

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Las salchichas son un ingrediente popular en muchos platos de todas las estaciones y de todas partes del mundo, gracias a su increíble versatilidad, existen aproximadamente 55 tipos de salchichas que varían según sus carnes, especias y forma de elaboración para cada país (Amengual, 2018).

En Bolivia hoy en día las personas consumen bastantes embutidos como las salchichas, que son de fácil preparación y tienen un bajo costo. Si bien no existen estudios relacionados con el consumo, producción y tipos de salchichas, hay más de 55 marcas de salchichas autorizadas para su venta a nivel nacional (Paye, 2019).

En Tarija en los últimos años la oferta de los embutidos como las salchichas, entre otros ha ido en aumento. Entre las marcas de salchichas actualmente que se destacan en la región son: El Rey, San Juan, Ham-Ham, Bandy, Hesse, Conzelman, U.A.J.M.S, y Zab (MSD, 2018).

En Bolivia, en la fiesta cristiana de San Juan realizada el 24 de junio se acostumbra a consumir muchos embutidos especialmente las salchichas. Si bien se hacen controles sanitarios a estos productos cárnicos abunda la venta de productos de contrabando y de mala calidad que pueden ser un peligro para la ciudadanía.

Según (Gutiérrez, 2015) encargada de la vigilancia de Enfermedades de Transmisión por los Alimentos (ETA), Aguas y Nutrientes de Laboratorio Municipal, asegura que las personas de la ciudad de La Paz consumen bastantes salchichas, tanto así que a diario se estima que se consume más de dos toneladas de este producto. Además, menciona que si bien se realizan controles continuos a las empresas que producen estos embutidos, muchas veces el consumidor prioriza la cantidad en lugar que la calidad.

1.2 Justificación

- Debido a la disponibilidad de diferentes tipos de salchicha en el mercado local de la ciudad de Tarija y las cuales se constituyen en productos derivados de las carnes que no cumplen con las normas sanitarias; especialmente en el contenido de materia grasa que son un problema de la salud.
- Por tal motivo, el presente trabajo de investigación tiende a sustituir parcialmente la materia grasa por aceite vegetal de soya con el fin de coadyuvar de alguna manera a mejorar a la disminución del contenido de materia grasa en su composición.
- De igual modo, se pretende introducir al mercado local una alternativa de salchicha que en su composición contenga aceite vegetal de soya con el fin de disminuir el tocino en la formulación y tener un producto más amigable para las personas.
- Así mismo, los aceites de origen vegetal contienen en su composición componentes esenciales para el organismo como ser los ácidos oleicos y linoleicos que son más saludables que las materias grasas de origen animal y que pueden coadyuvar a mejorar las enfermedades tipo cardiovasculares.

1.3 Objetivos

En el presente trabajo de investigación, se proponen los siguientes objetivos a realizar.

1.3.1 Objetivo general

Elaborar salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, mediante la dosificación de carnes e insumos; con el fin de obtener un producto de mejor calidad nutricional para la provincia Cercado de Tarija.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los análisis fisicoquímicos de la carne de res, carne de cerdo y tocino, con el fin de conocer su composición química.
- Aplicar evaluación sensorial a las muestras preliminares y salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.
- Aplicar el diseño experimental en el proceso de dosificación, con el fin de establecer las variables en el proceso.
- Determinar el análisis de contenido de grasa en las muestras experimentales, con el fin de observar su variación.
- Realizar el control de humedad, pH y acidez del producto final durante el almacenamiento, con el fin de efectuar un control de calidad.
- Determinar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del producto final salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, con la finalidad de establecer su calidad.
- Determinar los análisis fisicoquímicos de la muestra sin aceite de soya en su formulación y salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, con el fin de observar la diferencia en su calidad.
- Realizar el balance de materia y energía a nivel experimental para conocer las corrientes de entrada y salida en el proceso.

1.4 Objeto de estudio

El objeto de estudio del presente trabajo es la dosificación de carnes e insumos para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.

1.5 Campo de acción

El presente trabajo de investigación propuesto, queda delimitado por los siguientes campos de acción:

1.5.1 Espacial

El campo de acción espacial en donde se realizó, fue en la provincia Cercado de Tarija.

1.5.2 Temporal

El campo de acción temporal, se realizó en las gestiones (2021-2022).

1.5.3 Institución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) y los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA), pertenecientes a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, provincia Cercado, departamento de Tarija.

1.6 Situación del problema

Hoy en día el consumo de los productos cárnicos representa un gran porcentaje dentro del sistema de alimentación de las personas. Donde el alto contenido de grasas en los embutidos y el consumo excesivo aumenta el riesgo de padecer enfermedades como la hipertensión arterial y las enfermedades del corazón. En la provincia Cercado de Tarija dado que no existe una salchicha que contenga en su formulación aceite de soya y que tenga las mismas características sensoriales a las normales, se podría integrar como una alternativa para un derivado cárnico; sin embargo, se observa mucha oferta por este tipo de producto, donde las personas priorizan la cantidad que la calidad.

Para este tipo de embutido la dosificación de carnes e insumos permite realizar procedimientos adecuados para obtener productos cárnicos de mejor calidad.

1.7 Formulación del problema

¿Cuál será dosificación de carnes e insumos a ser utilizados en la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya para obtener un producto de mejor calidad nutricional para la provincia Cercado de Tarija?

1.8 Hipótesis

La dosificación de carnes e insumos a ser utilizado para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, permitirá obtener un producto de mejor calidad nutricional para la provincia Cercado de Tarija.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de la salchicha

El origen de la salchicha, comenzó en Babilonia hace 3500 años, cuando los cocineros preparaban carnes picadas con especias y lo rellenaban en tripas de intestinos de animales. De esa forma paso a otras civilizaciones del antiguo mundo, que las adoptaron, modificaron y a su vez fueron creando distintas formas de preparación, pasando desde una gruesa tipo morcilla hasta llegar a la forma esbelta como se la conoce hoy. (Jiménez, 2009).

Los embutidos son una de las más viejas formas de procesar alimentos, siendo ya mencionados en la Odisea de Homero en el siglo IX A.C. Frankfurt-am-Main, en Alemania, es habitualmente mencionada como la cuna de la salchicha, pero hay quienes afirman que la popular salchicha fue creada a fines del siglo XVII por Johann Georghehner, un carnicero, que vivía en la ciudad alemana (Perales, 2010).

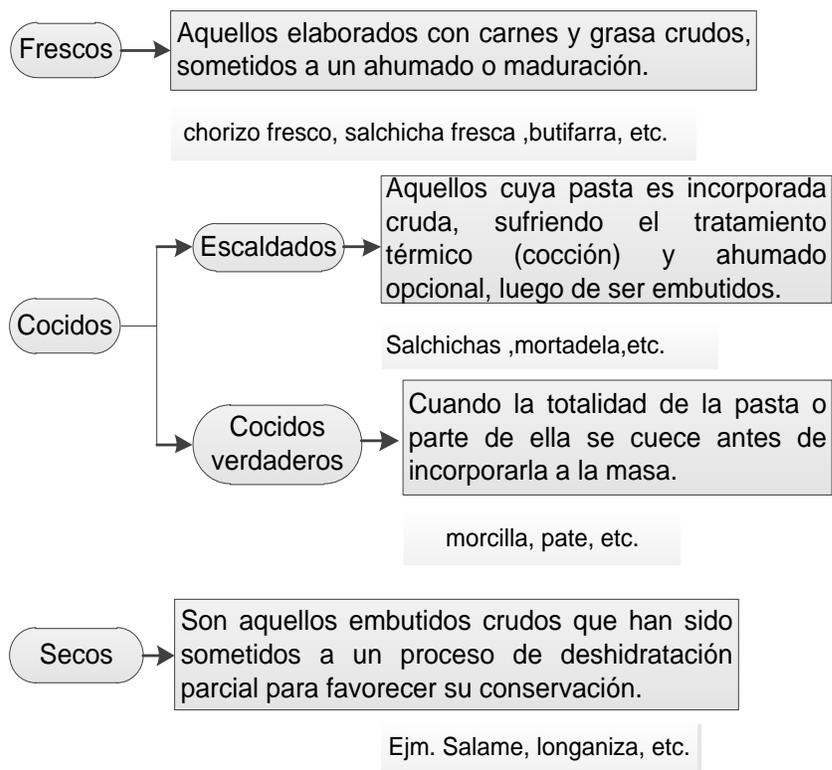
2.2 Definición de salchicha

Es el producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; embutido en tripas naturales o artificiales, crudas, cocidas, maduradas, ahumadas o no (NTE 1338, 2012).

En su elaboración se pueden utilizar carnes de muy diverso origen, lo que determina su calidad y precio. Se prefiere carne recién sacrificada de novillos, terneras y cerdos jóvenes y magros, este tipo de carne posee fibra tierna y se aglutina y amarra fácilmente. Además, carece de grasa interna y es capaz de fijar gran cantidad de agua. Estos productos son de consistencia suave, elevada humedad y corta duración (FAO, 2014).

2.3 Clasificación de los embutidos

Según (Müller & Ardoíno, 2008), mencionan que existen una gran variedad de productos cárnicos llamados “embutidos”. Una forma de clasificarlos desde el punto de vista de proceso de elaboración, reside en referir al estado de la carne al incorporarse al producto. En la figura 2.1, se muestra la clasificación de los embutidos según su proceso de elaboración.



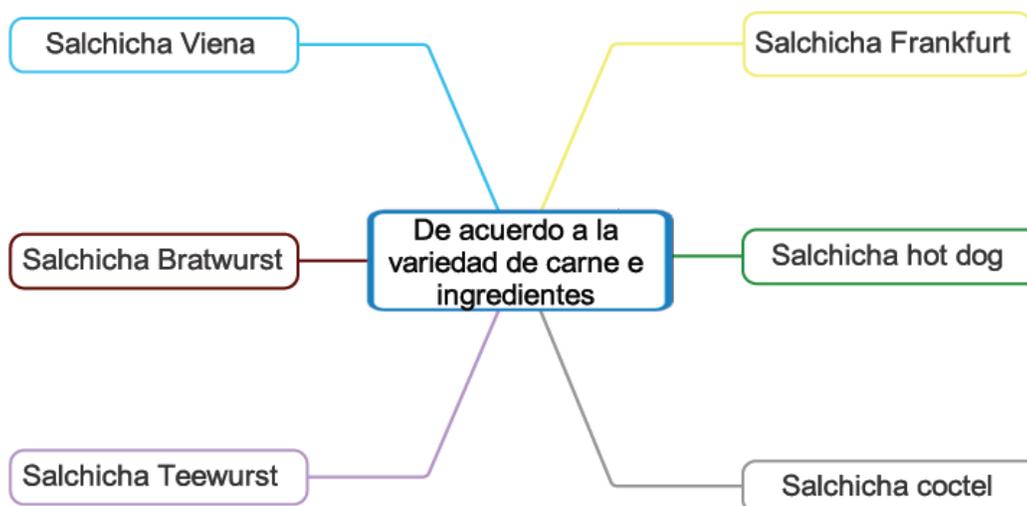
Fuente: (Muller & Ardoíno, 2008)

Figura 2.1: Clasificación de los embutidos según el proceso de elaboración

Dentro de la clasificación de los embutidos, la salchicha se encuentra en el grupo de los productos cárnicos escaldados. Estas pasan por un proceso de emulsificación y sufren un tratamiento térmico a una determinada temperatura luego de ser embutidas (Müller & Ardoíno, 2008).

2.3.1 Tipos de salchichas

Las salchichas son un ingrediente popular en muchos platos de todas las estaciones y de todas partes del mundo, gracias a su increíble versatilidad, con las variaciones que se imponen por cultura o sus ingredientes de proximidad (Amengual, 2018). En la figura 2.2, se muestra los tipos de salchichas más populares.



Fuente: (Amengual, 2018)

Figura 2.2: Tipos de salchichas más populares

Según (Amengual, 2018) las salchichas se encuentran entre las variedades más populares en el mundo, elaboradas con carnes vacunas y porcinas. Las salchichas pueden ser simplemente cocidas o ahumadas antes o después de la cocción.

2.4 Composición nutricional de la salchicha

El valor energético de la salchicha varía en función de cada variedad e incluso de cada marca comercial y depende mayormente de la cantidad de grasa de su composición (MAPA, 2018). En la tabla 2.1, se muestra la composición nutricional de la salchicha por cada 100g.

Tabla 2.1

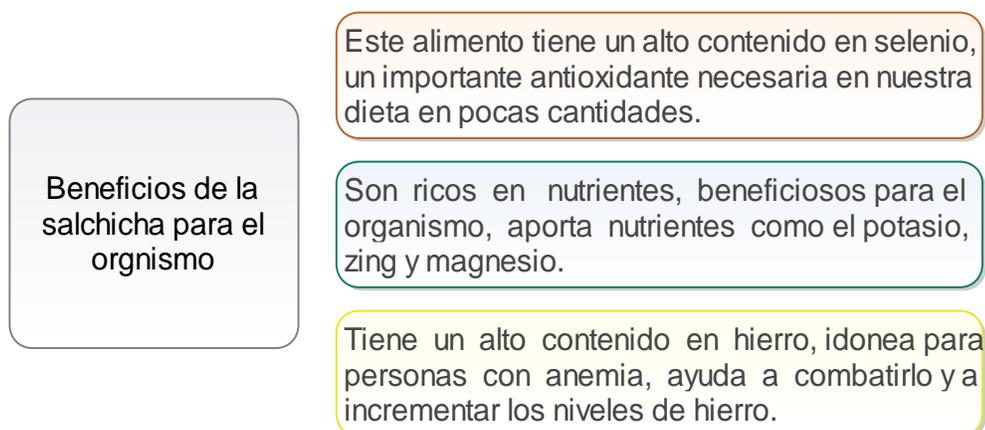
Composición nutricional de la salchicha

Componentes	Unidad	Valor
Calorías	kcal	295,0
Agua	g	65,5
Proteína	g	12,0
Lípidos	g	19,5
Hidratos de carbono	g	3,0
Calcio	mg	13,0
Hierro	mg	1,8
Magnesio	mg	9,0
Zinc	mg	1,4
Sodio	mg	778,0

Fuente: Moreiras et al., 2014

2.5 Beneficios de la salchicha para el organismo

Según (Cervera, 2021), menciona que las salchichas tienen grandes beneficios para nuestra salud, lejos de lo que se tiende a pensar, se trata de un alimento que tiene muchos nutrientes, por lo que su consumo aporta grandes beneficios. En la figura 2.3, se muestra los beneficios de la salchicha para el organismo.



Fuente: (Cervera, 2021)

Figura 2.3: Beneficios de la salchicha para el organismo

2.6 Carne de res, carne de cerdo, tocino y aceite de soya para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

A continuación, se detalla la carne de res, carne de cerdo, tocino y aceite de soya para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.

2.6.1 Carne de res

Según (FAO, 2019), la carne de res es el alimento pecuario de mayor valor, posee proteínas, aminoácidos, minerales, grasas, ácidos grasos, vitaminas y otros componentes. La calidad y composición de este alimento depende ciertos de factores que incluyen la raza, la localización anatómica, el sistema de producción, el tipo de sacrificio y procesamiento, (Pérez & Ponce, 2013). En la tabla 2.2, se observa la composición nutricional por cada 100g.

Tabla 2.2

Composición nutricional de carne de res

Componentes	Unidad	Valor
Energía	Kcal	131,0
Agua	g	73,9
Proteína	g	20,7
Grasas	g	5,4
Hierro	mg	2,1
Magnesio	mg	2,1
Zinc	mg	3,8
sodio	mg	61,0
Potasio	mg	350,0

Fuente: Moreiras et al., 2014

2.6.2 Carne de cerdo

Según (Corella et al., 2017), la carne de cerdo es un alimento muy magro, siendo la mayoría de sus grasas insaturadas y ricas en proteínas de alto

valor biológico, aportan minerales como hierro, potasio, zing y vitaminas del grupo B. Teniendo en cuenta que la composición de la carne de cerdo depende de factores como la edad, raza, sexo de los animales, el entorno en el que ha vivido, su alimentación y las transformaciones que ha sufrido la carne durante su procesado. En la tabla 2.3, se observa la composición nutricional de la carne de cerdo por cada 100g.

Tabla 2.3

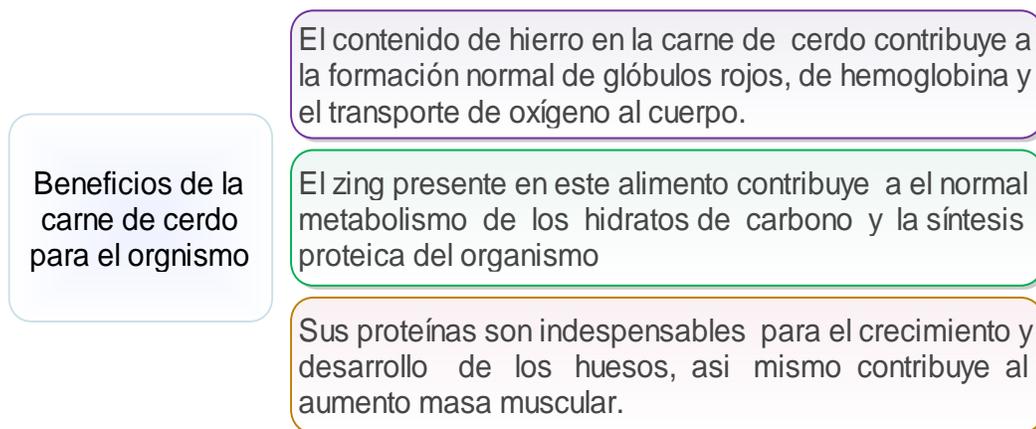
Composición nutricional de carne de cerdo

Componentes	Unidad	Valor
Energía	Kcal	155,0
Agua	g	71,7
Proteína	g	20,0
Grasa	g	8,3
Calcio	g	8,0
Hierro	mg	1,5
Magnesio	mg	22,0
Zing	mg	2,5
Potasio	mg	370,0

Fuente: Moreiras et al., 2014

2.6.2.1 Beneficios de la carne de cerdo para el organismo

En la figura 2.4, se muestra los beneficios de la carne de cerdo para el organismo.



Fuente: (Corella et al., 2017)

Figura 2.4: Beneficios de la carne de cerdo para el organismo

2.6.3 Tocino o grasa de cerdo

La grasa de cerdo o tocino tiene un papel determinante en la textura y sabor de productos cárnicos emulsionados. Las propiedades funcionales de los sistemas cárnicos emulsionados tienen como fundamento el balance en las interacciones de las proteínas miofibrilares con el agua, la grasa y con ellas mismas para solubilizarse, emulsionar y gelificar (Pérez & Ponce, 2013).

La grasa de la parte dorsal, de la pierna y la papada son las más recomendables y las que más se utilizan para la elaboración de productos cárnicos, éstas son blandas, se pican mejor y se funden a temperaturas más bajas que la grasa de res (Angarita, 2005). En la tabla 2.4, se observa la composición nutricional por cada 100g.

Tabla 2.4

Composición nutricional del tocino

Componentes	Unidad	Valor
Calorías	Kcal	673,0
Proteínas	g	8,4
Grasas totales	g	71,0
Grasas saturadas	g	22,9
Grasas monoinsaturadas	g	29,9
Grasas polinsaturadas	g	10,9
Hidratos de carbono	g	0,0
Fibra	g	0,0
Agua	g	20,6

Fuente: Moreiras et al., 2014

2.6.4 Aceite de soya

El aceite de soya es un aceite vegetal extraído de las semillas de la soja, es uno de los más importante dentro de los aceites vegetales producidos en el mundo, debido a su excelente calidad y bajo costo. Su extracción se realiza por dos métodos: la extracción física o mecánica y extracción química con solventes (Fox, 2012).

El aceite contenido en la soya es 21 %, de alta digestibilidad y rico en ácidos grasos poliinsaturados. Su contenido de ácido linoleico es importante por ser esencial para el organismo; ya que no puede ser sintetizado y por lo tanto debe ingerirse conforme a los requerimientos (Valencia & García, 1999). En la tabla 2.5, se observa la composición nutricional del aceite de soya.

Tabla 2.5

Composición nutricional del aceite de soya

Componentes	Unidad	Valor
Grasas poliinsaturadas	%	86
Linolénico	%	8
Linoleico	%	54
Oleico	%	24
Grasas saturadas	%	13
Palmítico	%	9
Esteárico	%	4

Fuente:(Valencia & García, 1999).

En el aspecto microbiológico, Pascual & Calderón (2000), indican que el crecimiento bacteriano en aceites y grasas, a excepción de margarinas, es muy limitado y en la mayoría de casos llega a ser nulo, las bacterias no pueden multiplicarse en un producto si este no contiene agua.

2.7 Insumos alimentarios para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Los insumos utilizados para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya se detallan a continuación:

2.7.1 Hielo

El hielo picado o agua fría se utiliza para reducir el calentamiento de la masa, debido a que un calentamiento excesivo favorece la coagulación de proteína, por consiguiente, disminuye la capacidad de humedecerse y de coagularse durante su cocción. Así mismo, el agua, la sal y fosfatos ayudan a solubilizar

las proteínas de la carne, creando una estructura de proteínas fuertes que sostienen al producto después de su tratamiento térmico (FAO, 2007).

2.7.2 Sal

Según (Hofmann & Vidal), definen que la sal común o sal de mesa es el cloruro sódico (NaCl) compuesta por dos elementos químicos, el sodio y el cloro. Además de dar sabor la principal función es la solubilización y extracción de las proteínas miofibrilares necesarias para la cohesión durante el escaldado. La sal permite extraer y solubilizar proteínas, principalmente miosina y actina, esencial para la elaboración de productos cárnicos. Para ello, estas proteínas pueden ligar agua e incrementar su capacidad de retención, ayudando en la emulsificación de las partículas de grasa en los embutidos revistiendo los glóbulos de grasa e incrementando la viscosidad de la mezcla facilitando así la incorporación de la grasa (Vargas et al., 2014).

2.7.3 Fosfatos

Los fosfatos son sales de ácido fosfórico que al combinarse con el cloruro de sodio logran un efecto sinérgico que permite mejorar la extracción de las proteínas musculares; además, durante la elaboración de la emulsión de embutidos, su principal función es la de ayudar a mantener o ligar el agua libre para reducir pérdidas por cocción y disminuir la pérdida durante su empacado al incrementar el hinchamiento de las fibras y la solubilización de proteínas, así como permitir estabilizar la emulsión cárnica gracias a la estructura molecular hidrofílica/hidrofóbica que posee. Los fosfatos también ayudan a estabilizar el sabor y el color en el producto terminado debido a su capacidad de secuestrar iones metálicos de transición (Fe y Cu), reduciendo o retardando la oxidación (Castro, 2015).

2.7.4 Sal de cura

Según (Herrera et al., 2019), la sal de cura es una mezcla de sal de mesa y nitratos o nitritos, utilizados para el curado de toda clase de productos cárnicos. Cuya función principal es su poder conservante; ya que actúan inhibiendo el crecimiento de todos los microorganismos que producen alteraciones y toxiinfecciones cárnicas; además de la acción antibacteriana, se le atribuyen también funciones de estabilizadores del color, antioxidantes y desarrolladores de aroma y sabor (Oña et al., 2012).

2.7.5 Eritorbato de sodio

El eritorbato de sodio es la sal sódica del ácido eritórico, es un aditivo alimentario utilizado en productos cárnicos, su principal función es de antioxidante y estabilizante, retardando el enranciamiento de las grasas, permitiendo así mantener el color y sabor. Este aditivo ayuda a prolongar el tiempo de almacenamiento de estos productos (Capello et al., 2017).

2.7.6 Glutamato monosódico

Según (Aza & Restrepo, 2012), el glutamato monosódico es una sal sódica proveniente del aminoácido L-glutamato, encargado de producir un sabor conocido como “umami”. De igual modo según (DUAS RODAS, 1996), menciona que su función principal, es potenciar el sabor deseado del producto a base de glutamato mono sódico e hidrolizados de proteína que poseen propiedades saborizantes que corrigen los sabores indeseables.

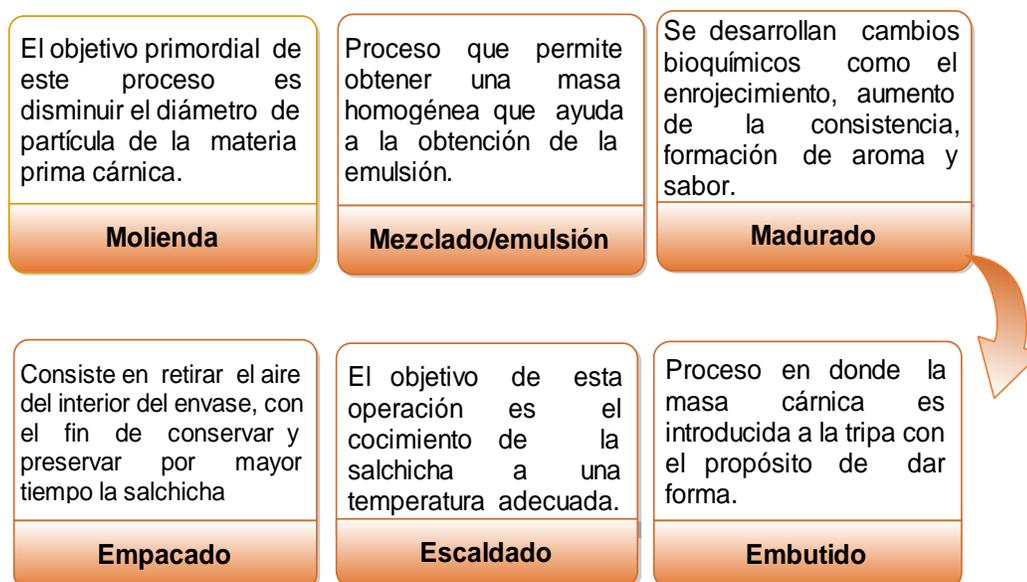
2.7.7 Azúcar

Los azúcares más comúnmente adicionados a los embutidos son la sacarosa, la lactosa, la dextrosa, la glucosa y el jarabe de maíz. Se utilizan para dar sabor por sí mismos y para enmascarar el sabor de la sal. Pero

principalmente sirven de fuente de energía para las bacterias ácido-lácticas necesaria para la maduración de la masa (Costa, 2013).

2.8 Proceso tecnológico para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

En la figura 2.5, se muestra el proceso tecnológico que será utilizado para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya. Siendo el proceso de emulsión con más relevancia para este tipo de producto.



Fuente: (Jimenes & Carballo, 2013)

Figura 2.5: Proceso tecnológico para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

2.8.1 Emulsión cárnica

Según (Triana, 2016) la emulsión se define como la mezcla de dos líquidos inmiscibles, uno de los cuales se dispersa en forma de pequeñas gotitas o glóbulos en el otro. El líquido que forma las gotas pequeñas se denomina fase dispersa y donde están dispersas las gotas se denomina fase continua. En las emulsiones cárnicas la fase dispersa está conformada por partículas de grasa sólida o líquida y la fase continua por agua que contiene sales y

proteínas especialmente las miofibrilares (actina y miosina) que son solubles en soluciones salinas diluidas (Ramirez, 2009).

Todo el proceso de formación de la emulsión se inicia con la extracción de la proteína en el cutter; allí, las proteínas solubles pasan a una fase acuosa. La sal y polifosfatos promueven la extracción de la proteína soluble, aumentando la superficie de proteína disponible para recubrir las pequeñas gotas de grasa, dando mayor estabilidad a la emulsión (Velásquez, 2011).

2.8.1.1 Factores que afectan la estabilidad de las emulsiones cárnicas

En la figura 2.6, se muestra los factores que afectan la estabilidad de las emulsiones cárnicas.

<p>Calidad y composición de las materias primas</p>	<p>Temperatura de las materias primas</p>
<p>La carne debe tener un alto contenido de proteína miofibrilar, con pH de 5,8 - 6,2 y bajo contenido de tejido conectivo.</p>	<p>Las carnes y grasa deben estar refrigeradas (0 a 4°C) para facilitar el corte y mantener baja la temperatura.</p>
<p>Temperatura de emulsión</p>	<p>Tratamiento térmico</p>
<p>La temperatura no debe superar de 14°C en el proceso de emulsión. Las proteínas pueden desnaturalizarse.</p>	<p>La temperatura no debe ser mayor a 75°C. A mayor T°. la proteína se desnaturaliza y se encoge demasiado perdiendo su función emulsificadora.</p>

Fuente: (Ramirez, 2009)

Figura 2.6: Factores que afectan la estabilidad de las emulsiones cárnicas

2.9 Inclusión de aceite vegetal en embutidos

Se han realizado varios trabajos evaluando la posibilidad de elaborar diversos productos cárnicos, con la modificación de su formulación tradicional, obteniendo resultados exitosos. (Banda, 2010) sustituyó el 75% de la grasa animal por grasa vegetal(*Danfats FRI-1333*) y almidón de papa, en la formulación y elaboración de salchichas, estableciendo que dicho producto tiene características similares a las otras salchichas de marcas comerciales, en cuanto a las características organolépticas.

Jiménez & Colmenero (2013) empleó aceites vegetales de origen marino para obtener un embutido seco y fermentado reducido en grasa con un mejor perfil de ácidos grasos, sin embargo, esta modificación produjo una reducción en la dureza y un aumento en la cohesividad del producto y afectando negativamente los parámetros sensoriales respecto a un control.

(Rey et al., 2011) analizaron el remplazo de la grasa vegetal en embutidos utilizando carne de búfalo. En los ensayos iniciales realizados demostraron que los aceites utilizados en la investigación soportan las temperaturas de emulsificación y escaldado para la elaboración de derivados cárnicos escaldados.

(Bautista et al., 2012), realizaron una investigación, donde remplazaron la grasa de origen animal por la grasa de origen vegetal con la finalidad de evaluar su efecto, utilizando diferentes proporciones de aceite de canola y almidón de papa en la elaboración de embutidos escaldados. Señalaron que, al sustituir la grasa animal del embutido con un aceite vegetal para elaborar la emulsión cárnica, no cambiaron las características de calidad de una manera significativa en el producto obtenido, pero recalcan que la utilización de almidón contribuyó a la estabilidad de la emulsión.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Desarrollo de la parte experimental

La parte experimental del trabajo de investigación, elaboración de salchicha con sustitución de aceite de soya, se llevó a cabo en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) y los Laboratorios Académicos 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 de la parte experimental

Según (Costa et al., 2020) “mencionan que es aquella que se realiza para incorporar nuevos conocimientos, métodos o técnicas de investigación a una determinada disciplina científica” (Pág. 14). Por tanto, el presente trabajo se considera como una metodología experimental para elaborar salchicha sustitución de aceite de soya; con el objetivo de elaborar un producto en base a los siguientes métodos.

- Análisis fisicoquímico y microbiológico de carne de res, carne de cerdo y tocino.
- Control fisicoquímico en la emulsión cárnica y pruebas preliminares.
- Análisis sensorial de pruebas preliminares y salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.
- Análisis del diseño factorial 2^3 de las variables en el proceso de dosificación.
- Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final.
- Control fisicoquímico y microbiológico en el almacenamiento.
- Operacionalización de las variables en el proceso de elaboración.

3.3 Paradigma investigativo

Según (Ricoy, 2006.) “menciona que el paradigma positivista se califica de cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, sistemático gerencial y científico-tecnológico” (Pág. 14). Así mismo, (Martinez, 2013) sólo son objeto de

estudio los fenómenos observables, ya que son los únicos susceptibles de medición, análisis y control experimental (Pág. 11).

Por tanto, en el presente trabajo el paradigma a ser aplicado será de carácter explorativa, descriptiva y explicativa, con el objetivo de comprobar una hipótesis o para determinar los parámetros de una determinada variable durante la elaboración de la salchicha con sustitución de aceite de soya.

3.4 Enfoque de investigación

Según (Sampieri et al., 2004) define que el enfoque cuantitativo se fundamenta en el esquema deductivo y lógico que busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas (Pág. 8). Así mismo (Hernández et al., 2010), “señalan que el enfoque de investigación cuantitativa, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico” (Pág. 4).

El enfoque del presente trabajo es cuantitativo, debido a que se analizará los datos experimentales, que permitan el estudio en los cambios fisicoquímicos de la salchicha cuando se sustituya aceite de soya.

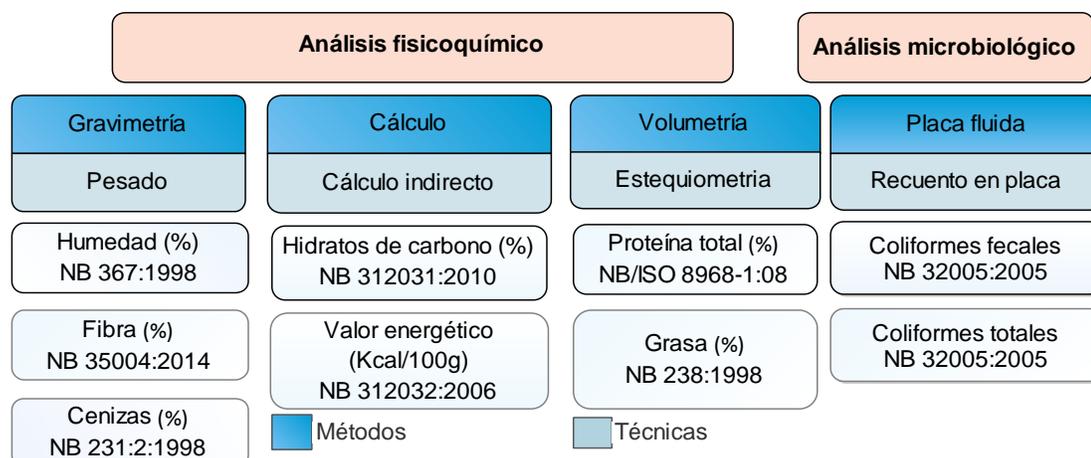
3.5 Métodos técnicas e instrumentos

La recolección de datos de datos cuantitativos se realiza mediante instrumentos de medición con requisitos de confiabilidad, validez y objetividad. Cuya respuesta se obtienen, se codifican y se transfieren a una matriz de datos y se preparan para su análisis mediante un paquete estadístico (Sampieri et al., 2010). Por tanto, los métodos y técnicas utilizados en el presente trabajo de investigación, se detallan a continuación:

3.5.1 Análisis fisicoquímico y microbiológico de la carne de res

En la figura 3.1, se muestran los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la carne de res, realizados en el Centro de Análisis, Investigación y

Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

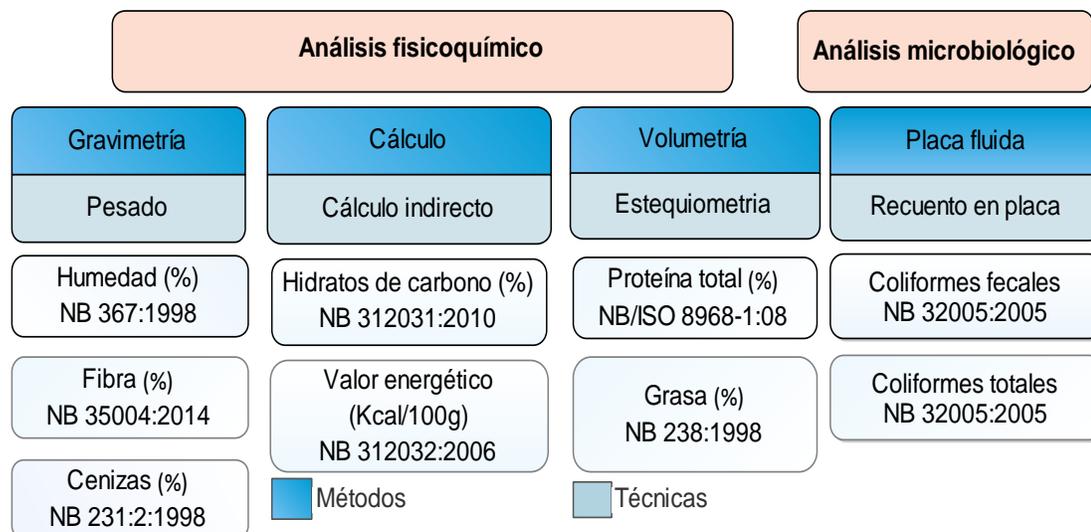


Fuente: (CEANID, 2021)

Figura 3.1: Análisis fisicoquímico y microbiológico de carne de res

3.5.2 Análisis fisicoquímico y microbiológico de carne de cerdo

En la figura 3.2, se muestran los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la carne de cerdo, realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

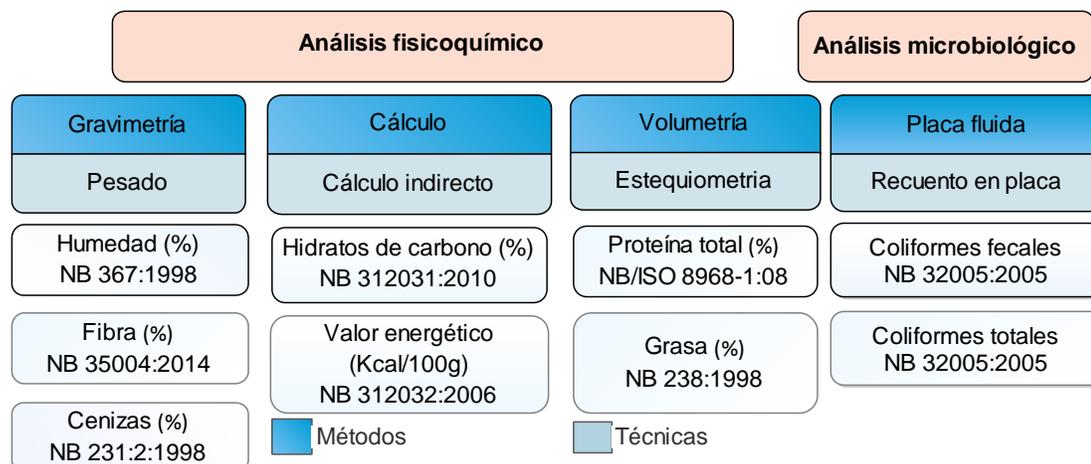


Fuente: (CEANID, 2021)

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

3.5.3 Análisis fisicoquímico y microbiológico del tocino

En la figura 3.3, se muestran los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del tocino, realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

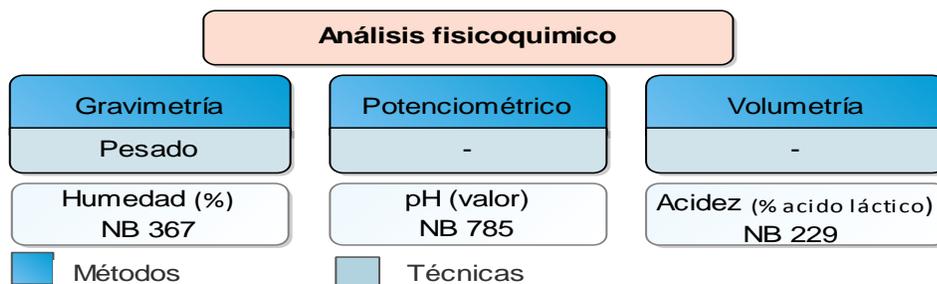


Fuente: (CEANID, 2021)

Figura 3.3: Análisis fisicoquímico y microbiológico del tocino

3.5.4 Control fisicoquímico de las pruebas preliminares de salchicha

En la figura 3.4, se muestran los análisis fisicoquímicos de las pruebas preliminares de salchicha, realizados los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Los métodos y técnicas, se detallan en el (Anexo E).



Fuente: (IBNORCA, 2021)

Figura 3.4: Análisis fisicoquímico de pruebas preliminares

3.5.5 Análisis fisicoquímico en la emulsión cárnica

En la figura 3.5, se muestran los análisis fisicoquímicos en la emulsión cárnica, realizados en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Los métodos y técnicas, se detallan en el (Anexo E).

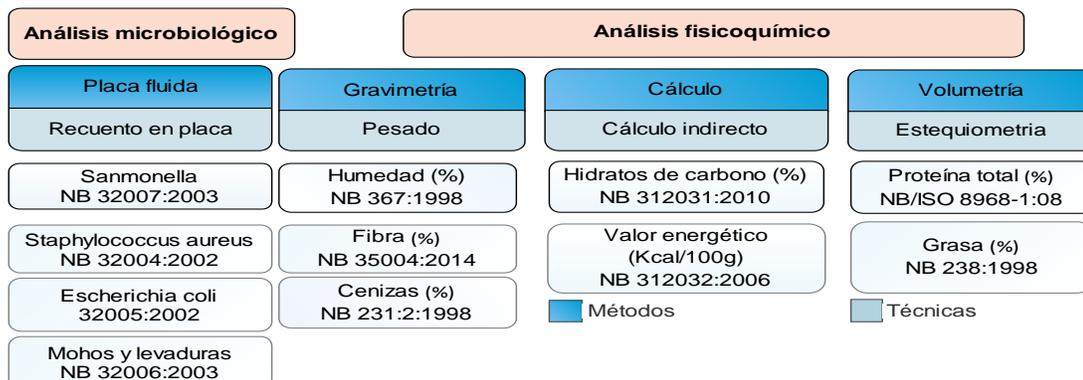


Fuente: (IBNORCA, 2021)

Figura 3.5: Análisis fisicoquímico en la emulsión cárnica

3.5.6 Análisis fisicoquímico y microbiológico de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

En la figura 3.6, se muestran los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de salchicha con sustitución de aceite de soya, realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

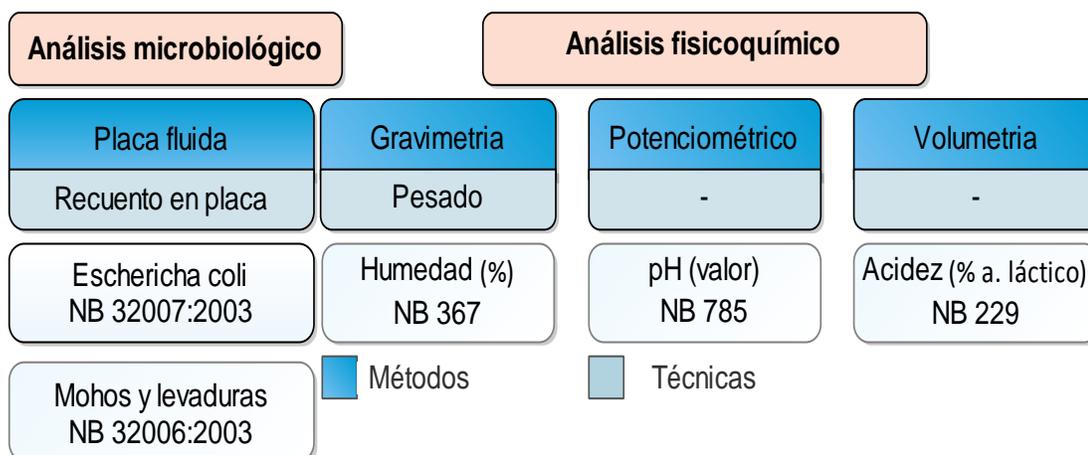


Fuente: (CEANID, 2021)

Figura 3.6: Análisis fisicoquímico y microbiológico de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

3.5.7 Control fisicoquímico y microbiológico en el almacenamiento de la salchicha

En la figura 3.7, se muestran los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el almacenamiento de la salchicha, realizados en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA) y el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); pertenecientes a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Los métodos y técnicas del análisis fisicoquímico, se detallan en el (Anexo E) y (Anexo A).

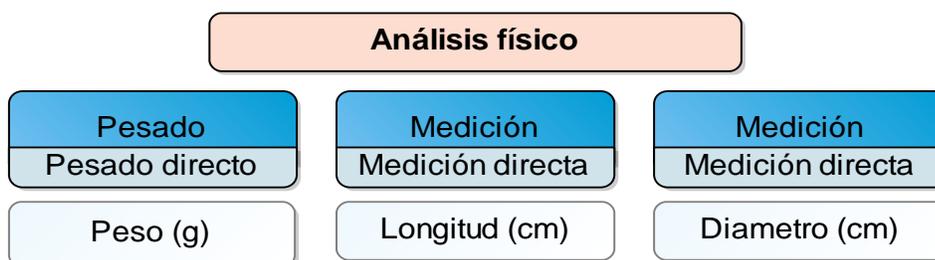


Fuente: (CEANID, 2021), (IBNORCA, 2021)

Figura 3.7: Control fisicoquímico y microbiológico en el almacenamiento de la salchicha

3.5.8 Análisis físico de la salchicha

En la figura 3.8, se muestra el análisis físico de la salchicha con sustitución de aceite de soya, realizado en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) de la Carrera de Ingeniería de Alimentos; perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.



Fuente: Elaboración propia

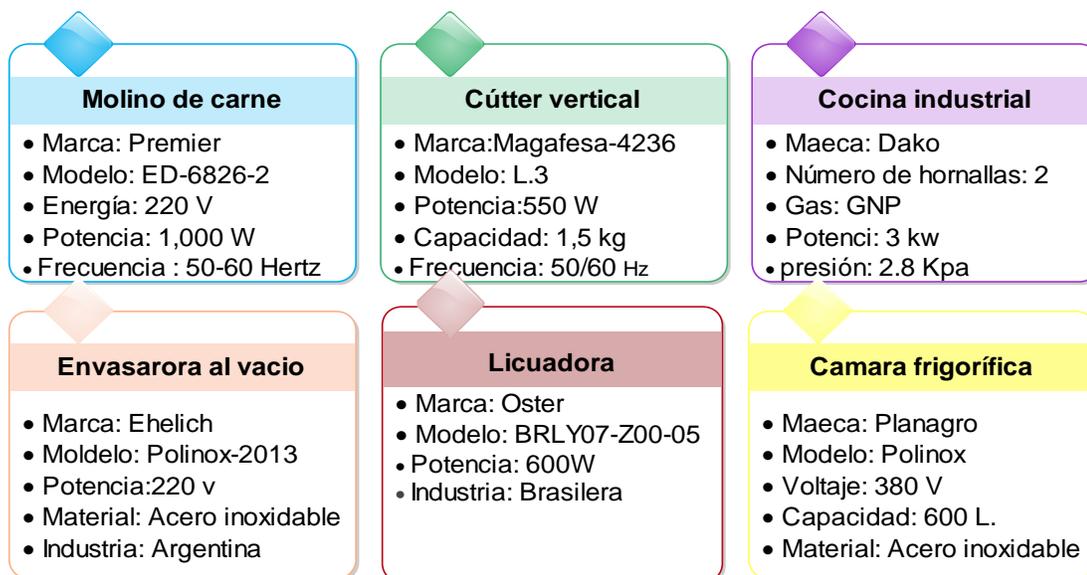
Figura 3.8: Análisis físico de la salchicha

3.6 Equipos de proceso, instrumentos, material de laboratorio y utensilios de cocina

Para desarrollar la parte experimental del presente trabajo de investigación, se utilizaron los siguientes equipos de proceso, instrumentos de laboratorio, material de laboratorio o utensilios de cocina.

3.6.1 Equipos del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

En la figura 3.9, se muestra los equipos que se utilizaron en la elaboración de salchicha con sustitución de aceite de soya Anexo G.1 (Anexo G).

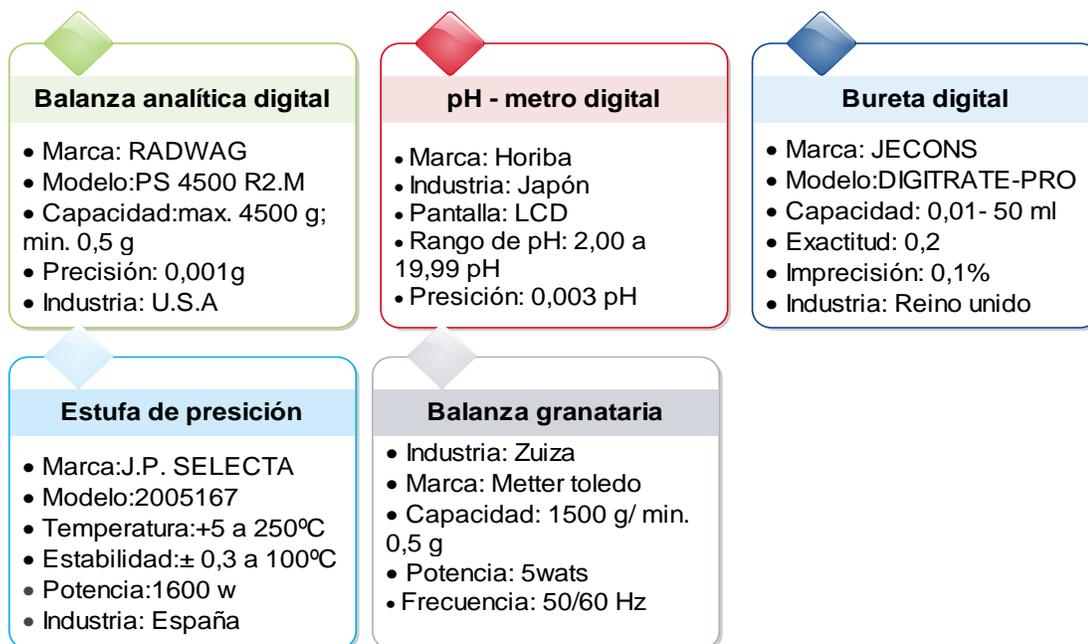


Fuente: L.T.A, 2021

Figura 3.9: Equipos de proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

3.6.2 Instrumentos de laboratorio

En la figura 3.10, se muestran los instrumentos de laboratorio que se utilizaron en el presente trabajo de investigación Anexo G.2 (Anexo G).



Fuente: L.T.A, 2021

Figura 3.10: Descripción de instrumentos de laboratorio

3.6.3 Utensilios de cocina

En la figura 3.11, se muestra los utensilios de cocina utilizados en la elaboración de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.

Utensilios	Cantidad	Tamaño	Tipo
Olla	1	20 litros	Acero inoxidable
Bandejas	4	Mediana/grande	Acero inoxidable
Jarra graduada	2	Mediana	Plástico
Cuchillo	1	Mediana	Acero inoxidable
Espátula	1	Mediana	Plástico
Cuchara	2	Mediana	Acero inoxidable
Hilo	--	--	Algodón

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.11: Descripción de utensilios de cocina

3.6.4 Material de laboratorio

En la figura 3.12, se muestra los materiales de laboratorio que se utilizaron en el presente trabajo de investigación.

Material	Cantidad	Capacidad	Tipo
Matraz Erlenmeyer	1	250 ml	Vidrio
Matraz aforado	1	250 ml	Vidrio
Probeta	1	100 ml	Vidrio
Vaso precipitado	2	100 ml/250 ml	Vidrio
Desecadora	1	-	Vidrio
Capsula	4	30 ml	Porcelana
Piceta	1	500 ml	Plástico
Pinza	1	-	Acero inoxidable
Espátula	1	-	Acero inoxidable
Embudo	1	-	Plástico

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.12: Materiales de laboratorio

3.6.5 Reactivos químicos de laboratorio

En la figura 3.13, se muestra los reactivos químicos utilizados para el control del parámetro acidez en la elaboración de la salchicha.

Reactivos	Concentración	Cantidad
Hidróxido de sodio	1N	1 litro
Fenolftaleina	1%	50 ml

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.13: Reactivos químicos de laboratorio

3.6.6 Insumos alimentarios

En la figura 3.14, se muestra los insumos alimentarios utilizados en la elaboración de con sustitución parcial de aceite de soya.

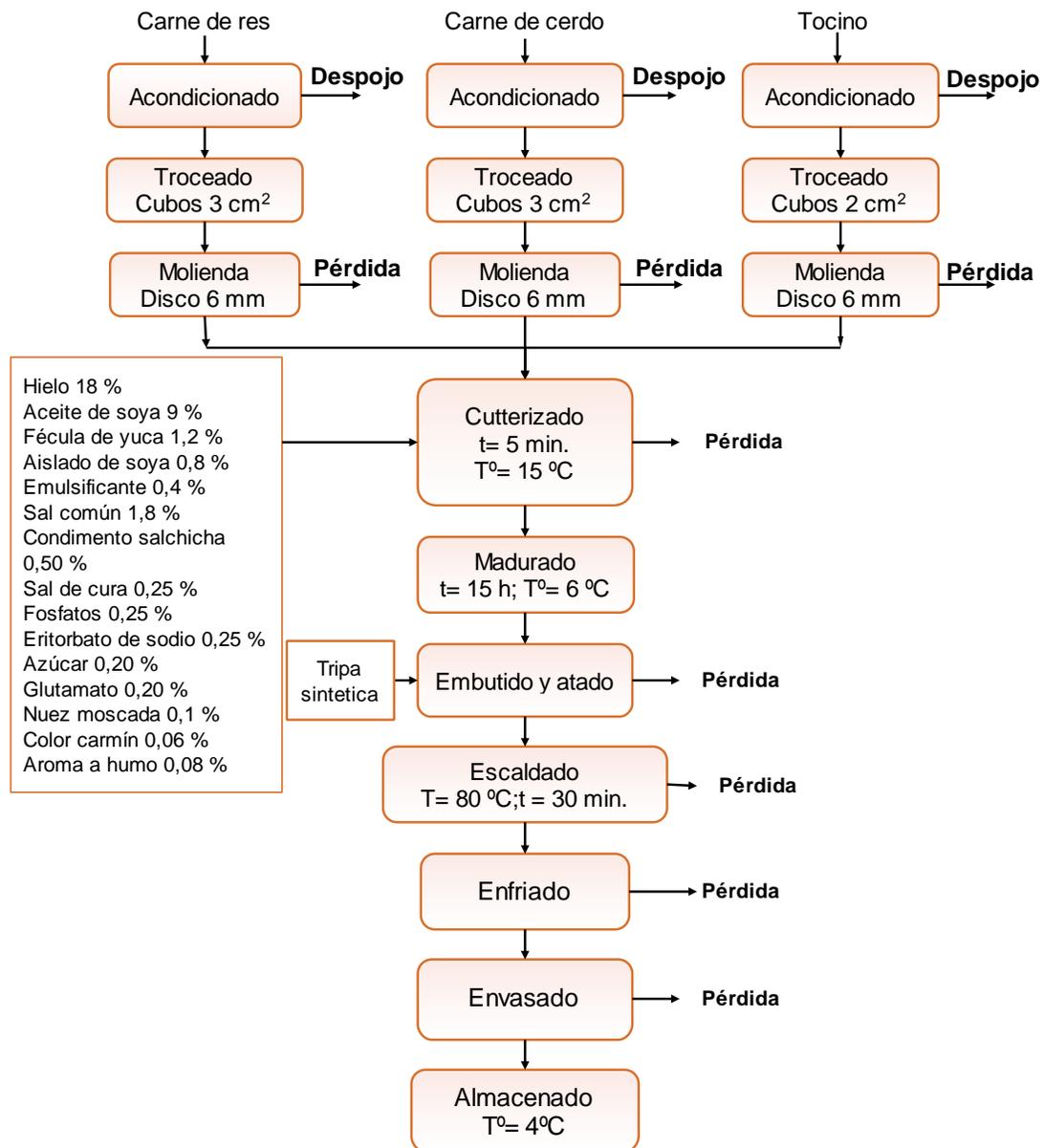
Insumos	Estado	Distribuidora
Sal de cura	Polvo sólido	Esenciales SRL.
Fosfato	Polvo sólido	Esenciales SRL.
Eritorbato de sodio	Polvo sólido	Aditec
Fécula de yuca	Polvo sólido	Esenciales SRL.
Aislado de soya	Polvo sólido	Esenciales SRL.
Emulsificante	Polvo sólido	Esenciales SRL.
Sorbato de potasio	Sólido granulado	Aditec
Sal común	Sólido polvo	Copisal
Azúcar	Sólido cristales	Aguai
Glutamato	Polvo sólido	Esenciales SRL.
Condimento a salchicha	Polvo sólido	Esenciales SRL.
Nuez moscada	Polvo sólido	Badia
Color carmín	Líquido	Esenciales SRL.
Aroma a humo	Líquido	Esenciales SRL.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.14: Insumos alimentarios

3.7 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

En la figura 3.15, se muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.15: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

3.7.1 Descripción del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Las operaciones implicadas en el proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, se detallan a continuación:

3.7.1.1 Carne de res, carne de cerdo y tocino

Para el proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, se utilizaron carne de res del lomo, carne de cerdo de la pierna y tocino de la parte dorsal; procedentes del mercado Campesino.

3.7.1.2 Acondicionado

En la figura 3.16, se muestra el acondicionado de carne de res, carne de cerdo y tocino, proceso que consiste en separar huesos, tejidos grasos y porciones no deseables utilizando cuchillo de acero inoxidable, con el fin de facilitar el proceso de troceado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.16: Proceso de acondicionado de carne de res, carne de cerdo y tocino

3.7.1.3 Troceado

Acondicionada la carne de res, carne de cerdo y tocino, se procedió al troceado utilizando un cuchillo de acero inoxidable, donde se realizaron cortes en cubos de 2 cm² para el tocino y 3 cm² para las carnes, con el fin de favorecer el proceso de molienda. El proceso de troceado se muestra en la figura 3.17.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.17: Proceso de troceado de carne de res, carne de cerdo y tocino

3.7.1.4 Molienda

Una vez realizado el troceado de las carnes de res, carne de cerdo y tocino, se procedió a llevar al molino eléctrico de marca PREMIER; utilizando un disco de 6mm de diámetro para las carnes y tocino, con el fin de reducir el diámetro y favorecer al proceso de cutterizado. El proceso de molienda, se muestra en la figura 3.18.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.18: Proceso de molienda de carne de res, carne de cerdo y tocino

3.7.1.5 Cutterizado o mezclado

En la figura 3.19, se muestra el mezclado o cutterizado de las carnes y aditivos, que se realizaron en un cutter vertical de marca Megafesa eléctrica, cuyo proceso duró aproximadamente 5 minutos y realizando una inspección constante de la temperatura de la masa de 12 a 15 °C; ya que si sobrepasa se desnaturaliza las proteínas y se rompe la emulsión. Los ingredientes, se agregaron de la siguiente manera:

- Se comienza colocando la carne molida de res (22 - 28) % y carne molida de cerdo (30-34) % en la cutter, se pone en marcha e inmediatamente se incorpora la sal común (1,6-1,8) %, sal de cura 0,25 % y fosfato 0,25 % con el fin de promover a la extracción de la proteína cárnica.
- Posteriormente, se agrega hielo (15-20) % con el fin de evitar el calentamiento de la masa cárnica.
- Seguidamente, se agrega la proteína aislada de soya (0,8-1,2) % y más hielo.
- Se incorpora el aceite de soya (7-15) % estando a 8 °C junto al tocino (15-19) %, se continúa mezclando hasta obtener la emulsión cárnica, también se agrega el emulsificante cárnico (0,4-0,8) % con el fin de ayudar a la estabilidad de la emulsión.
- Se agregan el condimento a salchicha (0,40-0,50) %, glutamato 0,20 %, azúcar 0,20 %, nuez moscada (0,1-0,2) %, resto de hielo junto al color carmín 0,06 % y aroma a humo 0,08 %; con el fin de dar el sabor, color y aroma característico para este tipo de producto.
- Finalmente, se incorpora la fécula de yuca (1,2-1,7) % para dar mejor textura, además del sorbato de potasio 0,20 % y eritorbato de sodio 0,25 % en estado sólido.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.19: Proceso de cutterizado o mezclado

3.7.1.6 Madurado

Finalizado el proceso de cutterizado, se dejó madurar la masa, llevando a la cámara frigorífica por un tiempo de 15 horas a temperatura de 6 °C, para que se desarrollen procesos bioquímicos de aumento de consistencia, formación de sabor y aroma característico. El proceso de madurado, se muestra en la figura 3.20.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.20: Proceso madurado

3.7.1.7 Embutido y atado

Una vez madurado la masa cárnica durante 15 horas, se procedió a embutir, introduciendo la masa cárnica dentro de la tripa sintética de calibre 22mm por medio de la embudadora manual adaptada. Posteriormente, se realizó el atado utilizando hilo de algodón, dando forma a cada 12 cm de longitud, con el fin de dar la forma característica para este tipo de embutido. El proceso de embutido, se muestra en la figura 3.21.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.21: Proceso embutido y atado

3.7.1.8 Escaldado

Una vez realizado el embutido, se procedió a escaldar las salchichas calentando agua en una olla a temperatura de 75-80 °C, posteriormente se sumergieron las salchichas hasta que la temperatura interna llegue a los 70 a 72 °C para tal efecto se controló con la ayuda de un termómetro digital, proceso que duró aproximadamente 30 minutos y que tiene la finalidad de dar textura a la salchicha e impedir el crecimiento microbiano. El proceso de escaldado, se muestra en la figura 3.22.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.22: Proceso de escaldado

3.7.1.9 Enfriado

Finalizado el proceso de escaldado de la salchicha, se procedió a realizar rápidamente a enfriar utilizando agua fría con hielo entre 7 a 8 °C hasta que el producto alcance la temperatura de 20 a 22 °C, con el fin de estabilizar al producto. El proceso de enfriado, se muestra en la figura 3.23.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.23: Proceso de enfriado

3.7.1.10 Envasado

Luego de dejar reposar por unas horas al producto en la cámara frigorífica se procedió a envasar las salchichas en envases de polietileno con la ayuda de

la envasadora al vacío de marca Ehrlich, con el fin de ayudar a su conservación durante su almacenamiento. El proceso de envasado, se muestra en la figura 3.24.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.24: Proceso de envasado

3.7.1.11 Almacenado

Los empaques de salchicha selladas se almacenaron bajo refrigeración a una temperatura de 3-4 °C; con la finalidad de mantener al producto a bajas temperaturas.

3.8 Análisis sensorial de los alimentos

El análisis sensorial es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso los sentidos, la vista, olfato, gusto, tacto y oído. 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 y criterio (Espinosa, 2007). En la figura 3.25, se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas en el presente trabajo, caracterizadas por las propiedades organolépticas durante la elaboración de la salchicha incorporando aceite de soya.

Evaluación sensorial	Atributos	Codigos	Test
Prueba 1 variación de carne de res y cerdo	color, sabor, textura y firmeza	S01 - S02	Test Nº 1 (Anexo B)
Prueba 2 variación de tocino	color, sabor, textura y firmeza	S03 - S04	Test Nº 2 (Anexo B)
Prueba 3 variación de hielo	color, sabor, textura, jugosidad y consistencia	S05 - S06	Test Nº 3 (Anexo B)
Selección de muestra	color, sabor, textura y aroma	S01 - S03 - S06	Test Nº 4 (Anexo B)
Muestra Patron	color, sabor, textura y aroma	S0A-S0B-S0C-S0D-S0E	Test Nº 5 (Anexo B)
Muestra patron con muestra estandar	sabor, textura y aceptabilidad	S0B-S06-S0E	Test Nº 6 (Anexo B)
Prueba 4 sustitución de aceite de soya	color, sabor, textura y aroma	S07 - S08 - S09	Test Nº 7 (Anexo B)
comparación con muestra patron	color, sabor, textura y aroma	S08-S0E-S08M	Test Nº 8 (Anexo B)
Diseño experimental nivel superior nivel inferior	color, sabor, textura y aroma	SV1-SV2-SV3-SV4	Test Nº 9 (Anexo B)
Muestras experimentales	color, sabor, textura, aroma y apariencia	SV3 inferior SV1 superior	Test Nº 10 (Anexo B)
Muestra final	color, sabor, textura aroma y apariencia	SV3	Test Nº 11 (Anexo B)

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.25: Evaluaciones sensoriales de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

3.9 Diseño experimental

(Gutiérrez & de la Vara, 2008) afirman que el diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas, y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras

3.9.1 Diseño factorial

Según (Montgomery, 1991) se entiende por diseño factorial como aquel, en el que se investiga todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores en cada ensayo completo o réplica del experimento.

En la ecuación 3.1 se muestra el diseño factorial 2^k a ser utilizado en el presente trabajo:

Donde: 2^k (Ecuación 3.1)

2= Número de niveles

K= Número de variables

3.9.2 Diseño experimental 2^3 en la etapa dosificación de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Para realizar el diseño experimental en la etapa de dosificación de la salchicha con sustitución de aceite de soya, se aplicó de acuerdo a la ecuación 3.1, cuyo diseño factorial corresponde a la ecuación 3.2:

$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$ corridas/prueba (Ecuación 3.2)

Los factores tomados en cuenta en el diseño experimental se muestran en la tabla 3.1

Tabla 3.1

Factores en la etapa de dosificación

Factores	Unidad	Símbolo	Número de niveles
Hielo	%	H	2
Emulsificante	%	E	2
Aceite de soya	%	A	2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.2, se muestra los niveles de variación de los factores, analizando el porcentaje alto y el porcentaje bajo que se aplica en la etapa de dosificación y está conformada por tres variables.

Tabla 3.2

Nivel de variación de los factores aplicados en la etapa de dosificación

Factores	Nivel inferior (%)	Nivel superior (%)
Hielo (A)	18,0 (-)	20,0 (+)
Emulsificante (B)	0,4 (-)	0,8 (+)
Aceite de soya (C)	9,0 (-)	13,0 (+)

Fuente: Elaboración propia

La matriz de variables del diseño factorial para el proceso de dosificación de la salchicha con sustitución de aceite de soya, se detallan en la tabla 3.3.

Tabla 3.3

Matriz de variables del diseño factorial en el proceso de dosificación

Corridas	Combinación de tratamientos	Factores			Interacciones				Respuesta
		A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Y _i
1	(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁
2	a	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂
3	b	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃
4	ab	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄
5	c	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅
6	ac	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆
7	bc	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇
8	abc	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Y₁ = Variable respuesta "Contenido de humedad"

Y₂ = Variable respuesta "pH"

Y₃ = Variable respuesta "porcentaje de acidez" (ácido láctico)

3.10 Operacionalización de la variable dependiente e independiente en la elaboración de salchicha con sustitución de aceite de soya

En la tabla 3.4, se muestra la operacionalización de las variables en la elaboración de la salchicha incorporando aceite de soya.

Tabla 3.4

Operacionalización de las variables en la elaboración de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Hipótesis	Variables	Descripción de la variable	Dimensiones	Indicadores
La dosificación de carnes e insumos a ser utilizado para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, permitirá obtener un producto de mejor calidad nutricional para la provincia Cercado de Tarija.	VI: Dosificación de carnes e insumos	La dosificación de carnes e insumos permite realizar procedimientos adecuados para obtener productos de mejor calidad	Control de humedad	% humedad
			Control de pH	-
			Control de acidez	% Ácido láctico
			Dosificación	%
			Control de peso de carnes e insumos	g
			t. y T° de escaldado	Min/°T
	VD: Elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya	Producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carnes y aditivos alimentarios permitidos; (NTE 1338, 2012).	Proteína	%
			Grasa	%
			Cenizas	%
			Fibra	%
			Hidratos de carbono	%
			Humedad	%
			Valor energético	(kcal/100g)
			Eschericha coli	UFC/ml
			Salmonela	P/A/25g
			Mohos y levaduras	UFC/ml
			Streptococcus	UFC/ml
			Análisis organoléptico	Sabor
				Textura
Color				
Aroma				

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Caracterización de la carne de res, carne de cerdo, tocino y aceite de soya

Para la caracterización de la carne de res, carne de cerdo, tocino y aceite de soya, se tomaron en cuenta los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

4.1.1 Características fisicoquímicas de la carne de res

En la tabla 4.1, se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la carne de res de datos extraídos del Anexo A.1 (Anexo A).

Tabla 4.1

Características fisicoquímicas de la carne de res

Parámetros	Unidad	Resultado
Ceniza	%	1,06
Fibra	%	0,00
Grasa	%	5,62
Hidratos de carbono	%	0,53
Humedad	%	72,03
Proteína total (Nx6,25)	%	20,76
Valor energético	Kcal/100g	135,74

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.1, se observa que la carne de res contiene 1,06 % ceniza, fibra 0,00 %, grasa 5,62 %, hidratos de carbono 0,53 %, humedad 72,03 %, proteína total (Nx6,25) 20,76 % y valor energético 135,74 Kcal/100g.

4.1.2 Análisis microbiológico de la carne de res

En la tabla 4.2, se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la carne de res de datos extraídos del Anexo A.1 (Anexo A).

Tabla 4.2

Análisis microbiológico de la carne de res

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes fecales	UFC/g	8,0
Coliformes totales	UFC/g	4,0x10 ¹

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.2, se observa que la carne de res presenta coliformes fecales de 8,0 UFC/g y coliformes totales $4,0 \times 10^1$ UFC/g.

4.1.3 Características fisicoquímicas de la carne de cerdo

En la tabla 4.3, se muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la carne de cerdo de datos extraídos del Anexo A.2 (Anexo A).

Tabla 4.3

Características fisicoquímicas de la carne de cerdo

Parámetros	Unidad	Resultado
Ceniza	%	1,02
Fibra	%	0,00
Grasa	%	15,06
Hidratos de carbono	%	0,54
Humedad	%	64,81
Proteína total (Nx6,25)	%	18,57
Valor energético	Kcal/100g	211,98

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.3, se observa que la carne de cerdo contiene 1,02 % ceniza, fibra 0,00 %, grasa 15,06 %, hidratos de carbono 0,54 %, humedad 64,81 %, proteína total (Nx6,25) 18,57 % y valor energético 211,98 Kcal/100g.

4.1.4 Análisis microbiológico de la carne de cerdo

En la tabla 4.4, se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico de carne de cerdo de datos extraídos del Anexo A.2 (Anexo A).

Tabla 4.4

Análisis microbiológico de la carne de cerdo

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes Fecales	UFC/g	$1,2 \times 10^2$
Coliformes Totales	UFC/g	$3,7 \times 10^2$

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.4, se observa que la carne de cerdo presenta coliformes fecales de $1,2 \times 10^2$ UFC/g y coliformes totales $3,7 \times 10^2$ UFC/g.

4.1.5 Características fisicoquímicas del tocino

En la tabla 4.5, se muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del tocino de datos extraídos del Anexo A.3 (Anexo A).

Tabla 4.5

Características fisicoquímicas del tocino

Parámetros	Unidad	Resultado
Ceniza	%	0,11
Fibra	%	0,00
Grasa	%	87,41
Hidratos de carbono	%	0,22
Humedad	%	9,69
Proteína total (Nx6,25)	%	2,57
Rancidez	pos/neg	Negativo
Valor energético	Kcal/100g	797,85

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.5, se observa que el tocino contiene 0,11 % ceniza, fibra 0,00 %, grasa 87,41 %, hidratos de carbono 0,22 %, humedad 9,69 %, proteína total (Nx6,25) 2,57 %, rancidez negativa y valor energético 797 Kcal/100g.

4.1.6 Análisis microbiológico del tocino

En la tabla 4.6 se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico del tocino de datos extraídos del Anexo A.3 (Anexo A).

Tabla 4.6

Análisis microbiológico del tocino

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes Fecales	UFC/g	$1,7 \times 10^2$
Coliformes Totales	UFC/g	$3,7 \times 10^2$

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.6, se observa que el tocino presenta coliformes fecales de $1,7 \times 10^2$ UFC/g y coliformes totales $3,7 \times 10^2$ UFC/g.

4.1.7 Composición nutricional del aceite de soya

En la tabla 4.7, se muestra la composición nutricional del aceite de soya de la marca Selecto que se utilizó para el presente trabajo de investigación de datos extraídos del Anexo A.4 (Anexo A).

Tabla 4.7

Composición nutricional del aceite de soya

Componentes	Unidad	Valor
Colesterol	mg	0,0
Grasas totales	g	12,9
Grasas saturadas	g	2,1
Grasas monoinsaturadas	g	2,8
Grasas polinsaturadas	g	7,9
Vitamina A	(UI/g de aceite)	60,0
Vitamina E	mg	4,0
Valor energético	kcal	123,0

Fuente: INOLSA, 2021

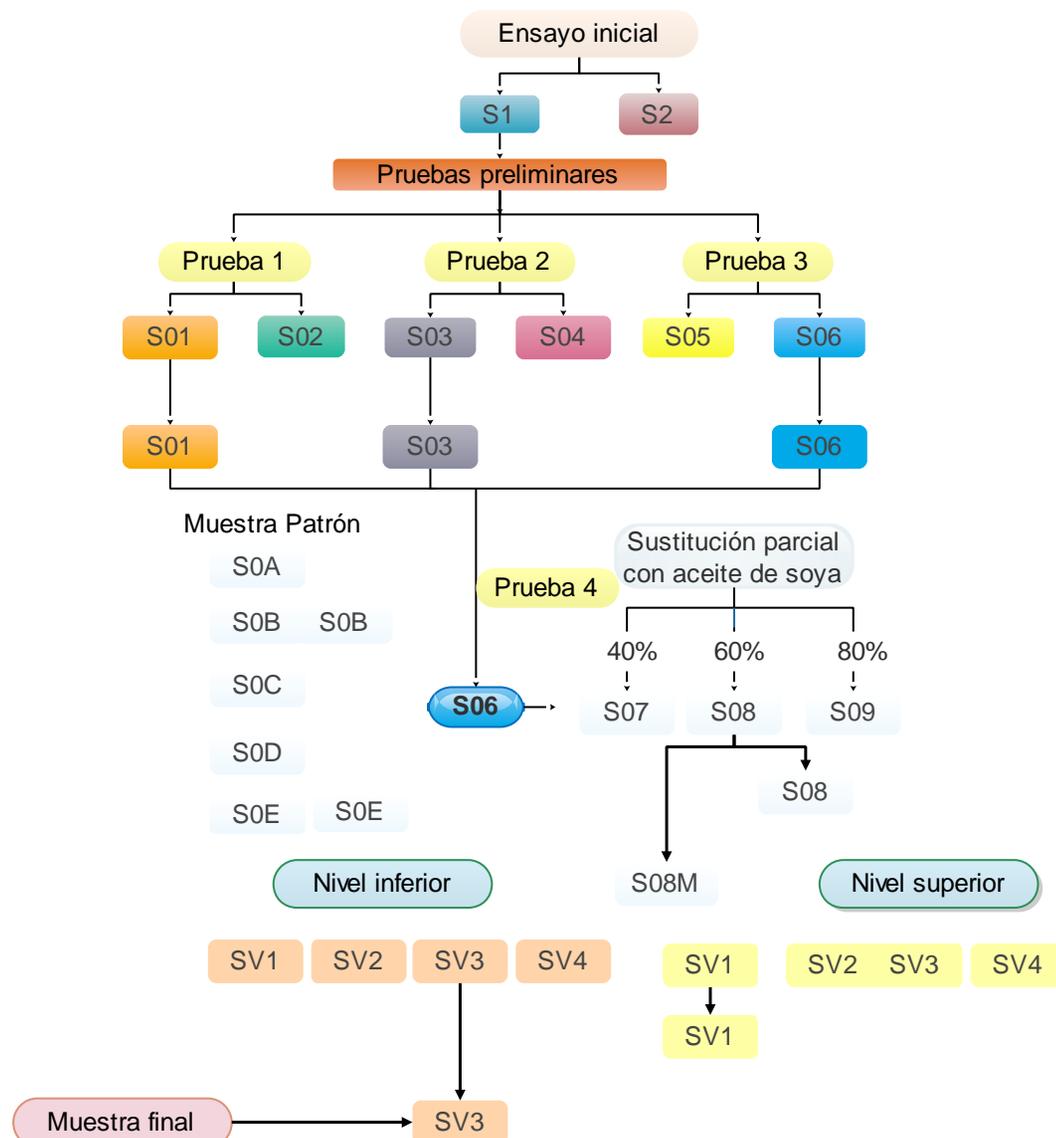
En la tabla 4.7, se observa que el aceite de soya tiene colesterol 0,0 mg, grasas totales 12,9 g, grasas saturadas 2,1 g, grasas monoinsaturadas 2,8 g, grasas polinsaturadas 7,9 g, vitamina A 60,0 (UI/g de aceite), vitamina E 4,0 mg y valor energético 123 kcal.

4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Para realizar la caracterización de las variables de proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

4.2.1 Pruebas preliminares para la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Para el presente trabajo de investigación, inicialmente, se procedió a realizar un ensayo inicial con dos muestras S1 y S2, con el fin de obtener una metodología experimental para elaborar salchicha. Posteriormente, en base a la muestra S1 evaluada de manera subjetiva, se procedió a realizar pruebas preliminares; prueba 1 (S01 y S02), variando el porcentaje de carne de res y carne de cerdo; prueba 2 (S03 y S04), variando el porcentaje de tocino; prueba 3 (S05 y S06), variando el porcentaje de hielo. De las 3 pruebas, la muestra S06 se evaluó con la muestra patrón escogida. Seguidamente, en base a la muestra S06 se realizó la prueba 4 (S07, S08 y S09) en el que se sustituyó de forma parcial aceite de soya en remplazo del tocino. Posteriormente, las muestras (S08) y (S08M) con emulsificante cárnico añadido se evaluó para obtener la muestra preliminar ideal. Por último, en base a la muestra S08M, se realizó la evaluación sensorial del diseño experimental en el proceso de dosificación para la obtención de la salchicha con sustitución de aceite de soya, los cuales se muestran en la figura 4.1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1: Pruebas preliminares para la obtención de la muestra ideal de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

4.2.1.1 Ensayo inicial para elaborar salchicha

Para desarrollar la parte experimental del presente trabajo de investigación, inicialmente, se procedió a elaborar dos muestras tomando en cuenta la dosificación S1 (FAO, 2014) y S2 (Torres et al., 2016).

Dosificación de ensayo inicial			
S1 (%)		S2 (%)	
Carne de res	24	Carne de res	38
Carne de cerdo	35	Carne de cerdo	26
Tocino	18	Tocino	15
Insumos	4	Insumos	5
Otros	19	Otros	16

Fuente: (FAO, 2014), (Torres et al., 2016)

Figura 4.2: Ensayo inicial para elaborar salchicha

En la figura 4.3, se observa los resultados de la valoración subjetiva de la muestra S1 y S2, mismas que fueron valoradas con el personal del Laboratorio Taller de Alimentos del área de carnes por pandemia del covid-19.

S1	S2
<ul style="list-style-type: none"> • Mejor textura • Resalta más sabor • Mejor consistencia • Mejor aroma 	<ul style="list-style-type: none"> • Textura dura • Aumentar el porcentaje de sal • color intenso • Ver el tiempo de cocción
Mejor valorada	

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3: Resultados de la valoración subjetiva del ensayo inicial para elaborar salchicha

Según la figura 4.3 de valoración subjetiva, se observa que la muestra S01 fue la de mayor preferencia por tener mejor textura y mejor consistencia; además de que resalta más el sabor; en comparación con la muestra S02 que le faltó más sabor y textura.

4.2.1.2 Variación de dosificación de carne de res y carne de cerdo prueba 1

En base a la muestra S1(ensayo inicial), se procedió a realizar la prueba 1 elaborando dos muestras (S01 y S02); variando el porcentaje de carne de res

y carne de cerdo (figura 4.4); con el fin de encontrar la dosificación adecuada de carnes en la salchicha.

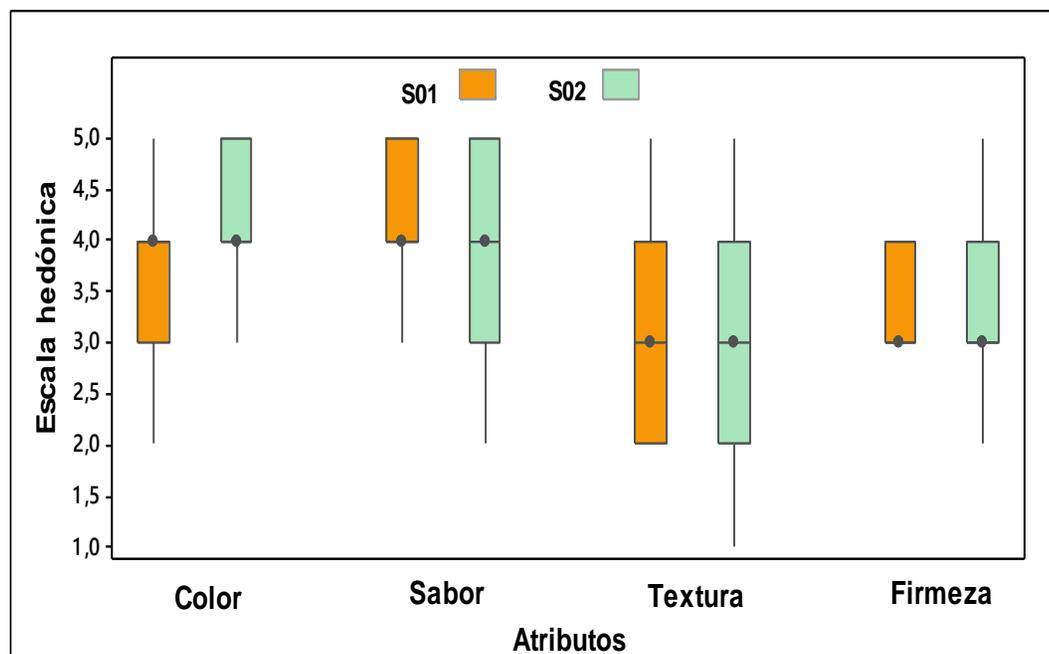
Variación porcentual de carne de res y carne de cerdo			
S01 (%)		S02 (%)	
Carne de res	23	Carne de res	28
Carne de cerdo	33	Carne de cerdo	30
Insumos	5	Insumos	4
Otros	39	Otros	38

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Variación de dosificación de carne de res y carne de cerdo

4.2.1.2.1 Estadístico de caja y bigote en la prueba 1

En la figura 4.5, se muestra el estadístico de caja y bigote para el atributo: color (tabla C.2), sabor (tabla C.7), textura (tabla C.9) y firmeza (tabla C.11) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5: Estadístico de caja y bigote en la prueba 1

En la figura 4.5, se observa que para el atributo sabor la muestra S01 es la más preferida con mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos; para el atributo textura y firmeza S01 es la más preferida con mediana de 3 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 3 o menos en una escala de cinco puntos. Siendo así la muestra S01 la que tuvo mayor aceptación por los jueces en comparación a la muestra S02 con menor valoración en cuanto se refiere a la elección de muestra de salchicha.

4.2.1.2.2 Estadístico de Tukey para el atributo color en la prueba 1

En la tabla 4.8, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo color de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.5 del (Anexo C).

Tabla 4.8

Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 1

Diferencias de niveles	Diferencias de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de p ajustado	significancia
S02-S01	-0,733	(0,152; 1,315)	0,015	si

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.8, se puede observar que entre los tratamientos (S02 - S01), sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de las pruebas preliminares de salchicha (prueba 1), según el análisis de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra S01 por presentar un mejor sabor y textura a comparación de la muestra S02 que tenía una textura más dura.

4.2.1.3 Variación de dosificación de tocino en la prueba 2

En base a la muestra S01(prueba 1), se procedió a realizar la prueba 2 elaborando dos muestras (S03 y S04); con variación del porcentaje de tocino (figura 4.6); con el fin de mejorar su textura y de encontrar la dosificación adecuada de tocino en la salchicha.

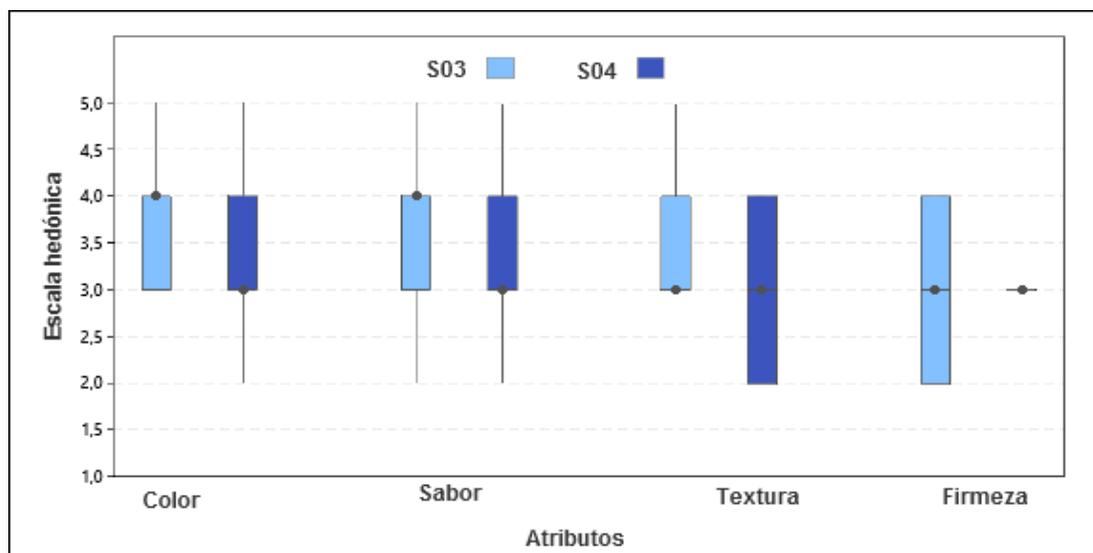
Variación porcentual del tocino			
S03 (%)		S04 (%)	
Carne de res	22	Carne de res	22
Carne de cerdo	35	Carne de cerdo	36
Tocino	19	Tocino	16
Insumos	4	Insumos	5
Otros	20	Otros	21

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6: Variación de dosificación de tocino en la prueba 1

4.2.1.3.1 Estadístico de caja y bigote en la prueba 2

En la figura 4.7, se muestra el estadístico de caja y bigote del atributo: color (tabla C.13), textura (tabla C.15), sabor (tabla C.20), y firmeza (tabla C.22), de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7: Estadístico de caja y bigote en la prueba 2

En la figura 4.7, se observa que para el atributo sabor y color la muestra S03 es la más preferida con mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos; para el atributo textura la muestra S03 es la más preferida mediana de 3 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 3 o menos en una escala de cinco puntos. Siendo así la muestra S03 la que tuvo mayor aceptación por los jueces en comparación a la muestra S04 con menor valoración en cuanto se refiere a la elección de muestra de salchicha.

4.2.1.3.2 Estadístico de Tukey del atributo textura en la prueba 2

En la tabla 4.9, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo textura de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.18 del (Anexo C).

Tabla 4.9

Estadístico de Tukey del atributo textura en la prueba 2

Diferencias de niveles	Diferencias de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de p ajustado	significancia
S03 - S04	0,667	(1,241; 0,92)	0,025	si

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.9, se puede observar que entre las muestras (S03 - S04), sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de las pruebas preliminares de salchicha (prueba 2), según el análisis de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra S03 por presentar mejor textura y sabor más característico de salchicha a comparación de la muestra S04 le faltaba más consistencia y sal.

4.2.1.4 Variación de dosificación de hielo prueba 3

En base a la muestra S03(prueba 2), se realizó la prueba 3 elaborando dos muestras (S05 y S06); variando el porcentaje de hielo (figura 4.8); con el fin de mejorar la masa de la mezcla de insumos.

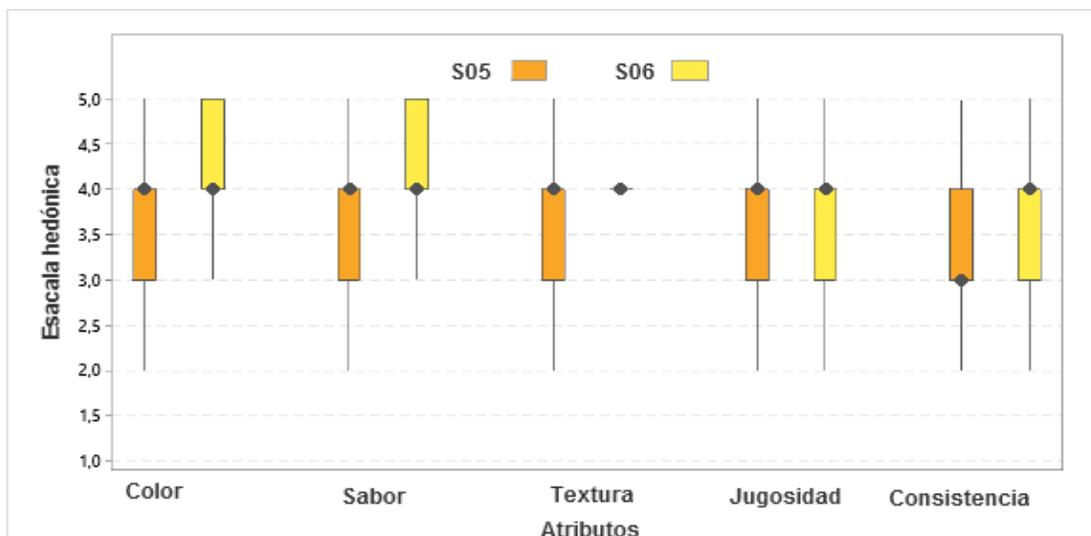
Variación porcentual de hielo			
S05 (%)		S06 (%)	
Carne de res	24	Carne de res	22
Carne de cerdo	36	Carne de cerdo	35
Tocino	18	Tocino	19
Hielo	16	Hielo	18
Insumos	4	Insumos	4
Otros	2	Otros	2

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8: Variación de dosificación de hielo en la prueba 3

4.2.1.4.1 Estadístico de caja y bigote en la prueba 3

En la figura 4.9, se muestra el estadístico de caja y bigote del atributo: color (tabla C.24), sabor (tabla C.29), textura (tabla C.34), jugosidad (tabla C.36) y consistencia (tabla C.38) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9: Estadístico de caja y bigote en la prueba 3

En la figura 4.9, se observa que para los atributos color, sabor, textura y consistencia la muestra S06 es la más preferida con mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos. Siendo así la muestra S06 la que tuvo mayor aceptación por los jueces en comparación a la muestra S05 con menor valoración en cuanto se refiere a la elección de muestra de salchicha.

4.2.1.4.2 Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 3

En la tabla 4.10, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo color de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.27 del (Anexo C).

Tabla 4.10

Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 3

Diferencias de niveles	Diferencias de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de p ajustado	significancia
S05 - S06	-0,609	(0,194; 1,023)	0,005	si

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.10, se puede observar que entre las muestras (S05-S06), sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

4.2.1.4.3 Estadístico de Tukey del atributo sabor en la prueba 3

En la tabla 4.11, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.32 del (Anexo C).

Tabla 4.11

Estadístico de Tukey del atributo sabor en la prueba 3

Diferencias de niveles	Diferencias de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de p ajustado	significancia
S05 - S06	-0,478	(0,018; 0,938)	0,042	si

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.11, se observa que entre las muestras (S05 - S06), sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de las pruebas preliminares de salchicha (prueba 3), según el análisis de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra S06, por presentar mejor textura, consistencia y jugosidad a comparación de la muestra S05 que presentaba menos firmeza y estaba seca.

4.2.1.5 Influencia de los parámetros fisicoquímicos en las pruebas preliminares de salchicha

En el transcurso del presente trabajo de investigación, se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos (humedad, pH y acidez) en las pruebas preliminares (prueba 1, prueba 2, y prueba 3) de salchicha; con el fin de comparar el comportamiento de dichos parámetros y determinar si tuvieron alguna influencia durante la evaluación de las propiedades sensoriales al momento de seleccionar una muestra. Así mismo comprobar que los parámetros fisicoquímicos analizados estén dentro la norma permitida para este tipo de embutido; para el parámetro humedad el máximo permitido es de (65 %) según Norma Boliviana (NB 3100018, 2011), para el pH se permite hasta un rango de (5,8 a 6,4) según la (NB 798, 1997) y para la acidez no se encontraron referencias.

4.2.1.5.1 Control de humedad en las pruebas preliminares de salchicha

En la tabla 4.12, se muestra el comportamiento del contenido de humedad de las pruebas preliminares de la salchicha normal. Para realizar el control de humedad, se utilizó el método de estufa detallado en el (Anexo E.1).

Tabla 4.12
Control de humedad en las muestras preliminares de salchicha

Muestra	Humedad (%)
S01	62,50
S02	62,64
S03	62,97
S04	62,83
S05	63,13
S06	63,73

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4,12, se puede observar las muestras preliminares de salchicha presentan un porcentaje de humedad de: 62,50 % (S01), 62,64 % (S02), 62,97 % (S03), 62,83 % (S04), 63,13 % (S05) y 63,73 % (S06). De igual modo se observa que todas las muestras se encuentran dentro de la norma (NB 3100018, 2011).

4.2.1.5.2 Control del pH en las pruebas preliminares de salchicha

En la tabla 4.13, se muestra el comportamiento del pH de las pruebas preliminares de salchicha. Para realizar el control del pH, se utilizó el método potenciométrico detallado en el (Anexo E.2).

Tabla 4.13
Control del pH en las muestras preliminares de salchicha

Muestras	pH (valor)
S01	6,032
S02	6,103
S03	6,145
S04	6,095
S05	6,156
S06	6,188

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4,13, se puede observar las muestras preliminares de salchicha normal presentan un valor de pH: 6,032 (S01), 6,103 (S02), 6,145 (S03), 6,095 (S04), 6,156 (S05) y 6,188 (S06). De igual modo se observa que todas las muestras están dentro límite permitido según la norma (NB 798, 1997).

4.2.1.5.3 Control de la acidez en las pruebas preliminares de salchicha

En la tabla 4.14, se muestra el comportamiento de la acidez de las pruebas preliminares de salchicha normal. Para realizar el control de la acidez, se utilizó el método gravimétrico detallado en el (Anexo E.3).

Tabla 4.14

Control de la acidez en las muestras preliminares de salchicha

Muestras	Acidez (%)
S01	0,48
S02	0,46
S03	0,45
S04	0,48
S05	0,47
S06	0,45

Fuente: Elaboración propia

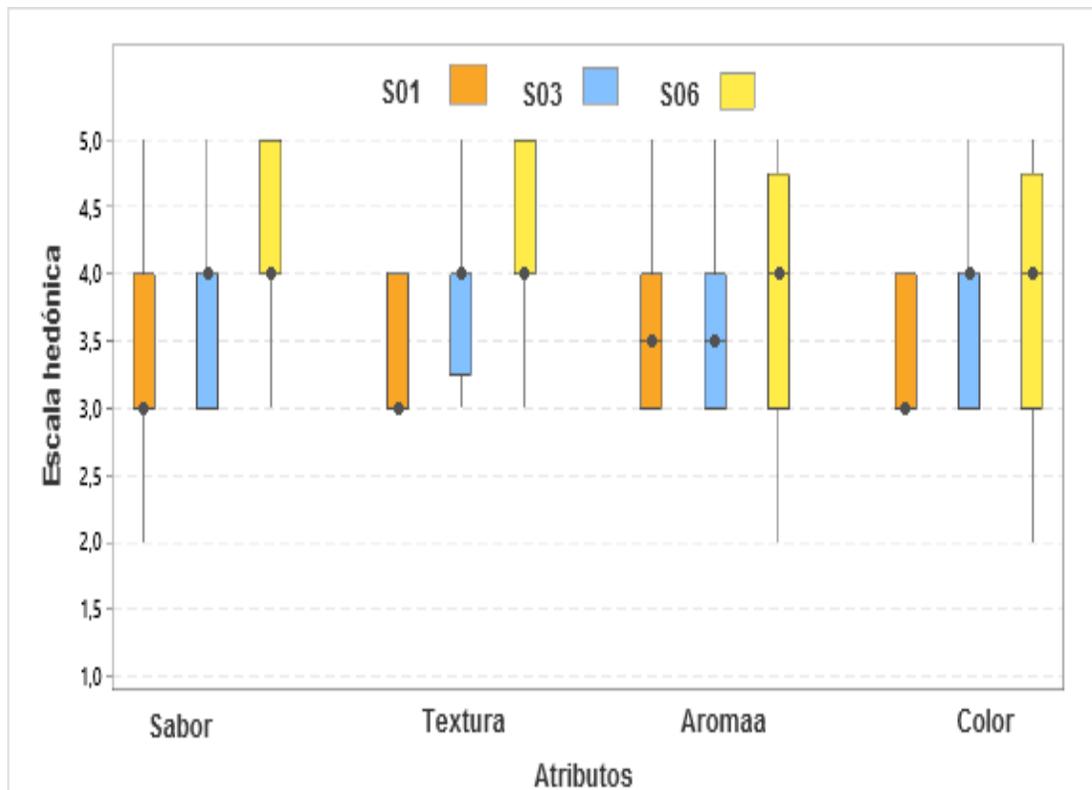
En la tabla 4,14, se puede observar las muestras preliminares de salchicha presentan un porcentaje de acidez: 0,48 % (S01), 0,46 % (S02), 0,45 % (S03), 0,48 % (S04), 0,47 % (S05) y 0,45 % (S06).

4.2.1.6 Selección de muestra preliminar de salchicha normal

En base a las tres pruebas preliminares (prueba 1, prueba 2 y prueba 3); con la finalidad de obtener una formulación ideal en función a la dosificación de materia grasa, carnes, hielo e insumos, se procedió a realizar una evaluación sensorial con 20 jueces de las tres mejores muestras (S01, S03 y S06) seleccionadas.

4.2.1.6.1 Estadístico de caja y bigote en la selección de salchicha normal

En la figura 4.10, se muestra el estadístico de caja y bigote de los siguientes atributos: sabor (tabla C.42), textura (tabla C.47), aroma (tabla C.52) y color (tabla C.54) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10: Estadístico de caja y bigote en la selección de salchicha normal

En la figura 4.10, se observa que para los atributos sabor, textura, aroma y color la muestra S06 es la más preferida con mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos. Siendo así la muestra S06 la que tuvo mayor aceptación por los jueces en comparación a la muestra S01 y S03 con menor valoración en cuanto se refiere a la elección de muestra de salchicha.

4.2.1.6.2 Estadístico de Tukey del atributo sabor en la selección de salchicha normal

En la tabla 4.15, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.45 del (Anexo C).

Tabla 4.15
Estadístico de Tukey del atributo sabor en la selección de salchicha normal

Diferencias de niveles	Diferencias de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de p ajustado	significancia
S03 - S01	0,40	(0,110; 0,910)	0,153	No
S06 - S01	0,85	(0,340; 1,360)	0,001	Si
S06 - S03	0,45	(0,060; 0,960)	0,095	No

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.15, se observa que entre las muestras o tratamientos (S03 - S01) y (S06 - S03), no existe diferencia significativa debido a que el valor-p es mayor que $\alpha = 0,05$. Sin embargo, entre las muestras (S06 - S01), sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

4.2.1.6.3 Estadístico de Tukey del atributo textura para la selección de salchicha normal

En la tabla 4.16, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.50 del (Anexo C).

Tabla 4.16
Estadístico de Tukey del atributo textura en la selección de salchicha normal

Diferencias de niveles	Diferencias de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de p ajustado	significancia
S03 - S01	0,50	(0,037; 0,963)	0,032	Si
S06 - S01	0,95	(0,487; 1,413)	0,000	Si
S06 - S03	0,45	(0,013; 0,913)	0,059	No

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.16, se puede observar que entre las muestras (S06 - S03), no existe diferencia significativa debido a que el valor-p es mayor que $\alpha = 0,05$. Sin embargo, entre las muestras (S03 - S01) y (S06 - S01), sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

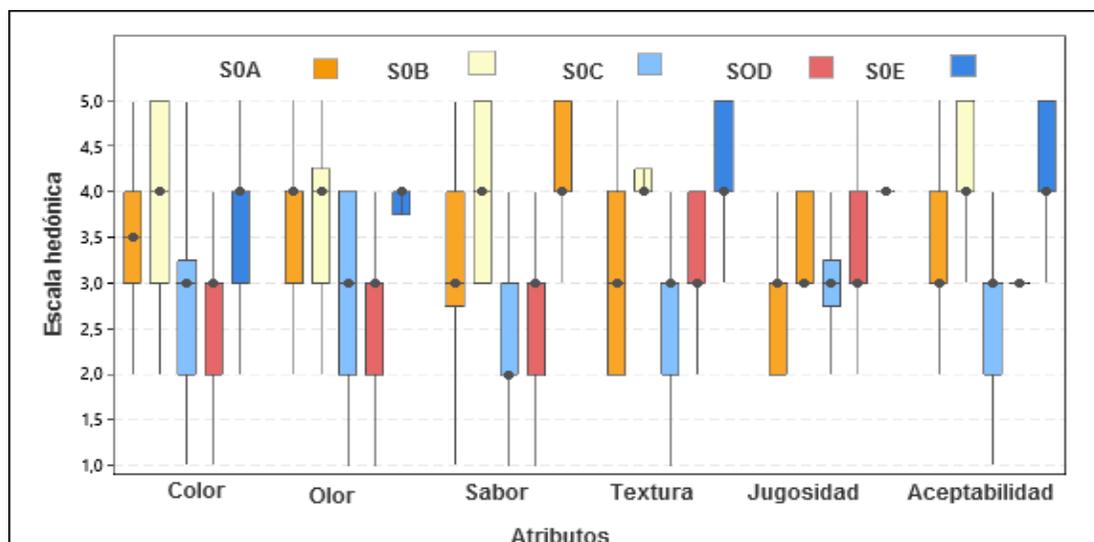
De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de las pruebas preliminares para la selección de salchicha normal según el análisis de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra S06 por presentar mejor textura y sabor además de un aroma más característico para este tipo de producto a comparación de la muestra S01 y S03 que presentaban más dureza.

4.2.1.7 Elección de salchicha patrón

Para la elección de la salchicha patrón se tomaron en cuenta las muestras de la marca; Torito (S0A), Conselman (S0B), Sofia (S0C), Bandy (S0D) y salchichas LTA (S0E); con la finalidad de encontrar la mejor muestra para comparar y tenerlo como referencia al momento de elaborar salchichas, para tal efecto se realizó una evaluación sensorial con 22 jueces.

4.2.1.7.1 Estadístico de caja y bigote en la elección de salchicha patrón

En la figura 4.11, se muestra el estadístico de caja y bigote del atributo: sabor (tabla C.56), textura (tabla C.60), color (tabla C.64), olor (tabla C.68), jugosidad (tabla C.72) y aceptabilidad (tabla C.76) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11: Estadístico de caja y bigote en la elección de salchicha patrón

En la figura 4.11, se observa que para los atributos color, olor, sabor, textura y aceptabilidad las muestras S0B y S0E son las más preferidas con mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos, siendo las muestras S0B y S0E de mayor aceptación por los jueces en comparación a las muestras S0A, S0C y S0D con menor valoración en cuanto se refiere a la elección de la salchicha patrón.

4.2.1.7.2 Estadístico de Tukey del atributo sabor en la elección de salchicha patrón

En la tabla 4.17, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.58 del (Anexo C).

Tabla 4.17

Estadístico de Tukey del atributo sabor en la elección de salchicha patrón

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de P ajustada	Significancia
S0A-S0B	0,864	(0,142; 1,585)	0,011	Si
S0A-S0C	0,545	(0,176; 1,267)	0,228	No
S0A-S0D	0,455	(0,267; 1,176)	0,409	No
S0A-S0E	1,273	(0,551; 1,994)	0,000	Si
S0B-S0C	1,409	(0,687; 2,131)	0,000	Si
S0B-S0D	1,318	(0,597; 2,040)	0,000	Si
S0B-S0E	0,409	(0,312; 1,130)	0,517	No
S0C-S0D	0,091	(0,630; 0,812)	0,997	No
S0C-S0E	1,818	(1,097; 2,540)	0,000	Si
S0D-S0E	1,727	(1,006; 2,449)	0,000	Si

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.17, se observa que entre las muestras (S0A - S0C), (S0A - S0D), (S0B - S0E) y (S0C - S0D), no existe diferencia significancia debido a que el valor-p es mayor que $\alpha = 0,05$. Sin embargo, para las muestras (S0A - S0B),

(S0A - S0E), (S0B - S0C), (S0B - S0D), (S0C - S0E) y (S0D - S0E), sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$

4.2.1.7.3 Estadístico de Tukey del atributo textura en la elección de salchicha patrón

En la tabla 4.18, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo textura de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.62 del (Anexo C).

Tabla 4.18

Estadístico de Tukey del atributo textura en la elección de salchicha patrón

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de p ajustada	Significancia
S0A-S0B	0,909	(0,224; 1,594)	0,003	Si
S0A-S0C	0,273	(0,412; 0,957)	0,803	No
S0A-S0D	0,045	(0,639; 0,730)	1,000	No
S0A-S0E	1,045	(0,361; 1,730)	0,000	Si
S0B-S0C	1,182	(0,497; 1,867)	0,000	Si
S0B-S0D	0,864	(0,179; 1,548)	0,006	Si
S0B-S0E	0,136	(0,548; 0,821)	0,981	No
S0C-S0D	0,318	(0,367; 1,003)	0,698	No
S0C-S0E	1,318	(0,633; 2,003)	0,000	Si
S0D-S0E	1,000	(0,315; 1,685)	0,001	Si

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.18, se observa que entre las muestras (S0A - S0C), (S0A - S0D), (S0B - S0E) y (S0C - S0D), no existe diferencia significativa debido a que el valor-p es mayor que $\alpha = 0,05$. Sin embargo, para las muestras (S0A-S0B), (S0A - S0E), (S0B - S0C), (S0B - S0D), (S0C - S0E) y (S0D - S0E), sí existe diferencia significativa debido el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

De acuerdo con los resultados del resto de los análisis estadísticos de Tukey del (Anexo C) de la tabla C.66 (color), tabla C.70 (olor), tabla C.74 (jugosidad)

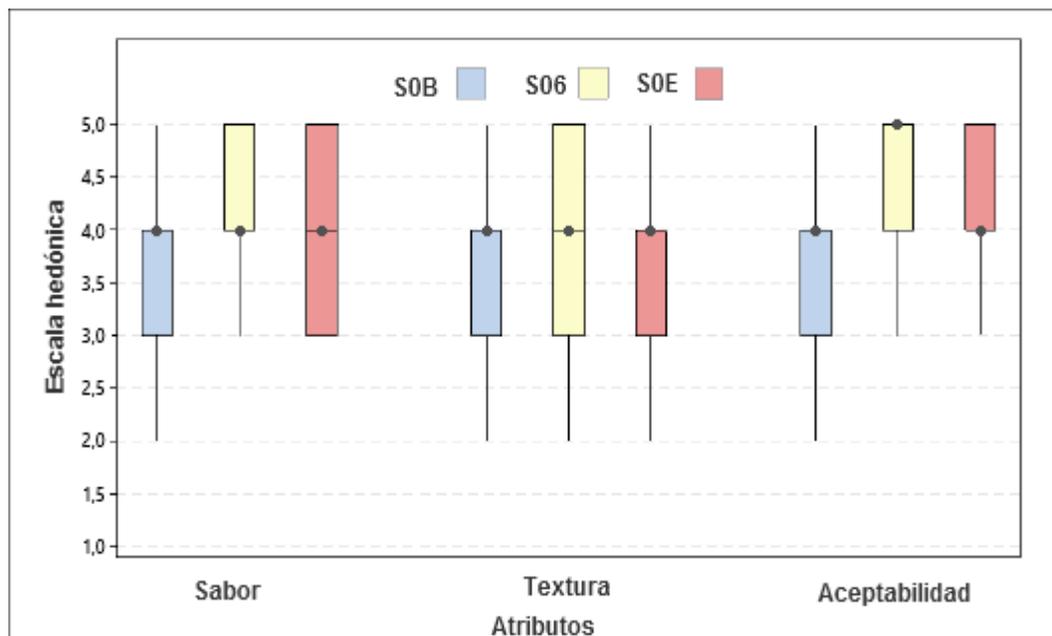
y tabla C.78 (consistencia), se observó que la muestra S0E y S0B son estadísticamente más significativas para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, por lo tanto, los jueces eligieron la muestra S0E y SOB, por presentar mejor textura y tener más sabor a comparación de la muestra S0A, S0C y S0D que tenían textura dura y un sabor ligero.

4.2.1.8. Evaluación sensorial de la muestra preliminar y salchicha patrón

En base a la muestra preliminar de salchicha normal (S06) y muestra patrón (S0B) y (S0E); con la finalidad evaluar o comparar los atributos de mayor consideración, se procedió a realizar una evaluación sensorial con 23 jueces.

4.2.1.8.1 Estadístico de caja y bigote de la muestra preliminar y salchicha patrón

En la figura 4.12, se muestra el estadístico de caja y bigote para el atributo: sabor (tabla C.80), textura (tabla C.83) y aceptabilidad (tabla C.87) de datos extraídos del anexo C.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.12: Caja y bigote de la muestra preliminar y salchicha patrón

En la figura 4.12, se observa que para los atributos sabor y textura la muestra S06 es la más preferida con mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos para el atributo aceptabilidad la muestra S06 es la más preferida con mediana de 5 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 5 o menos en una escala de cinco puntos. Siendo así la muestra S06 la que tuvo mayor aceptación por los jueces en comparación a la muestra S0B y S0E con menor valoración en cuanto se refiere a la comparación de muestras de salchicha.

4.2.1.8.2 Estadístico de Tukey del atributo textura en la muestra preliminar y salchicha patrón

En la tabla 4.19, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.85 del (Anexo C).

Tabla 4.19
Estadístico de Tukey para el atributo textura en la muestra preliminar y salchicha patrón

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Intervalos de confianza de 95 %	Valor p ajustado	Significancia
S06- S0B	0,609	(0,020; 1,198)	0,041	Si
S0E - S0B	0,087	(0,502; 0,676)	0,933	No
S0E - S06	-0,522	(1,111; 0,067)	0,093	No

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.19, se observa que entre las muestras o tratamientos (S0E - S0B) y (S0E - S06), no existe diferencia significativa debido a que el valor-p es mayor que $\alpha = 0,05$. Sin embargo, entre las muestras (S06 - S0B), si existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

4.2.1.8.3 Estadístico de Tukey del atributo aceptabilidad en la muestra preliminar y salchicha patrón

En la tabla 4.20, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo aceptabilidad de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.89 del (Anexo C).

Tabla 4.20

Estadístico de Tukey para el atributo aceptabilidad en la muestra preliminar y salchicha patrón

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Intervalos de confianza de 95 %	Valor p ajustado	Significancia
S06-S0B	0,783	(0,220; 1,345)	0,004	Si
S0E-S0B	0,478	(-0,084; 1,041)	0,111	No
S0E-S06	-0,304	(-0,867; 0,258)	0,402	No

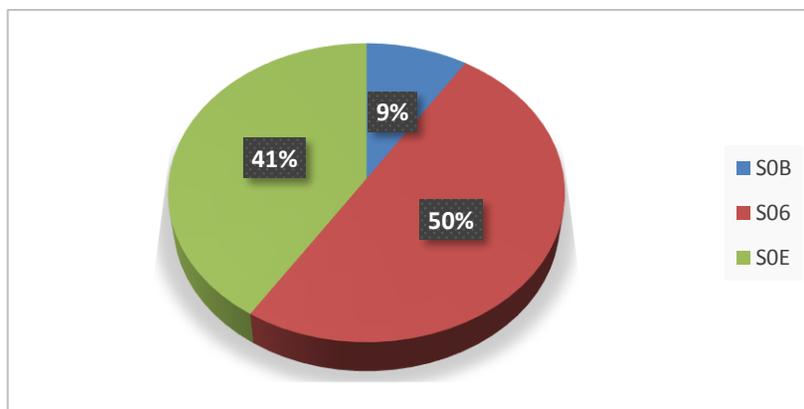
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.20, se observa que entre las muestras (S0E - S0B) y (S0E - S06), no existe diferencia significativa debido a que el valor-p es mayor que $\alpha = 0,05$. Sin embargo, entre las muestras (S06 - S0B), si existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de la muestra patrón según el análisis de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra S06, por presentar mejor sabor y textura a comparación de la muestra S0B y S0E que presentaban textura muy suave.

4.2.1.8.4 Comparación de muestra preliminar y salchicha patrón

En la figura 4.13, se observa la preferencia de muestra preliminar de salchicha normal (S06) y muestra patrón S0B y S0E. En base a la pregunta ¿Cuál de las muestras le gusta más?



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.13: Preferencia de muestra preliminar y muestra patrón de salchicha

En la figura 4.13, se observa que la muestra S06 es la más preferida por los jueces con un 50 %, con relación a la muestra patrón S0E 41 % y S0B 9%.

4.2.1.9 Variación de la dosificación de aceite de soja prueba 4

En base a la muestra (S06) preliminar de salchicha sin aceite de soja en su formulación, con la finalidad de encontrar el porcentaje de sustitución de aceite de soja y obtener la mejor muestra de aceptación, se procedió a elaborar 4 muestras (S06, S07, S08 Y S09) sustituyendo aceite de soja en 0 %, 40 %, 60 % y 80 % en remplazo del tocino (figura 4.14); para tal efecto se realizó una evaluación sensorial con 20 jueces.

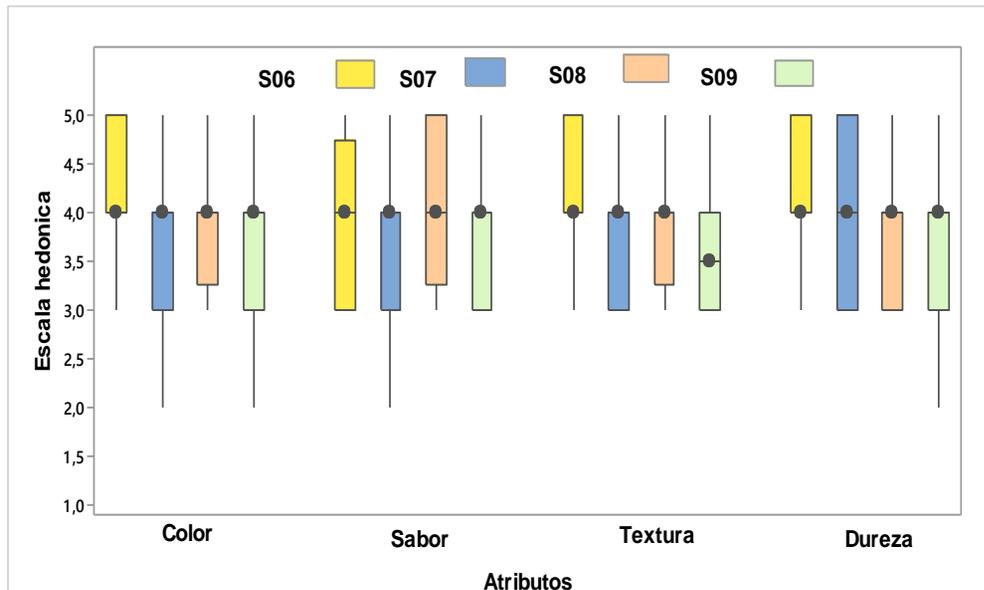
preliminares con sustitución de aceite de soja			
S06 (%)	S07 (%)	S08 (%)	S09 (%)
Carne de res 22	Carne de res 22	Carne de res 22	Carne de res 22
Carne de cerdo 35	Carne de cerdo 35	Carne de cerdo 35	Carne de cerdo 35
Tocino 19	Tocino 12	Tocino 8	Tocino 4
Aceite de soja 0	Aceite de soja 7	Aceite de soja 11	Aceite de soja 15
Insumos 4	Insumos 4	Insumos 4	Insumos 4
Otros 20	Otros 20	Otros 20	Otros 20
0 % de aceite de soja 100 % tocino	40 % de aceite de soja 60 % de tocino	60 % de aceite de soja 40 % de tocino	80 % de aceite de soja 20 % de tocino

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14: Variación de la dosificación de aceite de soja en la prueba 4

4.2.1.9.1 Estadístico de caja y bigote en la dosificación de aceite de soya prueba 4

En la figura 4.15, se muestra el estadístico de caja y bigote del atributo: color (tabla C.91), sabor (tabla C.96), textura (tabla C.98) y dureza (tabla C.103) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15: Estadístico de caja y bigote en la prueba 4

En la figura 4.15, se observa que para los atributos sabor y textura la muestra S08 es la más preferida con mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos. Siendo así la muestra S08 la que tuvo mayor aceptación por los jueces a comparación de la muestra S06, S07 y S09 con menor valoración en cuanto se refiere a la selección de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.

4.2.1.9.2 Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 4

En la tabla 4.21, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo color de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.94 del (Anexo C).

Tabla 4.21

Estadístico de Tukey del atributo color en la prueba 4

Diferencias de niveles	Diferencias de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de p ajustado	significancia
S07 - S06	0,65	(1,240;0,060)	0,025	Si
S08 - S06	0,50	(1,090;0,090)	0,125	No
S09 - S06	0,90	(1,490;0,310)	0,001	Si
S08 - S07	0,15	(0,440;0,740)	0,909	No
S09 - S07	0,25	(0,840;0,340)	0,682	No
S09 - S08	0,40	(0,990;0,190)	0,289	No

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.21, se puede observar que entre los tratamientos o muestras (S08-S06), (S08-S07), (S09-S07) y (S09-S08), no existe diferencia significancia debido a que el valor-p es mayor que $\alpha = 0,05$. Sin embargo, para las muestras (S07-S06), y (S09-S06), sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

4.2.1.9.3 Estadístico de Tukey del atributo textura en la prueba 4

En la tabla 4.22, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo textura de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.101 del (Anexo C).

Tabla 4.22

Estadístico de Tukey del atributo textura en la prueba 4

Diferencias de niveles	Diferencias de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de p ajustado	significancia
S07 - S06	0,45	(1,023; 0,123)	0,174	No
S08 - S06	0,45	(1,023; 0,123)	0,174	No
S09 - S06	0,70	(1,273; 0,127)	0,010	Si
S08 - S07	0,00	(0,573; 0,573)	1,000	No
S09 - S07	0,25	(0,823; 0,323)	0,662	No
S09 - S08	0,25	(0,823; 0,323)	0,662	No

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.22, se observa que entre las muestras (S07-S06), (S08-S06), (S08-S07), (S09-S07) y (S09-S08), no existe diferencia significancia debido a que el valor-p es mayor a $\alpha = 0,05$. Sin embargo, para las muestras (S09-S06), sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

4.2.1.9.4 Estadístico de Tukey del atributo dureza en la prueba 4

En la tabla 4.23, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo dureza de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 extraídos de la tabla C.106 del (Anexo C).

Tabla 4.23

Estadístico de Tukey del atributo dureza en la prueba 4

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Intervalo de confianza de 95 %	Valor P ajustado	Significancia
S07 - S06	0,25	(0,881; 0,381)	0,725	No
S08 - S06	0,45	(1,081; 0,181)	0,247	No
S09 - S06	0,65	(1,281;-0,019)	0,041	Si
S08 - S07	0,20	(0,831; 0,431)	0,838	No
S09 - S07	0,40	(1,031; 0,231)	0,348	No
S09 - S08	0,20	(0,831; 0,431)	0,838	No

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.23, se puede observar que entre los tratamientos o muestras (S07-S06), (S08-S06), (S08-S07), (S09-S07) y (S09-S08), no existe diferencia significancia debido a que el valor-p es mayor que $\alpha = 0,05$. Sin embargo, para las muestras (S09-S06), sí existe diferencia significativa debido el valor-p es menor que $\alpha = 0,05$.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de las pruebas preliminares con sustitución parcial de aceite de soya según el análisis de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los se observó que los jueces eligieron la muestra S08, por presentar mejor textura y sabor a comparación de la muestra S06, S07 y S09.

Según las observaciones de los jueces de las muestras evaluadas con diferentes porcentajes de sustitución de aceite de soya en remplazo del tocino observaron: para el atributo color a medida que aumenta el porcentaje de aceite de soya el color tiende a disminuir perdiendo su intensidad rojiza; para el atributo textura o dureza observaron que a mayor porcentaje de aceite de soya su dureza aumenta y la masticabilidad o elasticidad disminuye, siendo una salchicha menos firme; en el atributo sabor los jueces no lograron percibir alguna diferencia.

4.2.1.10 Influencia de los parámetros fisicoquímicos en las pruebas preliminares de salchicha con sustitución de aceite de soya

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos (humedad, pH y acidez) en las muestras preliminares de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya; con el fin de comparar y observar el efecto de la sustitución de aceite de soya en dichos parámetros y determinar si tuvieron alguna influencia durante la evaluación de las propiedades sensoriales al momento de seleccionar una muestra.

4.2.1.10.1 Control de humedad, pH y acidez en las pruebas preliminares de salchicha con sustitución de aceite de soya

En la tabla 4.24, se muestra el comportamiento del contenido de humedad, pH y acidez de las muestras preliminares de la salchicha en función al porcentaje de sustitución de aceite de soya (0 %, 40 %, 60 % y 80 %), siendo el porcentaje restante para cada muestra la materia grasa o tocino. Los métodos utilizados se detallan en el (Anexo E.1).

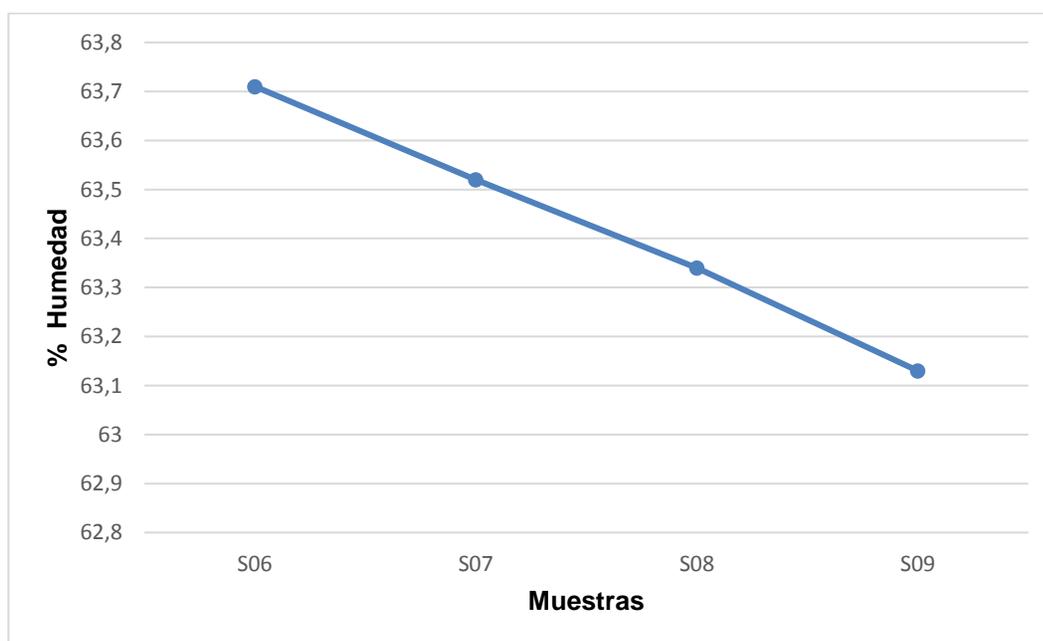
Tabla 4.24

Control de humedad, pH y acidez en las muestras preliminares de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Muestras	Sustitución de aceite de soya (%)	Humedad (%)	pH (valor)	Acidez (%)
S06	0	63,71	6,188	0,45
S07	40	63,52	6,153	0,46
S08	60	63,34	6,134	0,48
S09	80	63,13	6,096	0,51

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.16, se muestra el comportamiento del contenido de humedad en función a las muestras preliminares de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya; en base a los resultados obtenidos de la tabla 4.24.



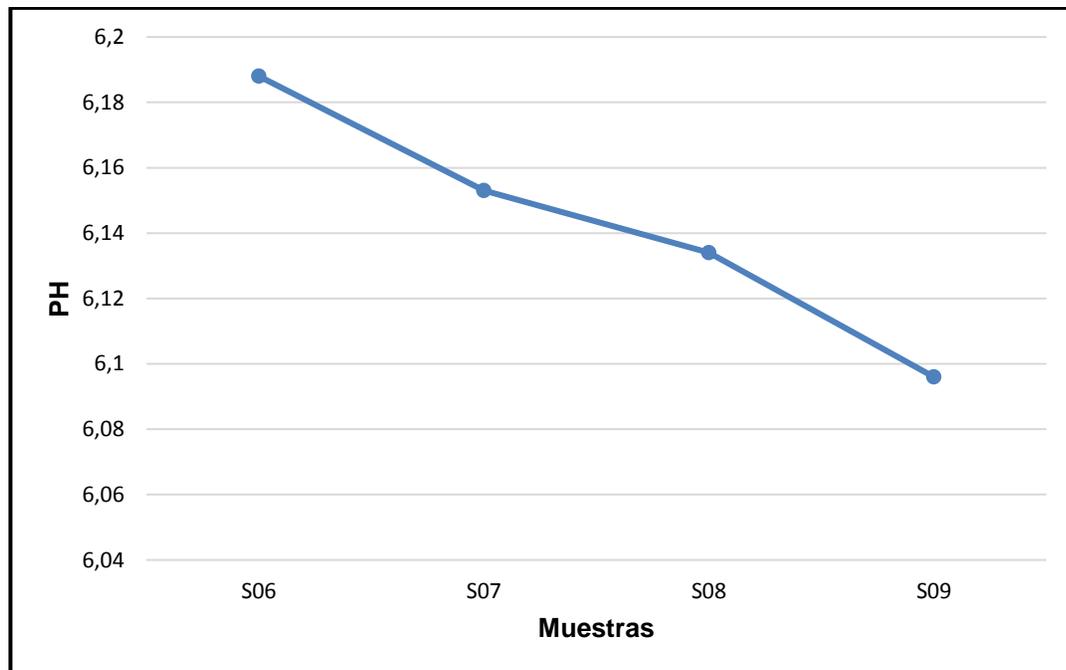
Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.16: Porcentaje humedad de muestras preliminares con sustitución parcial de aceite de soya

En la figura 4.16, se muestra las curvas de variación del porcentaje de humedad versus las 4 muestras con sustitución de aceite de soya, inicialmente la muestra S06 (63,71 %), S07 (63,52 %), S08 (63,34 %) y S09 (63,13 %); se

puede observar que a medida que se aumenta el porcentaje de aceite de soya hay un descenso de la humedad; así mismo se observa que las muestras están dentro del límite máximo permitido según la (NB 3100018, 2011).

En la figura 4.17, se muestra el comportamiento del valor de pH en función a las muestras preliminares de salchicha con sustitución de aceite de soya; en base a los resultados obtenidos de la tabla 4.24.

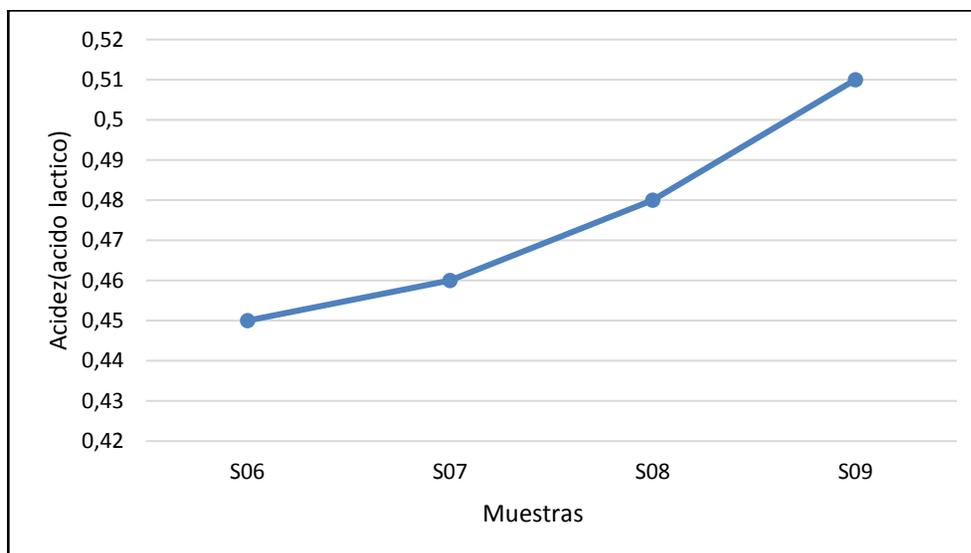


Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.17: pH de muestras preliminares con sustitución parcial de aceite de soya

En la figura 4.17, se muestra las curvas de variación del pH versus las 4 muestras con sustitución de aceite de soya, inicialmente la muestra S06 (6,188), S07 (6,153), S08 (6,134) y S09 (6,096); se puede observar que a medida que se aumenta el porcentaje de aceite de soya hay un descenso del valor de pH; así mismo se observa que las muestras están dentro del rango permitido según la Norma Boliviana (NB 798, 1997).

En la figura 4.18, se muestra el comportamiento del porcentaje de acidez en función de las muestras preliminares de salchicha con sustitución de aceite de soya; en base a los resultados obtenidos de la tabla 4.24.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.18: Acidez de muestras preliminares con sustitución parcial de aceite de soya

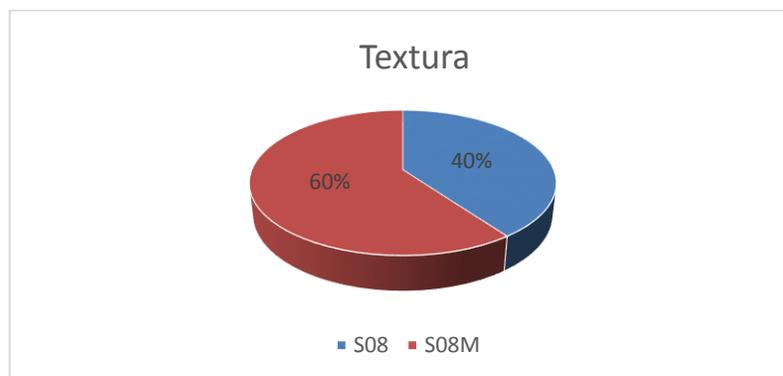
En la figura 4.18, se muestra las curvas de variación de la acidez versus las cuatro muestras con sustitución de aceite de soya, inicialmente la muestra S06 (0,45 %), S07 (0,46 %), S08 (0,48 %) y S09 (0,51 %); se puede observar que a medida que se aumenta el porcentaje de aceite de soya hay un ascenso de la acidez.

4.2.1.11 Evaluación sensorial de comparación de muestras de salchicha con sustitución de aceite de soya

En base a la muestra (S08) seleccionada de las pruebas con sustitución de aceite de soya, se procedió a elaborar dos muestras, una sin emulsificante (S08) y otra con emulsificante cárnico S08M; con el fin de mejorar la textura.

En la figura 4.19, se muestra los resultados de preferencia de la muestra sin emulsificante (S08) y la muestra con emulsificante (S08M) comparadas con la

muestra patrón (S0E) realizando una prueba sensorial duo trio de datos de la tabla C.1-1 del (Anexo C); con el fin de evidenciar la preferencia para el atributo textura y obtener una muestra preliminar ideal de salchicha con sustitución de parcial de aceite de soya.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19: Resultados del atributo textura de muestras con sustitución parcial de aceite de soya

En la figura 4.19, se observa la gráfica de torta para el atributo textura, donde se muestra que un 60 % de los jueces prefirieron la muestra S08M y el 40 % de los jueces prefirieron la muestra S08.

Realizando el análisis estadístico de T-Student de la evaluación sensorial del atributo textura, indica que $T_{cal} (0,40) < T_{tab} (1,72)$, por lo que no existe diferencias significativas entre los tratamientos (muestras) y se acepta la H_p . Concluyendo, que las muestras de salchicha analizadas, una con emulsificante, los jueces no pudieron encontrar diferencia significativa; sin embargo, en base a aceptación de los jueces se estableció que la muestra S08M con 60 % fue la preferida.

4.3 Diseño factorial en la etapa de dosificación de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

En base a la muestra ideal S08M, se procedió a realizar de manera experimental el diseño factorial 2^3 (tabla 3.2) según la matriz de variables

detallados (tabla 3.3), en la etapa de dosificación para elaborar salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, en función de las variables respuestas; contenido de humedad, pH, y acidez.

4.3.1 Variable respuesta contenido de humedad en la etapa de dosificación de la salchicha con sustitución de aceite de soya

Para aplicar el diseño experimental se tomaron en cuenta como variables independientes; el porcentaje de emulsificante (A), hielo (B) y aceite de soya (C) y como variable respuesta el contenido de humedad de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.

En base al diseño experimental aplicando en la etapa de dosificación se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta humedad (tabla 4.25) en el programa estadístico Minitab 2020 para Windows, los resultados obtenidos se detallan en el (Anexo D.1).

Tabla 4.25
Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad

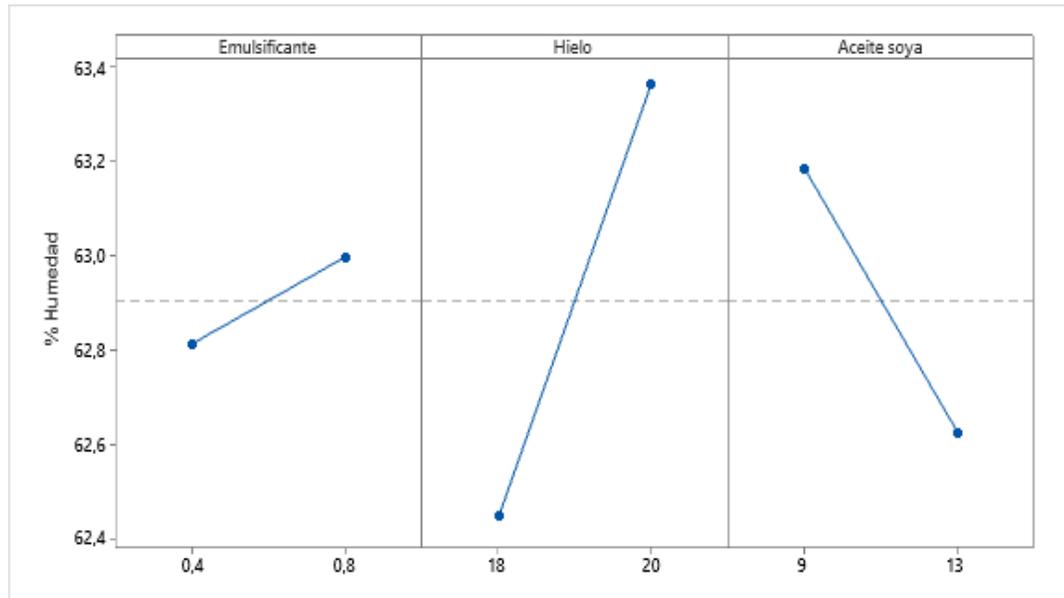
Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
A: Emulsificante	1	0,135	0,135	10,900	0,011
B: Hielo	1	3,340	3,340	269,470	0,000
C: Aceite de soya	1	1,249	1,249	100,760	0,000
AB: Emulsificante*Hielo	1	0,001	0,001	0,040	0,845
AC: Emulsificante*Aceite de soya	1	0,032	0,032	2,540	0,150
BC: Hielo*Aceite de soya	1	0,006	0,006	0,480	0,506
ABC: Emulsificante*Hielo*Aceite de soya	1	0,006	0,006	0,480	0,506
Error	8	0,099	0,012		
Total	15	4,867			

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza tabla 4.25, se observa que en las interacciones; (AB, BC, AC y ABC), no existe diferencia significancia debido a que el valor-p es mayor a $\alpha = 0,05$. Sin embargo, para los factores A (emulsificante), B (hielo)

y C (aceite de soya), sí existe diferencia significativa debido el valor-p es menor a $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.20, se muestran los efectos principales de los factores; A (emulsificante), B (hielo) y C (aceite de soya); con relación a la variable respuesta contenido de humedad (%).

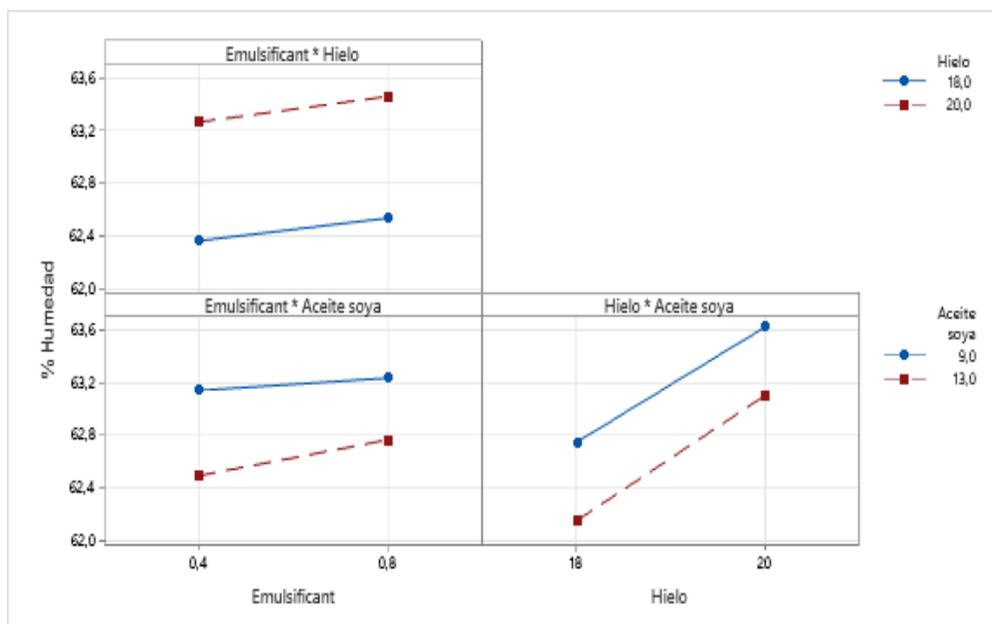


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20: Efectos principales para el contenido de humedad

Según la figura 4.20, se puede observar que el factor B (hielo) influye significativamente sobre la variable respuesta contenido de humedad; ya que cuando está en su nivel bajo la humedad está en 62,4 %, mientras que en el nivel alto sube el porcentaje de humedad a 63,4 %, así mismo el factor C (aceite de soya) influye significativamente debido a que en un nivel bajo el porcentaje de humedad se encuentra en 63,2 %, y cuando está en un nivel alto disminuye hasta un 62,6 %. Por otro lado, el que menos influye es el factor A (emulsificante) que en su nivel bajo y alto el porcentaje de humedad se encuentra en un rango de (62,8 – 63,0) %.

En la figura 4.21, se muestra la interacción para los factores AB (emulsificante -hielo), AC (emulsificante - aceite de soya), BC (hielo - aceite de soya), en función a la variable respuesta contenido de humedad.

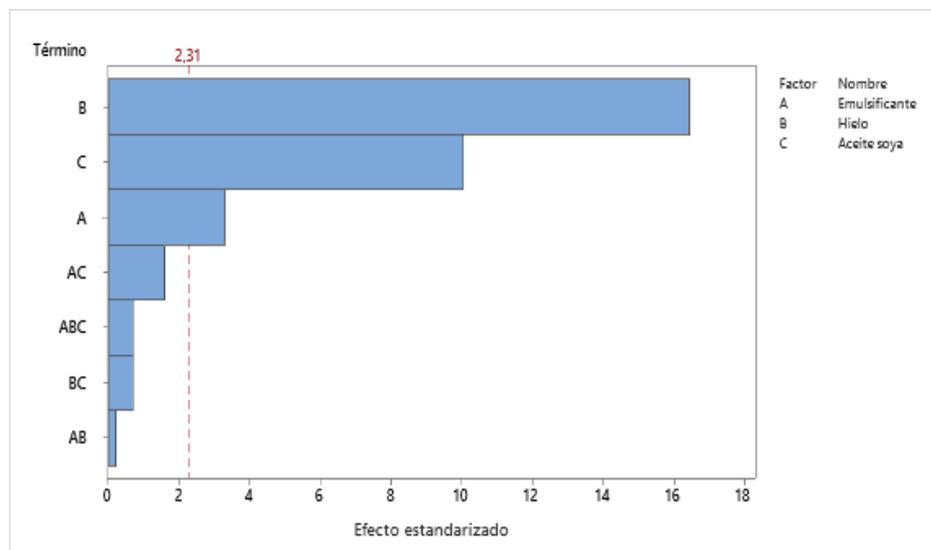


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21: Interacciones de efectos para el contenido de humedad

Según la figura 4.21, se puede observar la gráfica donde la interacción emulsificante - hielo (AB) en su nivel bajo y alto no influyen significativamente entre sí, al igual que la interacción emulsificante - aceite de soya (AC) y la interacción hielo - aceite de soya (BC) no afectan a la variable contenido humedad.

En la figura 4.22, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores tomados en cuenta para el diseño experimental, ordenados de mayor a menor. La significancia estadística lo determina la línea vertical que referencia con un valor de 2,306 y por lo tanto las barras que sobrepasan la línea, son los efectos que son estadísticamente significativos a un nivel de confianza del 95 %.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22: Diagrama de Pareto para el contenido de humedad

Según la figura 4.22, se observa que los factores B (hielo), C (aceite de soya) y A (emulsificante) sobrepasan la línea de referencia, por tanto, son estadísticamente significativos y las interacciones AC (emulsificante – aceite de soya), ABC (emulsificante - hielo – aceite de soya), BC (hielo – aceite de soya) y AB (emulsificante – hielo); no son estadísticamente significativos ya que ninguna excede la línea de referencia para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

El modelo obtenido es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Humedad} = & 64,64 - 11,4 \text{ emulsificante} + 0,014 - 0,942 \text{ aceite de soya} + 0,561 \\ & \text{emulsificante} * \text{hielo} + 1,03 \text{ emulsificante} * \text{aceite de soya} + 0,0387 \\ & \text{hielo} * \text{aceite de soya} - 0,0484 \text{ emulsificante} * \text{hielo} * \text{aceite de soya} \end{aligned}$$

4.3.2 Variable respuesta (pH) en la etapa de dosificación de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Para aplicar el diseño experimental se tomaron en cuenta como variables independientes; porcentaje de emulsificante (A), hielo (B) y aceite de soya (C) y como variable respuesta pH de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.

En base al diseño experimental aplicando en la etapa de dosificación, se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta pH (tabla 4.26) en el programa estadístico Minitab 2020 para Windows, los resultados obtenidos se detallan en el (Anexo D.2).

Tabla 4.26

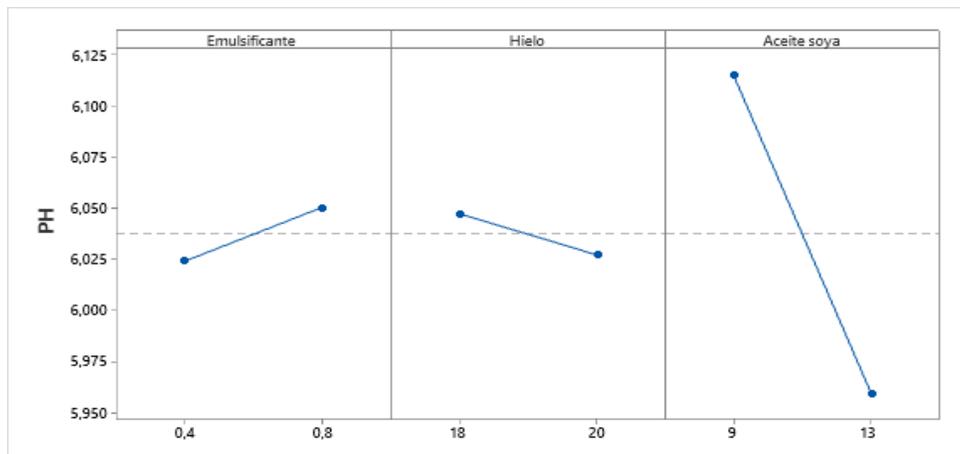
Análisis de varianza en función de la variable respuesta pH

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
A: Emulsificante	1	0,001	0,003	1,30	0,287
B: Hielo	1	0,002	0,002	0,78	0,404
C: Aceite de soya	1	0,097	0,097	45,85	0,000
AB: Emulsificante*Hielo	1	0,002	0,002	1,13	0,318
AC: Emulsificante*Aceite soya	1	0,001	0,001	0,30	0,602
BC: Hielo*Aceite de soya	1	0,018	0,018	8,49	0,020
ABC: Emulsificante*Hielo*Aceite de soya	1	0,001	0,001	0,47	0,513
Error	8	0,017	0,002		
Total	15	0,140			

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza de tabla 4.26, se puede observar que el factor A (emulsificante), factor B (hielo) y las interacciones; (AB, AC y ABC) no existe evidencia estadística significativa debido a que el valor-p es mayor a $\alpha = 0,05$. Pero, para el factor C (aceite de soya) y la interacción BC (hielo - aceite de soya), sí existe diferencia significativa porque el valor-p es menor a $\alpha = 0,05$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada.

En la figura 4.23, se muestran los efectos principales para los factores; A (emulsificante), B (hielo) y C (aceite de soya) con relación a la variable respuesta pH.

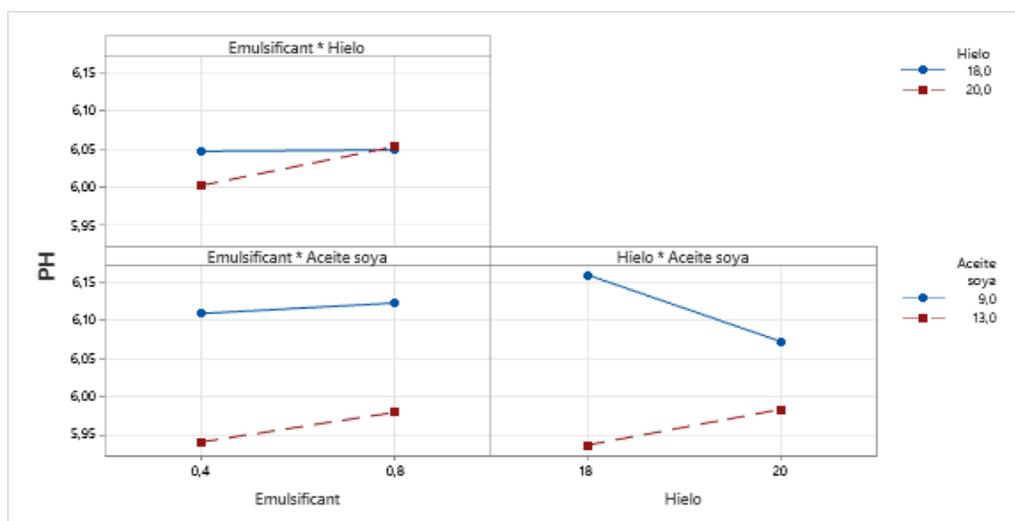


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23. Efectos principales para el pH

Según la figura 4.23, se puede observar que el factor C (aceite de soya) influye significativamente sobre la variable respuesta pH ya que cuando está en su nivel bajo el pH está en 6,115 mientras que en el nivel alto el pH disminuye hasta 5,960; en cuanto al factor B (hielo) y el factor A (emulsificante) estando en sus niveles alto y bajo no influyen significativamente.

En la figura 4.24, se muestra la interacción para los factores AB (emulsificante -hielo), AC (emulsificante - aceite de soya), BC (hielo - aceite de soya), en función a la variable respuesta pH.

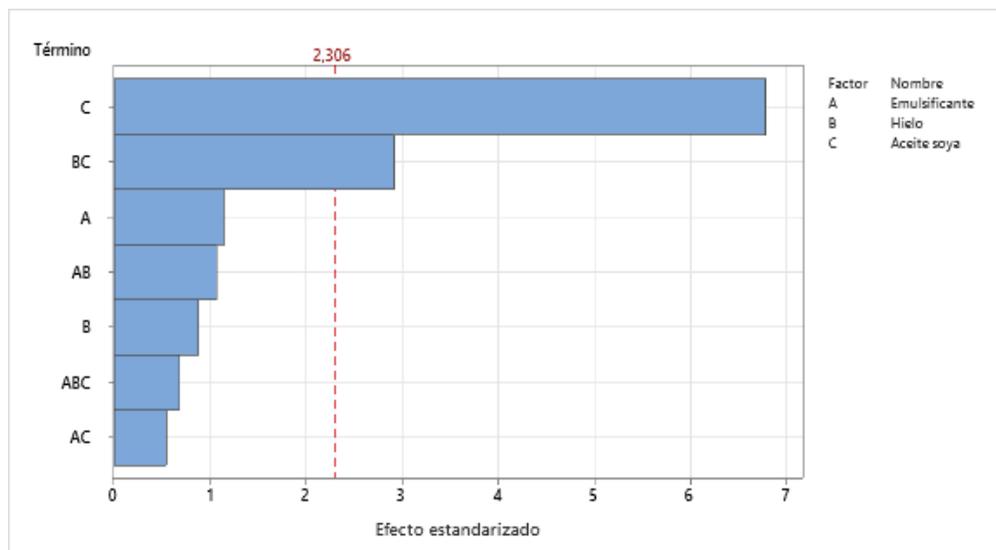


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.24: Interacciones de efectos para el pH

Según la figura 4.24, se puede observar la gráfica donde la interacción Emulsificante - hielo (AB) en su nivel bajo y alto es significativo debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí; sin embargo, la interacción emulsificante - aceite de soya (AC) y la interacción hielo - aceite de soya (BC) no afectan a la variable respuesta pH, no son significativas.

En la figura 4.25, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores tomados en cuenta para el diseño experimental, ordenados de mayor a menor. La significancia estadística lo determina la línea vertical que referencia con un valor de 2,306 y por lo tanto las barras que sobrepasan la línea, son los efectos que son estadísticamente significativos a un nivel de confianza del 95 %.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.25: Diagrama de Pareto estandarizado para el pH

Según la figura 4.25, se observa que el factor C (aceite de soya) y la interacción BC (hielo - aceite de soya) sobrepasan la línea de referencia, por tanto, son estadísticamente significativos y el factor A (emulsificante), B (hielo), las interacciones AB (emulsificante - hielo), ABC (emulsificante - hielo - aceite de soya), AC (emulsificante - aceite de soya) no son estadísticamente

significativos, ya que ninguna excede la línea de referencia para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

El modelo obtenido es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{pH} = & 8,45 + 2,84 \text{ Emulsificante} - 0,101 \text{ Hielo} - 0,142 \text{ Aceite de soya} - 0,155 \\ & \text{Emulsificante} * \text{Hielo} - 0,358 \text{ Emulsificante} * \text{Aceite de soya} + 0,0049 \\ & \text{Hielo} * \text{Aceite de soya} + 0,0197 \text{ Emulsificante} * \text{Hielo} * \text{Aceite de soya} \end{aligned}$$

4.3.3 Variable respuesta de acidez (ácido láctico) en la etapa de dosificación de la salchicha con sustitución de aceite de soya

Para aplicar el diseño experimental se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de emulsificante (A), Hielo (B) y Aceite de soya (C) y como variable respuesta acidez de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.

En base al diseño experimental aplicando en la etapa de dosificación se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta acidez (ácido láctico) tabla 4.27 en el programa estadístico Minitab 2021 para Windows, los resultados obtenidos se detallan en el (Anexo D.3).

Tabla 4.27

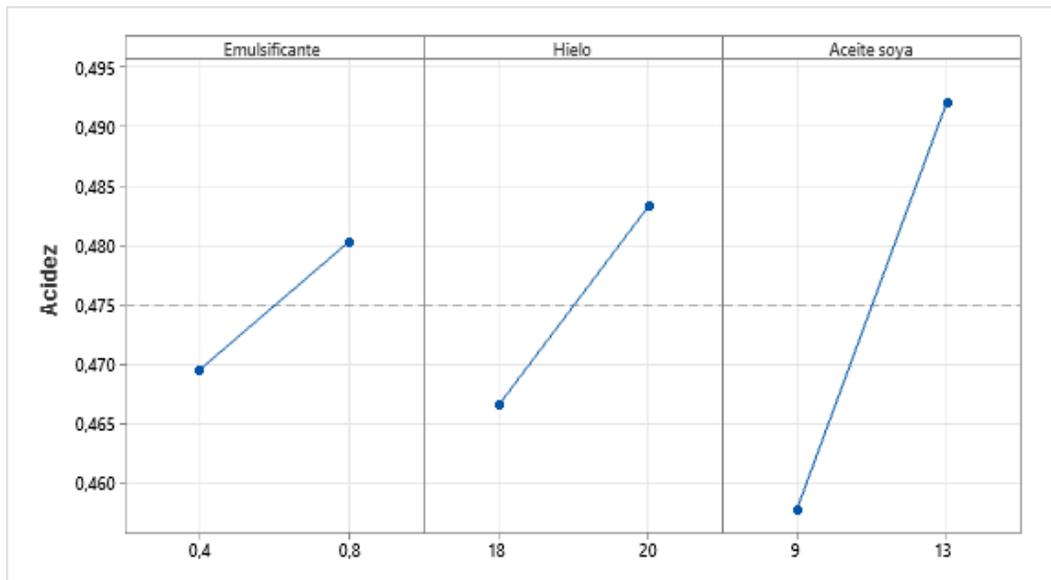
Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
A:Emulsificante	1	0,001	0,001	2,55	0,149
B:Hielo	1	0,000	0,001	6,19	0,038
C:Aceite de soya	1	0,005	0,005	25,89	0,001
AB: Emulsificante*Hielo	1	0,000	0,000	0,02	0,886
AC:Emulsificante*Aceite soya	1	0,000	0,000	0,01	0,943
BC: Hielo*Aceite de soya	1	0,000	0,000	0,09	0,774
ABC:Emulsificante*Hielo*Aceite de soya	1	0,000	0,000	0,01	0,914
Error	8	0,001	0,000		
Total	15	0,008			

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza tabla 4.40, se puede observar que el factor A (emulsificante) y las interacciones; (AB, BC, AC y ABC) no existe diferencia significativa debido a que el valor-p es mayor a $\alpha = 0,05$. Sin embargo, para los factores C (aceite de soya), B (hielo) sí existe diferencia significativa debido a que el valor-p es menor a $\alpha = 0,05$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada.

En la figura 4.26, se muestran los efectos principales para los factores; A (emulsificante), B (hielo) y C (aceite de soya) con relación a la variable respuesta acidez (ácido láctico).

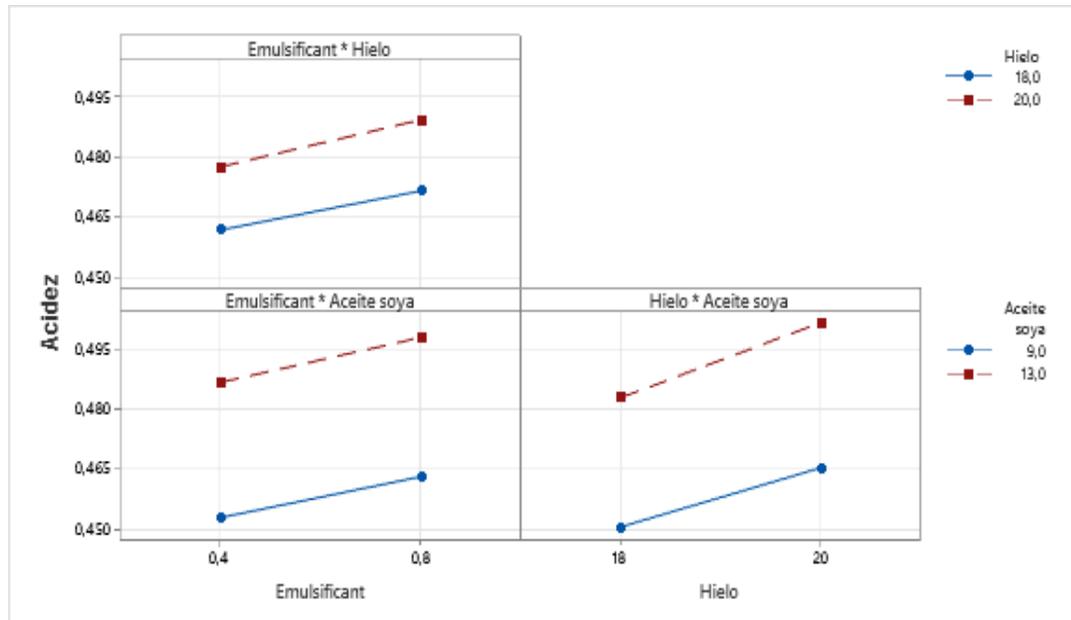


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.26: Efectos principales para el contenido de humedad

Según la figura 4.26, se puede observar que el factor C (aceite de soya) influye significativamente sobre la variable respuesta acidez (ácido láctico), ya que cuando está en su nivel bajo la acidez está en 0,460 %, mientras que en el nivel alto sube hasta 0,492 %, así mismo el factor B (hielo) y A (emulsificante) no influyen significativamente.

En la figura 4.27, se muestra la interacción para los factores AB (emulsificante -hielo), AC (emulsificante - aceite de soya), BC (hielo - aceite de soya), en función a la variable respuesta acidez.

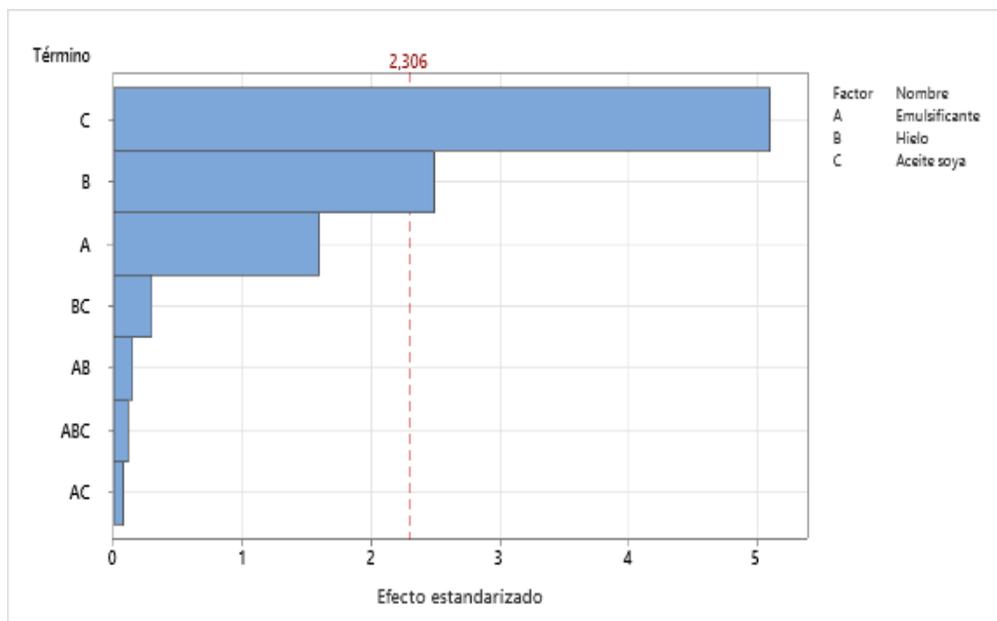


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.27 Interacciones de efectos para la acidez

Según la figura 4.27, se puede observar la gráfica donde la interacción emulsificante - hielo (AB) en su nivel bajo y alto no influyen significativamente entre sí, al igual que la interacción emulsificante - aceite de soya (AC) y la interacción hielo - aceite de soya (BC) no afectan significativamente.

En la figura 4.28, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores tomados en cuenta para el diseño experimental, ordenados de mayor a menor. La significancia estadística lo determina la línea vertical que referencia con un valor de 2,306 y por lo tanto las barras que sobrepasan la línea, son los efectos que son estadísticamente significativos a un nivel de confianza del 95 %.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.28 Interacciones de efectos para la acidez

Según la figura 4.28, se puede observar que los factores C (aceite de soya) y B (hielo), sobrepasan la línea de referencia, por tanto, son estadísticamente significativos y para el factor A (emulsificante) las interacciones AC (emulsificante – aceite de soya), ABC (emulsificante - hielo – aceite de soya), BC (hielo – aceite de soya) y AB (emulsificante – hielo); no son estadísticamente significativos, ya que ninguna excede la línea de referencia para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

4.3.4 Análisis fisicoquímico del parámetro grasa de muestras experimentales

En la tabla 4.28, se muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico (parámetro grasa) de cuatro muestras de salchicha con sustitución de aceite de soya de datos extraídos del (Anexo A), los cuales fueron realizados en el Centro de Análisis y Desarrollo (CEANID).

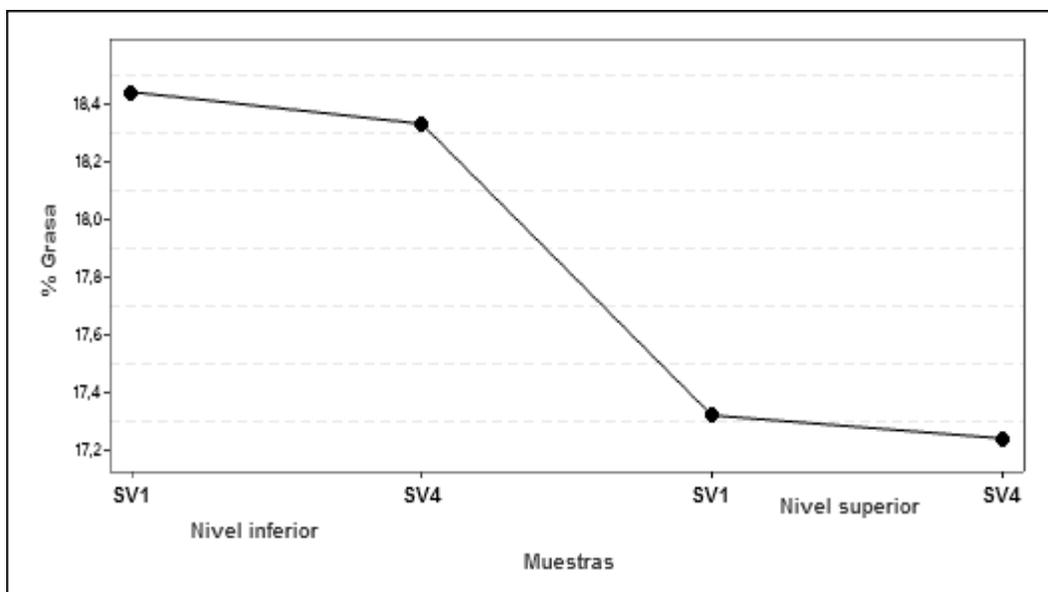
Tabla 4.28

Porcentaje de grasa de muestras experimentales de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Porcentaje de grasa (%)							
Muestras experimentales							
Nivel inferior (%)				Nivel superior (%)			
(1)	a	b	ab	c	ac	bc	abc
18,44	-	-	18,33	17,32	-	-	17,24
SV1	SV2	SV3	SV4	SV1	SV2	SV3	SV4

Fuente: (CEANID,2022)

Tomando en cuenta cuatro muestras en función de los niveles de los factores, como ser para el nivel inferior SV1(1) con (0,4 % emulsificante – 18 % hielo – 9 % aceite de soya); SV4(ab) con (0,8 % emulsificante – 20 % hielo – 9 % aceite de soya) y para el nivel superior SV1(c) con (0,4 % emulsificante– 18 % hielo – 13 % aceite de soya); SV4(abc) con (0,8 % emulsificante – 20 % hielo – 13 % aceite de soya), en la figura 4.29, se muestra el porcentaje de grasa en función de las muestras experimentales como se detalla en la tabla 4.28.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4.29: Variación del porcentaje de grasa en función a las muestras experimentales

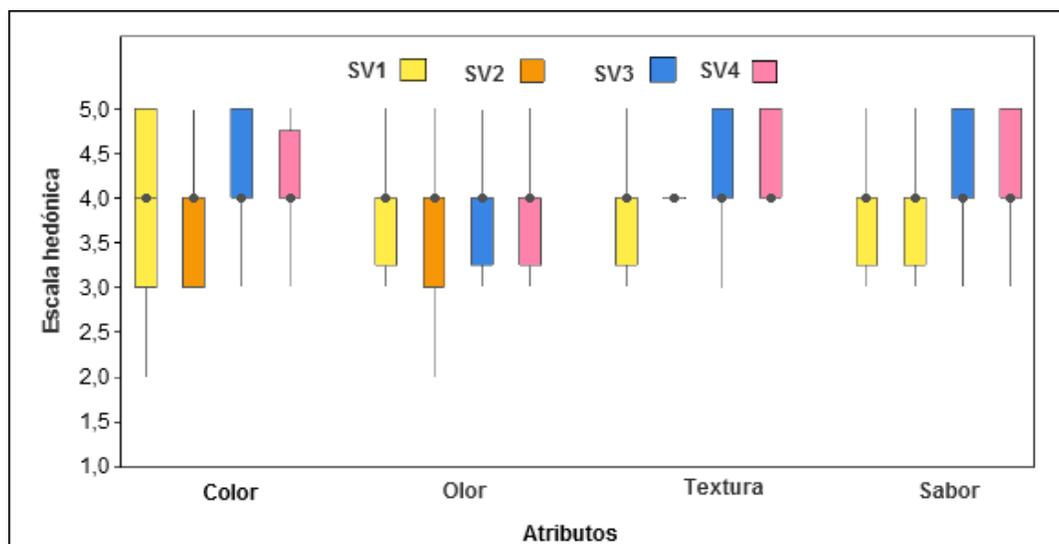
En la figura 4.29, se observa que las muestras del nivel inferior presentaron mayor contenido porcentual de grasa SV1(18,44 %); SV4(18,33 %) y en las muestras del nivel superior con menor porcentaje de grasa SV1(17,32 %); SV4(17,24 %); dando a observar una disminución del porcentaje de grasa del 1,2 % en el nivel superior con relación al nivel inferior.

4.3.5 Evaluación sensorial de muestras experimentales de nivel inferior y superior para el diseño experimental

Experimentalmente se procedió a elaborar las muestras del diseño experimental y tomar en cuenta el factor aceite de soya en nivel inferior 9 % y superior 13 %; con el fin de realizar una evaluación sensorial y poder valorar la preferencia de cada tratamiento(muestra) en función a los atributos.

4.3.5.1 Estadístico de caja y bigote en las muestras experimentales de nivel inferior

En la figura 4.30, se muestra el estadístico de caja y bigote del atributo: color (tabla C.108), olor (tabla C.110), textura (tabla C.112) y sabor (tabla C.117) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.30: Estadístico de caja y bigote en las muestras experimentales de nivel inferior

En la figura 4.30, se observa que para los atributos color, olor, textura y sabor la muestra SV3 es la más preferida con mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos. Siendo la muestra SV3 la que tuvo mayor aceptación por los jueces en comparación a las muestras SV1, SV2 y SV4 con menor valoración en cuanto se refiere a la elección de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.

4.3.5.2 Estadístico de Tukey del atributo textura en las muestras experimentales de nivel inferior

En la tabla 4.29, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo textura de datos analizados en el programa estadístico Minitab 20.1 y extraídos de la tabla C.114 del (Anexo C).

Tabla 4.29

Estadístico de Tukey del atributo textura en las muestras experimentales de nivel inferior

Diferencia de niveles	Diferencias de medias	Intervalos de confianza 95 %	Valor de P ajustada	Significancia
SV2-SV1	0,30	(-0,187; 0,787)	0,374	No
SV3-SV1	0,55	(0,063; 1,037)	0,020	Si
SV4-SV1	0,55	(0,063; 1,037)	0,020	Si
SV3-SV2	0,25	(-0,237; 0,737)	0,535	No
SV4-SV2	0,25	(-0,237; 0,737)	0,535	No
SV4-SV3	0,00	(-0,487; 0,487)	1,000	No

Fuente: Elaboración propia

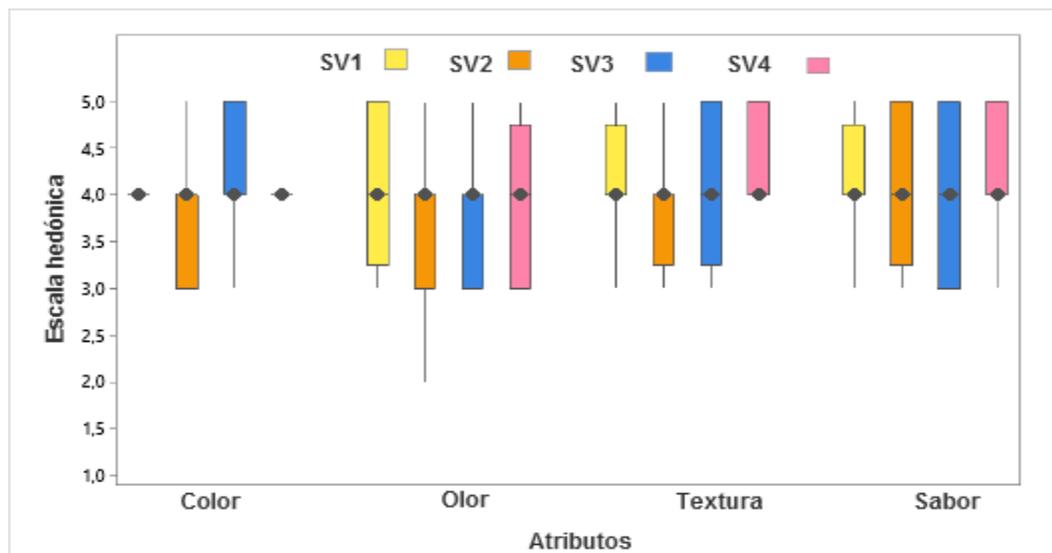
En la tabla 4.29, se observa que entre las muestras (SV2-SV1), (SV3-SV2), (SV4-SV3), (SV4-SV3), no existe diferencia significativa debido el valor-p es mayor a $\alpha = 0,05$. Sin embargo, entre las muestras (SV3-SV1), (SV4-SV1), si existe diferencia significativa debido el valor-p es menor a $\alpha = 0,05$

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de las muestras experimentales de nivel inferior según el análisis de varianza

para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra SV3, por presentar mejor sabor a comparación de las muestras SV1, SV2 y SV4.

4.3.5.3 Estadístico de caja y bigote de las muestras experimentales de nivel superior

En la figura 4.30, se muestra el estadístico de caja y bigote del atributo: color (tabla C.118), olor (tabla C.120), textura (tabla C.122) y sabor (tabla C.124) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.31: Estadístico de caja y bigotes en las muestras experimentales de nivel superior

En la figura 4.31, se observa que para los atributos olor, textura y sabor la muestra SV1 que fue la más preferida tiene mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos. Siendo la muestra SV1 la que tuvo mayor aceptación por los jueces a comparación a las muestras SV2, SV3 y SV4 con menor valoración en cuanto se refiere a la elección de la salchicha con sustitución de aceite de soya.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de las muestras experimentales de nivel superior según el análisis de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra SV1, por presentar mejor sabor y un mejor aroma a comparación de las muestras SV1, SV2 y SV4 que sentían menos aroma a salchicha.

4.3.6 Selección de muestra experimental de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

En base a los resultados obtenidos del análisis de varianza del contenido de humedad, acidez, pH y la evaluación sensorial en el diseño experimental, se realizó la evaluación sensorial de dos muestras experimentales SV3 del nivel inferior y SV1 del nivel superior que fueron significativas y tuvieron mayor aceptación por los jueces.

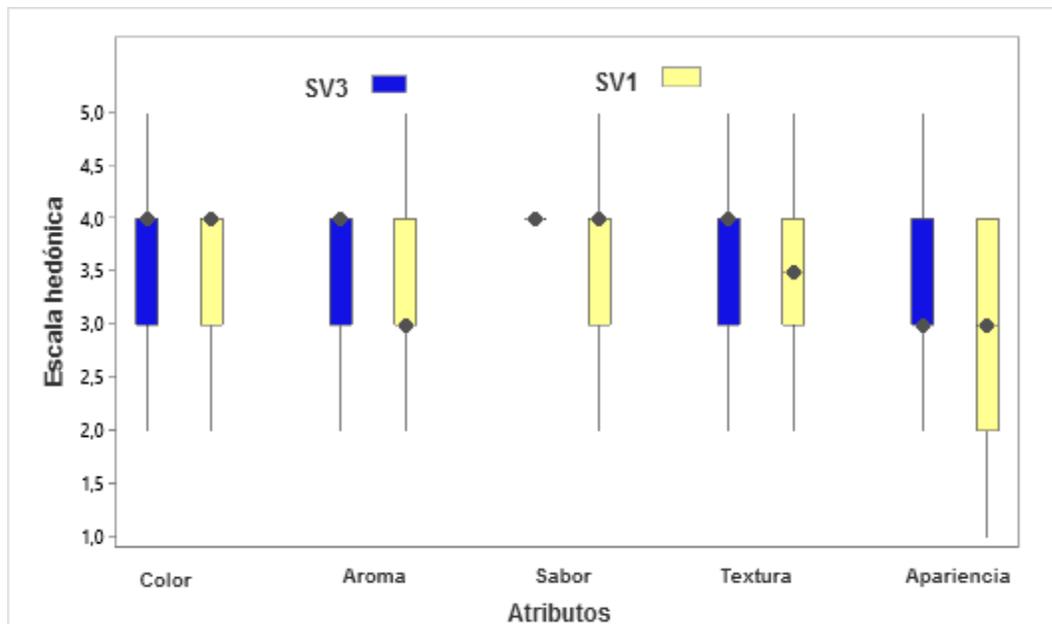
Muestras experimentales																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nivel inferior</th> </tr> <tr> <th colspan="2">SV3 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Emulsificante</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>Hielo</td> <td>20,0</td> </tr> <tr> <td>Aceite de soya</td> <td>9,0</td> </tr> <tr> <td>Tocino</td> <td>10,0</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>60,6</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">48 % de aceite de soya</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel inferior		SV3 (%)		Emulsificante	0,4	Hielo	20,0	Aceite de soya	9,0	Tocino	10,0	Otros	60,6	48 % de aceite de soya		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nivel Superior</th> </tr> <tr> <th colspan="2">SV1 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Emulsificante</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>Hielo</td> <td>18,0</td> </tr> <tr> <td>Aceite de soya</td> <td>13,0</td> </tr> <tr> <td>Tocino</td> <td>6,0</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>62,6</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">70 % de aceite de soya</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel Superior		SV1 (%)		Emulsificante	0,4	Hielo	18,0	Aceite de soya	13,0	Tocino	6,0	Otros	62,6	70 % de aceite de soya	
Nivel inferior																																	
SV3 (%)																																	
Emulsificante	0,4																																
Hielo	20,0																																
Aceite de soya	9,0																																
Tocino	10,0																																
Otros	60,6																																
48 % de aceite de soya																																	
Nivel Superior																																	
SV1 (%)																																	
Emulsificante	0,4																																
Hielo	18,0																																
Aceite de soya	13,0																																
Tocino	6,0																																
Otros	62,6																																
70 % de aceite de soya																																	

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.32: Selección de muestra experimental de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

4.3.6.1 Estadístico de caja y bigote en la selección de muestra experimental de salchicha con sustitución de aceite de soya

En la figura 4.33, se muestra el estadístico caja y bigote del atributo: color (tabla C.126), aroma (tabla C.128), sabor (tabla C.130), textura (tabla C.132) y apariencia (tabla C.134) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

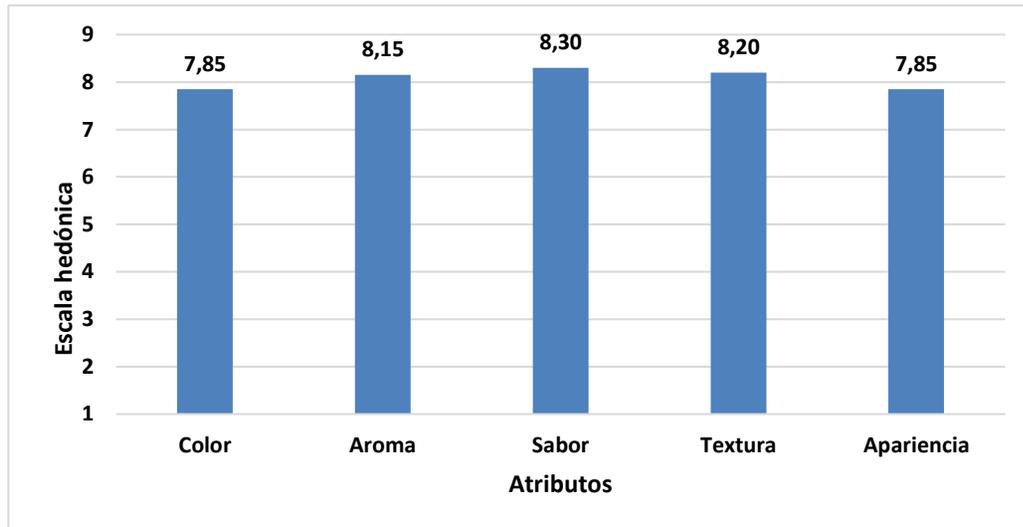
Figura 4.33: Estadístico de caja y bigote para la selección de muestra experimental

En la figura 4.33, se observa los atributos color, sabor y textura la muestra SV3 fue la más preferida con una mediana de 4,0 por lo tanto; indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una valoración de 4,0 o menos en una escala de cinco puntos. Siendo la muestra SV3 la que tuvo mayor aceptación por los jueces en comparación con la muestra SV1 con menor valoración en cuanto se refiere a la elección de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales en la selección de muestra experimental según el análisis de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la muestra SV3 por presentar mejor textura y sabor más resaltante en el contenido de sal a comparación de la muestra SV1 que tenía menos firmeza y consistencia.

4.3.7 Evaluación sensorial del producto final salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Para llevar a cabo la evaluación sensorial, se hizo un test de escala hedónica de 9 puntos, con el objetivo analizar la muestra final (SV3) de salchicha con sustitución de aceite de soya.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.34: Resultados en promedio de la evaluación sensorial del producto final

En la figura 4.34, se puede observar que el atributo que adquiere mayor puntaje promedio en escala hedónica, es el sabor con (8,30), textura (8,20), aroma (8,15), apariencia (7,75) y color (7,85).

Según los resultados del análisis de varianza obtenidos de la tabla C.137 del (Anexo C), se pudo observar que el valor-p es mayor a $\alpha = 0,05$, por lo tanto, no existe diferencia significativa entre los atributos. Pero analizando la preferencia de los jueces por el atributo sabor (8,30) con mayor puntaje en la escala hedónica se tomó como el atributo de mayor importancia de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya,

4.4 Control de los parámetros humedad, pH y acidez en la emulsión cárnica y salchicha

El control de los parámetros (humedad, pH y acidez) en la emulsión cárnica y salchicha, se realizó a la muestra (SV3) experimental final; con el fin de observar el comportamiento o cambios que ocurren y determinar si tuvieron alguna influencia durante la evaluación sensorial al momento de seleccionar una muestra.

4.4.1 Control de la humedad en la emulsión cárnica y salchicha

En la tabla 4.30, se muestra los valores del control de humedad en la emulsión cárnica y salchicha, cuyo método utilizado se detalla en el (Anexo E.1).

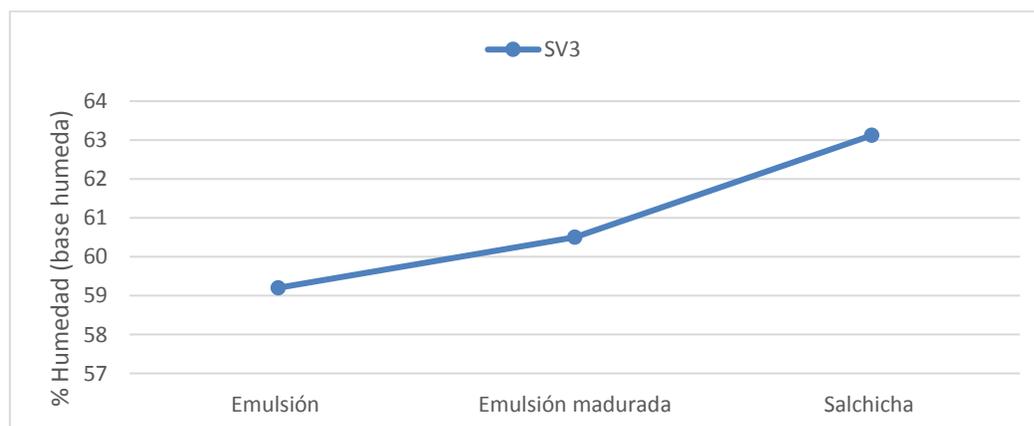
Tabla 4.30

Control de la humedad en la emulsión cárnica y salchicha

Proceso	Humedad (%)
Emulsión	59,20
Emulsión madurada	60,50
Salchicha	63,12

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.44, se muestra la variación del contenido de humedad en función a la emulsión cárnica y salchicha.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.35: Variación de la humedad en la emulsión cárnica y salchicha

Según la figura 4.35, se puede observar que en la emulsión al inicio el porcentaje de humedad presentó (59,2 %), ascendiendo a (60,5 %) en la emulsión madurada y en la salchicha incremento hasta (63,12 %), donde se evidencia que entre la emulsión cárnica y la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya presentan cambios de humedad.

4.4.2 Control del pH en la emulsión cárnica y salchicha

En la tabla 4.31, se muestra los valores de control de pH en la emulsión cárnica y salchicha, cuyo método utilizado se detalla en el (Anexo E.2).

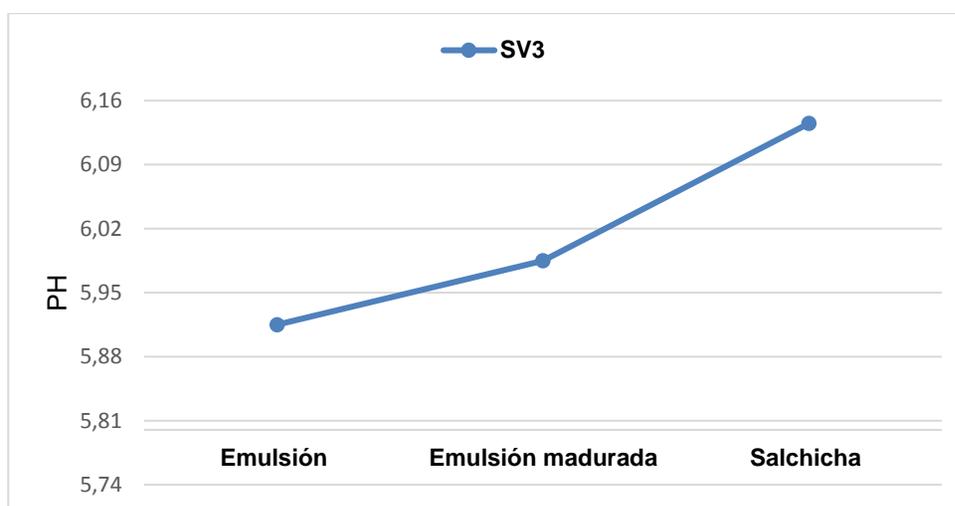
Tabla 4.31

Control del pH en la emulsión cárnica y salchicha

Proceso	pH (valor)
Emulsión	5,915
Emulsión madurada	5,985
Salchicha	6,135

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.36, se muestra la variación del pH en función en función a la emulsión cárnica y salchicha.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.36: Variación del pH en la emulsión cárnica y salchicha

Según la figura 3.36, se puede observar que al inicio de la emulsión el pH presentó (5,915) ascendiendo a (5,985) en la emulsión madurada y en la salchicha incremento hasta (6,135), evidenciando que entre la emulsión cárnica y la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya presentan cambios de pH.

4.4.3 Control de la acidez en la emulsión cárnica y salchicha

En la tabla 4.32, se muestra los valores del control de la acidez en la emulsión cárnica y salchicha, cuyo método utilizado se detalla en el (Anexo E.3).

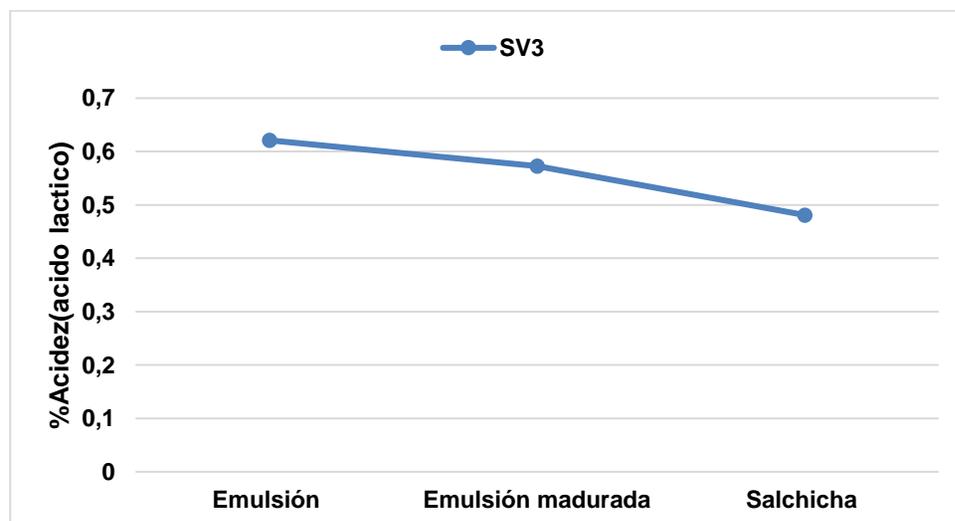
Tabla 4.32

Control de la acidez en la emulsión cárnica y salchicha

Proceso	Acidez (%)
Emulsión	0,621
Emulsión madurada	0,573
Salchicha escaldada	0,481

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.46, se muestra la variación del porcentaje de acidez en función a la emulsión cárnica y salchicha.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.37: Variación de la acidez en la emulsión cárnica y salchicha

Según la figura 3.37, se puede observar que al inicio de la emulsión el porcentaje de acidez presentó (0,621 %) descendiendo a (0,573 %) en la emulsión madurada y en la salchicha disminuyendo hasta (0,481 %), evidenciando que entre la emulsión cárnica y la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya presentan cambios en la acidez.

4.5 Caracterización del producto final

Para la caracterización del producto final de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, se tomaron en cuenta las propiedades físicas, los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológicos los cuales se muestran a continuación:

4.5.1 Análisis físico del producto final

En la tabla 4.33, se muestra los resultados del análisis físico de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, para tal efecto se tomó en cuenta el promedio de siete unidades obtenidas de un paquete de salchichas.

Tabla 4.33

Análisis físico del producto final

Muestras	Diámetro (mm)	Longitud(cm)	Peso(g)
1	16,7	12,3	30,9
2	16,9	12,1	30,7
3	16,9	12,4	31,1
4	16,8	12,1	30,8
5	16,8	12,2	30,9
6	16,7	12,5	30,9
7	16,8	12,4	30,9
Promedio	16,8	12,3	30,9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4,33, se puede observar que el producto final tiene un diámetro promedio de 16,8 mm, longitud promedio de 12,3 cm y un peso promedio de 30,9 g.

4.5.2 Análisis fisicoquímico del producto final

En la tabla 4.34, se muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya de datos extraídos del (Anexo A), los cuales fueron realizados en el Centro de Análisis y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.34

Análisis fisicoquímico del producto final

Composición	Unidad	Cantidad
Cenizas	%	2,25
Fibra	%	0,00
Grasa	%	17,80
Hidratos de carbono	%	3,48
Humedad	%	63,51
Nitritos	ppm	89,68
Proteína	%	12,96

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.34, se puede observar los resultados de los análisis fisicoquímicos de la salchicha con sustitución de aceite de soya, presenta: cenizas 2,25 %, fibra 0,00 %, grasa 17,8 %, hidratos de carbono 3,48 %, humedad 63,51 %, nitritos 89,68 ppm, proteína total (Nx6,25) 12,96 % y valor energético 225,96 Kcal/100g.

4.5.3 Análisis microbiológico del producto final

En la tabla 4.35, se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la salchicha con sustitución de aceite de soya de datos extraídos del (Anexo A), los cuales fueron realizados en el Centro de Análisis y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.35

Análisis microbiológico del producto final

Microorganismos	Unidad	Resultado
Escherichia coli	UFC/g	<1,0x10 ¹
Mohos y levaduras	UFC/g	<1,0x10 ¹
Salmonella	P/A/25g	Ausencia
Staphylococo aureus	UFC/g	<1,0x10 ¹

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.35, se observa los resultados del análisis microbiológico de la salchicha con sustitución de aceite de soya, presenta: escherichia coli <1,0x10¹ UFC/g, mohos y levaduras <1,0x10¹ UFC/g, Salmonella P/A/25g ausencia y Staphylococo aureus UFC/g <1,0x10¹.

4.5.4 Diferencia de los parámetros fisicoquímicos de la salchicha normal y salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

En la tabla 4.36, se muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la muestra (S06) sin aceite de soya en su formulación y muestra (SV3) con sustitución parcial de aceite de soya de datos extraídos del (Anexo A) y los cuales fueron realizados en el Centro de Análisis y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.36

Diferencia de los parámetros fisicoquímicos de la salchicha normal y salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Parámetro	Salchicha normal (S06)	Salchicha con sustitución parcial de aceite de soya (SV3)	Diferencia	Unidades
Cenizas	2,38	2,25	-0,13	%
Grasa	18,56	17,80	-0,76	%
Carbohidratos	2,08	3,48	1,40	%
Humedad	63,56	63,51	-0,05	%
Proteína	13,42	12,96	-0,46	%
Kcal/100g	229,04	225,96	-3,08	kcal

Fuente: (CEANID, 2022)

En la tabla 4.36, se puede observar que la muestra (S06) presenta un contenido en porcentaje de grasa de 18,56 %, mientras (SV3) 17,8 %; reduciéndose 0,76 % en (SV3) con relación a (S06); de igual manera la proteína se redujo en 0,46 % en (SV3) con relación a (S06); en cenizas se redujo en 0,13 % en (SV3) con relación a (S06); en carbohidratos hubo un incremento en 1,4 % en (SV3) con relación a (S06); la humedad se redujo en 0,05 % en (SV3) con relación a (S06) y valor energético se redujo en 3,08 % en (SV3) con relación a (S06).

4.6 Control de los parámetros humedad, pH y acidez durante el almacenamiento del producto final

Para el control de los parámetros pH y acidez, se realizó durante el almacenamiento bajo refrigeración entre (3-4) °C por 30 días de dos muestras de salchicha con sustitución de aceite de soya a partir de la muestra experimental ideal (SV3). Se codificó a la muestra SV3C con conservante (Sorbato de potasio) y SV3S sin conservante; con el fin de realizar un seguimiento del producto final durante el almacenamiento a 4 °C.

4.6.1 Control de la humedad durante el almacenamiento del producto final salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

En la tabla 4.37, se muestra los valores del control de la humedad de la salchicha con sustitución de aceite de soya con conservante (SV3C) y sin conservante (SV3S); en función a el tiempo de almacenamiento de datos extraídos de la tabla D.3.9 del (Anexo D)

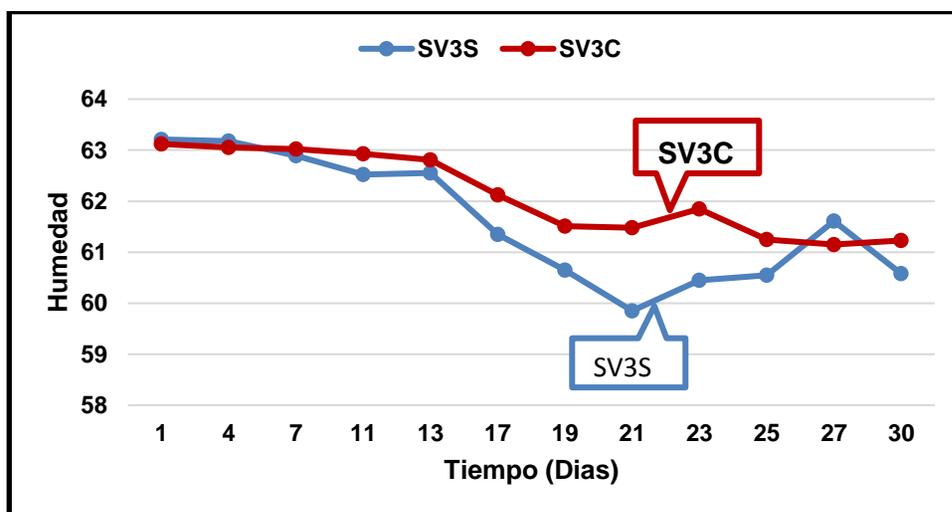
Tabla 4.37

Control de la humedad durante la conservación de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Tiempo (Días)	% Humedad	
	SV3S	SV3C
1	63,21	63,12
4	63,18	63,05
7	62,89	63,02
11	62,52	62,93
13	62,55	62,81
17	61,35	62,12
19	60,65	61,51
21	59,85	61,48
23	60,45	61,85
25	60,55	61,25
27	61,61	61,15
30	60,58	61,23

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.38, se muestra el control de la humedad durante 30 días de almacenamiento de la muestra SV3S sin conservante y la muestra SV3C con conservante de la salchicha con sustitución de aceite de soya.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.38: Variación de la humedad en función al tiempo de almacenamiento del producto final

En la figura 4.38, se puede observar que la humedad inicia a los (1 días) con 63,21 % (SV3S) y 63,12 % (SV3C); a los (21 días) se observa que la humedad desciende hasta 59,85 % (SV3S) y a los (21 días) 61,48 % en (SV3C); finalmente a los (30 días) la humedad alcanza en 61,23 (SV3S) y (SV3C).

Según la Norma Boliviana (NB 798, 1997) el límite máximo de humedad permitido para este tipo de producto es de 65 %. De acuerdo con el control de la humedad de la salchicha con sustitución de aceite de soya en el almacenamiento, la muestra sin conservante (SV3S) y la muestra con conservante (SV3C) no sobrepasan los límites permisibles de porcentaje de humedad. Sin embargo, se observa que la muestra sin conservante (SV3S) y la muestra con conservante (SV3C) a los 21 días presenta 59,85 % y 61,48 % de humedad respectivamente; dando a establecer que el añadir conservante a la formulación influye en el contenido de humedad.

4.6.2 Control de pH durante el almacenamiento del producto final salchicha con sustitución de aceite de soya

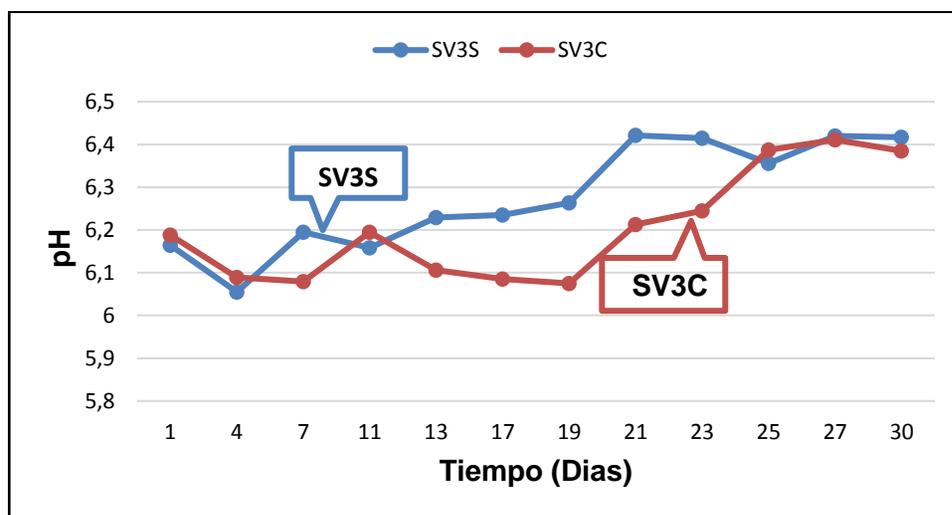
En la tabla 4.38, se muestra los valores del control de pH de la salchicha con sustitución de aceite de soya con conservante (SV3C) y sin conservante (SV3S); en función a el tiempo de almacenamiento De datos extraídos de la tabla D.3.10 del (Anexo D)

Tabla 4.38
Control de pH durante la conservación de la salchicha con sustitución de aceite de soya

Tiempo (Días)	pH (valor)	
	SV3S	SV3C
1	6,164	6,188
4	6,055	6,089
7	6,195	6,079
11	6,158	6,195
13	6,229	6,106
17	6,235	6,085
19	6,263	6,075
21	6,421	6,213
23	6,415	6,245
25	6,356	6,387
27	6,42	6,411
30	6,417	6,385

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.39, se muestra el control del pH durante 30 días de almacenamiento de la muestra SV3S sin conservante y la muestra SV3C con conservante de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.39: Variación del pH en función al tiempo de almacenamiento de la salchicha con sustitución de aceite de soya

En la figura 4.39, se observa que el pH inicia a los (1 días) con 6,164 (SV3S) y 6,188 (SV3C); a los (21 días) se observa que el valor del pH asciende hasta 6,421 (SV3S) y a los (27 días) en 6,411 (SV3C); finalmente a los (30 días) el pH desciende en 6,419 (SV3S) y 6,385 (SV3C).

Según la Norma Boliviana (NB 798, 1997) el valor de pH permitido para este tipo de producto es de 5,8 como mínimo y 6,4 como máximo. De acuerdo con el control del pH de la salchicha con sustitución de aceite de soya en el almacenamiento, a los (21 días) la muestra sin conservante (SV3S) con valor de pH (6,421) excede el máximo permitido y a los (27 días) la muestra con conservante (SV3C) con un pH de (6,411) sobrepasa el límite permitido. Dando a establecer que hasta los (19 días) la muestra sin conservante (SV3S) y hasta los (25 días) la muestra con conservante (SV3C) son aptas para su consumo.

Según (Fernández, 2002) durante el almacenamiento de los productos cárnicos, el pH aumenta en las fases finales cuando los microorganismos proteolíticos aumentan y degradan las proteínas, lo que deriva en la liberación de compuestos nitrogenados.

4.6.3 Control de la acidez durante el almacenamiento del producto final salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

En la tabla 4.39, se muestra los valores del control de acidez de la salchicha con sustitución de aceite de soya con conservante (SV3C) y sin conservante (SV3S); en función a el tiempo de almacenamiento de datos extraídos de la tabla D.3.11 del (Anexo D)

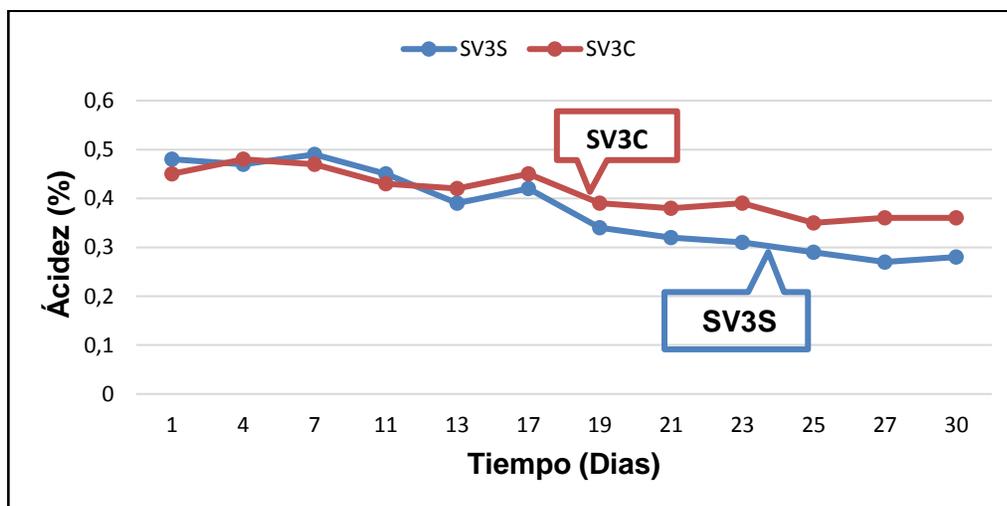
Tabla 4.39

Control de la acidez durante la conservación de la salchicha con sustitución de aceite de soya

Tiempo (Días)	Acidez (%) (porcentaje de ácido láctico)	
	SV3S	SV3C
1	0,48	0,45
4	0,47	0,48
7	0,49	0,47
11	0,45	0,43
13	0,39	0,42
17	0,42	0,45
19	0,34	0,39
21	0,32	0,38
23	0,31	0,39
25	0,29	0,35
27	0,27	0,36
30	0,28	0,36

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.40, se muestra el control de la acidez durante 30 días de almacenamiento de la muestra SV3S sin conservante y la muestra SV3C con conservante de la salchicha con sustitución de aceite de soya.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.40: Variación de la acidez en función al tiempo de almacenamiento

En la figura 4.40, se observa que la acidez inicia a los (1 días) con 0,48 % (SV3S) y 0,45 % (SV3C); a los (19 días) se observa que la acidez desciende hasta 0,34 % (SV3S) y a los (19 días) 0,39 % (SV3C); finalmente la acidez desciende en 0,28 % (SV3S) y 0,36 % (SV3C).

De acuerdo con el control de la acidez de la salchicha con sustitución de aceite de soya en el almacenamiento, se puede observar que la muestra sin conservante (SV3S) y la muestra con conservante (SV3C) en el primer día de control el porcentaje de acidez es diferente y al transcurso de los 30 días su acidez desciende hasta 0,28 % para la muestra sin conservante (SV3S) y para la muestra con conservante (SV3C) 0,36 %.

4.7 Análisis microbiológico durante el almacenamiento del producto final

Para el análisis microbiológico del producto final durante el almacenamiento se tomaron en cuenta la muestra SV3S sin conservante y la muestra SV3C con conservante (sorbato de potasio), realizando los análisis a los 28 días de almacenado bajo refrigeración entre (3-4) °C; con la finalidad de observar la influencia de añadir conservante y controlar la calidad del producto durante su almacenamiento.

En la tabla 4.40, se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico de muestra SV3S sin conservante y la muestra SV3C con conservante (sorbato de potasio) de datos extraídos del (Anexo A) y los cuales fueron realizados en el Centro de Análisis y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.40

Análisis microbiológico durante el almacenamiento del producto final

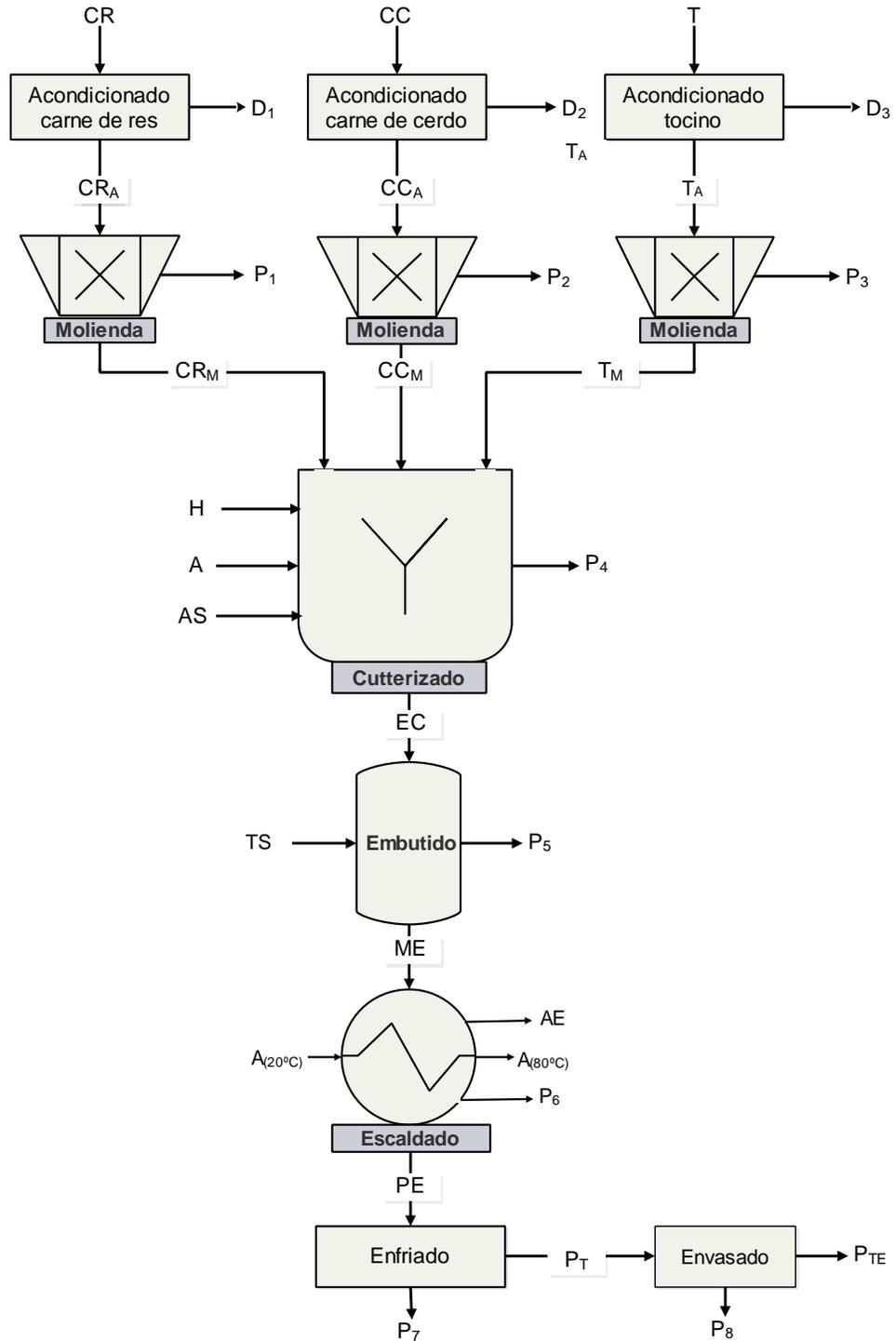
Microorganismos	SV3C (con conservante)	SV3S (sin conservante)	Unidad
Escherichia coli	<1,0x10 ¹ (*)	<1,0x10 ¹ (*)	UFC/g
Mohos y levaduras	<1,0x10 ¹ (*)	3,0x10 ¹	UFC/g

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.40, se observa los resultados del análisis microbiológico de la muestra SV3C con conservante presenta: eschericha coli $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, mohos y levaduras $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, mientras la muestra SV3S sin conservante eschericha coli $<1,0 \times 10^1$ UFC/g y mohos y levaduras $3,0 \times 10^1$ UFC/g. Donde se observa que la muestra SV3S sin conservante presenta un aumento de mohos y levaduras $3,0 \times 10^1$ UFC/g, mientras SV3C con mohos y levaduras $<1,0 \times 10^1$ UFC/g. Dando a establecer el efecto de añadir conservante sobre SV3C y que a los 28 días no hay crecimiento de mohos y levaduras ni desarrollo de colonias.

4.8 Balance de materia en el proceso de elaboración de la salchicha con sustitución de aceite de soya

En la figura 4.41, se muestra el diagrama de flujo del balance de materia en el proceso de elaboración de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya; para un cálculo en base a 1,300 kg de carnes.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.41: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya

Donde:

CR= Cantidad de carne de res
 CC= Cantidad de carne de cerdo
 T= Cantidad de tocino
 D₁= Despojos de carne de res
 D₂= Despojos de carne de cerdo
 D₃= Despojos de tocino
 CR_A= Carne de res acondicionada
 CC_A= Carne de cerdo acondicionada
 T_A= Tocino Acondicionado
 CR_M= Carne de res molida
 CC_M= Carne de cerdo molida
 T_M= Tocino molido
 P₁,P₂,P₃ = Pérdida en la molienda
 H= Hielo
 A= Aditivos

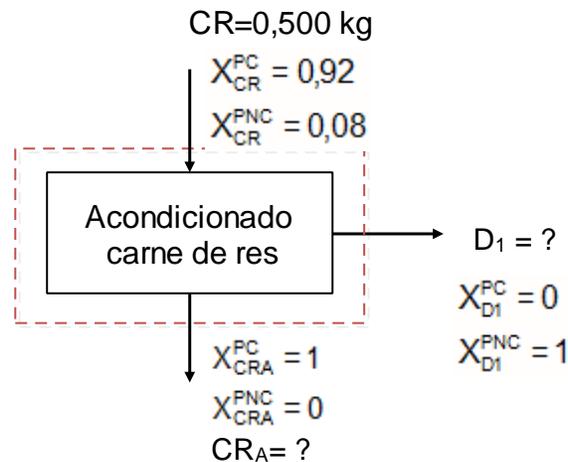
A= Aditivos
 AS= Aceite de soya
 EC= Emulsión Cárnica Obtenida
 P₄= Pérdida en cutter
 TS= Tripa sintética
 P₅= Pérdida en el embutido
 ME= Masa embutida
 A_(20°C) = Agua que entra a 20 °C
 A_(80°C) = Agua que sale a 80 °C
 AE= Agua evaporada
 PE= Producto escaldado
 P₆= Pérdida de escaldado
 P_T= Producto terminado
 P₇= Pérdida de enfriado
 P_E= Producto envasado
 P₈= Pérdida de envasado

4.8.1 Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de res, carne de cerdo y tocino.

En la etapa de acondicionado la cantidad de materia prima utilizada fue de 0,500 kg de carne de res, 0,910 kg de carne de cerdo y 0,230 kg de tocino.

Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de res

En la figura 4.42, se muestra el balance de materia de la etapa de acondicionado de carne de res.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.42: Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de res

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

$$CR = D_1 + CR_A \quad \text{Ecuación 4.1}$$

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

$$CR(X_{CR}^{PC}) = D_1(X_{D1}^{PC}) + CR_A(X_{CRA}^{PC}) \Rightarrow CR_A = \frac{CR(X_{CR}^{PC})}{X_{CRA}^{PC}} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

$$CR_A = \frac{0,500 \text{ kg} * 0,92}{1} \Rightarrow CR_A = 0,460 \text{ kg de carne de res acondicionada}$$

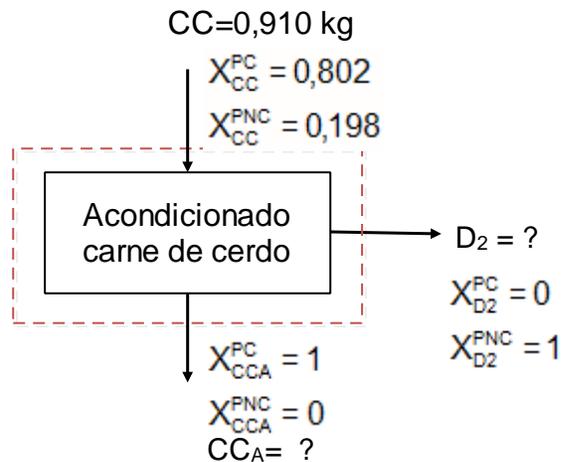
Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de acondicionado de carne de res

$$CR(X_{CR}^{PNC}) = D_1(X_{D1}^{PNC}) + CR_A(X_{CRA}^{PNC}) \quad \text{Ecuación 4.3}$$

$$D_1 = \frac{CR(X_{CR}^{PNC})}{X_{D1}^{PNC}} \Rightarrow D_1 = \frac{0,500 \text{ kg} * 0,08}{1} \Rightarrow D_1 = 0,040 \text{ kg de despojos}$$

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

En la figura 4.43, se muestra el balance de materia de la etapa de acondicionado de carne de cerdo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.43: Balance de materia en la etapa de acondicionado de carne de cerdo

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

$$CC = D_2 + CC_A \quad \text{Ecuación 4.4}$$

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

$$CC(X_{CC}^{PC}) = D_2(X_{D2}^{PC}) + CC_A(X_{CCA}^{PC}) \Rightarrow \quad \text{Ecuación 4.5}$$

$$CC_A = \frac{CC(X_{CC}^{PC})}{X_{CCA}^{PC}} \quad CC_A = \frac{0,910 \text{ kg} * 0,822}{1} \Rightarrow$$

$CC_A = 0,730 \text{ kg}$ de carne de cerdo acondicionada

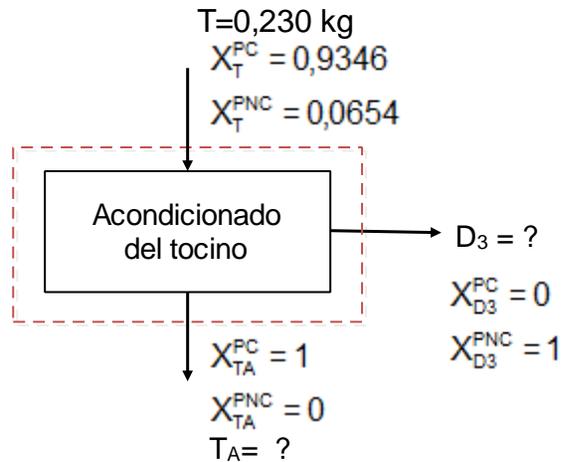
Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de acondicionamiento de carne de cerdo

$$CC(X_{CC}^{PNC}) = D_2(X_{D2}^{PNC}) + CC_A(X_{CCA}^{PNC}) \quad \text{Ecuación 4.6}$$

$$D_2 = \frac{CC(X_{CC}^{PNC})}{X_{D2}^{PNC}} \Rightarrow D_2 = \frac{0,910 \text{ kg} * 0,198}{1} \Rightarrow D_2 = 0,180 \text{ kg de despojos}$$

Balance de materia en la etapa de acondicionado del tocino

En la figura 4.44, se muestra el balance de materia de la etapa de acondicionado del tocino



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.44: Balance de materia en la etapa de acondicionado del tocino

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

$$T = D_3 + T_A \quad \text{Ecuación 4.7}$$

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

$$T(X_T^{PC}) = D_3(X_{D_3}^{PC}) + T_A(X_{T_A}^{PC}) \quad \Rightarrow \quad T_A = \frac{T(X_T^{PC})}{X_{T_A}^{PC}} \quad \text{Ecuación 4.8}$$

$$T_A = \frac{0,230 \text{ kg} * 0,9346}{1} \quad \Rightarrow \quad T_A = 0,215 \text{ kg de tocino acondicionado}$$

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

$$T(X_T^{PNC}) = D_3(X_{D_3}^{PNC}) + T_A(X_{T_A}^{PNC}) \quad \Rightarrow \quad D_3 = \frac{T(X_T^{PNC})}{X_{D_3}^{PNC}} \quad \text{Ecuación 4.9}$$

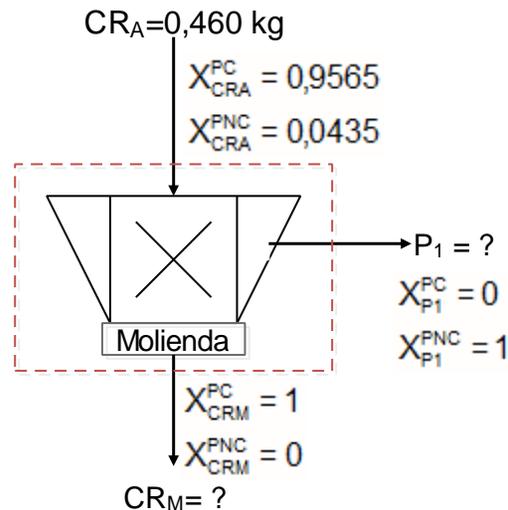
$$D_3 = \frac{0,230 \text{ kg} * 0,0654}{1} \quad \Rightarrow \quad D_3 = 0,015 \text{ kg de despojos}$$

4.8.2 Balance de materia en la etapa de molienda de carne de res, carne de cerdo y tocino.

En la etapa de molienda la cantidad de carnes utilizada fue de 0,460 kg de carne de res, 0,730 kg de carne de cerdo y 0,215 kg de tocino.

Balance de materia en la etapa de molienda de carne de res

En la figura 4.45, se muestra el balance de materia en la etapa de molienda de carne de res



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.45: Balance de materia en la etapa de molienda de carne de res

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

$$CR_A = P_1 + CR_M \quad \text{Ecuación 4.10}$$

Balance parcial para la porción comestible en la etapa de molienda de carne de res

$$CR_A(X_{CRA}^{PC}) = P_1(X_{P_1}^{PC}) + CR_M(X_{CRM}^{PC}) \Rightarrow CR_M = \frac{CR_A(X_{CRA}^{PC})}{X_{CRM}^{PC}} \quad \text{Ecuación 4.11}$$

$$CR_M = \frac{0,460 \text{ kg} * 0,9565}{1} \Rightarrow CR_M = 0,440 \text{ kg de carne de res molida}$$

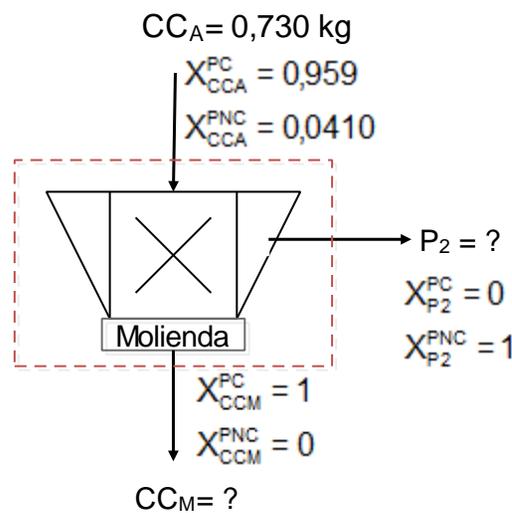
Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de molienda de carne de res

$$CR_A(X_{CRA}^{PNC}) = P_1(X_{P1}^{PNC}) + CR_M(X_{CRM}^{PNC}) \quad \text{Ecuación 4.12}$$

$$P_1 = \frac{CR_A(X_{CRA}^{PNC})}{X_{P1}^{PNC}} \Rightarrow p_1 = \frac{0,460 \text{ kg} \cdot 0,0435}{1} \Rightarrow p_1 = 0,020 \text{ kg de pérdida}$$

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

En la figura 4.46, se muestra el balance de materia en la etapa de molienda de carne de cerdo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.46: Balance de materia en la etapa de molienda de carne de cerdo

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

$$CC_A = P_2 + CC_M$$

Ecuación 4.13

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

$$CC_A(X_{CCA}^{PC}) = P_2(X_{P2}^{PC}) + CC_M(X_{CCM}^{PC}) \Rightarrow CC_M = \frac{CC_A(X_{CCA}^{PC})}{X_{CCM}^{PC}} \quad \text{Ecuación 4.14}$$

$$CC_M = \frac{0,730 \text{ kg} * 0,959}{1} \Rightarrow CC_M = 0,700 \text{ kg de carne de cerdo molida}$$

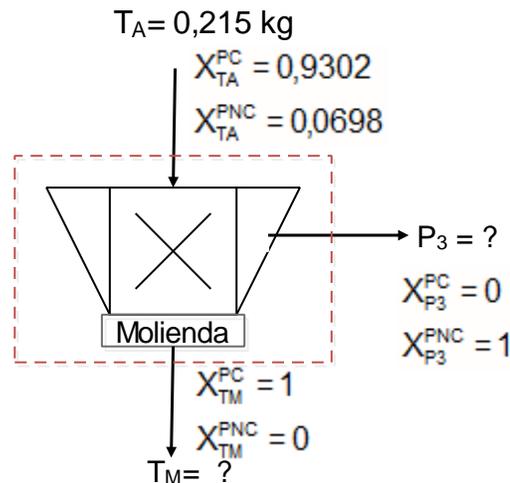
Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de molienda de carne de cerdo

$$CC_A(X_{CCA}^{PNC}) = P_2(X_{P2}^{PNC}) + CC_M(X_{CCM}^{PNC}) \quad \text{Ecuación 4.15}$$

$$P_2 = \frac{CC_A(X_{CCA}^{PNC})}{X_{P2}^{PNC}} \Rightarrow p_2 = \frac{0,460 \text{ kg} * 0,0410}{1} \Rightarrow p_2 = 0,030 \text{ kg de pérdida}$$

Balance de materia en la etapa de molienda del tocino

En la figura 4.47, se muestra el balance de materia en la etapa de molienda del tocino



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.47: Balance de materia en la etapa de molienda del tocino

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

$$T_A = P_3 + T_M \quad \text{Ecuación 4.16}$$

Balance parcial para la porción comestible en la etapa de molienda del tocino

$$T_A(X_{TA}^{PC}) = P_3(X_{P3}^{PC}) + T_M(X_{TM}^{PC}) \quad \text{Ecuación 4.17}$$

$$T_M = \frac{T_A(X_{TA}^{PC})}{X_{TM}^{PC}} \Rightarrow T_M = \frac{0,215 \text{ kg} * 0,9302}{1} \Rightarrow T_M = 0,200 \text{ kg de tocino}$$

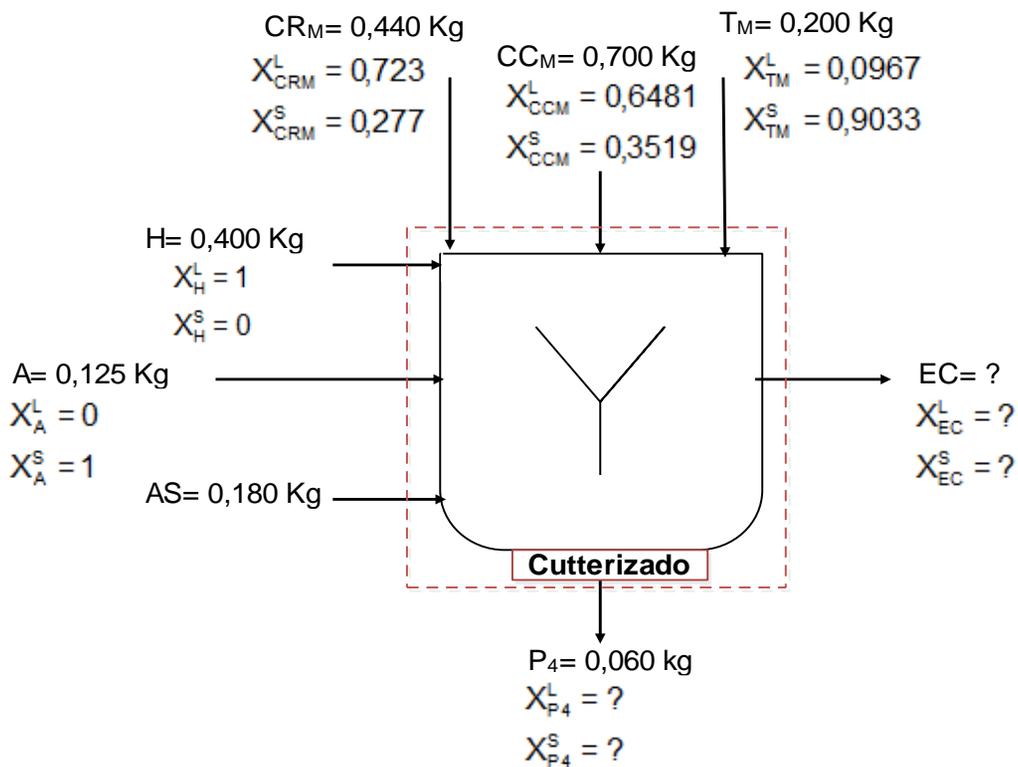
Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de molienda del tocino

$$T_A(X_{TA}^{PNC}) = P_3(X_{P3}^{PNC}) + T_M(X_{TM}^{PNC}) \quad \text{Ecuación 4.19}$$

$$P_3 = \frac{T_A(X_{TA}^{PNC})}{X_{P3}^{PNC}} \Rightarrow p_3 = \frac{0,215 \text{ kg} * 0,0698}{1} \Rightarrow p_3 = 0,015 \text{ kg de pérdida}$$

4.8.3 Balance de materia en la etapa de cutterizado

En la figura 4.48, se muestra el balance de materia en la etapa de cutterizado



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.48: Balance de materia en la etapa de cutterizado

Balance de materia global en la etapa de cutterizado o emulsión:

$$CR_M + CC_M + T_M + A + H + AS = P_4 + EC \quad \text{Ecuación 4.20}$$

Balance de materia para la cantidad de emulsión cárnica

$$EC = CR_M + CC_M + T_M + A + H + AS - P_4 \quad \text{Ecuación 4.21}$$

$$EC = 0,440 \text{ kg} + 0,700 \text{ kg} + 0,200 \text{ kg} + 0,125 \text{ kg} + 0,400 \text{ kg} + 0,180 \text{ kg} - 0,060 \text{ kg}$$

$$EC = 1,985 \text{ kg de emulsión cárnica}$$

Cálculo de la cantidad total de emulsión cárnica

$$EC_{\text{Total}} = CR_M + CC_M + T_M + A + H + AS = P_4 + EC$$

$$EC_{\text{Total}} = P_4 + EC \quad \text{Ecuación 4.22}$$

$$EC_{\text{Total}} = 0,060 \text{ kg} + 1,985 \text{ kg}$$

$$EC_{\text{Total}} = 2,045 \text{ kg}$$

Porcentaje de pérdida P_4

$$\%p_4 = \frac{P_4}{EC_{\text{Total}}} \times 100 \% = \frac{0,060 \text{ kg}}{2,045 \text{ kg}} \times 100 \% = 2.9 \% \text{ de pérdida}$$

Balance parcial de componentes en base húmeda de la etapa de emulsión

Las fracciones de agua de la carne de res, carne de cerdo y tocino fueron extraídas del (Anexo A)

Ecuación 4.23

$$CR_M(X_{CRM}^L) + CC_M(X_{MCC}^L) + T_M(X_{TM}^L) + A(X_A^L) + H(X_H^L) + AS(X_{AS}^L) = EC(X_{EC}^L)$$

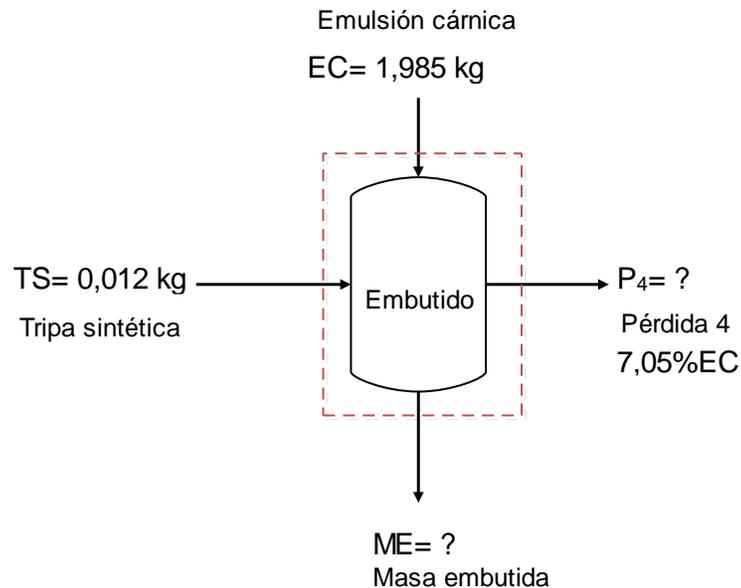
$$X_{EC}^L = \frac{CR_M(X_{CRM}^L) + CC_M(X_{MCC}^L) + T_M(X_{TM}^L) + A(X_A^L) + H(X_H^L) + AS(X_{AS}^L)}{EC}$$

$$X_{EC}^L = \frac{(0,440 * 0,723 + 0,700 * 0,6481 + 0,200 * 0,0967 + 0,125 * 0 + 0,400 * 1 + 0,180 * 0) \text{ kg}}{1,985 \text{ kg}}$$

$$X_{EC}^L = 0,6001 * 100 \% = 60,01 \% \text{ agua (humedad)}$$

4.8.4 Balance de materia en la etapa de embutido de la salchicha

En la figura 4.49, se muestra el balance de materia en la etapa de embutido de la salchicha con sustitución de aceite de soya



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.49: Balance de materia en la etapa de embutido

Balance de materia global en la etapa de embutido:

$$EC + TS = P_5 + ME \quad \text{Ecuación 4.24}$$

Despejando ME de la ecuación 4.8

$$ME = EC + TS - P_5 \quad \text{Ecuación 4.25}$$

Cálculo de la masa cárnica que sale de la etapa de embutido en relación al 7,05%EC

$$P_7 = 0,07052(EC)$$

$$P_7 = 0,07052 * 1,985 \text{ kg}$$

$P_7 = 0,140$ kg de pérdida en el embutido

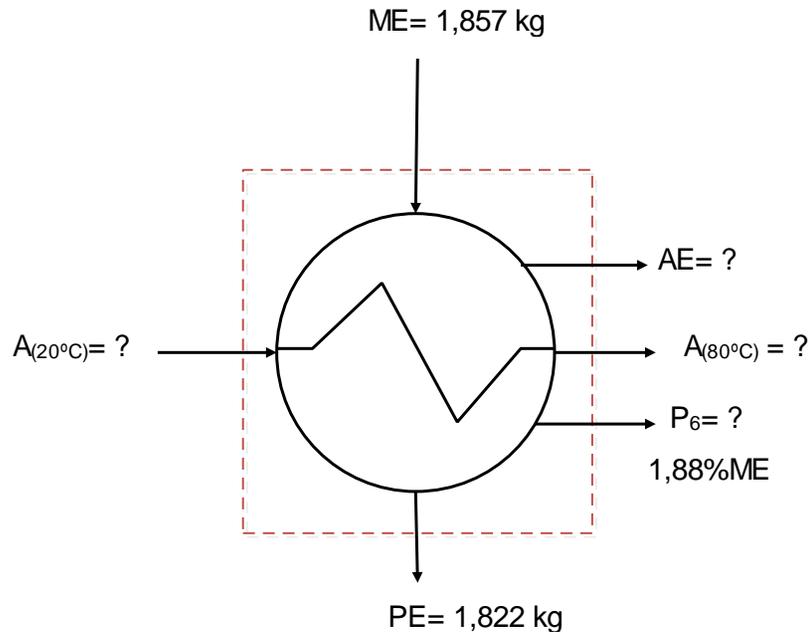
Remplazando P_7 en la ecuación 4.10

$$ME = 1,985 \text{ kg} + 0,012 \text{ kg} - 0,140 \text{ kg}$$

$ME = 1,857$ kg de masa embutida

4.8.5 Balance de materia en la etapa de escaldado de la salchicha

En la figura 4.50, se muestra el balance de materia en la etapa de escaldado de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.50: Balance de materia en la etapa de escaldado

Balance de materia global en la etapa de escaldado:

$$ME + A_{(20^{\circ}\text{C})} = AE + A_{(80^{\circ}\text{C})} + PE + P_6 \quad \text{Ecuación 4.26}$$

Despejando AE de la ecuación 4.11

$$AE = ME + A_{(20^{\circ}\text{C})} - A_{(80^{\circ}\text{C})} - PE - P_6 \quad \text{Ecuación 4.27}$$

Cálculo de pérdida en la etapa de escaldado en relación 1,88%ME

$$P_6 = 0,0188(\text{EC})$$

$$P_6 = 0,0188 * 1,857 \text{ kg}$$

$$P_6 = 0,035 \text{ kg de pérdida en el embutido}$$

Para calcular el valor de $A_{(20^{\circ}\text{C})}$ se aplica el siguiente planteamiento:

Cálculo del agua que ingresa a la etapa de escaldado, en relación agua: masa embutida (3:1)

$$A_{(20^{\circ}\text{C})} = 3:ME$$

Ecuación 4.28

$$A_{(20^{\circ}\text{C})} = 3 * 1,857 \text{ kg}$$

$$A_{(20^{\circ}\text{C})} = 5,571 \text{ kg de agua entrante}$$

Cálculo del agua que sale de la etapa de escaldado en relación al 98,7%(A_(20°C))

$$A_{(80^{\circ}\text{C})} = 0,987(A_{(20^{\circ}\text{C})})$$

$$A_{(80^{\circ}\text{C})} = 0,987 * 5,571 \text{ kg}$$

$$A_{(80^{\circ}\text{C})} = 5,498 \text{ kg de agua saliente}$$

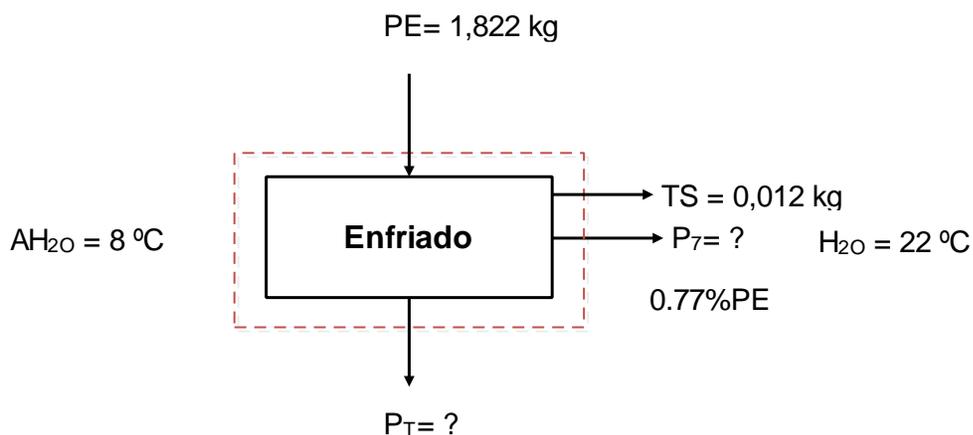
Remplazando $A_{(20^{\circ}\text{C})}$, $A_{(80^{\circ}\text{C})}$ y P_6 en la ecuación 4.12

$$AE = 1,857 \text{ kg} + 5,571 \text{ kg} - 5,498 \text{ kg} - 1,822 \text{ kg} - 0,035 \text{ kg}$$

$$AE = 0,073 \text{ kg de agua evaporada}$$

4.8.6 Balance de materia en la etapa de enfriado

En la figura 4.51, se muestra el balance de materia en la etapa de enfriado



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.51: Balance de materia en la etapa de enfriado

Balance de materia global en la etapa de enfriado:

$$PE = P_T + P_7 + TS$$

Ecuación 4.29

Despejando P

$$P_T = P_E - P_7 - TS$$

Ecuación 4.30

Cálculo de pérdida en la etapa enfriado en relación al 0,77%PE

$$P_7 = 0,0077(P_E)$$

$$P_7 = 0,0077 * 1,822 \text{ kg}$$

$$P_7 = 0,014 \text{ kg de pérdida en enfriamiento}$$

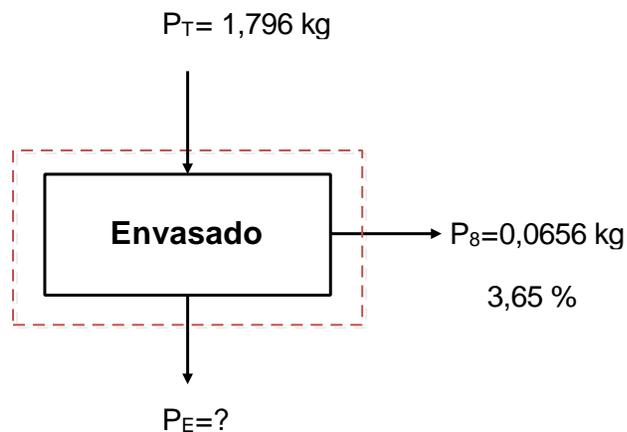
Remplazando P_7 en la ecuación 4,14

$$P_T = 1,822 \text{ kg} - 0,014 \text{ kg} - 0,012 \text{ kg}$$

$$P_T = 1,796 \text{ kg de producto}$$

4.8.7 Balance de materia en la etapa de envasado

En la figura 4.52, se muestra el balance de materia en la etapa de envasado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.52: Balance de materia en la etapa de envasado

Balance de materia global en la etapa de envasado:

$$P_T + P_8 = P_E$$

Ecuación 4.31

Despejando P_E de la ecuación 4.15

$$P_E = P_T + P_8$$

$$P_E = 1,796 \text{ kg} - 0.0656$$

Ecuación 4.32

$$P_E = 1,730 \text{ kg}$$

Para calcular la cantidad de unidades de salchichas, se tomó en cuenta el peso de cada salchicha de 0,0309 kg o 30,9g

$$N.^{\circ} \text{ de unidades obtenidas} = \frac{P_{\text{Ter min ado}}}{P_{\text{Salchicha}}}$$

Ecuación 4.33

$$N.^{\circ} \text{ de unidades obtenidas} = \frac{1,796 \text{ kg}}{0,0309 \text{ kg}}$$

N.º de unidades obtenidas=58 unidades de salchicha

Para calcular la cantidad de salchichas envasadas, se tomó en cuenta que se colocó 7 unidades en cada envase (con un peso de 216,3 g)

$$N.^{\circ} \text{ de unidades obtenidas} = \frac{P_{\text{Ter min ado}}}{P_{\text{netox (envase)}}}$$

Ecuación 4.34

$$N.^{\circ} \text{ de unidades obtenidas} = \frac{1,796 \text{ kg}}{0,2163 \text{ kg}}$$

N.º de unidades obtenidas= 8 unidades de bolsas de salchicha

Se envasaron en total 56 unidades de salchicha de 58

4.8.8 Cálculo del rendimiento en el proceso de elaboración de la salchicha con sustitución de aceite de soya

$$\text{Rendimiento} = \frac{P_{\text{Ter min ado}}}{EC_{\text{Total}}} \times 100 \%$$

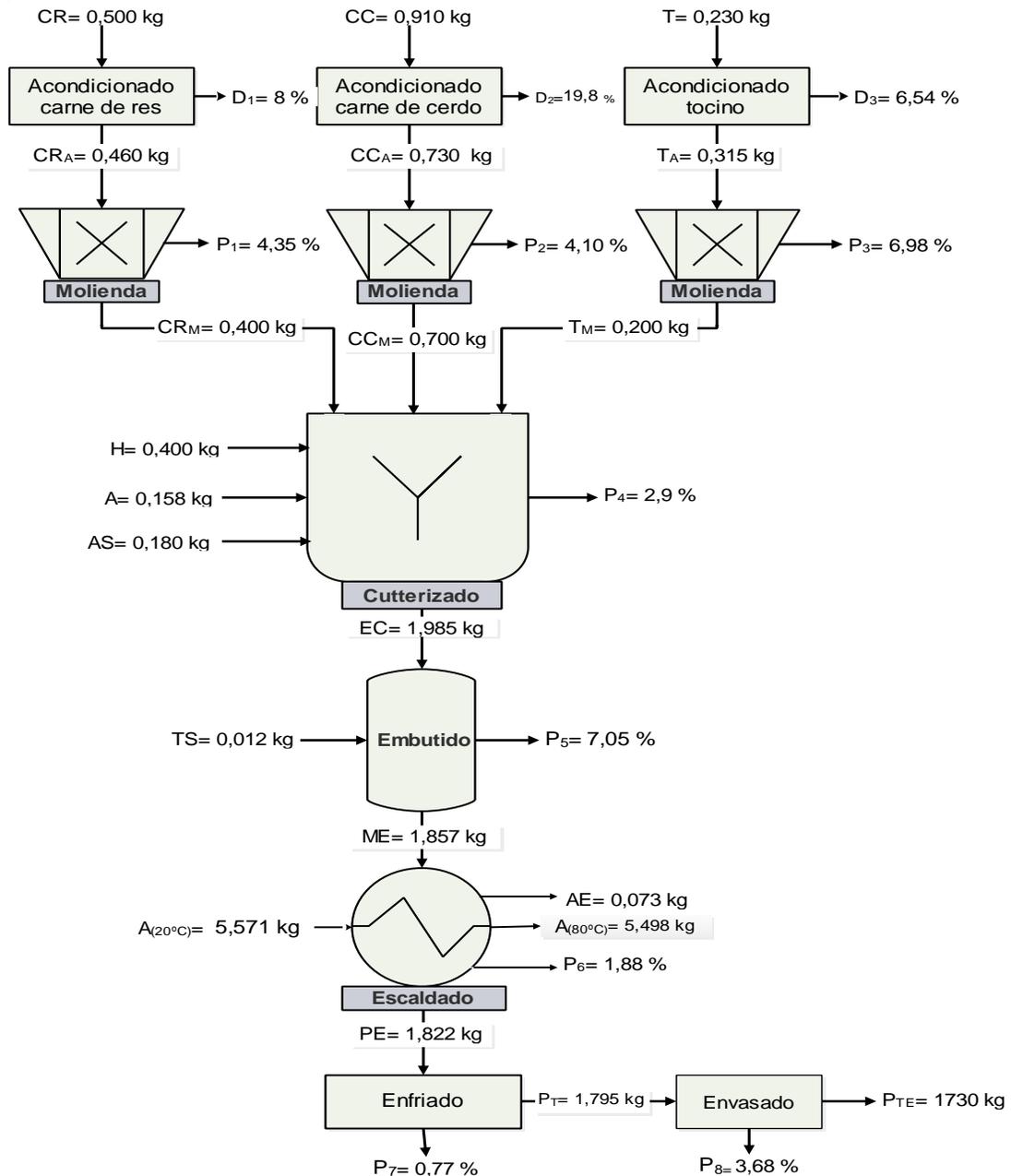
Ecuación 4.35

$$\text{Rendimiento} = \frac{1,796 \text{ kg}}{2,045 \text{ kg}} \times 100 \% \Rightarrow \text{Rendimiento} = 87.8 \%$$

La pérdida total o mermas en la elaboración de la salchicha con sustitución aceite de soya, es del 12,2 %; en las etapas de cutterizado, embutido, escaldado y enfriado.

4.8.9 Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de salchicha con sustitución de aceite de soya

En la figura 4.53, se muestra el resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.53: Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de salchicha con sustitución de aceite de soya

4.9 Balance de energía

Para realizar el balance de energía en proceso de elaboración de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, se tomó en cuenta la etapa de escaldado del producto.

4.9.1 Ecuaciones para el balance de energía en la etapa de escaldado

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

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

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

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

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

$$Q = L_1 \Delta H$$

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

$$Q = L_1 C_p \Delta H \quad \text{Ecuación 4.36}$$

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

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

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

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

$$Q_T = Q_{cedido} + Q_{ganado} \quad \text{Ecuación 4.37}$$

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

$$Q_1 = \Delta H L = L^* \lambda \quad \text{Ecuación 4.38}$$

Para el cálculo del balance de energía en las diferentes etapas de la elaboración de salchicha con sustitución parcial de aceite de soya, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones como ser:

Según (Lewis, 1993), manifiesta que: si se conoce la composición fisicoquímica del alimento se puede utilizar para calcular las capacidades

caloríficas, como se detalla en la ecuación 4.18. de la tal forma, en el presente trabajo se determinó el Cp de salchicha con sustitución parcial aceite de soya.

$$C_p = X_W C_W + X_C C_C + X_P C_P + X_F C_F + X_A C_A \quad \text{Ecuación 4.39}$$

Donde:

X_W = Fracción en peso del agua

X_C = Fracción en peso de carbohidratos

X_P = Fracción en peso de proteína

X_F = Fracción en peso de grasa

X_A = Fracción en peso de cenizas

Las capacidades caloríficas en función a la composición fisicoquímica de los alimentos se detallan en la tabla 4.41.

Tabla 4.41

Las capacidades caloríficas en función a la composición de los alimentos

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

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.42, se observa los resultados de la composición fisicoquímica de la salchicha de datos extraídos de (Anexo A).

Tabla 4.42

Resultados de la composición fisicoquímica de la salchicha con sustitución aceite de soya

Composición	Unidad	Cantidad
Cenizas	%	2,25
Grasa	%	17,80
Hidratos de carbono	%	3,48
Humedad	%	63,51
Proteína	%	12,96

Fuente: Elaboración propia

Calculando el C_P de la salchicha sustitución de aceite de soya

$$C_{ps} = X_W C_W + X_C C_C + X_P C_P + X_F C_F + X_A C_A$$

Ecuación 4.40

$$C_{ps} = 0,6351 * 0,9990481 + 0,0348 * 0,3346084 + 0,1296 * 0,3824096 + 0,178 * 0,4063102 + 0,0225 * 0,1912205$$

$$C_{ps} = 0,7723 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

En la tabla 4.43, se puede observar la capacidad calorífica del agua y del acero inoxidable.

Tabla 4.43

Capacidad calorífica de agua y el acero inoxidable

Capacidad calorífica	Unidad	valor
Acero inoxidable	kcal/kg ^{°C}	0,12
Agua	kcal/kg ^{°C}	1,00

Fuente: (Lewis, 1993)

En la tabla 4.44, se puede observar las entalpías de vaporización en función a la temperatura para el agua saturada.

Tabla 4.44

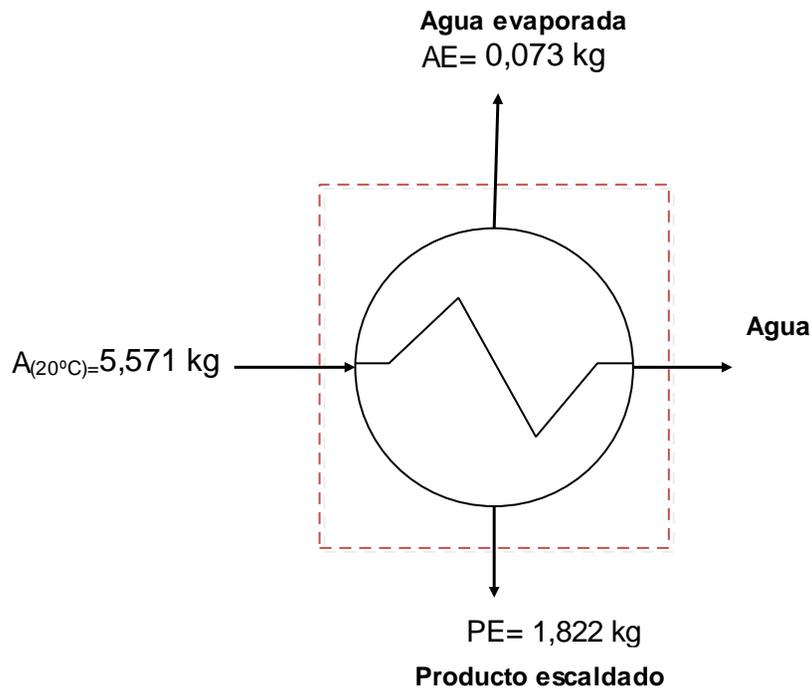
Entalpías de vaporización del agua saturada

Temperatura (°C)	Unidad	Entalpia de vaporización
82	kcal/kg ^{°C}	550,38
90	kcal/kg ^{°C}	545,41
92	kcal/kg ^{°C}	544,21

Fuente: (Lewis, 1993)

4.9.2 Balance de energía en la etapa de escaldado de la salchicha con sustitución parcial de aceite de soja

En la figura 4.54, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de escaldado del producto final.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.54: Balance de energía para la etapa de escaldado

Datos:

$$m_{\text{olla}} = 1,154 \text{ kg}$$

Para el cálculo del calor requerido para calentar la olla se utilizó resolviendo (ecuación 4.37)

$$Q = 1,154 \text{ kg} * 0,12 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (80-20) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 8309 \text{ kcal}$$

Cálculo del calor requerido para escaldar la salchicha reemplazando la (ecuación 4,38)

$$Q = 1,822 \text{ kg} * 0,7723 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} (72-15) ^{\circ}\text{C} + 5,571 \text{ kg} * 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} (80-20) ^{\circ}\text{C} + 0,073\text{kg} * 544,21 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

$$Q = 454,30 \text{ kcal}$$

4.9.3 Consumo de energía en el proceso de elaboración de la salchicha con sustitución de aceite de soya

Para realizar el balance de energía en el proceso de elaboración de la salchicha con sustitución de aceite de soya, se tuvo en cuenta el voltaje y tiempo de funcionamiento de cada equipo utilizado durante la elaboración del producto.

Cálculo del consumo de energía en la etapa de molienda

Para la etapa de molienda se utilizó un molino eléctrico con una potencia de 1,0 kW por un tiempo 0,12 horas. Para determinar la energía consumida se utilizó la ecuación 4,23.

$$P = \frac{Q}{t} \quad \text{Ecuación 4.41}$$

Despejando Q de la ecuación 4.19

$$Q = P * t$$

$$Q = 1,0 \text{ kW} * \left(\frac{1 \text{ Kcal/h}}{0,001163 \text{ kW}} \right) * (0,12 \text{ h})$$

$$Q = 103,18 \text{ Kcal}$$

Cálculo del consumo de energía en la etapa de cutterizado o emulsión

Para la etapa de cutterizado se utilizó un cutter eléctrico con una potencia de 0,95 kW por un tiempo 5 minutos.

Despejando Q de la ecuación 4.19

$$Q=P*t$$

$$Q = 0,95 \text{ kW} * \left(\frac{1 \text{ Kcal/h}}{0,001163 \text{ kW}} \right) * 5 \text{ min.} \cdot \left(\frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min.}} \right)$$

$$Q = 68,07 \text{ Kcal}$$

Cálculo del consumo de energía en la etapa de envasado

Para la etapa de envasado se utilizó una envasadora eléctrica con una potencia de 0,75 kW por un tiempo 4 minutos.

Despejando Q de la ecuación 4.19

$$Q=P*t$$

$$Q = 0,75 \text{ kW} * \left(\frac{1 \text{ Kcal/h}}{0,001163 \text{ kW}} \right) * 4 \text{ min.} \cdot \left(\frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min.}} \right)$$

$$Q = 42,99 \text{ Kcal}$$

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Realizado el análisis fisicoquímico de la carne de res presentó: hidratos de carbono 0,53 %, cenizas 1,06 %, fibra 0,00 %, grasa 5,62 %, humedad 72,03 %, proteína total (Nx6,25) 20,76 % y valor energético 135,74 Kcal/100g. El análisis microbiológico presentó: coliformes fecales de 8,0 UFC/g y coliformes totales $4,0 \times 10^1$ UFC/g.
- Realizado el análisis fisicoquímico de la carne de cerdo presentó: cenizas 1,02 %, grasa 15,06 %, hidratos de carbono 0,54 %, humedad 64,81 %, fibra 0,00 %, proteína total (Nx6,25) 18,57 % y valor energético 211,98 Kcal/100g. El análisis microbiológico presentó: coliformes fecales de $1,2 \times 10^2$ UFC/g y coliformes totales $3,7 \times 10^2$ UFC/g.
- Realizado el análisis fisicoquímico del tocino presentó: ceniza 0,11 %, fibra n.d, grasa 87,41 %, hidratos de carbono 0,22 %, humedad 9,69 %, proteína total (Nx6,25) 2,57 %, valor energético 797 Kcal/100g y rancidez (negativa). El análisis microbiológico presentó: coliformes fecales de $1,7 \times 10^2$ UFC/g y coliformes totales $3,7 \times 10^2$ UFC/g.
- De acuerdo a la sustitución de aceite de soya en cuatro muestras preliminares (S06:0, S07:40, S08:60, S09:80) % se tomó en cuenta la muestra S08 que presentó una mediana de 4,0 y no hubo diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Mientras que en el diseño experimental tomando en cuenta los factores y niveles se tomó en cuenta el tratamiento SV3 que presentó una mediana de 4,0 y no hubo diferencia significativa $\alpha = 0,05$. Dando a establecer que se sustituyó hasta un 48 % de aceite de soya en el producto.
- Realizado el diseño experimental se evidenció que los factores porcentaje de hielo (B) y porcentaje de aceite de soya (C) fueron significativos para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

- De acuerdo al análisis del contenido porcentual de grasa en las muestras del diseño experimental tomando en cuenta los factores hubo una reducción del 1,2 %.
- De acuerdo con el control del pH durante el almacenamiento se pudo evidenciar que el pH hasta los 19 días (SV3S) sin conservante presentó 6,263, mientras a los 25 días (SV3C) con conservante tenía 6,387, muestras que hasta esos días se encontraban dentro del rango permitido según norma NB 798.
- Realizado el análisis fisicoquímico de la salchicha con aceite de soya presentó: cenizas 2.25 %, grasa 17,56 %, carbohidratos 3,48 %, humedad 63,51 %, nitritos 89,68 %, proteína total (Nx6,25) 12,96 % y valor energético 225,96 Kcal/100g. El análisis microbiológico presentó: escherichia coli $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, salmonella (ausencia) P/A/25g, mohos y levaduras $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, y Staphylococo aureus $<1,0 \times 10^1$ UFC/g.
- En la diferencia del análisis fisicoquímico el porcentaje de grasa se redujo 0,76 % en (SV3) con relación a (S06); la proteína se redujo en 0,46 % en (SV3) con relación a (S06); en cenizas se redujo en 0,13 % en (SV3) con relación a (S06) y el valor energético se redujo en 3,08 % en (SV3) con relación a (S06).
- De acuerdo con el balance de materia y energía partiendo de una mezcla de 0,400 kg de carne de res, 0,700 kg de carne de cerdo, 0,200 kg de tocino, 0,180 kg de aceite de soya, hielo e insumos para un total de (2,045 kg) se llegó a obtener 1,795 kg de producto terminado.
- La salchicha elaborada con sustitución del 48 % de aceite de soya tiene la característica de poseer menor contenido de grasas saturadas y más contenido de grasas insaturadas, este último siendo necesario su consumo para múltiples beneficios para la salud de las personas como:

mejores niveles de colesterol en la sangre y menor riesgo de sufrir problemas cardiacos.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda elaborar otros productos cárnicos adicionando aceites de origen vegetal en su formulación como ingredientes no cárnicos.
- Se recomienda en futuros estudios realizar el análisis del perfil de ácidos grasos en los productos cárnicos que contengan aceites vegetales para conocer su composición en grasas saturadas, monoinsaturadas y polinsaturadas.
- Se recomienda a las empresas o personas que elaboran productos cárnicos ver la posibilidad de utilizar aceites de origen vegetales con el fin de obtener productos con mejor calidad nutricional que benefician a la salud de las personas de acuerdo a bibliografía por el aporte de grasas insaturadas.