

# **CAPÍTULO I**

## 1.1 Antecedentes

Se elaboran diversos productos a partir de recetas tradicionales con despojos comestibles y recortes de carne. Algunas de ellas son especialidades muy apreciadas, aunque normalmente en mercados bastante localizados. En muchos lugares, sin embargo, la aceptabilidad de los productos de despojos por parte de los consumidores es baja y puede haber poco margen para productos de este tipo. (Márquez, 2015)

Los órganos como hígado, riñones, pulmones, estómagos, rumen, abomaso, retículo, omaso, tripas finas y gruesas limpias, cortezas de cerdo, mollejas de aves, sangre, timo (mollejas), esófagos, páncreas, cabezas, sesos, testículos, lenguas, pezuñas, manitas, patas de ave y huesos, derivados del despiece son las vísceras y despojos que tienen múltiples destinos en la industria cárnica. Su principal destino es para consumo humano de elaborados cocidos y curados tras una preparación particular adecuada en cada uno de ellos y, en su defecto, hacia subproductos de origen animal. La preparación de vísceras y despojos animales para uso industrial presenta una particularidad propia, debido a la manipulación de grandes masas, grandes contenedores y loteadores referidos a la fecha de proceso, para poder ser gestionados de un modo coherente frente a su escaso valor comercial. (Aragonés, 2013)

Mediante un sondeo de mercado en Tarija, existe empresas que elaboran queso de cerdo, mencionando algunas empresas como “Zenteno”, “Conzelman”, embutidos “HAM” y “Osfin”, pero también se encuentra de otras procedencias como Sofía y Torito, del mercado exterior específicamente de Argentina se encuentra queso de cerdo de la “Piamontesa” y la “Medalla”. Sin embargo, en Yacuiba no se observa productos elaborados a partir de despojos del cerdo, por lo cual con el presente trabajo de investigación se dará valor agregado a la cabeza de cerdo transformándola en queso de cerdo.

## **1.2 Justificación**

- Con el presente trabajo de investigación, se pretende dar valor agregado a la cabeza de cerdo, pieza que no es tan comercializada en las carnicerías del mercado local de Yacuiba y tan solo se centra en el consumo de manera artesanal.
- En comunidades del área rural de Yacuiba, existen porcicultores que comercializan la carne, pero no así los despojos como ser cabeza y patas, ya que los mismos se constituyen en un problema para el negocio de manera directa y acarrea un problema en la forma de transformarlas en un derivado cárnico.
- La cabeza de cerdo posee un alto porcentaje de grasa, proteínas y colágeno, lo cual hace factible la necesidad de aprovecharlo elaborando queso de cerdo, ya que aporta calorías al organismo y de estar manera, coadyuva a realizar actividades diarias.
- La gran cantidad de despojos de cerdo se ha convertido en un problema de grado ecológico, ya que estos son tirados a un costado de las carreteras y/o tiraderos a la basura, lo cual afecta al medio ambiente con olores de putrefacción, atracción de moscas y otros roedores, constituyéndose en un problema para la población de la provincia Gran Chaco.

## **1.3 Objetivos**

El presente trabajo de investigación, plantea los siguientes objetivos:

### **1.3.1 Objetivo general**

Elaborar queso de cerdo a nivel experimental, mediante el proceso de cocción con el fin de obtener un producto de calidad para la provincia del Gran Chaco.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar análisis fisicoquímico y microbiológico de la cabeza de cerdo, con la finalidad de establecer su composición nutricional y garantizar la inocuidad del producto terminado
- Determinar los parámetros físicos de la cabeza de cerdo cocida, con el fin de conocer la porción comestible y la porción no comestible.
- Realizar las pruebas preliminares para establecer la dosificación de la muestra final de queso de cerdo.
- Seleccionar la muestra de preferencia de los quesos de cerdo tomados al azar que hay a la venta en Tarija para muestra patrón.
- Aplicar un diseño factorial  $2^3$  en el proceso de dosificación con el fin de controlar factores que puedan afectar las variables respuestas
- Establecer las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso de cerdo con el fin de conocer su composición nutricional, y verificar si existe contaminación microbiológica.
- Realizar el control de pH y acidez durante el almacenamiento del queso de cerdo en refrigeración y realizar un análisis microbiológico para garantizar la inocuidad del producto.
- Realizar el balance de materia y energía del proceso de elaboración de queso de cerdo para conocer el rendimiento del producto y el gasto de energía a nivel experimental.

### 1.4 Objeto de estudio

El objeto de estudio de la presente investigación es la aplicación del proceso de cocción para elaborar queso de cerdo a nivel experimental.

## **1.5 Campo de acción**

El campo de acción del presente trabajo de investigación, se detalla a continuación:

- **Espacial**

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (U.A.J.M.S), provincia de Cercado del departamento de Tarija.

- **Temporal**

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

- **Institución**

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

## **1.6 Situación problema**

A pesar que en la provincia Gran Chaco existe gran producción de carne porcina, en el mercado local de Yacuiba sobre todo en épocas festivas no se observa la venta de productos derivados a partir de los despojos del cerdo como cabeza y patas, ya que no se les da un valor agregado aplicando transformación cárnica, esto es una pauta para realizar el presente trabajo de investigación que pretende elaborar queso de cerdo a nivel experimental a partir de la cabeza de cerdo, ya que este es un alimento perecedero, requiere del proceso de transformación y conservación de carnes para alargar su vida útil, así mismo los despojos no son aprovechados de manera eficiente, lo que da lugar a que estos sean desperdiciados y votados en lugares indebidos como consecuencia existe un problema ecológico en esta zona. Con el presente trabajo de investigación, elaboración de queso de cerdo mediante proceso de conservación de carnes se pretende de alguna manera coadyuvar en la solución a este problema.

## **1.7 Formulación del problema**

¿Mediante un proceso de cocción se podrá elaborar queso de cerdo a nivel experimental, y obtener un producto de calidad para la provincia del Gran Chaco?

## **1.8 Planteamiento de la hipótesis**

Aplicando el proceso de cocción es posible elaborar queso de cerdo a nivel experimental para obtener un producto de calidad para la provincia del Gran Chaco.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Productos cárnicos

La transformación de la carne se ha realizado desde tiempos con el fin primordial de conservarla por periodos más largos de tiempo. Así, con el nombre genérico de derivados cárnicos se designan los productos alimenticios preparados total o parcialmente con carnes o despojos de las especies autorizados para tal fin, y sometidos a operaciones específicas para su conservación antes de su puesta al consumo. Los embutidos podrán designarse, además de con el nombre correspondiente a su composición y características con el apelativo de la región o zona de procedencia. Los embutidos se clasifican en: a) embutidos de carne b) embutidos de vísceras c) embutidos de sangre d) fiambres. (Pérez, 2001)

Los productos cárnicos llamados “embutidos” poseen diversas clasificaciones basándose en criterios como el tipo de materia prima del que se encuentran compuestas, la estructura de la masa, si se someten a la acción de calor o algún tratamiento dependiendo de la tecnología que se emplea para su elaboración y la durabilidad que presentan. (Ruiz, 2014)

Carillo (2020) menciona que los embutidos se pueden clasificar según su proceso de elaboración (pág. 65):

- Crudos
- Madurados
- Cocidos
- Escaldado
- Ahumados

## 2.2 Embutidos Cocidos

Los productos cárnicos cocidos que incluyen carnes magras, grasa y subproductos animales se escaldan previamente en medios húmedos hasta alcanzar una temperatura de 68°C, para luego proceder a la fragmentación, mezcla y embutido. En el mercado se encuentran productos cocidos de hígado (patés), de sangre (morcilla o rellenas) o de gelatina (queso de cabeza). Estos mismo pueden conservarse bajo condiciones de

refrigeración o congelación, utilizando humedades relativas altas en el sitio almacenado. Los embutidos son de poca duración, las piezas de carne deben ser frescas, para disminuir las pérdidas de peso durante el proceso. (Samaniego, 2019).

### **2.2.1 Embutidos de gelatina**

El embutido con gelatina se elabora con partes carnosas y grasas de la cabeza, y otras partes del cerdo, como corteza y patas y varios retazos. Los ingredientes no son triturados, sino prensados en un conjunto y no embutidos. Más bien los ingredientes ya listos se ponen en un molde con la base de gelatina a cortar. El queso de cerdo se presenta con pedazos de carne y grasa distribuidos homogéneamente en una buena masa y de una consistencia que permite rebanar el producto. (Pulla, 2010)

### **2.2.2 Defectos en los embutidos cocidos**

Los principales defectos que pueden presentar los embutidos cocidos son (Pulla, 2010):

- Separación de grasa: Debido a una temperatura de cocción muy elevada y enfriado incorrecto.
- Núcleo central gris y rojo: reacción a una temperatura muy baja y tiempo demasiado corto.
- Pasta desmenuzable: Falta de entremezclado, masa poco aglutinante.
- Cubitos de grasa y carne mal distribuidos: Falta de entremezclado.
- Estallido del producto: Por temperatura de cocción demasiada alta.

Principales defectos de olor y sabor

- Cubitos rojos de tocino: Por un escaldado incorrecto.
- Sabor amargo: Presencia de restos de bilis.
- Sabor y olor fecal: Utilización de tripas mal limpiadas y no artificiales.
- Sabor y olor rancio: Utilización de grasa alterada.
- Acidificación: Proliferación de bacterias productoras de ácido, por un almacenamiento a altas temperaturas.

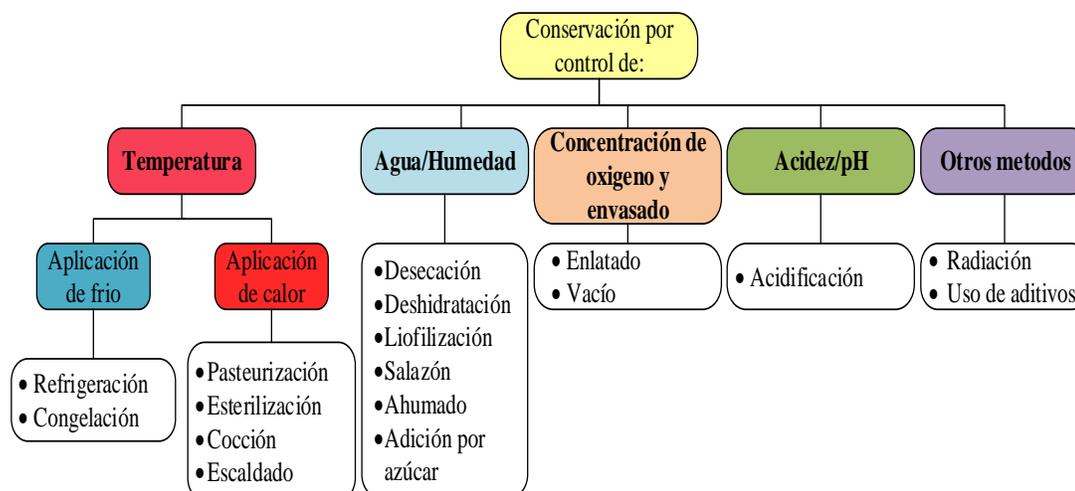
### 2.2.3 Tripas para embutidos cocidos

En la actualidad, la mayor parte de las cecinas cocidas se embuten en tripas artificiales. Solo para algunos productos tradicionales, como pate de campo, prietas y algunos otros, se utilizan aun las tripas naturales. En cuanto a las tripas artificiales más utilizadas cabe destacar que en su mayoría son del tipo impermeable puesto que son escasos los embutidos cocidos que se ahúman. Entre estas tripas sintéticas se pueden señalar las fibrosas impermeables y las tripas plásticas, especialmente poliéster y de cloruro de poli vinilideno. Las tripas plásticas se usan también para la elaboración de ciertos embutidos a base de sangre y fiambres de gelatina (ejemplo queso de cabeza), en combinación con el uso de moldes metálicos para proporcionar una forma particular del producto terminado. (Torres, 2017)

### 2.3 Métodos de conservación en los embutidos

Existen varios tipos de conservación para los productos embutidos, cada uno de ellos con el principal objetivo de mantener la calidad de la carne, impedir la contaminación microbiana, la proliferación de bacterias y de esta manera evitar la putrefacción en el producto.

En la figura 2.1, se muestra los métodos de conservación según los factores que afectan al crecimiento microbiano.



Fuente: Samaniego, 2019

**Figura 2.1.** Métodos de conservación

## 2.4 Caracterización de subproductos comestibles de cerdo

Los subproductos comestibles de la carne comprenden una variedad de productos que incluyen órganos internos (corazón, pulmón, hígado, bazo, riñón vísceras y otras partes como la cabeza, la cola y las patas, etc.). Estos subproductos comestibles constituyen una proporción significativa de peso vivo de un animal, y los rendimientos de estos subproductos varían según la especie animal oscilando entre el 10 y el 30 % del peso vivo de cerdos y bovinos, respectivamente.

El consumo mundial de carne ha aumentado en los últimos años, lo que significa que todos los días se producen grandes cantidades de subproductos cárnicos comestibles en los mataderos, mientras que la utilización de estos subproductos para el consumo humano ha disminuido. La valorización dentro de la propia industria alimentaria necesita un alto grado de innovación que haga que un subproducto, que podría ser considerado un residuo, sea utilizado como materia prima susceptible de ser transformada en productos comestibles. (Ockerman et al., 2004). Sin embargo, esta abundante fuente disponible también genera buenas oportunidades para la industria cárnica en la utilización de estas materias primas para aumentar la rentabilidad económica y al mismo tiempo reducir la pérdida de esta valiosa fuente de ingresos. La utilización de los subproductos cárnicos depende considerablemente de una serie de factores tales como; cultura, religión, ingresos y preferencias, etc.

Durante las últimas décadas, los estudios solo se han centrado en las carnes musculares de especies animales; una gran cantidad de información científica (composición fisicoquímica, atributos de calidad, sensoriales y su utilización, etc.). Mientras que los subproductos comestibles de la carne también se utilizan para consumo humano, sin embargo, la información científica sobre la calidad nutricional de estos subproductos cárnicos es escasa y los datos disponibles son limitados, por lo que es importante el conocimiento de los valores nutritivos de los subproductos de la carne de cerdo que puedan ayudar a promover el consumo y su futura utilización. (Seong et al., 2014)

## **2.5 Origen del queso de cerdo**

Históricamente estos platos se hacían cocinando a fuego lento la cabeza limpia (sin órganos) del animal para obtener caldo considerado comida campesina desde la Edad Media. Cuando se enfría este caldo se cuaja gracias a la gelatina natural procedente del colágeno del hueso del cráneo. (Medina, 2015)

Del queso de cabeza, existen registros que datan del año 1400, la cocción a fuego lento de la cabeza de una vaca, cerdo, jabalí entre otros, resulto el queso de cabeza. A partir de la cabeza de estos animales se prepara este encurtido que nada tiene que ver con lácteos. Es muy común encontrarlo en las tiendas de barrios en las zonas rurales. (Vargas, 2016)

“El origen de este plato viene de una preparación tradicional de España”, la que, dependiendo de su origen, podía ser de jabalí. Asimismo, en México es considerado un plato típico, aunque se le llama queso de puerco, mientras que en Alemania se conoce como Sülze, Schwartenmagen o Presskopf. (Villa, 2017)

### **2.5.1 Definición de queso de cerdo**

El queso de cabeza, conocido también como queso de chanco o queso de puerco cuando se elabora a partir de la cabeza de este animal, no es un producto lácteo sino un áspic (gelatina sin sabor moldeada y aromatizada) de carne hecho a partir de la cabeza de un ternero o cerdo (a veces de una oveja o vaca). Puede también incluir carne procedente de las patas o el corazón. (Torres, 2017)

Según la norma boliviana 310018:2011 para carne y productos derivados- clasificación y requisitos de calidad, el queso de chanco es un producto curado o cocido ahumado o no, principalmente constituida por una mezcla de carne de cabeza, pellejo de cerdo picada, carne de res picada y las siguientes vísceras: lengua, corazón y riñones. (Ibñorca, 2011)

### 2.5.2 Composición fisicoquímica del queso de cerdo

En tabla 2.1, se presenta la composición fisicoquímica del queso de cerdo.

**Tabla 2.1**

*Composición fisicoquímica del queso de cerdo*

<b>Componentes</b>	<b>Composición</b>	<b>Unidades</b>
<b>Energía</b>	244,00	Kcal
<b>Agua</b>	55,5	g
<b>Proteínas</b>	20,1	g
<b>Grasa total</b>	17,3	g
<b>Carbohidratos</b>	-	-
<b>Fibra cruda</b>	-	-
<b>Ceniza</b>	4,6	g
<b>Calcio</b>	77,00	mg
<b>Fosforo</b>	68,00	mg

Fuente: Reyes et al., 2009

### 2.5.3 Propiedades nutricionales del queso de cerdo

El valor nutritivo de los derivados cárnicos es en función de su composición, pero en general se puede señalar su mayor contenido en grasa y su menor contenido en proteínas en comparación con las carnes de partida. También aportan sodio, hierro y vitaminas B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>. (Astiazarán, 2003)

### 2.5.4 Beneficios y uso del queso de cerdo

El consumo de queso de cerdo aporta proteínas necesarias para el desarrollo de los huesos, facilita la digestión y ayuda a reforzar el sistema inmune. Durante la lactancia y el embarazo, su consumo moderado ayuda a cubrir las necesidades nutricionales por su contenido en proteínas, minerales y vitaminas, regula la actividad hormonal gracias a su contenido en vitamina B<sub>6</sub>, mantienen la masa muscular y el correcto mantenimiento de los huesos. (Cocina vital, 2021)

Ruiz, (2020) menciona que, “en cualquier caso, como botana, en torta o, incluso, en taco, el queso de cerdo es un delicioso embutido” (pág.1).

## 2.6 Caracterización de la cabeza de cerdo

Las características de la materia prima para la elaboración de queso de cerdo se detallan a continuación:

### 2.6.1 Cabeza de cerdo

Según la ficha técnica que ofrece la industria cárnica IMACSA (2018), ver Anexo A, se define como la parte fresca correspondiente en la canal porcina a la cabeza entera de cerdo (hembra o macho castrado), se comercializa con o sin orejas.

### 2.6.2 Características organolépticas de la cabeza de cerdo

Según la ficha técnica IMACSA (2018), la cabeza de cerdo debe presentar las siguientes características organolépticas:

**Color:** Caracterización de especie y producto, manteniendo su frescura, sin indicios de coloraciones verdes u amarillentas.

**Olor:** Característico del producto fresco, libre de olores extraños.

**Textura:** Tersa, sin pegajosidad al tacto. Sin glándulas, tumores, hematomas fracturados, sin degeneración grasa, libre de suciedad o elementos extraños.

### 2.6.3 Características fisicoquímicas de la cabeza de cerdo

Las características físico-químicas de la cabeza de cerdo según la ficha técnica de IMACSA (2018) empresa experta en despiece porcino, ver Anexo A, son:

- Peso: 4 - 5 kg
- pH: 5.6 - 6.2

### 2.6.4 Valor nutricional de la cabeza de cerdo

En la tabla 2.2, se detalla la composición nutricional de la cabeza de cerdo.

Tabla 2.2

*Composición nutricional de la cabeza de cerdo*

Nutrientes	Cantidad	Unidades
<b>Energía</b>	156,00	(kcal)
<b>Proteína</b>	22,00	(g)
<b>Grasa total</b>	7,60	(g)

Fuente: Verde, 2005

**2.6.5 Aplicaciones de la cabeza de cerdo**

En salazón suele participar del cocido manchego, en la cocina gallega se denomina cacheira y suele formar parte del compango de la fabada. La carne de cabeza suele emplearse en la industria cárnica para elaboración de carne picada para relleno de diferentes tipos de salchichas (un ejemplo es la kielbasa). (Breidenstein et al., 2013)

(Ríos, 2002) menciona que “algunas de las preparaciones de la cabeza de cerdo se elaboran con el objeto de realizar fiambres como es el caso de la galantina de cabeza que se suele denominar queso de cabeza” (pág. 35).

La cabeza se utiliza deshuesada para salar o adobar en la elaboración de potajes también para asar a la parrilla. A la cabeza deshuesada se suele llamar careta (Chavarría, 2009)

La cabeza del animal se utiliza para diferentes embutidos como el queso de cerdo, para relleno de tamales y, en especial para pozole. En todo caso se prefiere porque aporta más sabor a los guisos que otras partes del animal. (Muñoz, 2012).

**2.7 Caracterización de los insumos alimentarios**

La caracterización de los insumos se realizó para establecer la función de cada uno de los componentes en la elaboración del queso de cerdo.

**2.7.1 Cuero**

La piel del cerdo en un embutido escaldado no se debe considerar, desde un punto de vista tecnológico, como una sustancia de relleno, dado que los elementos del tejido conectivo (piel), actúan en la masa del embutido escaldado como formadores de su estructura y contribuyen fundamentalmente obtener una consistencia firme, que es la característica resistencia al mordido. (Benavides, 2011)

La elaboración de una emulsión a base de piel de cerdo es una buena alternativa, ya que la adición de esta no modifica de manera significativa o negativa las propiedades sensoriales de un producto, por el contrario, como se demuestra en la prueba hedónica puede llegar a ser un producto con un perfil bien interesante. (Rodríguez, 2012)

Schmidt et al. (1984) menciona que “también es frecuente el empleo de emulsiones mixtas que, fuera de contener agua y grasa, incluyen otros elementos como cueros o cortezas de cerdo, precocidas” (Pág.60).

### 2.7.1.1 Cuero sancochado

Las propiedades negativas del cuero crudo se pueden mejorar, al someterlo a una precocción o sancochado. El tratamiento térmico destruye gran parte de los microorganismos contaminantes, ablanda la textura del cuero, facilitando su picado y emulsificación. Al sancocharse el cuero, la estructura de las moléculas de colágeno se altera, rompiéndose una serie de ligaduras existentes entre ellas y lográndose así un hinchamiento y una absorción de agua que resulta favorable para la estabilidad del embutido. Para optimizar este grado de estabilidad se ha generalizado el uso de emulsiones de cuero precocido, agua, materias grasas y un emulsionante de origen proteico (proteína de soya o caseinato). (Schmidt et al., 1984)

### 2.7.1.2 Composición química del cuero crudo

En la tabla 2.3, se detalla el análisis del cuero crudo de cerdo.

**Tabla 2.3**

#### *Análisis químico del cuero crudo de cerdo*

Parámetros	Resultado (%)
Humedad	45,7 ± 1,00
Grasa	13,21 ± 0,38
Proteína	39,22 ± 0,32
Ceniza	0,41 ± 0,01
Carbohidratos totales	1,46 ± 0,09

Fuente: Espinel, 2010

La piel de cerdo en sus características químicas presenta un alto porcentaje de humedad y proteína, por lo que es sensible al ataque de microorganismos que pueden provocar su putrefacción en poco tiempo. La piel de cerdo es un alimento con un alto contenido de proteína 47 % que supera a la carne de ternera (20%), cerdo (15%), cordero (18%), aves (20%), bacalao (17%), atún (23,8%), garbanzo (20%), almendras (20%), clara de huevo (11%), leche descremada (3,5%), soya (37 %). (Espinel, 2010)

### **2.7.2 Colágeno**

Es el producto que se obtiene mediante el cocido principalmente de la cabeza y cuero del cerdo, y que formará parte de la emulsión cárnica que conforma el queso de choncho, emulsión es la mezcla de dos líquidos inmiscibles, de los cuales uno se encuentra formando pequeños glóbulos dentro del otro, estos reciben el nombre de fase dispersa y fase continua, respectivamente. (Ramos, 2014)

Este sistema suele ser inestable a menos que se incluya otro componente adicional que es el agente emulsionante o estabilizante que está constituido por proteínas, especialmente de las miofibrilares. Estas proteínas cumplen una acción emulsificante al cubrir la superficie de los glóbulos de grasa y funcionar como una interfase entre la grasa y el agua. Cuando el sistema es sometido a calor las proteínas se coagulan y la grasa queda atrapada en la raíz proteica. (Romero, 2011)

Cabrera, (2016) menciona que, “existen diversos componentes empleados en la fabricación de productos cárnicos cocidos. Todos ellos llevan en su formulación diversos aditivos tales como el colágeno, el cual confiere al producto diversas características tales como retención de agua, rebanabilidad, consistencia” (Pág. 5).

#### **2.7.2.1 Aplicación del colágeno**

A los embutidos se les suele incorporar una variedad de productos no cárnicos que generalmente se les denomina extensores o dispersantes, ligantes y rellenos. Se incluyen en las fórmulas de embutidos por una o más de las siguientes razones (Forrest, 1989):

- Mejorar la estabilidad de la emulsión.
- Aumentar la capacidad de ligar agua.

- Resaltar el aroma.
- Disminuir las mermas durante la cocción.
- Mejorar su disposición para la obtención de rodajas.
- Disminuir los gastos de la formulación

### 2.7.3 Condimentos

Se denomina condimentos y especias a todos aquellos productos que intervienen en el realce del sabor de una elaboración. Este realce del sabor lo conseguiremos con la adición de uno o varios condimentos aromáticos o de algún producto que, sin ser exactamente un condimento, cumpla esta función. Según el código alimentario, la sal, el vinagre, las especias, los condimentos preparados, la mostaza y las salsas son designados como condimentos o especias (López, 2007).

Los condimentos para la elaboración del queso de cerdo se detallan a continuación:

#### ○ **Sal común**

La sal se compone de sodio y cloro eléctricamente opuestos, fácilmente separables y de elevado potencial saborizante e higroscópico. Su reducido tamaño molecular permite su fácil difusión a través de tejidos y materiales orgánicos, lográndose un reparto homogéneo de la sal por toda la masa. (Medrano, 2012).

La cantidad de sal utilizada en la elaboración de embutidos varía entre el 1 y un 5%. Esta sal adicionada desempeña las funciones de dar sabor al producto, actuar como conservante, solubilizar las proteínas y aumentar la capacidad de retención del agua de las proteínas. (Samaniego, 2019)

#### ○ **Vinagre**

La definición legal del vinagre (según Real decreto 661/2012, de 13 de abril) es la siguiente: “Es el líquido apto para el consumo humano resultante de la doble fermentación alcohólica y acética de productos de origen agrario” (Benítez, 2017).

Además de su acción conservante, el ácido acético es muy importante como condimento. La acción del ácido acético en las proteínas podría también tener influencia en el sabor. A bajas concentraciones, el ácido acético causa una hidrólisis parcial de las

proteínas, especialmente en tejido animal, lo que puede desencadenar la producción de sabores agradables a productos fragmentados. (Lee, 2012)

- **Comino**

El comino es una hierba aromática cuyas semillas se usan como especia y también con fines medicinales. Tiene un característico sabor amargo e intenso y un olor fuerte y dulzón gracias a su alto contenido de aceites. (Lincoln, 2010)

- **Pimienta**

La pimienta se añade al final de la cocción de un alimento para garantizar que mantiene en todo lo posible su sabor. Puede ser blanca, que es la de sabor más suave, negra y verde, que es la más fuerte de las tres. Se usa especialmente para preparar carnes de todo tipo, guisos y salsas. (Pilarica, 2020)

- **Ajo**

Es un bulbo caracterizado por una cabeza con 6 o más secciones de dientes. Proporciona un sabor aroma inconfundibles y es un alimento básico en la cocina. Su principio activo es la alicina. (Rojas y Rojas, 2020)

- **Hojas de laurel**

Sin duda, el laurel es uno de los condimentos más habituales de la cocina mediterránea, sus hojas de color verde intenso se dejan secar para proporcionar un sabor suave y muy particular a salsas, sopas y conocidos guisos tradicionales como las lentejas o el escabeche. (Pilarica, 2020)

#### **2.7.4 Aromatizante natural**

El aromatizante natural que se empleó en la elaboración de queso de cerdo es la albahaca que se añadió al finalizar la segunda cocción de la masa cárnica.

- **Albahaca**

Longoni et al. (2015) menciona que, “la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) es una de las plantas aromáticas condimentarias más difundidas en la zona mediterránea. La albahaca es una planta herbácea anual perteneciente a la familia Lamiaceae” (pág.1).

Su contenido en ácidos volátiles que contribuyen con su aroma, actúa como antibacteriano reduciendo la posibilidad de supervivencia de bacterias dañinas en los alimentos. La albahaca se usa como condimento y aromatizante en muchos países. Esta planta tiene un aroma muy rico y fresco, mentolado. (Oviedo, 2020)

#### **2.7.4 Aditivos alimentarios**

Los aditivos alimentarios que se adicionó en la elaboración del queso de cerdo son:

- **Nitritos y nitratos**

En cuanto a los nitritos y nitratos empleados como conservantes en la alimentación mencionaremos el E-249 (nitrato potásico), el E250 (nitrato sódico) y el E252 (nitrato potásico). Los nitratos particularmente el potásico (salitre), se ha utilizado en el curado de productos cárnicos desde la época romana. El efecto de curado, en el que participa también la sal y las especias es conseguir la conservación de la carne evitando su alteración y mejorando el color. El color del curado se forma por una reacción química entre el pigmento de la carne, la mioglobina, y el ion nitrito. Se puede utilizar el nitrito ya mezclado previamente con sal. (Vázquez, 2001)

- **Polifosfatos**

Las polifosfatos se utilizan fundamentalmente para favorecer la retención del agua en los productos cárnicos. La interacción de los fosfatos con las proteínas del músculo posibilita el fenómeno, si bien el mecanismo no se conoce aún. En España está autorizado el uso de los distintos tipos del E-450 en embutidos, fiambres, pates y productos cárnicos tratados por el calor. (Amárita, 2004)

- **Estabilizante**

Su principal aplicación es en productos cárnicos que interaccionan con las proteínas y evitan las pérdidas de agua, manteniendo la jugosidad. La dosis está legalmente limitada para que no se consiga una excesiva incorporación de agua. (Barros, 2009).

- **Carragenina**

Las distintas carrageninas en su forma de sal sódica se caracterizan por disolverse bien en agua fría altas viscosidades en solución, ya que son estables a variaciones de pH, son muy útiles en el desarrollo de productos. Los usos de las distintas carrageninas destacan en las aplicaciones en las que van acompañadas de proteínas, como en el caso de los cárnicos que funcionan muy bien al retener el agua. Se debe tomar en cuenta que una de las posibles afectaciones del uso de las carrageninas en la vida útil de nuestros productos es la sinéresis que puede llegar a impactar en el desarrollo de hongos y bacterias. (De Icaza, 2018)

## **2.8 Proceso tecnológico utilizado en la elaboración de queso de cerdo**

El proceso tecnológico que se utilizó en la elaboración de queso de cerdo es la cocción a nivel experimental.

### **2.8.1 La cocción**

La cocción tiene por finalidad impartir al embutido una consistencia firme debido a la coagulación de las proteínas y a la deshidratación parcial del producto, fijar su color por desnaturalizaciones de la mioglobina dando lugar a la formación del nitrosilhechromo y prolongar su vida útil debido a la pasteurización que supone. La cocción se realiza dependiendo del tipo de embutido, a temperaturas comprendidas entre 75-80°C, durante periodos de tiempos variables (10 a 120 minutos) y con humedades relativas altas (98-100 por 100%). (Torres, 2017)

La cocción con agua determina una pérdida de peso de 20 a 40%, pues el jugo celular, grasa fundida y las sustancias extractivas pasan al caldo, a lo que se debe su acción estimulante sobre el apetito. El colágeno, en parte, se disuelve al estado de gelatina, y las proteínas, como la mioglobina, se coagulan y transforman; la carne *se* vuelve gris y más digerible. En cambio, si la carne se introduce en agua hirviendo, los prótidos de la superficie se coagulan y la costra impide la difusión del jugo y sus componentes solubles, resultando así una carne de sabor más agradable. (Schmidt et al., 1984)

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

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

El desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación "Elaboración del queso de cerdo para la provincia del Gran Chaco", se llevó a cabo en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A), y en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA); dependientes del Departamento de Biotecnología y Ciencias de los Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho".

### **3.2 Tipo de intervención para la parte experimental**

Hernández et al. (2018) indica que, "el experimento de laboratorio debe tratar de crear una situación en la que se vea claramente cómo operan las variables en situaciones especialmente identificadas y situadas".

El experimento en laboratorio se puede definir como un estudio donde el investigador tiene que crear una situación artificial de la vida real, en donde controla algunas variables y manipula otras, donde él pueda observar y medir el efecto de la manipulación de variables independientes en la variable dependiente en una situación donde los efectos de otras variables hayan sido controlados. (Naghi, 2005)

Para el presente trabajo de investigación se utilizó la metodología experimental a nivel laboratorio, con el fin de obtener un producto cárnico derivado de los despojos del cerdo en base a los siguientes métodos:

- ❖ Análisis fisicoquímico y microbiológico de la cabeza de cerdo para garantizar la calidad de la materia prima.
- ❖ Análisis sensorial de las pruebas preliminares y producto terminado.
- ❖ Análisis de diseño factorial con los factores: porcentaje de cuero, colágeno y vinagre en la etapa de dosificación.
- ❖ Análisis fisicoquímico y microbiológico del queso de cerdo.
- ❖ Análisis fisicoquímico y microbiológico durante el almacenamiento del queso de cerdo
- ❖ Operacionalización de las variables para la elaboración de queso de cerdo.

### **3.3 Tipo de investigación**

Hernández (2018) menciona que, “el alcance que puede tener un estudio cuantitativo es: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo” (pág. 78). Básicamente el alcance de un estudio depende de dos factores: el estado actual del conocimiento sobre el tema de investigación y el enfoque que se pretende dar al estudio. (Gómez, 2006)

El presente trabajo de investigación posee un alcance explicativo, ya que se dio a conocer cómo afecta la variable independiente en la variable dependiente del diseño experimental.

### **3.4 Paradigma investigativo**

El paradigma investigativo según Sáez (2017) indica que “según varios autores y fuentes, también se lo denomina paradigma empírico, analítico, positivista o racionalista” (pág. 25).

Se basan en hipótesis preestablecidas, miden variables y su aplicación debe sujetarse al diseño preconcebido; al desarrollarse, el investigador está centrado en la validez, el rigor y el control de la situación de investigación. Asimismo, el análisis estadístico resulta fundamental para lograr los objetivos de conocimiento. (Hernández, 2018)

El presente trabajo de investigación adquiere un paradigma positivista, ya que se identifica la variable dependiente e independiente, con el fin de formular una hipótesis del tipo empírica.

### **3.5 Enfoque de investigación**

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo, y en el uso de la estadística para extraer una serie de conclusiones respecto a la hipótesis. (Gómez, 2006)

El presente trabajo de investigación adquiere un enfoque cuantitativo; ya que se prueba la hipótesis del diseño factorial mediante el uso de estadística.

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

Según Bernal (2010), “el método científico se refiere al conjunto de procedimientos que, valiéndose de los instrumentos o técnicas necesarias, examina y soluciona problema o conjunto de problemas de investigación” (pág. 32).

Según Ñaupas (2014), define las técnicas de investigación como un conjunto de normas que regulan el proceso en cada etapa de la investigación, desde el principio hasta el fin, desde el descubrimiento del problema hasta la verificación e incorporación de la hipótesis, dentro de las teorías vigentes. También define los instrumentos de investigación como las herramientas conceptuales o materiales que sirven a las técnicas de investigación especialmente a las técnicas de recolección de datos.

### **3.7 Metodología experimental para la obtención de resultados**

La metodología para la obtención de resultados del presente trabajo de investigación fue el análisis organoléptico, físico, fisicoquímico y microbiológico de la cabeza de cerdo y del queso de cerdo.

#### **3.7.1 Caracterización de la cabeza de cerdo**

Para la caracterización de la cabeza de cerdo se realizó análisis organoléptico, físico, fisicoquímico y microbiológico.

##### **3.7.1.1 Análisis organoléptico de la cabeza de cerdo**

Con la finalidad de obtener una buena materia prima que dé lugar a un producto de calidad e inocuo se realizó el siguiente análisis organoléptico:

- ✓ Verificar el aspecto de la cabeza de cerdo
- ✓ Mediante el sentido del olfato determinar si existe un mal olor que indica que no ha sido bien conservada la cabeza de cerdo.

- ✓ Verificar el color de la cabeza de cerdo de igual manera para determinar su frescura

### 3.7.1.2 Análisis físico de la cabeza de cerdo

En la tabla 3.1, se muestra el análisis físico realizado a la cabeza, realizado en los laboratorios de la carrera de Ingeniería de Alimentos, perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.1**

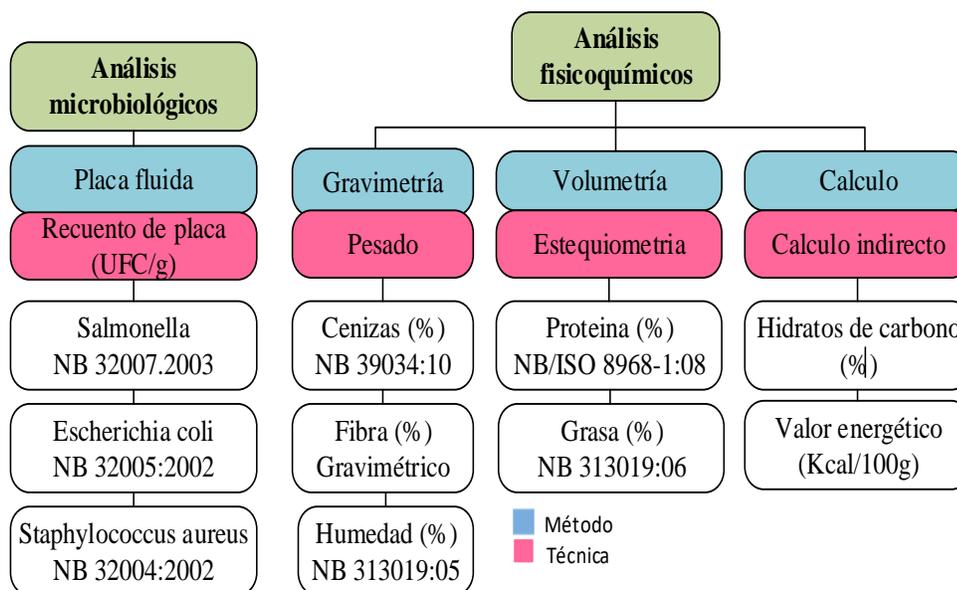
*Análisis físico de la cabeza de cerdo*

Características	Unidades
Peso	g
Porción comestible	%
Porción no comestible	%

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.1.3 Análisis fisicoquímico y microbiológico de la cabeza de cerdo

En la figura 3.1, se muestran los métodos, técnicas y la norma que se utilizó para determinar la composición fisicoquímica y microbiológica de la cabeza de cerdo. Los parámetros se los determino en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), y en los nuevos laboratorios de la carrera de Ingeniería de Alimentos, ambos pertenecientes a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.



**Figura 3.1.** Análisis fisicoquímico y microbiológico de la cabeza de cerdo

En la tabla 3.2, se muestra la técnica que se empleó en la determinación del pH y la acidez de la cabeza de cerdo.

**Tabla 3.2**

*Parámetros a determinar en la cabeza de cerdo*

Parámetros	Técnica	Unidad
pH	Potenciómetro	-
Acidez titulable	Volumetría	%

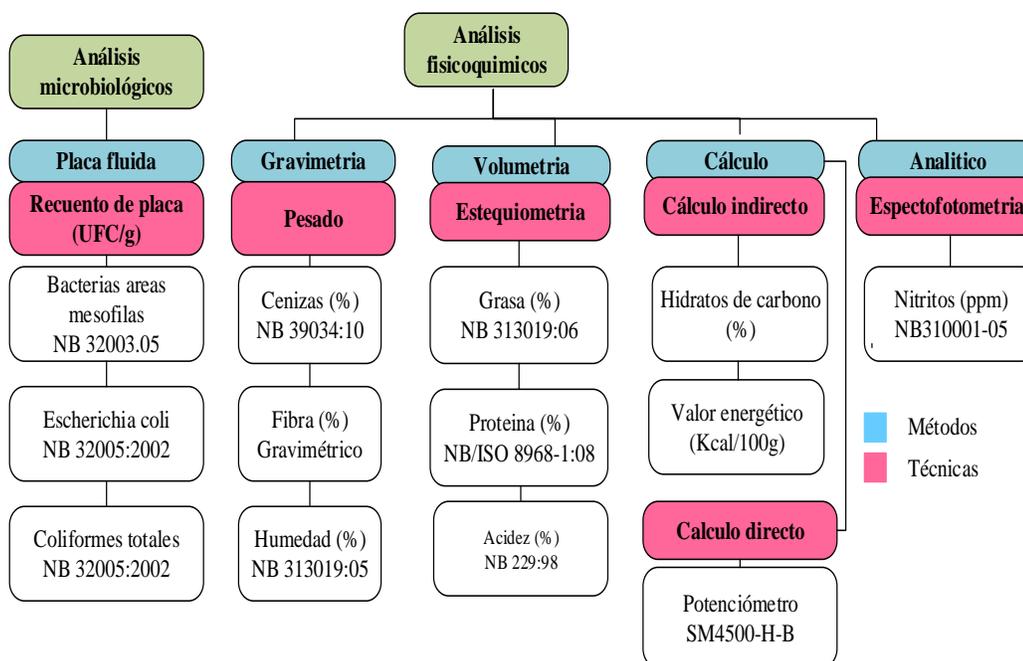
Fuente: CEANID, 2021

### 3.7.2 Caracterización del queso de cerdo

Para la caracterización del queso de cerdo se realizó el control de dos aspectos importantes como el análisis fisicoquímico y microbiológico.

#### 3.7.2.1 Análisis fisicoquímico y microbiológico del queso de cerdo

En la figura 3.2, se detallan los análisis que se realizó al queso de cerdo, los métodos, y técnicas, los parámetros fueron determinados en el Centro de análisis, Investigación y desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.



Fuente: CEANID, 2021

**Figura 3.2.** Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del queso de cerdo.

### 3.8 Equipos, instrumentos, utensilios y materiales

Los equipos, instrumentos de laboratorio, utensilios y materiales de laboratorio que se utilizó durante el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación se detallan a continuación:

#### 3.8.1 Equipos para la elaboración de queso de cerdo

En la tabla 3.3, se observa los equipos requeridos para el proceso de elaboración de queso de cerdo y sus respectivas características:

**Tabla 3.3**

*Equipos para la elaboración de queso de cerdo*

Equipos	Características
Cocina industrial	Marca: Dako
	Número de hornallas: 2 hornallas
	Consumo: 1500 Kcal
	Dimensión 127x304 mm
	Material:
Licuadora doméstica	Marca: Oster
	Capacidad: 2,5 lt
	Material: Vidrio
	Voltaje: 600 W
Robot de cocina	Marca: Bosch
	Potencia: 500 W
	Selector de velocidad: 4
	Cont. Máx. de taza de mezcla para mesa: 2 kg
Envasadora al vacío	Modelo: Polinox 2013
	Potencia: 0,75W
	Voltaje: 400 V
	Frecuencia: 50 Hz
	Amperios: 6 A
	Motor: 1500 – 12800 rpm
Refrigerador doméstico	Marca: Consul
	Consumo de energía aproximado: 19 KW/mes
	Potencia: 80W

Fuente: Elaboración propia

#### 3.8.2 Instrumentos de laboratorio

Los instrumentos de laboratorio que se utilizó para determinar algunos parámetros de interés que se planteó en el diseño experimental se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4

*Instrumentos de laboratorio*

Instrumentos de laboratorio		Características
Balanzas digitales	Balanza de mesa	Marca: Kern
		Campo de pesaje:
		Tiempo de estabilización:
	Balanza analítica	Marca:
		Máxima capacidad:
		Mínima capacidad:
		Tiempo de estabilización
		Consumo máximo de potencia:
Agitador magnético		Marca: DLAB
		Material de placa de trabajo: Cerámica de vidrio
		Poder: 1050 W
		Cantidad de agitación: 20 L
		Rango de velocidad: 100 – 1500 rpm
pH metro digital		Marca: Horiba
		Rango de pH: De – 2,00 a 19,9 pH
		Precisión: $\pm 0,003$ pH
		Puntos de calibración: 5
		Rango de temperatura: De – 30.0 °C a 130°C
Bureta digital		Modelo: (J.P. SELECTA, sa)
		Modelo: Digitrate- PRO 50
		Material: Vidrio de boro silicato
		Precisión: $\pm 0,2$ %
		División: 0,01 ml
		Rango: 0,01 – 50 ml
Estufa de laboratorio (Convección forzada)		Modelo: (J.P. SELECTA, sa)
		Temperaturas regulables desde temperatura de ambiente:
		Resolución: 1 °C, hasta 6 pasos de temperatura programables
		Poder: 1600 W
Desecador de vacío		Material: Vidrio de boro silicato 3,3 de alta resistencia.
		Capacidad: 4 litros

Fuente: Elaboración propia

### 3.8.3 Material de laboratorio

Los materiales de laboratorio que se utilizó durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, se detallan en la tabla 3.5:

Tabla 3.5

*Materiales de laboratorio*

Material	Cantidad	Capacidad	Calidad
Piseta	1	50 ml	Plástico
Termómetro de alcohol	1	-10 a +110°C	Vidrio
Varilla	1	-	Vidrio
Espátula	1	-	Metálico
Vasos de precipitación	4	-	Vidrio
Matraces aforados	3	-	Vidrio
Matraces Erlenmeyer	2	-	Vidrio
Pipeta	1	10 ml	Vidrio
Vidrios reloj	2	-	Vidrio
Embudo de	1	-	Vidrio
Crisoles de	6	-	Porcelana
Mortero de	1	-	Porcelana
Pinza de crisol	1	-	Metálico

Fuente: Elaboración propia

**3.8.4 Utensilios de cocina**

Los utensilios que se utilizó para la elaboración de queso de cerdo se detallan en la tabla 3.6:

Tabla 3.6

*Utensilios de cocina*

Utensilios	Cantidad	Capacidad	Calidad
Fuentes	3	Mediano	Acero inoxidable
Bandejas	2	Pequeña	Acero inoxidable
Cuchillos	2	Mediano	Acero inoxidable
Ollas	2	Mediano	Acero inoxidable
Repasadores	2	Mediano	Tela micro fibrosa
Paleta	1	Mediano	Madera
Cucharon	1	Medianas	Acero inoxidable
Tablero	1	Mediano	Madera
Colador	1	Mediano	Plástico

Fuente: Elaboración propia

**3.9 Reactivos químicos e insumos alimentarios**

Los reactivos químicos e insumos alimentarios que se utilizó para la elaboración de queso de cerdo se detallan a continuación

### 3.9.1 Reactivos químicos

Los reactivos que se utilizó para realizar la determinación de acidez en los tratamientos de queso de cerdo del diseño factorial  $2^3$  se detalla en tabla 3.7.

**Tabla 3.7**

#### *Reactivos químicos*

Reactivo	Concentración	Cantidad
Hidróxido de sodio	(0,1 N)	250ml
Fenolftaleína	1 %	100 ml
Alcohol etílico	70 %	500 ml
Agua desionizada	-	5000 ml

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.9.2 Insumos alimentarios

En la tabla 3.8, se detallan los insumos alimentarios que se empleó en la elaboración de queso de cerdo.

**Tabla 3.8**

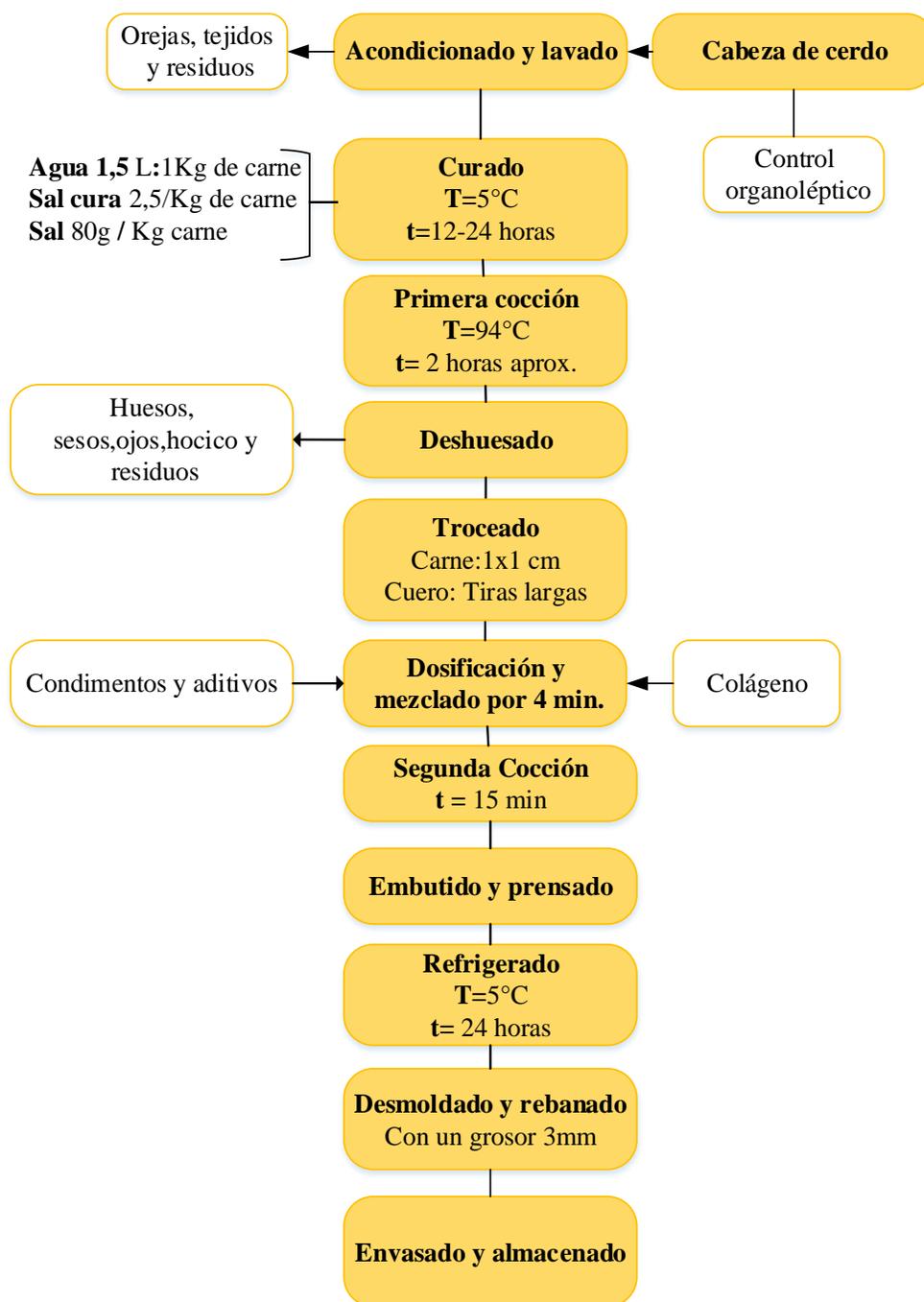
#### *Insumos alimentarios*

Aditivos alimentarios	Estado	Marca	Procedencia
Sal cura	Sólido	Esencial	Bolivia
Carragenina			
Polifosfato			
Condimentos			
Sal	Sólido	Copisal	Bolivia
Ajo	Sólido	Mdo.	Bolivia
Comino		Campesino	
Vinagre	Líquido	Favinco	Argentina
Pimienta	Sólido	Cocinero	Bolivia
Albahaca			

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.10 Diagrama del proceso de elaboración de queso de cerdo

En la figura 3.3, se muestra las etapas del proceso de elaboración de queso de cerdo.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.3.** Proceso de elaboración de queso de cerdo

### 3.10.1 Descripción del diagrama de bloques para elaboración de queso de cerdo

Las operaciones implicadas en la elaboración de queso de cerdo, se detallan a continuación:

### **Cabeza de cerdo**

Se adquirió la cabeza de cerdo, (figura 3.8,) del Mercado Campesino de Yacuiba, se realizó una evaluación organoléptica de olor, color y aspecto para garantizar la calidad del producto y luego se pesa.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 3.4.** Cabeza de cerdo

### **Acondicionamiento y lavado**

A la cabeza de cerdo se le quita las orejas y se la parte por la mitad para lavarlo bien con la ayuda de un cepillo, (figura 3.9). Los pelos de cerdo se los quitó con la ayuda de un rasurador manual.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 3.5.** Acondicionado y lavado

### **Curado**

Se prepara una salmuera a base de sal común al 10 %, sal cura al 0,025% y agua destilada fría 1.5 litros en relación al peso de la cabeza de cerdo, (figura 3.10). Con la ayuda de una aguja hipodérmica gruesa, inyectamos las cabezas con la solución salina

ya preparada, en la solución que sobre se deja sumergida la cabeza de cerdo macerando por 24 horas.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 3.6.** Curado

### **Primera cocción**

Una vez curada la cabeza de cerdo se pone a cocer en agua a temperatura de ebullición con hojas de laurel por un lapso de dos horas y media aproximadamente (figura 3.11), para facilitar la separación de los tejidos adheridos a los huesos.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 3.7.** Primera cocción

### **Deshuesado y troceado**

Una vez cocido la cabeza de cerdo, se empieza a separar los tejidos adheridos a los huesos, para proceder a cortar en cubitos de 1x1 cm aproximadamente (figura 3.12).

Se quitó los ojos, sesos y otros nervios a la cabeza de cerdo. A los cueros se quita la grasa excedente y se los trocea en tiras largas de 3 cm.

El caldo que se obtiene de la cocción de la cabeza de cerdo se cuela para su posterior uso.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 3.8.** Deshuesado y troceado

### Dosificación y mezclado

Se realiza la dosificación de acuerdo a la cantidad de materia prima, en base a lo anterior se pesa 14,25% de colágeno, 9,14% de cuero, 5,34% de vinagre, 10,97% de grasa, condimentos y aditivos. Se mezcla los cubitos de carne con el colágeno de la cabeza de cerdo, cuero, grasa y condimentos (figura 3.13).

El mezclado debe realizarse de tal manera que la masa cárnica sea homogénea, en otras palabras, que exista una buena difusión de todos los componentes.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 3.9.** Dosificación de materia prima en insumos

### Segunda cocción

La mezcla cárnica se lleva a cocción (figura 3.14); agregando vinagre hasta que este se evapore y se añade el aromatizante y los aditivos alimentarios casi al final con el fin de

dar estabilidad al producto terminado y se espera que enfríe un poco para continuar con la siguiente etapa.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 3.10.** Segunda  
cocción

### **Embutido y prensado**

La anterior mezcla se embute en una tripa sintética, (figura 3.15), y a continuación, se prensa para que este moldee al producto final y este compacta.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 3.11.** Embutido

### **Refrigerado**

El molde es refrigerado por un lapso de 12 a 24 horas para que tenga la consistencia característica del producto.

### **Desmoldado y rebanado**

Una vez refrigerado 24 horas se procede a desmoldar y rebanar el producto con un un grosor de 1.5 mm, (figura 3.16), y se envasa al vacío para una mayor conservación del producto, unas 5 a 6 rodajas en promedio por empaque de cuarto kilogramo.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 3.12.** Rebanado

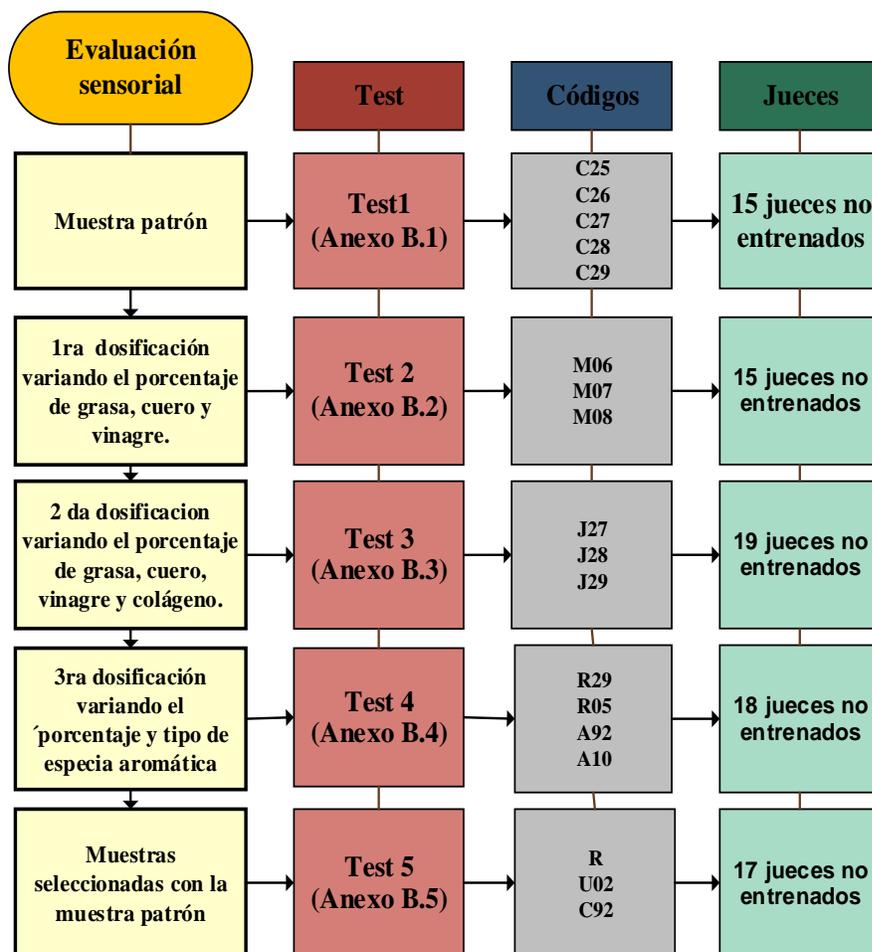
### **Almacenado**

El producto se debe almacenar bajo refrigeración a una temperatura recomendada de 5°C para posterior comercialización.

### **3.11 Evaluación sensorial**

El análisis sensorial no solo se destina a evaluar las características del producto por sí mismo, sino que también es muy útil para establecer la relación con productos similares que pudieran competir con él en el mercado. Así los resultados generados por un panel de expertos deben ser contrastados con los obtenidos en pruebas de aceptación y de preferencia de consumidor, realizadas con productos competidores. De esta forma, se podrá mantener el producto objeto de estudio en un puesto del mercado o se verificará una posible modificación en la aceptación del consumidor. (Ibáñez, 2001)

En la figura 3.17, se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas en el presente trabajo de investigación, para caracterizar las propiedades organolépticas del queso de cerdo.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.13.** Evaluaciones sensoriales de las muestras de queso de cerdo

### 3.12 Diseño experimental

El diseño experimental es una acepción particular de experimento, más armónica con un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (causas), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (efectos), dentro de una situación de control para el investigador. (Toro y Parra, 2006)

#### 3.12.1 Diseño factorial

Los diseños factoriales se usan ampliamente en experimentos que incluyen varios factores cuando es necesario estudiar el efecto conjunto de los factores sobre una respuesta. El más práctico de estos casos especiales es el de  $k$  factores cada uno solo

con dos niveles, de los cuales pueden ser cuantitativos. El diseño  $2^k$  es de particular utilidad en las etapas iniciales del trabajo experimental, cuando probablemente se estén investigando muchos factores. Este diseño proporciona el menor número de corridas con las que puede estudiarse  $k$  factores en un diseño factorial completo. Puesto que solo hay dos niveles para cada factor, se supone que la respuesta es aproximadamente lineal en el rango elegido para los niveles de factores. (Montgomery, 2004)

El diseño factorial a ser aplicado en la parte experimental del presente trabajo de investigación se muestra en la ecuación 3.1.

(Ecuación 3.1)

Donde:

$2$ = Número de niveles

$K$ = Número de variables (Factores)

Según Álvarez et al. (2018) menciona que, debido al objetivo de la investigación se pueden plantear las siguientes hipótesis teniendo en cuenta el modelo de regresión, así, la ecuación 3.2 presenta la variable respuesta expresada en término de los efectos de los factores y sus interacciones.

(Ecuación 3.2)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{23} X_{23} + \beta_{23} X_{23} + \beta_{123} X_{123}$$

**Donde:**

$Y$  representa la variable respuesta.

$\beta_0$  es el promedio de las observaciones.

$\beta_1$  es la mitad del efecto del factor A.

$\beta_2$  es la mitad del efecto del factor B.

$\beta_3$  es la mitad del efecto del factor C.

$\beta_{12}$  es la mitad del efecto de interacción entre los factores A y B sobre la variable respuesta.

$\beta_{13}$  es la mitad del efecto de interacción entre los factores A y C sobre la variable respuesta.

$\beta_{23}$  es la mitad del efecto de interacción entre los factores B y C sobre la variable respuesta.

$B_{123}$  es la mitad del efecto de interacción entre los factores ABC sobre la variable respuesta.

### 3.12.2 Diseño factorial en la etapa de dosificación para queso de cerdo

El diseño factorial que se tomó en cuenta en la etapa de dosificación para elaborar queso de cerdo, fue de acuerdo a la (ecuación 3.1), cuyo diseño factorial corresponde a:

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

Donde los niveles de variación de cada factor son los siguientes:

- Porcentaje de Colágeno (%)                      **(A)** = 2 niveles
- Porcentaje de Cuero (%)                              **(B)** = 2 niveles
- Porcentaje de Vinagre (%)                              **(C)** = 2 niveles

En la tabla 3.9, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel alto y nivel bajo), a ser aplicado en la etapa de dosificación.

**Tabla 3.9**

*Niveles de variación de los factores en la etapa de dosificación*

Factores	Nivel alto	Nivel bajo	Unidades
<b>Cantidad de colágeno (A)</b>	14,25	10,20	%
<b>Cantidad de cuero (B)</b>	9,14	17	%
<b>Cantidad de vinagre (C)</b>	3,66	5,34	%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.10, se muestra la matriz del diseño factorial a ser aplicado en la elaboración del queso de cerdo, constituido por tres variables: porcentaje de colágeno (A), cuero (B) y vinagre (C).

Tabla 3.10

*Matriz de variables para la etapa de dosificación*

Combinación de tratamientos	Variables			Interacciones				Yi		
	Colágeno A	Cuero B	Vinagre C	AB	AC	BC	ABC	Y <sub>i1</sub>	Y <sub>i2</sub>	Y <sub>i3</sub>
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
a	+	-	-	-	-	+	+	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>
B	-	+	-	-	+	-	+	Y <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
Ab	+	+	-	+	-	-	-	Y <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>
C	-	-	+	+	-	-	+	Y <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>
Ac	+	-	+	-	+	-	-	Y <sub>6</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>6</sub>
Bc	-	+	+	-	-	+	-	Y <sub>7</sub>	Y <sub>7</sub>	Y <sub>7</sub>
Abc	+	+	+	+	+	+	+	Y <sub>8</sub>	Y <sub>8</sub>	Y <sub>8</sub>

Fuente: Elaboración propia

**Dónde:**

Y<sub>i1</sub> = Variable respuesta de contenido de humedad en queso de cerdo

Y<sub>i2</sub> = Variable respuesta de valor de pH en queso de cerdo

Y<sub>i3</sub> = Variable respuesta de porcentaje de acidez (ácido láctico) en queso de cerdo

**3.13 Operacionalización de variables**

En la tabla 3.11, se muestra la operación de las variables en la elaboración de queso de cerdo.

Tabla 3.11

## Operacionalización de las variables en la elaboración de queso de cerdo

Hipótesis	VARIABLES	Conceptualización	Parámetros	Indicadores	Escala
Aplicando un adecuado proceso de conservación de carnes es posible elaborar queso de cerdo a nivel experimental y obtener un producto de calidad para la provincia de Gran Chaco.	<b>Variable dependiente:</b> Queso de cerdo	Es un áspic de carne hecho a partir de la cabeza de cerdo curadas picadas en trozos pequeños y con adición de sal y especias, cocido y prensado. (Amerling,2005)	Físico	Porción comestible y porción no comestible	%
			Fisicoquímico	Análisis proximales	%
				Valor energético	Kcal/100g
				pH	-
				Acidez (Ac. láctico)	%
			Microbiológico	Nitritos	ppm
				Escherichia coli,	UFC/g
	Bacterias aéreas mesófilas				
	Organoléptico	Staphylococcus aureus	Prueba hedónica		
		Color, textura, sabor, olor y acidez	Prueba discriminativa.		
	<b>Variable independiente:</b> Proceso de cocción	Proceso que consiste en someter al producto a calor mediante agua caliente hasta su cocimiento. (Gramajo, 2017)	Control de acidez	(Ácido láctico)	%
			Control de pH	-	-
			Control de humedad	Contenido de humedad	%
			Control de temperatura de cocción	Temperatura	80 °C
Control de tiempo de cocción			Tiempo	15 min	

Fuente: Elaboración propia

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIONES**

## 4.1 Caracterización de la cabeza de cerdo

Las características de la cabeza de cerdo, se especifican mediante las propiedades organolépticas, físicas, fisicoquímicas y microbiológicas.

### 4.1.1 Propiedades organolépticas de la cabeza de cerdo

En la tabla 4.1, se muestra las características organolépticas que presentó la cabeza de cerdo

**Tabla 4.1**

*Propiedades organolépticas de la cabeza de cerdo*

Atributo	Características
Color	Característico del cerdo, manteniendo su frescura.
Olor	Característico del producto fresco, libre de olores extraños.
Textura	Tersa, sin pegajosidad al tacto. Sin glándulas, tumores, hematomas ni huesos fracturados. Sin degeneración grasa. Libre de suciedad o elementos extraños

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo A se muestra las características organolépticas que debe presentar la cabeza de cerdo.

### 4.1.2 Propiedades físicas de la cabeza de cerdo

Para conocer las propiedades físicas de la cabeza de cerdo, se empleó diez muestras para obtener los datos del peso promedio, la porción comestible (PC) y la porción no comestible (PNC). Mencionar que los resultados obtenidos son en base a las cabezas de cerdo cocidas. En la tabla 4.2 se muestran los resultados.

Tabla 4.2

*Análisis físicos de la cabeza de cerdo*

Muestra	Peso (g)	Porción comestible (%)	Porción no comestible (%)
1	838,00	49,27	50,73
2	1516,84	43,08	56,92
3	2221,70	44,74	55,26
4	2283,60	47,81	52,19
5	2684,00	43,90	56,10
6	3075,00	42,55	57,45
7	3793,40	42,00	58,00
8	1981,00	45,27	54,73
9	3374,40	47,14	52,86
10	2398,60	42,86	57,14
$\Sigma$	24166,54	448,62	551,38
<b>X</b>	2416,65	44,86	55,14

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.2, se observa el promedio de los resultados para la cabeza de cerdo cocida que presenta: peso 2416,654 g; porción comestible 44,862%; porción no comestible 55,138%.

#### 4.1.3 Análisis fisicoquímico del cabeza cerdo

En la tabla 4.3, se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la cabeza de cerdo, datos extraídos del Anexo B.1

Tabla 4.3

*Análisis fisicoquímico de la cabeza de cerdo*

Parámetros	Unidad	Resultado
Ceniza	%	0,86
Fibra	%	n.d
Grasa total	%	19,78
Hidratos de Carbono	%	0,46
Humedad	%	61,10
Proteína total (Nx6,25)	%	17,80
Valor energético	Kcal/100g	271,06

Fuente: CEANID, 2021

Como se puede observar en la tabla 4.3, la cabeza de cerdo contiene: ceniza 0,86 %; fibra n.d; grasa total 19,78 %; hidratos de carbono 0,46 %; humedad 61,1%; proteína total 17,8 % y valor energético 271,06 Kcal/100 g.

#### 4.1.4 Análisis microbiológico de la cabeza de cerdo

En la tabla 4.4, se muestra los resultados obtenidos de las características microbiológicas de la cabeza de cerdo, como se detallan en el Anexo B.1

**Tabla 4.4**

##### *Análisis microbiológicos de la cabeza de cerdo*

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

(\*) No se observa desarrollo de colonias

Fuente: CEANID, 2021

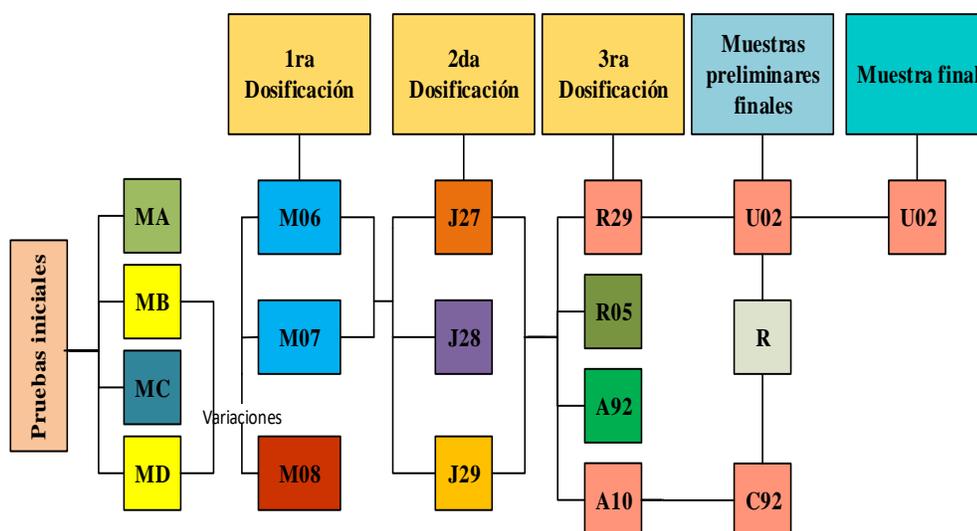
En la tabla 4.4, se puede observar que la carne de cabeza de cerdo presenta un resultado de: Staphylococcus aureus  $< 1,0 \times 10^1$  UFC/g, Echerichia coli  $< 1,0 \times 10^1$  UFC/g y ausencia de Salmonella en 25g de muestra, los tres parámetros están dentro de lo permitido según la Norma Boliviana 310017.

#### 4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de queso de cerdo

Para la caracterización de las variables del proceso de elaboración de queso de cerdo, se tomaron en cuenta las pruebas preliminares de elaboración de queso de cerdo.

##### 4.2.1 Pruebas preliminares para la elaboración de queso de cerdo

En la figura 4.1, se observan todas las muestras codificadas que se realizaron durante la parte experimental, primero se realizó pruebas iniciales codificadas como MA, MB, MC y MD; luego se procedió a realizar tres pruebas preliminares, variando la dosificación las cuales son M06, M07 y M08 en la primera dosificación; en la segunda dosificación J27, J28 y J29; y finalmente en la tercera dosificación las muestras R29, R05, A92 y A10; de todas las muestras anteriores se obtiene las muestras finales R29 y A10 recodificadas en U02 y C92 respectivamente, con el fin de tomar en cuenta con la muestra referencia R, y así obtener la muestra final de queso de cerdo codificada como U02.

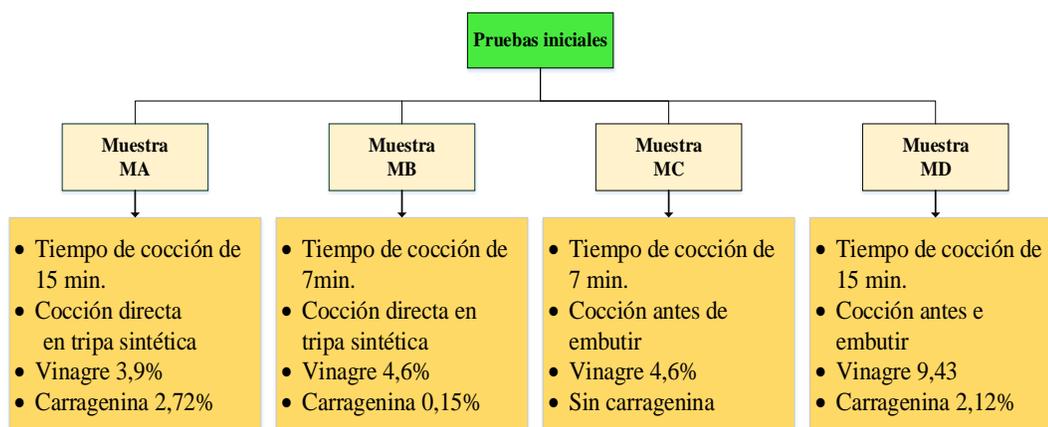


Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.1.** Pruebas preliminares para la elaboración de queso de cerdo

#### 4.2.1.1 Pruebas iniciales para la elaboración de queso de cerdo

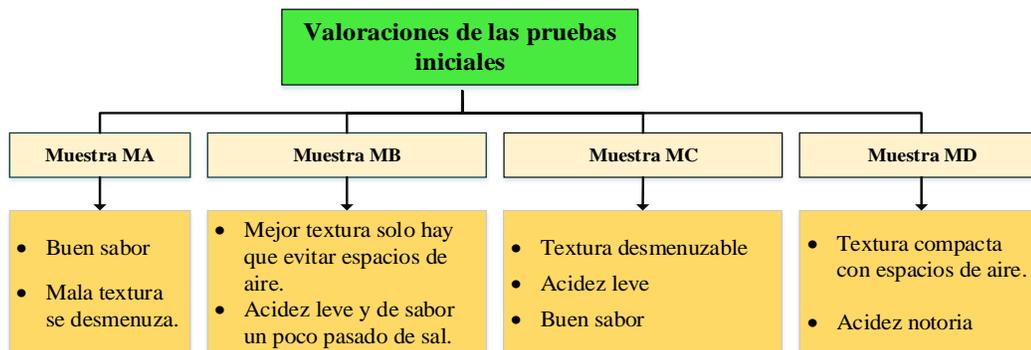
En la figura 4.2, se observa las cuatro muestras de queso de cerdo que se realizó como pruebas iniciales tomando en cuenta el método y tiempo de cocción de la mezcla cárnica como también la variación de la cantidad de carragenina y vinagre a ser adicionado en la elaboración de queso de cerdo.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.2.** Pruebas iniciales para queso de cerdo

Por motivos de la pandemia de Covid-19, las cuatro muestras fueron evaluados de manera subjetiva por el personal del Laboratorio de Taller de Alimentos y la valoración se muestra en la figura 4.3.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.3.** Valoración de las pruebas iniciales para la elaboración de queso de cerdo

En la figura 4.3, se puede observar que la muestra MB y MD son las que presentan mejor textura en comparación con las muestras MA y MC, la MB presento una acidez leve, por lo que las muestras MB y MD son tomadas en cuenta para realizar las posteriores muestras preliminares.

#### 4.2.1.2 Pruebas preliminares de la primera dosificación

A nivel experimental, se realizó la primera dosificación, para la elaboración de queso de cerdo donde se procedió a variar los porcentajes de grasa, cuero y vinagre, con la finalidad de establecer el porcentaje máximo y mínimo de cada componente de materia prima que podría ser agregado en la elaboración del producto y en la tabla 4.5, se detallan las variaciones de la dosificación

**Tabla 4.5**

#### *Variaciones en la primera dosificación*

Componente	Muestras		
	M06	M07	M08
<b>Grasa (%)</b>	18,94	10,36	2,48
<b>Cuero (%)</b>	11,29	2,60	16,99
<b>Vinagre (%)</b>	3,23	6,90	1,70

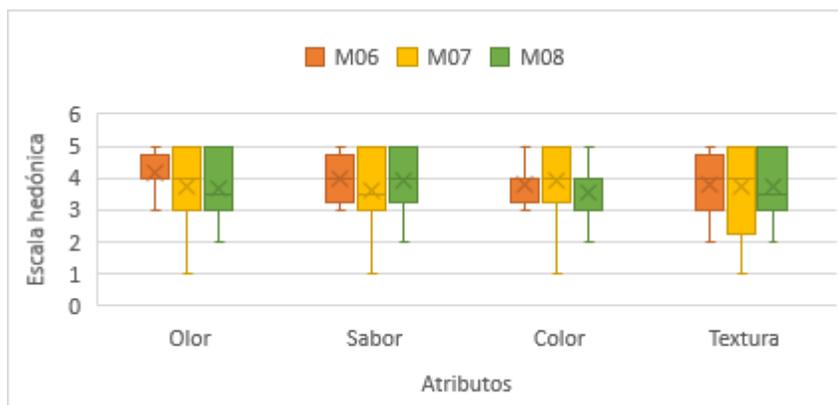
Fuente: Elaboración propia

Mencionar que para el test de evaluación sensorial Anexo C.2, se presentaron cuatro muestras M06, M07, M08 y M09, pero por motivo de que la muestra M09 contenía romero en polvo y no así para las muestras M06, M07 y M08, por lo que no se tomó en cuenta la muestra M09 y los resultados, se obtuvieron en base a tres muestras.

Las tres muestras de queso de cerdo, se sometieron a una evaluación sensorial compuesta por 16 jueces no entrenados, que calificaron los atributos sabor, color, aroma y textura.

#### 4.2.1.2.1 Estadístico caja y bigote para las muestras de la primera dosificación

La figura 4.4, muestra los resultados de la caja y bigote para cada atributo, extraído de datos de tabla D.3.1; tabla D.3.3; tabla D. 3.5 y tabla D.3.7 las cuales se encuentran en el Anexo D.3, donde se expresa en escala hedónica de cinco puntos, para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.4.** Caja y bigote para las muestras en la primera dosificación de queso de cerdo

Como se puede observar en la figura 4.4, la muestra de mayor preferencia por los jueces es M06; ya que realizado el análisis de caja y bigote presenta una mediana de 4 para los atributos olor, sabor y textura en comparación con muestras M07 y M08. Sin embargo, para el atributo color la muestra M07 tiene una mayor mediana de 4; por lo tanto, indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una puntuación mayor a 4 en una escala de 5 puntos, lo que significa que es la muestra de mayor aceptación por los jueces para este atributo y esto se debe a que la muestra M07 presentó un color rosa bajito notorio característico de los embutidos. La muestra M07 se curó por inyección y la muestra M06 y M08, se realizó el curado por inmersión es por eso la diferencia de color entre las muestras. Por lo que se tomó las muestras M06 y M07 como las de mayor preferencia.

### 4.2.1.3 Pruebas preliminares de la segunda dosificación

En la tabla 4.6 se detalla las variaciones que se realizó en la segunda dosificación, donde se realizó otra variación de los porcentajes de cuero, grasa, vinagre y aquí se tomó en cuenta también el porcentaje de colágeno de cabeza a ser adicionado para la elaboración del queso de cerdo, este último componente coadyuva en la textura característica del producto.

**Tabla 4.6**

#### *Variaciones en la segunda dosificación*

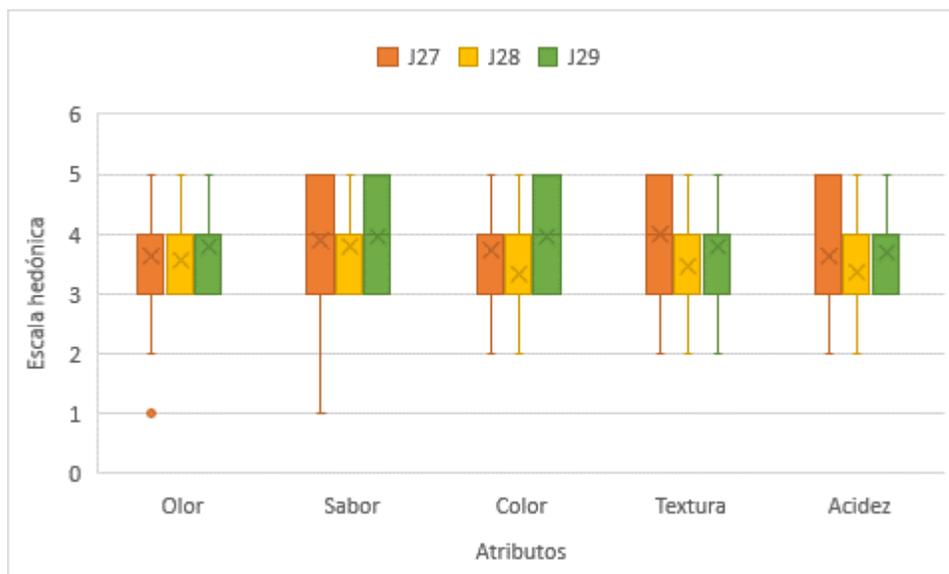
Componente	Muestras		
	J27	J28	J29
<b>Grasa (%)</b>	25,33	15,63	10,97
<b>Cuero (%)</b>	12,67	23,44	9,14
<b>Colágeno de cabeza</b>	11,26	9,38	18,28
<b>Vinagre (%)</b>	4,93	1,56	3,66

Fuente: Elaboración propia

Las tres muestras de queso de cerdo, se sometieron a una evaluación sensorial compuesta por 19 jueces no entrenados que calificaron los atributos sabor, color, olor, textura y acidez.

#### 4.2.1.3.1 Estadístico caja y bigote para las muestras de la segunda dosificación

La figura 4.5, muestra el resultado de la caja y bigote para cada atributo, expresada en escala hedónica de cinco puntos, para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ , extraída de datos de tabla D.4.1; tabla D.4.3; tabla D.4.5; tabla D.4.7 y tabla D.4.9 las cuales se encuentran en el Anexo D.4.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.5.** Caja y bigote para las muestras en la segunda dosificación de queso de cerdo.

Como se observa en la figura 4.5, de acuerdo al análisis realizado en la segunda formulación, variando el porcentaje de grasa, cuero, colágeno de cabeza de cerdo y vinagre, se estableció de manera experimental que la muestra de mayor preferencia por los jueces es J29, ya que tiene una mediana de 4 para los atributos olor, sabor, color y acidez, pero en el atributo textura la de mayor preferencia es la J27 ya que tiene mediana de 4 por lo tanto, indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una puntuación mayor a 4 en una escala de 5 puntos.

#### 4.2.1.4 Pruebas preliminares en la tercera dosificación

Las muestras R29, R05, A10 y A92 se elaboraron en base a la muestra J27 (grasa 25,33%, cuero 12,67%, colágeno de cabeza de cerdo 11,26% y vinagre 4,93%) y la muestra J29 (grasa 10,97%, cuero 9,14%, colágeno 18,28% y vinagre 3,66%).

En la tercera dosificación se procedió a realizar variaciones de los porcentajes de vinagre, hierba aromática y el tipo de hierba aromática, como se detalla en la tabla 4.7.

Tabla 4.7

*Variaciones en la tercera dosificación*

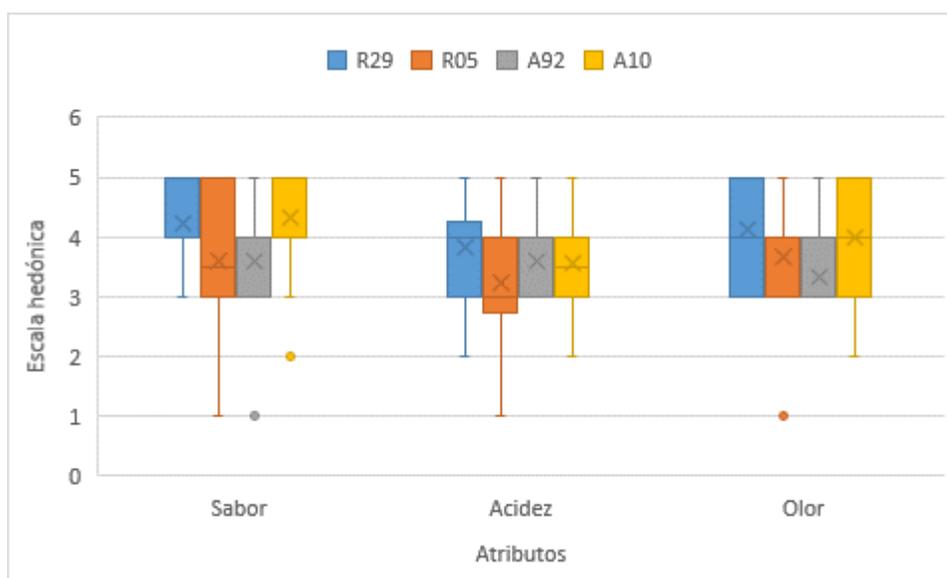
Componentes	Muestras			
	R29	R05	A10	A92
Tipo de hierba aromática	Romero	Romero	Albahaca	Albahaca
Porcentaje de hierba aromática (%)	0,50	1,00	0,50	1,00
Porcentaje de vinagre (%)	6,18	5,35	6,18	5,35

Fuente: Elaboración propia

Las cuatro muestras de queso de cerdo aromatizadas, fueron sometidas a una evaluación sensorial, compuesta por 18 jueces no entrenados que calificaron los atributos sabor, olor, y acidez.

#### 4.2.1.4.1 Estadístico caja y bigote para las muestras de la tercera dosificación

La figura 4.6, muestra el resultado de la caja y bigote para cada atributo, expresada en escala hedónica de cinco puntos, para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ , extraída de datos de tabla D.5.1; tabla D.5.4; tabla D.5.6 (Anexo D.5).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.6.** Caja y bigote para las muestras para la tercera dosificación de queso de cerdo

Como se observa en la figura 4.6, de acuerdo al análisis realizado del tipo, porcentaje de hierba aromática y porcentaje de vinagre en la tercera dosificación, se estableció experimentalmente que las muestras de mayor preferencia por los jueces es la A10 donde el análisis de caja y bigote para esta muestra tiene mediana de 5 para el atributo sabor y la muestra R29 donde el análisis de caja y bigote para esta muestra tiene una mediana de 4 en los atributos acidez y aroma en comparación con las demás muestras. Por lo que se determinan a la muestra A10 y R29 como las más aceptadas por los jueces.

#### 4.2.1.4.2 Estadístico de Tukey en las muestras preliminares de la tercera dosificación para el atributo sabor

Según los resultados obtenidos de la tabla D.5.2 (Anexo D.5), del análisis de varianza para el atributo sabor, donde el valor de  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $3,952 > 2,787$ ), por lo cual si existe diferencia significativa entre las muestras para  $p < 0,05$ ; entonces se rechaza la hipótesis planteada, es decir que los jueces si percibieron diferencias significativas entre las cuatro muestras evaluadas para el atributo sabor.

En la tabla 4.8, se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey para el atributo sabor extraídos de la tabla D.5.3 (Anexo D.5)

**Tabla 4.8**

#### *Prueba de Tukey para el atributo sabor*

TRATAMIENTOS	DIFERENCIA	DMS	SIGNIFICANCIA
A10-R29	0,11	0,19	No hay significancia
A10-R05	0,72	0,19	Si hay significancia
A10-A92	0,72	0,19	Si hay significancia
R29-R05	0,61	0,19	Si hay significancia
R29-A92	0,61	0,19	Si hay significancia
R05-A92	0,00	0,19	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

Entre los tratamientos A10-R05; A10-A92; R29-R05; R29-A92 si existe diferencia estadística para un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$ .

#### 4.2.1.4.3 Estadístico de Tukey en las muestras preliminares de la tercera dosificación para el atributo olor

Según los resultados obtenidos de la tabla D.5.7 (Anexo D.5), del análisis de varianza para el atributo olor, donde el valor de  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $3,505 > 2,787$ ); por lo cual si existe diferencia significativa entre las muestras para  $\alpha=0,05$ ; entonces se rechaza la hipótesis planteada, es decir que los jueces si percibieron diferencias significativas entre las cuatro muestras evaluadas para el atributo olor por lo que se realiza la prueba de Tukey.

En la tabla 4.9, se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey para el atributo olor extraídos de la tabla D.5.8 (Anexo D.5).

**Tabla 4.9**

*Estadístico de Tukey para el atributo aroma en las muestras preliminares*

TRATAMIENTOS	DIFERENCIA	DMS	SIGNIFICANCIA
<b>R29-A10</b>	0,11	0,19	No hay significancia
<b>R29-R05</b>	0,44	0,19	Si hay significancia
<b>R29-A92</b>	0,78	0,19	Si hay significancia
<b>A10-R05</b>	0,33	0,19	Si hay significancia
<b>A10-A92</b>	0,67	0,19	Si hay significancia
<b>R05-A92</b>	0,33	0,19	No hay significancia

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.9, se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos R29-R05, R29-R05, (R29-A92), (A10-A92). Sin embargo, para los tratamientos R29-A10 y R05-A92 no existe diferencia significativa para un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$ .

#### 4.3 Elección de la muestra patrón de queso de cerdo

Al existir en el mercado local de Tarija este producto queso de cerdo, se tomó en cuenta los quesos de cerdo que se elaboran en las distintas empresas de embutidos. Para la elección de la muestra patrón se adquirió cinco muestras al azar, en particular del Mercado Campesino, Mercado Central, Avenida Gamoneda, Avenida Belgrano y tienda de embutidos Conzelman, para realizar la evaluación sensorial con la finalidad de establecer una muestra patrón en los atributos sabor, color, olor y textura (Anexo C.1).

### 4.3.1 Evaluación sensorial para la selección de la muestra patrón

En la tabla 4.10, se detallan las muestras que se utilizaron para la evaluación sensorial compuesta por 15 jueces no entrenados que calificaron los atributos olor, sabor, color y textura en escala de cinco puntos para la elección de la muestra patrón.

**Tabla 4.10**

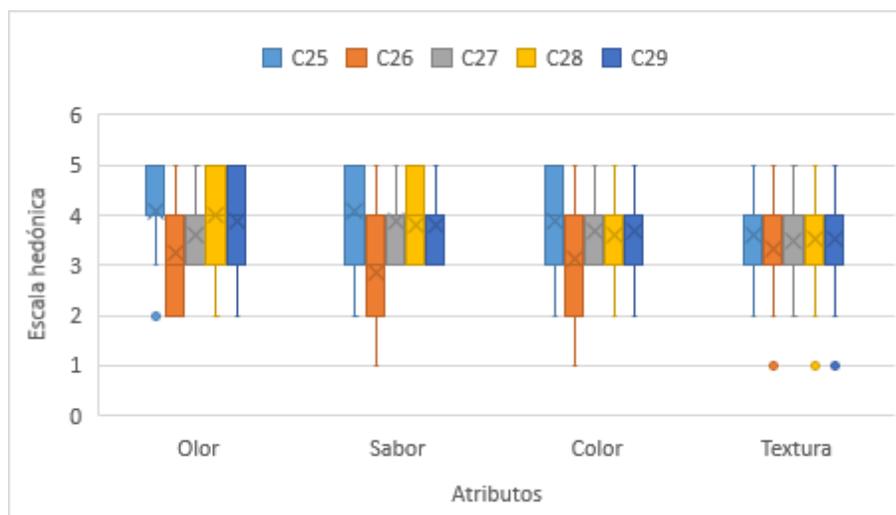
#### *Muestras de queso de cerdo para la elección de la muestra patrón*

Muestras				
C25	C26	C27	C28	C29
Torito	Piamontesa	Conzelman	Medalla	Sofía

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.2 Estadístico caja y bigote para la muestra patrón

La figura 4.7 muestra el resultado de la caja bigote de la evaluación sensorial para la selección de la muestra patrón de queso de cerdo, expresada en escala hedónica de cinco puntos de acuerdo a los resultados de la tabla D.2.1; tabla D.2.3; tabla D.2.6 y tabla D.2.8 (Anexo D.2).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.7.** Caja y Bigote para la elección de muestra patrón.

En la figura 4.7, se observa que en base al análisis realizado de los datos de la evaluación sensorial para la elección de la muestra patrón, se estableció que la muestra de mayor aceptación C25 (Torito), ya que realizado el análisis de caja y bigote la muestra C25

tiene mediana de 4 para los atributos olor, sabor, color y textura, por lo tanto, indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una puntuación mayor a 4 puntos.

Asimismo, realizando el análisis de varianza para los atributos color, olor, sabor y textura si existe diferencia significativa para el atributo sabor y no así para los demás atributos que son color, olor y textura, para una  $\alpha=0,05$ .

#### 4.3.2.1 Estadístico de Tukey para el atributo sabor en la elección de la muestra patrón

Según los resultados obtenidos de la tabla D.2.4 (Anexo D.2), del análisis de varianza para el atributo sabor, donde el valor de  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $3,79 > 2,538$ ); por lo cual si existe diferencia significativa entre las muestras para  $p < 0,05$ ; entonces se rechaza la hipótesis planteada, es decir que los jueces si percibieron diferencias significativas entre las cinco muestras evaluadas para el atributo sabor.

En la tabla 4.11, se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey para el atributo sabor extraído de la tabla D.2.5 (Anexo D.2).

**Tabla 4.11**

#### *Prueba de Tukey para el atributo sabor en la elección de la muestra patrón*

TRATAMIENTOS	DIFERENCIA	DMS	SIGNIFICANCIA
C25-C28	0,20	0,92	No hay significancia
C25-C27	0,33	0,92	No hay significancia
C25-C29	0,40	0,92	No hay significancia
C25-C26	1,20	0,92	Si hay significancia
C28-C27	0,13	0,92	No hay significancia
C28-C29	0,20	0,92	No hay significancia
C28-C26	1,00	0,92	Si hay significancia
C27-C29	0,07	0,92	No hay significancia
C27-C26	0,87	0,92	No hay significancia
C29-C26	0,80	0,92	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

Entre las muestras C25-C26 si hay diferencia significativa, es decir, si existe diferencia significativa entre las marcas Torito y Piamontesa. También entre las muestras C28-C26 si hay diferencia significativa, es decir existe diferencia significativa entre las marcas Medalla y Piamontesa para el atributo sabor.

La muestra patrón seleccionada por los jueces es el queso de cerdo de la marca Torito codificada como C25.

#### 4.4 Diseño experimental en el proceso de dosificación para las muestras de queso de cerdo

El diseño experimental, se realizó en función a los niveles de variación durante el proceso de dosificación según indica la tabla 3.4, del capítulo tres para el diseño factorial  $2^3$ , donde los factores que se tomaron en cuenta son: porcentaje de cuero, porcentaje de colágeno y porcentaje de vinagre, como variables respuestas se tomó en cuenta el contenido de humedad, pH, y acidez (ácido láctico).

##### 4.4.1 Diseño factorial $2^3$ para la variable respuesta de contenido de humedad

En la tabla 4.12, se observan las variables controladas durante la etapa de dosificación, y los resultados de la variable respuesta (contenido de humedad) de los 8 tratamientos más su réplica, que se obtuvieron siguiendo la técnica de determinación de humedad en carnes la cual que se detalla en el Anexo E.1.

**Tabla 4.12**

*Matriz de variación del contenido de humedad*

Combinación de tratamientos	Variables			Réplica I	Réplica II	Total (Y <sub>i</sub> )
	Colágeno (A)	Cuero (B)	Vinagre (C)			
(1)	10,20	9,14	3,66	41,06	60,00	101,10
a	14,25	9,14	3,66	42,36	53,00	95,40
b	10,20	17	3,66	50,00	63,23	113,20
ab	14,25	17	3,66	55,00	56,00	111,00
c	10,20	9,14	5,34	46,41	50,75	97,20
ac	14,25	9,14	5,34	48,60	56,37	105,00
bc	10,20	17	5,34	58,50	62,43	120,90
abc	14,25	17	5,34	49,06	53,00	102,10

Fuente: Elaboración propia

##### 4.4.1.1 Análisis de varianza para la variable respuesta contenido de humedad

En la tabla 4.13, se muestra los resultados del análisis de varianza del diseño  $2^3$  aplicado en la etapa de dosificación. El análisis estadístico, se realizó en el programa Statgraphics (Centurion XVII) para Windows, los resultados obtenidos se detallan en el (Anexo F.1).

Tabla 4.13

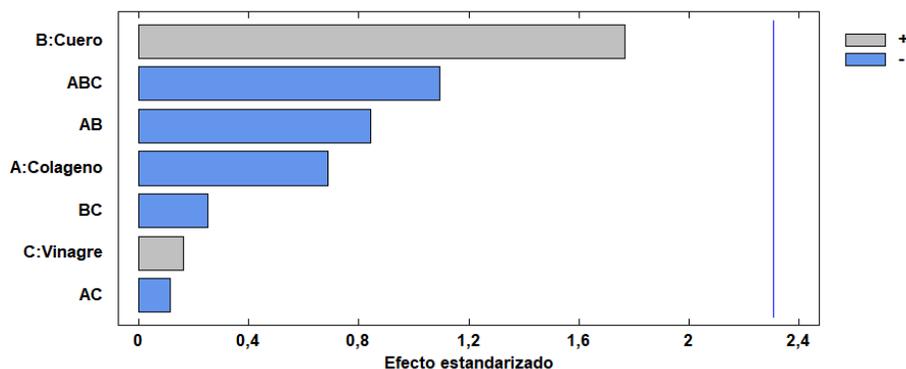
*Anova en función de la variable respuesta contenido de humedad*

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>A: Colágeno</b>	22,5388	1	22,5388	0,48	0,5099
<b>B: Cuero</b>	148,048	1	148,048	3,12	0,1151
<b>C: Vinagre</b>	1,24881	1	1,24881	0,03	0,8751
<b>AB</b>	33,669	1	33,669	0,71	0,4237
<b>AC</b>	0,612306	1	0,612306	0,01	0,9123
<b>BC</b>	3,01891	1	3,01891	0,06	0,8071
<b>ABC</b>	56,8139	1	56,8139	1,20	0,3054
<b>Error total</b>	379,072	8	47,3839	-	-
<b>Total</b>	645,021	15	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.13, se puede observar que para ninguno de los efectos el valor- $p < 0,05$ , indicando que no existe diferencia significativa estadística para un nivel de confianza del 95%, por tanto, se acepta la hipótesis planteada.

En la figura 4.8, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con la línea vertical de referencia con valor de 2,306, y por lo tanto las barreras gráficas que exceden la línea de referencia indica que son significativos para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .

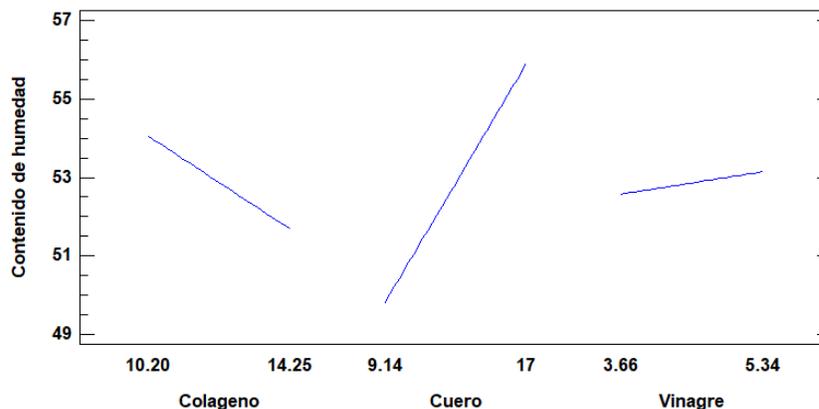


Fuente: Programa Statgraphics

**Figura 4.8.** Diagrama de Pareto para el contenido de humedad

En la figura 4.8, se observa los valores absolutos de los efectos estandarizados en forma decreciente, donde el factor: cuero (B) es el que se acerca más a la línea de referencia de modo que si afectan al contenido de humedad, pero no de manera significativa para los niveles de variación de cuero (9,14-17%) tomados en cuenta en el diseño  $2^3$  para el proceso de dosificación, con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .

En la figura 4.9, se muestra los efectos principales para los factores A (Colágeno), B (Cuero) y C (Vinagre) con relación a la variable respuesta contenido de humedad.

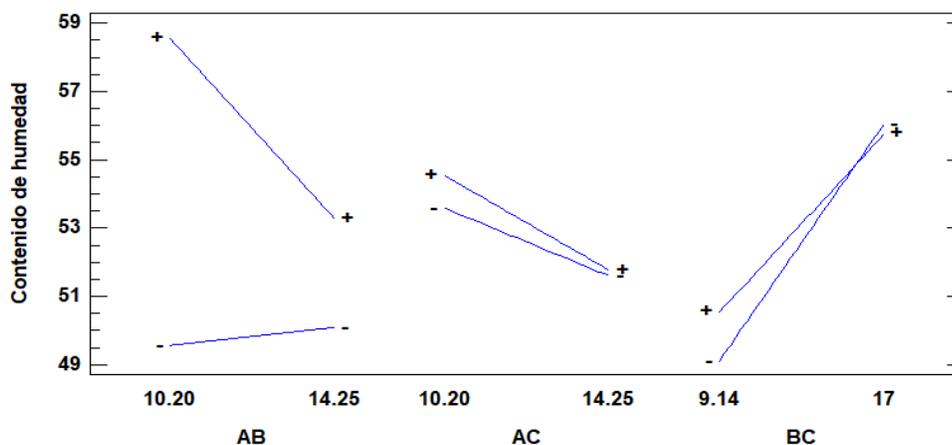


Fuente: Programa Statgraphics

**Figura 4.9.** Efectos principales para contenido de humedad

Según la figura 4.9, se observa que el factor B (cuero) tiene una pendiente pronunciada, lo que quiere decir que incide significativamente en la variable de contenido de humedad entre un rango de (49,50 - 55,50) %, para un nivel alto del factor B, en comparación con el colágeno y vinagre que no inciden significativamente en el contenido de humedad en sus niveles alto y bajo.

En la figura 4.10 se muestra la interacción para los factores AB (colágeno-cuero), AC (colágeno-vinagre), BC (cuero-vinagre), en función a la variable respuesta contenido de humedad (%).



Fuente: Programa Statgraphics

**Figura 4.10.** Interacciones para el contenido de humedad

Según la figura 4.10, se observa que en la interacción BC es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí; pero, cuando el factor C (vinagre) se encuentra a nivel bajo (9,14 %) no influye en el contenido de humedad; mientras que para el nivel alto (17%) el contenido de humedad aumenta. Asimismo, en la interacción AC se observa que cuando el factor C se encuentra en un nivel alto (14,25 %) no influye en el contenido de humedad, pero cuando el factor C se encuentra en un nivel bajo (10,20%) se ve afectado el porcentaje de contenido de humedad. Finalmente, en la interacción AB se observa que el contenido de humedad se ve afectada cuando el factor B se encuentra en un nivel bajo, pero cuando se encuentra en el nivel alto (14,25%) no influye en el contenido de humedad.

#### 4.4.2 Diseño factorial $2^3$ para la variable respuesta pH final

En la tabla 4.14, se observan los variables controladas durante la etapa de dosificación, y los resultados de la variable respuesta (pH final) de los 8 tratamientos más su réplica, que se obtuvo siguiendo la técnica de determinación de pH en carnes que se detalla en el Anexo E.3.

Tabla 4.14

*Matriz de variación para la variable pH final*

Combinación de tratamientos	Factores			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Total
	Colágeno (A)	Cuero (B)	Vinagre (C)			
(1)	10,20	9,14	3,66	6,31	6,39	12,70
a	14,25	9,14	3,66	6,63	6,26	12,89
b	10,20	17,00	3,66	6,12	6,20	12,32
ab	14,25	17,00	3,66	6,31	6,14	12,45
c	10,20	9,14	5,34	6,49	6,39	12,88
ac	14,25	9,14	5,34	6,36	6,26	12,62
bc	10,20	17,00	5,34	6,25	6,20	12,45
abc	14,25	17,00	5,34	6,49	6,14	12,63

Fuente: Elaboración propia

**4.4.2.1 Análisis de varianza para la variable respuesta pH final**

En la tabla 4.15, se observa el análisis estadístico para la variable respuesta pH final, que se realizó en el programa Statgraphics (Centurion XVII) para Windows, los resultados obtenidos se detallan en el Anexo F.2.

Tabla 4.15

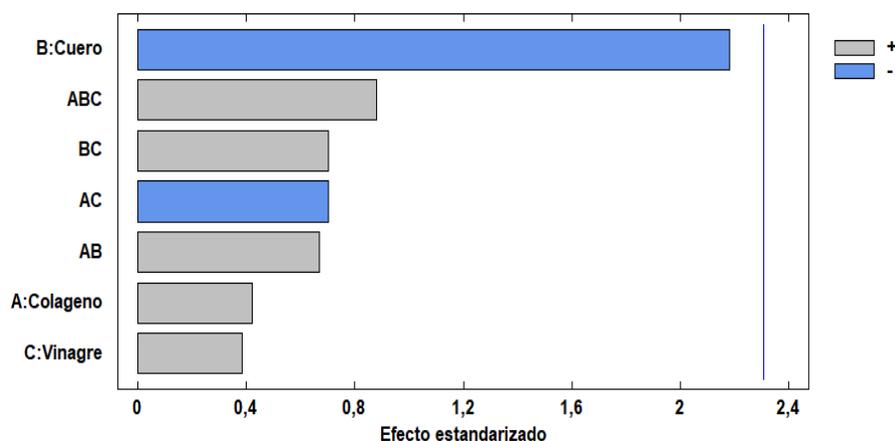
**Anova en función de la variable pH final**

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Colágeno	0,0036	1	0,0036	0,18	0,6842
B: Cuero	0,0961	1	0,0961	4,75	0,0609
C: Vinagre	0,0030	1	0,0030	0,15	0,7090
AB	0,0090	1	0,0090	0,45	0,5229
AC	0,0100	1	0,0100	0,49	0,5019
BC	0,0100	1	0,0100	0,49	0,5019
ABC	0,0156	1	0,0156	0,77	0,4051
Error total	0,1618	8	0,0202		
Total	0,3092	15			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.15, se puede observar que para ninguno de los efectos el valor-p < 0,05, indicando que no existe significancia estadística para un nivel de confianza del 95 %. Se acepta la hipótesis planteada en el proceso de dosificación de los factores tomados en cuenta para la elaboración de queso de cerdo.

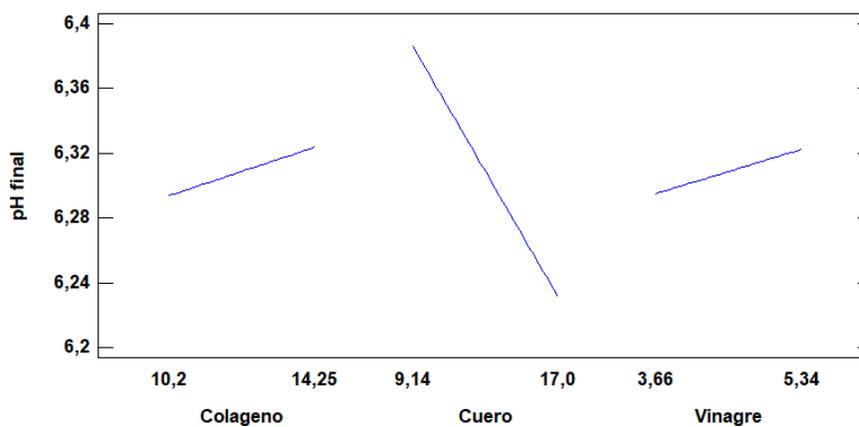
En la figura 4.11, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con la línea vertical de referencia con valor 2,306, y por lo tanto las barreras graficas que sobrepasen la línea de referencia indica que son significativos para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .



Fuente: Programa Statgraphics

**Figura 4.11.** Diagrama de Pareto para el pH final

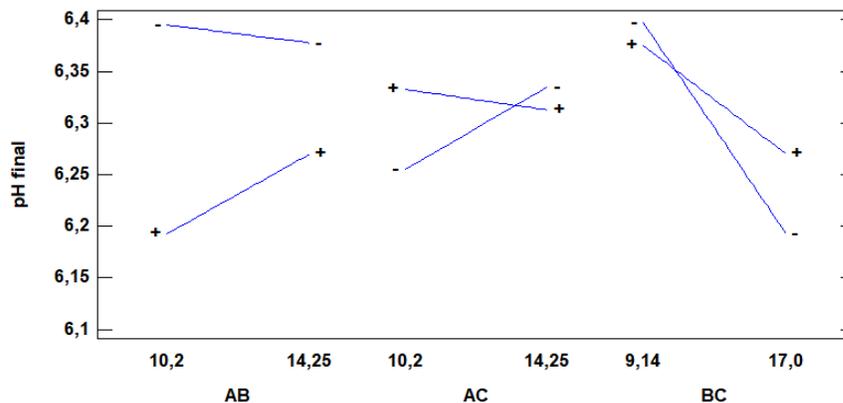
En la figura 4.11, se observa que la interacción ABC (colágeno, cuero y vinagre) y la interacción BC se acercan más a la línea vertical de referencia de modo que si afectan al pH final, pero no de manera significativa para los niveles de variación tomados en cuenta en el diseño  $2^3$ , para un nivel de significancia estadística para  $p>0,05$ , en comparación con lo demás factores.



Fuente: Programa Statgraphics

**Figura 4.12.** Efectos principales para el pH final

Según la figura 4.12, se puede decir que el factor cuero incide significativamente en el pH final del producto en un nivel bajo (9,14%), en comparación con el colágeno y vinagre que no inciden significativamente en el contenido de humedad en sus niveles alto y bajo.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.13.** Interacciones para el pH final

Según la figura 4.13, se observa que la interacción BC es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí; pero, cuando el factor C (vinagre) se encuentra en un nivel bajo (9,14%) si influye en el contenido de humedad. Asimismo, la interacción AC también es significativa ya que los factores de las variables interaccionan entre sí; pero cuando el factor C (vinagre) se encuentra en el nivel bajo (10,2 %) influye en el pH final del producto, pero para un nivel alto (14,25%) el pH disminuye. Finalmente, en la interacción AB se observa que cuando el factor B (cuero) se encuentra en el nivel alto (14,25%) influye en el pH final del producto, para un nivel bajo (10,20 %) no influye en el pH final del producto.

#### 4.4.3 Diseño factorial $2^3$ para la variable respuesta acidez final

En la tabla 4.16, se observan las variables controladas durante la etapa de dosificación, y los resultados de la variable respuesta (acidez final) de los 8 tratamientos más su réplica, que se obtuvo siguiendo la técnica de determinación de la acidez en carnes que se detalla en el Anexo E.2.

Tabla 4.16

*Matriz de variación para la variable acidez final*

Combinación de tratamientos	Factores			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>
	Colágeno	Cuero	Vinagre			
(1)	10,20	9,14	3,66	0,35	0,51	0,86
a	14,25	9,14	3,66	0,37	0,5	0,87
b	10,20	17%	3,66	0,45	0,55	1
ab	14,25	17%	3,66	0,51	0,33	0,84
c	10,20	9,14	5,34	0,31	0,48	0,79
ac	14,25	9,14	5,34	0,4	0,37	0,77
bc	10,20	17%	5,34	0,41	0,49	0,9
abc	14,25	17%	5,34	0,31	0,29	0,6

Fuente: Elaboración propia

**4.4.3.1 Análisis de varianza para la variable respuesta acidez final en el queso de cerdo**

En base al diseño experimental aplicado en la etapa de dosificación se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta acidez final (tabla 4.17) en el programa Statgraphics (Centurion XVII) para Windows, los resultados se detallan en el anexo F.3.

Tabla 4.17

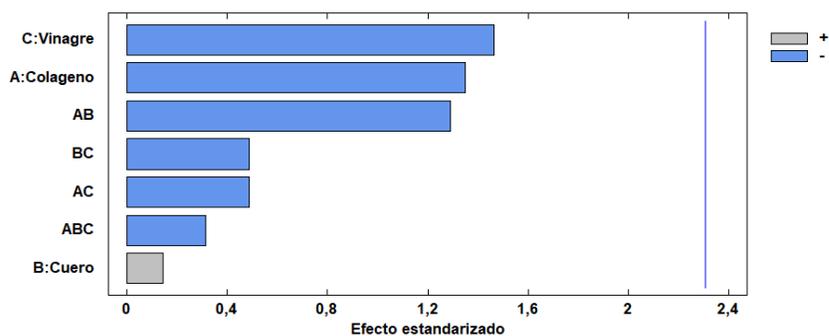
*Anova en función de la variable acidez final en queso de cerdo*

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>A: Colageno</b>	0,0138	1	0,0138	1,82	0,2145
<b>B: Cuero</b>	0,0001	1	0,0001	0,02	0,8895
<b>C: Vinagre</b>	0,0162	1	0,0162	2,14	0,1816
<b>AB</b>	0,0126	1	0,0126	1,67	0,2328
<b>AC</b>	0,0018	1	0,0018	0,24	0,6388
<b>BC</b>	0,0018	1	0,0018	0,24	0,6388
<b>ABC</b>	0,0007	1	0,0007	0,10	0,7604
<b>Error total</b>	0,0607	8	0,0075		
<b>Total</b>	0,1079	15			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.17, se puede observar que para ninguno de los efectos el valor-p < 0,05, indicando que no existe diferencia significativa estadística para un nivel de significancia del 95 %. Se acepta la hipótesis planteada en el proceso de dosificación de los factores tomados en cuenta para la elaboración de queso aromatizado con albahaca.

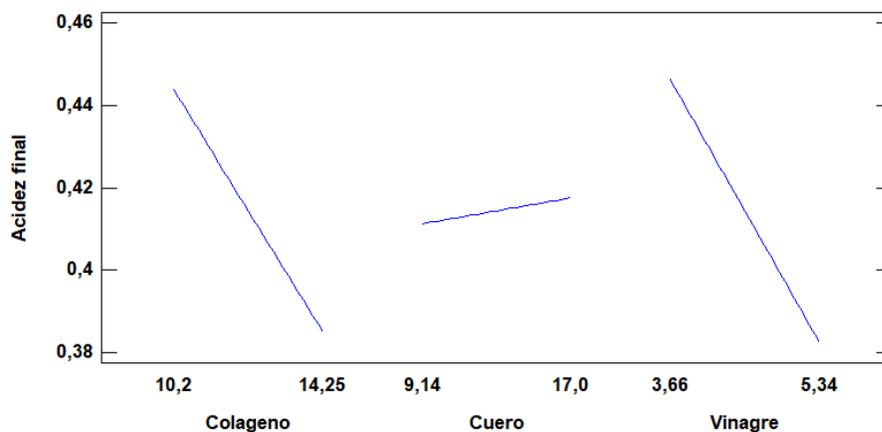
En la figura 4.14, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con la línea vertical de referencia con valor 2,306, de tal manera si las barreras gráficas exceden la línea de referencia indica que son significativos para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.14.** Diagrama de Pareto para la acidez final en el queso de cerdo

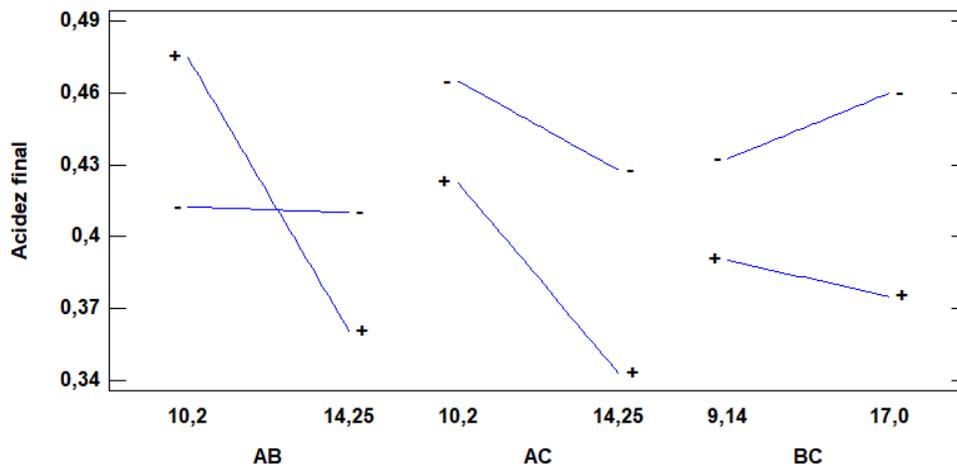
En la figura 4.14, se observa que tanto los factores como las interacciones no son estadísticamente significativas, ya que, ninguno sobrepasa la línea vertical de referencia de modo que no afectan al pH final para los niveles de variación tomados en cuenta en el diseño  $2^3$ , para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.15** Efectos principales para la acidez final en el queso de cerdo

Según la figura 4.15, se puede decir que tanto el factor A (colágeno) y C (vinagre) inciden significativamente en la acidez final del producto en un nivel bajo (10,2%) y (3,6%) respectivamente; en comparación con el cuero que tanto en su nivel alto y bajo no incide significativamente en la acidez final del producto.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.16.** Interacciones para la acidez final en el queso de cerdo

Según la figura 4.16, se observa que en la interacción AB es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí, pero cuando el factor B se encuentra en el nivel bajo (10,20 %) si influye en la acidez final del producto en cambio para un nivel alto (14,25%) no afecta la acidez del producto final. Asimismo, en la interacción AC se observa que cuando el factor C se encuentra en nivel bajo (10,2%) influye en la acidez final del producto en cambio si encuentra en nivel alto no afecta en la acidez del producto final. Finalmente, en la interacción BC se observa que no afecta de manera significativa la acidez del producto final.

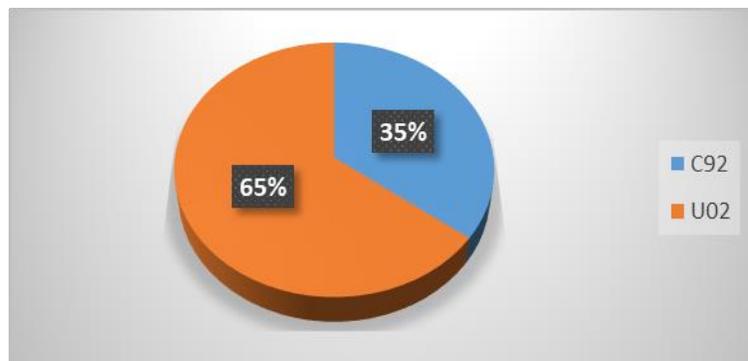
#### 4.5 Evaluación sensorial de las muestras finales con la muestra patrón

A nivel experimental se elaboró las dos muestras finales tomando en cuenta la muestra J27 (grasa 25,33%, cuero 12,67%, colágeno de cabeza 11,26% y vinagre 4,93%) y la muestra J29 (grasa 10,97%, cuero 9,14%, colágeno 18,28% y vinagre 3,66%), la composición de las dos muestras fue de 11,26% de colágeno, 9,14% de cuero, 5,34% de vinagre y grasa 10,97%, la muestra C92 con 0,5 % de romero y la muestra U02 con 0,5% de albahaca, la muestra de referencia fue el queso de cerdo de marca Torito.

La evaluación sensorial de la prueba dúo-trío que es una prueba discriminativa estuvo compuesta por 17 jueces no entrenados, donde la prueba consiste en que el juez debe señalar que muestra es la más similar a la muestra patrón. El test se encuentra en Anexo C.5.

#### 4.5.1 Estadístico de T de Student para la muestra final

La figura 4.17, muestra los porcentajes de que muestra es la más similar a la muestra patrón, expresada de acuerdo a los resultados de la tabla D.6.1 (Anexo D.6.1).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.17.** Valor porcentual de la muestra seleccionada

En la figura 4.17, se observa el porcentaje de torta en donde se muestra los resultados, el 65% representa a los jueces que indicaron la muestra U02 como la más similar a la muestra patrón y el 35% indicó que la muestra C92 es la más similar a la muestra de referencia.

En el Anexo D.6.1, se observa la resolución de la prueba T-Student donde estadísticamente el resultado es  $T_{cal} (0,59) < T_{tab} (2,12)$ , por lo que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y se acepta la hipótesis, es decir, los jueces no percibieron diferencias significativas entre las muestras finales y la muestra patrón.

En base al análisis realizado de las muestras finales con muestra patrón, se estableció experimentalmente que la muestra de mayor preferencia por los jueces es la U02 por lo cual es la muestra final; ya que realizado el análisis de la torta los jueces señalaron en un 65% la muestra U02 y un 35% la rechazaron, Asimismo, realizado la prueba de T-

Student no existió diferencia significativa entre las muestras evaluadas para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ .

La tabla 4.18 muestra la formulación de la muestra final de queso de cerdo.

**Tabla 4.18**

*Muestra final de queso de cerdo*

<b>Muestra U02</b>	
<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Carne de cabeza de cerdo	61,14
Grasa	10,97
Colágeno	11,26
Cuero	9,14
Vinagre	5,34
Albahaca	0,50
Aditivos y condimentos	1,65

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.18, se observa la muestra final de queso de cerdo codificado y envasado al vacío.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.18.** Muestra final de queso de cerdo

#### **4.6 Caracterización del queso de cerdo**

Las características del producto final se especifican mediante las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas que se detallan a continuación.

#### 4.6.1 Características fisicoquímicas del queso de cerdo

En la tabla 4.19, se muestra los resultados obtenidos (Anexo B.2) de la composición fisicoquímica del queso de cerdo. Los análisis se realizaron en el Centro de Análisis de Investigación y desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.19**

*Análisis fisicoquímico del queso de cerdo*

Parámetros	Unidad	Resultado
Ceniza	%	2,86
Fibra	%	n.d
Grasa total	%	15,94
Hidratos de carbono	%	3,89
Humedad	%	59,84
Proteína total (Nx6,25)	%	17,47
Valor energético	Kcal/100g	228,90
pH	-	6,28
Acidez (ácido láctico)	%	0,51
Nitritos	Ppm	<5

**Fuente:** CEANID, 2021

En la tabla 4.19, se puede observar que la cabeza de cerdo contiene 2,86 % ceniza, n.d % de fibra, 15,94 % grasa total, 3,89 % hidratos de carbono, 59,84% humedad, 17,47 %, proteína total, 228,94 Kcal/100 g de valor energético: pH de 6,28; de acidez 0,51 %; y nitritos < 5 ppm. Asimismo, según la norma mexicana NMX-F-141-1969. se presenta los requisitos fisicoquímicos que debe tener el queso de cerdo, el resultado de los nitritos se encuentra dentro de los límites permisibles (Anexo G).

#### 4.6.2 Análisis microbiológico del queso de cerdo

En la tabla 4.20, se muestra los resultados del análisis microbiológico del producto terminado, extraído del Anexo B.2.

Tabla 4.20

*Análisis microbiológico del queso de cerdo*

Parámetros	Unidad	Resultado
Coliformes totales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	$8,0 \times 10^1$ (*)
Escherichia coli	P/A/25g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)

**Fuente:** CEANID, 2021

En la tabla 4.20, se puede observar que el queso de cerdo aromatizada con albahaca presenta: Coliformes totales  $< 1,0 \times 10^1$  UFC/g, Bacterias aerobias mesofilas  $8,0 \times 10^1$  UFC/g y Escherichia coli  $< 1,0 \times 10^1$  P/A/25 g.

Los resultados de análisis microbiológico se encuentran dentro de los límites permisibles según la Norma Boliviana NB 310017:14 (Norma carnes y productos derivados) (Anexo G).

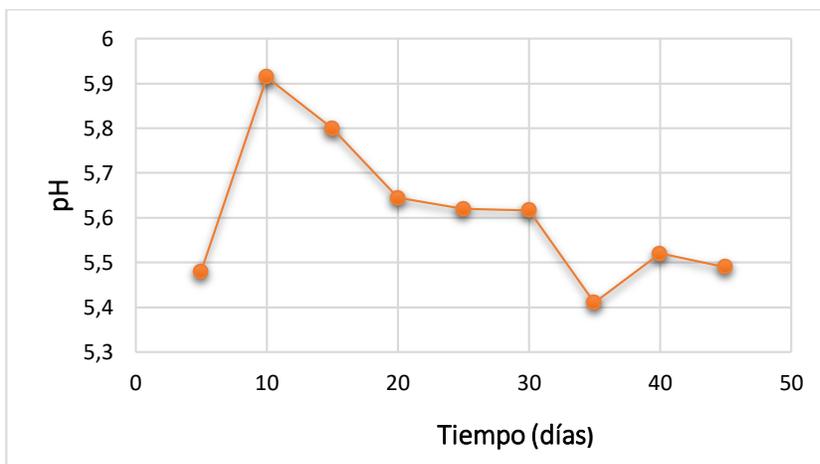
#### 4.6.3 Control de pH y acidez durante el almacenamiento del producto

El control de pH y acidez se realizó en la muestra final de queso de cerdo (U02) envasado al vacío durante 45 días de almacenamiento cada 5 días.

##### 4.6.3.1 Control de pH en el queso de cerdo durante el almacenamiento

Los datos de la figura 4.19, se determinó en base a la Norma Boliviana NB 379:1997 Carne y productos derivados-Determinación de humedad para determinación de pH en productos cárnicos (ver Anexo E.3).

En la figura 4.19, se muestra el comportamiento del pH en relación al tiempo de almacenamiento, el control del pH se lo realizó cada 5 días durante 45 días, el valor de pH a los 5 días es de 5,5; a los 10 días el valor asciende a 5,9, a los 15 días desciende a 5,8; a los 20 días el valor de pH, sigue descendiendo a 5,64; a los 25 y 30 días el valor de pH es constante; a los 35 días el valor de pH desciende a 5,4; a los 40 y 45 días el valor del pH fluctúa entre 5,52 y 5,49.

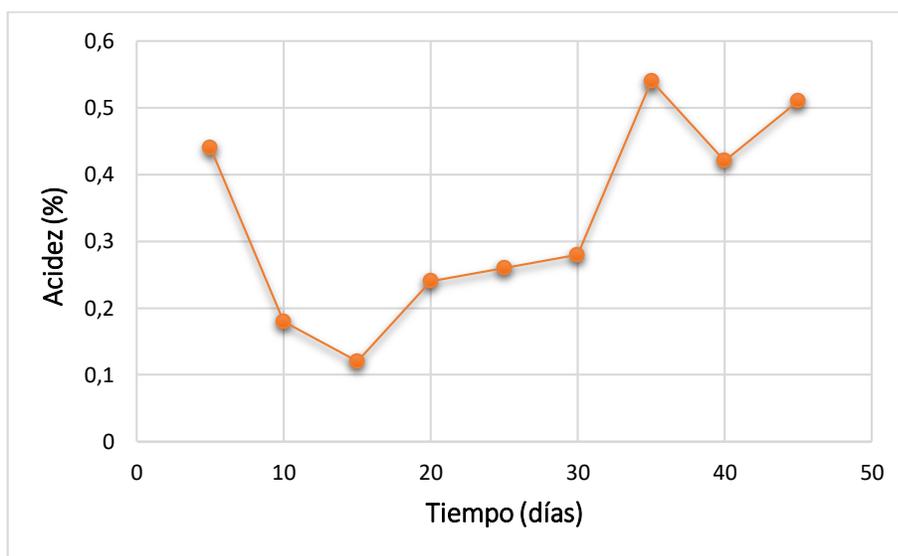


Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.19.** Control de pH en queso de cerdo

#### 4.6.3.2 Control de acidez en el queso de cerdo durante el almacenamiento

Los resultados de la figura 4.20, se determinó en base a la Norma Boliviana 229:98 (Determinación de la acidez titulable) en productos cárnicos (ver Anexo E.2). El control de la acidez se lo realizó cada 5 días durante 45 días.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.20.** Control de acidez en queso de cerdo

En la figura 4.20, se observa el comportamiento de la acidez en el transcurso del tiempo de almacenamiento del queso de cerdo, a los 5 días la acidez es de 0,44; a los 10 días el valor de la acidez desciende significativamente a 0,18; a los 15 días el valor de la acidez sigue bajando a 0,12; a los 20 días el valor de la acidez asciende a 0,24; entre el día 25

y 30 existe fluctuaciones de 0,26 a 0,28; a los 35 días el valor de la acidez asciende significativamente a 0,54; a los 40 días observa un descenso de la acidez a 0,42 y a los 45 días vuelve ascender a un valor de 0,51.

#### 4.6.4 Análisis microbiológico del queso de cerdo a los 45 días de almacenamiento

El análisis microbiológico del queso de cerdo a los 45 días de almacenamiento, se llevó a cabo en el Centro de Análisis Investigación y desarrollo (CEANID), donde el resultado se detalla en la tabla 4.21, datos extraídos del Anexo B.3.

**Tabla 4.21**

##### *Análisis microbiológico del queso de cerdo a los 45 días de almacenamiento*

Parámetro	Técnica y/o método de ensayo	Unidad	Resultado	Límites permisibles		Referencia de los límites
				Min.	Max.	
Bacterias Aerobias mesófilas	NB 32003:05	UFC/g	$1,5 \times 10^3$	—	$1 \times 10^5$	NB 310017:14
Escherichia coli	NB 32005:02	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)	—	50	NB 310017:14
Staphylococcus aureus	NB 32004:02	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)	—	$1 \times 10^2$	NB 310017:14

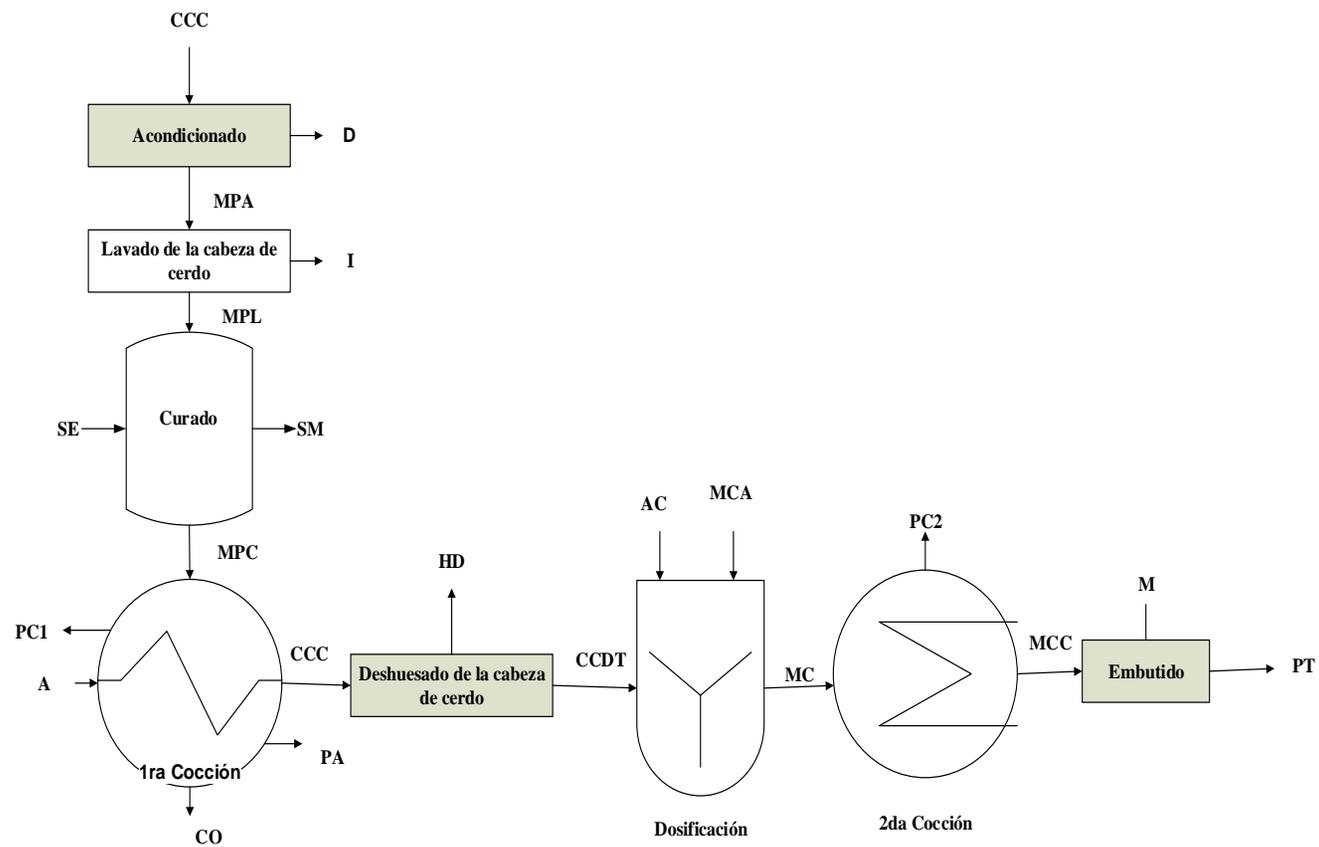
(\*) No se observa desarrollo de colonias

Fuente: CEANID

En la tabla 4.21, se observa los resultados del análisis microbiológico realizado a la muestra final de queso de cerdo, esta fue envasada al vacío, almacenada a 5°C durante 45 días, presentando los siguientes resultados: Bacterias aéreas mesófilas  $1,5 \times 10^5$  UFC/g, Escherichia coli  $<1,0 \times 10^1$  UFC/g, y Staphylococcus aureus  $<1,0 \times 10^1$ , para Escherichia coli y Staphylococcus aureus no se observa desarrollo de colonias, todos los resultados se encuentran dentro de los límites permisibles según la NB 310017:14 (Norma carnes y productos derivados) (ver Anexo G), por lo que es apto para el consumo humano.

#### 4.7 Balance de materia en el proceso de elaboración de queso de cerdo

En la figura 4.21, se muestra las etapas donde se realizó los balances de materia en el proceso de elaboración



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.21.** Balance de materia en el proceso de elaboración de queso de cerdo

**Donde:**

**CC** = Cabeza de cerdo (g)

**D** = Despojos (g)

**MPA** = Materia prima acondicionada (g)

**I** = Impurezas (g)

**MPL** = Materia prima lavada (g)

**SI** = Salmuera inyectada en cabeza de cerdo (ml)

**SM** = Salmuera para la maceración (ml)

**MPC** = Materia prima curada (g)

**PC1** = Pérdida de agua en 1ra cocción de la materia prima (g)

**A** = Agua (ml)

**PA** = Pérdida de agua (lt)

**CO** = Colágeno (lt)

**CCC** = Cabeza de cerdo cocida (g)

**HD** = Huesos y despojos (g)

**CDT** = Carne de cerdo deshuesada y troceada (g)

**MCA** = Mezcla de componentes para adicionar (%)

Los componentes de la mezcla a adicionar son: **AC** = Aditivos y condimentos, **CU** = Cuero, **CO** = Colágeno, **V** = Vinagre y **G** = Grasa

**MC** = Masa cárnica (g)

**MCC** = Masa cárnica cocida (g)

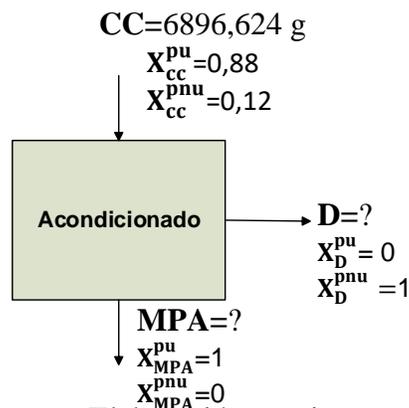
**PC2** = Pérdida de agua en 2da cocción

**PT** = Producto terminado (g)

**M** = Merma (g)

### 4.7.1 Balance de materia en la etapa de acondicionado de la cabeza de cerdo

En la figura 4.22, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de acondicionamiento de la cabeza de cerdo. Los datos de porción útil y no útil se obtuvieron de las pruebas preliminares que se realizó para la elaboración de queso de cerdo que fue de porción útil (PU) 88% y porción no útil 12%.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22 Etapa de acondicionado de materia prima

Donde:

$X_{cc}^{pu}$  = Fracción porcentual de la parte útil de la cabeza de cerdo

$X_{cc}^{pnu}$  = Fracción porcentual de la parte no útil de la cabeza de cerdo

$X_D^{pu}$  = Fracción porcentual de la parte útil de los despojos

$X_D^{pnu}$  = Fracción porcentual de la parte no útil de los despojos

$X_{MPA}^{pu}$  = Fracción porcentual de la parte útil de la materia prima acondicionada

$X_D^{pnu}$  = Fracción porcentual de la parte no útil de la materia prima acondicionada

### Balance general para la etapa de acondicionado

$$CC = D + MPA$$

Ecuación 4.1

Balance parcial para la parte útil en la etapa de acondicionamiento:

$$CC * X_{cc}^{pu} = D * X_D^{pu} + MPA * X_{MPA}^{pu}$$

Ecuación 4.2

Despejando MPA de la ecuación 4.2

$$MPA = \frac{CC * X_{cc}^{pu}}{X_{MP}^{pu}} = \frac{6896,624 * 0,88}{1} = 6069,029 \text{ g de materia prima acondicionada}$$

Balance parcial para la parte no útil en la etapa de acondicionamiento:

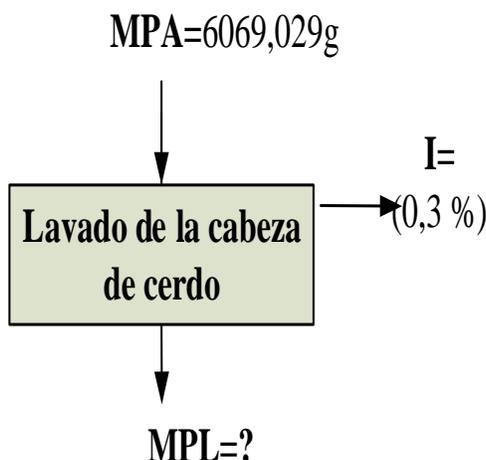
$$CC * X_c^{pnu} = D * X_D^{pnu} + MPA * X_{MP}^{pnu} = \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Despejando D de la ecuación 4.3

$$D = \frac{CC * X_{cc}^{pnu}}{X_D^{pnu}} = \frac{6896,624 * 0,12}{1} = 827,595 \text{ g de despojos}$$

#### 4.7.2 Balance de materia en la etapa de lavado de la cabeza de cerdo

En la figura 4.23, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de lavado de cabeza de cerdo.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.23** Etapa de lavado de materia prima

**Donde:**

$X_{MPA}^p$  = Fracción porcentual de la pureza de la materia prima acondicionada

$X_I^i$  = Fracción porcentual de la impureza en las impurezas

$X_{MPA}^i$  = Fracción porcentual de la impureza de la materia prima acondicionada

$X_{MPL}^p$  = Fracción porcentual de la pureza en la materia prima lavada

$X_I^p$  = Fracción porcentual de la pureza en las impurezas

$X_{MPL}^i$  = Fracción porcentual de la impureza en la materia prima lavada

### Balance general en la etapa de lavado

$$MPA = I + MPL \quad \text{Ecuación 4.4}$$

Balance parcial para la pureza de la materia prima en la etapa de lavado:

$$MPA * X_{MPA}^P = I * X_R^P + MPL * X_{MPL}^P = \quad \text{Ecuación 4.5}$$

$$6069,029 \text{ g} * 0,997 = I * 0 + MPL * 1$$

$$MPL = 6050,82 \text{ g de materia prima lavada}$$

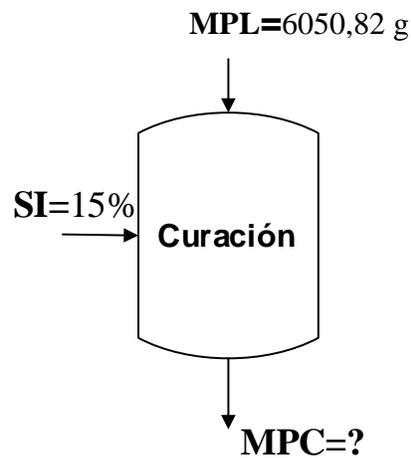
Despejando I de la ecuación 4.4

$$I = MPA - MPL$$

$$I = 6069,029 \text{ g} - 6050,82 \text{ g} = 18,21 \text{ g de impurezas}$$

### 4.7.3 Balance de materia en la etapa de curado de la cabeza de cerdo

En la figura 4.24, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de curado de la cabeza de cerdo.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.24** Etapa de curado de la cabeza de cerdo

La cantidad de solución inyectada en la cabeza de cerdo es de un 15%

**Balance general en la etapa de curado**

$$MPC = MPL + SI$$

Ecuación 4.6

Remplazando valores

$$MPC = MPL + (MPL * 0,15)$$

$$MPC = 6050,82 \text{ g} + (6050,82 * 0,15)$$

$$MPC = 6958,443 \text{ g de materia prima curada}$$

La preparación de la salmuera es a base de agua, sal común y sal cura.

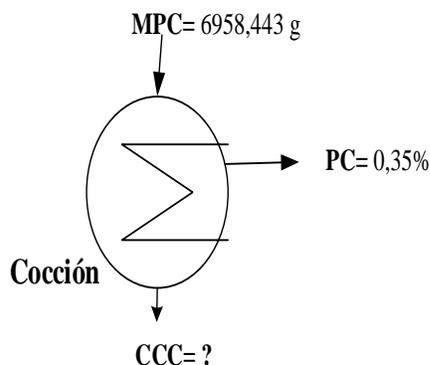
La relación de agua para la salmuera es de (1.5 lt;1 kg)

$$A = 6,139 \text{ Kg} * 1,5 = 9,208 \text{ lt de agua para la salmuera}$$

De los 9,208 lt de agua el 15 % se inyecta a la cabeza de cerdo y el restante es para macerar la cabeza de cerdo en refrigeración.

**4.7.4 Balance de materia en la etapa de cocción de la cabeza de cerdo**

En la figura 4.25, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de cocción de cabeza de cerdo.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.25** Etapa de cocción de la cabeza de cerdo

**Balance general para calcular la pérdida de masa en la etapa de cocción**

$$MPC = PC + CCC$$

Ecuación 4.7

$$CCC = MPC - PC$$

$$CCC = 6958,443 - (6958,443 \text{ g} * (0,0035))$$

CCC= 6934,088 g de cabeza de cerdo cocida

Despejando PC de la ecuación 4.7

PC= MPC-CCC

PC=6958,443 g – 6934,088 g

PC=24,355 g de pérdida de masa en cocción

La relación del agua para la cocción es de (1lt:1kg de cabeza de cerdo)

A= 6.96 Kg\*1=6,96 lt de agua para la cocción de la cabeza de cerdo.

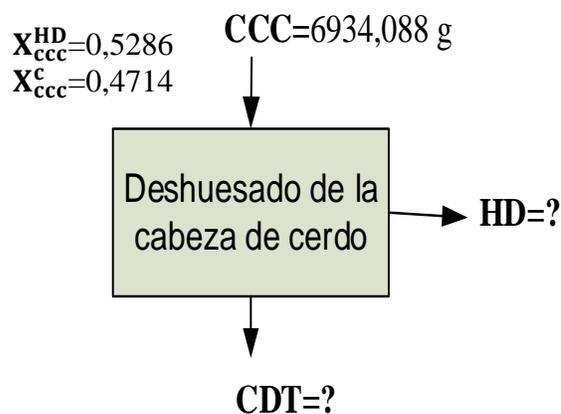
Calculando la pérdida de agua en cocción y de colágeno

PC=6,96 lt\*(0,586) =4,08lt de pérdida de agua en cocción

CO=6,96 lt\*(0,414) =2,881 lt de colágeno de la cabeza de cerdo

#### 4.7.5 Balance de materia en la etapa de deshuesado de la cabeza de cerdo

En la figura 4.26, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de despiece de la cabeza de cerdo.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.26** Etapa de despiece de la cabeza de cerdo

**Donde:**

$X_{ccc}^{pu}$  = Fracción porcentual de la parte útil en la cabeza de cerdo cocida

$X_{ccc}^{pnu}$  = Fracción porcentual de la parte no útil de la cabeza de cerdo cocida

$X_{MPA}^{pu}$  = Fracción porcentual de la parte útil de la cabeza de cerdo troceada

$X_{HD}^{pu}$  = Fracción porcentual de la parte útil en huesos y despojos

$X_{MPA}^{pnu}$  = Fracción porcentual de la parte no útil de la cabeza de cerdo troceada

$X_{HD}^{pnu}$  = Fracción porcentual de la parte no útil de los huesos y despojos

Balance general en la etapa de deshuesado

$$CCC = HD + CDT$$

Ecuación 4.8

Balance parcial de la porción útil en la etapa de deshuesado

$$CCC * X_{ccc}^u = \cancel{HD} * 0 + CDT * X_{CDT}^{pu}$$

Ecuación 4.9

Despejando (CDT) de ecuación 4.8

$$CDT = CCC * X_D^u$$

$$CDT = CCC * 0,4714$$

$CDT = 6939,088g * 0,4714 = 3271,086g$  de carne de cabeza de cerdo deshuesado y troceado

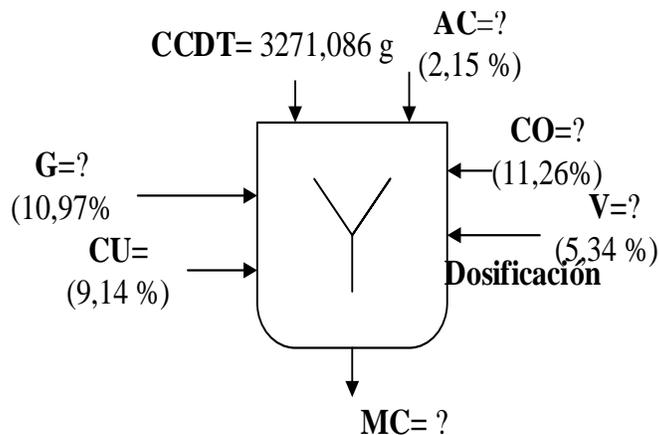
Ahora para hallar HD despejamos del balance general

$$HD = CCC - CDT$$

$$HD = 6939,088g - 3271,086g = 3668,002g$$
 de huesos y despojos

#### 4.7.6 Balance de materia en la etapa de dosificación

En la figura 4.27, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de dosificado de la carne de cabeza de cerdo, cuero, colágeno, grasa, vinagre, condimentos y aditivos.



Fuente: Elaboración propia  
**Figura 4.27.** Etapa de dosificado

Balance global de materia en la etapa de la dosificación:

$$MC=CU+G+AC+CO+V+CCDT \quad \text{Ecuación 4.10}$$

La sumatoria de los componentes CU (9,14%), G (10,97%), AC (2,15%), CO (11,26%), V (5,34%) es 38,86% por lo tanto el porcentaje restante de 61,14% representa la cabeza de cerdo deshuesada y troceada.

Para facilitar el balance de materia en esta etapa los componentes CU, G, AC, CO, y V se los une para tomarlo en cuenta como un solo componente al que nombraremos como (MCA) que significa mezcla de componentes adicionales a la masa cárnica.

Entonces realizando de nuevo el balance global en la etapa de dosificación se tiene:

$$MC=CCDT+MCA \quad \text{Ecuación 4.11}$$

$$MCA= CCDT*(0,3886)$$

$$MCA=1271,114 \text{ g de mezcla cárnica a ser adicionado}$$

Despejando MC del balance global (ecuación 4.11) en la etapa de dosificación

$$MC=3271,086 \text{ g} + 3271,086*(0,3886) =4542,23 \text{ g de masa cárnica}$$

La mezcla de componentes adicionales (MCA) es el 38,86% en relación al peso de carne de cabeza de cerdo deshuesada y troceada.

Cálculo de la masa de cada componente que forma la mezcla de componentes adicionales para la masa cárnica.

$$\mathbf{CU} = 1271,114 \text{ g} * \frac{9,14\%}{38,86\%} = 298,970 \text{ g de cuero}$$

$$\mathbf{G} = 1271,114 \text{ g} * \frac{10,97\%}{38,86\%} = 358,829 \text{ g de grasa}$$

$$\mathbf{AC} = 1271,114 \text{ g} * \frac{2,15\%}{38,86\%} = 70,327 \text{ g de aditivos y condimentos}$$

$$\mathbf{CO} = 1271,114 \text{ g} * \frac{11,26\%}{38,86\%} = 368,315 \text{ g de colágeno}$$

$$\mathbf{V} = 1271,114 \text{ g} * \frac{5,34\%}{38,86\%} = 174,67 \text{ g de vinagre}$$

Como mencionamos que la mezcla de componentes adicionales la sumatoria de CU, G, AC, C, CO y V, se planteó lo siguiente.

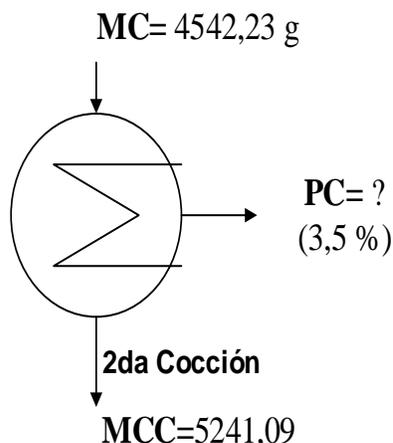
$$\mathbf{MCA} = \mathbf{CU} + \mathbf{G} + \mathbf{AC} + \mathbf{CO} + \mathbf{V}$$

$$\mathbf{MCA} = 298,970 \text{ g} + 358,829 \text{ g} + 70,327 \text{ g} + 368,315 \text{ g} + 174,67 \text{ g}$$

$\mathbf{MCA} = 1271,11 \text{ g}$  de mezcla de componentes a ser adicionados en la elaboración de queso de cerdo.

#### 4.7.7 Balance de materia en la etapa de segunda cocción

En la figura 4.28, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de segunda cocción de la masa cárnica.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.28.** Balance de materia en etapa de 2da cocción

**Balance global en la etapa de 2da cocción**

$$MC = MCC + PC$$

Ecuación 4.12

La pérdida de cocción es:

$$PC = (4542,23 \text{ g} * 0,0035) = 15,898 \text{ g de pérdida en la cocción}$$

Despejando MCC de ecuación 4.12

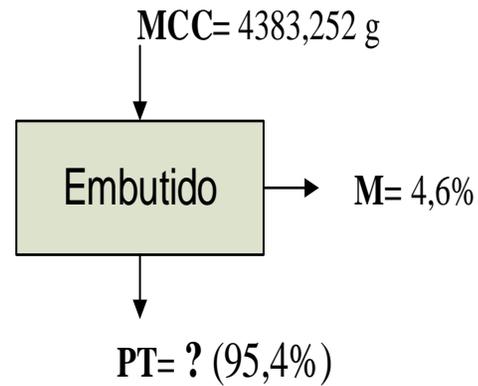
$$MCC = MC - PC$$

Reemplazando datos

$$MCC = 4542,23 \text{ g} - (4542,23 \text{ g} * 0,035) = 4383,252 \text{ g de mezcla cárnica cocida}$$

**4.7.8 Balance de materia en la etapa de embutido**

En la figura 4.29, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de embutido de la masa cárnica cocida.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.29** Etapa de embutido de masa cárnica cocida

Balance general en la etapa de embutido

$$MCC = M + PT$$

Ecuación 4.13

La merma es:

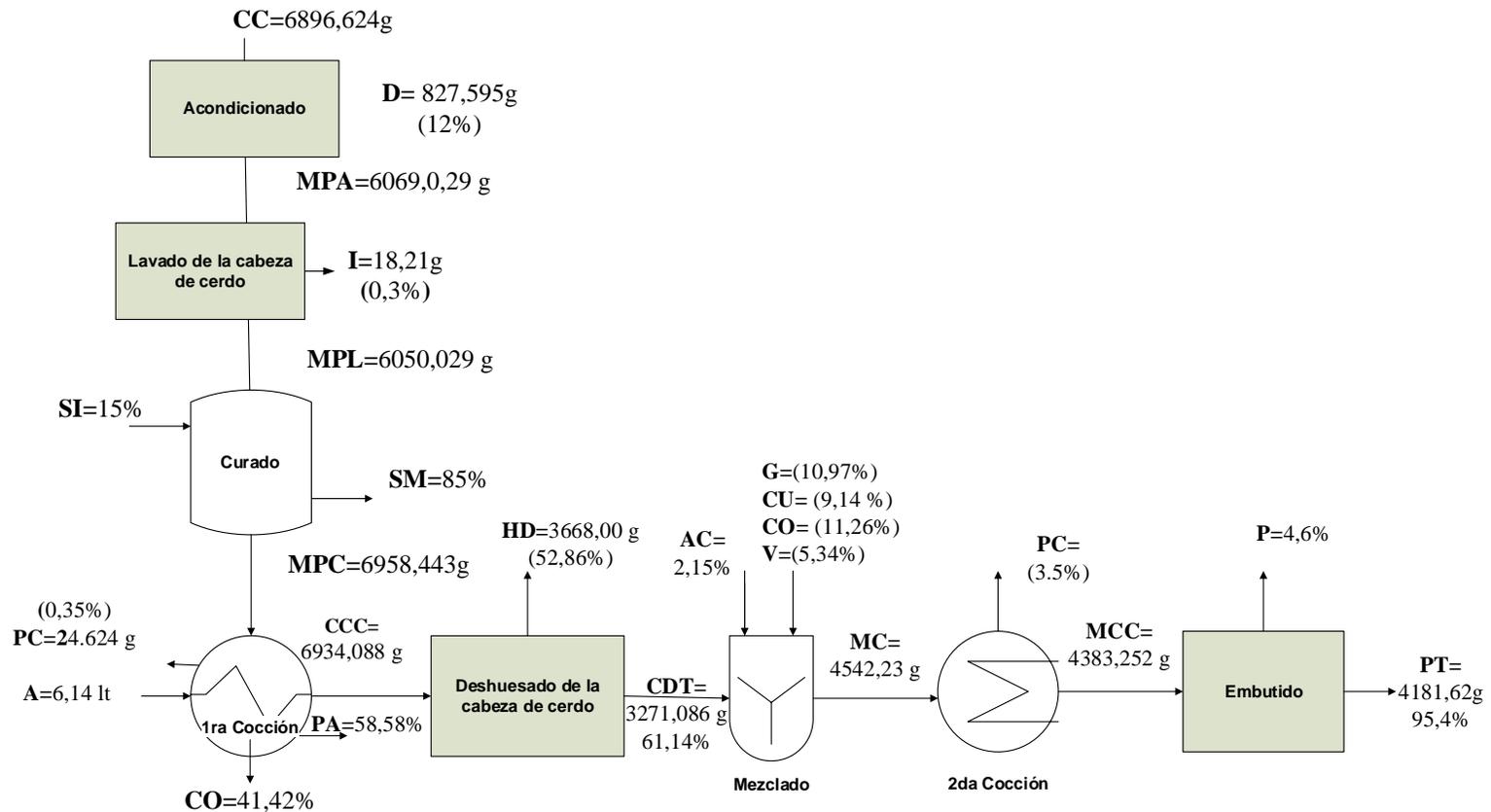
$$M = 4383,252 \text{ g} \cdot (0,046) = 201,63 \text{ g de merma en la etapa de embutido}$$

El producto terminado es:

$$PT = 4383,252 \text{ g} \cdot (0,954) = 4181,622 \text{ g de producto terminado}$$

#### 4.7.9 Resumen general de balance de materia para la elaboración de queso de cerdo

En la figura 4.30, se muestra el resumen general del balance de materia para la elaboración del queso de cerdo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.30 Resumen del balance de materia

#### 4.7.10 Determinación del rendimiento de producto

El rendimiento del producto final se realiza de la siguiente manera:

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{(\text{CC} + \text{MCA} + \text{SI})} \times 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{4181,62}{(6896,62 + 1271,11 + 908,414)} \times 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = 46,07\%$$

#### 4.8 Balance de energía

A continuación, se detallan las etapas donde se realizó el balance de energía en el proceso de obtención de queso de cerdo.

##### 4.8.1 Balance de energía para la cocción de la cabeza de cerdo

Para hallar el calor requerido en la cocción de la cabeza de cerdo es necesario hallar el calor específico de esta misma.

Las ecuaciones que se usó para realizar el balance de energía son:

La ecuación para determinar el calor es:

$$Q = L_1 C_p \Delta H \quad (\text{Ecuación 4.14})$$

La ecuación para hallar el calor total es:

$$Q_T = Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{ganado}} \quad (\text{Ecuación 4.15})$$

Para calcular el calor latente en los cambios de fase

$$Q_1 = L_1 * \lambda \quad (\text{Ecuación 4.16})$$

Para hallar la capacidad calorífica de un alimento la ecuación es:

$$C_p = X_w C_w + X_c C_c + X_p C_p + X_F C_F + X_A C_A \quad (\text{Ecuación 4.17})$$

Los pasos para determinar el calor requerido en la cocción de la cabeza de cerdo, se detalla a continuación.

##### Paso #1

Hallar la tabla de capacidades caloríficas de los macronutrientes en los alimentos.

La capacidad calorífica en función a la composición fisicoquímica de los alimentos se detalla en la tabla 4.22.

**Tabla 4.22**

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

Calor específico	Para productos lácteos KJ/Kg °C	Para alimentos KJ/Kg °C
$C_w$ (Agua)	4,18	4,18
$C_C$ (Carbohidratos)	1,40	1,22
$C_P$ (Proteínas)	1,60	1,90
$C_F$ (Grasa)	1,70	1,90
$C_A$ (Cenizas)	0,80	1,90

Fuente: Rahman,1993

**Paso #2**

Convertir los valores de los macronutrientes de la tabla 4.23, extraída de los resultados del (Anexo B) en fracciones.

**Tabla 4.23**

*Resultados del análisis fisicoquímico de la cabeza de cerdo*

Parámetros	Unidad	Resultado
Ceniza	%	0,86
Fibra	%	n.d
Grasa total	%	19,78
Hidratos de Carbono	%	0,46
Humedad	%	61,1
Proteína total (Nx6,25)	%	17,8
Valor energético	Kcal/100g	271,06

Fuente: CEANID,2021

Convirtiendo valores de los análisis en fracciones:

$$X_A = 0,86/100 = 0,0086$$

$$X_F = 19,78/100 = 0,1978$$

$$X_C = 0,46/100 = 0,0046$$

$$X_W = 61,1/100 = 0,611$$

$$X_P = 17,8/100 = 0,178$$

**Paso #3**

**Realizar conversiones**

**Equivalencias:**

$$1\text{KJ} = 0,239006 \text{ Kcal}$$

Convirtiendo KJ a Kcal de las capacidades caloríficas en función de la composición fisicoquímica de los alimentos.

$$C_W = 4,18 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,999 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_C = 1,22 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,291 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_P = 1,90 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,454 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_F = 1,90 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,454 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_A = 1,90 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,454 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

**Paso #4**

**Reemplazar valores en ecuación 4.17**

**Calcular el Cp de la cabeza de cerdo**

$$C_p = X_w * C_w + X_c * C_c + X_p * C_p + X_f * C_f + X_a * C_a$$

$$C_p = 0,611*(0,999) + 0,0046*(0,291) + 0,178*(0,454) + 0,1978 *(0,454) + 0,0086*(0,454)$$

$$C_p = 0,786 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

**Paso #5**

Buscar tablas de la capacidad calorífica del agua y del acero inoxidable también de las entalpias de vaporización.

En la tabla 4.24, se puede observar la capacidad calorífica del agua y del acero inoxidable.

**Tabla 4.24**

*Capacidad calorífica del agua y 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 4.25, se puede observar las entalpias de vaporización en función a la temperatura para el agua saturada.

**Tabla 4.25**

*Entalpias de vaporización*

Temperatura (°C)	Unidad	Entalpia de vaporización
90	Kcal/Kg	545,41
92	Kcal/Kg	544,21

Fuente: Colleuriu y Powney, 1977

**Paso #6**

**Hallar el calor requerido para calentar la olla**

Para calcular el calor requerido para calentar la olla se usó la ecuación 4.16

$$Q_o = mC_p\Delta H$$

$$Q_o = 0,89 * (0,12 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (92^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}))$$

$$Q_o = 7,69 \text{ kcal}$$

**Paso #7**

**Calcular de calor requerido para la cocción de la cabeza de cerdo más el agua con ecuación 4.16**

$$Q_c = mC_p\Delta H + AC_p\Delta H + M_o \lambda$$

$$Q_c = 6,896 \text{Kg} * (0,79 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (92^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})) + 6,896 \text{kg} * (1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (92^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})) + 0,89 \text{Kg} * (544,2100 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}})$$

$$Q_c = 1373,102 \text{ Kcal}$$

**Para el cálculo del requerimiento total de calor se usó la ecuación 4.15**

$$Q_T = Q_o + Q_c$$

$$Q_T = 7,69 \text{ kcal} + 1373,102 \text{ kcal} = 13800,792 \text{ kcal}$$

**Consumo de GNL durante el proceso**

Convirtiendo el calor requerido para la cocción de la cabeza de cerdo más el agua de KJ a KWh

$$1 \text{KWh} = 860,4210 \text{ Kcal}$$

$$1 \text{m}^3 = 11,700 \text{ KWh}$$

$$13800,792 \text{ kcal} \times \frac{1 \text{ kWh}}{860.42 \text{ kcal}} = 16,039 \text{ kWh}$$

Convirtiendo a m<sup>3</sup> de gas

$$16,039 \text{ kWh} \times \frac{1 \text{ m}^3}{11,700 \text{ kWh}} = 1,37 \text{ m}^3 \text{ de gas}$$

#### 4.8.2 Balance de energía en el proceso de mezclado

Para la etapa de emulsión se utilizó una cocina robot con una potencia de 500 W por un tiempo de 0,10 horas.

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

Despeje y cálculo de la energía eléctrica

$$E = P(\theta)$$

$$E = 500 \text{ W} * \left( \frac{1 \text{ kcal/h}}{1.163 \text{ W}} \right) * (0,10 \text{ h})$$

$$E = 43 \text{ Kcal/h}$$

La cantidad de energía eléctrica requerida para llevar a cabo la mezcla durante un tiempo de 0,10 horas es de 43 Kcal.

#### 4.8.3 Balance de energía para la cocción de la mezcla cárnica

Los pasos para determinar el calor requerido para la cocción de la mezcla cárnica se detallan a continuación.

##### Paso #1

Usar la tabla 4,22 para determinar la capacidad calorífica de la mezcla cárnica en función a la composición fisicoquímica de los alimentos.

##### Paso #2

Convertir a fracción los valores de los macronutrientes del queso de cerdo de la tabla 4.26, cuyos valores se extrajeron de Anexo B.

Tabla 4.26

*Resultado del análisis fisicoquímico del queso de cerdo*

Parámetros	Unidad	Resultado
Ceniza	%	2,86
Fibra	%	n.d
Grasa total	%	15,94
Hidratos de Carbono	%	3,89
Humedad	%	59,84
Proteína total (Nx6,25)	%	17,47
Valor energético	Kcal/100g	228,90

Fuente: CEANID, 2021

Convirtiendo valores de los análisis en fracciones:

$$X_A = 2,86/100 = 0,0286$$

$$X_F = 15,94/100 = 0,1594$$

$$X_C = 3,89/100 = 0,0389$$

$$X_W = 59,84/100 = 0,5984$$

$$X_P = 17,47/100 = 0,1747$$

**Paso #3****Equivalencias:**

$$1\text{KJ} = 0,239006 \text{ Kcal}$$

Convirtiendo KJ a Kcal de las capacidades caloríficas en función de la composición fisicoquímica de los alimentos.

$$C_W = 4,18 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,999 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_C = 1,22 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,291 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_P = 1,90 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,454 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_F = 1,90 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,454 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_A = 1,90 \frac{\cancel{\text{KJ}}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\cancel{1\text{KJ}}} = 0,454 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

**Paso #4**

Calcular el Cp del queso de cerdo con ecuación 4.17

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

$$C_p = 0,5984*(0,999) + 0,0389*(0,291) + 0,1747*(0,454) + 0,1594*(0,454) + 0,0286*(0,454) = 0,76 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

**Paso #5**

Usar las tablas 4.22 y 4.23, que muestra la capacidad calorífica del agua y del acero inoxidable y las entalpías de vaporización.

**Paso #6**

Calcular el calor requerido para calentar la olla, donde se usó la ecuación 4.16

$$Q_o = mC_p\Delta H$$

$$Q_o = 0,89 * (0,12 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (92^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}))$$

$$Q_o = 7,69 \text{ kcal}$$

**Paso #7**

**Calcular el calor requerido para la cocción de la mezcla cárnica con la ecuación con la ecuación 4.16**

$$Q_m = mC_p\Delta H + AC_p\Delta H + M_o \lambda$$

$$Q_m = 4,542 \text{ Kg} * (0,76 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (92^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})) + 0,5043 \text{ kg} * (1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (92^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})) + 0,89 \text{ Kg}$$

$$* (544,2100 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}})$$

$$Q_m = 769,19 \text{ Kcal}$$

**Para el cálculo del requerimiento total de calor se usó la (ecuación 4.15)**

$$Q_T = Q_o + Q_m$$

$$Q_T = 7,69 \text{ kcal} + 769,19 \text{ kcal} = 776,88 \text{ kcal}$$

Consumo de GNL durante el proceso

Convirtiendo el calor requerido para la cocción de la masa cárnica de KJ a KWh

$$1 \text{ KWh} = 860,4210 \text{ Kcal}$$

$$1 \text{ m}^3 = 11,700 \text{ KWh}$$

$$776,88 \text{ kcal} \times \frac{1 \text{ kw}}{860,42 \text{ Kcal}} = 0,903 \text{ KWh}$$

Convirtiendo a m<sup>3</sup> de gas

$$0,93 \text{ KWh} \times \frac{1 \text{ m}^3}{11,700 \text{ kWh}} = 0,07 \text{ m}^3 \text{ de gas}$$

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- Realizado el análisis físico de la cabeza de cerdo cocida este presenta para un promedio de peso de 2.3 kg; parte comestible 36,42 % y parte no comestible 63,58%. El análisis fisicoquímico de la cabeza de cerdo presentó: 0,86 % ceniza, n.d % fibra, 19,78 % grasa, 0,46 % hidratos de carbono, 61,1 % humedad, 17,8 % proteína total y 251,06 Kcal/100g valor energético; pH presenta 6,5 y acidez 0,023 %. Para el análisis microbiológico del queso de cerdo presento:  $< 1,0 \times 10^1$  UFC/g de Escherichia coli y ausencia de Salmonella  $< 1,0 \times 10^1$  UFC/g.
- Realizado la evaluación sensorial para las pruebas preliminares en base a las variaciones del porcentaje de cuero, grasa, colágeno, vinagre y especia a añadir, indica que según el análisis estadístico de varianza existe diferencia significativa para los atributos sabor y aroma. Sin embargo, no existe diferencia significativa para el atributo acidez para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ . Así mismo en función de las medianas de la evaluación sensorial se tomó en cuenta las muestras (A10 y R29)
- Aplicando un diseño experimental  $2^3$  en el proceso de dosificación teniendo como factores: el porcentaje de cuero (Factor A) 14,25-10,20 (%), colágeno (Factor B) 9,14-17 (%) y vinagre (Factor C) 3,66-5,34 (%) en sus niveles alto y bajo respectivamente y como variables respuestas contenido de humedad, pH y acidez en el producto terminado. Se concluye que la variable respuesta contenido de humedad y pH el factor A (cuero) es relativamente significativa pero no para las variaciones tomadas en cuenta. Para la variable respuesta acidez final el factor C (Vinagre) es relativamente significativo, pero no así para los niveles de variación de los factores tomados en cuenta en el proceso de dosificación para  $\alpha=0,05$ .

- Realizado la evaluación sensorial para la muestra patrón, indica que según el análisis estadístico de varianza existe diferencia significativa para el atributo sabor y no así para los atributos aroma, color y textura para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ . Así mismo en función de las medianas de la evaluación sensorial se tomó en cuenta la muestra C25 como la muestra patrón.
- Realizado la evaluación sensorial para las muestras finales (A10) y (R29) recodificadas en (U02 y C92) con la muestra patrón C25, indica que según la resolución de la prueba T-Student la muestra U02 es la más similar a la muestra patrón para  $\alpha=0,05$ .
- El análisis fisicoquímico del queso de cerdo presentó: ceniza 2,86%, fibra n.d %, grasa total 15,94 %, hidratos de carbono 3,89 %, humedad 59,84%, proteína total 17,47 %, valor energético 228,90 Kcal/100g, pH 6,28, acidez 0,51 % y nitritos <5 ppm. Para el análisis microbiológico el presente: Coliformes totales <  $1.0 \times 10^1$  UFC/g, Bacterias aerobias mesófilas  $8,0 \times 10^1$  UFC/g, Escherichia coli <  $1.0 \times 10^1$  P/A/25g.
- Realizando el control de pH y acidez durante 45 días de almacenamiento, se concluye que a 45 días el pH 5,49 y acidez 0,51% (ácido láctico). El resultado del análisis microbiológico en los 45 días del producto que fue envasado al vacío y refrigerado es: Bacterias aéreas mesofilas  $1,5 \times 10^3$  UFC/g, Escherichia coli <  $1,0 \times 10^1$  UFC/g y Staphylococcus aureus <  $1,0 \times 10^1$  UFC/g, en estos dos últimos parámetros no se observa desarrollo de colonias.
- Realizando el balance de materia para el queso de cerdo se evidencio que a partir de 6896,624 g de cabeza de cerdo se obtiene 4181,62 g de queso de cerdo donde el rendimiento del mismo es de 46,07 %.

## 5.2 Recomendaciones

- Implementar una planta piloto para la elaboración de subproductos elaborados a partir de despojos alimenticios, ya que es una buena forma de desarrollar soluciones ingeniosas a problemas que surgen dentro de la industria alimentaria y afectan al medio ambiente.
- Se recomienda realizar talleres de elaboración de subproductos elaborados a partir de despojos al sector agropecuario que se dedica a la crianza de cerdos para generar mayores ingresos en sus hogares y evitar problemas medioambientales.
- Se recomienda realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos a productos derivados de los despojos cárnicos para tener conocimiento tanto de su composición nutricional como de su composición microbiológica, ya que estos tienden a tener mayor contaminación microbiológica por su manipulación que demás piezas cárnicas.