrm{M_2} * X_{M2}^{S} \qquad \text{Ecuación 4.12}$$

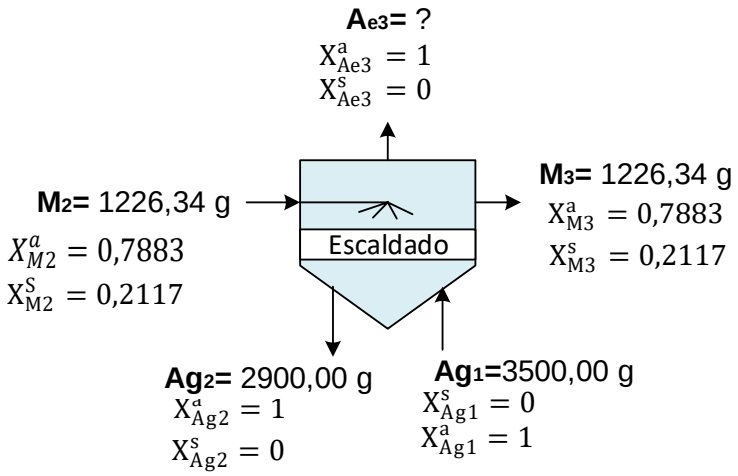
$$\mathrm{M_2} = \frac{\mathrm{M_1} * X_{M1}^{S} - \mathrm{P_3} * X_{P3}^{S}}{X_{M2}^{S}}$$

$$M_2 = \frac{1253{,}51 * 0{,}2117 - 27{,}17 * 0{,}2117}{0{,}2117}$$

M_2 =1226,34 g de jamon de pollo embutido y moldeado

4.9.6 Balance de materia en la etapa de escaldado

En la Figura 4.30, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de escaldado; donde los datos de la fracción porcentual de solidos solubles y líquidos se obtuvo del anexo A.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.30: Escaldado

Balance de materia global en la etapa de escaldado:

$$M_2 + Ag_1 = Ag_2 + M_3 + A_{e3}$$ Ecuación 4.13

Para el cálculo de A_{e3} se tomo en cuenta la ecuación 4.13:

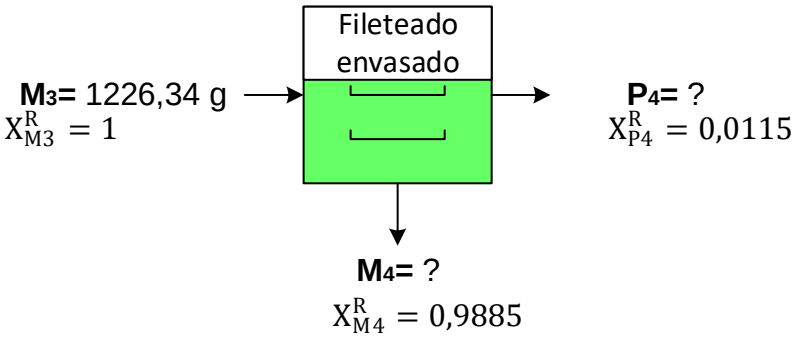
$A_{e3} = M_2 + Ag_1 - M_3 - Ag_2$

$A_{e3} = 1226{,}34 + 3500{,}00 - 1226{,}34 - 2900{,}00$

A_{e3} = 600,00 g de agua evaporada

4.9.7 Balance de materia en la etapa de fileteado y envasado

En la Figura 4.31, se muestra el proceso de balance de materia en etapa de fileteado y envasado de jamon de pollo precocido.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.31: Fileteado y envasado

Balance de materia global en la etapa de fileteado y envasado de jamon de pollo precocido:

$$M_3 = P_4 + M_4$$ Ecuación 4.14

Para el cálculo de P_4 la perdida se tomó en cuenta el rendimiento $X^R_{P_4}$ en la etapa de fileteado y envasado:

$$P_4 = M_3 * X^R_{p_4}$$ Ecuación 4.15

$$P_4 = 1226{,}34\ g * 0{,}0115$$

$P_4 = 14{,}10\ g$ de perdida en el envasado

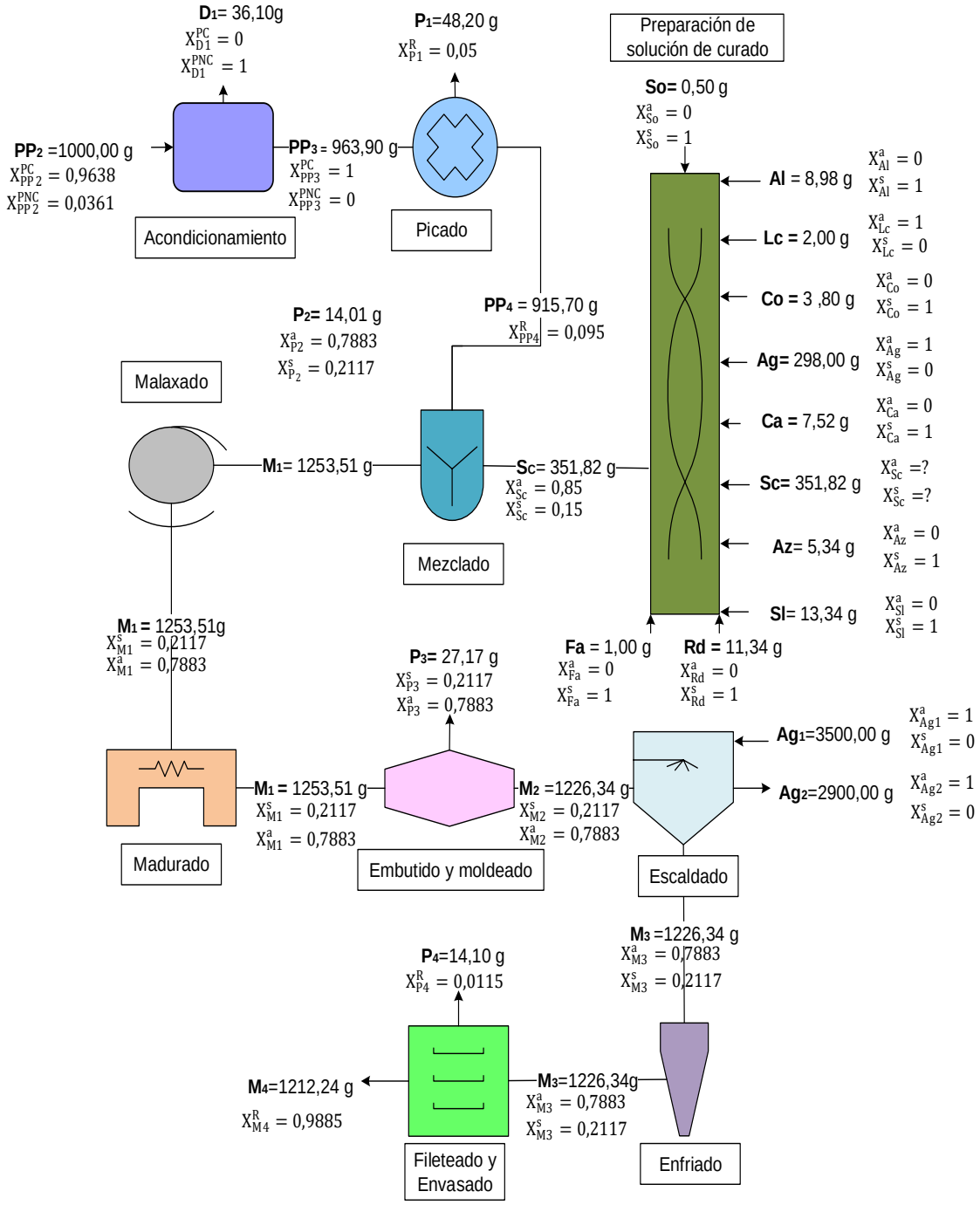
Para el cálculo de M_4 la perdida se tomó en cuenta el rendimiento X^R_{M4} en la etapa de fileteado y envasado:

$$M_4 = M_3 * X^R_{M_4}$$ Ecuación 4.16

$$M_4 = 1226{,}34\ g * 0{,}\ 9885$$

$M_4 = 1212{,}24g$ de jamon de pollo precocido fileteado y envasado

En la Figura 4.32, se muestra el resumen de los resultados obtenidos del balance general de materia en el proceso de elaboración de jamon de pollo precocido.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.32: Resumen de balance de materia

4.10 Balance de energía para la elaboración de jamon de pollo precocido

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

$$L_1(\cancel{\varepsilon C_1} + \cancel{\varepsilon P_1} + Pv_1) + Q - L_2(\cancel{\varepsilon P_2} + \cancel{\varepsilon C_2} + \mu_2 + Pv_2) = \cancel{T} + \cancel{2F} + \frac{d\theta v4}{d\theta}$$

$$L_1(\mu_1 + Pv_1) + Q = L_2(\mu_2 + Pv_2) = 0$$

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

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

$$Q = L_1 \Delta H$$

$$\Delta H = Cp\ \Delta H$$

$$Q = L_1\ Cp\ \Delta H \qquad \text{Ecuación 4.17}$$

Según (Lewis, 1993), el principio de conservación de la energía está dado por:

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

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

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

$$Q_T = Q_{cedido} + Q_{ganado} \qquad \text{Ecuación 4.18}$$

Para calcular el calor latente en los cambios de fase según (Lewis, 1993) es:

$$Q1 = \Delta H\ L = L^* \lambda \qquad \text{Ecuación 4.19}$$

Para el cálculo del balance de energía en las diferentes etapas de la elaboración de jamon de pollo precocido, 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 4.20, de la tal forma en el presente trabajo se determinó el Cp de jamon de pollo precocido.

$$Cp = X_W * C_W + X_C * C_C + X_p * C_P + X_F * C_F + X_A * C_A \qquad \text{Ecuación 4.20}$$

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 4.17.

Tabla 4.17

Capacidades caloríficas en función a la composición de los alimentos

Calor especifico	Valor 1 KJ/KgºC	Valor 2 KJ/KgºC
C_W (agua)	4,18	4,18
C_C (carbohidratos)	1,40	1,22
C_P (proteína)	1,60	1,90
C_F (grasa)	1,70	1,90
C_A (ceniza)	0,80	-

Fuente: Lewis, 1993.

En la Tabla 4.18, se observa los resultados de la composición fisicoquímico del jamon de pollo precocido de datos extraídos del (Anexo A).

Tabla 4.18

Resultados de la composición fisicoquímico del jamon de pollo

Composición	Unidad	Resultado
Ceniza	%	2,90
Grasa	%	1,04
Hidratos de carbono	%	5,57
Humedad	%	78,83
Proteína total (Nx6,25)	%	11,66

Fuente: CEANID, 2025

Para la determinación del calor especifico del jamon de pollo Cp, se tomó en cuenta la ecuación 4.19, 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).

$Cp = X_W * C_W + X_C * C_C + X_p * C_P + X_F * C_F + X_A * C_A$

Cp = 0,7883 * 0,9983512 + 0,0557 * 0,334376 + 0,1166 * 0,382144 + 0,0104* 0,406028 + 0,0290 * 0,191072

Cp = 0,86 Kcal/Kg ºC calor especifico del jamon de pollo

En la Tabla 4.19, se puede observar la capacidad calorífica del agua, del acero inoxidable y del aluminio.

Tabla 4.19

Capacidad calorífica del agua, acero inoxidable y aluminio

Capacidad calorífica	Unidad	Valor
Aluminio	Kcal/KgºC	0,22
Acero inoxidable	Kcal/KgºC	0,12
Agua	Kcal/KgºC	1,00

Fuente: Díaz et al., 2006

En la Tabla 4.20, se puede observar las entalpias de vaporización en función a la temperatura para el agua saturada.

Tabla 4.20

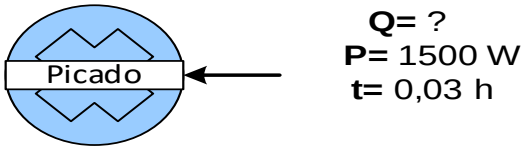
Entalpias de vaporización del agua saturada

Temperatura (ºC)	Unidad	Entalpia de vaporización
75,4	Kcal/Kg	554,1
85,4	Kcal/Kg	548,0

Fuente: UTN, 2021

4.10.1 Balance de energía en la etapa de picado

En la Figura 4.33, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de picado.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 4.33: Etapa de picado

Para la etapa de picado, se utilizó la moledora de carne eléctrica con una potencia de 1,500 W por un tiempo de 0,03 hora tiempo que duró el picado.

$$P = \frac{\text{Energia (E)}}{\text{Tiempo } (\theta)} \qquad \text{Ecuación 4.21}$$

Para la determinación de la energía eléctrica requerida, se tomó en cuenta la ecuación 4.21, despejando E se obtiene:

$E = P * \theta$

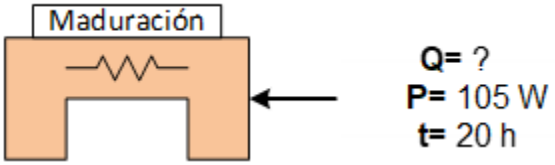
$E = 1{,}500 \cancel{W} * \frac{1 \text{ kcal}/\cancel{h}}{1{,}163 \cancel{W}} * 0{,}03 \cancel{h}$

E = 38,70 Kcal.

La cantidad de energía eléctrica requerida para llevar a cabo la molienda de las carnes durante un tiempo de 0,03 hora es de 38,70 Kcal.

4.10.2 Balance de energía en la etapa de maduración

En la Figura 4.34, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de maduración.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 4.34: Etapa de maduración.

Para la etapa de maduración, se utilizó el freezer con una potencia de 105 W por un tiempo de 20 hora tiempo que duró el proceso de maduración.

$$P = \frac{\text{Energia (E)}}{\text{Tiempo } (\Theta)} \qquad \text{Ecuación 4.22}$$

Para la determinación de la energía eléctrica requerida, se tomó en cuenta la ecuación 4.22, despejando E se obtiene:

$E = P * \cancel{\Theta}$

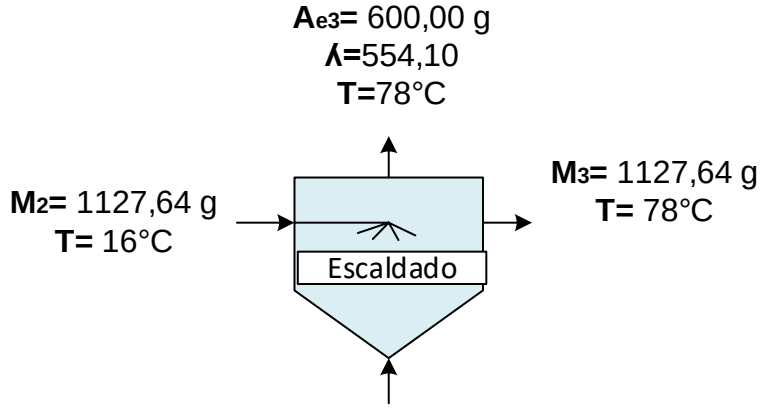
$E = 105\ \cancel{W} * \frac{1\ kcal/\cancel{h}}{1{,}163\ \cancel{W}} * 20\ \cancel{h}$

$E = 1805{,}67$ Kcal.

La cantidad de energía eléctrica requerida para llevar a cabo la maduración durante un tiempo de 20 horas es de 1805,67 Kcal.

4.10.3 Balance de energía en la etapa de escaldado

En la Figura 4.35, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa del escaldado.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 4.35: Etapa del escaldado

$$Q = M_3 * C_{pj} * (T_f - T_i) + A_{e3} * \lambda v \qquad \text{Ecuación 4.23}$$

$Q = 1127{,}64 * 0{,}86 * (78 - 16) + 600{,}00 * 554{,}10$

$Q = 392585{,}76$ Kcal

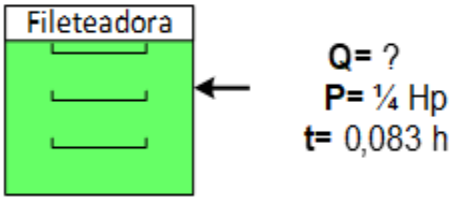
Para el cálculo del calor requerido para calentar la olla, se tomó en cuenta la ecuación 4.24:

$Q_r = m_{olla} * Cp_r * (T_f - T_i)$ Ecuación 4.24

$Q_r = 1{,}100\ Kg * 0{,}22\ \frac{Kcal}{Kg°C}\ (78\text{-}20)\ °C = 14{,}04\ Kcal$

4.10.4 Balance de energía en la etapa del fileteado

En la Figura 4.36, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa del fileteado.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 4.36: Etapa del fileteado

Para la etapa de fileteado se utilizó la Fileteadora eléctrica con una potencia de ¼ Hp por un tiempo de 0,083 hora tiempo que duró el fileteado.

$$P = \frac{Energia\ (E)}{Tiempo\ (\theta)}$$ Ecuación 4.25

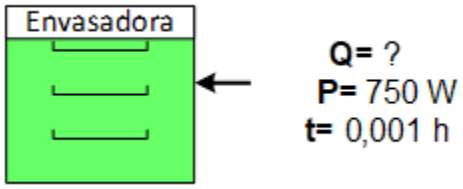
Para la determinación de la energía eléctrica requerida, se tomó en cuenta la ecuación 4.25, despejando E se obtiene:

$E = P * t$
$E = 0{,}25\ \cancel{W} * \frac{1\ kcal/\cancel{h}}{1{,}163\ \cancel{W}} * 0{,}083\ \cancel{h}$
$E = 0{,}02\ Kcal.$

La cantidad de energía eléctrica requerida para llevar a cabo el fileteado durante un tiempo de 0,083 hora es de 0,02 Kcal.

4.10.5 Balance de energía en la etapa de envasado

En la Figura 4.37, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de envasado.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.37: Etapa de envasado

Para la etapa de fileteado se utilizó la fileteadora eléctrica con una potencia de ¼ Hp por un tiempo de 0,001 hora tiempo que duró el envasado.

$$P = \frac{\text{Energia (E)}}{\text{Tiempo } (\theta)} \qquad \text{Ecuación 4.26}$$

Para la determinación de la energía eléctrica requerida, se tomó en cuenta la ecuación 4.26, despejando E se obtiene:

E = P * t
E = 750 ~~W~~ * $\frac{1\ \text{kcal}/\cancel{\text{h}}}{1{,}163\ \cancel{\text{W}}}$ * 0,001 ~~h~~
E = 0,64 Kcal

La cantidad de energía eléctrica requerida para llevar a cabo el envasado durante un tiempo de 0,001 hora es de 0,64 Kcal.

4.11 Balance de energía para determinar la cantidad de calor total necesario en la elaboración de jamon de pollo precocido

Para determinar la cantidad total de calor necesario para llevar a cabo el calentamiento del agua, para la etapa de escaldado del jamon de pollo se utilizó la ecuación simplificada 4.27 (Valiente, 1986):

$$Q_T = \Sigma Qi \qquad \text{Ecuación 4.27}$$

Donde:

Q_T = Calor total necesario para llevar a cabo un proceso

ΣQi = suma de calores involucrados en el proceso

Remplazando datos en la ecuación 4.27:

$Q_T = Q_{T.C}$ Ecuación 4.28

Donde:

Q_T = 14,04 Kcal

Q= 38,70 + 1805,67 + 0,02 + 0,64

Q= 1845,03 Kcal

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El análisis fisicoquímico de la pechuga de pollo muestra que contiene: Hidratos de carbono 0,05 %, Proteína N6X25 23,19 %, Grasa 0,39 %, Humedad 75,17 %, Ceniza 1,20 %, Fibra 0,00, Acidez 0,69%, pH 6,04 y Valor energético 93 Kcal/100 g.

- En base al análisis microbiológico de la pechuga de pollo presenta: Coliformes totales $1.0x10^{3}$UFC/g, *Escherichia coli* $<1.0x10^{1}$(*) UFC/g, *Staphylococcus aureus* $<1.0x10^{1}$ UFC/g (*) donde no se observo desarrollo de colonias.

- Realizado la evaluación sensorial para las muestras preliminares y muestra patrón según el análisis estadístico de varianza para nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra JP6 por presentar aroma agradable, sabor equilibrado, textura firme y color adecuado.

- Aplicado el diseño experimental para las variables de proceso de dosificación de jamon de pollo precocido, se puede concluir que en las interacciones ABC (porcentaje de almidón, porcentaje de condimento y porcentaje de agua) para el factor contenido de humedad es altamente significativa para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

- Aplicado el diseño experimental para las variables de proceso de dosificación de jamon de pollo precocido, se puede concluir que el factor A (porcentaje de almidón) para el factor contenido de acidez es altamente significativa para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

- Realizado el análisis fisicoquímico del jamon de pollo precocido se indica que presenta: hidratos de Carbono 5,57 %, Proteína N6X25 11,66 %, Grasa 1,04 %, Humedad 78,83 %, Cenizas 2,90 %, Fibra 0,00 %, %, y Valor energético 77,00 Kcal/100. El análisis microbiológico del producto indica que presenta: Bacterias aerobias mesófilos $8,0 \times 10^{2}$ UFC/g, Mohos y levaduras $<1,0 \times 10^{1}$ UFC/g.

- Realizado el análisis microbiológico del jamon de pollo precocido indica que presenta: *Coliformes totales* < 1,0 x 10^1 (*) UFC/g, *Escerichia coli* < 1,0 x 10^1(*) UFC/g y *Staphilococcus aureus* < 1,0 x 10^1 (*) UFC/g.

- Realizados los controles de acidez, pH y humedad durante el almacenamiento de 34 días el jamón de pollo precocido, presento: 0,306% de acidez, 77,02% de humedad y pH de 6,39.

- Realizado el balance de materia y energía se evidencio que, a partir de 1000, 00 g de pechuga de pollo se obtiene 1114,67 g de jamon de pollo precocido. Así mismo, para determinar la cantidad total de calor para la elaboración de jamon de pollo precocido es 14,04 Kcal y la energía eléctrica en total requerida de todos los equipos utilizados en las etapas es de 1845,03 kcal.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar jamon incorporando carne de pavo, con la finalidad de enriquecer el valor nutritivo, ya que estos embutidos son muy consumidos por la población.

- Se recomienda la utilización de pigmentos naturales derivados de fuentes vegetales como extracto de remolacha (betanina) o el pimentón paprika uno (oleorresina) para estandarizar el color rosado del jamon de pollo.

- Se recomienda seguir realizando trabajos de investigación para la elaboración de productos cárnicos que incorporen carne de pechuga de pollo, con el fin de ofrecer más variedades a la población.