



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, MODALIDAD TRABAJO DE TITULACIÓN

“INCIDENCIA DEL AHUMADO LÍQUIDO EN LAS PROPIEDADES BROMATOLÓGICAS DE LOS MUSLOS DE POLLO”

**Trabajo de titulación previa a la obtención del título de INGENIERA
AGROINDUSTRIAL**

Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico.

Autor: Jocelyn Elizabeth Jácome Chávez

Director: Dra. Bégica Normandi Bermeo Córdova, PhD

**IBARRA - ECUADOR
2023**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004085252		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jácome Chávez Jocelyn Elizabeth		
DIRECCIÓN:	San Roque, Atuntaqui		
EMAIL:	jejacomec@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2 900 – 246	TELÉFONO MÓVIL:	0962015955

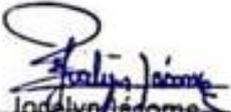
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Incidencia del ahumado líquido en las propiedades bromatológicas de los muslos de pollo.
AUTOR (ES):	Jácome Chávez Jocelyn Elizabeth
FECHA: DD/MM/AAAA	04/12/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Dra. Bélgica Bermeo PhD

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 04 días del mes de diciembre de 2023

EL AUTOR:


 Jocelyn Jácome

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 01 de diciembre de 2023

Dra. Bélgica Bermeo.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Unidad Académica de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



Dra. Bélgica Normandi Bermeo Córdova, PhD
C.C.: 1102325469

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Tribunal Examinador del trabajo de titulación "Incidencia del ahumado líquido en las propiedades bromatológicas de los muslos de pollo." elaborado por la Srta. Jácome Chávez Jocelyn Elizabeth, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Dra. Rigicy Normando Bermeo Cordova, PhD
C.C.: 1102325469



Msc. Armando Manosalvas
C.C.: 1001772134

DEDICATORIA

A Dios por darme fortaleza en cada paso de mi vida y llenar de luz mis caminos para tomar las decisiones correctas que me trajeron hasta este momento.

A mis padres por enseñarme a ser constante, a no dejarme vencer ante la adversidad, de manera especial a mi madre Jioconda Chávez quien con su ejemplo y amor cultivó en mí valores que me formaron como persona los mismos que seguiré llevando en mi vida como Ingeniera Agroindustrial.

A mis hermanos quienes han estado en mis triunfos y derrotas y han sabido ser solidarios conmigo privándose de muchas cosas para que yo pueda llegar hasta este día.

A mis abuelos y tías de quienes nunca he recibido un no por respuesta y han sido sostén en mi vida con sus consejos, amor y apoyo incondicional.

A mis amigos quienes llenaron los días de cansancio con sonrisas y experiencias que llevo en mi corazón, de manera especial a Diego quien ha compartido conmigo procesos, cambios e innumerables momentos y ha sido un apoyo incondicional para mí.

A todos quienes me acompañaron en este proceso, me enseñaron y guiaron durante estos cinco años.

Jocelyn Jácome, 2023

AGRADECIMIENTO

Al contemplar los resultados de este largo viaje, no puedo evitar expresar mi más profundo agradecimiento. Este logro no es únicamente mío, sino de todos aquellos que me han apoyado y acompañado en este camino.

Quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, específicamente en la carrera de Agroindustrias. Agradezco a todos los miembros de esta facultad por su entrega y dedicación en la formación de todos los estudiantes.

Quiero hacer una mención especial al Ingeniero Ángel Satama, quien me brindó orientación y apoyo para seleccionar el tema de mi investigación. Su experiencia y conocimiento fueron fundamentales en mi proceso. Asimismo, agradezco a la Dra. Bélgica Bermeo y al Ingeniero Armando Manosalvas, quienes generosamente compartieron su sabiduría y me guiaron en cada etapa de mi investigación, permitiéndome alcanzar una culminación exitosa.

Gracias a toda mi familia y amigos quienes en su momento me brindaron una palabra de aliento para seguir con este arduo trabajo, por compartir su tiempo conmigo y sobre todo por no dejarme sola en todo este proceso.

Todo lo aprendido durante estos cinco años de estudio, me lo llevo en la mente y corazón para aplicarlo durante mi nueva etapa como profesional.

Jocelyn Jácome, 2023

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo identificar la incidencia del humo líquido en las propiedades bromatológicas de los muslos de pollo. Para ello, se empleó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial AxBxC que contempló tres factores clave: temperatura, concentración de humo líquido y formulación de salmuera, presentando así ocho tratamientos distintos. Los resultados de humedad y color de cada tratamiento fueron sometidos al análisis estadístico utilizando la prueba Tukey al 5%. Además, se realizaron pruebas organolépticas con un panel de 30 estudiantes para evaluar la aceptabilidad del producto en términos de olor, color y sabor, utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Los datos obtenidos fueron analizados mediante la prueba de Friedman al 5%. Los hallazgos revelaron que el tratamiento T7 (temperatura = 100°C, concentración de humo líquido = 0,6% y formulación = Ajo 31,26%, cebolla 26,2%, pimienta negra 26,2%, orégano 16,43%) obtuvo la mayor aceptabilidad, demostrando que la incidencia del humo líquido influyó positivamente en características finales como la humedad, textura y jugosidad, lo que resultó en una mayor aceptación por parte del consumidor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
HIPÓTESIS	15
Hipótesis alterna	15
Hipótesis nula	15
CAPÍTULO I.....	16
MARCO TEÓRICO.....	16
1.1. Producción Avícola en Ecuador	16
1.1.1. Consumo de la Carne de Pollo.....	16
1.2. Valor Nutritivo de la Carne de Pollo.....	16
1.3. Características Fisicoquímicas	17
1.3.1. pH.....	17
1.3.2. Contenido de Humedad.....	18
1.3.3. Actividad de Agua	18
1.4. Salmuera.....	18
1.4.1. Agua y Hielo.	19
1.4.2. Cloruro de Sodio (NaCl).....	19
1.4.3. Nitrito (NaNO ₂).....	19
1.4.4. Fosfatos	20
1.5. Curado	21
1.5.1. Curado Utilizando el Método de Inyección	21
1.5.2. Especies utilizadas en el curado de carne	22
1.6. El Ahumado.....	23
1.6.1. Ahumado a temperatura baja	24
1.6.2. Ahumado a temperatura alta	25
1.6.3. Maderas para el Ahumado	25
1.6.4. Humo Líquido	26
1.7. Efectos del Humo Líquido sobre las Características de la Carne.....	26
1.7.1. Características Bromatológicas del Pollo Ahumado.....	27
1.7.2. Características Organolépticas del Pollo Ahumado.....	28
1.8. Microbiología de los productos cárnicos ahumados	29
1.8.1. Salmonella.....	29

1.8.2. Escherichia coli	29
1.9. Comercialización de la Carne Ahumada	29
1.10.1. Tipo de Envase para Productos Ahumados	30
1.11. Análisis Sensorial	32
1.11.1. Escalas de Intervalo	32
1.11.2. Pruebas de Preferencia	32
1.11.3. Pruebas de Aceptabilidad	33
1.11.4. Pruebas Hedónicas	33
MATERIALES Y MÉTODOS	35
2.1. Localización	35
2.2. Materiales y Equipos	36
2.3. Metodología	37
2.3.1. Características fisicoquímicas de la materia prima	38
2.3.2. Determinación del Tratamiento Óptimo de Ahumado Líquido para la Preparación de Muslos de Pollo	38
2.3.3. Evaluación de las características organolépticas y aceptabilidad del producto ahumado.	43
2.4. Manejo Específico del Experimento	44
2.4.1. Descripción del Proceso	45
CAPITULO III	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1. Variables Fisicoquímicas de la Materia Prima	47
3.1.1. Análisis de las características fisicoquímicas	47
3.2.1. Humedad	49
3.2.2. Color	53
CAPITULO IV	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
4.1. Conclusiones	61
4.2. Recomendaciones	62
CAPITULO V	63
5.1. Referencias Bibliográficas.	63
ANEXOS VI	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema de cámara de ahumado</i>	30
Figura 2 <i>Ejemplos de escalas de Intervalo</i>	32
Figura 3 <i>Mapa de ubicación Faenadora San Roque</i>	35
Figura 4 <i>Diagrama de flujo elaboración de salmuera</i>	44
Figura 5 <i>Diagrama de flujo elaboración de muslos de pollo ahumado</i>	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Composición Nutricional de Carne de Pollo</i>	17
Tabla 2 <i>Ingredientes de una Salmuera</i>	20
Tabla 3 <i>Ejemplo de Escalas de Categorización</i>	33
Tabla 4 <i>Ubicación del Experimento</i>	35
Tabla 5 <i>Equipos y utensillos</i>	36
Tabla 6 <i>Materia Prima e Insumos</i>	37
Tabla 7 <i>Variables y Métodos de Evaluación</i>	38
Tabla 8 <i>Descripción de Factores</i>	39
Tabla 9 <i>Tratamientos</i>	40
Tabla 10 <i>Características del Experimento</i>	40
Tabla 11 <i>ANOVA para el Diseño Completamente al Azar</i>	41
Tabla 12 <i>Variables Respuesta del Diseño</i>	41
Tabla 13 <i>Requisitos Microbiológicos para Productos Cárnicos Cocidos</i>	42
Tabla 14 <i>Parámetros de Calificación para Olor, Color y Sabor</i>	43
Tabla 15 <i>Análisis fisicoquímico de la materia prima</i>	47
Tabla 16 <i>ANOVA de la variable Humedad</i>	49
Tabla 17 <i>Pruebas Tukey para Humedad</i>	52
Tabla 18 <i>ANOVA de la variable a^* para color</i>	53
Tabla 19 <i>Análisis Microbiológico</i>	56
Tabla 20 <i>Prueba de medias Friedman 5%</i>	59

INTRODUCCIÓN

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

El consumo de carne de pollo en Ecuador es alto debido a su sabor, versatilidad en la cocina y alto valor nutricional como fuente de proteínas y aminoácidos esenciales, además de ser una opción económica y accesible para la mayoría de la población (Benítez et al., 2002)

(CONAVE, 2022) reportó que en el país se producen 494 mil toneladas de carne de pollo en 2020, y cada ecuatoriano consume en promedio 28 kg de esta carne al año. Por otro lado, según el informe de Ortega (2014) "Estudio de factibilidad para la elaboración de pollo ahumado empacado al vacío y su comercialización en la ciudad de Quito", existe una demanda insatisfecha de productos elaborados a base de carne de pollo, lo que indica la necesidad de ofrecer alternativas de consumo que conserven los nutrientes de la carne.

El ahumado es una técnica de conservación que otorga a la carne un sabor característico y no es utilizado en el país (Vilca, 2017). En este sentido, la Faenadora San Roque demanda de una investigación que le permita ofertar al mercado una nueva línea de pollo ahumado que satisfaga las necesidades de la población y cumpla con las normativas establecidas.

JUSTIFICACIÓN

La empresa Frenadora San Roque lleva seis años ofreciendo carne fresca de pollo en el mercado imbabureño, pero busca innovar para satisfacer las demandas de un consumidor cada vez más informado y exigente. La tecnología alimentaria ofrece la posibilidad de innovar en procesos y productos con nuevas formulaciones mediante técnicas operativas. Según diversos autores, como Vilca (2017), la técnica de conservación del ahumado puede mejorar el sabor y prolongar la vida útil del producto, lo que representa una oportunidad para agregar valor a la carne de pollo.

En este contexto, la empresa en mención busca desarrollar nuevos productos, como la carne de pollo procesada, para satisfacer las necesidades de los consumidores que buscan alternativas de alimentos cocidos y de fácil acceso con una vida prolongada. De acuerdo con Ortega (2014), la demanda de productos procesados de pollo en el país está en aumento, lo que hace que la investigación sobre la incidencia del ahumado líquido en las propiedades bromatológicas de los muslos de pollo sea aún más relevante y necesaria.

Por lo tanto, la propuesta de investigación tiene como objetivo evaluar la incidencia del ahumado líquido en las propiedades bromatológicas de los muslos de pollo. A través de este, se busca determinar las condiciones adecuadas para el uso del ahumado en muslos de pollo e identificar el tratamiento que tenga mayor aceptación por parte de un panel de catadores no entrenados.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar la incidencia del ahumado líquido sobre las características bromatológicas de muslos de pollo.

Objetivos Específicos

- Analizar las características fisicoquímicas de la materia prima.
- Identificar el mejor tratamiento de ahumado líquido para la elaboración de muslos de pollo ahumado.
- Evaluar las características organolépticas y aceptabilidad del producto ahumado.

HIPÓTESIS

Hipótesis alterna

La temperatura de ahumado y la concentración del humo líquido inciden en las características bromatológicas de la carne de pollo.

Hipótesis nula

La temperatura de ahumado y la concentración del humo líquido no inciden en las características bromatológicas de la carne de pollo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Producción Avícola en Ecuador

CONAVE (2022) manifiesta que “La avicultura aporta el 3% al PIB nacional, mientras que, si hablamos del PIB agropecuario, el aporte alcanza el 23%”. La crianza de aves realiza un aporte significativo en la economía del país, “existen 310 granjas dedicadas a la producción de huevo de mesa con una población de 13.7 millones de gallinas ponedoras, en 2021 el Ecuador produjo 3.500 millones de huevos”(CONAVE, 2022). Ello muestra que el consumo de carne de pollo aumenta cada año, lo que conlleva a una mayor producción de aves de corral.

1.1.1. Consumo de la Carne de Pollo

Al ser una carne con varios aportes nutricionales y apetecible por su sabor, accesibilidad y precio, se convierte en una de las principales carnes consumidas en el país. Según CONAVE (2022) “Ecuador produce toda la carne de pollo y huevos de mesa que consumen sus habitantes. En el año 2020 se produjeron en el Ecuador 494 mil toneladas de carne de pollo a partir de la cría de 263 millones de pollos de engorde, lo que quiere decir que en promedio un ecuatoriano consume 28 kg de pollo al año” (p.2)

La carne de pollo es una de las más recomendadas por los expertos para incorporar a nuestra dieta proteínas y nutrientes de alta calidad (valor biológico). Además, posee un bajo contenido en grasa lo que la hace ideal para cualquier tipo de dieta. “El pollo con piel tiene un valor calórico de 145 kilocalorías por una porción comestible de 100 gramos” (Castaño & Espinosa, 2016, p.39) El costo es accesible para la mesa de un hogar con un adecuado aporte de nutrientes.

1.2. Valor Nutritivo de la Carne de Pollo

El pollo provee una carne blanca que posee numerosos nutrientes que son

indispensables para el desarrollo y funcionamiento del organismo. “Posee proteínas de alto valor biológico, bajo contenido de grasas en su mayoría insaturadas, además minerales y vitaminas del complejo B” (Gallinger et al., 2016, p.11) como se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 1

Composición nutricional de carne de pollo por cada 100g

Nutriente	Valor
Energía	64 kcal
Proteína	15,5 g
Grasa total	0,2 g
Agua	83,7 g
Carbohidratos	-
Cenizas	0,60 g

1.3.Características Fisicoquímicas

“Las características fisicoquímicas de la carne se relacionan directamente con el termino calidad de la carne pues, se refieren a las propiedades deseables que posee un producto por los consumidores”(Bautista et al 2016, p.89)

Características como color, pH, capacidad de retención de agua y poder de emulsificación son importantes en productos primarios como la carne, ya que a partir de estas se puede establecer su destino, bien sea para el consumo directo y/o transformación.

1.3.1. pH

Se encuentra considerado como uno de los parámetros principales a considerar para verificar la calidad de la carne ya que este afecta a cualidades (color, capacidad de retención de agua, etc). Según Castaño & Espinosa (2016) menciona que este valor se disminuye tras la muerte del animal, principalmente, debido a la degradación del glucógeno a ácido láctico, una reacción en la que el músculo trata de producir energía en

ausencia de oxígeno. Esta reacción, depende de la actividad de una serie de enzimas, que son sensibles a la temperatura, por lo que es relevante considerar la temperatura del músculo al momento de hacer la medición del pH.

1.3.2. Contenido de Humedad

“El análisis del contenido de humedad o de materia seca, es en el análisis bromatológico a lo mejor el más frecuentemente realizado, debido a que permite conocer el grado de dilución de los nutrimentos o componentes de la muestra” (León et al., 2017, p. 66).

1.3.3. Actividad de Agua

La Capacidad de Retención de Agua (CRA) es influenciada por el pH del músculo, mientras más alejado este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Por ejemplo, en valores superiores a 5.8 de pH, se favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua. Además del pH, otros factores que afectan la CRA, son la especie de que proviene la carne, el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas (León et al., 2017).

1.4.Salmuera

Es una mezcla de proteínas, hidrocoloides, sal y fosfatos de alta solubilidad y buena retención de humedad, que proporciona excelentes características de textura, succulencia y suavidad en los productos inyectados (Fajardo, 2017).

Según Torrejón & Zegarra (2014) “la adición de sal es un proceso que desde la antigüedad se usaba con el afán de conservar las carnes y otorgarles un salado agradable” (p. 18); actualmente el uso de marinado para canales de aves, piezas y carne deshuesada ha aumentado, este proceso se realiza inyectando la carne con una solución de fosfato antes de ser sometida a un proceso de cocción.

En la actualidad, el tratamiento de salado aplicado a los productos ahumados como

pretratamiento tiene como objetivo principal el refinamiento del gusto y del aspecto, en segundo lugar, una mayor duración de los productos disminuye la actividad de agua y por lo tanto también lo hace la actividad microbiológica (Schmidt et al., 1988).

Generalmente, el cloruro de sodio, conocido como sal, se destaca como el ingrediente principal en la preparación de la salmuera. Entre sus funciones primordiales se encuentra la de solubilizar las proteínas miofibrilares, facilitando así la preparación de la carne para la absorción de agua. Esto, a su vez, permite la separación de las fibras, promoviendo la incorporación de agua y contribuyendo significativamente a su retención. Además, actúa como agente depresor de la actividad del agua, lo que resulta beneficioso para la rapidez y la conservación del producto durante su procesamiento (Jácome & Morillo, 2011).

1.4.1. Agua y Hielo.

El agua es el disolvente universal que se destaca por su gran capacidad para combinarse con otras sustancias mientras el hielo se lo emplea para el enfriamiento inicial de la salmuera. Este aspecto es de gran importancia ya que para su correcto funcionamiento debe mantener una temperatura entre 2°C y -2°C pues esto favorece a un menor drenaje de la salmuera en la carne, ya que la fibra muscular se encuentra compacta debido al descenso de temperatura (Jácome & Morillo, 2011).

1.4.2. Cloruro de Sodio (NaCl).

Es una sal, sustancia que ayuda a controlar el crecimiento de algunos microorganismos ya que reduce la actividad de agua en la carne y crea un ambiente salino evitando así el desarrollo microbiano. La sal ayuda a la carne a solubilizar las proteínas miofibrilares para el proceso de adición de agua, favoreciendo la retención de los jugos y aumentando el tiempo de conservación de los productos (Torrejón & Zegarra, 2014).

1.4.3. Nitrito (NaNO₂).

Durante el proceso de curado de las diferentes carnes existen aditivos y

conservantes autorizados bajo la norma de acuerdo con cantidades sugeridas, el nitrito es un acompañante casi permanente de la sal puesto que inhibe el crecimiento de algunos microorganismos además de ser efectivo contra bacterias espora formadoras, especialmente del género *Clostridium*.

En el curado de carne casi siempre la sal se usa combinada con nitrito (o nitrato). A nivel comercial, y de acuerdo con la legislación vigente, el nitrito inhibe el crecimiento de diversos microorganismos, dependiendo de factores como la concentración y el tipo de organismo. Es importante destacar que el nitrito es especialmente efectivo contra bacterias formadoras de esporas, como las del género *Clostridium*, además de mejorar el sabor de los productos finales (Jácome & Morillo, 2011).

1.4.4. Fosfatos

Torrejón & Zegarra (2014) manifiestan, además de la sal, al trabajar en conjunto, se incrementa la retención del agua al facilitar la solubilización de la proteína muscular y elevar el pH, también actúa como antioxidante, reduciendo la oxidación de la grasa y mejorando la estabilidad del color. Fajardo (2017), considera que la composición de la salmuera varía según el tipo de producto, lo cual determina el porcentaje de inyección. Además, se selecciona la cantidad de ingredientes y aditivos a agregar al producto final. Sin embargo, se debe tomar en cuenta los niveles máximos permitidos establecidos en la norma INEN 1338 para productos cárnicos como se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2

Ingredientes de una salmuera

Ingredientes/Aditivos	Cantidad (%)
Agua	87,46
Sal	8,75
Azúcar	0,40
Condimentos	1,62

Ingredientes/Aditivos	Cantidad (%)
Nitrito de sodio	0,90
Fosfatos	0,87

En la preparación de la salmuera se debe considerar aspectos como suficiente acción mecánica para conseguir una completa disolución sin demasiada aireación, la temperatura debe ser siempre bajo 4°C preparada con agua sin contaminación microbiológica (Jácome & Morillo, 2011).

En cuanto a temperaturas de proceso, la temperatura ideal para la preparación de salmuera esta entre 2 a 4 °C la temperatura de la canal, entre 0° y 4°C y una temperatura de almacenamiento de 4 al 6°C que proporcionarán mejores rendimientos (Jácome & Morillo, 2011).

1.5. Curado

Es un conjunto de procesos físicos y químicos que se pueden aplicar a la carne, es el acto de introducir en la carne una solución balanceada de especias, aditivos e ingredientes por medio de inmersión, inyección, o masaje para lograr la absorción y retención de ésta dentro de la carne (Santos et al., 2018).

En la actualidad, existen varias formas de curado; entre estas se encuentran el método de inmersión o el marinado en seco. Sin embargo, debido al considerable tiempo que requieren estas técnicas, las industrias alimenticias han optado por métodos más prácticos y modernos, como el método de inyección, que incorpora nuevas tecnologías.

1.5.1. Curado Utilizando el Método de Inyección

La técnica más comúnmente empleada para la curación de grandes trozos de carne y carnes con hueso es la inyección, debido a su alta eficiencia y productividad. Este proceso se lleva a cabo utilizando una máquina inyectora convencional, la cual opera a bajas presiones y utiliza agujas con diámetros de 1 mm o más. Durante el descenso de la aguja a través de la carne, se deposita la salmuera o adobo, formando un depósito que se dispersa

en miles de pequeñas gotas de salmuera nebulizadas. Estas pequeñas partículas líquidas, gracias a su tamaño diminuto y alta velocidad, se adentran en las fibras de la carne de manera profunda sin ocasionar ningún tipo de daño en su estructura muscular (Santos et al., 2018). Sobre el porcentaje de salmuera a inyectar, las normas sanitarias en Ecuador hacen recomendaciones (10% al 12%) del peso de la carne de pollo, pero no establece límites taxativos, por lo que suele manejarse con ganancias de peso superiores, dependiendo del destino final de la carne.

1.5.2. Especies utilizadas en el curado de carne

Algunos productos cárnicos y embutidos requieren el uso extensivo de aditivos y conservantes para prolongar su vida útil y evitar la proliferación de microorganismos dañinos. No obstante, investigaciones han evidenciado la naturaleza perjudicial para la salud de estos compuestos, tales como sulfitos, ácidos sórbicos, cítricos, sales de nitrito y nitratos. Por consiguiente, la industria explora alternativas que minimicen o reemplacen estos aditivos, considerando especias como el Tomillo (*Thymus vulgaris*), Orégano (*Origanum vulgare*), Clavos de olor (*Syzygium*) y Ajo (*Allium sativum*). Estos elementos no solo presentan menores riesgos para la salud, sino que también aportan características organolépticas únicas y sabores distintos a los productos cárnicos convencionales (Sánchez & Martínez, 2017).

Comúnmente, se atribuye la capacidad antimicrobiana de hierbas y plantas a los compuestos fenólicos contenidos en sus extractos o aceites esenciales, sin embargo, se ha evidenciado que la efectividad antimicrobiana de estos compuestos se ve influenciada por factores como la cantidad de grasa, proteína, concentración de sal, pH y temperatura (Zurbriggen, 2009).

Las especias no solo proporcionan sabor y aroma a los alimentos, sino que también tienen otras funciones, como ser antioxidantes (como mejorana, romero, pimentón,

mostaza, enebrina, pimienta negra y clavo de olor), poseer propiedades medicinales (como el ajo y el comino) y mostrar actividad antibacteriana (como la pimienta y el ajo).

Además, las especias naturales empleadas en sazonar embutidos (como la pimienta negra y blanca, el pimentón, el ajo, entre otras) juegan un papel fundamental en el impulso del proceso de acidificación llevado a cabo por las bacterias (Zurbriggen, 2009).

Cabe recalcar que, al curar carnes se emplean diferentes especias y condimentos que no solo aportan sabor, sino que también contribuyen a la preservación y entre las más comunes utilizadas en el proceso de curado de carnes incluyen:

- **Pimienta negra:** Se utiliza en forma de granos enteros o molida para dar sabor y también actúa como conservante.
- **Pimentón:** Tanto el dulce como el picante se usan para dar color y sabor a las carnes curadas, como en el caso del chorizo.
- **Ajo y cebolla en polvo:** Ambos proporcionan un sabor distintivo y pueden tener propiedades antibacterianas que ayudan en el proceso de curado.
- **Nuez moscada:** Aporta un sabor característico y se utiliza en algunas mezclas para carnes curadas.
- **Clavo de olor:** Sus aceites esenciales pueden ayudar en la preservación y añaden un sabor único a las carnes curadas.
- **Tomillo, orégano y romero:** Estas hierbas no solo aportan sabor, sino que también pueden tener propiedades antimicrobianas que contribuyen a la conservación de la carne.

1.6. El Ahumado

Dentro de los métodos de conservación utilizados en carne actualmente se encuentra el ahumado, el cual va acompañado de un proceso previo como el salado y es

combinado con procesos posteriores como la refrigeración.

Moles (2015), manifiesta que el ahumado de alimentos es una técnica que surgió con la observación y la necesidad. Ahora se utiliza como una manera inimitable de aportar sabores únicos. Esta técnica antigua de conservación otorga al producto sabor, olor y color apreciable para el consumidor, características que son proporcionadas por los componentes presentes en el humo, el cual se aplica al alimento como agente multifuncional que actúa generando factores saborizantes, bacteriostáticos y anti oxidativos.

La calidad de un producto cárnico como son los productos ahumados depende de las características de la materia prima, los principales ingredientes que se usan en la elaboración de este tipo de productos son la carne de cerdo, res y pollo que tengan color, textura y apariencia acorde a su especie, para el caso de las aves el color del músculo debe estar entre rosa pálido y blanco (Cori et al., 2014).

Además, la técnica de ahumado se puede realizar de dos maneras, en frío o caliente. Cuando se realiza a temperaturas entre 10° y 30° no cocina los alimentos y vendría a parecerse al curado. El humo del serrín o las astillas ingresa en el alimento, que va perdiendo humedad poco a poco (Moles, 2015).

Por otro lado, cuando el ahumado es realizado en caliente, la temperatura se eleva significativamente, oscilando entre los 70°C y 80°C, alcanzando hasta los 110°C, según las necesidades del alimento. Esta técnica, comúnmente aplicada en carnes y aves, implica una exposición a temperaturas más altas para lograr la cocción y el ahumado simultáneamente.

1.6.1. Ahumado a temperatura baja

Hay dos grandes grupos de productos cárnicos vinculados al humo frío: los embutidos y los jamones crudos en sus múltiples variedades. La temperatura debe

mantenerse por debajo de los 20°C siempre que sea posible.

En este tipo de ahumado existe pérdida de peso desde el 2 al 5% dependiendo de la humedad en el ahumador; los productos soportan temperaturas entre 13 y 30°C, el tiempo de ahumado varía entre 24 a 48 horas según el alimento, por lo cual se considera que es un proceso de larga duración (Fajardo, 2017).

1.6.2. Ahumado a temperatura alta

El humo caliente se usa casi exclusivamente para tratar productos cárnicos sometidos a la salazón, entendiéndose por esta el tratamiento con nitrito o la adición de la mezcla salina de la salmuera.

La técnica de ahumado en caliente se utiliza en la mayoría de los productos. Se requiere que las temperaturas estén entre 55°C y 80°C, aunque si se lleva a cabo a temperaturas de entre 85°C y 110°C, se considera un ahumado de alta temperatura que produce productos con una corta vida útil. En este tipo de ahumado, el humo no penetra muy profundo sobre los alimentos ya que se produce una elevada desecación y arrugamiento de su superficie, además, las pérdidas de peso son menores por la formación de una costra superficial (Fajardo, 2017). Por consiguiente, “el tiempo de ahumado es rápido entre 30 y 60 minutos, pudiendo repetir el procedimiento varias veces al día” (Moreno, 2003, p. 17).

1.6.3. Maderas para el Ahumado

El uso de madera o aserrín es importante para brindar las características deseadas al producto, estas deben estar libres de clavos, pintura o químicos, entre otros. Se debe elegir la madera que se adapte mejor a las necesidades, en vista que diferentes maderas otorgan diferentes sabores (Agustinelli, 2014).

En términos generales, cualquier madera que es dura y libre de resina es buena para ahumar. Se recomienda evitar maderas blandas y de hoja perenne (cedro, ciprés,

olmo, pino, madera roja), por el contrario, si un árbol da frutas o frutos secos entonces es bueno para ahumar (García, 2021).

1.6.4. Humo Líquido

El humo líquido, un derivado acuoso de la madera, se utiliza para impartir un sabor ahumado sin desecar los productos. A diferencia de los compuestos cancerígenos, este humo ofrece únicamente el aroma característico. Su ausencia de hidrocarburos policíclicos, considerados mutagénicos y cancerígenos, lo convierte en una alternativa popular en la industria cárnica, aplicable dentro y fuera del ahumador (Agustinelli, 2014).

1.6.4.1. Ventajas del Uso de Humo Líquido

Al utilizar la técnica de ahumado aplicando humo líquido se consigue la uniformidad de los productos, además que se establece un nivel adecuado de humo líquido para las piezas y se logra normalizar el proceso para volver a reproducirlo, lo que no sucede con el ahumado tradicional. Además, el proceso evita la utilización de maderas que pueden tener agentes físicos externos que contaminen la carne, resultando un proceso más higiénico.

Una ventaja importante al usar los condensados del humo natural es la remoción de alquitranes y resinas relativas a los hidrocarburos policíclicos durante el proceso de fabricación del humo, lo que según investigaciones elimina los agentes carcinógenos potenciales de los alimentos que usen el humo líquido como aditivo en los alimentos (Maldonado, 2010).

1.7. Efectos del Humo Líquido sobre las Características de la Carne.

“Los elementos presentes en el humo líquido interactúan con las proteínas de la carne cuando se expone al calor, produciendo las cualidades distintivas del ahumado, tales como su color, aroma y sabor únicos, así como también una acción antimicrobiana)” (Mariotti, 2020).

En principio, se ha determinado que el poder conservante del ahumado no se debe solo al humo, sino que resulta de la combinación de diferentes factores, como son la previa incorporación de sal, la deshidratación parcial de los tejidos que se produce a lo largo de las diferentes etapas del proceso y la acción conservante de los componentes del humo generando cambios físicos y químicos en la materia prima como, el valor de pH, Actividad del Agua (aw), color, textura, etc., que permiten retrasar los procesos microbiológicos y oxidativos causantes del deterioro, además de conferir al producto final características sensoriales muy apreciadas por el consumidor (Connell et al., 2011).

En términos generales, el proceso de ahumado infunde en los alimentos ricos en proteínas los elementos aromáticos que otorgan su distintivo sabor y color. Además, ofrece beneficios adicionales a la industria alimentaria en comparación con el método de ahumado convencional, incluyendo la homogeneidad en el sabor y la apariencia de los alimentos, una producción más ambientalmente amigable, el control de emisiones gaseosas y la eliminación de sustancias peligrosas (Maldonado Chávez et al., 2015).

1.7.1. Características Bromatológicas del Pollo Ahumado

Las características bromatológicas de la carne resultan de los procesos antes mencionados los cuales afectan en la composición, propiedades y valor nutritivo de un producto alimenticio (García, 2021). A continuación, se detallan las características más relevantes en los productos cárnicos procesados:

- **Humedad:** La cantidad de agua presente en la carne facilita el crecimiento de microorganismos, sin embargo, la reducción de agua después de un proceso de cocción resulta en la plasmólisis celular, lo que reduce o detiene el crecimiento de microorganismos debido a la inhibición de la actividad enzimática (García, 2021).
- **Grasa:** La proporción óptima y máxima tanto del contenido natural de grasa en la carne como de la grasa adicional incorporada en el proceso debe mantenerse constantemente (Chicaiza, 2015).

- **Proteína:** Las proteínas son una fuente de nitrógeno fundamental para la regeneración de tejidos, la síntesis de enzimas, la producción de anticuerpos y hormonas (García, 2021). En la carne, estas proteínas están compuestas por una combinación de 20 aminoácidos que se unen mediante enlaces peptídicos, el humo contiene compuestos como fenoles, aldehídos y ácidos carboxílicos que pueden interactuar con las proteínas superficiales de la carne, sin embargo, el proceso de ahumado no genera una modificación drástica en las mismas (Chicaiza, 2015).

1.7.2. Características Organolépticas del Pollo Ahumado

El ahumado aporta características agradables a la carne, estas se encargan de generar cambios físicos y químicos que se pueden apreciar a lo largo del proceso, estas características son:

- **Color:** Al someter la carne al humo se producen reacciones amino – carbonil que suceden entre los compuestos carbonílicos y los grupos amino de las proteínas en presencia de azúcares reductores. La deshidratación del azúcar y otros productos presentes en el humo contribuyen con la reacción generando pardeamiento no enzimático de Maillard (García, 2021).
- **Aroma:** Es proporcionado, en gran parte, por la fracción fenólica (siringol, y 2–6dimetoxi – metil-fenol); otros constituyentes participarían también en el olor.
- **Sabor:** Para esta característica participan principalmente derivados fenólicos (guayacol, siringol y eugenol), pero en la formación del gusto definitivo hay que tener en cuenta otros aspectos, como el porcentaje de sal del producto y la especie con las que se elaboró el curado (García, 2021).
- **Textura:** En general, la carne de pollo queda blanda y tierna, con un endurecimiento suave en la superficie del producto. Las modificaciones básicas son: pérdida de agua, fusión de la materia grasa, desnaturalización de las proteínas

del tejido conjuntivo (García, 2021).

1.8. Microbiología de los productos cárnicos ahumados

La carne de pollo es de las más consumidas mundialmente por ser una significativa fuente de proteínas a un costo accesible, pero al mismo tiempo es la principal fuente de transmisión de Salmonella.

1.8.1. *Salmonella*

Estos microorganismos son bacilos móviles Gram negativos, no formadores de esporas (Adams y Moss, 2008) que colonizan el canal gastrointestinal de animales destinados al consumo humano, lo que los hace causantes de las gastroenteritis, además es capaz de multiplicarse en un amplio rango de temperaturas (5-46°C), aunque el óptimo de crecimiento se encuentra entre 35 y 43°C una actividad de agua (a_w) y un pH óptimo de 7 a 7,5 (Gallinger et al., 2016).

1.8.2. *Escherichia coli*

La E. coli es una bacteria que habitualmente se encuentra presente en los intestinos de las personas y los animales. También puede encontrarse en el medioambiente y, en ocasiones, en alimentos y agua no tratada. Aunque la mayoría de las cepas de E. coli son parte de un tracto intestinal sano, existen ciertas variedades que pueden provocar enfermedades. Estas pueden propagarse a través del agua o los alimentos contaminados, o mediante el contacto con animales o personas (Schmidt et al., 1988). En consecuencia, es esencial realizar análisis microbiológicos en carnes de pollo y productos de abasto para garantizar la calidad y seguridad de estos alimentos para el consumo humano. Según las normas INEN, dado que se considera un producto cocido, existen ciertas restricciones sobre la cantidad de microorganismos permitidos.

1.9. Comercialización de la Carne Ahumada

El pollo ahumado es un producto atractivo para la comercialización. En Ecuador,

varias empresas ya están distribuyendo una variedad de productos cárnicos ahumados, incluyendo pollo ahumado. Algunas marcas registradas de estos productos incluyen La Europea, La Española, Pronacaca y Piggis, que se distribuyen a diversas regiones del país (Narváez y Cuastumal, 2022).

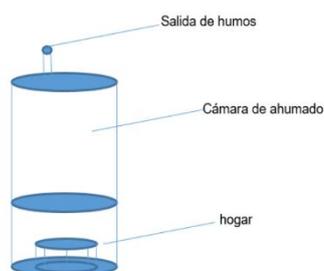
Entre las empresas más destacadas está Pronaca, líder en el sector avícola en Ecuador, con un alcance de distribución a nivel nacional. Sin embargo, a pesar de ser una de las empresas con mayor presencia en la producción y comercialización de productos cárnicos, los productos ahumados, especialmente el pollo ahumado, no se encuentran fácilmente en bodegas, tiendas o supermercados (Pronaca S.A., 2015).

1.10. Tecnología del Ahumado

En la actualidad las tecnologías de alimentos son potenciadoras en la utilización de técnicas ancestrales, para aplicarlas con modernos equipos tecnológicos y nuevos estándares de calidad. Es aquí donde toma relevancia los productos ahumados, ya que “existe un alto número de compradores que adquieren este tipo de alimentos, ya que las características organolépticas están potenciadas por los efectos del humo y de la salmuera” (Peñafiel et al., 2020, p. 64). La Figura 1 muestra un esquema general de la cámara de ahumado.

Figura 1

Esquema cámara de ahumado



1.10.1. Tipo de Envase para Productos Ahumados

La carne y los productos cárnicos tienen varias manipulaciones antes de llegar al

consumidor final; por ello, es importante elegir correctamente el método de preservación a utilizar. Los empaques tienen la función de conservar y proteger el producto con la finalidad de mantener su integridad y calidad (Reséndiz-Cruz et al., n.d.)

1.10.1.1. Empaques al Vacío

“El envasado al vacío consiste en la eliminación total del aire dentro del envase, sin que sea reemplazado por otro gas. Este método es usado para conservar carnes, ya que aísla al producto de elementos exteriores que pudieran deteriorarlo” Ferreyros (2021).

Este tipo de envasado por su naturaleza no deforma las piezas de pollo y conserva las características físicas y químicas fundamentales del producto siendo eficiente debido a que alarga la vida útil de la carne y evita la contaminación con de microorganismos si se mantiene en refrigeración a temperaturas entre 4 °C y 6 °C.

1.10.1.2. Empaque en Atmósfera Modificada

Actualmente existen varias tendencias nuevas en el consumidor debido a las cuales diferentes industrias se han visto en la necesidad de modificar procedimientos y crear nuevas formas de almacenar alimentos sin dañar las propiedades fisicoquímicas del mismo y alargando su vida útil.

Es decir, el uso de la técnica de envasado en atmósfera modificada se emplea con el fin de disminuir el crecimiento de microorganismos, lo que consecuentemente ayuda a prevenir el deterioro de la carne (Casquete et al., 2019)

1.10.1.3. Películas Plásticas Utilizadas para Empaque

“Las mejoras en la calidad y vida útil de los alimentos se logran mediante el control de gases y permeabilidad al vapor de agua. Las películas de empaque que actúan como barrera contra el oxígeno son importantes en la industria cárnica. Las propiedades de los materiales influyen en la calidad del empaque, y se han desarrollado películas para regular el paso de gases y humedad, mejorando el sellado y facilitando la cocción en autoclave”

(Ospina & Cartagena, 2008).

1.11. Análisis Sensorial

El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor (García Ahued, 2014).

El análisis sensorial desempeña un papel crítico al cuantificar las cualidades sensoriales de los productos alimenticios, lo que permite la evaluación objetiva de su calidad y la predicción de su aceptación por parte de los consumidores (Del Valle & Mina, 2021)

1.11.1. Escalas de Intervalo

Las escalas de intervalo permiten ordenar muestras de acuerdo con la magnitud de una sola característica del producto o de acuerdo con la aceptabilidad o preferencia, además indican el grado de diferencia entre muestras.

Figura 2

Ejemplos de escalas de intervalo

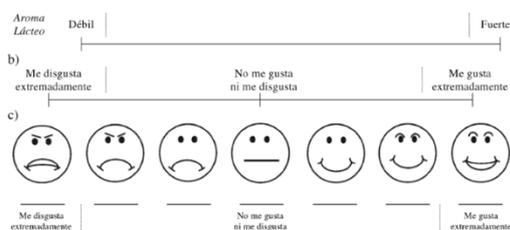


Figura 1. Ejemplos de escalas de intervalo comúnmente utilizadas: a) escala lineal para intensidad de una característica (Stone y Sidel, 2004), b) línea para las pruebas de aceptación (Lawless y Heymann, 2010), y c) escala facial (Chen *et al.*, 1996).

En las pruebas de preferencia, se le presentan a los consumidores dos o más muestras y se les solicita que señalen cuál de ellas es la que prefieren (Drake, 2007). Si hay más de dos muestras se puede solicitar a los consumidores que ordenen su preferencia (mayor a menor). Son pruebas de fácil realización y comprensión para los consumidores

de todas las edades, incluso aquellos con poca preparación. Estas pruebas permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia.

1.11.3. Pruebas de Aceptabilidad

Se utilizan para evaluar la aceptación de un producto por parte de los consumidores, y dependiendo de su categoría, permiten medir el nivel de satisfacción o insatisfacción hacia dicho producto. La aceptabilidad de un producto suele reflejar su uso real. Para evaluar si un producto es aceptable, se pueden emplear diferentes métodos como pruebas de clasificación, escalas de categorización y pruebas de comparación uno a uno (Reséndiz-Cruz et al., n.d.).

1.11.4. Pruebas Hedónicas

Las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas nos permiten no sólo establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de esta. Esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial (Del Valle & Mina, 2021).

1.11.4.1. Escala hedónica de Friedman.

La escala más utilizada es la escala hedónica de 9 puntos, aunque también existen variantes de ésta, como son la de 7, 5 y 3 puntos o la escala gráfica de cara sonriente que se utiliza generalmente con niños (Drake, 2007). Un ejemplo de escalas de categorización se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Escalas de categorización

Puntaje	Categoría
1	Me gusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta poco

Puntaje	Categoría
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta mucho
7	Me disgusta extremadamente

Esta prueba es ampliamente recomendada para la mayoría de los estudios que buscan simplemente determinar si hay diferencias en la aceptación de los productos por parte de los consumidores. Los panelistas evalúan muestras codificadas de varios productos y expresan su grado de agrado, seleccionando una categoría en una escala que va desde "me gusta extremadamente" hasta "me disgusta extremadamente". La escala puede ser representada visualmente, mediante números o texto, y se permite asignar la misma categoría a más de una muestra (Ramírez, 2012).

1.11.4.2. Los Panelistas.

Al seleccionar los panelistas para estas pruebas, se recomienda buscar individuos que representen la población objetivo del producto. Esto podría basarse en características demográficas como la edad, el sexo, el grupo étnico, etc. Para productos industriales y en empresas, se suelen usar sujetos entrenados, mientras que, para evaluar la respuesta de la población general al producto, se puede usar la población en general (Del Valle & Mina, 2021).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa Faenadora San Roque, la misma que se encuentra ubicada en el cantón Antonio Ante, ciudad de Atuntaqui. La Tabla 4 muestra las características del lugar donde se realizó la investigación.

Tabla 4

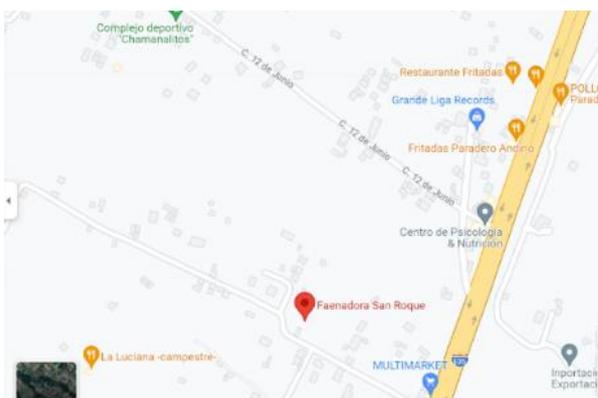
Ubicación del experimento

Localización	Descripción
Provincia	Imbabura
Cantón:	Antonio Ante
Lugar:	Empresa Faenadora San Ro Sugiero el título que
Altitud:	2405 m.s.n.m
HR. Promedio:	92 %
Precipitación:	550 mm/año
Temperatura media:	16°C
Coordenadas:	0,293877 – 78.237177

Fuente: Tomado de (INAMHI, 2020)

Figura 3

Mapa de ubicación Faenadora San Roque



2.2. Materiales y Equipos

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó como materia prima piernas de pollo frescas obtenidas de la planta Faenadora San Roque ubicada en la ciudad de Atuntaqui, parroquia de San Roque; además, se usaron equipos, utensilios, aditivos, conservantes y condimentos que se han sido adquiridos en la ciudad de Quito y en distribuidores locales, las características de estos se detallan a continuación.

Tabla 5

Equipos y utensilios

Equipos y utensilios	Características	Imagen
Ahumador	Vertical de acero inoxidable, capacidad 18,5kg regulador de temperatura, automático a gas.	
Recipientes	Plástico polietileno, capacidad 5L	
Balanza	Marca Camry, digital, capacidad de 5kg ± 1g	
Jeringa Inyectora	Acero inoxidable, capacidad 20ml	
Colorímetro	Medida en base al coeficiente de reflexión	
Termómetro para carne		

Equipos y utensillos	Características	Imagen
Cuchillos	Rango de -50°C a 250°C	
Bandejas	± 1°C	
	Acero inoxidable	
	Plástico grado alimenticio, medidas 60x40cm	

La materia prima e insumos para el desarrollo de esta investigación han sido adquiridas en la empresa Faenadora San Roque y la empresa Aditmaq, las características de estos se detallan en la Tabla 6 y las fichas técnicas de los mismos se detallan en el Anexo 1.

Tabla 6

Materia prima e insumos

Materia prima e insumos	Características
Muslos de pollo	Carne fresca, peso promedio 200gr
Humo líquido	De uso industrial, marca Aditmaq
Polifosfato	Conservante
Cloruro de sodio	Aditivo y conservante
Nitrito de sodio	Conservante y bactericida

2.3. Metodología

Faenadora San Roque cuenta con materias primas de alta calidad y seguras para el consumo, y para comenzar esta nueva línea de producción se utilizó una cantidad diaria que oscila entre el 10% y el 15% de la producción total, lo que equivale a aproximadamente 40 muslos de pollo utilizados en el desarrollo de esta investigación.

2.3.1. Características fisicoquímicas de la materia prima

El análisis se llevó a cabo en el Laboratorio Alfanalítica de la ciudad de Ibarra a muslos de pollo frescos faenados y las variables evaluadas, así como los métodos utilizados, se detallan en la Tabla 7, conforme a la norma INEN 1338:2012 que establece los requisitos de calidad para carnes y productos cárnicos.

Tabla 7

Variables y métodos de evaluación parámetros fisicoquímicos

Variab les	Método
pH	NTE INEN 783
Proteína total (% N 6,25)	NTE INEN 781 / AOAC992.15
Porcentaje de humedad	AOAC 925.10
Peso	AOAC 39.

2.3.2. Determinación del Tratamiento Óptimo de Ahumado Líquido para la Preparación de Muslos de Pollo

Para alcanzar el objetivo de la investigación se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) aplicable a variables cuantitativas con diseño factorial (AxBxC). Para determinar si existía una distribución normal entre los datos o si había una diferencia significativa, se aplicó el análisis de varianza ANOVA. Se consideró un valor menor a $p < 0,05$ para aceptar la hipótesis alternativa de homogeneidad.

En la fase preliminar de la investigación, se llevaron a cabo pruebas con el fin de establecer los parámetros relevantes para el estudio, incluyendo la variación de las temperaturas utilizadas. En consecuencia, se decidió trabajar con dos temperaturas específicas: 80 y 100°C. Esta elección se basó en la sugerencia proporcionada por (Fajardo, 2017) la cual indica un rango de temperaturas entre 70 y 100°C para el proceso de ahumado caliente aplicado a muslos de pollo.

Además, Moreno (2003), señala que el tiempo de ahumado para muslos de pollo oscila entre 30 y 60 minutos. Por lo tanto, se estableció un tiempo promedio de 50 minutos tras realizar pruebas previas para determinar el tiempo de ahumado.

Por otro lado, para el factor concentración de humo líquido, (Maldonado Chávez et al., 2015) usa diferentes concentraciones de humo líquido en la mezcla con salmuera o inyección en el producto. Según este estudio, la dosis varía entre 0,25 y 1%. En este contexto la normativa 1338 INEN para el agregado de salmuera estipula que su adición debe oscilar entre el 10% y el 12% del peso de la carne. La salmuera está compuesta por una mezcla de sal, agua, nitritos, fosfatos y condimentos, los cuales se agregan en proporciones diferentes de acuerdo con el producto que se desea realizar y en cumplimiento con las dosis establecidas por la norma 1334 INEN para aditivos alimentarios. Para el factor de variabilidad de especias, se realizaron pruebas previas con diferentes formulaciones que se incluirán en la salmuera. Información que se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Descripción de factores

Factor	Nivel	Descripción
Temperatura	A1	80°C
	A2	100°C
Concentración de humo líquido	B1	0,30%
	B2	0,60%
Formulación	E1	Ajo 54,70% cebolla 25,20%, albaca 14,40%, magui 6,25%.
	E2	Ajo 31,26%, cebolla 26,20%, pimienta negra 26,20%, orégano 16,43%.

Los tratamientos establecidos son 8, resultado de la combinación de los niveles de los factores como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

Unidades

Tratamientos	Interacción
T1	A1B1E1
T2	A1B1E2
T3	A1B2E1
T4	A1B2E2
T5	A2B1E1
T6	A2B1E2
T7	A2B2E1
T8	A2B2C2

En este estudio, cada unidad experimental se conformó por dos muslos de pollo que se utilizaron para llevar a cabo la investigación. Las características específicas del experimento se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10

Características del experimento

Características	Numero
Tratamientos	8
Repeticiones	3
Unidades experimentales	24

2.3.2.1. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se presenta en la Tabla 11 el ANOVA con los grados de libertad correspondientes para un diseño experimental (AxBxC).

Tabla 11*Análisis de Varianza*

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Total	24 – 1
Tratamientos	8 – 1
Factor A	1
Factor B	1
Factor C	1
Interacción AxB	1
Interacción AxC	1
Interacción BxC	1
Interacción AxBxC	1
Error exp.	16

Para comprobar que los datos obtenidos se ajustan a una distribución correcta según las pruebas de Shapiro – Willks y Levene, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Al existir diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar el análisis funcional para los mismos, dichos análisis se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12*Análisis Funcional.*

Descripción	Análisis
Tratamientos	Tukey al 5%.
Factores DMS	DMS (Diferencia mínima significativa) al 2%

Las variables de respuesta se obtuvieron tras finalizar el proceso de ahumado y realizar el análisis ANOVA. Dichas variables se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 13*Variables respuesta del diseño*

Variables	Unidades
Color	CIE Lab
Humedad	%

En cuanto al análisis colorimétrico instrumental, se midieron directamente los 8 tratamientos por triplicado utilizando un colorímetro de marca 3nh basado en el sistema CIELab (parámetros L*, a*, b*).

Asimismo, a partir del análisis fisicoquímico, se seleccionaron los 3 tratamientos con mayor porcentaje de humedad, este criterio refleja el rendimiento del producto, tal como menciona García (2021) ya que, según su estudio, el rendimiento en pollos enteros ahumados es de 77,17% debido a la pérdida de humedad y contenido graso, con una merma promedio de 22,83% respecto al peso inicial lo que indica una humedad promedio de 55,66%. Además, Fajardo (2017) indica que después del ahumado de muslos de pollo, se obtuvo un porcentaje de humedad de 73,48%. Tomando como referencia estos estudios, se espera un porcentaje de humedad en el rango de 55% a 74%, establecido con la NORMA INEN 1338 para productos cárnicos cocidos, considerando los tratamientos más adecuados aquellos que se encuentren en este rango.

Finalmente, a los mejores tratamientos se les realizó un análisis microbiológico para productos cárnicos cocidos, con el fin de determinar si son aptos para el consumo. Aquellos que cumplieran con los criterios establecidos en la norma 1338:2012 fueron considerados para la evaluación de características organolépticas y aceptabilidad por parte del consumidor. Por otro lado, aquellos que no cumplieron con los criterios de la norma se descartaron.

Tabla 14*Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos*

Requisito	Unidad	n	C	M	M	Método
Escherichia coli	ufc/g*	5	0	< 10	-	AOAC 991.14
Salmonella	25g**	10	0	Ausencia		NTE INEN 1529-15

Nota. Tomado de NTE INEN 1338:2012, (2012). Donde: **n**= Número de unidades de la muestra; **c**= Número de unidades defectuosas que se acepta; **m**= Nivel de aceptación; **M**= Nivel de rechazo.

2.3.3. Evaluación de las características organolépticas y aceptabilidad del producto ahumado.

El análisis sensorial, que evalúa las características organolépticas de los alimentos, es una medida de calidad importante en la industria alimentaria para conocer la aceptación del producto por parte del consumidor, según señalan Jácome & Morillo (2011). En esta investigación, se utilizó la escala hedónica de Friedman de 5 puntos y se seleccionó a 30 evaluadores no entrenados para degustar los tratamientos que cumplieran con las características microbiológicas adecuadas para el consumo. Cada porción preparada para la evaluación constó de 40g. A cada evaluador se entregó un vaso de agua y galletas sin sal para neutralizar el sabor y limpiar el paladar, según lo recomendado por (Villegas et al., 2017). Los evaluadores emitieron su calificación según su nivel de agrado, variando desde 1 “Me disgusta mucho” hasta 5 “Me gusta mucho”. La prueba Hedónica que se usó se encuentra especificada en el Anexo 2.

Posteriormente, se tabularon los resultados para identificar el tratamiento con mayor aceptación por parte del consumidor. Para determinar las diferencias estadísticas entre muestras, se empleó la prueba de Friedman ($p < 0,05$), utilizando el programa estadístico Infostat.

2.4. Manejo Específico del Experimento

Los muslos de pollo frescos utilizados en la investigación fueron proporcionados por la empresa Faenadora San Roque. El diagrama de flujo de elaboración de muslos de pollo ahumado se muestra en la figura 5, mientras que en la figura 6 se detalla el proceso de elaboración de la salmuera.

Figura 4

Diagrama de flujo elaboración de salmuera

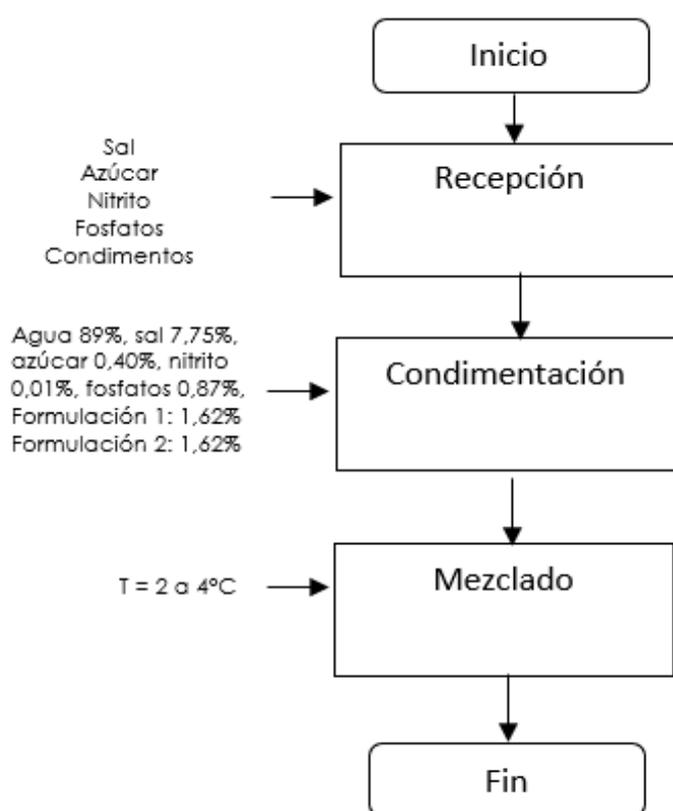
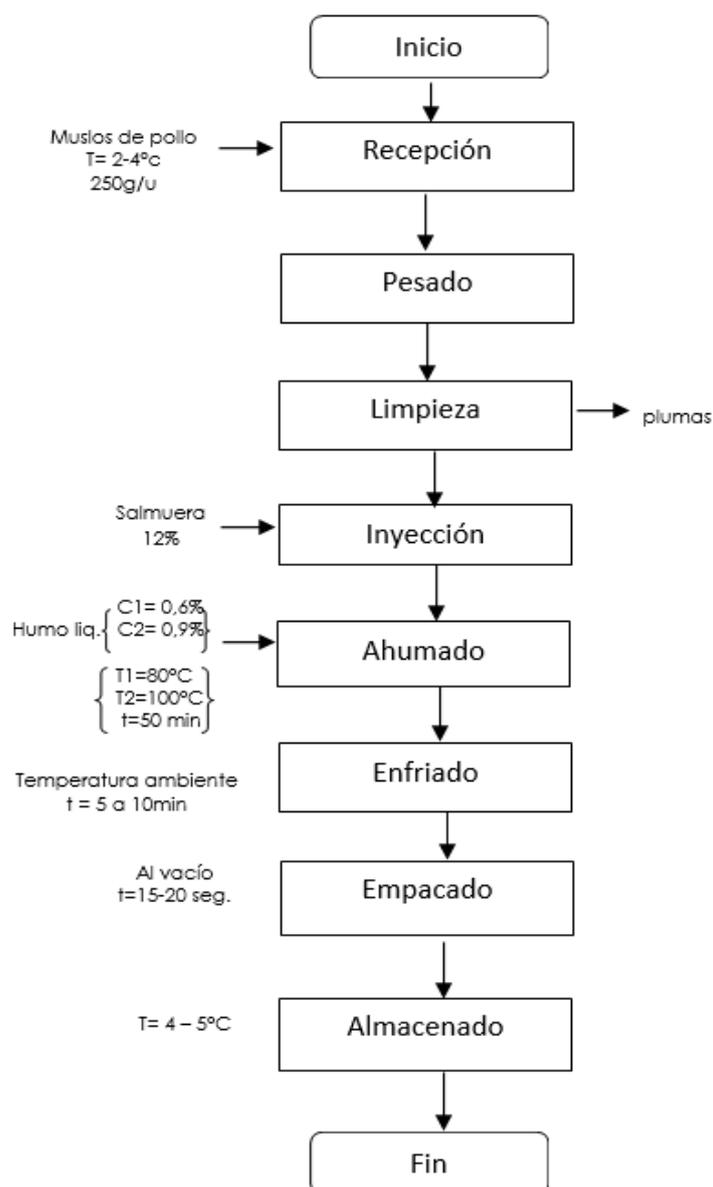


Figura 5

Diagrama de flujo elaboración de muslos de pollo ahumado



2.4.1. Descripción del Proceso

2.4.1.1. Elaboración de Salmuera

Recepción. Los insumos fueron adquiridos de la fábrica Industrias Moro, mientras que los aditivos como nitritos, fosfatos y humo líquido se adquirieron en la empresa Aditmaq.

Pesado. Los insumos y aditivos se pesan de acuerdo con la cantidad de salmuera a preparar.

Mezclado. Todos los insumos, aditivos y conservantes se mezclaron con agua potable a una temperatura de 2 a 4°C de acuerdo con las formulaciones uno y dos establecidas hasta conseguir una solución homogénea.

2.4.1.2. Elaboración de Muslos de Pollo Ahumado

Recepción. Los muslos de pollo fueron proporcionados por la empresa Frenadora San Roque, se realiza el análisis fisicoquímico de la materia prima.

Pesado. Con ayuda de una balanza se procede a pesar la cantidad de muslos de pollo que entran a proceso.

Limpieza. Una vez terminada la etapa de pesado se procede a limpiar los muslos de pollo repelando los mismos para quitar cualquier rastro de pluma que se encuentre en ellos.

Inyección. Con una jeringa inyectora de capacidad 50ml se procede a inyectar 33ml de la salmuera en cada muslo de pollo que corresponde al 12% establecido en la Norma INEN 1338.

Ahumado. Se procede a inyectar humo líquido con la concentración 0,3% ó 0,6% en los muslos de pollo, posteriormente se ingresa al ahumador a una temperatura de 80 o 100 grados centígrados dependiendo del tratamiento por un tiempo de 50 minutos.

Enfriado. Transcurridos los 50 minutos establecidos para el proceso se apaga el ahumador y se deja enfriar el producto a temperatura ambiente por un tiempo promedio de 5 a 10 minutos finalmente se realiza el análisis fisicoquímico del producto terminado.

Empacado. Terminado el proceso de oreado se procede a sacar los muslos del ahumador y a empacar en fundas de nylon y polietileno colocando dos muslos por cada funda y cerrando las mismas con ayuda de una máquina empacadora al vacío, esta operación tarda alrededor de 15 a 20 segundos.

Almacenado. Una vez terminado el proceso de producción se almacena el producto en refrigeradores con temperaturas de 4 a 5°C.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables Físicoquímicas de la Materia Prima

A continuación, se presentan los resultados de la materia prima utilizada para el proceso de ahumado de muslos de pollo.

3.1.1. *Análisis de las características físicoquímicas*

Para las variables físicoquímicas planteadas en este estudio se realizó el análisis de cada una de ellas pH, proteína total, porcentaje de humedad y peso los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla. Los análisis se realizaron en el Laboratorio Alfanalítica (Anexo 3).

Tabla 15

Análisis Físicoquímicos de la materia prima

Análisis	Resultados
pH	5,86 ± 0,02
Proteína total (% N 6,25)	17,80 %
Porcentaje de humedad	75,76 ± 0,02%
Peso	140 – 200 g

Los resultados de este estudio indican que los valores obtenidos para pH, proteína y humedad están en conformidad con los rangos considerados normales según la Norma INEN 1338. Esta normativa establece que el pH de la carne debe oscilar entre 5,50 – 7,00 y que el contenido mínimo de proteína debe ser del 14,00%. Estos valores son indicativos de un adecuado proceso de maduración post-faenamiento, convirtiendo a la carne en un producto apto para su uso en la industria. Además, dichos resultados concuerdan con los obtenidos por Fajardo (2017), García (2021) y León et. al (2017), reforzando la idea de que la composición físicoquímica de la materia prima es un indicador relevante de calidad

y cumplimiento normativo.

En cuanto a las variables específicas, el pH obtenido en este estudio fue de 5,86 un valor dentro del rango adecuado según la Norma INEN 1338. Es relevante mencionar que autores como Fajardo (2017) (Maldonado Chávez et al., 2015) han obtenido valores de pH de 5,70 y 5,65, respectivamente. Por consiguiente, las diferencias entre estos valores y los obtenidos en esta investigación podrían estar relacionadas con factores como la edad del pollo y su alimentación.

Respecto al contenido de proteína, el valor obtenido fue de 17,80%, similar al reportado por León et. al (2017), que la carne de pollo posee alrededor del $17\% \pm 0,49$ de proteína.

Por otro lado, se obtuvo un valor de humedad promedio de 75,76% para los muslos de pollo, una característica crucial que guarda relación con el pH de la carne y su capacidad de retención de agua. Un mayor valor de humedad sugiere un pH alto, lo que indica una naturaleza más alcalina de la carne y una mayor cantidad de agua en comparación con otros estudios previos.

Asimismo, Fajardo (2017) y (Ferreiros & Vasquez, 2021) encontraron valores menores de pH en sus investigaciones, resultando en una humedad promedio de carne de 74% y 73%, respectivamente. Estos datos resaltan la interacción entre el pH y el contenido de humedad en la carne, su influencia en la textura y jugosidad de los productos cocidos.

Además, (Ferreiros & Vasquez, 2021) subrayan que la calidad de la carne puede verse afectada si el ave ha estado expuesta a condiciones adversas pre – sacrificio, conocido como estrés. No obstante, según los resultados de este estudio, los muslos de pollo provistos por la Empresa Faenadora San Roque cumplen con los rangos permitidos por la NORMA INEN 1338, que certifica su aptitud para el consumo humano e idoneidad

para uso en procesos industriales posteriores. Esto resalta la importancia de mantener condiciones adecuadas de crianza y faenado para asegurar la calidad de la carne.

3.2. Determinación del mejor tratamiento de Ahumado Líquido para la Preparación de Muslos de Pollo

Se realizaron análisis estadísticos de los datos recogidos para determinar el mejor tratamiento de ahumado líquido para los muslos de pollo, dicho análisis se basó en un Diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial $A \times B \times C$, tomando en cuenta factores como la temperatura, la concentración de humo líquido y la formulación.

Además, en base a las pruebas de Shapiro Wilks y Levene, se confirmó la normalidad y homogeneidad de los datos, lo cual validó su uso en el análisis posterior. A través del análisis ANOVA y la prueba de Tukey, se identificaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los factores evaluados, lo que contribuyó a identificar el tratamiento de ahumado líquido más efectivo.

3.2.1. Humedad

El análisis estadístico para la variable humedad (Tabla 16), mostró que existe diferencias significativas para los tres factores; temperatura, concentración de humo líquido, formulación y para la interacción de $A \times B \times C$ por lo que se acepta la hipótesis alternativa, la temperatura de ahumado y concentración de humo líquido afectan en el contenido de humedad de los muslos de pollo.

Tabla 16

ANOVA de la variable Humedad

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p –valor</i>
Modelo	172,76	7	24,68	34,58	<0,0001
Temperatura	49,02	1	49,02	68,68	<0,0001

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p –valor</i>
Concentración	4,08	1	4,08	5,72	<0,0001
Formulación	98,01	1	98,01	137,32	0,1294
Temperatura*Concen.	1,65	1	1,65	2,32	0,0001
Temperatura*For.	19,62	1	19,62	27,49	0,1475
Concentración*For.	0,15	1	0,15	0,21	0,6524
Tempe*Concen.*For.	0,22	1	0,22	0,31	0,5861
Error		11,42	16	0,71	
Total		184,18	23		

Nota. SC: suma de cuadrados, GL: grados de libertad, CM: cuadrados medios, F: F tabular.

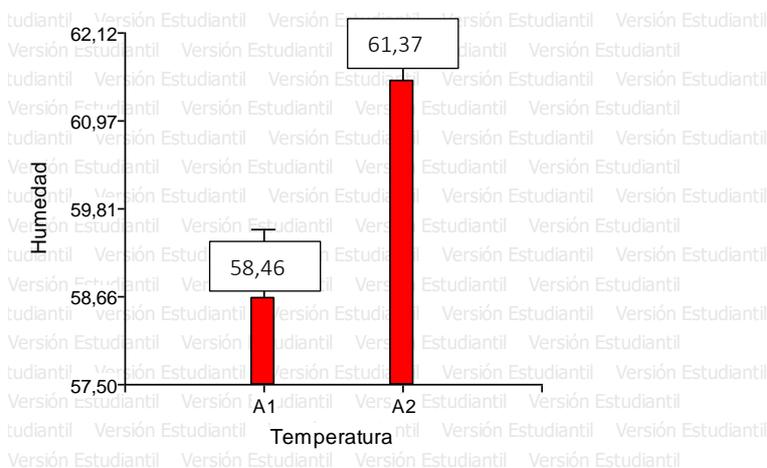
Los resultados obtenidos en el estudio muestran diferencias significativas en los factores temperatura (A1=80°C; A2=100°C) y el factor concentración de humo líquido (B1= 0,6%; B2 =0,3%), por lo que se procedió a realizar la prueba DMS para cada uno de ellos ($\alpha=0,02$).

En cuanto al factor temperatura, mostrado en la Figura 6 se determinó que la temperatura más adecuada es de 100°C (A2), puesto que mantiene un porcentaje de humedad que cumple con los rangos establecidos por la Norma INEN 1338:2012; además brinda las condiciones necesarias de humedad logrando mantener el producto libre de microorganismos dañinos para el consumidor, ya que un contenido de humedad bajo inhibe su crecimiento. Asimismo, autores, como Fajardo (2017) muestran que el contenido de humedad en muslos de pollo ahumado es de alrededor del 73%, dichas diferencias se deben a los diversos métodos utilizados para la adición de salmuera en el

pollo, debido a que los productos sumergidos en salmuera suelen tener un mayor contenido de humedad que los productos inyectados salmuera.

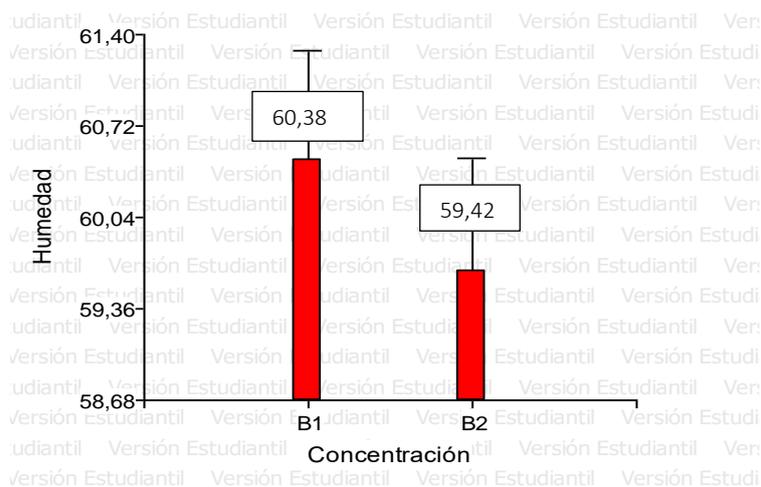
Figura 6

Prueba DMS para Humedad en Función de la Temperatura



Por otra parte, los resultados de la prueba DMS para el factor concentración de humo líquido se muestran en la Figura 7, los mismos indican que el factor concentración de humo líquido más adecuado corresponde a B1=0,30%, ya que permite obtener una carne más húmeda con un porcentaje de 60,38%, siendo alrededor del 1% mayor que el valor obtenido con la concentración B2= 0,60% que corresponde a una humedad de 59,42%.

Por lo cual la concentración B1=0,30% resultó ser la más adecuada, considerando que el humo líquido contiene agentes hidratantes, como ácidos orgánicos y azúcares, que atraen y retienen la humedad en la carne, convirtiéndole en una mejor opción que el ahumado natural. Por el contrario, una concentración excesiva de humo líquido puede tener efecto adverso, disminuyendo la humedad de la carne y afectando negativamente la textura y el sabor de esta.

Figura 7*Prueba DMS para Humedad en Función de la Concentración*

Finalmente, para el factor formulación no se encontraron diferencias significativas con respecto a la variable humedad debido a que los porcentajes utilizados en ambas formulaciones son similares y como menciona (Cori et al., 2014) las especias pueden retener humedad en el producto cárnico final, sin embargo, las diferencias entre uno u otro producto puede ser muy escasa debido a las dosis empleadas de cada uno.

Los datos analizados anteriormente se muestran en la Tabla 17 donde la prueba Tukey indica la diferencia entre los tratamientos.

Tabla 17*Pruebas Tukey para Humedad*

Tratamientos	Medias	n	EE		
T4	55,2	3	0,49	A	
T2	56,2	3	0,49	A	
T1	60,2	3	0,49	B	
T6	60,53	3	0,49	B	C
T8	60,7	3	0,49	B	C
T1	62,4	3	0,49	B	C
T7	62,47	3	0,49	B	C

Tratamientos	Medias	n	EE	
T5	62,73	3	0,49	C

Schmidt et al., (2018) destacan la importancia de cuatro procesos determinantes en el ahumado: precalentamiento, calentamiento, desecación y cocción. El último, la cocción, debería superar los 80°C dependiendo de las exigencias del producto. En este estudio, la utilización de una temperatura de 100°C resultó eficaz para el procesamiento de los muslos de pollo ahumados. Esta temperatura permitió alcanzar una temperatura interna de cocción de 75°C, manteniendo un porcentaje de humedad conforme a la NORMA INEN 1338 para productos cárnicos cocidos.

En relación con la conservación del producto, Gonzáles (2022), afirma que los compuestos químicos del humo líquido inhiben el crecimiento de microorganismos, efecto que se potencia con la desecación inducida por la temperatura. En este contexto, los tratamientos T5 (A2= 100°C, B1= 0,3%, F=1) y T7 (A2=100°C, B2= 0,6%, F=2) se destacan como las opciones más viables para la elaboración de muslos de pollo ahumados, ya que garantizan la adherencia a las normas de humedad y la seguridad del producto, preservando su textura y jugosidad.

3.2.2. Color

Los resultados obtenidos de la variable color, medidos por triplicado a cada tratamiento, empleando un colorímetro de marca 3nh que maneja el sistema CIELab con parámetros (L*, a*, b*), se muestran en la Tabla 18, donde se refleja el análisis de varianza (ANOVA) realizado.

Tabla 18

Análisis de Varianza de a para color*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,18	7	0,03	1,19	0,0310

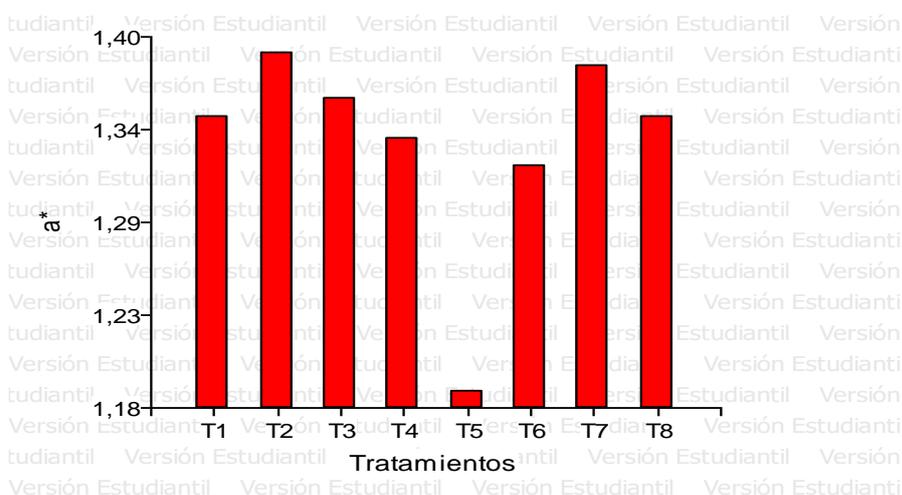
Tratamientos	0,18	7	0,03	1,19	0,0310
Error	0,35	16	0,02		
Total	0,53	23			

Nota. SC: suma de cuadrados, GL: grados de libertad, CM: cuadrados medios, F: F tabular.

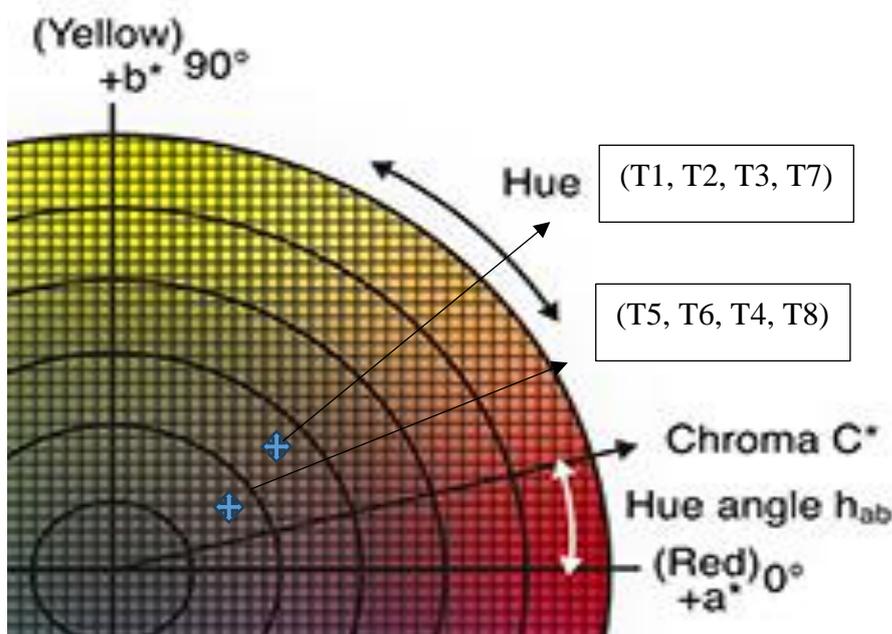
Fajardo (2017) manifiesta que el color de la carne de pollo ahumada puede variar según la temperatura de ahumado a la que se someta. Además, otros factores, como la concentración de humo líquido, pueden influir en el color final de la carne. Estas variaciones se observaron en los resultados obtenidos en esta investigación, donde se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos, como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Prueba Tukey para color



Los resultados obtenidos revelan diferencias significativas entre los distintos tratamientos, por lo tanto, es importante destacar que todos ellos muestran una tendencia hacia tonalidades rojizas y amarillas. Sin embargo, se observaron variaciones en los valores obtenidos para el parámetro a^* . Los tratamientos T1, T2, T3 y T7 mostraron valores más altos de a^* , lo que se traduce en tonos marrón claro. Por otro lado, los tratamientos T4, T5, T6 y T8 presentaron valores más bajos de a^* , lo que indica tonos marrón más oscuros. Estos hallazgos son evidenciados en la Figura 9.

Figura 9*Escala de color primer cuadrante*

Como se menciona anteriormente las diferencias entre tratamientos se explican por la interacción entre la temperatura, el humo y la carne. Según (Mariotti, 2020), tanto el humo natural como el humo líquido contienen grupos carbonilos que reaccionan con proteínas y otras fuentes de nitrógeno, dando lugar al color rojizo característico del ahumado en los alimentos. Por otro lado, la temperatura influye en la saturación del color, debido que a temperaturas más altas se obtiene un color menos saturado, reflejado en valores de Chroma menores. En contraste, a temperaturas más bajas se tiende a obtener colores más brillantes, es decir, menos saturados y con un valor de Chroma mayor. Finalmente, las distintas formulaciones de especias no inciden en el color del producto, dado que, según lo señalado por (Cori et al., 2014) la función primordial atribuida a las especias es su acción antibacteriana. Además, entre las especias más usadas para productos cárnicos en esta investigación, se destacan el ajo y la cebolla con mayor porcentaje de uso las cuales no son consideradas especias que afectan al color de un producto cárnico.

3.2.3. Análisis Microbiológico a los Mejores Tratamientos.

Se identificaron tres tratamientos como los mejores después del proceso de ahumado, esto debido a que conservan un mayor porcentaje de humedad dentro de los rangos establecidos por la Noma INEN 1338. Los mismos fueron sometidos a análisis microbiológicos para determinar la presencia de *E.coli* y *Salmonella* en el producto final. A continuación, se muestran los resultados finales en la Tabla 19 y Anexo 4.

Tabla 19

Análisis Microbiológico

Análisis	Tratamiento 1	Tratamiento 5	Tratamiento 7
<i>E. Coli</i>	0	0	0
<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Los resultados microbiológicos revelaron que los tratamientos 1, 5 y 7 estuvieron exentos de *E. coli*, en alineación con las especificaciones de la norma INEN 1334 para productos cárnicos. Adicionalmente, se verificó la ausencia de *Salmonella* en todos los tratamientos, satisfaciendo otra condición relevante de la misma norma.

Esta confirmación de ausencia de patógenos críticos en los muslos de pollo ahumado establece que los tratamientos evaluados aseguran la inocuidad del producto, un factor esencial para la seguridad alimentaria y el cumplimiento de los estándares de calidad de la norma INEN 1334.

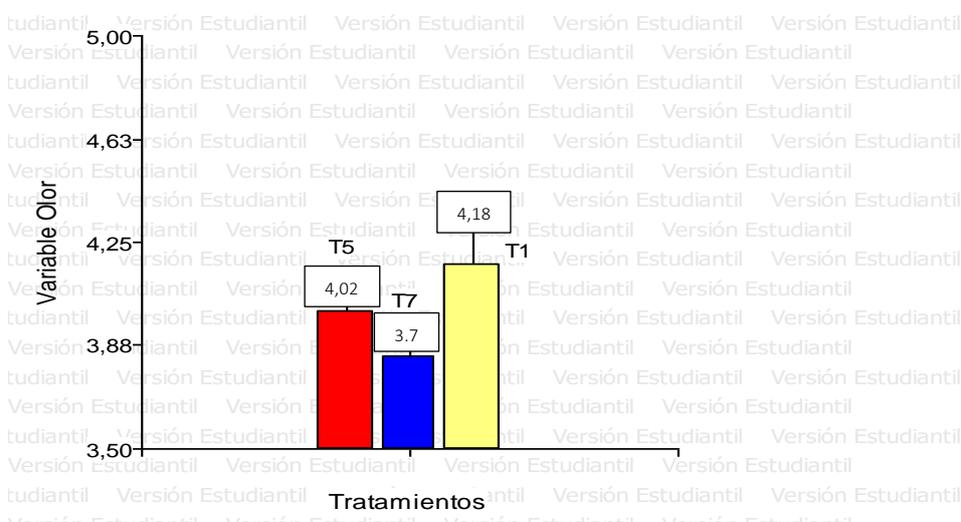
En resumen, los tratamientos 1, 5 y 7 no solo satisfacen las demandas de la normativa INEN 1334, sino que también respaldan la calidad y seguridad de los productos cárnicos resultantes, subrayando la efectividad del proceso de ahumado líquido implementado.

3.3. Evaluación de las Características Organolépticas y Aceptabilidad del Producto Ahumado

Siguiendo los hallazgos que satisfacen los estándares de seguridad microbiológica establecidos en la Norma INEN 1334 para productos cárnicos, se llevó a cabo un análisis sensorial. Los resultados de este análisis, desglosados por cada variable, se ilustran en las gráficas que se detallan a continuación.

Figura 10

Prueba de Friedman para la variable olor



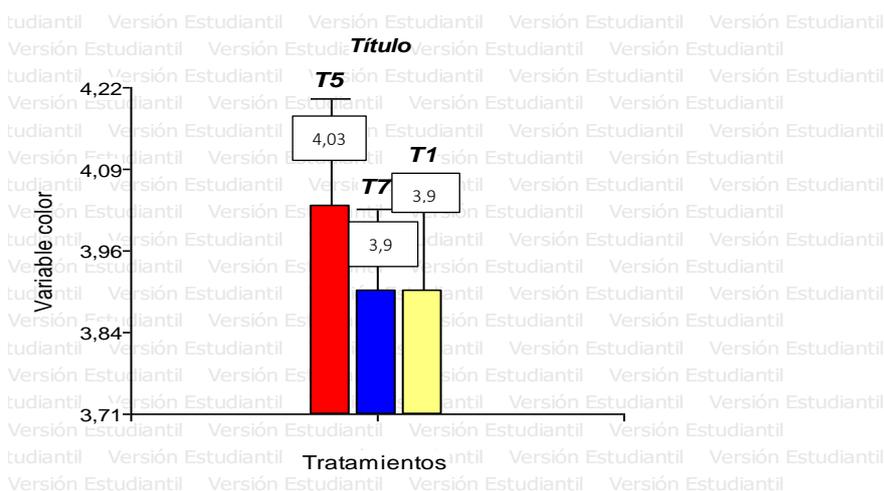
Hoffmann (2015) indica que la esencia distintiva de los productos ahumados proviene de los fenoles presentes en el humo. Estos compuestos no solo poseen acción bactericida, sino que también se adhieren e impregnan la carne, intensificando su aroma a ahumado. En concordancia con lo descubierto, el Tratamiento 1 (T=80°C, Concentración de Humo Líquido = 0,3%, Formulación = Ajo 54,70%; cebolla 25,20%; albahaca 14,40%; magui 6,25%) fue calificado favorablemente, con los participantes expresando que “les gusta un poco”. Este resultado se alinea con estudios previos, como el de Peñafiel et al., (2020), quienes constataron que la variable del olor usualmente se

califica entre “me gusta moderadamente” y “me gusta muchísimo”.

Referente a la evaluación del color, los resultados derivados de la percepción del panel de degustadores se ilustran en la Figura 11. Esta característica sensorial, crucial en la apreciación visual del producto, fue sometida a un exhaustivo análisis por parte de los catadores que ofreció una evaluación detallada e interpretación integral de la calidad del producto.

Figura 11

Prueba de Friedman para variable color

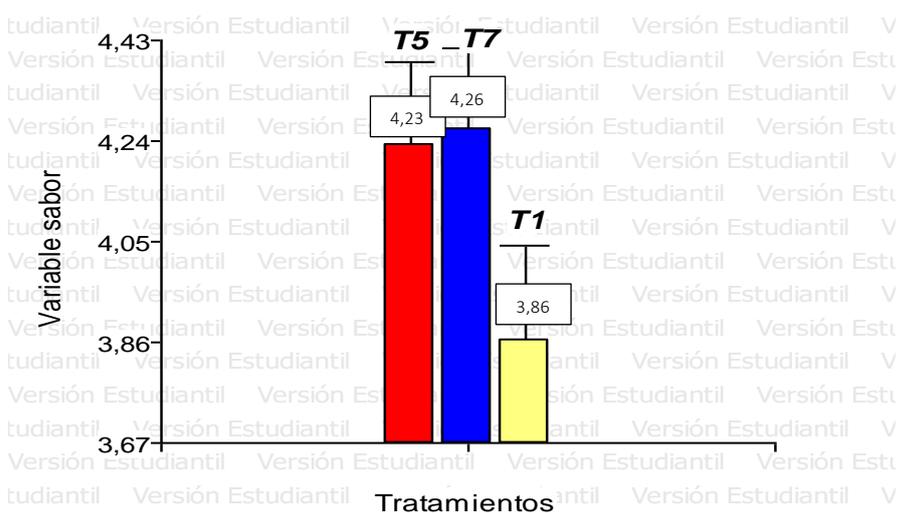


Según Hoffmann (2015), la reacción de Maillard, que se produce cuando los aldehídos reaccionan con grupos aminos en los alimentos, es la principal responsable de la formación de color en los alimentos ahumados. El color desempeña un papel crucial en la aceptación de la carne ahumada, ya que está estrechamente relacionado con la percepción visual y la calidad percibida del producto. De esta manera los resultados obtenidos en esta investigación reflejan una mayor aceptación del panel de catadores del tratamiento 5 ($T=100^{\circ}\text{C}$, Concentración de humo líquido=0,30% y Formulación = Ajo 54,70%; cebolla 25,20%; albacá 14,40%; magui 6,25%) esto puede deberse a la cultura de consumo de las personas ya que este tratamiento corresponde a un color marrón más oscuro lo que se atribuye como un aspecto más apetitoso ante los consumidores.

La Figura 12 ilustra los resultados obtenidos para esta característica sensorial esencial. En la industria alimentaria, el sabor es un aspecto crítico que puede determinar el éxito o fracaso de un producto, dado que influye directamente en la preferencia del consumidor.

Figura 12

Prueba de Friedman para la variable sabor



El sabor a humo es el atributo más notable en los productos ahumados. Durante este proceso, los compuestos químicos contenidos en el humo se adhieren a la superficie de la carne y se infiltran en su estructura, generando un sabor distintivo y ahumado (Hoffmann, 2015).

De igual manera se debe señalar que, la mayoría especies obtienen su sabor y aroma gracias a su contenido de esencias, la identificación y aislamiento de los compuestos químicos que las componen. Por lo que se atribuye a las especies que contiene el tratamiento 7 (ajo 31,26%, cebolla 26,20%, pimienta negra 26,20%, orégano 16,43%) la mayor aceptabilidad que tuvo. En la siguiente tabla se presenta en análisis de medias de la Prueba de Friedman con los resultados para cada tratamiento.

Tabla 20*Prueba de medias Friedman 5%*

Tratamiento	Suma	Medias	n	
T7	58	1,93	30	A
T5	60,5	2,02	30	A
T1	61,5	2,05	30	A

Los resultados del estudio muestran que el tratamiento 7 (Temperatura = 100°C, concentración de humo líquido = 0,60%, y formulación = ajo 31,26%, cebolla 26,20%, pimienta negra 26,20%, orégano 16,43%) resultó ser el preferido entre los panelistas, esto se atribuye a que tiene una mayor concentración de humo líquido lo que resalta las características organolépticas finales del producto. Estos hallazgos indican que el procedimiento de ahumado fue ejecutado exitosamente, proporcionando a los muslos de pollo una textura jugosa y un sabor ahumado sobresaliente.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La calidad de la materia prima reflejada a partir de las características fisicoquímicas iniciales de la carne desempeña un papel crucial en el resultado final del proceso de ahumado en los muslos de pollo. Se encontró que un pH de 5,60 y una humedad del 75,76% en los muslos de pollo fueron valores esenciales en este estudio para reducir significativamente la pérdida de agua durante el ahumado, factor fundamental para mantener la integridad y calidad del producto.
- Los resultados encontrados indican que la temperatura y concentración de humo líquido en el proceso de ahumado afectan la humedad del producto final. En esta investigación, los tratamientos T5 y T7, a una temperatura de 100°C, con concentraciones de humo líquido de 0,30% y 0,60% respectivamente, y combinados con una fórmula específica de ingredientes (Ajo 54,70%; cebolla 25,20%; albacá 14,40%; magui 6,25%), lograron los niveles adecuados de humedad en los muslos de pollo ahumado.
- El estudio mostró preferencia de los consumidores hacia los muslos de pollo ahumado, quienes evaluaron las características organolépticas de cada tratamiento. De los cuales el tratamiento 7 fue el que mayor aceptabilidad tuvo por los atributos de olor, color y sabor, con calificación en escala hedónica superior a 4 correspondiente a “Me gusta mucho”.

4.2. Recomendaciones

Se sugiere explorar un proceso de optimización que integre un escaldado antes de aplicar el ahumado, buscando agilizar el tratamiento de este tipo de carne, tanto para piezas pequeñas como para pollos enteros. El propósito es descubrir un método más eficiente para lograr el sabor y la calidad deseada en la preparación de esta carne específica.

CAPITULO V

5.1. Referencias Bibliográficas.

- Adams, M., & Moss, M. (2008). *Food Microbiology*. Reino Unido : Publishing.
- Adelis. (13 de agosto de 2020). *Nutricion y Salud*. <https://www.adelis.com/carne-pollo-propiedades-beneficios/>
- Agustinelli, S. (2014). *Estudio del proceso del ahumado frío de filetes de caballa (Scomber Japonicus)*. *Evaluación y modelado de parámetros tecnológicos*. La Plata.
- Ahued, M. (2002). Análisis sensorial de alimentos . *Universidad Autónoma del estado de Hidalgo* .
- Barbosa, G., Cánovas, V., Fontana, A., & Schmidt, S. (2007). *Actividad del Agua en los Alimentos - Fundamentos*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Bastidas, A. H. (2017). *Repositorio UTA*.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23701/1/tesis%20003%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Alberto%20Silva%20%20-%20cd%20002.pdf>
- Bautista, Y., Narciso, A., Pro, A., Hernández, A., Becerril, C., Sosa, E., & Velasco, J. (2016). Efecto del estrés por calor y tiempo de espera ante mortem en las características fisicoquímicas y la calidad de la carne de pollo. *SciELO*.
- Benítez, B., Archile, A., Rangel, L., & Bracho, M. (2002). Calidad nutricional y aceptabilidad de un producto formulado con carne de pollo deshuesada mecánicamente, plasma y glóbulos. *SCIELO*.
- Casquete, R., Merchán, A., Ruiz, S., Córdoba, M. d., & Hernández, A. (2019). Efecto del envasado de carne de cabrito en atmósferas modificadas con CO2 sobre el desarrollo microbiano. *Eurocarne: La revista internacional del sector cárnico* (273), 53-60.
- CONAVE. (28 de JUNIO de 2021). <https://conave.org/conave-presenta-las-estadisticas-del-sector-avicola/#:~:text=Ecuador%20produce%20toda%20la%20carne,kg%20de%20pollo%20al%20a%C3%B1o>.
- CONAVE. (11 de MARZO de 2022). *COORPORACION NACIONAL DE AVICULTORES DEL ECUADOR*. <https://conave.org/el-sector-avicultor-y-su-aporte-en-la-generacion-de-fuentes-de-empleo-en-el-ecuador/#:~:text=En%20el%20pa%C3%ADs%20existen%20310,consume%2030%20huevos%20al%20a%C3%B1o>.
- Connell, Pigott, & Tucker. (2011). *Fishing News Books*. Londres: Blackwell Scientific Publications.
- Drake, M. (2007). Análisis sensorial de alimentos lácteos. *Revista de ciencia láctea*, 4935 - 4937.
- Fajardo, J. (2017). “*OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE SALADO EN EL PROCESAMIENTO DE POLLO AHUMADO*”. Cuenca.
- FDA. (27 de Septiembre de 2018). *U.S. Food & Drug*.
<https://www.fda.gov/food/people-risk-foodborne-illness/meat-poultry-seafood-food-safety-moms-be>
- Ferreiros, F. (2021). *ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE PAVO AHUMADO DESHILACHADO ENVASADO AL VACÍO*. Lima.

- Gallinger, C., Federico, F., Pighin, D., Cazaux, N., Trossero, M., Marsó, A., & Sinesi, C. (2016). Determinación de la composición nutricional de la carne de pollo Argentina. *Scielo* .
- García, F. (2021). *Repositorio Institucional Universidad Mayor de San Andrés*. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26154/T-2908.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gil, C. (8 de abril de 2022). <https://igualdadanimal.org/blog/que-es-un-pollo-broiler/>
- Jácome, R., & Morillo, E. (2011). *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1869>
- León, M., Orduz, A., & Velandia, M. (2017). *COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CARNE DE OVEJO, POLLO, RES Y CERDO*. Santander.
- Maldonado, A. (01 de Julio de 2010). *Repositorio Digital -EPN*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2228>
- Mariotti, L. (18 de Agosto de 2020). *ACIS*. <https://acis.org.co/portal/content/noticiasdelsector/humo-1%C3%ADquido-tecnolog%C3%ADa-favor-de-las-carnes#:~:text=El%20humo%201%C3%ADquido%20tiene%20componentes,uni forme%20en%20toda%20la%20producci%C3%B3n>.
- Molés, P. (20 de JUNIO de 2015). <https://paulamoles.com/2015/06/20/humo-ahumados-historia-cocina/>
- Moreno, E., & Naupay, A. (2003). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Método alternativo con humo líquido para la producción de pollo ahumado
- Moreno, V. (2003). *CAPÍTULO I Y II. AHUMADO DE ALIMENTOS*.
- Narváez, J., & Cuastumal, J. (2022). *Formulación de plan de negocio para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de pollo ahumado empacado al vacío en la ciudad de Pasto para el año 2023*. Pasto.
- Ortega, A. (2014). *Estudio de factibilidad para la elaboración de pollo ahumado empacado al vacío y su comercialización en la ciudad de Quito*. Loja.
- Ospina, S. (2019). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 112 - 123.
- Peñafiel, J., Santana, E., Apolo, D., & Torres, F. (2020). DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE COCCIÓN PARA EL PROCESO DE AHUMADO EN POLLOS . *Revista Científica Aristas*, 61-70.
- Pronaca S.A. (2015). *Plan de Marketing Pronaca S.A.*
- Ramírez - Bribiesca, E. (26 de 2018 de 2018). *Agro Productividad*. <https://mail.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/449>
- Ramírez, J. (2012). *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor*. Cali: ReCiTeIA.
- Reyna, L. (2007). *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos* . Lima.
- Santos, R., & Ramos, M. (5 de Septiembre de 2018). *Ciencia y Tecnología de alimentos*. <https://www.revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/38>
- Torrejón, A., & Zegarra, W. (2014). *EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE SALMUERA CON DIFERENTES TIPOS DE CARRAGENINA EN LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN PARA CARCASAS MARINADAS DE AVE (GALLUS GALLUS IÓN DOMESTICUS) EN LA CIUDAD DE AREQUIPA*. <http://190.119.145.154/bitstream/handle/UNSA/4103/IAzegawf036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tovar, A. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de productos cárnicos*. Bogotá: Convenio Andrés Bello.

Vilca, C. (2017). *Determinación de parámetros tecnológicos para el proceso de filetes (Oreochromis niloticus)*. Arequipa.

ANEXOS VI

Anexo 1

Ficha técnica humo líquido

Red Arrow
Smoke • Grill • Browning • Cooking Flavors

TECHNICAL DATA SHEET

AROSMOKE P-50

DESCRIPTION	A water soluble smoke flavor.								
MICROBIAL PROPERTIES	None								
TYPICAL DATA	<table> <tr> <td>pH</td> <td>3.5-5.5</td> </tr> <tr> <td>Total Acidity (Acetic acid)</td> <td>2.0-4.0%</td> </tr> <tr> <td>Specific Gravity (25°C)</td> <td>1.061-1.096 g/ml</td> </tr> <tr> <td>Flavor</td> <td>Meets Specifications</td> </tr> </table>	pH	3.5-5.5	Total Acidity (Acetic acid)	2.0-4.0%	Specific Gravity (25°C)	1.061-1.096 g/ml	Flavor	Meets Specifications
pH	3.5-5.5								
Total Acidity (Acetic acid)	2.0-4.0%								
Specific Gravity (25°C)	1.061-1.096 g/ml								
Flavor	Meets Specifications								
PHYSICAL DATA	<table> <tr> <td>Clear brown viscous liquid with hickory smoke aroma.</td> </tr> <tr> <td>Density</td> <td>8.9-9.1 lbs/gal</td> </tr> </table>	Clear brown viscous liquid with hickory smoke aroma.	Density	8.9-9.1 lbs/gal					
Clear brown viscous liquid with hickory smoke aroma.									
Density	8.9-9.1 lbs/gal								
SUGGESTED USES	To impart a hickory smoke flavor with no browning effect. Use in cured meats by dissolving in brine prior to injection at 0.1% of finished weight of product. Can be used as a direct addition in meats, snack foods and dehydrated soups. Rate may be adjusted according to the product application.								
APPROVALS	FDA. Certified Kosher Pareve. Certified Halal. This product is in compliance with Regulation (EC) No 2065/2003, (EU) No 1321/2013 and (EC) No 1334/2008 of the European Parliament.								
STORAGE	Recommended shelf life is two years when stored in tightly closed containers (7-24°C).								
PACKAGING (Item Code)	Available in 20 (P50-005-RA1), 122 (P50-030-RA1) and 224 (P50-055-RA1) kg net units.								
INGREDIENTS	Polyorbate 80, smoke flavor.								
ALLERGENS	None								

Revised: 09/15/15
Supersedes: 03/10/15

DISCLAIMER: The information contained herein is for informational purposes only and should not be relied upon as a basis of product performance. NO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A SPECIFIC USE OR PARTICULAR PURPOSE, EXPRESSED OR IMPLIED, ARE MADE. No guarantees whatsoever are made and no instructions or suggestions may be relied upon by purchaser. It is purchaser's responsibility to conduct their own tests and investigations of the foregoing to evaluate appropriate use, effectiveness and processes for their particular or intended purpose. Nothing herein shall be construed as permission to violate any patent or as a warranty of non-infringement of any patent.

Red Arrow International LLC • 633 South 20th Street, Manitowish, WI 54220 USA
 Phone: 1-800-769-7555, Manitowish, WI 54221 • 769-7555 USA • Fax: 1-920-769-1109 • Fax: 1-920-769-1281
 international@redarrow.usa.com • www.redarrowinternational.com

Anexo 2*Formato prueba de aceptabilidad***Fecha:****Producto:** Muslos de pollo ahumado con humo líquido**Instrucciones:** Frente a Ud. se presentan dos muestras de muslos de pollo ahumado con humo líquido.**Olor:** Tomar la muestra y elevarla hasta cerca de su nariz, identificar la intensidad de olor a ajo, cebolla y ahumado.**Color:** Visualizar la muestra, verificar que el color de la pieza total del muslo sea uniforme.**Sabor:** Tomar la primera muestra, y llevarla hasta su boca para analizar si se identifica el sabor a ahumado y especies otorgado.Indique si le gusta o le disgusta cada atributo de la primera muestra de acuerdo con el puntaje, escriba el número correspondiente en la línea del código de la muestra correspondiente y continúe con la siguiente.*Parámetros de calificación para olor, color y sabor*

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta poco
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta poco
5	Me gusta mucho

CÓDIGO	Calificación para cada atributo		
	OLOR	COLOR	SABOR
T5			
T7			

Anexo 3

Análisis físicoquímico de la materia prima



Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 47 -2023

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Srta. Joselyn Elizabeth Jácome Chávez
Atención:	Srta. Joselyn Elizabeth Jácome Chávez
RUC/Ci:	1004085252
Dirección:	-----
Ciudad/Provincia:	Atuntaqui/Imbabura
Teléfono:	0997589197
email:	jhoce_eli@hotmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Pieza de pollo (pierna y muslo) envasada al vacío	
Tipo de muestra:	Carnico
Fecha de recepción:	15 de mayo de 2023
Cantidad:	260 g
Tipo de conservación:	Refrigeración
Tipo de envase:	PET al vacío
Tipo de muestreo:	No aplica
Descripción:	Pieza de pollo
Número de muestras:	1
Fecha de elaboración:	N/A
Lote:	N/A
Fecha de caducidad:	N/A
Persona quien muestrea:	Propietario

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	15 de mayo de 2023
Fecha de entrega informe:	18 de mayo de 2023
Código Interno	My-15-01

Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Método de Ensayo
Contenido de agua	%	75.76	AOAC 930.15
Proteína	%	17.8	AOAC 984.13
pH (20°C)	-----	5.86	Conductímetro

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe



Responsable:

Dra. Verónica Espinoza Torres

Gerente General

Anexo 4

Análisis microbiológico



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 57 -2023

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Srta. Joselyn Elizabeth Jácome Chávez
Atención:	Srta. Joselyn Elizabeth Jácome Chávez
RUC/Ci:	1004085252
Dirección:	-----
Ciudad/Provincia:	Atuntaqui/Imbabura
Teléfono:	0997589197
email:	jhoce_eli@hotmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Pierna de pollo ahumada empacada al vacío			
Tipo de muestra:	Carnico	Descripción:	Pierna de pollo
Fecha de recepción:	20 de junio de 2023	Número de muestras:	3
Cantidad:	200 g	Fecha de elaboración:	N/A
Tipo de conservación:	Refrigeración	Lote:	N/A
Tipo de envase:	Funda PET al vacío	Fecha de caducidad:	N/A
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestrea:	Propietario

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	20 de junio de 2023
Fecha de entrega informe:	24 de junio de 2023
Código Interno	No aplica

Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Recuento E.coli	UFC/g	0	INEN NTE 1529-8
Salmonella spp. (en 25 g)	Pres./ausencia	ausencia	INEN NTE 1529-15

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

Verónica Espinoza Torres

Dra. Verónica Espinoza Torres
Gerente General



Realización del análisis sensorial

