

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Antecedentes

Actualmente se estima que la producción mensual de pollos en el país es de 22 millones; sin embargo, esta cifra es lejana al requerimiento o al consumo de la población, siendo que el consumo interno es de 16 a 17 millones de acuerdo a la Asociación de Productores Avícolas de Tarija (ADAT). (Perez, 2019)

Para tener una aproximación de la capacidad productiva u oferta de pollo parrillero de las empresas consultadas, inicialmente, se tuvo que conocer la cantidad total existente en Bolivia. En el año 2017, el INE contabilizó un total de 242,1 millones de pollos parrilleros, que se incrementó a 229,9 millones en el año 2020 tasa de crecimiento acumulado negativo (-5%). En el período 2017-2021, el departamento de Santa Cruz mantuvo una participación promedio anual del 55%, seguido por Cochabamba (participación promedio anual del 34%), detallado en la tabla 1.1. (AEMP, 2022)

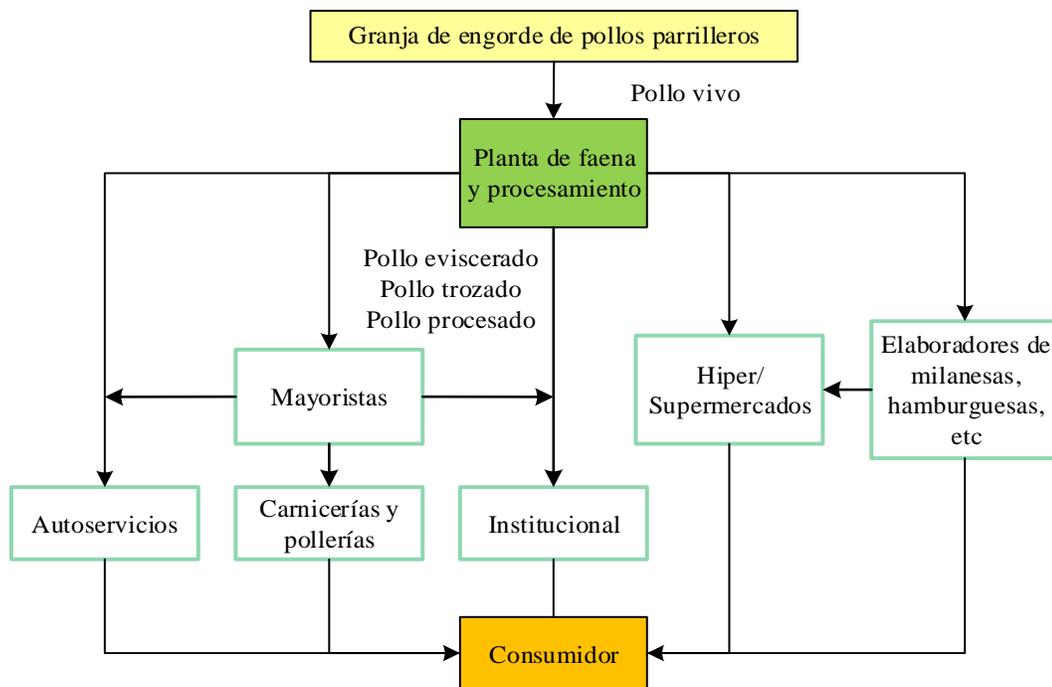
**Tabla 1. 1**

*Cantidad total de pollos parrilleros en Bolivia por departamento*

Departamentos	Participación porcentual de pollo en etapa de crianza y engorde (%)				
	2017	2018	2019	2020	2021
Santa Cruz	55,4	55,7	55,4	55,4	55,4
Cochabamba	33,4	32,3	33,4	33,4	33,4
Tarija	5,9	6,6	5,9	5,9	5,9
Chuquisaca, La Paz	4,6	4,7	4,6	4,6	4,6
Potosí, Beni, Pando	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

**Fuente:** (AEMP, 2022)

De acuerdo a Fernández & Marsó (2003) los principales canales de comercialización del pollo parrillero (pág. 11), se distribuyen según la figura 1.1



**Fuente:** Fernández & Marsó, 2003

**Figura 1.1:** Principales canales de comercialización del pollo parrillero

Según Mamani (2015) afirma que, en el ámbito de la producción de milanesa de carne de pollo, los comerciantes actualmente llevan a cabo el proceso de forma manual. Sin embargo, esta metodología no logra satisfacer adecuadamente la demanda requerida. En consecuencia, surge la necesidad de implementar una máquina laminadora que permita aumentar la producción y, por ende, mejorar la capacidad de venta y comercialización de estos productos. Al alcanzar un nivel óptimo de producción, se logrará satisfacer plenamente las expectativas de los consumidores, además de incrementar las ganancias para aquellos involucrados en el proceso de elaboración.

## 1.2 Justificación

- Al elaborar milanesa de carne de pollo se aprovecha de manera óptima esta valiosa materia prima, la cual se distingue por su abundancia de beneficios. Entre ellos, destaca su notable facilidad de digestión, lo que la convierte en una opción apta para personas de todas las edades. Además, es importante resaltar sus propiedades

nutricionales, particularmente su excepcional calidad y cantidad de proteínas, su reducido contenido de grasa y su contenido equilibrado de aminoácidos.

- En el ámbito del mercado local se presentan períodos de saturación de carne de pollo, lo cual resulta en una disminución de los precios. Como consecuencia, los productores avícolas se ven imposibilitados de comercializar la totalidad de su producción en el tiempo de crianza y engorde de las aves, ocasionando considerables pérdidas económicas.
- La elaboración de milanesa de carne de pollo ofrecerá una potencial oportunidad comercial para la granja y otros productores avícolas de la región, permitiendo así otorgar un significativo incremento de valor a la carne avícola mediante un proceso de transformación cárnica.
- Así mismo, el presente trabajo de investigación pretende mejorar la disponibilidad en el sector de consumo, mediante la elevación en la calidad del producto en cuestión.

### **1.3 Objetivos**

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

#### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer una metodología experimental que permita elaborar milanesa de carne de pollo, mediante la tecnología de carnes; con la finalidad de obtener un producto de calidad para la granja “Hermanos G y M” en la provincia Cercado del departamento de Tarija.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Determinar los análisis físicos, fisicoquímicos y microbiológicos de la carne de pollo, con el fin de conocer su composición y calidad de la misma.

- ✓ Realizar la evaluación sensorial de las muestras preliminares de milanesa de carne de pollo para determinar la muestra ideal.
- ✓ Realizar el control en las pruebas preliminares, para realizar un seguimiento en la milanesa de carne de pollo.
- ✓ Aplicar el diseño factorial de  $2^3$  en la etapa de marinado con el fin de establecer las variables de control y la significancia en un diseño experimental.
- ✓ Realizar la evaluación sensorial y análisis estadístico de la muestra experimental e ideal para establecer la muestra adecuada, que podrá incorporarse en el mercado local de la provincia Cercado del departamento de Tarija
- ✓ Realizar el análisis fisicoquímico y microbiológico de la milanesa de pollo, para conocer su calidad nutricional.
- ✓ Realizar el control de humedad, pH y acidez en la etapa de almacenamiento, con la finalidad de dar a conocer el tiempo de vida útil de la milanesa de carne de pollo.
- ✓ Realizar el balance de materia y energía, para conocer el flujo másico que interviene en el proceso de producción en la elaboración de milanesa de pollo.

#### **1.4 Objeto de estudio**

Aplicación de la tecnología de carnes, para la obtención de milanesa de carne de pollo.

#### **1.5 Campo de acción**

Para la realización del presente trabajo de investigación, se delimitaron lo siguientes campos de acción.

- **Espacial:** El campo de acción espacial para el presente trabajo fue en la provincia Cercado del departamento de Tarija.

- **Temporal:** El campo de acción temporal para el desarrollo del presente trabajo de investigación, fue en la gestión 2022 y 2023.
- **Institución:** 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.

### **1.6 Planteamiento del problema**

En el departamento de Tarija provincia Cercado, se ha observado un incremento sostenido en la actividad productiva avícola. Durante determinadas temporadas, esta producción ha alcanzado niveles que han excedido la capacidad de absorción del mercado. Sin embargo, es importante destacar que la mayor parte de las ventas se enfocan únicamente en la comercialización de carne avícola, sin considerar la posibilidad de ofrecer un producto terminado, tal como la milanesa elaboradas a partir de carne de pollo.

De acuerdo con los registros disponibles, no se ha identificado hasta la fecha ninguna entidad en el departamento de Tarija, provincia Cercado, que se dedique a la elaboración de milanesa de carne de pollo. Es importante destacar que la oferta actual de milanesa de carne de pollo en el mercado local no asegura los estándares de calidad e inocuidad alimentaria necesarios.

### **1.7 Formulación del problema**

¿Cuál será la metodología experimental a ser aplicada, que permita elaborar milanesa de carne de pollo, mediante la tecnología de carnes; para obtener un producto de calidad en la provincia Cercado del departamento de Tarija?

### **1.8 Hipótesis**

Mediante la aplicación de la tecnología de carnes a nivel experimental, se obtendrá milanesa de carne de pollo con la finalidad de obtener un producto de calidad y estandarizado, en la provincia Cercado del departamento de Tarija.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Origen de la milanesa

La milanesa es conocida por su nombre completo "cotoletta alla milanese" y se originó en la región de Lombardía, en el norte de Italia. La receta tradicional consiste en filetes de carne empanizados y fritos, generalmente hechos con ternera, aunque también se pueden utilizar otras carnes como pollo, cerdo o pescado. (ABCcolor, 2013)

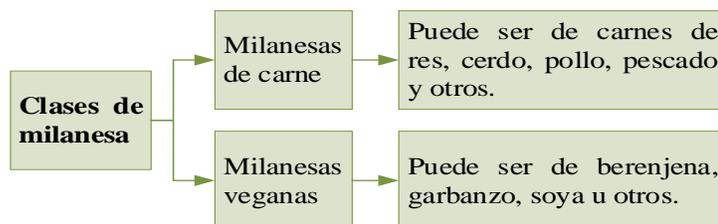
La receta de la milanesa se difundió rápidamente por Italia y luego se extendió a otros países, especialmente en América Latina. Argentina y Uruguay, fue introducida por la numerosa inmigración italiana. Dado el elevado consumo de carne en esos países, la preparación se hizo popular rápidamente, se introdujeron variaciones y se usaron diferentes cortes de carne. (ABCcolor, 2013)

## 2.2 Definición de milanesa

Según Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, 2015) define como: Producto consistente en una rebanada o un filete de carne que ha sido empanizado. Así también menciona que se entiende por producto preparado como milanesa a todo alimento carneo que se obtenga de líneas de tecnología específicas (picada, escamado, compactado, etc.), que responda en sus caracteres físicos (dimensiones) a los que son propios de la milanesa y que sea sometido a un rebozado.

## 2.3 Clasificación de la milanesa

La clasificación de la milanesa es según la materia prima empleada en su elaboración, como se presenta en la figura 2.1.

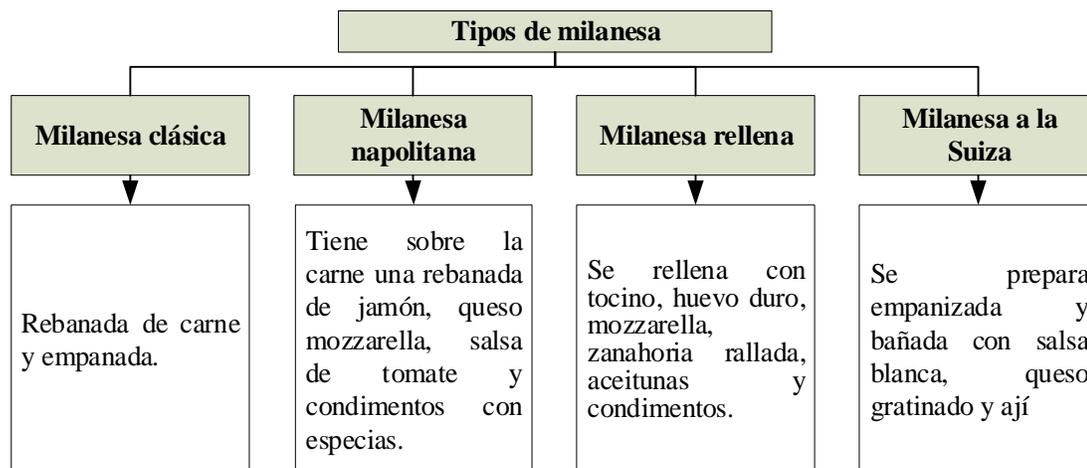


**Fuente:** Rivera, 2020

**Figura 2.1:** Clasificación de la milanesa

### 2.3.1 Tipos de milanesa

Existen diversos tipos de milanesa entre estas están las más conocidas, como se detallan en la figura 2.2.



**Fuente:** Rivera, 2020

**Figura 2.2:** Tipos de milanesa

### 2.4 Propiedades fisicoquímicas de la milanesa de carne de pollo

En la tabla 2.1, se muestra la composición fisicoquímica de milanesa de carne de pollo en una porción de 130g.

**Tabla 2.1**

#### *Propiedades fisicoquímicas de milanesa de carne de pollo*

Parámetros	Unidad	Cantidad por porción
Carbohidratos	g	25,0
Proteínas	g	20,0
Grasas totales	g	12,0
Grasas saturadas	g	2,6
Grasas trans	g	0,0
Fibra alimentaria	g	1,1

**Fuente:** Artico, 2022

#### 2.4.1 Propiedades nutricionales de la milanesa de carne de pollo

En la tabla 2.2, se muestra la composición nutricional de milanesa de carne de pollo en una porción de 108g.

Tabla 2.2

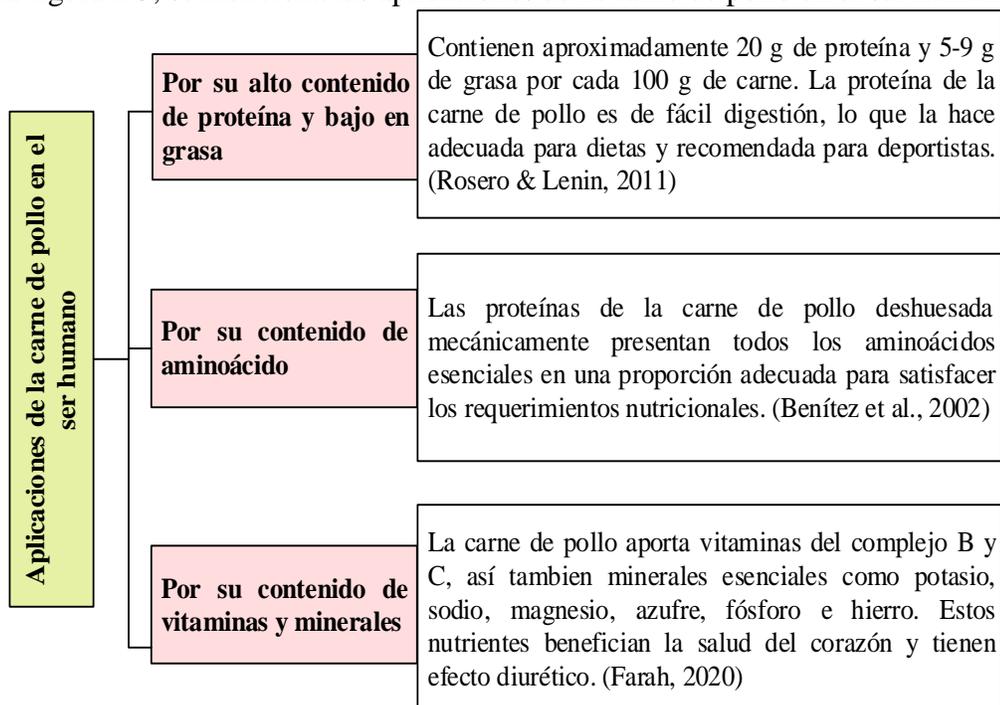
*Propiedades nutricionales de milanesa de carne de pollo*

Parametros	Unidad	Cantidad por porción
Valor energético	Kcal	250,00
Carbohidratos	g	7,81
Azúcar	g	0,31
Proteína	g	25,82
Grasa	g	12,26
Grasa saturada	g	2,99
Grasa poliinsaturada	g	3,15
Grasa monoinsaturada	g	5,07
Colesterol	mg	78,00
Fibra	g	0,30
Sodio	mg	343,00
Potasio	mg	221,00

Fuente: Fatsecret, 2020

**2.5 Beneficios de la carne de pollo para el consumo humano**

En la figura 2.3, se menciona las aplicaciones de la carne de pollo en el ser humano.



**Figura 2.3:** Aplicaciones de la carne de pollo en el ser humano

## 2.6 Caracterización de la carne de pollo como materia prima

A continuación, se caracteriza la carne de pollo como materia prima para la elaboración de milanesa de carne de pollo:

### 2.6.1 Carne de pollo

La carne de pollo industrial es una carne que proviene de granjas, donde los pollos son alimentados con piensos hasta alcanzar un promedio de 2,5 kg y posteriormente sacrificados con una edad, no mayor de 49 días (Nilipour, 2008. Pág. 5).

La raza o estirpe para la elaboración de milanesa de carne pollo es pollos de engorde Ross 308 esta es “una raza con buen desarrollo, buena tasa de crecimiento, robustez, buena conversión alimenticia y rendimiento y versatilidad para satisfacer una amplia gama de requisitos del producto final” (Morris, 2015).

#### 2.6.1.2 Composición fisicoquímica de la carne de pollo parrillero

En la tabla 2.3, se muestra las propiedades fisicoquímicas de la carne de pollo.

**Tabla 2.3**

#### *Resultados fisicoquímicos de carne de pollo*

Parámetros	Unidad	Valor
pH	-	6,35
CRA (Capacidad de retención de agua)	mL/100g	52,44
PG (Pérdida por goteo)	%	3,60
RC (Rendimiento por cocción)	%	84,27
FC (Fuerza de corte)	Kg/cm <sup>2</sup>	1,91

**Fuente:** (Bautista et al., 2015)

#### 2.6.1.3 Propiedades nutricionales de la carne de pollo

En la tabla 2.4, se muestra las propiedades nutricionales de la carne de pollo en 100g de porción comestible (Valero et al., 2010. Pág.72).

Tabla 2.4

*Composición nutricional de la carne de pollo*

Componentes	Unidades	Valor
Energía	Kcal	112,00
Proteínas	g	21,80
Lípidos	g	2,80
Hidratos de carbono	g	0,00
Agua	g	74,50
Sodio	mg	81,00
Hierro	mg	1,00
Zinc	mg	0,70
Ácidos Grasos Saturados	g	0,76
C 14:0 – Mirístico	g	0,02
C 16:0 – Palmítico	g	0,55
C 18:0 – Esteárico	g	0,14
Ácidos Grasos Monoinsaturados	g	1,26
C 16:1 – Palmitoleico	g	0,13
C 18:1 – Oleico	g	1,12
Ácidos Grasos Poliinsaturados	g	0,52
C 18:2 – Linoleico	g	0,43
C 18:3 – Linolénico	g	0,07
C 20:4 – Araquidónico	g	0,01
Total Ácidos Grasos <i>Trans</i>	g	0,06

**Fuente:** (Valero et al., 2010)

**2.6.1.4 Aplicaciones de la carne de pollo**

La carne de pollo es rica en nutrientes, y puede formar parte de la alimentación de los adultos mayores tanto sanos como de aquellos que necesitan alimentaciones adaptadas por alguna condición de salud. Al ser un alimento que ofrece alta concentración de nutrientes, es ideal para ser incluido en la alimentación de deportistas, adultos mayores y ancianos con poco apetito y que sólo admiten porciones pequeñas de comida. También, en aquellos a quienes en el momento de la comida les toma más tiempo y se cansan rápidamente. A su vez, al retirarle la piel y grasa visible resulta en un alimento con bajo contenido de grasas, por lo que puede ser consumido por personas mayores que necesiten cuidar su peso. (CINCAP, 2014)

La carne de pollo presenta muchas ventajas como materia prima en la producción de elaborados cárnicos; se encuentra en el mercado como carne fresca y preparados de carne o bien como productos cárnicos transformados. Desde el punto de vista industrial,

es una materia prima fácil de utilizar en una gran variedad de procesos productivos actuales tanto en la elaboración de alimentos como en el sector de restauración. (Trespalacios, 2007)

## **2.7 Caracterización de los insumos y su función en la elaboración de milanesa de carne de pollo**

A continuación, se describe los insumos necesarios para la elaboración de milanesa de carne de pollo.

### **2.7.1 Sal yodada**

La sal común o sal de mesa es el cloruro sódico (ClNa). Se compone por tanto de dos elementos químicos, el sodio y el cloro. El sodio ( $\text{Na}^+$ ) es el componente más interesante desde el punto de vista dietético, ya que su exceso o defecto puede resultar en desequilibrios en el organismo. En cambio el cloro ( $\text{Cl}^-$ ) no se ha relacionado hasta ahora con la aparición de cuadros patológicos. (Hofmann & Vidal, 2013)

La principal función de la sal es resaltar y potenciar de forma natural el sabor de la milanesa de carne de pollo (AMISAC, 2017).

### **2.7.2 Comino en polvo**

Es el grano maduro, seco y posteriormente molido, es empleado principalmente como aromatizante alimentario, por poseer olor fuerte, aromático, estimulante y apetitoso (Sánchez, 2012).

El comino tiene la función de dar un sabor cálido, muy aromático, un poco amargo y picante, así como un olor penetrante y dulzón (Cameroni, 2012).

### **2.7.3 Ajo en polvo**

El ajo en polvo es una especia obtenida a partir de la deshidratación del ajo, y su principal función es la de realzar el sabor en la culinaria. El proceso de elaboración del ajo en polvo involucra la deshidratación y posterior pulverización de este vegetal,

utilizando maquinaria o electrodomésticos, en función de la escala de producción correspondiente. (Ramírez et al., 2016).

El ajo es un ingrediente muy útil en la industria cárnica debido a sus propiedades antimicrobianas, en la elaboración de milanesa de carne de pollo, cumple la función de mejorar el sabor y aroma, y a su vez prolongar la vida útil de dicho producto. (El explorador, 2023)

#### **2.7.4 Pimienta negra molida**

Los granos de pimienta son las bayas del árbol *Pipernigrum*, de la familia de las piperáceas, la pimienta negra es la más picante. Para obtenerla, se cosecha el fruto cuando aún no ha madurado del todo (amarillo), y se seca al sol durante una semana, o sobre fuego, que es cuando se vuelve negra y se arrugada, posteriormente se pulveriza con maquinaria adecuada para dicho proceso. (MAPyA, 2014)

La pimienta negra molida se erige como un destacado condimento en la industria de productos cárnicos. Dentro del proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo, su papel fundamental radica en otorgar un exquisito matiz de sabor picante. (López, 2022)

#### **2.7.5 Leche líquida**

La leche es el alimento puro más próximo a la perfección. Su principal proteína, la caseína, contiene los aminoácidos esenciales y como fuente de calcio, fósforo y riboflavina (vitamina B12), contribuye significativamente a los requerimientos de vitamina A y B1 (tiamina). Por otra parte, los lípidos y la lactosa constituyen un importante aporte energético. (Agudelo & Bedoya, 2005)

La leche líquida desempeña una función primordial al actuar como coadyuvante en el proceso de marinado de la carne de pollo, debido a su contenido de ácido láctico. Dicho componente ejerce una notable influencia en la textura de la carne, logrando suavizarla y conferirle una mayor ternura. (Valencia, 2023)

### **2.7.6 Huevo líquido**

El huevo es un alimento que aporta pocas calorías 75 kcal por unidad, pero juega un rol importante en la dieta debido a su composición de nutrientes, tales como proteínas de alto valor biológico, aminoácidos esenciales (es decir que el organismo no puede formar), ácidos grasos, vitaminas y minerales. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) reconoce al huevo como uno de los alimentos más nutritivos de la naturaleza (MAGyP, 2022)

La función que desempeña el huevo en el proceso de elaboración de la milanesa de carne de pollo radica en posibilitar una distribución homogénea del sabor en toda la superficie del filete de carne, además de facilitar un empanado más eficiente del mismo. (Roch, 2021)

### **2.7.7 Mostaza en pasta**

Condimento envasado con apariencia externa pastosa y de sabor picante que se elabora de las semillas de varias plantas del género Sinapis, familia de las crucíferas (Grupo venado, 2022).

La mostaza en forma de pasta desempeña una función condimentaria al otorgar un sabor distintivo y exclusivo que la caracteriza (Caorsi, 2022).

### **2.7.8 Pan rallado**

El pan rallado surge por el proceso de extrusión de materias primas naturales, como el trigo y maíz. Disponibles en diferentes colores y granulometrías, aportan crocancia y textura según la necesidad de aplicación del producto final. Tiene gránulos redondeados y porosos que brindan alimentos crujientes. Adecuado para aplicaciones de fritura y horno. (BRF, 2018)

## **2.8 Tipo de proceso tecnológico a ser utilizado en la elaboración de milanesa de carne de pollo**

Las operaciones tecnológicas de transformación de la carne para la elaboración de milanesa de carne de pollo, es: operación de fileteado, operación de marinado y operación de empanizado

### **2.8.1 Fileteado**

Técnica de corte en láminas finas, de manera sesgada, con un grosor de pocos milímetros y un ancho que varía dependiendo del producto. Se puede hacer de forma manual con un cuchillo o con la ayuda de una fileteadora, la cual tiene un sistema de cuchillas que asegura que todos los filetes tengan el mismo espesor. (AIBG, 2022)

### **2.8.2 Marinado de la carne**

El marinado tiene varios propósitos relacionados con la conservación de la textura y de los jugos o líquidos de la carne, la inhibición de la oxidación de la grasa e incrementar la duración segura de la carne de pollo, como se ofrece hoy, en escala industrial. (Motta, 2015)

Industrialmente, suele ser práctica habitual el aplicar soluciones de marinado a este tipo de productos. Este proceso se emplea para incrementar los rendimientos, mejorar la textura, potenciar el sabor y prolongar la vida útil del producto (Alvarado & McKee, 2007).

### **2.8.3 Empanizado**

El empanizado consiste en cubrir cualquier alimento con pan rallado. Los productos a empanizar se condimentan o marinan con antelación, una vez sazonados se recubre con las migajas de pan. Para este proceso se emplea una máquina, ideal para grandes producciones de milanesa. (RAE, 2022)

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA**  
**EXPERIMENTAL**

### **3.1 Desarrollo de la parte experimental**

La parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración de milanesa de carne de pollo”, se realizó dentro del Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) y Laboratorio Académico de la carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

### **3.2 Tipo de intervención experimental**

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

- Análisis físico, fisicoquímico y microbiológico de la carne de pollo
- Análisis de parámetros físicos de porción comestible y no comestible
- Análisis de pH, acidez (ácido láctico) y contenido de porcentaje de humedad.
- Análisis de diseño factorial  $2^3$  en el proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo.
- Análisis sensorial para elegir la muestra ideal de milanesa de carne de pollo
- Análisis físico, fisicoquímico y microbiológico de la milanesa de carne de pollo.
- Operacionalización de las variables independientes y dependiente en el proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo.

### **3.3 Tipos de investigación**

La investigación experimental se caracteriza porque en ella el investigador actúa conscientemente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como mecanismo o técnica para probar sus hipótesis. (Bernal, 2010). Para Alonso et al. (2010), En la investigación experimental el investigador manipula una o más variables de

estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente).

### **3.4 Paradigma positivista**

Según Valdés (2006), “el paradigma positivista postula la existencia de una realidad objetiva que es posible conocer empíricamente a través de métodos cuantitativos, construyendo modelos que permiten explicar y predecir fenómenos similares”. De acuerdo Ricoy (2006) indica que el “paradigma positivista se califica de cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, sistemático gerencial y científico tecnológico”. Por tanto, el paradigma positivista sustentará a la investigación que tenga como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos.

### **3.5 Enfoque positivista cuantitativo**

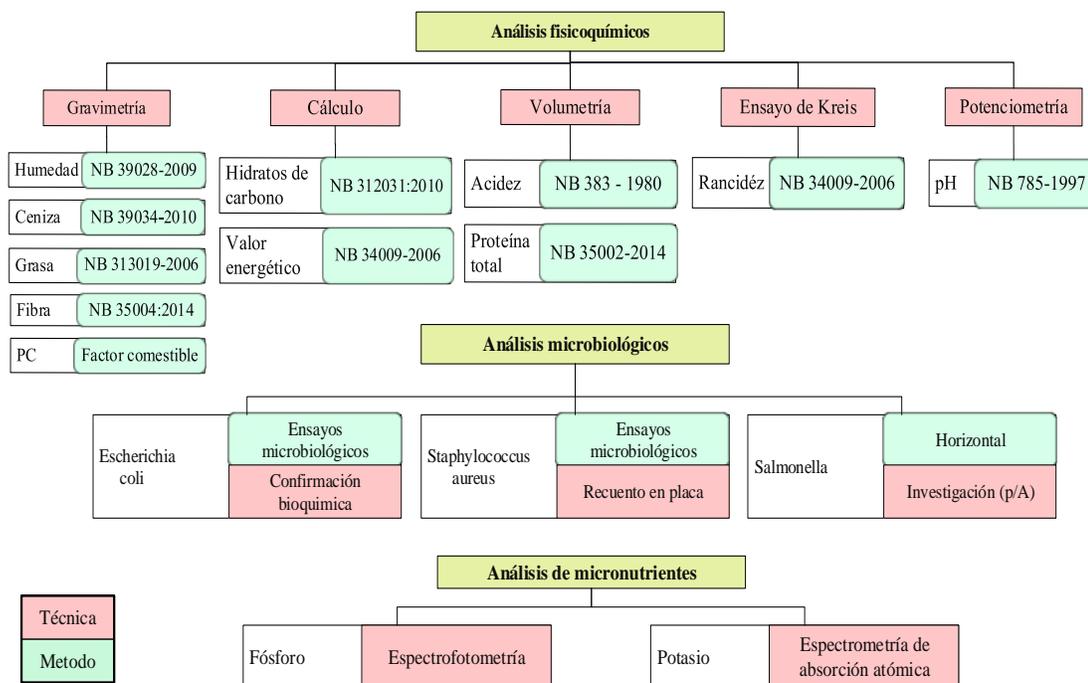
El enfoque cuantitativo pretende “acotar” intencionalmente la información es decir medir con precisión las variables del estudio (Hernández et al., 2014. Pág. 10). Sin embargo, para Bonilla & Rodríguez (1997), La investigación cuantitativa se inspira en el positivismo, este enfoque investigativo plantea la unidad de la ciencia, es decir, la utilización de una metodología única que es la misma de las ciencias exactas y naturales (Pág. 83).

### **3.6 Métodos, técnicas e instrumentos**

Según Espinoza (2016), “el método es el medio o camino a través del cual se establece la relación entre el investigador y el consultado; la técnica es el mecanismo que utiliza el investigador para recolectar y registrar la información” (Pág. 4). Así mismo Martínez (2013), indica que “lo que permite operativizar a la técnica es el instrumento de investigación. Se aclara que en ocasiones se emplean de manera indistinta las palabras técnica e instrumento de investigación”.

### 3.6.1 Análisis fisicoquímicos microbiológicos y de micronutrientes de la carne de pollo

En la figura 3.1, se muestran los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y micronutrientes de la carne de pollo que se indican la técnica y método de análisis aplicado en su determinación. 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.

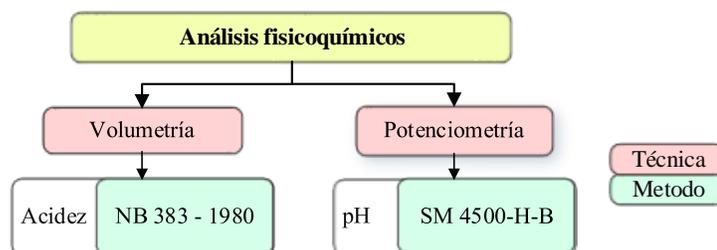


**Fuente:** CEANID, 2022

**Figura 3.1:** Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y micronutrientes de la carne de pollo.

### 3.6.2 Análisis fisicoquímicos en la solución de marinado

En la figura 3.2, se muestran las técnicas y métodos que se emplearon para determinar los análisis fisicoquímicos en la solución de marinado, realizado en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA), dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

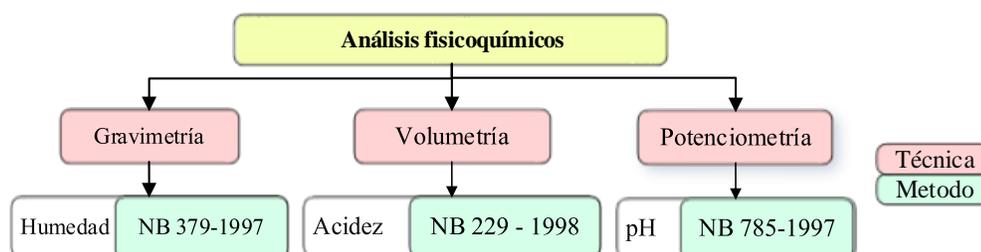


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 3.2:** Análisis fisicoquímicos en la solución de marinado

### 3.6.3 Análisis fisicoquímicos en las etapas de marinado y almacenamiento de la milanesa de carne de pollo

En la figura 3.3, se muestran los análisis fisicoquímicos en la etapa de marinado y almacenamiento, realizado en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA), dependiente de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

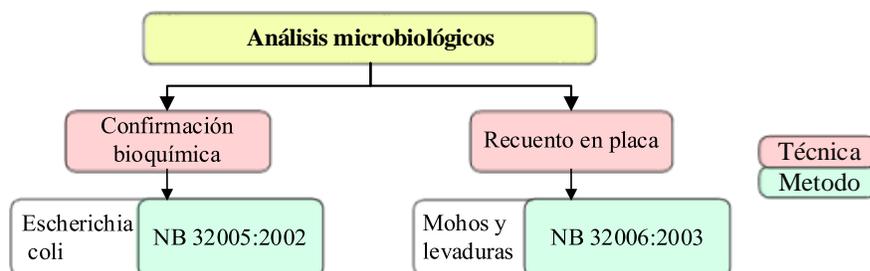


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 3.3:** Análisis fisicoquímicos en la etapa de marinado y almacenamiento de la milanesa de pollo

### 3.6.4 Análisis microbiológico en el almacenamiento de milanesa de carne de pollo

En la figura 3.4, se muestra el análisis microbiológico en el almacenamiento de la milanesa de carne de pollo. Estos análisis fueron determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Juan Misael Saracho.

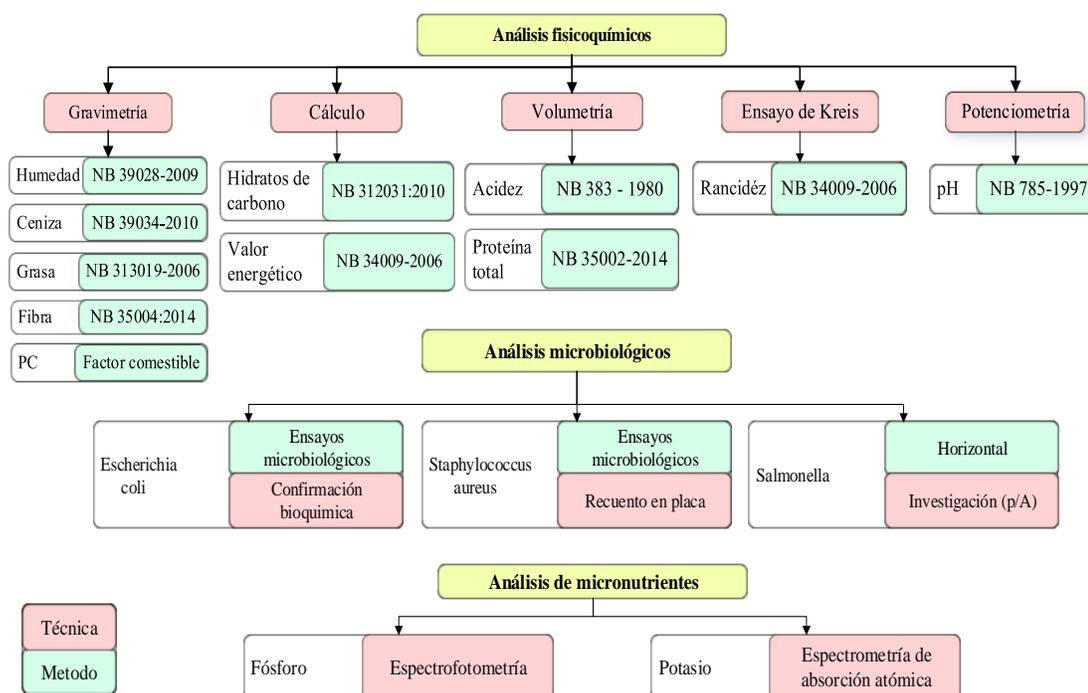


Fuente: (CEANID, 2022)

**Figura 3.4:** Análisis microbiológico en el almacenamiento de la milanesa de carne de pollo

### 3.6.5 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la milanesa de carne de pollo (producto)

En la figura 3.5, se muestran los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y micronutrientes de la milanesa de carne de pollo, indicando la técnica y método de análisis aplicado en su determinación. Estos análisis fueron determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Juan Misael Saracho.



Fuente: (CEANID, 2022)

**Figura 3.5:** Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la milanesa de carne de pollo

### 3.7 Descripción de equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y utensilios

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

#### 3.7.1 Equipos de proceso para la elaboración de milanesa de carne de pollo

En la figura 3.6, se detallan los equipos de proceso (Anexo G.1) del (Anexo G) utilizados en la elaboración de milanesa de carne de pollo.



**Fuente:** (L.T.A, 2022)

**Figura 3.6:** Equipos de proceso para la elaboración de milanesa de carne de pollo

#### 3.7.2 Instrumentos de laboratorio

Para la elaboración de milanesa de carne de pollo se utilizan los siguientes instrumentos de laboratorio (Anexo G.2) del (Anexo G), como detalla la figura 3.7.

<p><b>Balanza analítica</b></p> <p>Marca: Mettler Toledo            Modelo: PB1502            Alimentación: Eléctrica            Capacidad: 0.5g -1510 g            Error: 0,1 g            Potencia: 6W            Frecuencia: 60 Hz</p>	<p><b>Bureta digital</b></p> <p>Marca: JENCONS            Modelo: Digitrate- PRO-50            Precisión: <math>\pm 0.2</math>            Operación: Manual            Industria: España</p>	<p><b>pH-metro digital</b></p> <p>Marca: HORIBA            Modelo: LAQUAPH1 300            Precisión: <math>\pm 0.003</math> pH            Operación: Manual            Comandos: Digitales            Industria: Japón</p>
<p><b>Balanza de precisión</b></p> <p>Marca: RADWAG            Modelo: PS 4500.R2            Alimentación: Eléctrica            Capacidad: 0.5g -4500 g            Error: 0,1 g</p>	<p><b>Termómetro táctil</b></p> <p>Material: vidrio            Indicador: mercurio            Capacidad: 0-100°C</p>	<p><b>Termómetro digital</b></p> <p>Marca: Transmitter            Configuración: portátil            Capacidad: -100°C a +400°C            Con sonda de temperatura</p>

Instrumentos
Especificaciones técnicas

**Fuente:** (LACIA, 2022)

**Figura 3.7:** Instrumentos de laboratorio para elaborar milanesa de carne de pollo

### 3.7.3 Material de laboratorio

Los materiales (Anexo G.3) del (Anexo G) empleados en los análisis del presente trabajo de elaboración de milanesa de carne de pollo, se detallan en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1**

#### *Materiales de laboratorio*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tipo</b>
<b>Matraz Erlenmeyer</b>	4	250 ml	vidrio
<b>Matraz aforado</b>	2	250 ml	vidrio
<b>Vaso de precipitado</b>	4	50 ml	vidrio
<b>Pipeta aforada</b>	1	25 ml	vidrio
<b>Probeta</b>	1	100 ml	vidrio
<b>Capsula</b>	1	mediano	porcelana
<b>Espátula</b>	1	mediano	acero inoxidable
<b>Pinza</b>	1	mediano	acero inoxidable
<b>Desecador</b>	1	mediano	vidrio
<b>Maso y mortero</b>	1	mediano	porcelana
<b>Embudo</b>	2	mediano	plástico

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.7.4 Utensilios de cocina

Los utensilios de cocina (Anexo G.4) del (Anexo G) utilizados en la elaboración de milanesa de carne de pollo, se detallan en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2**

#### *Utensilios de cocina*

Utensilios	Cantidad	Capacidad	Tipo
Cuchillo	1	mediano	acero inoxidable
Tabla de cortar	1	mediano	madera
Recipiente	4	pequeño	acero inoxidable
Espalmador	1	grande	plástico
Taper	4	mediano	plástico

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.8 Reactivos químicos

Los reactivos químicos utilizados en los análisis de milanesa de carne de pollo (Anexo H) del (AnexoH.3), se detallan en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3**

#### *Reactivos químicos*

Reactivos	Concentración	Procedencia	Industria
Solución de NaOH	0,1 N	DIEMAR	Biopack- Bolivia
Fenolftaleína	0,1%	DIEMAR	Biopack- Bolivia

**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.8.1 Insumos alimentarios

Los insumos alimentarios (Anexo H.2) del (Anexo H) utilizados en la elaboración de milanesa de carne de pollo, se detallan en la tabla 3.4.

Tabla 3.4

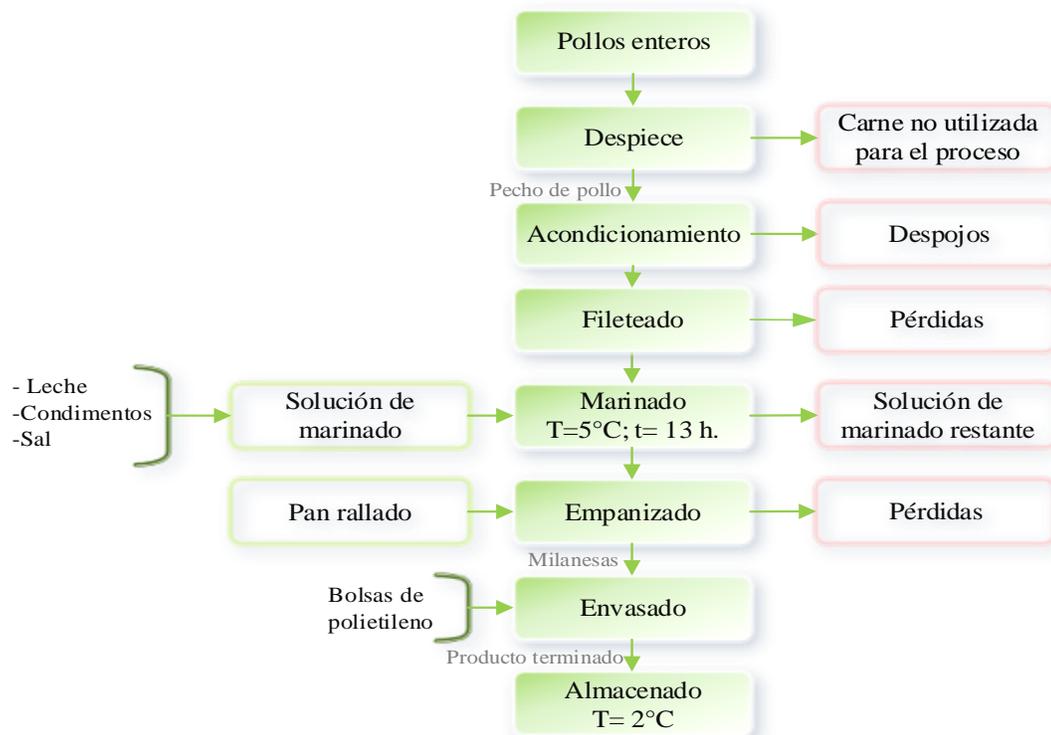
*Insumos alimentarios*

Insumos	Característica	Industria
Sal yodada	Grano fino	Gerli
Pan rallado	Granulado	Riera
Leche	Líquida	Prolac
Comino	En polvo	Menú
Ajo	En polvo	S.Riice
Pimienta	En polvo	Menú
Huevo	Líquido	Rolon
Mostaza	En pasta	KRIS

Fuente: Elaboración propia

**3.9 Diagrama del proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo**

En la figura 3.8, se muestra el proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo (Anexo H.4) del (Anexo H).



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8: Diagrama del proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo

### 3.9.1 Descripción del proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo

A continuación, se describen las operaciones necesarias en el proceso de obtención de milanesa de carne de pollo.

#### 3.9.1.1 Carne de pollo

La carne de pollo fue adquirida de la granja “Hermanos G y M”, pollos parrilleros de raza Ross 308, posteriormente se procedió a realizar el análisis de acidez, pH y humedad.

#### 3.9.1.2 Despiece

Se lleva a cabo el proceso de transformación de la carne de pollo en canal, dividiéndola en sus distintas variantes de corte, manteniendo íntegra la porción correspondiente a la pechuga. Esta última, debido a su relevancia, es sometida a una operación subsiguiente de acondicionamiento.



#### 3.9.1.3 Acondicionamiento

El procedimiento implica la extracción manual de la carne de la pechuga de pollo, desvinculándola de los huesos, cartílagos y aponeurosis, mediante el empleo de un cuchillo.



#### 3.9.1.4 Fileteado

En este proceso, se realiza el corte de la carne, la cual ha sido previamente acondicionada. Se lleva a cabo mediante la utilización un equipo fileteador, con el objetivo de obtener filetes ligeramente delgados, dentro de un rango de espesor que oscila entre 0,4 y 0,7 cm.



### 3.9.1.5 Marinado

En un recipiente de plástico de tamaño mediano se prepara la solución de marinado, la cual se compone de una mezcla de 89,52% de leche, 4,11 % de condimentos y 6,37 % de sal. Luego se procede a colocar los filetes de carne de pollo en un recipiente con tapa (Taper) y se vierte la solución de marinado en una relación de 25,23% de solución de marinado para 74,77% de carne, asegurándose de que los filetes queden completamente sumergidos en dicha solución. Posteriormente, se sella el recipiente de manera segura y se deja marinar durante un periodo de 13 horas, manteniendo una temperatura de refrigeración constante.



### 3.9.1.6 Empanizado

Una vez transcurrido el tiempo de marinado, se coloca una capa uniforme de pan rallado en una superficie plana. Sobre esta capa de pan rallado, se coloca el filete de carne marinada, asegurándose de cubrirlo con una cantidad adicional de pan rallado que guarda una relación ponderada de 14,20% en peso de pan rallado respecto a 85,80% de carne marinada. A continuación, se realiza una suave presión en toda la superficie del filete empanizado mediante el uso de un espalmador, con el propósito de garantizar una cobertura empanizada firme y uniforme, en la milanesa de carne de pollo.



### 3.9.1.7 Envasado

La etapa de envasado de la milanesa de carne de pollo, son llevadas de forma inmediata al envase, con el objetivo de prevenir la absorción de humedad por parte de la milanesa. Este procedimiento se realiza empleando bolsas de polietileno, un material plástico especialmente diseñado para tal fin, y se utiliza una envasadora al vacío para asegurar la conservación óptima del producto.



### 3.9.1.8 Almacenamiento

El proceso de almacenamiento de la milanesa implica la aplicación de una cadena de frío a una temperatura constante entre (0 – 4) °C, que corresponde a la temperatura de refrigeración óptima requerida para preservar la calidad y seguridad del producto.

## 3.10 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos. Mediante esta evaluación pueden clasificarse las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, criterios estos que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismos. (Espinosa, 2007)

Según Hernandez (2005), "el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín sensus, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras".

En la figura 3.9, se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas en el presente trabajo de investigación para la elaboración de milanesa de carne de pollo.

Evaluación sensorial	Código	Atributo	Test	Escala Hedónica	Número de jueces
Prueba preliminar ensayo 1	P01, P02, P03, P04, P05	Apariencia, olor, sabor y textura	Test 1	7 puntos	21 jueces
Prueba preliminar ensayo 2	P06, P07, P08	Apariencia, olor, sabor y textura	Test 2	7 puntos	20 jueces
Prueba preliminar ensayo 3	P09, P10	Apariencia, olor, sabor y textura	Test 3	7 puntos	20 jueces
Prueba experimental 1	B01, B02, B03, B04	Apariencia, olor, sabor, textura y espesor	Test 4	7 puntos	15 jueces
Prueba experimental 2	B05, B06, B07, B08	Apariencia, olor, sabor, textura y espesor	Test 5	7 puntos	20 jueces
Prueba final	B09, B10, B11	Apariencia, olor, sabor, textura y espesor	Test 6	7 puntos	20 jueces

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 3.9:** Evaluaciones sensoriales realizadas en la elaboración de milanesa de carne de pollo

### 3.11 Diseño experimental

La aplicación del diseño experimental son técnicas de estadística que permiten identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. (Gabriel et al., 2017)

Diseñar estadísticamente un experimento es realizar una prueba o una serie de pruebas, buscando caracterizar las variables explicativas o factores de mayor influencia en un ensayo de interés, evaluado a través de una o varias variables respuesta, tal que, si deliberada o sistemáticamente se introducen cambios controlados en algunas de las variables explicativas del proceso, siempre sea posible observar o cuantificar los cambios que estos generan en las variables respuesta. (Melo et al., 2020)

### 3.12 Diseño factorial

El diseño factorial nos permiten estudiar varios factores simultáneamente con muy poco trabajo adicional; aumentan la precisión, la cobertura y la utilidad de los resultados al proporcionar información sobre las interacciones entre los factores en prueba. Un factor es un tipo de tratamiento y en un experimento factorial cualquier factor tendrá varios tratamientos asociados, llamados niveles. (Gabriel et al., 2017)

El diseño factorial hace referencia a la constitución de los tratamientos o combinaciones de niveles de tratamientos que se desea comparar. El diseño factorial se refiere a la selección de factores que se desea estudiar, los niveles de los factores a ensayar y la combinación de estos. (Melo et al., 2020)

En el diseño factorial  $2^k$  a ser utilizado en la parte experimental del presente trabajo de investigación se muestra en la ecuación 3.1

$$2^k \qquad \text{Ecuación 3.1}$$

En donde:

2 = número de niveles

K = número de variables

#### 3.12.1 Diseño factorial $2^3$ en el proceso de marinado

En el diseño experimenta en la etapa de marinado para la elaboración de milanesa de carne de pollo, se aplicó de acuerdo a Gutiérrez & de la Vara (2008), detallada en la ecuación 3.2

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ tratamientos} \qquad \text{Ecuación 3.2}$$

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

A = Temperatura (°C) (A) = 2 niveles

B = Espesor del filete (cm) (B) = 2 niveles

C = Leche (%) (C) = 2 niveles

En la tabla 3.5, se muestra la matriz del diseño factorial aplicado en la etapa de marinado para la elaboración de milanesa de carne de pollo, conformada por 3 variables: temperatura de marinado (A), espesor del filete (B) y porcentaje de leche líquida en solución de marinado (C).

**Tabla 3.5**

*Matriz del diseño factorial aplicado en la etapa de marinado para la elaboración de milanesa de carne de pollo*

Combinaciones de tratamientos	Variables			Interacciones				Variable respuesta		
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Y <sub>i1</sub>	Y <sub>i2</sub>	Y <sub>i3</sub>
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
a	+	-	-	-	-	+	+	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>
b	-	+	-	-	+	-	+	Y <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
ab	+	+	-	+	-	-	-	Y <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>
c	-	-	+	+	-	-	+	Y <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>
ac	+	-	+	-	+	-	-	Y <sub>6</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>6</sub>
bc	-	+	+	-	-	+	-	Y <sub>7</sub>	Y <sub>7</sub>	Y <sub>7</sub>
abc	+	+	+	+	+	+	+	Y <sub>8</sub>	Y <sub>8</sub>	Y <sub>8</sub>

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

Y<sub>i1</sub> = Humedad de la milanesa de carne de pollo (%)

Y<sub>i2</sub> = pH de la milanesa de carne de pollo

Y<sub>i3</sub> = Acidez (ácido láctico) de la milanesa de carne de pollo (%)

En la tabla 3.6, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel alto y nivel bajo) a ser aplicado en la etapa de marinado; conformado por 3 variables: temperatura (A), espesor del filete (B) y leche (C).

**Tabla 3.6**

*Nivel de variación de los factores en la etapa de marinado*

Variables	Unidad	Nivel alto	Nivel bajo
Temperatura (A)	°C	7,0	2,0
Espesor del filete (B)	cm	0,6	0,4
Leche (C)	%	90,5	88,5

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.13 Operacionalización de variables para la elaboración de milanesa de carne de pollo

En la tabla 3.7, se muestra la operacionalización de las variables dependiente e independiente del presente trabajo de investigación para el proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo.

**Tabla 3.7**

*Operacionalización de las variables de la elaboración de milanesa de carne de pollo*

Hipótesis	Variable		Definición	Dimensiones	Indicadores
Mediante la aplicación de la tecnología de carnes a nivel experimental, se obtendrá milanesa de carne de pollo con la finalidad de obtener un producto de calidad en la provincia Cercado del departamento de Tarija.	Variable independiente	Tecnología de carnes	La tecnología de carnes es una serie de técnicas y procedimientos que permiten aprovechar al máximo la carne y subproductos de la matanza. Las tecnologías de la elaboración de la carne comprenden distintas fases tales como: despiece, triturado, picado y mezclado. (FAO, 2007).	Dosificación	%
				Fileteado	cm
				Marinado	Horas
					°C
				Empanizado	-
	Variable dependiente	Milanesa de carne de pollo	Producto consistente en una rebanada o un filete de carne que ha sido empanizado. (SENASA, 2015)	pH	-
				Acidez	%
				Ceniza Fibra Hidratos de carbono Humedad Proteína	%
				Rancidez	Pos/neg
				Valor energético	Kca/100g
				Escherichia coli Staphylococo aureus	UFC/g
				Salmonella	P/A/25g
				Fósforo Potasio	Mg/100g

**Fuente:** Elaboración propia

**CAPÍTULO IV**  
**CÁLCULOS Y RESULTADOS**

#### 4.1 Caracterización de la carne de pollo

En el proceso de caracterización de la carne de pollo, se han considerado los parámetros físicos, fisicoquímicos, microbiológicos y de micronutrientes relevantes, los cuales se detallan a continuación.

##### 4.1.1 Propiedades físicas de la carne de pollo

En la tabla 4.1, se presentan los resultados de diez muestras de pollo entero seleccionadas al azar de la granja “Hermanos G y M”, para realizar el análisis físico de carne utilizada y no utilizada en el proceso.

**Tabla 4.1**

*Resultados del análisis físico de la carne de pollo*

Muestras	Pollo entero (g)	Pecho (g)
1	1.870,0	579,60
2	1.705,0	551,18
3	1.680,0	524,59
4	2.340,0	785,15
5	1.715,0	492,83
6	2.010,0	681,87
7	2.215,0	822,79
8	1.855,0	567,29
9	1.850,0	566,12
10	1.975,0	596,14

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.1, muestra los resultados del peso de pollo entero y del pecho, donde a partir de estos, se calcula (tabla C.1.1) del (Anexo C.1) el porcentaje de pecho con respecto al pollo entero, detallados en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2**

*Resultados de la proporción de pecho en relación al pollo entero*

Parámetros	Unidad	Pollo entero	Pecho
Peso promedio	g	1.921,5	616,76
Porcentaje	%	100,0	32,10

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.2, muestra los resultados de la proporción de pecho en relación al pollo entero, el cual indica que el peso total del pollo entero es de 1.921,50 g. Dentro de este peso, se observa que el pecho del pollo tiene un valor de 616,76 g, lo que equivale al 32,10% del peso total del pollo, siendo esta la carne utilizada en el proceso.

En la tabla 4.3, se presentan los resultados de diez muestras de pecho de pollo seleccionadas al azar de la granja “Hermanos G y M”, para realizar el análisis físico, de porción comestible y no comestible.

**Tabla 4.3**

*Análisis físico de porción comestible y no comestible del pecho de pollo*

Muestras	Pecho (g)	PC	PNC		
		Carne blanda (g)	Piel (g)	Hueso (g)	Exudado (g)
1	579,60	492,47	35,07	49,01	3,05
2	551,18	445,34	42,87	60,22	2,75
3	524,59	423,20	39,13	56,54	5,72
4	785,15	645,80	55,16	80,08	4,11
5	492,83	397,91	44,89	46,33	3,70
6	681,87	564,25	51,12	63,43	3,07
7	822,79	694,57	55,87	68,76	3,59
8	567,29	464,28	37,50	61,38	4,13
9	566,12	472,30	37,35	52,50	3,97
10	596,14	485,84	45,46	56,99	7,85

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.3, se detalla el análisis físico de porción comestible y no comestible del pecho de pollo, donde la porción comestible (PC) está constituida por la carne blanda y la porción no comestible (PNC) por piel, hueso y exudado (humedad perdida durante el análisis experimental). A partir de estos resultados se calcula (tabla C.1.2) del (Anexo C.1) el porcentaje de carne blanda, piel, hueso y exudado, con relación al pecho de pollo, detallado en la tabla 4.4.

**Tabla 4.4**

*Resultados del análisis físico de pecho de pollo*

Parámetros	Unidad	Pecho	Carne blanda	piel	Hueso	Exudado
Peso promedio	g	616,76	508,6	44,44	59,52	4,19
Porcentaje	%	100,00	82,46	7,21	9,65	0,68

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.4, muestra los resultados del análisis físico de pecho de pollo. Estos se distribuyen de la siguiente manera: un 82,46% corresponde a carne blanda, 7,21% a piel, 9,65% a hueso y 0,68% a exudado, el cual es la humedad de la carne de pollo que se pierde durante la determinación experimental en condiciones de ambiente.

En la tabla 4.5, muestra los resultados de porción comestible (PC) y porción no comestible (PNC), en base a los resultados del análisis físico de pecho de pollo de la tabla 4.4.

**Tabla 4.5**

***Resultados de porción comestible y no comestible del pecho de pollo***

Parámetros	Unidad	PC	PNC		
		Carne	Piel	Hueso	Exudado
Porcentaje individual	%	82,46	7,21	9,65	0,68
Total	%	82,46	17,54		

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.5, presenta los resultados de porción comestible y no comestible, donde indica que el 82,46% corresponde a la porción comestible (PC) y el 17,54% corresponde a la porción no comestible (PNC) del pecho de pollo.

En la tabla 4.6, se presentan los resultados del análisis físico del filete de carne de pollo, en veinticinco muestras, donde se procedió a medir sus dimensiones y peso de cada uno. Estas muestras fueron tomadas en la etapa de fileteado de la porción comestible mencionada en la tabla 4.5.

Tabla 4.6

*Resultados del análisis físico del filete de carne de pollo*

Muestras	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
1	62,84	15,0	7,6	0,60
2	63,59	13,0	7,1	0,45
3	77,11	15,5	8,0	0,65
4	65,01	15,0	6,5	0,40
5	67,23	14,5	8,2	0,60
6	53,23	12,0	6,5	0,60
7	78,69	14,0	9,0	0,60
8	64,93	12,2	7,1	0,40
9	70,66	16,0	8,7	0,45
10	64,67	14,5	8,5	0,50
11	73,38	17,5	8,0	0,40
12	68,49	16,5	8,5	0,40
13	69,92	17,5	7,8	0,45
14	65,81	14,0	7,2	0,55
15	81,12	15,2	7,7	0,60
16	72,64	14,0	7,4	0,40
17	88,78	15,7	9,0	0,55
18	95,84	18,5	9,5	0,70
19	73,49	14,0	7,5	0,50
20	62,54	12,2	7,5	0,70
21	73,6	17,5	8,5	0,45
22	74,29	18,5	9,2	0,60
23	56,7	17,0	8,0	0,40
24	96,38	16,7	7,5	0,70
25	80,35	13,2	7,6	0,70

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.6 presenta los resultados del análisis físico del filete de carne de pollo, abarcando un intervalo de peso de 53,23 g a 96,38 g. En términos de dimensiones, se observa un rango de longitud entre 12,0 cm y 18,5 cm, un ancho que varía de 6,5 cm a 9,5 cm, y un espesor que oscila entre 0,4 cm y 0,7 cm.

### 4.1.3 Análisis fisicoquímico de la carne de pollo

En la tabla 4.7, se presentan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la carne blanda del pecho de pollo (porción comestible), donde se detallan los parámetros evaluados y los valores correspondientes a cada uno de ellos, datos extraídos del Anexo A.

**Tabla 4.7**

#### *Análisis fisicoquímico de la carne blanda del pecho de pollo*

Parámetros	Unidad	Resultados
Acidez	%	0,98
Ceniza	%	1,25
Fibra	%	n.d.
Grasa	%	1,00
Hidratos de carbono	%	0,25
Humedad	%	74,72
pH	-	5,96
Proteína total (Nx6,25)	%	22,78
Rancidez	pos/neg	Negativo
Valor energético	Kcal/100 g	101,12

**Fuente:** CEANID, 2022

En la tabla 4.7, se muestra los resultados del análisis fisicoquímico realizado en la carne blanda del pecho de pollo (porción comestible), los cuales expresan los siguientes valores: acidez 0,98%, ceniza 1,25%, fibra no detectada, grasa 1,00%, hidratos de carbono 0,25%, humedad 74,72%, pH (20 °C) 5,96, proteína total (Nx6,25) 22,78%, rancidez negativa y valor energético de 101,12 Kcal/100g.

### 4.1.4 Análisis microbiológico de la carne de pollo

En la tabla 4.8, se presentan los resultados del análisis microbiológico realizado en la carne blanda del pecho de pollo (porción comestible), datos extraídos del Anexo A.

**Tabla 4.8**

#### *Análisis microbiológico de la carne blanda del pecho de pollo*

Microorganismos	Unidad	Resultados
Escherichia coli	UFC/g	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (*)
Salmonella	P/A/25g	Ausencia
Staphylococo aureus	UFC/g	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (*)

**Fuente:** CEANID, 2022

En la tabla 4.8, se muestra los resultados del análisis microbiológico realizado en la carne blanda del pecho de pollo (porción comestible). Los resultados indican que se detectó la presencia de *Escherichia coli* en una cantidad inferior a  $1,0 \times 10^1$  UFC/g (\*) no se observa desarrollo de colonias. Además, se verificó la ausencia de *Salmonella* y la detección de *Staphylococcus aureus* en una cantidad menor a  $1,0 \times 10^1$  UFC/g (\*) no se observa desarrollo de colonias.

#### 4.1.5 Análisis de micronutrientes de la carne de pollo

En la tabla 4.9, se presentan los resultados del análisis de micronutrientes realizado en la carne blanda del pecho de pollo (porción comestible), datos extraídos del Anexo A.

**Tabla 4.9**

##### *Análisis de micronutrientes de la carne de pollo*

Parámetros	Unidad	Resultados
Fosforo	mg/100g	51,1
Potasio	mg/100g	422,0

**Fuente:** CEANID, 2022

En la tabla 4.9, se muestra los resultados del análisis de micronutrientes de la carne blanda de pecho de pollo (porción comestible), donde se observó una concentración de 51,10 mg/100g de fósforo y 422,0 mg/100g de potasio, en una relación de micronutriente/ carne de pollo.

#### 4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo

Con el objetivo de caracterizar las variables del proceso en la elaboración de milanesa de carne de pollo, se realizaron pruebas iniciales y preliminares para obtener la metodología adecuada. Estas pruebas se llevaron a cabo con el fin de establecer los parámetros necesarios para la elaboración óptima de la milanesa de carne de pollo.

#### 4.2.1 Pruebas iniciales para la elaboración de milanesa de carne de pollo

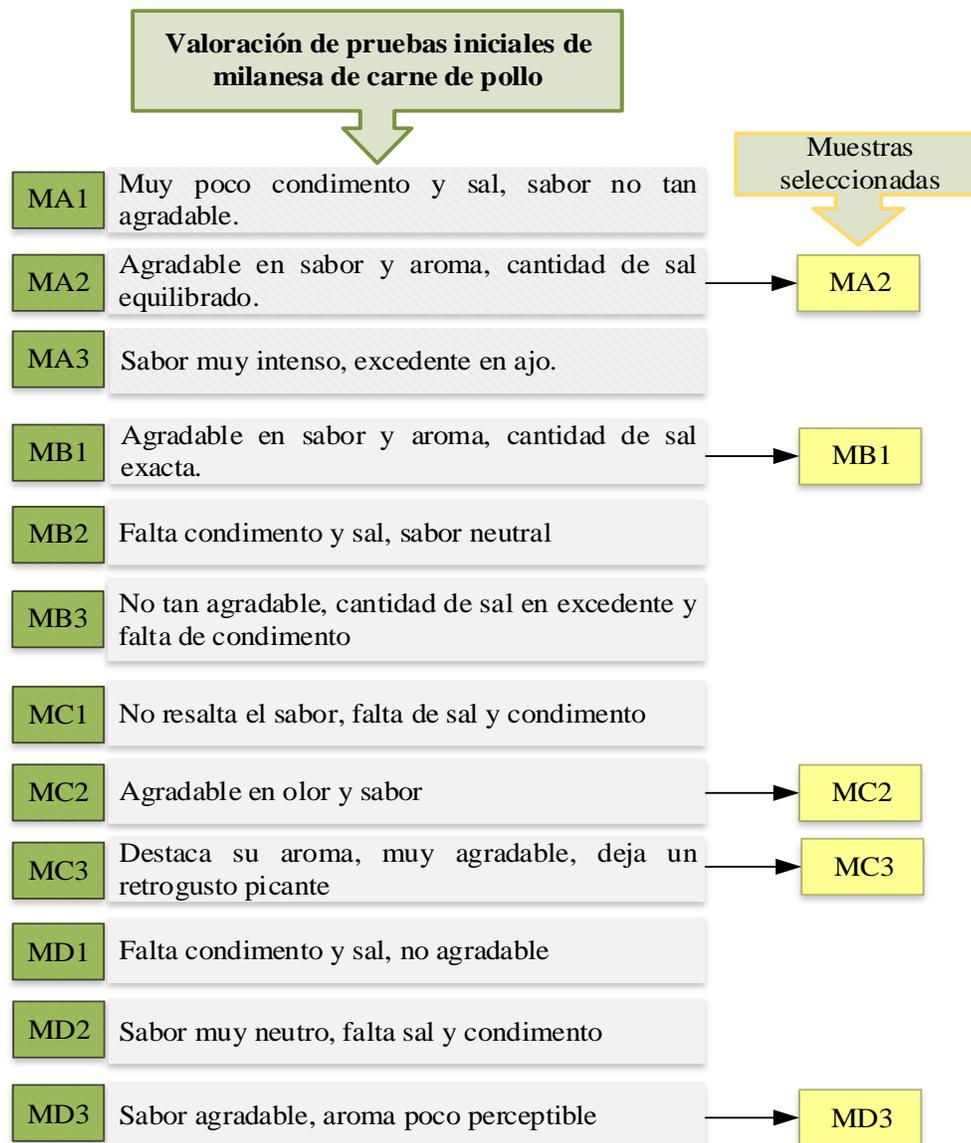
En base a la dosificación de Cruz 2022, se procedió a la elaboración de milanesa de carne de pollo, con el propósito de llevar a cabo pruebas iniciales. Se trabajó con cuatro variantes de milanesa: Tipo A, Tipo B, Tipo C y Tipo D. Se prepararon tres réplicas de cada variante, lo que resultó en un total de 12 muestras. Durante el proceso de elaboración, se variaron los porcentajes de sal, condimento, solución de marinado y temperatura de marinado, los cuales se encuentran detallados en la figura 4.1.

Variación de pruebas iniciales		Tipo	Materia prima/ insumos	
				Rango(%)
		Tipo A	Carne de pollo	76,40 - 76,66
			Huevo liquido	10,19 - 10,22
			Pan rallado	8,49 - 8,52
			Sal	0,68 - 1,02
			Condimento	0,51 - 0,68
			Harina	3,40 - 3,41
		Tipo B	<b>Materia prima/ insumos</b>	
			Carne de pollo	91,32 - 91,43
			Pan rallado	6,58 - 6,60
			Sal	1,40 - 1,46
		Tipo C	<b>Materia prima/ insumos</b>	
			Carne de pollo	67,88 - 67,95
			Leche liquida	20,39 - 20,49
			Pan rallado	9,53 - 9,62
			Sal	1,09 - 1,15
		Tipo D	<b>Materia prima/ insumos</b>	
			Carne de pollo	67,83 - 68,14
			Pan rallado	19,60 - 19,68
			Huevo liquido	9,04 - 9,09
			Sal	1,21 - 1,51
			Condimento	0,51 - 0,81
			Mostaza	1,21 - 1,51

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.1:** Variación de pruebas iniciales de milanesa de carne de pollo

En la figura 4.2 se presenta la valoración de las pruebas iniciales de milanesa de carne de pollo en función de la variación en la dosificación, como se detalla en la figura 4.1. Estas pruebas iniciales fueron realizadas con el propósito de obtener muestras preliminares de milanesa de carne de pollo.



**Fuente:** Elaboración propia

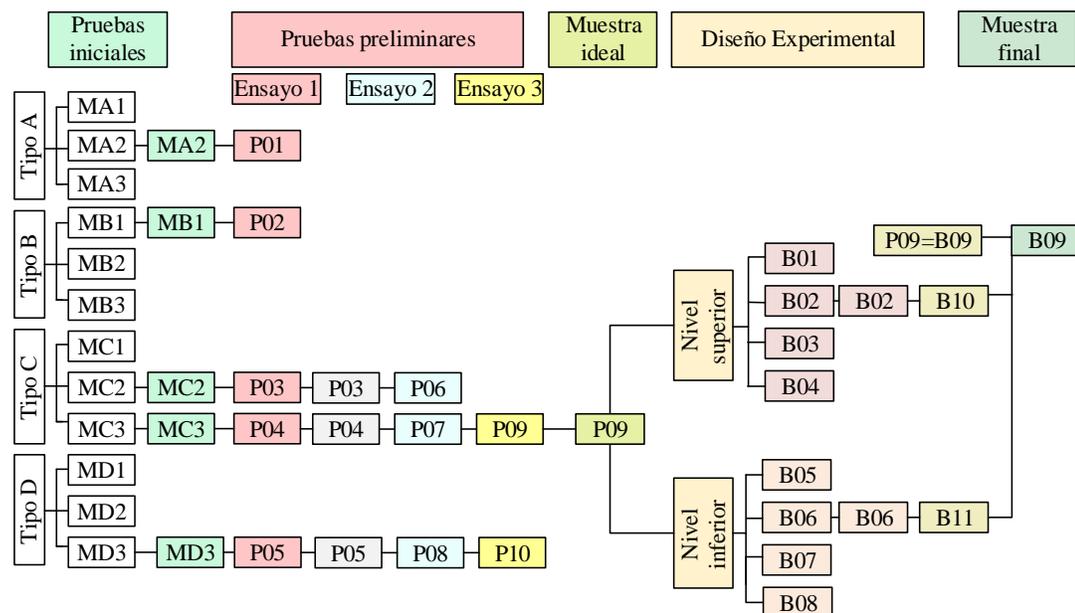
**Figura 4.2:** Valoración de pruebas iniciales de milanesa de carne de pollo

La figura 4.2 detalla la valoración realizada por el personal de Laboratorio Taller de Alimentos, Se pudo observar que las muestras MA2, MB1, MC2, MC3 y MD3 se destacaron por su sabor, aroma y contenido de sal equilibrado, en comparación con las muestras MA1, MA3, MB2, MB3, MC1, MD1 y MD2. Estas últimas presentaron un sabor no tan agradable, con carencias o excesos en el contenido de sal y condimentos.

#### 4.2.2 Pruebas preliminares para la elaboración de milanesa de carne de pollo

Para llevar a cabo la fase experimental de la elaboración de milanesa de carne de pollo, se procedió a realizar una serie de ensayos con el objetivo de desarrollar una metodología experimental. A partir de los resultados de la valoración de pruebas iniciales figura 4.2, se ajustó la dosificación de ingredientes de las muestras seleccionadas MA2, MB1, MC2, MC3 y MD3 para su posterior recodificación como: P01, P02, P03, P04 y P05, respectivamente. En las muestras P03, P04 y P05, se realizaron ajustes en la dosificación de sal y condimentos, siendo recodificadas como P06, P07 y P08, respectivamente. A continuación, se seleccionaron las muestras P07 y P08, que posteriormente se recodificaron como P09 y P10, se realizaron cambios en la temperatura de marinado y en la dosificación de los condimentos utilizados.

La muestra P09 fue identificada como la muestra ideal, siendo aquella que mejor se adecuó a los criterios de calidad y aceptabilidad establecidos. Para una mejor visualización de las diferentes muestras preliminares obtenidas durante la fase experimental, se presenta la figura 4.3.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.3:** Pruebas preliminares para la obtención de muestra final de milanesa de carne de pollo

### 4.2.3 Variación porcentual de sal y condimento en las pruebas preliminares para el ensayo 1

A partir de los resultados obtenidos en las pruebas iniciales MA2, MB1, MC2, MC3 y MD3, seleccionadas según se indica en la figura 4.2, se procedió a elaborar cinco muestras preliminares de milanesa de carne de pollo, recodificadas como P01, P02, P03, P04 y P05. Estas muestras presentan una variación porcentual en la dosificación de sal y condimento, como se muestra en la figura 4.4.

Variación porcentual de sal y condimento				
P01 %	P02 %	P03 %	P04 %	P05 %
Carne de pollo 76,09	Carne de pollo 91,43	Carne de pollo 67,80	Carne de pollo 67,98	Carne de pollo 76,67
Huevo liquido 10,15	Pan rallado 6,61	Leche liquida 20,34	Leche liquida 20,39	Huevo liquido 10,27
Pan rallado 8,45	Sal 1,44	Pan rallado 9,49	Pan rallado 9,52	Pan rallado 9,59
Sal 1,35	Condimento 0,51	Sal 1,15	Sal 1,09	Sal 1,36
Condimento 0,58		Condimento 0,88	Condimento 1,02	Condimento 0,75
Harina 3,38				Mostaza 1,36

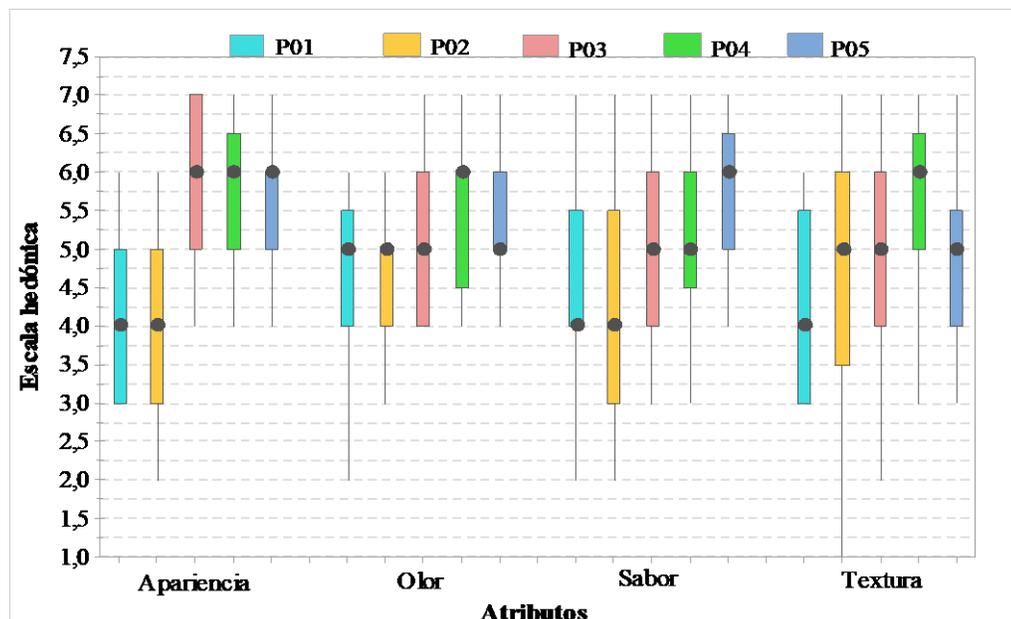
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.4:** Variación porcentual de sal y condimento para el ensayo 1

En base a las muestras preliminares presentadas en la figura 4.4, identificadas como P01, P02, P03, P04 y P05, se llevó a cabo una evaluación de los atributos sensoriales: apariencia, olor, sabor y textura. Esta evaluación se realizó mediante el uso de una escala hedónica de siete puntos.

#### 4.2.3.1 Estadístico de caja y bigote de las pruebas preliminares para el ensayo 1

En la figura 4.5 se presenta el análisis estadístico de caja y bigote correspondiente a los datos extraídos de los atributos evaluados: apariencia (tabla C.3.1), olor (tabla C.4.1), sabor (tabla C.5.1) y textura (tabla C.6.1) del Anexo C.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.5:** Caja y bigote de las pruebas preliminares de milanesa de carne de pollo para el ensayo 1

Según la figura 4.5, se puede observar los resultados estadísticos de caja y bigote para el ensayo 1 de las pruebas preliminares, en función de las medianas para los atributos: Apariencia 4,0 (P01 y P02), 6,0 (P03, P04 y P05); Olor 5,0 (P01, P02, P03 y P05); 6,0 (P04); Sabor 4,0 (P01 y P02), 5,0 (P03 y P04), 6,0 (P05) y Textura 4,0 (P01), 5,0 (P02, P03 y P05), 6,0 (P04). Se determina que la preferencia de los jueces es por las muestras P03, P04 y P05.

#### 4.2.4 Variación porcentual de sal, condimento y pan rallado en las pruebas preliminares para el ensayo 2

En función del resultado de la figura 4.5, las muestras P03, P04 y P05 recodificadas como P06, P07 y P08, se modificó la dosificación de sal, condimento y pan rallado, para mejorar la textura y sabor de la milanesa de carne de pollo, en la figura 4.6, detalla dicha dosificación para cada muestra.

Variación porcentual de sal, condimento y pan rallado		
P06 (%)	P07 (%)	P08 (%)
Carne de pollo 62,50	Carne de pollo 61,84	Carne de pollo 70,77
Leche líquida 18,82	Leche líquida 18,69	Huevo líquido 10,53
Pan rallado 16,62	Pan rallado 17,22	Pan rallado 15,45
Sal 1,25	Sal 1,32	Sal 1,39
Condimento 0,81	Condimento 0,93	Condimento 0,55
		Mostaza 1,31

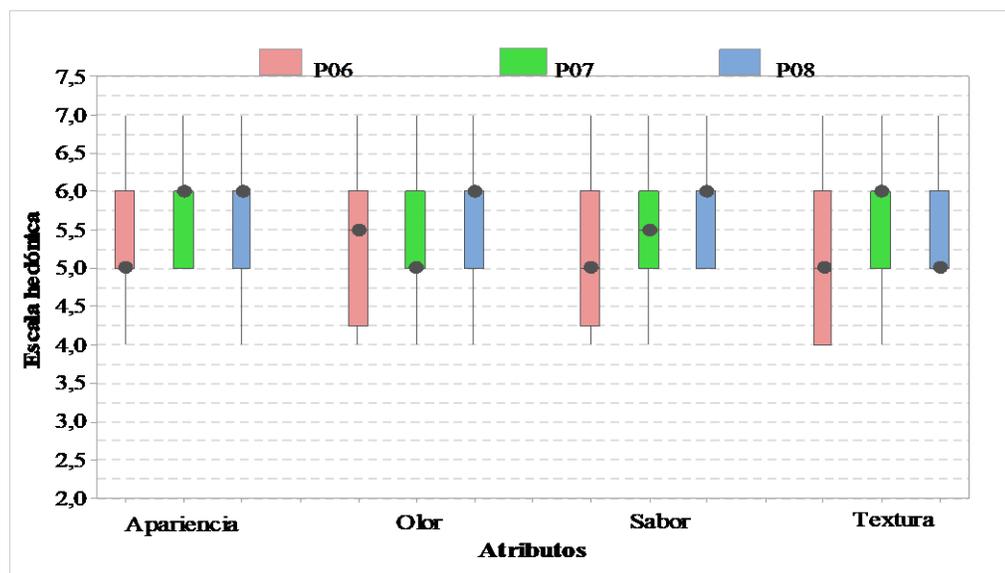
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.6:** Variación porcentual de sal y condimento en la milanesa de carne de pollo para el ensayo 2.

En base a la dosificación de las muestras presentadas en la figura 4.6, se llevó a cabo una evaluación sensorial aplicando una escala hedónica de siete puntos con la participación de 20 jueces no entrenados, donde se valoraron los atributos: apariencia, olor, sabor y textura.

#### 4.2.4.1 Estadístico de caja y bigote de las pruebas preliminares para el ensayo 2

En la figura 4.7, muestra el estadístico de caja y bigote, datos extraídos del Anexo C, para los atributos: Apariencia (tabla C.7.1), olor (tabla C.8.1), sabor (tabla C.9.1) y textura (tabla C.10.1).



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.7:** Caja y bigote de las pruebas preliminares de milanesa de carne de pollo para el ensayo 2

Según la figura 4.7, se puede observar los resultados en función de las medianas y cuartiles, para los atributos: apariencia 5,0 en la muestra (P06) y 6,0 en las muestras (P07 y P08); olor 5,5 en la muestra (P06), 5,0 en (P07) y 6,0 en (P08); sabor 5,0 en (P06), 5,5 en (P07) y 6,0 en (P8); textura 5,0 en las muestras (P06 y P08), 6,0 en la muestra (P07). Se consideran como las muestras más aceptadas a P07 y P08, debido a que presentan una menor dispersión de datos y la mediana se ubica cercana al cuartil superior.

#### 4.2.4.2 Control de humedad, pH y acidez en las pruebas preliminares del ensayo 2

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos de humedad, pH y acidez (ácido láctico) en las pruebas preliminares de variación porcentual de sal, condimento y pan rallado para ensayo 2, de las muestras codificadas como P06, P07 y P08, con el fin de complementar los parámetros de evaluación sensorial y conocer la variación entre las muestras.

##### 4.2.4.2.1 Control del porcentaje de humedad en las muestras preliminares del ensayo 2

En la tabla 4.10, se muestran los resultados obtenidos del porcentaje de humedad en las muestras preliminares de variación porcentual de sal, condimento y pan rallado para el ensayo 2, utilizando la técnica para realizar la medición de porcentaje de humedad en productos cárnicos, detallada en (Anexo D.1).

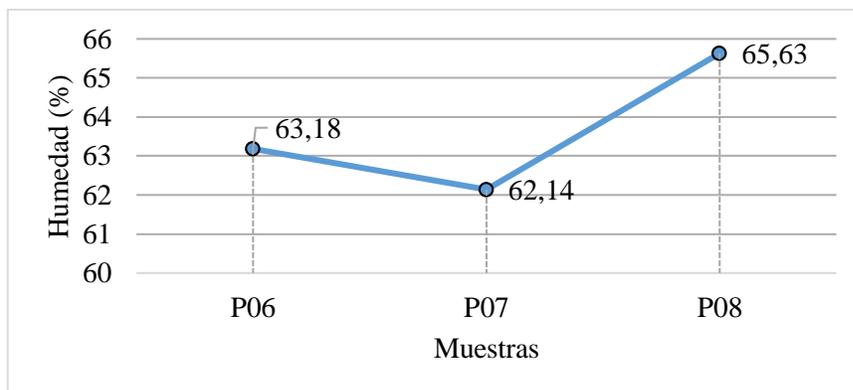
**Tabla 4.10**

***Contenido de humedad en las muestras preliminares del ensayo 2***

Muestras	P06 (%)	P07 (%)	P08 (%)
Humedad	63,18	62,14	65,63

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.10 se presentan los porcentajes de humedad obtenidos para las muestras identificadas como P06, P07 y P08, las cuales presentan los siguientes valores: P06 = 63,18%, P07 = 62,14% y P08 = 65,63%. La figura 4.8, detalla la variación de humedad entre dichas muestras.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.8:** Variación del contenido de humedad en las muestras preliminares del ensayo 2

De acuerdo con los resultados de la figura 4.8, se puede apreciar que la muestra P08 presenta un contenido de humedad superior, seguida por la muestra P06, y finalmente la muestra P07. Por consiguiente, se establece una relación directa entre el contenido de pan rallado y la disminución de humedad, es decir, a medida que el contenido de pan rallado aumenta, la humedad tiende a reducirse.

#### 4.2.4.2.2 Control de pH en las muestras preliminares del ensayo 2

En la tabla 4.11, se muestran los resultados obtenidos de las pruebas preliminares de variación porcentual de sal, condimento y pan rallado; en milanesa de carne de pollo, utilizando la técnica para realizar la medición del pH de productos cárnicos, detallada en el (Anexo D.2).

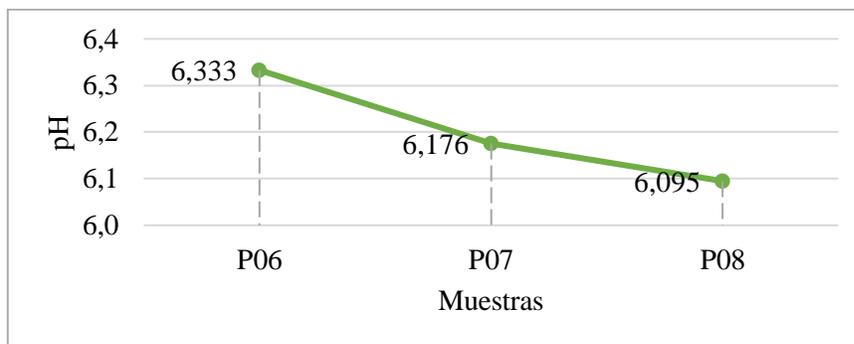
**Tabla 4.11**

#### *Contenido de pH en las muestras preliminares del ensayo 2*

Muestras	P06	P07	P08
pH	6,333	6,176	6,095

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.11, muestra los resultados obtenidos del pH de las muestras (P06, P07 y P08); Donde la muestra P06 registró un valor de pH de 6,333, mientras que la muestra P07 obtuvo un pH de 6,176 y por último, la muestra P08 presentó un pH de 6,095. La variación del pH entre estas muestras se ilustra detalladamente en la figura 4.9.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.9:** Variación de pH en las muestras preliminares del ensayo 2

De acuerdo con la figura 4.9, es posible apreciar las variaciones de pH entre las muestras analizadas. Se observa que la muestra P06 presenta el valor más elevado de pH, seguida por la muestra P07 y por último la muestra P08.

#### 4.2.4.2.3 Control de acidez (ácido láctico) en las muestras preliminares del ensayo 2

En la tabla 4.12, se muestran los resultados obtenidos de pruebas preliminares de variación porcentual de sal, condimento y pan rallado, en milanesa de carne de pollo, utilizando la técnica para realizar la medición de acidez de productos cárnicos, detallada en el (Anexo D.3).

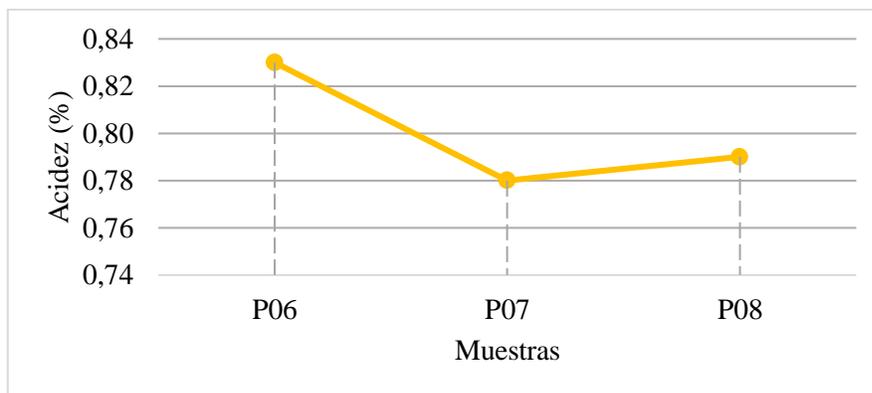
**Tabla 4.12**

#### *Contenido de acidez en las muestras preliminares del ensayo 2*

Muestras	P06 (%)	P07 (%)	P08 (%)
Acidez	0,83	0,78	0,79

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.12, muestra los resultados obtenidos de acidez de las muestras (P06, P07 y P08); Para la muestra P06, se registró un valor de acidez de 0,83%, mientras que para la muestra P07 se obtuvo una acidez de 0,78% y, por último, para la muestra P08, se obtuvo una acidez de 0,79%. La variación de acidez entre estas muestras se ilustra detalladamente en la figura 4.10.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.10:** Variación de acidez en las muestras preliminares del ensayo 2

De acuerdo con la figura 4.10, se puede observar las variaciones de acidez entre las muestras analizadas. Se observa que la muestra P06 presenta el valor más elevado de acidez, seguida por la muestra P08 y, por último, la muestra P07.

#### 4.2.5 Elección de la muestra ideal en las pruebas preliminares para el ensayo 3

En base a los resultados de la figura 4.7, las muestras P07 y P08 recodificadas como P09 y P10, se realizó una variación porcentual en condimento y temperatura de marinado de 2°C a 5°C, con el objetivo de mejorar el sabor y la textura de la milanesa de carne de pollo. En la figura 4.11, se detalla la dosificación de las muestras del ensayo 3.

Variación porcentual de condimento	
P09 (%)	P10 (%)
Carne de pollo 64,15	Carne de pollo 70,64
Leche líquida 19,38	Huevo líquido 10,52
Pan rallado 14,20	Pan rallado 15,43
Sal 1,33	Sal 1,39
Condimento 0,89	Condimento 0,52
	Mostaza 1,51

**Fuente:** Elaboración propia

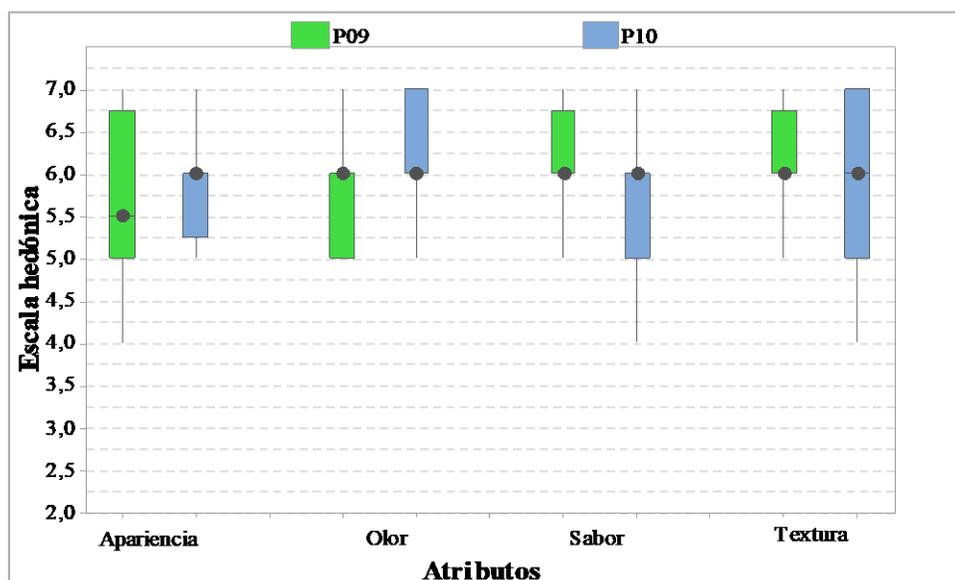
**Figura 4.11:** Variación porcentual de condimento en la milanesa de carne de pollo para el ensayo 3

De acuerdo a la dosificación de las muestras presentadas en la figura 4.11, se procede a realizar una evaluación sensorial por 20 jueces no entrenados mediante el empleo de

una escala hedónica de siete puntos. En dicha evaluación se valorarán los atributos: apariencia, olor, sabor y textura.

#### 4.2.5.1 Estadístico de caja y bigote de las pruebas preliminares para el ensayo 3

En la figura 4.12, muestra el estadístico de caja y bigote, datos extraídos del Anexo C, para los atributos: Apariencia (tabla C.11.1), olor (tabla C.12.1), sabor (tabla C.13.1) y textura (tabla C.14.1).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.12:** Caja y bigote de las pruebas preliminares de milanesa de carne de pollo para ensayo 3

Según la figura 4.12, se puede observar que los resultados de la mediana en función de los atributos de las muestras evaluadas no tienen diferencia significativa para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ . Pero sin embargo de acuerdo al tamaño y ubicación de la caja si hay diferencia, entre los atributos: apariencia, olor, sabor y textura, en base a este criterio se selecciona la muestra P09 como muestra ideal.

#### 4.2.5.2 Control de humedad, pH y acidez en las pruebas preliminares del ensayo 3

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos de pH, acidez (ácido láctico) y humedad en las pruebas preliminares para la elección de muestra ideal de milanesa de

carne de pollo, codificadas P09 y P10, con el fin de realizar un seguimiento en función al porcentaje de condimento y variación de la temperatura.

#### 4.2.5.2.1 Control de humedad en las muestras preliminares del ensayo 3

En la tabla 4.13, se muestran los resultados obtenidos de humedad en función del porcentaje de condimento y variación de temperatura, en el proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo, utilizando la técnica para realizar la medición de porcentaje de humedad en productos cárnicos, detallada en el (Anexo D.1).

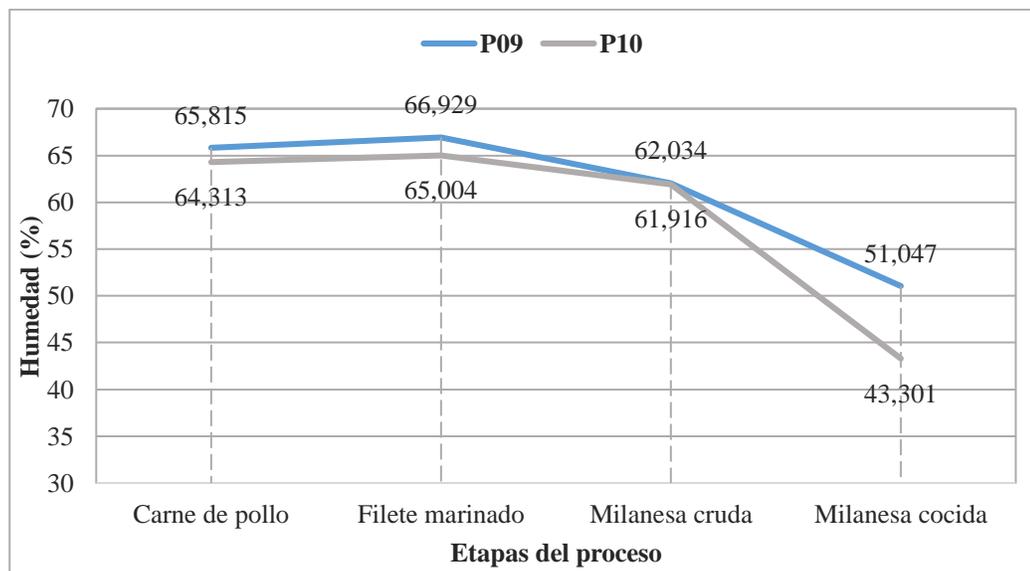
**Tabla 4.13**

*Contenido de humedad en el proceso de elaboración en las muestras preliminares del ensayo 3*

Muestras	P09 (%)	P10 (%)
Carne de pollo	65,815	64,313
Filete marinado	66,929	65,004
Milanesa cruda	62,034	61,916
Milanesa cocida	51,047	43,301

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.13, muestra los resultados obtenidos del porcentaje de humedad en las muestras (P09 y P10), durante el proceso de su elaboración; donde indica valores comprendidos entre 51,047% y 66,929% para la muestra P09, la cual fue sumergida en una solución de marinado con leche. Por otro lado, la muestra P10 presenta un porcentaje de humedad que oscila entre 43,301% y 65,004%, siendo la solución de marinado a base de huevo líquido. La figura 4.13 detalla la variación del porcentaje de humedad en el proceso de elaboración de las muestras P09 y P10



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.13:** Variación del contenido de humedad en el proceso de elaboración en las muestras preliminares del ensayo 3

Según la figura 4.13, se puede observar que la variación de porcentaje de humedad es descendente para ambas muestras, en la muestra P09 comienza con una humedad de 65,815%, en la etapa de filete marinado alcanza 66,929%, luego desciende progresivamente hasta finalizar el proceso con 51,047%, mientras que en la muestra P10 inicia el proceso con 64,313% y se mantiene estable hasta la etapa de milanesa cruda, inmediatamente desciende en la etapa de milanesa cocida hasta alcanzar 43,301% de humedad.

#### 4.2.5.2.2 Control de pH en las muestras preliminares del ensayo 3

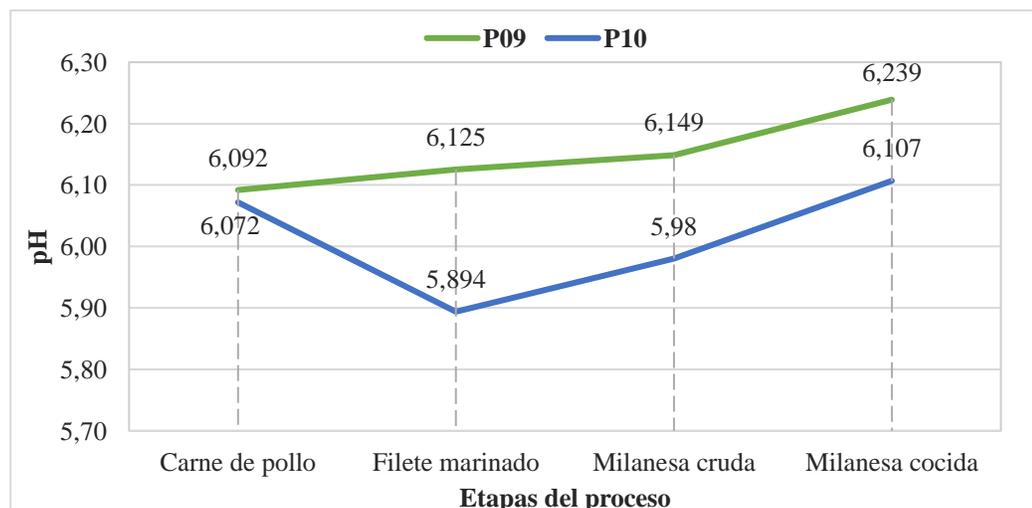
En la tabla 4.14, se muestran los resultados obtenidos de pH en función del porcentaje de condimento y variación de temperatura, en el proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo, en las muestras preliminares del ensayo 3, utilizando la técnica para realizar la medición del pH de productos cárnicos detallada en el (Anexo D.2).

**Tabla 4.14****Contenido de pH en el proceso de elaboración en las muestras preliminares del ensayo 3**

Muestras	P09	P10
Carne de pollo	6,092	6,072
Solución de marinado	6,202	5,318
Filete marinado	6,125	5,894
Milanesa cruda	6,149	5,980
Milanesa cocida	6,239	6,107

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.14, muestra los resultados obtenidos del pH durante el proceso de elaboración de las muestras (P09 y P10); donde indica valores comprendidos entre 6,092 y 6,239 para la muestra P09, la cual fue sumergida en una solución de marinado con un pH de 6,202. Por otro lado, la muestra P10 presenta un pH que oscila entre 5,894 y 6,107, siendo la solución de marinado utilizada en este caso de 5,318. La figura 4.14 detalla la variación del pH en el proceso de elaboración de las muestras P09 y P10

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.14:** Variación de pH en el proceso de elaboración en las muestras preliminares del ensayo 3

Según la figura 4.14, se puede observar que la variación de pH en la muestra P09 es de forma ascendente y menos pronunciada que la muestra P10, en esta última la variación de pH es de forma descendente entre la etapa de carne de pollo y filete marinado de 6,072 a 5,894; seguidamente asciende hasta alcanzar 6,107 de pH en la etapa de

milanesa cocida, por lo que se determina el pH del producto final, milanesa de carne de pollo es afectada por el pH de la solución de marinado.

#### 4.2.5.2.3 Control de acidez (ácido láctico) en las muestras preliminares del ensayo 3

En la tabla 4.15, se muestran los resultados obtenidos en las muestras preliminares del ensayo 3, para la elección de muestra ideal en función del porcentaje de condimento y variación de temperatura, en el proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo, utilizando la técnica para determinación de acidez en productos cárnicos, detallada en el (Anexo D.3).

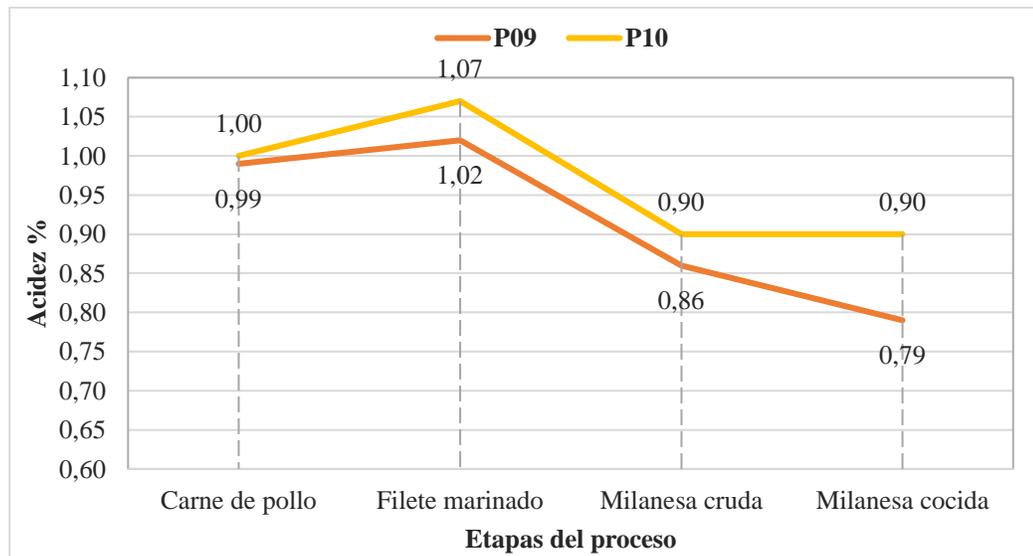
**Tabla 4.15**

*Contenido de acidez en el proceso de elaboración en las muestras preliminares del ensayo 3*

Muestras	P09 (%)	P10 (%)
Carne de pollo	0,99	1,00
Solución de marinado	2,05	3,85
Filete marinado	1,02	1,07
Milanesa cruda	0,86	0,90
Milanesa cocida	0,79	0,90

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.15, muestra los resultados de contenido de acidez en el proceso de elaboración en las muestras preliminares del ensayo 3, donde los valores están comprendidos entre 0,79- 1,02% para la muestra P09, la cual fue sumergida en una solución de marinado con una acidez de 2,05%. Por otro lado, la muestra P10 presenta un porcentaje de acidez que oscila entre 0,90 y 1,07%, siendo la solución de marinado utilizada en este caso de 3,85%. La figura 4.15 detalla la variación del porcentaje de acidez en el proceso de elaboración de las muestras P09 y P10



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.15:** Variación de porcentaje de acidez en el proceso de elaboración en las muestras preliminares del ensayo 3

Según la figura 4.15, se puede apreciar que la variación del porcentaje de acidez en la muestra P09 que presenta un ligero aumento de acidez entre la etapa de carne de pollo y filete marinado de 0,99% a 1,02%, seguido de un descenso progresivo que alcanza 0,79% en la etapa de milanesa cocida. Por otro lado, en la muestra P10, también se observa un aumento de acidez durante la etapa de filete marinado que alcanza 1,07%, seguido de una disminución hasta llegar 0,90% en la etapa de milanesa cruda, manteniéndose estable hasta la cocción de la milanesa.

### 4.3 Diseño factorial $2^3$ en el proceso de marinado para la elaboración de milanesa de carne de pollo

La aplicación del diseño experimental en la elaboración de milanesa de carne de pollo, se realiza en base a la muestra ideal (B09) (figura 4.12), considerando las variables: Temperatura (A), espesor del filete (B) y porcentaje de leche líquida en solución de marinado, leche (C), los cuales son factores influyentes en la etapa de marinado, así mismo se tomó como variables respuesta contenido de humedad, pH y acidez de las muestras en etapa de almacenamiento.

#### 4.3.1 Variable respuesta de contenido de humedad en la etapa de marinado de la milanesa de carne de pollo.

La variable respuesta evaluada es el contenido de humedad presente en la milanesa de carne de pollo, cuya determinación se llevó a cabo mediante el empleo del método de secado en estufa, conforme detalla en el Anexo D.1.

En base al diseño experimental durante la etapa de marinado, se procedió a efectuar el análisis estadístico correspondiente a la variable contenido de humedad, detallado en la tabla 4.16, este análisis se llevó a cabo mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI.I) para el sistema operativo Windows. Los resultados detallados se encuentran en el (Anexo E.1).

**Tabla 4.16**

*Análisis de Varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad*

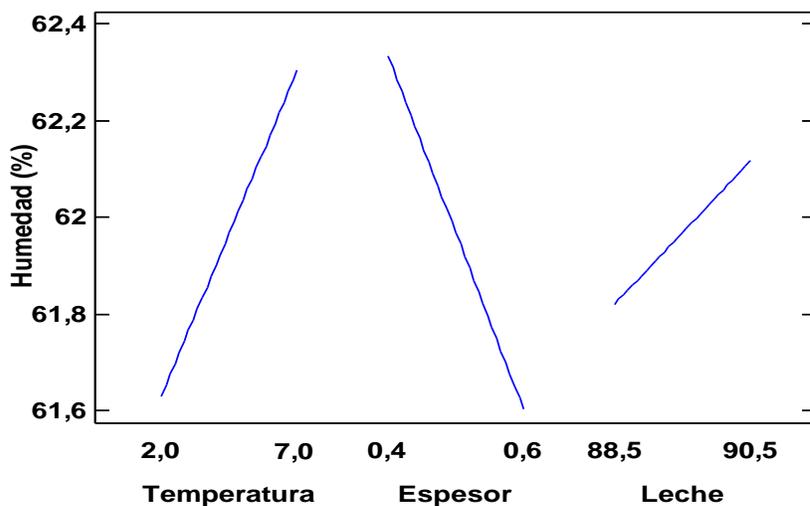
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>A: Temperatura</b>	1,82291	1	1,82291	0,57	0,4726
<b>B: Espesor</b>	2,14403	1	2,14403	0,67	0,4374
<b>C: Leche</b>	0,35041	1	0,35041	0,11	0,7495
<b>AB</b>	1,97459	1	1,97459	0,62	0,4554
<b>AC</b>	37,13680	1	37,13680	11,57	0,0093*
<b>BC</b>	4,65524	1	4,65524	1,45	0,2628
<b>ABC</b>	38,04730	1	38,04730	11,86	0,0088*
<b>Error total</b>	25,67040	8	3,20880	-	-
<b>Total (corr.)</b>	111,80200	15	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

(\*) significativo

Según la tabla 4.16, donde detalla el análisis de varianza, se puede observar que los factores A, B y C e interacciones AB y BC, no existe diferencia significativa ya que Valor-P > 0,05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis planteada. Sin embargo, para las interacciones AC y ABC, existe diferencia significativa, debido a que tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0% se rechaza la hipótesis planteada.

En la figura 4.16, se muestra los efectos principales para los factores A (temperatura), B (espesor del filete) y C (leche).

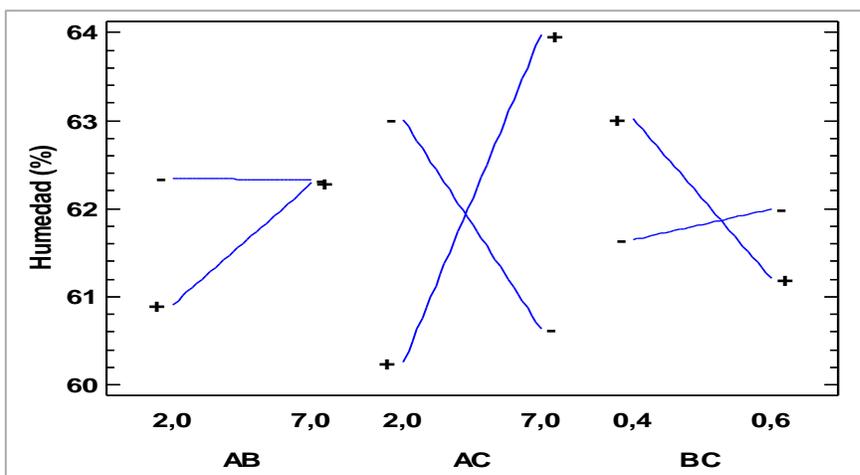


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.16:** Efectos principales para el contenido de humedad

Según la figura 4.16, se puede observar que los factores temperatura (2,0 - 7,0) °C y espesor (0,4 - 0,6) cm inciden significativamente en la humedad cuando se encuentran en su nivel alto y bajo, en cuanto al factor leche (88,5 - 90,5) % no inciden significativamente en la humedad cuando se encuentra en su nivel alto y bajo.

La figura 4.17, muestra la gráfica de interacciones AB (temperatura de marinado- espesor del filete), AC (temperatura de marinado - porcentaje de leche en la solución de marinado) y BC (espesor del filete - porcentaje de leche en la solución de marinado), para la variable respuesta contenido de humedad.

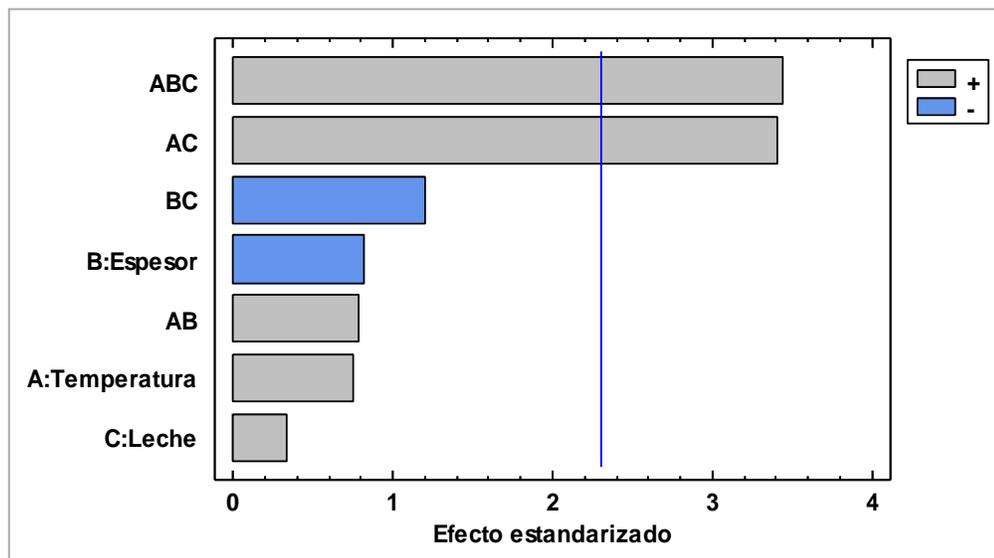


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.17:** Interacciones de factores para el contenido de humedad

En la figura 4.17, se puede observar que la interacción AB (temperatura de marinado- espesor del filete), estando en su nivel alto y bajo no son significativos, ya que los factores de las variables no interaccionan entre sí. Sin embargo, en la interacción AC (temperatura de marinado- porcentaje de leche en la solución de marinado) y BC (espesor del filete - porcentaje de leche en la solución de marinado), estando en el nivel alto y bajo es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí.

En la figura 4.18, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con el valor de 2,306, de tal manera si las barras exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.18:** Diagrama de Pareto estandarizada para el contenido de humedad

En la figura 4.18, se puede observar los valores absolutos de los efectos estandarizados en forma decreciente; donde los factores: temperatura - espesor del filete- leche (ABC), y temperatura - leche (AC), son estadísticamente significativos y los factores espesor del filete- leche (BC), espesor del filete (B), temperatura - espesor del filete (AB), temperatura (A), y leche (C) no son estadísticamente significativos, debido a que ninguna de las barras de los factores sobrepasa la línea vertical de referencia para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .

### 4.3.2 Variable respuesta pH en la etapa de marinado de la milanesa de carne de pollo.

La variable respuesta evaluada es pH de la milanesa de carne de pollo, cuya determinación se llevó a cabo mediante el empleo del método de secado en estufa, conforme detalla en el Anexo D.2.

En base al diseño experimental durante la etapa de marinado, se procedió a efectuar el análisis estadístico correspondiente a la variable respuesta pH, detallado en la tabla 4.17, este análisis se llevó a cabo mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI.I) para el sistema operativo Windows. Los resultados detallados se encuentran en el (Anexo E.2).

**Tabla 4.17**

*Análisis de Varianza en función de la variable respuesta pH*

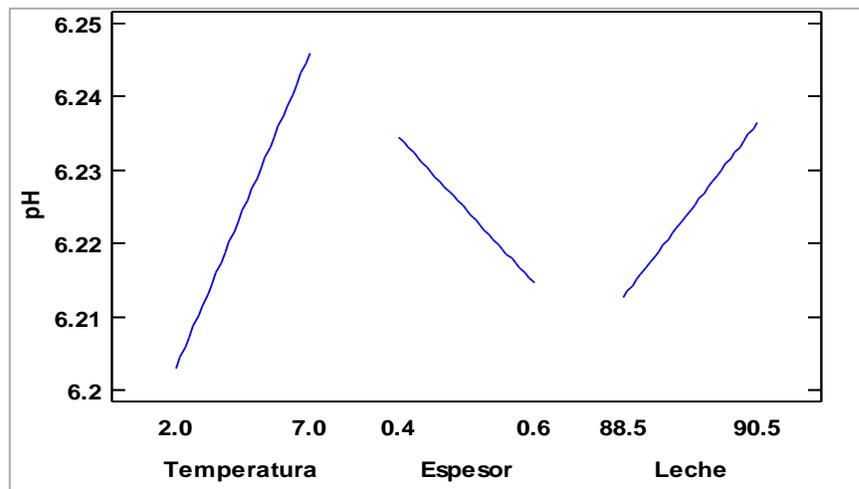
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>A:Temperatura</b>	0,007396	1	0,007396	8,35	0,0202*
<b>B:Espesor</b>	0,001560	1	0,001560	1,76	0,2211
<b>C:Leche</b>	0,002256	1	0,002256	2,55	0,1492
<b>AB</b>	0,000600	1	0,000600	0,68	0,4343
<b>AC</b>	0,022650	1	0,022650	25,57	0,0010*
<b>BC</b>	0,008464	1	0,008464	9,55	0,0149*
<b>ABC</b>	0,000196	1	0,000196	0,22	0,6506
<b>Error total</b>	0,007087	8	0,000886	-	-
<b>Total (corr.)</b>	0,050210	15	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

(\*) significativo

Según la tabla 4.17, donde detalla el análisis de varianza, se puede observar que los factores B y C e interacciones AB y ABC, no existe diferencia significativa ya que  $\text{Valor-P} > 0,05$ . Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis planteada. Sin embargo, para el factor A y las interacciones AC y BC, existe diferencia significativa, debido a que tienen un  $\text{valor-P} < 0,05$ , indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0% se rechaza la hipótesis planteada.

En la figura 4.19, se muestra los efectos principales para los factores temperatura (A), espesor del filete (B) y leche (C).

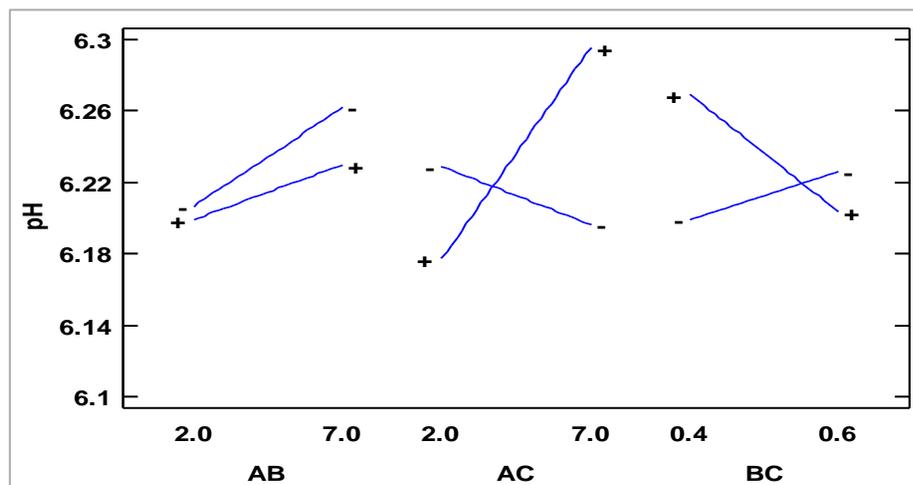


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.19:** Efectos principales de la variable respuesta pH

Según la figura 4.19, se puede observar que los factores temperatura (2,0- 7,0) °C, espesor (0,4- 0,6) cm y leche (88,5- 90,5) % inciden significativamente en el pH cuando se encuentran en su nivel alto y bajo.

La figura 4.20, muestra la gráfica de interacciones temperatura- espesor del filete (AB), temperatura - leche (AC) y espesor del filete- leche (BC), para la variable respuesta pH.



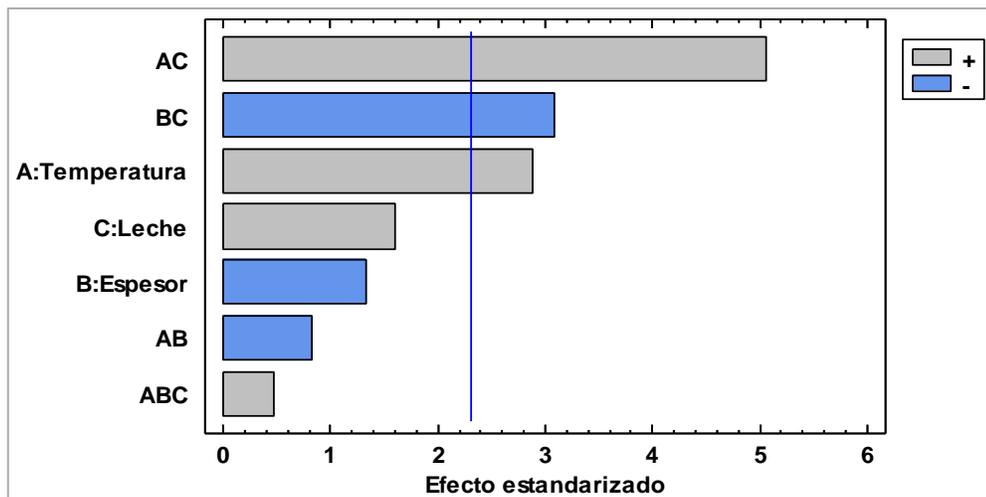
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.20:** Interacciones de factores para pH

En la figura 4.20, se puede observar que la interacción temperatura- espesor del filete (AB), estando en su nivel alto y bajo no son significativos, ya que los factores de las variables no interaccionan entre sí. Sin embargo, en la interacción temperatura- leche

(AC) y espesor del filete- leche (BC), estando en el nivel alto y bajo es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí.

En la figura 4.21, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con el valor de 2,306, de tal manera si las barras exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.21:** Diagrama de Pareto estandarizada para pH

En la figura 4.21, se puede observar los valores absolutos de los efectos estandarizados en forma decreciente; donde los factores: temperatura - leche (AC), espesor del filete- leche (BC) y temperatura (A) son estadísticamente significativos y los factores leche (C), espesor del filete (B), temperatura- espesor del filete (AB) y temperatura - espesor del filete- leche (ABC), no son estadísticamente significativos, debido a que ninguna de las barras de los factores sobrepasa la línea vertical de referencia para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .

#### **4.3.3 Variable respuesta acidez (ácido láctico) en la etapa de marinado de la milanesa de carne de pollo.**

La variable respuesta evaluada es acidez (ácido láctico) de la milanesa de carne de pollo, cuya determinación se llevó a cabo mediante el empleo del método de secado en estufa, conforme detalla en el Anexo D.3.

En base al diseño experimental durante la etapa de marinado, se procedió a efectuar el análisis estadístico correspondiente a la variable respuesta acidez, detallado en la tabla 4.18, este análisis se llevó a cabo mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI.I) para el sistema operativo Windows. Los resultados detallados se encuentran en el (Anexo E.3).

**Tabla 4.18**

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

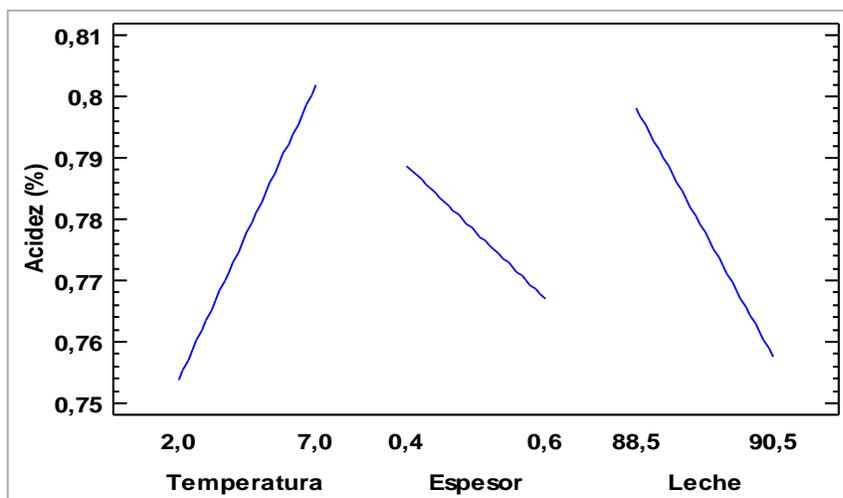
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>A:Temperatura</b>	0,009216	1	0,009216	21,51	0,0017*
<b>B:Espesor</b>	0,001849	1	0,001849	4,32	0,0714
<b>C:Leche</b>	0,006561	1	0,006561	15,31	0,0045*
<b>AB</b>	0,004556	1	0,004556	10,63	0,0115*
<b>AC</b>	0,007140	1	0,007140	16,66	0,0035*
<b>BC</b>	0,006806	1	0,006806	15,88	0,0040*
<b>ABC</b>	0,023409	1	0,023409	54,63	0,0001*
<b>Error total</b>	0,003428	8	0,000429	-	-
<b>Total (corr.)</b>	0,062966	15	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

(\*) significativo

Según la tabla 4.18, donde detalla el análisis de varianza, se puede observar que el factor B, no existe diferencia significativa ya que Valor-P > 0,05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis planteada. Sin embargo, para los factores A y C y las interacciones AB, AC, BC y ABC, existe diferencia significativa, debido a que tienen un valor-P < 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0% se rechaza la hipótesis planteada.

En la figura 4.22, se muestra los efectos principales para los factores temperatura (A), espesor del filete (B) y leche (C).

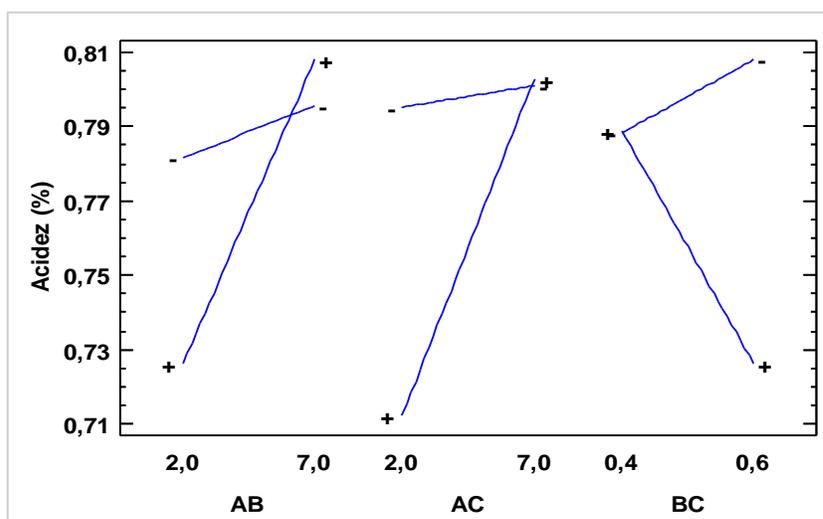


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.22:** Efectos principales de la variable respuesta acidez (ácido láctico)

Según la figura 4.22, se puede observar que los factores temperatura (2,0 - 7,0) °C y leche (88,5 - 90,5) % inciden significativamente en la acidez cuando se encuentran en su nivel alto y bajo; mientras que el factor espesor (0,4 - 0,6) cm no incide significativamente en la acidez cuando se encuentra en su nivel alto y bajo.

La figura 4.23, muestra la gráfica de interacciones temperatura- espesor del filete (AB), temperatura – leche (AC) y espesor del filete - leche (BC), para la variable respuesta acidez.

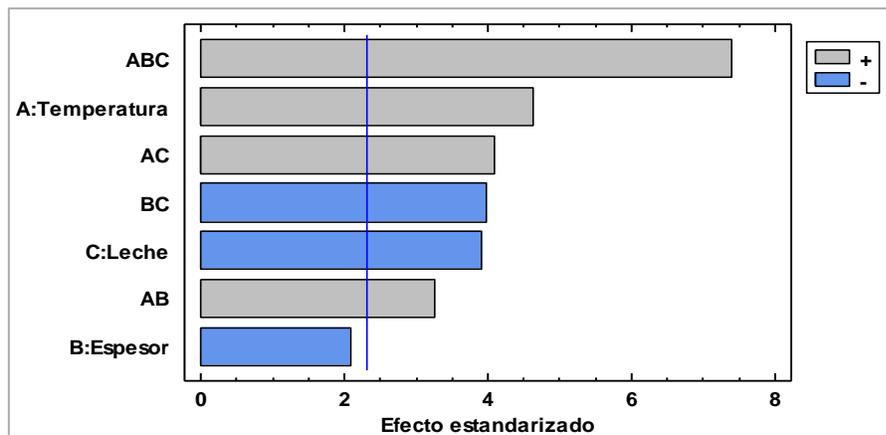


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.23:** Interacciones de factores para acidez (ácido láctico)

En la figura 4.23, se puede observar que la interacción temperatura – espesor del filete (AB), temperatura- leche (AC) y espesor del filete - leche (BC), estando en el nivel alto y bajo es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí.

En la figura 4.24, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con el valor de 2,306. De tal manera, si las barras exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.24:** Diagrama de Pareto estandarizada para acidez (ácido láctico)

En la figura 4.24, se puede observar los valores absolutos de los efectos estandarizados en forma decreciente; Donde los factores temperatura – espesor del filete- leche (ABC), temperatura (A), temperatura – leche (AC), espesor del filete - leche (BC), leche (C) y temperatura – espesor del filete (AB) son estadísticamente significativos y el factor espesor del filete (B) no es estadísticamente significativo, debido a que la barras de dicho factor no sobrepasa la línea vertical de referencia para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .

#### 4.3.4 Evaluación sensorial del factor temperatura en la etapa de marinado

Para realizar la evaluación sensorial de las ocho muestras experimentales de milanesa de carne de pollo, se procedió a evaluar las muestras en función del factor temperatura en la etapa de marinado de su nivel alto y bajo, detallado en la tabla 4.19. Con la finalidad de complementar el diseño experimental y corroborar los efectos de los factores tomados en cuenta; así mismo, obtener la muestra final de milanesa de carne

de pollo que cumpliría con los criterios establecidos para su desarrollo y aceptabilidad sensorial.

**Tabla 4.19**

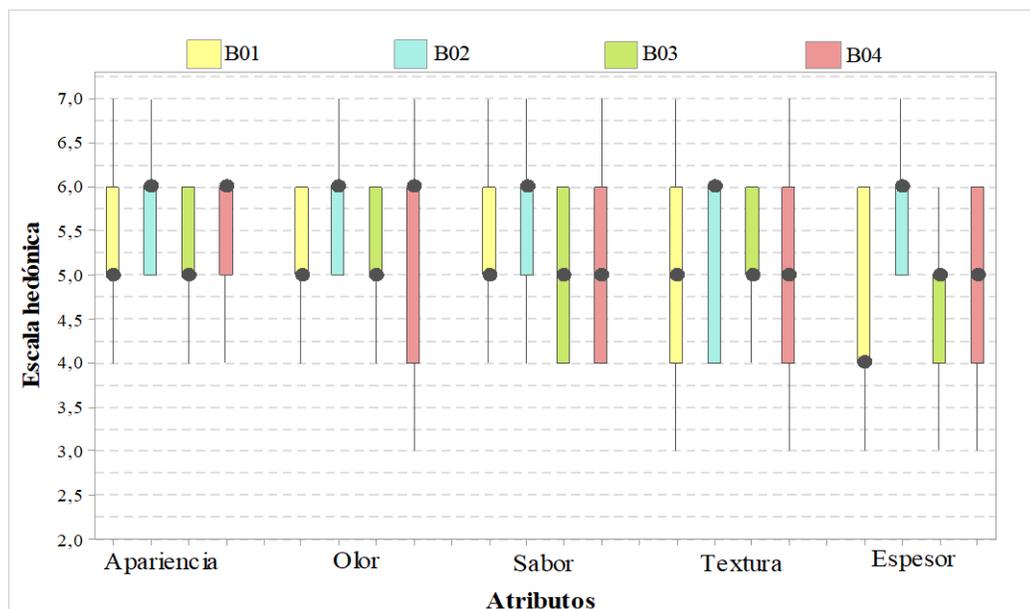
<i>Factor temperatura en la etapa de marinado</i>			
Nivel superior		Nivel inferior	
Muestras	(7°C)	Muestras	(2°C)
B01	+1	B05	-1
B02	+1	B06	-1
B03	+1	B07	-1
B04	+1	B08	-1

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.19, indica las muestras respectivas para los niveles superior e inferior en función del factor temperatura de marinado.

#### 4.3.4.1 Estadístico de caja y bigote para el factor temperatura en la etapa de marinado del diseño experimental en el nivel superior

La figura 4.25, muestra los estadísticos de caja y bigote de datos extraídos del (Anexo C), para atributos evaluados: apariencia (tabla C.15.1), olor (tabla C.16.1), sabor (tabla C.17.1), textura (tabla C.18.1) y espesor (tabla C.19.1).



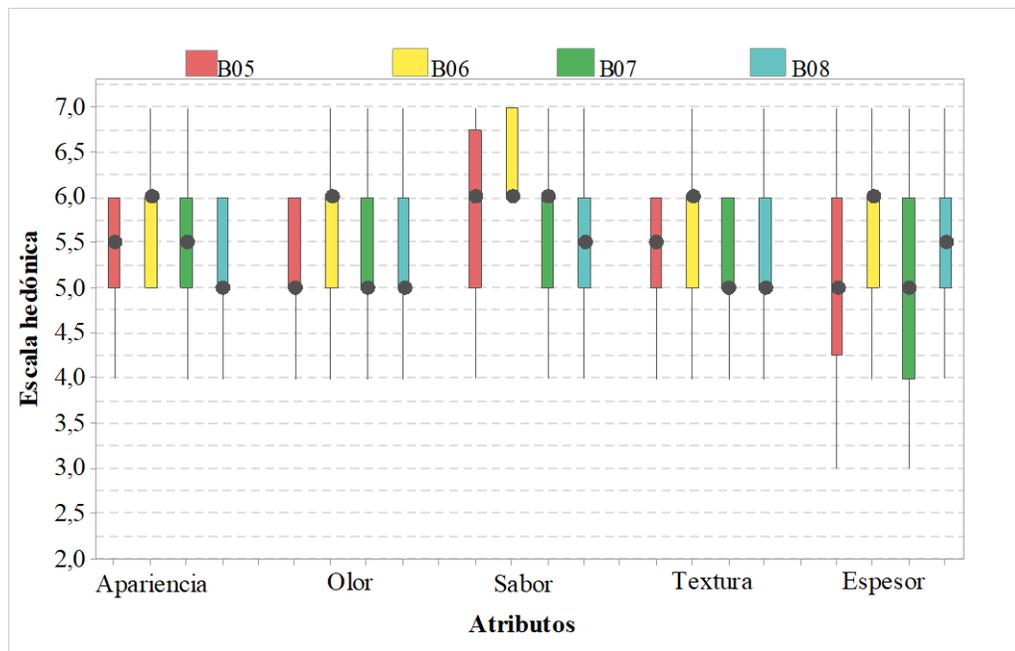
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.25:** Estadístico caja y bigote de muestras de nivel superior del diseño experimental

Según la figura 4.25, se puede observar que los resultados de la mediana en función de los atributos de las muestras evaluadas no tienen diferencia significativa para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , excepto en el atributo espesor, donde existe diferencia significativa entre las muestras B01-B02 y B02-B03. De esta manera, según el análisis de tamaño y ubicación de la caja y de la mediana si hay diferencia, entre los atributos: apariencia, olor, sabor y textura en base a este criterio se selecciona la muestra B02 como la muestra más aceptada por los jueces.

#### 4.3.4.2 Estadístico de caja y bigote para el factor temperatura en la etapa de marinado del diseño experimental en el nivel inferior

La figura 4.26, muestra los estadísticos de caja y bigote de datos extraídos del (Anexo C), para atributos evaluados: apariencia (tabla C.20.1), olor (tabla C.21.1), sabor (tabla C.22.1), textura (tabla C.23.1) y espesor (tabla C.24.1).



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.26:** Estadístico de caja y bigote de muestras de nivel inferior del diseño experimental

Según la figura 4.26, se puede observar que los resultados de la mediana en función de los atributos de las muestras evaluadas no tienen diferencia para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , excepto en el atributo sabor, donde existe diferencia

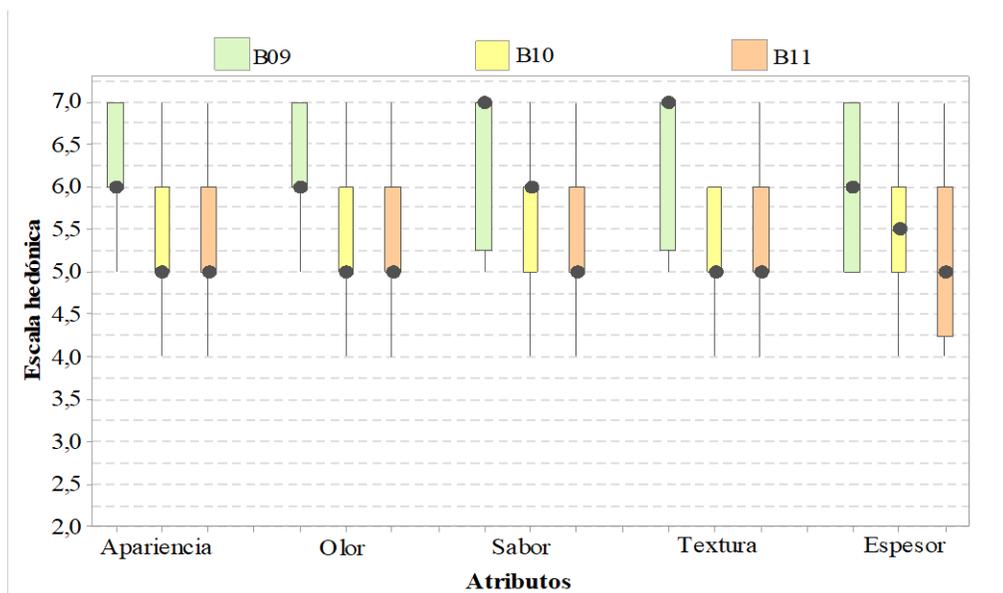
significativa entre las muestras B06-B07 y B07-B08; de esta manera, de acuerdo al análisis de tamaño y ubicación de la caja y de la mediana si hay diferencia, entre los atributos: apariencia, olor, textura y espesor en base a este criterio se selecciona la muestra B06 como la muestra más aceptada por los jueces.

#### 4.4 Evaluación para elegir la muestra final de milanesa de carne de pollo

Para elegir la muestra final se hizo una evaluación sensorial con escala hedónica de siete puntos, donde se evaluaron la muestra ideal (P09) recodificada como (B09) juntamente con 2 muestras del diseño experimental; muestra (B02) de nivel superior, recodificada como (B10) y muestra (B06) de nivel inferior, recodificada como (B11), como se puede ver en la figura 4.5.

##### 4.4.1 Estadístico de caja y bigote para elegir la muestra final de milanesa de carne de pollo

En la figura 4.27, se muestra los estadísticos de caja y bigote de los datos extraídos del (Anexo C), para atributos evaluados: apariencia (tabla C.25.1), olor (tabla C.26.1), sabor (tabla C.27.1), textura (tabla C.28.1) y espesor (tabla C.29.1).



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.27:** Estadístico caja y bigote para elegir la muestra final de milanesa de carne de pollo

Según la figura 4.27, se puede observar los resultados en función de las medianas para los atributos de las muestras evaluadas; apariencia y olor 6 (B09), 5 (B10 y B11), sabor 7 (B09), 6 (B10) y 5 (B11), textura 7 (B09), 5 (B10 y B11) y espesor 6 (B09), 5.5 (B10) y 5 (B11). Así mismo se pudo evidenciar que si existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , de acuerdo a este análisis se elige la muestra B09 como muestra más aceptada por los jueces.

#### 4.5 Análisis de varianza del producto terminado de milanesa de carne de pollo

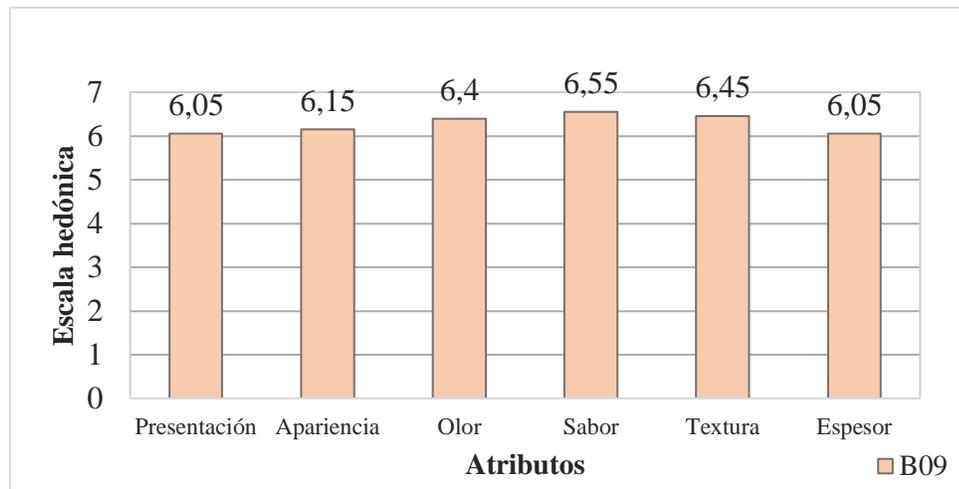
En la figura 4.28, detalla la dosificación de la muestra final (B09), con una temperatura de 5°C en el proceso de marinado.

Dosificación de muestra final		
solución de marinado (%)	Etapa marinado (%)	Etapa empanizado (%)
Leche líquida 89,52	Carne de pollo 74,77	Filetes marinados 84,88
Sal 6,37	Solución de marinado 25,23	Pan rallado 15,12
Condimento 4,11		

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.28:** Dosificación de muestra final de milanesa de carne de pollo

En base a la dosificación de la muestra final, presentada en la figura 4.28, se realizó una evaluación sensorial por 20 jueces no entrenados mediante el empleo de un test con una escala hedónica de siete puntos. En la figura 4.29, se muestra los atributos extraídos de los valores promedio del (Anexo C), para atributos presentación, apariencia (tabla C.25.1), olor (tabla C.26.1), sabor (tabla C.27.1), textura (tabla C.28.1) y espesor (tabla C.29.1) de la muestra evaluada (B09).



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.29:** Análisis de varianza del producto terminado de milanesa de carne de pollo

Según la figura 4.29, se puede observar que los valores promedio en función a los atributos la muestra evaluada presentación (6,05), apariencia (6,15), olor (6,4), sabor (6,55), textura (6,45) y espesor (6,05).

#### 4.6 Caracterización de milanesa de carne de pollo

En la caracterización del producto terminado, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la milanesa en la carne de pollo, que se detallan a continuación:

##### 4.6.1 Análisis físico de la milanesa de carne de pollo

En la tabla 4.20, muestra los resultados obtenidos del análisis físico de la milanesa de carne de pollo.

**Tabla 4.20**

#### *Análisis físico de la milanesa de carne pollo*

Parametros	Unidad	Resultados
Peso	g	87,0 - 105,0
Espesor	cm	0,5 - 0,7
Largo	cm	15,5 - 17,8
Ancho	cm	9,5 - 11,3

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.20, indica los resultados del análisis físico de la milanesa de carne de pollo, que presenta: peso entre (87-105) g; espesor entre (0,5-0,7) cm; largo entre (15,5- 17,8) cm y ancho entre (9,5-11,3) cm por unidad.

#### 4.6.2 Análisis fisicoquímico de la milanesa de carne de pollo

En la tabla 4.21, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la milanesa de carne de pollo de datos extraídos del (Anexo A).

**Tabla 4.21**

#### *Análisis fisicoquímico de la milanesa de carne de pollo*

Parámetros	Unidad	Resultados
Acidez	%	0,50
Ceniza	%	2,11
Fibra	%	n.d.
Grasa	%	2,11
Hidratos de carbono	%	10,17
Humedad	%	66,69
pH	-	5,97
Proteína total (Nx6,25)	%	18,92
Rancidez	Pos/neg	Negativo
Valor energético	Kcal/100 g	135,35

**Fuente:** CEANID, 2023

En la tabla 4.21, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico realizado en la milanesa de carne de pollo. Los datos obtenidos expresan los siguientes valores: acidez 0,5%, ceniza 2,11%, fibra no detectado, grasa 2,11%, hidratos de carbono 10,17%, humedad 66,69%, pH (22 °C) 5,97, proteína total (Nx6,25) 18,92%, rancidez negativa y valor energético de 135,35 Kcal/100g.

#### 4.6.3 Análisis microbiológico de la milanesa de carne de pollo

En la tabla 4.22, se presentan los resultados del análisis microbiológico realizado en la milanesa de carne de pollo, datos extraídos del (Anexo A).

Tabla 4.22

*Análisis microbiológico de la milanesa de carne de pollo*

Microorganismos	Unidad	Resultados
Escherichia coli	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Salmonella	P/A/25g	Ausencia
Staphylococo aureus	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)

Fuente: CEANID, 2023

En la tabla 4.22, los datos indican que se detectó la presencia de Escherichia coli en una cantidad inferior a  $1,0 \times 10^1$  UFC/g. Además, se verificó la ausencia de Salmonella y la detección de Staphylococcus aureus en una cantidad menor a  $1,0 \times 10^1$  UFC/g (\*) no se observa desarrollo de colonias.

**4.6.4 Análisis de micronutrientes de la milanesa de carne de pollo**

En la tabla 4.23, se presentan los resultados del análisis de micronutrientes realizado en la milanesa de carne de pollo, datos extraídos del Anexo A.

Tabla 4.23

*Análisis de micronutrientes de la milanesa de carne de pollo*

Parámetros	Unidad	Resultados
Fósforo	mg/100g	17,0
Potasio	mg/100g	362,0

Fuente: CEANID, 2023

En la tabla 4.23, se muestra los resultados del análisis de micronutrientes de la milanesa de carne de pollo, donde se observó una concentración de 17 mg/100g de fósforo y 362 mg/100g de potasio, en una relación de mg de micronutriente con 100g de milanesa de carne de pollo.

**4.7 Control de contenido de humedad, pH y acidez de la milanesa de carne de pollo durante la etapa de almacenamiento**

Para realizar el control del contenido de humedad, pH y acidez (ácido láctico) durante la etapa de almacenamiento de la milanesa de carne de pollo, se elaboraron muestras

con la formulación de la muestra final B09 (figura 4.28); la muestra (B09SC) sin conservante y muestra (B09CC) con conservante (sorbato de potasio). Las cuales fueron envasadas al vacío en bolsas de polietileno y se realizó el control de las muestras diariamente, excepto fines de semana y feriados.

#### 4.7.1 Control del contenido de humedad en la milanesa de carne de pollo durante la etapa de almacenamiento

En la tabla 4.24, muestran los resultados obtenidos de la variación de humedad de las muestras de milanesa de carne de pollo sin conservante (B09SC) y con conservante (B09CC); En función del tiempo de almacenamiento de 30 días, en función a las técnicas del (Anexo D).

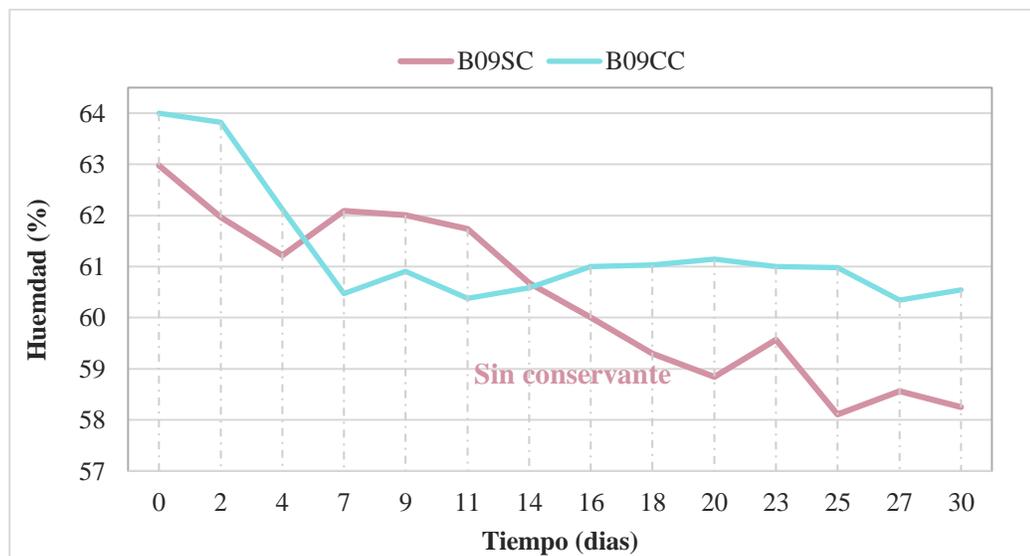
**Tabla 4.24**

*Contenido de humedad de la milanesa de carne de pollo en la etapa de almacenamiento*

N° de análisis	Tiempo (días)	Humedad (%)	
		B09SC	B09CC
1	0	62,9768	63,9987
2	2	61,9631	63,8225
3	4	61,2219	62,1211
4	7	62,0903	60,4723
5	9	62,0023	60,9044
6	11	61,7385	60,3789
7	14	60,6728	60,5790
8	16	59,9982	61,0013
9	18	59,2931	61,0345
10	20	58,8453	61,1467
11	23	59,5674	61,0006
12	25	58,1056	60,9758
13	27	58,5643	60,3429
14	30	58,2517	60,5437

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.30, muestra el contenido de humedad en la milanesa de carne de pollo en la etapa de almacenamiento en base a los datos de la tabla 4.24.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.30:** Variación del contenido de humedad en la milanesa de carne de pollo en la etapa de almacenamiento

En la figura 4.30, se observa la curva de control de humedad, donde la muestra B09SC inicia 62,9768%, seguidamente desciende hasta alcanzar 62,0903% en el día cuatro, luego sube hasta 60,6728%, para luego bajar a 58,8453% y finaliza con 58,2517% de humedad, presentando una variación notable de pérdida de humedad en la etapa de almacenamiento, En cambio, en la muestra B09CC inicia con 63,9987% y finaliza con 60,5437% de humedad; en los primeros siete días experimenta una pérdida considerable, sin embargo, al llegar al día dieciséis se estabiliza con una variación mínima. Se puede evidenciar que al agregar el conservante (sorbato de potasio), le da mayor estabilidad a la preservación de la humedad en el producto final durante la etapa de almacenamiento.

#### 4.7.2 Control del pH en la milanesa de carne de pollo durante la etapa de almacenamiento

En la tabla 4.25, muestra los resultados obtenidos de la variación de pH de las muestras de milanesa de carne de pollo sin conservante (B09SC) y con conservante (B09CC); En función del tiempo de almacenamiento de 30 días, en función a las técnicas del (Anexo D).

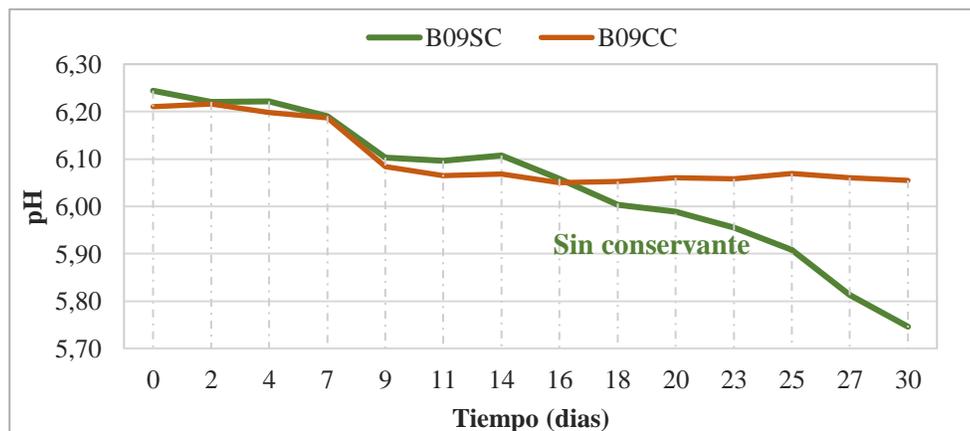
Tabla 4.25

*Control del pH en la milanesa de carne de pollo en la etapa de almacenamiento*

N° de análisis	Tiempo (días)	pH	
		B09SC	B09CC
1	0	6,244	6,210
2	2	6,220	6,216
3	4	6,222	6,198
4	7	6,190	6,187
5	9	6,103	6,084
6	11	6,096	6,065
7	14	6,107	6,068
8	16	6,058	6,050
9	18	6,003	6,053
10	20	5,989	6,060
11	23	5,955	6,058
12	25	5,908	6,069
13	27	5,813	6,060
14	30	5,746	6,055

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.31, muestra la variación de pH en la milanesa de carne de pollo en la etapa de almacenamiento en base a los datos de la tabla 4.25.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.31:** Variación de pH en la milanesa de carne de pollo en la etapa de almacenamiento

En la figura 4.31, se observa la curva de control de pH, donde la muestra B09SC inicia con 6,244, seguidamente desciende hasta alcanzar 6,103 en el día nueve. De esta

manera, se mantuvo estable hasta el día catorce después descendiendo de manera progresiva para finalizar con 5,746, presentando un descenso notable de pH en la etapa de almacenamiento, mientras que en la muestra B09CC inicia con 6,210 y finaliza con 6,055, en los primeros nueve días experimenta un descenso considerable de pH, sin embargo, a partir de este, se estabiliza con una variación mínima. Se puede evidenciar que al agregar el conservante (sorbato de potasio), le da mayor estabilidad en pH al producto final durante la etapa de almacenamiento.

#### 4.7.3 Control de acidez (ácido láctico) en la milanesa de carne de pollo durante la etapa de almacenamiento

En la tabla 4.26, muestra los resultados obtenidos de la variación de acidez (ácido láctico) de las muestras de milanesa de carne de pollo sin conservante (B09SC) y con conservante (B09CC); En función del tiempo de almacenamiento de 30 días en función a las técnicas del (Anexo D).

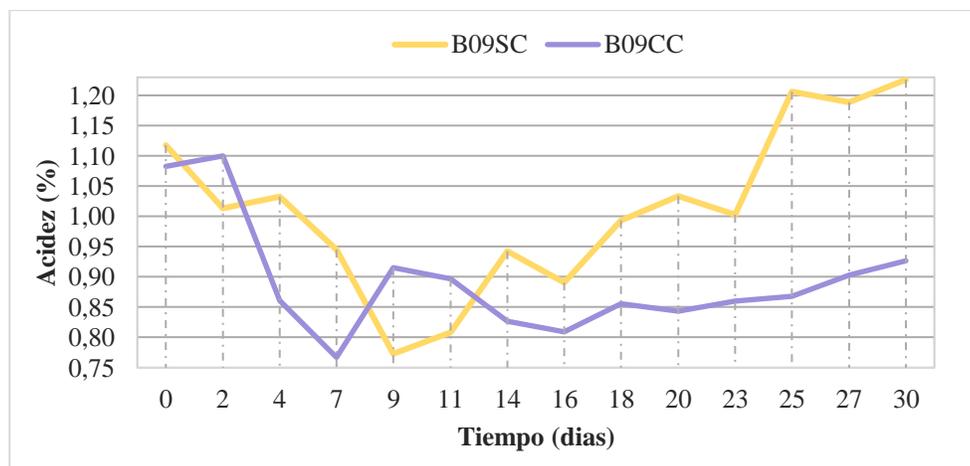
**Tabla 4.26**

*Control de acidez (ácido láctico) en la milanesa de carne de pollo en la etapa de almacenamiento*

Nº de análisis	Tiempo (días)	Acidez (%)	
		B09SC	B09CC
1	0	1,118	1,083
2	2	1,013	1,100
3	4	1,033	0,861
4	7	0,945	0,767
5	9	0,773	0,915
6	11	0,808	0,897
7	14	0,942	0,827
8	16	0,891	0,809
9	18	0,993	0,856
10	20	1,034	0,843
11	23	1,003	0,860
12	25	1,206	0,868
13	27	1,189	0,903
14	30	1,226	0,927

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.32, muestra la variación de acidez (ácido láctico) en la milanesa de carne de pollo en la etapa de almacenamiento en base a los datos de la tabla 4.26.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.32:** Variación de acidez (ácido láctico) en la milanesa de carne de pollo en la etapa de almacenamiento

En la figura 4.32, se observa la curva de control de acidez (ácido láctico), donde la muestra B09SC inicia con 1,118% de acidez, en los primeros nueve días muestra un descenso de acidez hasta alcanzar 0,773% para después ascender hasta 1,226% en el día treinta; mientras que en la muestra B09CC inicia con 1,083% de acidez, en los primeros siete días experimenta un descenso notable hasta alcanzar un mínimo de 0,767% de acidez, a partir del día dieciocho presenta estabilidad con una variación mínima, para luego alcanzar en el día treinta un nivel de acidez de 0,927%. Se puede evidenciar que al agregar el conservante (sorbato de potasio), presenta estabilidad y menos variación en acidez en el producto final durante la etapa de almacenamiento.

#### 4.8 Determinación de tiempo de congelamiento de la milanesa de carne de pollo

Para determinar el tiempo de congelamiento de la milanesa de carne de pollo, se utilizó un freezer con una temperatura constante de  $-50^{\circ}\text{C}$  y un termómetro digital con sonda, donde se registró la temperatura cada minuto hasta que la milanesa alcanzó una temperatura de  $-26^{\circ}\text{C}$ , detallado en la tabla 4.30.

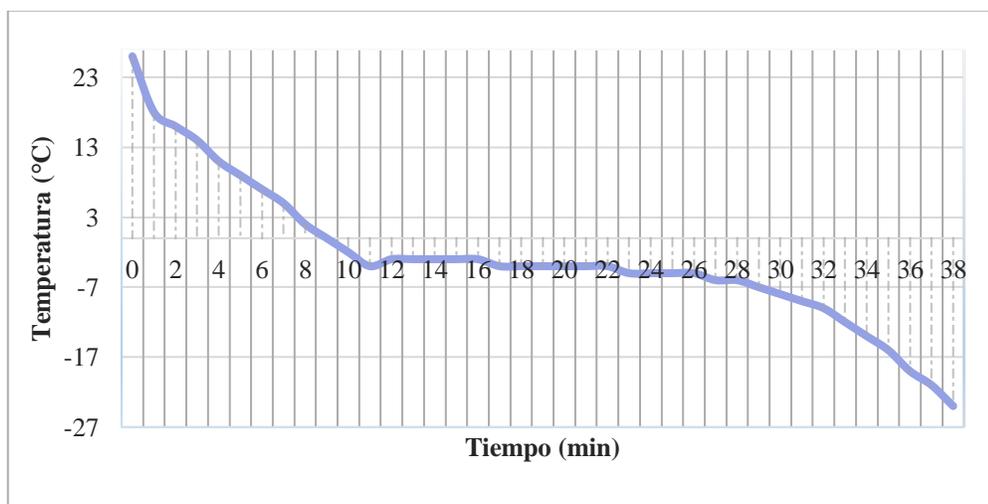
Tabla 4.27

*Determinación de tiempo de congelamiento de la milanesa de carne de pollo*

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	26	20	-4
1	18	21	-4
2	16	22	-4
3	14	23	-5
4	11	24	-5
5	9	25	-5
6	7	26	-5
7	5	27	-6
8	2	28	-6
9	0	29	-7
10	-2	30	-8
11	-4	31	-9
12	-3	32	-10
13	-3	33	-12
14	-3	34	-14
15	-3	35	-16
16	-3	36	-19
17	-4	37	-21
18	-4	38	-24
19	-4	39	-26

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos registrados en la tabla 4.27, se presenta la figura 4.33, en donde se muestra la curva de congelamiento.



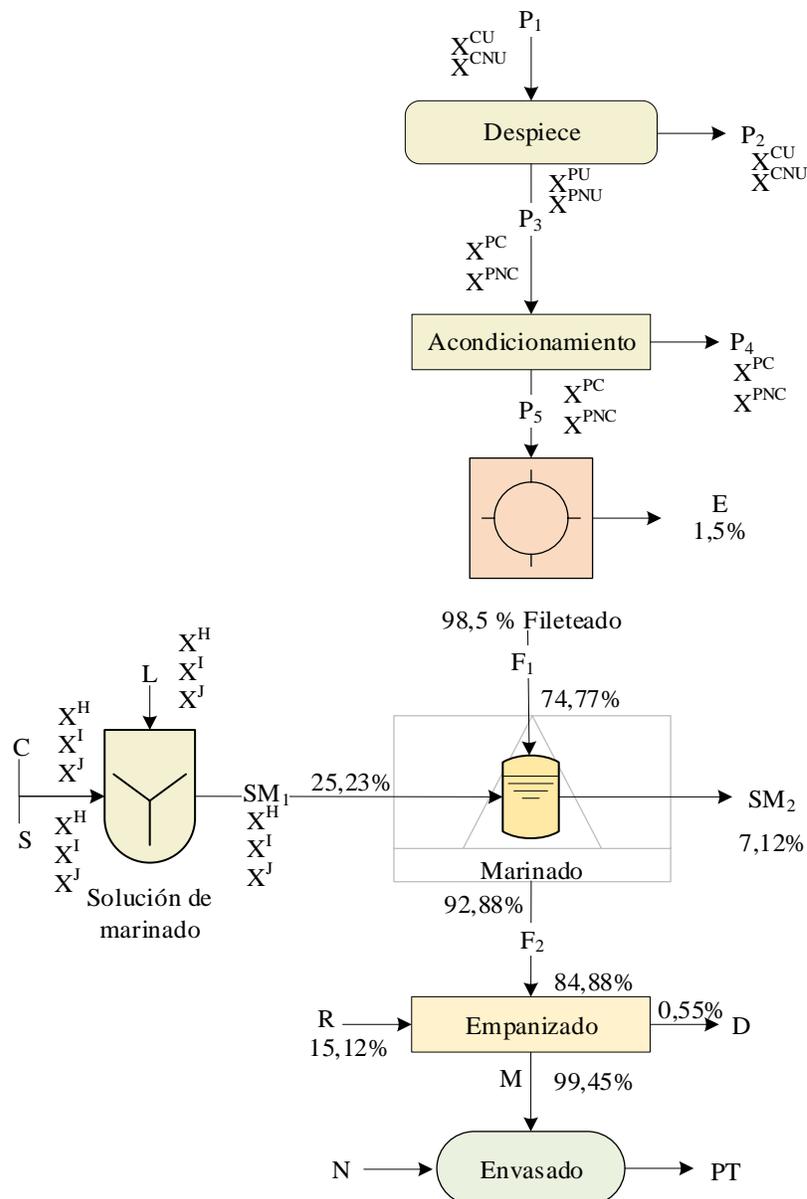
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.33: Curva de congelamiento de la milanesa de carne de pollo

Como se puede observar en la figura 4.33, la temperatura inicia con  $26^{\circ}\text{C}$  y luego decreciente en los diez primeros minutos hasta alcanzar  $-4^{\circ}\text{C}$ , donde se mantiene estable con una variación mínima hasta el minuto veinte ocho, para luego reducir la temperatura hasta alcanzar  $-26^{\circ}\text{C}$  en un tiempo de treinta y nueve minutos.

#### 4.9 Balance de materia en el proceso de elaboración de milanesa de carne de pollo

El balance de materia del proceso de elaboración de milanesas de carne de pollo, se llevó a cabo considerando una base de cálculo de 4050 g de carne de pollo entero, para su resolución se realizó de acuerdo al diagrama de flujo de la figura 4.34.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.34: Balance general de materia para el proceso de elaboración de milanesas de carne de pollo

Donde:

$P_1$  = Carne de pollo entero (g)

$P_2$  = Carne no utilizada en el proceso (g)

$P_3$  = Carne utilizada en el proceso (pecho de pollo), (g)

$X^{CU}$  = Fracción de carne utilizada

$X^{CNU}$  = Fracción de carne no utilizada

$P_4$  = Despojos (g)

$P_5$  = Carne blanda del pecho de pollo (g)

$X^{PC}$  = Fracción de porción comestible

$X^{PNC}$  = Fracción de porción no comestible

$E$  = Pérdidas en etapa de fileteado (g)

$X_E^R$  = Rendimiento de pérdida en etapa de fileteado

$F_1$  = Filetes de carne de pollo (g)

$X_{F_1}^R$  = Rendimiento de filetes de carne de pollo en etapa de fileteado

$X_{F_1}^{R_2}$  = Rendimiento de filetes de carne de pollo en etapa de marinado

$SM_1$  = Solución de marinado (g)

$X_{SM_1}^R$  = Rendimiento de solución marinado en etapa de marinado

$L$  = Leche líquida (g)

$C$  = Condimento (g)

$S$  = Sal (g)

$X^H$  = Fracción leche líquida

$X^I$  = Fracción condimento

$X^J$  = Fracción sal

$SM_2$  = Solución de marinado restante (g)

$X_{SM_2}^R$  = Rendimiento de solución marinado restante en etapa de marinado

$F_2$  = Filetes marinados de carne de pollo (g)

$X_{F_2}^R$  = Rendimiento de filetes marinados en etapa de marinado

$X_{F_2}^{R_2}$  = Rendimiento de filetes marinados en etapa de empanizado

$R$  = Pan rallado (g)

$X_R^{R_2}$  = Rendimiento de pan rallado en etapa de empanizado

D= Pérdidas en etapa de empanizado (g)

$X_D^{R_2}$  = Rendimiento de pérdida en etapa de empanizado

M = Milanesas de carne de pollo (g)

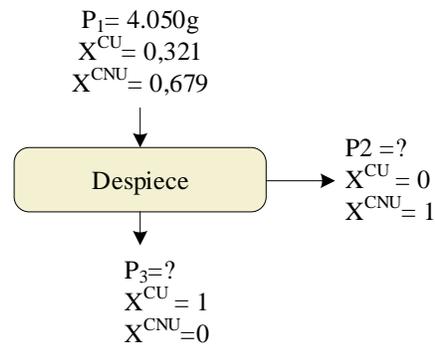
$X_M^{R_2}$  = Rendimiento de milanesas de carne de pollo en etapa de empanizado

N= Envases (bolsas de polietileno)

PT= Producto terminado (g)

#### 4.9.1 Balance de materia en la etapa de despiece de la carne de pollo entero

En la figura 4.35, se muestra la etapa de despiece de la carne de pollo entero, con una cantidad inicial de 4.050g, el valor de las fracciones de carne utilizada y carne no utilizada, se emplearon datos de la tabla 4.2.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.35:** Etapa de despiece de la carne de pollo entero

#### Balance de materia global en la etapa de despiece de la carne de pollo entero

$$P_1 = P_2 + P_3 \quad \text{Ecuación 4.1}$$

*Balance parcial para fracción de carne utilizada en el proceso, en la etapa de despiece de la carne de pollo entero*

$$P_1 * X_{P_1}^{CU} = P_2 * X_{P_2}^{CU} + P_3 * X_{P_3}^{CU}$$

$$P_1 * X_{P_1}^{CU} = P_2 * (0) + P_3 * X_{P_3}^{CU}$$

$$P_1 * X_{P_1}^{CU} = P_3 * X_{P_3}^{CU} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Despejando  $P_3$  de la ecuación 4.2:

$$P_1 * X_{P_1}^{CU} = P_3 * X_{P_3}^{CU}$$

$$P_3 = \frac{P_1 * X_{P_1}^{CU}}{X_{P_3}^{CU}}$$

$$P_3 = \frac{4.050 * 0,321}{1}$$

$$P_3 = 1.300,05g \text{ de pecho de pollo}$$

***Balance parcial para fracción de carne no utilizada en el proceso, en la etapa de despiece de la carne de pollo entero***

$$P_1 * X_{P_1}^{CNU} = P_2 * X_{P_2}^{CNU} + P_3 * X_{P_3}^{CNU}$$

$$P_1 * X_{P_1}^{CNU} = P_2 * X_{P_2}^{CNU} + P_3 * (0)$$

$$P_1 * X_{P_1}^{CNU} = P_2 * X_{P_2}^{CNU} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Despejando  $P_2$  de la ecuación 4.3:

$$P_1 * X_{P_1}^{CNU} = P_2 * X_{P_2}^{CNU}$$

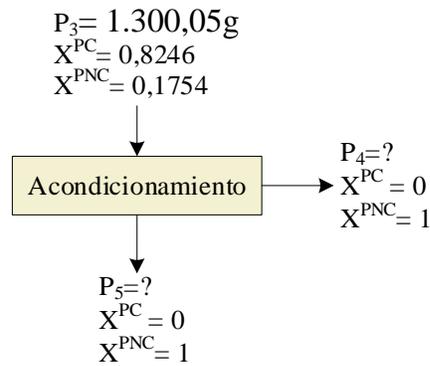
$$P_2 = \frac{P_1 * X_{P_1}^{CNU}}{X_{P_2}^{CNU}}$$

$$P_2 = \frac{4.050 * 0,679}{1}$$

$$P_2 = 2.749,95g \text{ carne no utilizada en el proceso}$$

#### **4.9.2 Balance de materia en la etapa de acondicionamiento de la carne del pecho de pollo**

En la figura 4.36, se muestra la etapa de acondicionamiento de la carne a partir del pecho pollo ( $P_3$ ), los valores de las fracciones de porción comestible y no comestible se emplearon datos de la tabla 4.5.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.36:** Etapa de acondicionamiento de la carne del pecho de pollo

#### Balance de materia global en la etapa de acondicionamiento de la carne del pecho de pollo

$$P_3 = P_4 + P_5 \quad \text{Ecuación 4.4}$$

#### Balance parcial para porción comestible en la etapa de acondicionamiento de la carne del pecho de pollo

$$P_3 * X_{P_3}^{PC} = P_4 * X_{P_4}^{PC} + P_5 * X_{P_5}^{PC}$$

$$P_3 * X_{P_3}^{PC} = P_4 * (0) + P_5 * X_{P_5}^{PC}$$

$$P_3 * X_{P_3}^{PC} = P_5 * X_{P_5}^{PC} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

Despejando  $P_5$  de la ecuación 4.5:

$$P_3 * X_{P_3}^{PC} = P_5 * X_{P_5}^{PC}$$

$$P_5 = \frac{P_3 * X_{P_3}^{PC}}{X_{P_5}^{PC}}$$

$$P_5 = \frac{1.300,05g * 0,8246}{1}$$

$P_5 = 1.072,021g$  de carne blanda del pecho de pollo (sin hueso)

### Balance parcial para porción no comestible en la etapa de acondicionamiento de la carne del pecho de pollo

$$P_3 * X_{P_3}^{PNC} = P_4 * X_{P_4}^{PNC} + P_5 * X_{P_5}^{PNC}$$

$$P_3 * X_{P_3}^{PNC} = P_4 * X_{P_4}^{PNC} + P_5 * (0)$$

$$P_3 * X_{P_3}^{PNC} = P_4 * X_{P_4}^{PNC} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

Despejando  $P_4$  de la ecuación 4.6:

$$P_3 * X_{P_3}^{PNC} = P_4 * X_{P_4}^{PNC}$$

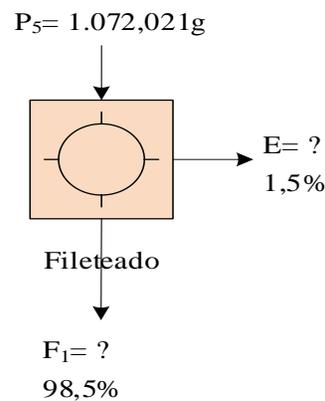
$$P_4 = \frac{P_3 * X_{P_3}^{PNC}}{X_{P_4}^{PNC}}$$

$$P_4 = \frac{1.300,05g * 0,1754}{1}$$

$$P_4 = 228,029g \text{ de despojos}$$

### 4.9.3 Balance de materia en la etapa de fileteado de carne blanda de pollo

En la figura 4.37, se muestra la etapa de fileteado de carne blanda de pollo, en donde los porcentajes de rendimiento fueron extraídos de la (tabla C.1.5) del (Anexo C.1).



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.37:** Etapa de fileteado de carne blanda de pollo

### Balance de materia global en la etapa de fileteado de carne blanda de pollo

$$P_5 = E + F_1 \quad \text{Ecuación 4.7}$$

Para cálculo de E, se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de fileteado de carne blanda de pollo:

$$E = P_5 * X_E^R \quad \text{Ecuación 4.8}$$

Sustituyendo datos en ecuación 4.8:

$$E = P_5 * X_E^R$$

$$E = 1.072,021g * 0,015$$

$$E = 16,08g \text{ de pérdida}$$

Para cálculo de  $F_1$ , se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de fileteado de carne blanda de pollo:

$$F_1 = P_5 * X_{F_1}^R \quad \text{Ecuación 4.9}$$

Sustituyendo datos en ecuación 4.9:

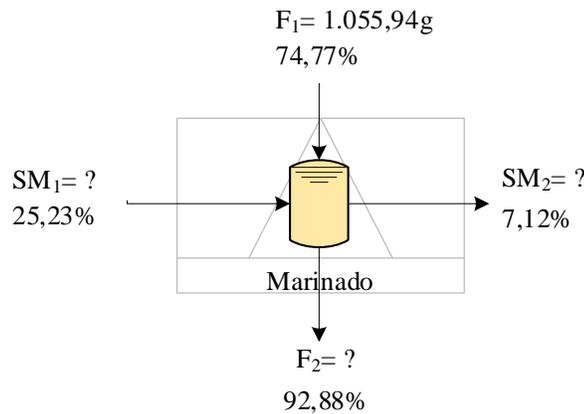
$$F_1 = P_5 * X_{F_1}^R$$

$$F_1 = 1.072,021g * 0,985$$

$$F_1 = 1.055,94g \text{ de filetes de carne de pollo}$$

#### 4.9.4 Balance de materia en la etapa de marinado de los filetes de carne de pollo

En la figura 4.38, se muestra la etapa de marinado de los filetes de carne de pollo en base a los porcentajes detallados en la figura 4.28.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.38:** Etapa de marinado de los filetes de carne de pollo

### Balance de materia global en la etapa de marinado de los filetes de carne de pollo

$$F_1 + SM_1 = SM_2 + F_2 \quad \text{Ecuación 4.10}$$

Para cálculo de  $SM_1$ , se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de marinado de los filetes de carne de pollo.

$$SM_1 = F_1 * \frac{X_{SM_1}^R}{X_{F_1}^{R_2}} \quad \text{Ecuación 4.11}$$

Sustituyendo datos en ecuación 4.11:

$$SM_1 = F_1 * \frac{X_{SM_1}^R}{X_{F_1}^{R_2}}$$

$$SM_1 = 1.055,94 * \frac{0,2523}{0,7477}$$

$$SM_1 = 356,310g \text{ de solución de marinado}$$

Para cálculo de  $SM_2$ , se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de marinado de los filetes de carne de pollo.

$$SM_2 = F_1 * \frac{X_{SM_2}^R}{X_{F_1}^{R_2}} \quad \text{Ecuación 4.12}$$

Sustituyendo datos en ecuación 4.12:

$$SM_2 = F_1 * \frac{X_{SM_2}^R}{X_{F_1}^R}$$

$$SM_2 = 1.055,94g * \frac{0,0712}{0,7477}$$

$$SM_2 = 100,552g \text{ de solución de marinado restante}$$

Despejando  $F_2$  de la ecuación 4.10:

$$F_1 + SM_1 = SM_2 + F_2$$

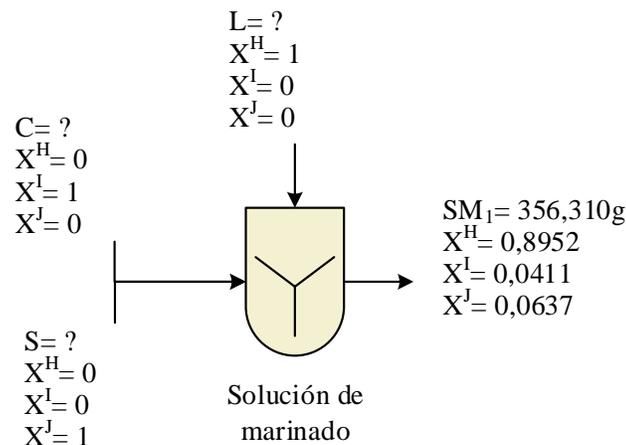
$$F_2 = F_1 + SM_1 - SM_2$$

$$F_2 = (1055,94 + 356,310 - 100,552)g$$

$$F_2 = 1.311,698g \text{ de filetes marinados}$$

#### 4.9.5 Balance de materia en la etapa de preparación de solución de marinado

En la figura 4.39, se muestra la etapa de preparación de solución de marinado en base a datos de la tabla 4.28 para las fracciones de leche líquida, condimento y sal.



**Fuente:** Elaboración propia, 2023

**Figura 4.39:** Etapa de preparación de solución de marinado

**Balance de materia global en la etapa de preparación de solución de marinado**

$$L + C + S = SM_1 \quad \text{Ecuación 4.13}$$

**Balance parcial para fracción de leche en la etapa de preparación de solución de marinado**

$$L * X_L^H + C * X_C^H + S * X_S^H = SM_1 * X_{SM_1}^H$$

$$L * X_L^H + C * (0) + S * (0) = SM_1 * X_{SM_1}^H$$

$$L * X_L^H = SM_1 * X_{SM_1}^H \quad \text{Ecuación 4.14}$$

Despejando L de la ecuación 4.14:

$$L * X_L^H = SM_1 * X_{SM_1}^H$$

$$L = \frac{SM_1 * X_{SM_1}^H}{X_L^H}$$

$$L = \frac{356,310 * 0,8952}{1}$$

$$L = 318,968\text{g de leche líquida}$$

**Balance parcial para fracción de condimento en la etapa de preparación de solución de marinado**

$$L * X_L^I + C * X_C^I + S * X_S^I = SM_1 * X_{SM_1}^I$$

$$L * (0) + C * X_C^I + S * (0) = SM_1 * X_{SM_1}^I$$

$$C * X_C^I = SM_1 * X_{SM_1}^I \quad \text{Ecuación 4.15}$$

Despejando C de la ecuación 4.15:

$$C * X_C^I = SM_1 * X_{SM_1}^I$$

$$C = \frac{SM_1 * X_{SM_1}^I}{X_C^I}$$

$$C = \frac{356,310 * 0,0411}{1}$$

$$C = 14,644\text{g de condimento}$$

**Balance parcial para fracción de sal en la etapa de preparación de solución de marinado**

$$L * X_L^J + C * X_C^J + S * X_S^J = SM_1 * X_{SM_1}^J$$

$$L * (0) + C * (0) + S * X_S^J = SM_1 * X_{SM_1}^J$$

$$S * X_S^J = SM_1 * X_{SM_1}^J$$

Ecuación 4.16

Despejando S de la ecuación 4.16:

$$S * X_S^J = SM_1 * X_{SM_1}^J$$

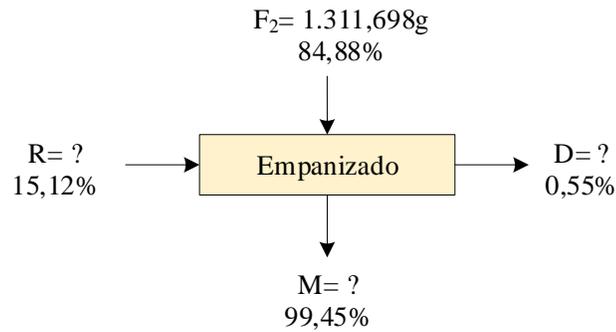
$$S = \frac{SM_1 * X_{SM_1}^J}{X_S^J}$$

$$C = \frac{356,310 * 0,0637}{1}$$

$$C = 22,696\text{g de sal}$$

**4.9.6 Balance de materia en la etapa de empanizado de filetes marinados**

En la figura 4.40, se muestra la etapa de empanizado de filetes marinados, en base al porcentaje detallado en la tabla 4.28.



**Fuente:** Elaboración propia, 2023

**Figura 4.40:** Etapa de empanizado de filetes marinados

### Balance de materia global en la etapa de empanizado de filetes marinados

$$F_2 + R = D + M \quad \text{Ecuación 4.17}$$

Para cálculo de R, se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de empanizado de filetes marinados.

$$R = F_2 * \frac{X_R^R}{X_{F_2}^{R_2}} \quad \text{Ecuación 4.18}$$

Sustituyendo datos en ecuación 4.18:

$$R = F_2 * \frac{X_R^R}{X_{F_2}^{R_2}}$$

$$R = 1.311,698g * \frac{0,1512}{0,8488}$$

$$R = 233,657g \text{ de pan rallado}$$

Para cálculo de D, se tomó en cuenta los porcentajes de rendimiento en la etapa de empanizado de filetes marinados.

$$D = F_2 * \frac{X_D^R}{X_{F_2}^{R_2}} \quad \text{Ecuación 4.19}$$

Sustituyendo datos en ecuación 4.19:

$$D = F_2 * \frac{X_D^R}{X_{F_2}^R}$$

$$D = 1.311,698g * \frac{0,0055}{0,8488}$$

$D = 8,499g$  de pérdida durante el empanizado

Despejando M de la ecuación 4.17:

$$F_2 + R = D + M$$

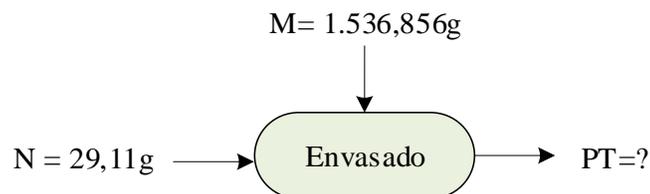
$$M = F_2 + R - D$$

$$M = (1.311,698 + 233,657 - 8,499)g$$

$M = 1.536,856g$  de milanesas de carne de pollo

#### 4.9.7 Balance de materia en la etapa de envasado de milanesas de carne de pollo

En la figura 4.41, se muestra la etapa de envasado de milanesas de carne de pollo, para una cantidad de 1536,856g de milanesas.



**Fuente:** Elaboración propia, 2023

**Figura 4.41:** Etapa de envasado de milanesas de carne de pollo

#### Balance de materia global en la etapa de envasado de milanesas de carne de pollo

$$M + N = PT$$

Ecuación 4.20

Despejando PT de ecuación 4.20:

$$PT = M + N$$

$$PT = (1.536,856 + 29,11)g$$

$$PT = 1.565,966g \text{ de producto terminado}$$

#### **4.9.8 Balance de materia global en la elaboración de milanesas de carne de pollo**

$$P_1 + L + C + S + R + N = P_2 + P_4 + E + SM_2 + D + PT \quad \text{Ecuación 4.21}$$

Reemplazando datos en ecuación 4.21:

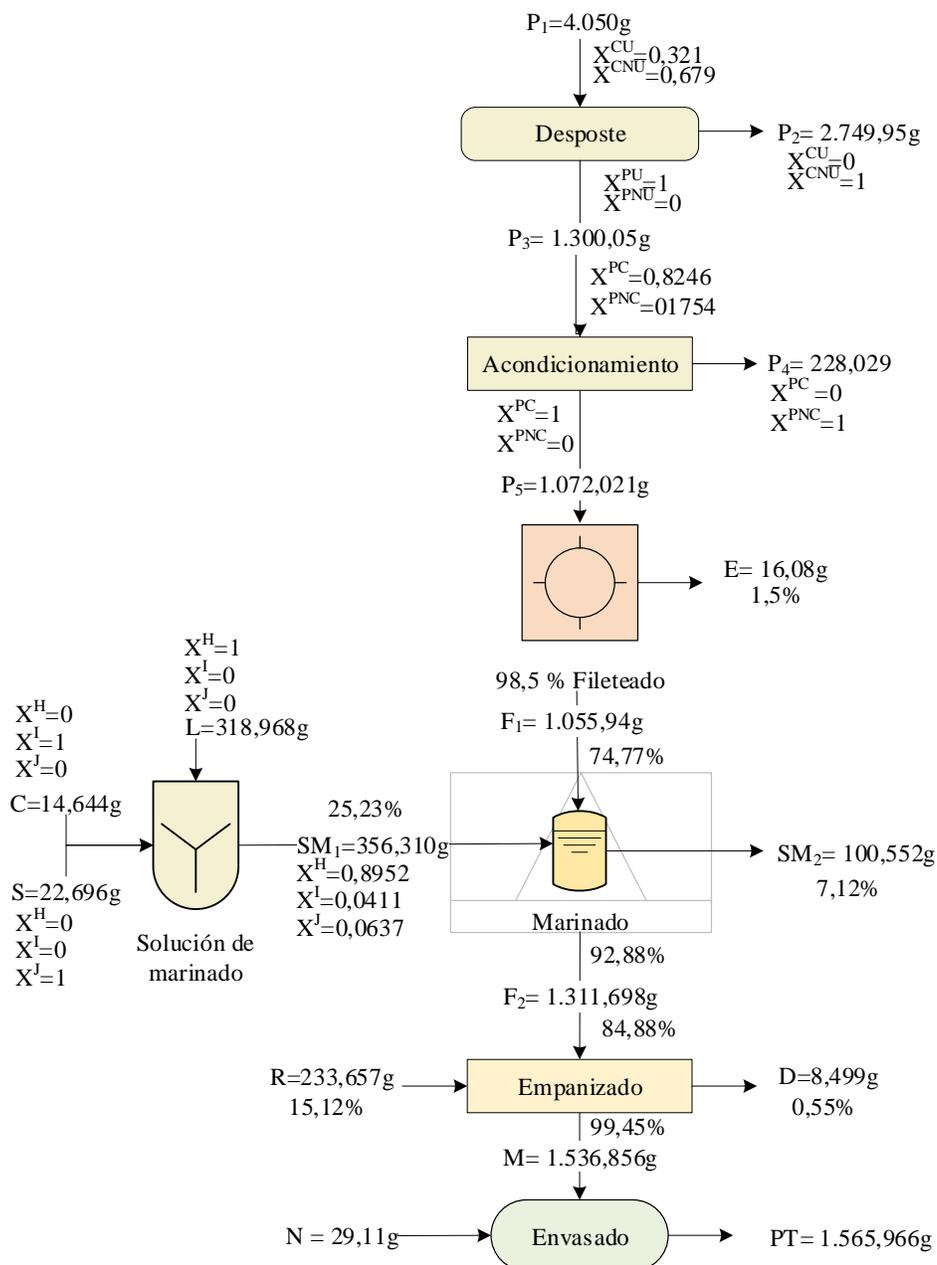
$$P_1 + L + C + S + R + N = P_2 + P_4 + E + SM_2 + D + PT$$

$$(4.050 + 318,968 + 14,644 + 22,696 + 233,657 + 29,11)g = (2.749,95 + 228,029 + 16,08 + 100,552 + 8,499 + 1.565,966)g$$

4.669,08g = 4.669,08g flujo másico que interviene en el proceso de elaboración de milanesas de carne de pollo

#### 4.10 Resumen general del balance de materia para el proceso de elaboración de milanesas de carne de pollo

En la figura 4.42, se muestra el resumen de los resultados obtenidos del balance general de materia para la elaboración de milanesas de carne de pollo.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 4.42: Resumen del balance general de materia para el proceso de elaboración de milanesas de carne de pollo.

#### 4.11 Balance de energía para la elaboración de milanesas de carne de pollo

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

$$L_1(EC_1 + EP_1 + PV_1) + Q - L_2(EP_2 + EC_2 + PV_2) = T + 2F + \frac{d\theta v^4}{d\theta}$$

$$L_1(\mu_1 + PV_1) + Q = L_2(\mu_2 + PV_2)$$

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

$$Q = L_1(H_1 - H_2)$$

$$Q = L_1\Delta H$$

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

$$Q = L_1 C_p \Delta H \quad \text{Ecuación 4.22}$$

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

$$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{ganado}} \quad \text{Ecuación 4.23}$$

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

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

$$Q_T = Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{ganado}} \quad \text{Ecuación 4.24}$$

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

$$Q_1 = \Delta HL = L * \gamma \quad \text{Ecuación 4.25}$$

Para el cálculo del balance de energía en las diferentes fases de elaboración de milanesa de carne de pollo, 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 la capacidad calorífica, como se detalla en la ecuación 4.26 de tal forma, en el presente trabajo se determinó el  $C_p$  de la milanesa de carne de pollo.

$$C_p = X_W C_W + X_C C_C + X_P C_P + X_F C_F + X_A C_A \quad \text{Ecuación 4.26}$$

Donde:

$X_W$  = Fracción en peso del agua

$C_W$  = Capacidad calorífica del agua

$X_C$  = Fracción en peso de carbohidratos

$C_C$  = Capacidad calorífica de carbohidratos

$X_P$  = Fracción en peso de proteína

$C_P$  = Capacidad calorífica de proteína

$X_F$  = Fracción en peso de grasa

$C_F$  = Capacidad calorífica de grasa

$X_A$  = Fracción en peso de ceniza

$C_A$  = Capacidad calorífica de ceniza

Según Lewis, 1993 las capacidades caloríficas en función a la composición fisicoquímica de los alimentos, se detallan en la tabla 4.28

**Tabla 4.28**

*Capacidades caloríficas en función de la composición de los alimentos*

Calor específico	Valor 1 KJ/kg °C	Valor 2 KJ/kg °C
$C_W$ (humedad)	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	0,00

**Fuente:** Lewis, 1993

En la tabla 4.28, se observa los resultados de la composición fisicoquímica de la milanesa de carne de pollo de datos extraídos del (Anexo A).

**Tabla 4.29*****Resultados de la composición fisicoquímica de la milanesa de carne de pollo***

Parámetros	Unidad	Resultados
Ceniza	%	2,11
Grasa	%	2,11
Hidratos de carbono	%	10,17
Humedad	%	66,69
Proteína total	%	18,92

**Fuente:** CEANID, 2023

Para la determinación del calor específico de la milanesa de carne de pollo ( $C_{p_m}$ ), se tomó en cuenta la ecuación 4.26, citado por (Lewis, 1993). Así mismo, según el S.I (Sistema Internacional de Unidades), el valor de 1KJ equivale a 0,23884 Kcal.

Por lo tanto, según la ecuación 4.26, se tiene:

$$C_p = X_W C_W + X_C C_C + X_P C_P + X_F C_F + X_A C_A$$

$$C_{p_m} = 0,6669 * 0,9983512 + 0,1017 * 0,334376 + 0,1892 * 0,382144 + 0,0211 * 0,406028 + 0,0211 * 0,191072$$

$$C_{p_m} = 0,7847 \text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C calor específico de la milanesa de carne de pollo}$$

En la tabla 4.30, detalla la capacidad calorífica del aceite y aluminio, citado en (Lewis,1993).

**Tabla 4.30*****Capacidad calorífica de aceite vegetal y aluminio***

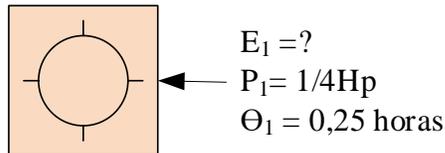
Capacidad calorífica	Unidad	Valor
Aceite vegetal	Kcal/Kg °C	0,47
Aluminio	Kcal/Kg °C	0,22

**Fuente:** Lewis,1993

En base a estos datos se procede a desarrollar la resolución del balance de energía del proceso de elaboración de milanesas de carne de pollo.

#### 4.11.1 Balance de energía en la etapa de fileteado de la carne de pollo.

En la figura 4.43, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de fileteado de la carne de pollo, se tomó en cuenta el equipo fileteador eléctrico de la figura 3.6.



Fileteado

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.43:** Etapa de fileteado de carne de pollo

Para la etapa de fileteado, el fileteador eléctrico utilizado tiene una potencia de 1/4Hp equivalente a 186,5 W por un tiempo de 0,25 hora.

$$P = \frac{\text{Energía (E)}}{\text{Tiempo}(\Theta)}$$

$$E = P * \Theta$$

Ecuación 4.27

Reemplazando datos en ecuación 4.27

$$E_1 = P_1 * \Theta_1$$

$$E_1 = 186,5 \text{ W} * \frac{\frac{1\text{Kcal}}{\text{h}}}{1,163\text{W}} * 0,25\text{h}$$

$E_1 = 40,09$  Kcal energía eléctrica necesaria para etapa de fileteado de la carne de pollo

#### 4.11.2 Balance de energía en la etapa de marinado

Para la etapa de marinado se utilizó una heladera con alimentación eléctrica, con una potencia de 105 W, por un tiempo de 3,75 horas.

Reemplazando datos en ecuación 4.27

$$E_2 = P_2 * \Theta_2$$

$$E_2 = 105 \text{ W} * \frac{1\text{Kcal}}{1,163\text{W}} * 3,75\text{h}$$

$E_2 = 338,564$  Kcal energía necesaria para la etapa marinado

#### 4.11.3 Balance de energía en la etapa de envasado

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

Reemplazando datos en la ecuación 4.27

$$E_3 = P_3 * \theta_3$$

$$E_3 = 750\text{W} * \frac{1\text{Kcal}}{1,163\text{W}} * 0,083\text{h}$$

$E_3 = 53,525$  Kcal energía necesaria para la etapa de envasado

#### 4.11.4 Energía eléctrica total para el proceso

Aplicando la ecuación 4.24.

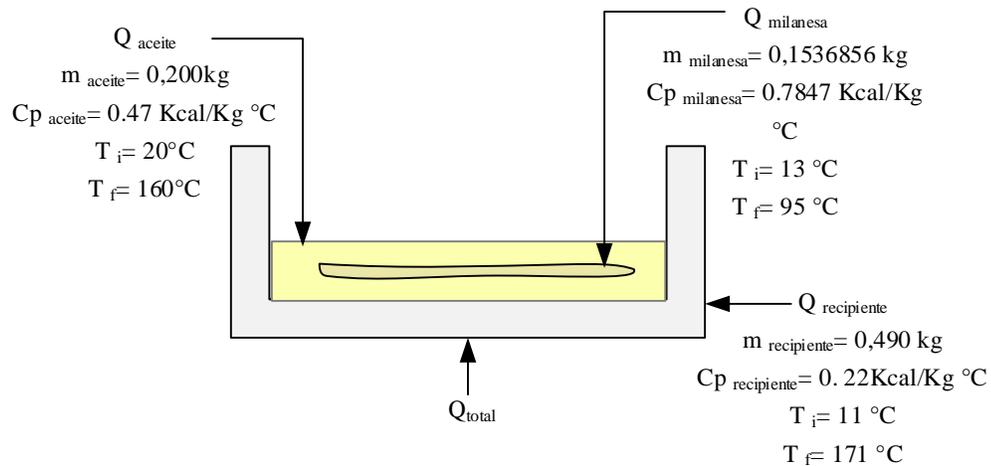
$$E_T = E_1 + E_2 + E_3$$

$$E_T = (40,09 + 338,564 + 53,525)\text{Kcal}$$

$$E_T = 432,179 \text{ Kcal de energía eléctrica}$$

#### 4.11.5 Balance de energía en la etapa de frito

En la figura 4.44, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de frito



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.44:** Etapa de frito de la milanesa

Ecuación para calcular el calor:

$$Q = m * Cp * \Delta T \quad \text{ecuación 4.28}$$

Reemplazando datos en la ecuación 4.28, para calcular el calor necesario en el recipiente de aluminio en el proceso de frito.

$$Q_{\text{recipiente}} = m * Cp * \Delta T$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 0,490 \text{ Kg} * 0,22 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (171 - 11)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 17,248 \text{ Kcal}$$

Reemplazando datos en la ecuación 4.28, para calcular el calor necesario para calentar el aceite de frito.

$$Q_{\text{aceite}} = m * Cp * \Delta T$$

$$Q_{\text{aceite}} = 0,200 \text{ Kg} * 0,47 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (160 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{aceite}} = 13,16 \text{ Kcal}$$

Reemplazando datos en la ecuación 4.28, para calcular el calor necesario en el proceso de fritado de las milanesas.

$$Q_{\text{milanesa}} = m * C_p * \Delta T$$

$$Q_{\text{milanesa}} = 0,1536856 \text{ Kg} * 0,7847 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (95 - 13)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{milanesa}} = 9,89 \text{ Kcal}$$

Calor necesario para la etapa de fritado, aplicando la ecuación 4.24.

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{aceite}} + Q_{\text{milanesa}}$$

$$Q_{\text{total}} = (17,248 + 13,160 + 9,890) \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{total}} = 40,298 \text{ Kcal}$$

# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- Según el análisis fisicoquímico de la carne de pollo, se obtuvo como resultados: acidez 0,98%, ceniza 1,25%, fibra n.d, grasa 1,00%, carbohidratos 0,25%, humedad 74,72%, pH 5,96, proteína total 22,78%, rancidez negativa y valor energético 101,12 Kcal/100g.
- En el análisis de micronutrientes: fósforo 51,10 mg/100g y potasio 422 mg/100g.
- En el análisis microbiológico de la carne de pollo presenta: Escherichia coli  $< 1,0 \cdot 10^1$  UFC/g, Salmonella ausencia P/A/25g y Staphylococo aureus  $< 1,0 \cdot 10^1$  UFC/g.
- Realizada la evaluación sensorial de las pruebas preliminares de milanesa de carne de pollo, se obtuvo a P09 como muestra ideal, la cual fue la más aceptada por los jueces, teniendo como resultado una mediana de 6,0 en los atributos olor, sabor y textura en una escala de siete puntos.
- Se estableció que entre las variables temperatura (A), espesor (B) y leche (C), existe diferencia significativa en las variables respuesta: humedad, pH y acidez, siendo el factor temperatura (A) el más significativo que los demás factores y AC entre las interacciones.
- La muestra B09 de milanesa de carne de pollo fue seleccionada como la muestra final después de realizar una evaluación sensorial. Se encontró una diferencia significativa entre las muestras experimentales, evaluadas en términos de atributos, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Esto se confirmó mediante un análisis estadístico de caja y bigote, que se basó en los valores de las medianas.
- El diseño factorial  $2^3$  es resuelto en el programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI.I) para el sistema operativo Windows en la operación de marinado, siendo los factores tomados en cuenta: temperatura (A), espesor del filete (B) y leche (C), las variables respuesta son: contenido de humedad, pH y acidez. Para el contenido de humedad (AC y ABC), son significativos siendo que valor-P  $< 0,05$ . Para el pH (A, AC

y BC), son significativos siendo valor- $P < 0,05$ . Para el contenido acidez (A, C, AB, AC, BC y ABC), son significativos siendo valor- $P < 0,05$ , para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

- Durante el almacenamiento de la milanesa de carne de pollo, se observó que la muestra con conservante es más estable en cuanto a humedad, pH y acidez en comparación con la muestra sin conservante. La humedad en la muestra con conservante disminuye de 63,9987% a 60,5437%, al igual que en el pH reduce de 6,210 a 6,055, y en cuanto al nivel de acidez comienza en 1,083% y concluye en 0,927%. Estos resultados enfatizan la importancia de usar conservantes para preservar la calidad de las milanesas de carne de pollo durante su almacenamiento.
- El análisis fisicoquímico de la milanesa de carne de pollo, indica los siguientes resultados: acidez 0,5%, ceniza 2,11%, fibra n.d, grasa 2,11%, carbohidratos 10,17%, humedad 66,69%, pH 5,97, proteína total 18,92, rancidez negativo y valor energético 135,35 Kcal/100g.
- En análisis de micronutrientes: fosforo 17 mg/100g y potasio 362 mg/100g.
- El análisis microbiológico: Escherichia coli  $< 1,0 \cdot 10^1$  UFC/g, Salmonella ausencia, Staphylococo aureus  $< 1,0 \cdot 10^1$  UFC/g.
- Según el control realizado en la etapa de almacenamiento de la milanesa de carne de pollo con sorbato de potasio como agente conservante, manteniendo una cadena de frio de 1°C, se determinó que el tiempo de vida útil del producto final es de cuatro días, tiempo en el cual preserva sus propiedades organolépticas.
- El balance de materia y energía aplicando a 1.072,021 gramos de carne de pollo acondicionada, se determina que se obtiene 1.536,856 gramos de milanesa de carne de pollo (15 unidades de milanesa de pollo con un peso aproximado de 100g por unidad), a su vez en el balance de energía, indica que para la producción de

milanesa de carne de pollo se necesita 40,298 kcal de calor y 432,179 kcal de energía eléctrica.

## **5.2 Recomendaciones**

- Se recomienda continuar investigando la elaboración de productos cárnicos que incluyan una mayor proporción de carne de pollo, con el objetivo de brindar una amplia variedad de productos cárnicos a la población.
- Es aconsejable ofrecer talleres enfocados en la producción de productos cárnicos, para fortalecer el sector avícola y optimizar las ganancias de los criadores de pollo.
- Se sugiere profundizar en la investigación sobre la elaboración de productos derivados de distintas aves, con el propósito de introducir innovaciones y diversificar la oferta en el mercado.