



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Trabajo de Integración curricular
previa la obtención del grado
académico de Ingeniera
Agroindustrial

Proyecto de investigación:

**“ESTUDIO DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE APIO (*Apium graveolens*) COMO
CONSERVANTE Y SUSTITUTO DE NITRITO Y NITRATO EN EL PROCESO
DE CURADO DEL CORTE DE LOMO FINO DE CERDO”**

Autor:

TAMARA ALEXANDRA VERA PONTÓN

Director de Proyecto de investigación:

QCO. LOGUARD SMITH ROJAS URIBE. MSC.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **TAMARA ALEXANDRA VERA PONTON**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Tamara", is written over a horizontal black line.

TAMARA ALEXANDRA VERA PONTON

C.I.: 1207728963



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Qco. Loguard Smith Rojas Uribe. MSc. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Tamara Alexandra Vera Ponton realizó el proyecto de investigación de grado titulado: **“Estudio del efecto del extracto de apio (*apium graveolens*) como conservante y sustituto de nitrito y nitrato en el proceso de curado del corte de lomo fino de cerdo”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:
LOGUARD SMITH
ROJAS URIBE

Qco. Loguard Smith Rojas Uribe. MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, Qco. Loguard Smith Rojas Uribe. MSc. mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**Estudio del efecto del extracto de apio (*apium graveolens*) como conservante y sustituto de nitrito y nitrato en el proceso de curado del corte de lomo fino de cerdo**” presentado por el estudiante **Tamara Alexandra Vera Ponton**, egresado de la Carrera de Agroindustria, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 91% y similitud 9%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

Document Information

Analyzed document	VERA_PONTON_TAMARA_ALEXANDRA_UR.pdf (D174717444)
Submitted	9/27/2023 4:28:00 PM
Submitted by	LOGUARD ROJAS
Submitter email	lrojas@uteq.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	lrojas.uteq@analysis.arkund.com



Firmado electrónicamente por:
**LOGUARD SMITH
ROJAS URIBE**

Qco. Loguard Smith Rojas Uribe. MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“ESTUDIO DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE APIO (*Apium graveolens*) COMO
CONSERVANTE Y SUSTITUTO DE NITRITO Y NITRATO EN EL PROCESO
DE CURADO DEL CORTE DE LOMO FINO DE CERDO”**

Presentado al consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Wiston Javier Morales Rodríguez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Edison Geovanny Díaz Campozano

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Azucena Elizabeth Bernal Gutiérrez

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Infinitas gracias a Dios por permitirme seguir de pie en este camino y darme fuerzas cuando quería desistir, gracias por todas sus bendiciones. Agradezco de todo corazón, a mis padres: Sr. Rafael Vera y Sra. Lidia Ponton, quienes son un pilar fundamental en mi vida, porque a pesar de todas las dificultades que hemos pasado siempre han sabido enseñarme a salir adelante, su esfuerzo y su dedicación para conmigo me ha permitido avanzar en este largo recorrido de estudios, gracias a ellos por cada día creer en mí, por anhelar y desear lo mejor para mi vida. Gracias a mi hermanito Kendry Vera, por las risas que me saca todos los días, espero ser un buen ejemplo para él.

A mi querida Universidad Técnica Estatal de Quevedo por la experiencia vivida durante estos años de estudio, por haberme permitido formarme en ella y así obtener mi tan ansiado título, gracias a todos los docentes que me han impartido sus conocimientos a lo largo de la carrera, quienes, con su apoyo y enseñanzas, constituyen mi formación como profesional, en especial al Qco. Loguard Rojas Uribe MSc., por aceptarme para realizar mi trabajo de investigación bajo su dirección, gracias por compartir sus ideas y su amplio conocimiento conmigo, le agradezco por el apoyo, su disponibilidad y paciencia. A mi cotutor Ing. Ángel Cedeño MSc., y a la Ing. Lourdes Ramos, por facilitarme siempre los medios suficientes para llevar a cabo las actividades propuestas en el laboratorio durante el desarrollo de esta tesis.

Agradezco mi abuelita Cirita y demás familiares por su amabilidad, por todo su apoyo y por creer en mí, a mi querido novio Ing. Erick Contreras, por ser mi mejor cómplice, por haberme acompañado la mayor parte de este camino y brindarme su apoyo en todo momento, gracias por sus consejos y por alentarme en mis momentos difíciles.

Tamara Alexandra Vera Ponton

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios, por ser mi guía todos los días. A mis padres Rafael y Lidia por su amor incondicional, y por su esfuerzo diario para brindarme lo mejor, a mi hermano y mi familia por depositar su confianza en mí.

Tamara Alexandra Vera Ponton

RESUMEN

Este presente proyecto de integración curricular tuvo como objetivo estudiar el efecto del extracto de apio como una alternativa de conservante y sustituto de nitrito y nitrato en el proceso de curado del corte de lomo fino de cerdo. El extracto de apio se ha establecido como una opción atractiva y efectiva para conservar la carne de manera natural. Sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes lo convierten en un conservante valioso que puede prolongar la vida útil de la carne, manteniendo su calidad y seguridad alimentaria, al tiempo que cumple con las demandas de los consumidores por ingredientes naturales y saludables en sus alimentos. Los objetivos se plantearon a base de saber cuál era el efecto de la sustitución del nitrito y nitrato por el extracto y polvo del apio las características fisicoquímica, microbiológica y sensorial en el corte de lomo fino de cerdo es así que se propuso determinar las concentraciones del extracto de apio para el control microbiológico (hongos-levaduras) en el corte de lomo fino de cerdo curado las cuales fueron en polvo y extracto de apio, para la concentración de apio en polvo se usaron dos valores porcentuales que fueron, 0,8 % y 1 %; y para el extracto de apio se usaron valores porcentuales de 2 %, 3,5 % y 4 %, dando en los 5 tratamientos una ausencia de microorganismos. Después se dio paso para analizar las características fisicoquímicas y comprobar la efectividad de la inclusión de apio en el proceso de curado en el corte, más cuales fueron, humedad, ceniza, proteína, y nitrito residual, siendo esta última la más influyente ya que se pudo comprobar la eficiencia del apio como conservante natural. Se evaluaron las características organolépticas de la aplicación de esencia de apio en los cortes mediante una prueba sensorial realizada a un grupo de 25 estudiantes del séptimo módulo de ingeniería agroindustrial. De los 5 tratamientos realizados al corte de lomo fino, el T2 brindó mejores resultados en pruebas microbiológicas y sensoriales.

Palabras claves

Extracto de apio, curado, conservante, nitritos residuales.

ABSTRACT

This present curricular integration project aimed to study the effect of celery extract as an alternative preservative and substitute for nitrite and nitrate in the curing process of fine cut pork loin. Celery extract has established itself as an attractive and effective option for preserving meat naturally. Its antimicrobial and antioxidant properties make it a valuable preservative that can extend the shelf life of meat, maintaining its quality and food safety, while meeting consumer demands for natural and healthy ingredients in their foods. The objectives were set based on knowing the effect of replacing nitrite and nitrate with celery extract and powder, the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in the cut of fine pork loin, so it was proposed to determine the concentrations of the celery extract for microbiological control (fungi-yeast) in the cut of fine cured pork loin which were in powder and celery extract, for the concentration of celery powder two percentage values were used, which were 0,8 % and 1 %; and for the celery extract, percentage values of 2 %, 3,5 % and 4 % were used, giving an absence of microorganisms in the 5 treatments. Then the step was taken to analyze the physicochemical characteristics and verify the effectiveness of the inclusion of celery in the curing process in the cut, plus what they were, humidity, ash, protein, and residual nitrite, the latter being the most influential since it was able to verify the efficiency of celery as a natural preservative. The organoleptic characteristics of the application of celery essence on the cuts were evaluated through a sensory test carried out on a group of 25 students from the seventh module of Agroindustrial engineering. Of the 5 treatments carried out on the fine loin cut, T2 provided the best results in microbiological and sensory tests.

Keywords

Celery extract, curing, preservative, residual nitrites.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
CÓDIGO DUBLÍN	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de investigación.	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación de la investigación	4
1.1.3. Sistematización del problema	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivo específico.	5
1.3. Justificación.	6
CAPITULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.....	8

2.1.1. Apio	8
2.1.2. El apio y la salud.....	9
2.1.3. Extracto de vegetales	9
2.1.4. Nitritos y nitratos	9
2.1.5. Calidad de los productos cárnicos	10
2.1.6. Curado.....	11
2.1.7. Lomo fino de cerdo.....	13
2.1.8. Características organolépticas	13
2.2. Marco referencial.....	14
CAPÍTULO III	15
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.1. Localización.....	16
3.2. Tipos de investigación.	16
3.2.1. Investigación exploratoria	16
3.2.2. Investigación experimental	16
3.2.3. Investigación descriptiva	16
3.3. Métodos de investigación.	17
3.3.1. Método inductivo-deductivo.....	17
3.3.2. Método analítico	17
3.3.3. Método estadístico	17
3.4. Fuentes de recopilación de información.	17
3.5. Diseño de la investigación.	17
3.5.1. Esquema del análisis de varianza	18
3.5.2. Características del Diseño Experimental	18
3.5.3. Procedimiento experimental	19
3.6. Instrumentos de investigación.	19
Análisis fisicoquímicos.....	19

3.6.1. Métodos para la determinación de análisis fisicoquímicos	20
3.6.2. Métodos para la determinación de análisis microbiológicos	22
3.6.3. Análisis sensorial	26
3.6.4. Descripción de los procesos para obtener extracto de apio, polvo de apio y el proceso de curado	27
3.7. Tratamientos de los datos	31
3.8. Recursos humanos y materiales	31
3.8.1. Recursos humanos	31
3.8.2. Recursos materiales	32
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Resultados	35
4.1.1. Resultados de análisis físico-químicos.	35
4.1.2. Resultados para análisis sensorial.....	38
4.2. Discusión	44
4.2.1. Discusión de resultados	44
4.3. Costos reales del mejor tratamiento.....	46
CAPITULO V	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. Conclusiones.....	50
5.2. Recomendaciones	50
CAPITULO VI	51
BIBLIOGRAFIA	51
CAPITULO VII.....	56
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del apio	8
Tabla 2. Esquema del análisis de varianza	18
Tabla 3. Descripción de los tratamientos.....	18
Tabla 4. Formulación para pieza curada con apio en polvo	19
Tabla 5. Formulación para pieza curada con extracto de apio	19
Tabla 6. Materia prima, insumos, equipos y materiales utilizados en la elaboración de curado de lomo fino de cerdo.	32
Tabla 7. Análisis de varianza de humedad	35
Tabla 8. Prueba de significación de Tukey para humedad	35
Tabla 9. Análisis de varianza de ceniza.....	36
Tabla 10. Prueba de significación de Tukey para ceniza.....	36
Tabla 11. Análisis de varianza de proteína	37
Tabla 12. Prueba de significación de Tukey para proteína.....	37
Tabla 13. Análisis de varianza para Aceptabilidad por Tratamiento.....	38
Tabla 14. Prueba de Kruskal-Wallis para aceptabilidad por Tratamiento.....	38
Tabla 15. Prueba significación de Tukey para aceptabilidad por Tratamiento.	39
Tabla 16. Análisis de varianza para Color por Tratamiento.	39
Tabla 17. Prueba de Kruskal-Wallis para Color por Tratamiento.	40
Tabla 18. Prueba de significación de Tukey para Color por Tratamiento.....	40
Tabla 19. Análisis de varianza para Olor por Tratamiento.....	41
Tabla 20. Prueba de Kruskal-Wallis para Olor por Tratamiento.....	41

Tabla 21. Prueba de significación de Tukey para Olor por Tratamiento.....	42
Tabla 22. Análisis de varianza para Sabor por Tratamiento.....	42
Tabla 23. Prueba de Kruskal-Wallis para Sabor por Tratamiento.....	43
Tabla 24. Prueba de significación de Tukey para Sabor por Tratamiento.....	43
Tabla 25. Resultados Físico-químicos (Humedad, Ceniza, Proteína)	44
Tabla 26. Resultados microbiológicos (Salmonella, Escherichia coli, Aerobios mesófilos)	45
Tabla 27. Materia prima directa utilizada en el proceso.....	46
Tabla 28. Maquinarias y equipos utilizados en el proceso	47
Tabla 29. Costo de la mano de obra directa.....	47
Tabla 30. Materiales indirectos utilizados en el proceso.....	47
Tabla 31. Depreciación de maquinarias y equipos empleados en el proceso.....	48
Tabla 32. Descripción de costos totales.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prueba significación de Tukey para la variable de aceptabilidad.	57
<i>Figura 2.</i> Prueba significación de Tukey para la variable de color.	57
Figura 3. Prueba de significación de Tukey para la variable olor	57
Figura 4. Prueba de significación de Tukey para humedad	58
Figura 5. Prueba de significación de Tukey para ceniza	58
Figura 6. Prueba de significación de Tukey para proteína	58
Figura 7. Balance de masa del lomo fino de cerdo curado con apio en polvo	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso para la obtención de apio en polvo	60
Anexo 2. Proceso de curado con polvo de apio al corte de lomo fino de cerdo	60
Anexo 3. Análisis microbiológicos del lomo curado	62
Anexo 4. Análisis fisicoquímicos del lomo curado.....	63
Anexo 5. Prueba sensorial	64
Anexo 6. Ficha de catación	65

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“ESTUDIO DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE APIO (<i>Apium graveolens</i>) COMO CONSERVANTE Y SUSTITUTO DE NITRITO Y NITRATO EN EL PROCESO DE CURADO DEL CORTE DE LOMO FINO DE CERDO”
Autor:	Vera Ponton Tamara Alexandra
Palabras claves:	Extracto de apio, curado, conservante, nitritos residuales
Fecha de publicación:	Noviembre, 2023
Editorial:	Quevedo – UTEQ “La María”, 2023.
Resumen:	<p>Este presente proyecto de integración curricular tuvo como objetivo estudiar el efecto del extracto de apio como una alternativa de conservante y sustituto de nitrito y nitrato. Los objetivos se plantearon a base de saber cuál era el efecto de la sustitución del nitrito y nitrato por el extracto y polvo del apio las características fisicoquímica, microbiológica y sensorial en el corte de lomo fino de cerdo es así que se propuso determinar las concentraciones del extracto de apio para el control microbiológico (hongos-levaduras) en el corte de lomo fino de cerdo curado las cuales fueron en polvo y extracto de apio, para la concentración de apio en polvo se usaron dos valores porcentuales que fueron, 0,8 % y 1%; y para el extracto de apio se usaron valores porcentuales de, 2 %, 3,5% y 4 %, dando en los 5 tratamientos una ausencia de microorganismos. Después se dio paso para analizar las características fisicoquímicas y comprobar la efectividad de la inclusión de apio en el proceso de curado en el corte, más cuales fueron, humedad, ceniza, proteína, y nitrito residual, siendo esta última las más influyente ya que se pudo comprobar la eficiencia del apio como conservante natural. Se evaluaron las características organolépticas de la aplicación de esencia de apio en los cortes mediante una prueba sensorial realizada a un grupo de 25 estudiantes del séptimo módulo de ingeniería Agroindustrial. De los 5 tratamientos realizados al corte de lomo fino, el T2 brindó mejores resultados en pruebas microbiológicas y sensoriales.</p>
Abstract	<p>This present curricular integration project aimed to study the effect of celery extract as an alternative preservative and substitute for nitrite and nitrate. The objectives were set based on knowing the effect of replacing nitrite and nitrate with celery extract and powder, the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in the cut of fine pork loin, so it was proposed to determine the concentrations of the celery extract for microbiological control (fungi-yeast) in the cut of fine cured pork loin which were in powder and celery extract, for the concentration of celery powder two percentage values were used, which were 0,8% and 1 %; and for the celery extract, percentage values of 2 %, 3,5% and 4 % were used, giving an absence of microorganisms in the 5 treatments. Then the step was taken to analyze the physicochemical characteristics and verify the effectiveness of the inclusion of celery in the curing process in the cut, plus what they were, humidity, ash, protein, and residual nitrite, the latter being the most influential since it was was able to verify the efficiency of celery as a natural preservative. The organoleptic characteristics of the application of celery essence on the cuts were evaluated through a sensory test carried out on a group of 25 students from the seventh module of Agroindustrial engineering. Of the 5 treatments carried out on the fine loin cut, T2 provided the best results in microbiological and sensory tests.</p>
Descripción:	83 hojas: Dimensiones 29 x 21 +CD ROM 6162
URI:	

INTRODUCCIÓN

La generación de las características particulares de los productos curados (color, aroma y sabor), se basa en la incorporación de nitritos y nitratos, siendo el nitrito el verdadero agente curado. Esta sustancia, además de modificar las características sensoriales, imparte seguridad microbiana al producto terminado (Montiel et al., 2013).

En el mundo actual las personas tienen más interés en comprar vegetales con propiedades orgánicas y naturales, por lo que se lleva a investigar fuentes no dañinas de nitritos y nitratos, es de conocimiento mundial que el apio es una fuente natural de nitrato y tiene una potencial acción de curado sobre los alimentos, para ello se realizan varios cultivos y así obtener el tratamiento más adecuado. El ingrediente principal de los productos cárnicos curados es el nitrito, el cual desarrolla las características propias de estos productos. Sin embargo, este ingrediente en la mayoría de los casos es de origen sintético. De esta manera surge el reto de generar productos cárnicos sin adicionar nitritos sintéticos y que tenga las mismas características sensoriales y de seguridad microbiológica (Montiel et al., 2013).

En América Latina existe un crecimiento exponencial del consumo de los productos embutidos listos, pero también existen controversias que discuten y respaldan que los mismos producen enfermedades letales, como es el reciente artículo de la Organización Mundial de la Salud-OMS que enuncia que el consumo de estos productos causa daños para la salud del consumidor. Es ahí donde la industria alimenticia buscará más factores que incidan al mejoramiento, optimización, y disminución de los conservantes y perseverantes como es el caso de los nitritos y nitratos (Herrera, 2016).

La inclusión de carnes curadas en la dieta diaria de los ecuatorianos, ha ido aumentando progresivamente, ya que según datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC, se estima que en el país la demanda de estos ha aumentado en un 14 % aproximadamente (Herrera, 2016), es por ello que varias universidades de gran importancia en el país están incursionando en obtener fuentes de nitritos de forma natural como el apio, la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en sus tesis de pre grado está implementando el uso de este vegetal para la obtención de nitrito de origen orgánico y natural. El presente trabajo de investigación se enfoca en la utilización del apio como fuente de nitrito para la conservación de un corte de lomo de cerdo, y poder así reemplazar el uso de estos aditivos ya que su uso a largo plazo perjudica nuestra salud

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema

Desde hace siglos, la adición de sal en la elaboración de productos cárnicos es utilizada como procedimiento de conservación de estos. El efecto conservador se basa en la disminución de la actividad de agua de estos productos. La sal marina que se empleaba con dicho fin presentaba ciertos niveles de nitratos, por lo que su uso implicaba la adición indirecta de los mismos a los productos cárnicos. La coloración característica que adquirían los productos tratados con estas sales se asoció a la presencia de nitratos. Sin embargo, posteriormente se observó que los nitratos no permanecían como tales, sino que eran reducidos a nitritos por acción de bacterias reductoras. Por tanto, se estableció que era la acción de los nitritos y no de los nitratos, la responsable del color característico de los productos cárnicos (Ventana et al., 2020).

Los nitratos y nitritos se utilizan como conservantes en productos cárnicos curados, embutidos entre otros. También se añaden para dar a estos productos su sabor y color característicos. Sin embargo, algunos de los nitratos que consumimos se convierten en nitritos, que reaccionan con los aminoácidos en el estómago para formar nitrosaminas, que son cancerígenas. El uso de nitratos y nitritos como aditivos alimentarios es controvertido debido a varios problemas de salud del consumidor. Los efectos antimicrobianos de los nitratos y nitritos deben equilibrarse frente a la posible formación de nitrosaminas dañinas. Los nitritos se añaden a la carne procesada para prevenir el desarrollo de microorganismos patógenos y, en particular, de la bacteria *Clostridium botulinum*, que produce la neurotoxina que causa el botulismo. Sin embargo, su uso debe ser cuidadoso ya que pueden formarse nitrosaminas perjudiciales para la salud. Para que un aditivo pueda ser utilizado correctamente debe cumplir con ciertos requisitos. Los nitratos y nitritos también están presentes de forma natural en los vegetales y agua (Ventana et al., 2020).

Diagnóstico

Por lo general el uso de aditivos alimentarios como las sales de nitrato que son utilizadas en carne y pescado para impedir el crecimiento de bacterias, pueden afectar la salud de las personas, el más conocido es la formación de nitrosaminas, compuestos cancerígenos, pero aun así su formación no es fácil.

Pronóstico

La creciente preocupación por parte de los consumidores por reducir el consumo de aditivos sintéticos, como los nitritos que se emplean en la industria cárnica por lo económico y fácil de usar además de su poder antimicrobiano, y por otro lado el incremento de nuevos productos denominados como orgánicos conlleva a que en este trabajo de investigación se evaluará el uso y las concentraciones adecuadas de un sustituto orgánico para los nitritos, como es el apio, ya sea en polvo seco o su extracto y evaluar si posee la misma actividad antimicrobiana que los nitritos sintéticos y si las concentraciones nitrito residual están dentro de los parámetros establecidos en norma por otro lado si el uso de esto no modifica en nada las características sensoriales del producto final.

1.1.2. Formulación de la investigación

¿Cuál es el efecto de la sustitución del nitrito y nitrato por el extracto y polvo del apio sobre las características fisicoquímica, microbiológica y sensorial en el corte de lomo fino de cerdo?

1.1.3. Sistematización del problema

¿El incremento de las concentraciones de extracto y polvo de apio generan inhibición en las cargas microbianas presentes en corte de lomo fino de cerdo curado?

¿Cómo influirá las concentraciones del extracto en las características fisicoquímicas del corte de carne curada?

¿Cuáles serán los cambios en las características organolépticas a partir de la sustitución de la sal de nitrito y nitrato por el extracto y polvo de apio?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

- Estudiar el efecto del extracto de apio como una alternativa de conservante y sustituto de nitrito y nitrato en el proceso de curado del corte de lomo fino de cerdo.

1.2.2. Objetivo específico.

- Determinar las concentraciones del extracto de apio para el control microbiológico (hongos-levaduras) en el corte de lomo fino de cerdo curado.
- Analizar las características fisicoquímicas para comprobar la efectividad de la inclusión de apio en el proceso de curado en el corte de lomo fino de cerdo.
- Evaluar las características organolépticas de la aplicación de esencia de apio en un corte de carne curada.

1.3. Justificación.

A pesar de que la mayor parte de los conservadores usados en alimentos son de origen químico, existen diversos productos de origen natural provenientes de plantas que pueden ser usados como conservadores de alimentos. Se estima que del 1 % al 10 % de la cerca de 500 000 especies de plantas que existen en el mundo tienen uso como alimento. Estudios demuestran que los extractos de plantas son útiles para la reducción de patógenos asociados con los productos cárnicos, se han documentado los efectos antimicrobianos frente a patógenos en muestras contaminadas de productos cárnicos (Rodríguez, 2011).

Los nitritos y nitratos son compuestos que desempeñan un rol fundamental en la industria de alimentos, sobre todo su utilización en la fabricación de los productos derivados de la carne debido al efecto antimicrobiano que presenta, su actividad antioxidante proporcionando color y aroma característico. El uso de dichos componentes en el proceso de curado de cárnicos ha demostrado que es coadyuvante en enfermedades graves, lo que ha provocado el auge por parte del consumidor de buscar productos más naturales u orgánicos, por lo que se ha considerado sustituirlos por otras alternativas como los vegetales ya que algunos son fuente de nitrato, por ejemplo, el apio, la lechuga y remolacha (Aleman, 2019).

Es necesario buscar alternativas de elaboración de productos que garanticen la salud de las personas para satisfacer las preferencias nutricionales de los consumidores, por lo tanto, se utilizará el extracto de apio en pequeñas proporciones como un sustituto de nitratos en productos cárnicos curados, siendo buena alternativa para la conservación y mejoramiento de la calidad de esos productos, buscando mantener y la mejorar el producto reduciendo el uso de estos aditivos sintéticos.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Apio

El apio es un vegetal que puede ser consumido crudo en ensalada, cocido, salsa, sopas y como condimento, es una planta herbácea cuyo ciclo vegetativo es de 4 meses en general (Torres, 2012). El apio pertenece a la familia de Umbelíferas, se distinguen dos variedades botánicas: *Apium graveolens var dulce* y *Apium graveolens var rapaceum*; este último es el apio-nabo. Tiene raíz pivotante, potente y profunda, con raíces secundarias superficiales. Del cuello de la raíz brotan tallos herbáceos que alcanzan de 30 a 80 cm de altura. Las hojas son grandes que brotan en forma de corona; el pecíolo es una penca muy gruesa y carnosa que se prolonga en gran parte del limbo. En el segundo año emite el tallo floral, con flores blancas o moradas; el fruto es un aquenio. La semilla tiene una facultad germinativa media de 5 años; en un gramo de semilla entran aproximadamente 2.500 unidades (Infoagro, 2010).

Es una fuente de vitaminas, sobre todo A y C. Dos tallos de apio suministran aproximadamente un 15 % de la ingesta diaria recomendada de cada una de esas vitaminas. Aunque el apio blanco no contiene mucha provitamina A. La vitamina C tiene propiedades antioxidantes y protege contra diversos tipos de cáncer. El apio, contiene, además, una cantidad importante de ácido fólico (Infoagro, 2010).

Taxonomía del apio

Tabla 1.

Taxonomía del apio

Taxonomía del apio	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Apiales
Familia:	Apiaceae
Genero:	Apium
Especie:	Apium graveolens

Fuente: (Inabio, 2018)

Elaborado: Autor

2.1.2. El apio y la salud

El apio contiene flavonoides, compuestos con actividad antioxidante y funciones biológicas diversas (anti carcinogénicos, antiinflamatorios, antibacterianos, inmuno-estimulantes, antivirales entre otros). Asimismo, contiene pequeñas cantidades de furanocumarinas biológicamente activas, fundamentalmente la xantotoxina y el bergapteno, que pueden actuar, en la prevención del cáncer, y que también se han utilizado en el tratamiento de algunas enfermedades de la piel como el vitiligo y la psoriasis (Herrera, 2016).

2.1.3. Extracto de vegetales

Son compuestos producidos de la obtención de sustancias biológicamente activas presentes en los tejidos de plantas, por el uso de un solvente (alcohol, agua, mezcla de estos u otro solvente selectivo) y un proceso de extracción adecuado. Puede ser por medio de alcohol, como ron y vodka, obteniendo así sustancias útiles de determinadas plantas, al evaporar el solvente que se usa para extraer aromas y sabores de un producto. También se obtienen al deshidratar los vegetales por medio de aire caliente para obtener extractos secos. De una misma planta, dependiendo de la parte de ella utilizada, del solvente y de la técnica de extracción, podremos obtener una diferente gama de sustancias (Santamaría et al., 2012).

La actividad antibacteriana se debe principalmente al efecto combinado de la absorción de polifenoles en las membranas de las bacterias con la generación de hidroperóxidos, ocasionando la salida del contenido celular, dentro de los extractos que poseen actividad antimicrobiana reportada se encuentran el de orujo de uva, apio y té verde (Negi, 2012).

2.1.3.1. Extracto de apio

El extracto vegetal más utilizado en la elaboración de los productos cárnicos es el apio (*Apium graveolens*), especialmente en productos tratados térmicamente (jamón cocido) ya que su sabor es compatible con este tipo de productos. Su aplicación en productos crudos todavía no se ha estudiado con detenimiento ya que el apio no es una especia o ingrediente habitual en este tipo de productos (Gallardo, 2013)

2.1.4. Nitritos y nitratos

Los nitratos y nitritos están presente de manera natural en el medio ambiente en consecuencia del ciclo del nitrógeno, que puede estar alterado por diversas actividades humanas. Estos aditivos químicos que son sintetizados se añaden tradicionalmente a productos cárnicos con varias finalidades entre las que destacan la inhibición de microorganismos potencialmente patógenos, la estabilización del color rojizo - rosáceo característico del curado, sus

características antioxidantes y el desarrollo del aroma y el sabor típicos. Sin embargo, sus 12 niveles de utilización se están cuestionando al dar lugar a la formación de nitrosaminas, sustancias carcinogénicas (Carballo & Andrade, 2013).

Los nitratos como sustancias de origen natural pueden encontrarse en productos cárnicos frescos, leche y productos lácteos, cereales, frutas, bebidas alcohólicas y verduras. En la mayoría de estos alimentos se encuentran en bajas concentraciones, generalmente inferiores a 10 mg/kg y rara vez exceden los 100 mg/kg. Sin embargo, las verduras, principal aporte de estos compuestos en la dieta junto con los embutidos, presentan unos contenidos que oscilan entre 200 y 2.500 mg/kg, variando en función del procesado del alimento, uso de fertilizantes y condiciones de crecimiento (Almudena & Lizaso, 2001).

2.1.4.1. Incidencia de nitritos sobre la salud

Los nitritos son precursores de las posiblemente carcinogénicas nitrosaminas, las cuales se forman en el estómago a partir de nitritos y las proteínas. A altas concentraciones a altas concentraciones pueden reaccionar con la hemoglobina. Su uso no está permitido en productos dirigidos a niños menores de seis meses (Cali, 2015).

Los nitratos contenidos en vegetales o administrados directamente favorecen el flujo sanguíneo hacia el estómago, protegiéndolo de sustancias irritantes. Dados estos antecedentes, es probable que los nitratos contenidos en vegetales ricos en moléculas antioxidantes como el ácido ascórbico, no produzcan aductos cancerígenos, a diferencia de los contenidos en las carnes rojas (Moreno et al., 2015).

2.1.4.2. Ingesta diaria admisible (IDA) nitritos y nitratos

La IDA, es un valor aproximado de la cantidad de aditivos alimentarios con relación al peso corporal que puede ingerir una persona, sin presentar riesgos en su salud, de acuerdo con las asignaciones realizadas por el JECFA, se obtiene los siguientes valores correspondientes a nitritos y nitratos: (Segurondo et al., 2020).

Nitratos: 0 a 3,7 mg/kg de peso corporal.

Nitritos: 0 a 0,06 mg por kg de peso corporal.

2.1.5. Calidad de los productos cárnicos

La calidad de la carne y de los productos cárnicos puede ser determinada bajo distintas consideraciones, atendiendo a su calidad nutricional, tecnológica, química, social, económica, de seguridad alimentaria, etc.

La variación de parámetros tecnológicos como la temperatura, la humedad relativa, el tiempo de proceso y las concentraciones de sales de curado añadidas, puede dar lugar a grandes diferencias en las características sensoriales del producto final. Igualmente, la adición de sales en la carne afecta a las características de la misma y, por tanto, también afectar en parte a la calidad del producto terminado, ya que son causantes de fenómenos físico-químicos y bioquímicos en la carne, los mismos que contribuyen al desarrollo de características sensoriales típicas de los productos curados (Arnau et al., 2013).

2.1.6. Curado

El término "curado" con relación a carnes procesadas es universalmente entendido en el sentido de la adición de nitritos o nitratos, sal y otros ingredientes a la carne para mejorar la conservación (Ronald & Fereidoon, 2004).

2.1.6.1. Curado de la carne

El uso directo de sales de nitrato es permitido sólo en algunos productos cárnicos, como los jamones secos curados, en los cuales largos y lentos períodos de curación requieren de reservorios de nitrito a través de nitratos. Lo anterior está fundamentado en el hecho de que reducir los contenidos finales de nitrito en los productos cocidos, ha sido uno de los principales esfuerzos de la industria cárnica en los últimos años y junto con una estricta reglamentación han logrado reducir el riesgo asociado a su consumo (Honikel, 2008).

2.1.6.2. Etapa de salado y curado

El empleo de nitrato o nitrito en la manufactura de productos cárnicos es comúnmente conocido como "curado" o "curación". Las variaciones como "curar" y "cura" tienen el mismo significado bajo este contexto. El verbo "curar" significa corregir, restaurar o tratar, por lo que podría asociarse con algo positivo que se le hace a la carne (King, 2006).

Los productos alimenticios llamados curados, son aquellos alimentos sometidos a un proceso de conservación y salazonado mediante la adición de una mezcla de sal, azúcar, nitratos o nitritos. Algunas veces, estos productos curados pueden incluir también una fase de ahumado. De manera normal a partir de los nitratos, y debido a la acción de los microorganismos presentes en el producto, se produce una acumulación de nitritos en los alimentos curados. Estos últimos, son los responsables de cambios fundamentales en este tipo de alimentos, como el color característico, los aromas y la acción antimicrobiana, principalmente por la ralentización e incluso inhibición del crecimiento de los microorganismos, especialmente de los patógenos, entre los que preocupa especialmente el

Clostridium botulinum o *Perfringens*, ya que es un microorganismo con capacidad para producir una potente toxina (Martín, 2017).

El objetivo de la etapa de salado o curado es la absorción de una cantidad de ingredientes de curado suficiente para preservar los productos durante las etapas posteriores (secado, ahumado o cocido) y, finalmente, para conservar el producto a temperatura ambiente.

Los agentes adicionados en el proceso de curado, cloruro de sodio, nitratos, nitritos, ácido ascórbico y azúcares, producen en la carne un medio bacteriológicamente selectivo para la flora deseada, que contribuye a la adecuada capacidad de conservación, estabilidad del color y formación del aroma en los productos crudo-curados. Durante el proceso de curado se combinan fenómenos de deshidratación osmótica y de difusión, por lo que se reduce el valor de la actividad de agua, incrementándose la concentración de solutos en el medio y facilitando el desarrollo de las características organolépticas y sensoriales específicas de los productos cárnicos crudo-curados (Albarracín et al., 2011).

2.1.6.3. Métodos de salado o curado

El salado o curado se puede realizar en seco, ya sea en salmuera, por inyección o por una combinación de estos métodos. Cabe destacar, que independiente del método de curado que se emplee durante estos procedimientos las sales se disuelven en la fase acuosa de la carne y son transportadas al interior del producto a través de dicha fase (Toldrá, 2004).

Salado/curado en seco

El proceso tradicional de salado o curado en seco se realiza cubriendo o frotando la materia prima con sal sólida. Ésta se disuelve parcialmente en el fluido proveniente de la superficie del producto cárnico como consecuencia de los mecanismos osmóticos y de difusión (Arnau et al., 2013).

Para evitar el desarrollo de microorganismos en la etapa de salado es importante controlar tanto la temperatura como la humedad relativa del saladero. Para ello la temperatura se mantiene durante todo el proceso entre 3-4 °C, mientras que la humedad relativa se sitúa en torno al 90-95 % (Armenteros, 2010). El proceso de salado en seco se suele realizar en contenedores de acero inoxidable. Esto proporciona un mejor manejo, además de una mayor calidad higiénico-sanitaria, en comparación con el tradicional proceso en pilas en el suelo de cámaras frigoríficas (Martín et al., 1998).

Salado/curado en salmuera

El salado en salmuera se denomina comúnmente salado por vía húmeda. Esta técnica consiste en sumergir la pieza de carne en una salmuera preparada a partir de las sales de curado. Durante esta operación, tiene lugar la transferencia de sal y de agua entre la salmuera y la carne. Al igual que el salado en seco, el salado en salmuera se lleva cabo en cámaras frigoríficas a 2-5 °C para evitar problemas de crecimiento microbiano (Gómez, 2013).

Salado/curado por inyección

Este método se basa en la inyección de la salmuera mediante agujas dentro de la pieza de carne con el fin de conseguir una dispersión del cloruro de sodio y las sales nitrificantes en todo el producto. De esta manera se asegura una distribución rápida y uniforme de las sales dentro del tejido de la carne. Tras la inyección, el mecanismo de difusión de las sales en el interior de la carne puede ser descrito de manera similar a los otros tipos de salado. La sal migra desde el punto de inyección hacia el resto del tejido cárnico debido a las fuerzas osmóticas (Albarracín et al., 2011).

2.1.7. Lomo fino de cerdo

El lomo de cerdo es la parte que está junto al espinazo y bajo las costillas del animal. Es propio de la naturaleza, ya que no está industrializado ni procesado. Pertenece al grupo de las proteínas, debido a que es el nutriente que más prevalece. Además, contiene poca grasa, vitaminas y minerales. Es una excelente fuente de proteínas de alto valor biológico, ya que contienen todos los aminoácidos esenciales (Soldano, 2016).

2.1.8. Características organolépticas

Las propiedades organolépticas son aquellos factores que determinan el color, sabor, el olor y la ternura de la carne. Para el consumo público, la carne proviene de los llamados animales de abasto como son, bovinos, porcinos, caprinos y las diferentes especies de aves. En general las pruebas sensoriales se pueden distinguir dos grupos principales: Pruebas afectivas y analíticas. Las pruebas afectivas se dividen en test de aceptación o preferencia y la prueba hedónica de escalas relativas. Las pruebas analíticas a su vez se dividen en pruebas discriminatorias y descriptivas. Las pruebas analíticas pretenden describir y diferenciar los productos. Las pruebas discriminatorias se establecen con la finalidad de distinguir diferencias en grupos de muestras en panelistas con un grado de entrenamiento (Fedegan, 2015).

2.2. Marco referencial.

(Calderón y Giler, 2019), mencionan que existen vegetales que tienen alto contenido de nitratos capaces de sustituir al nitrito mediante la reducción de este gracias al ácido ascórbico y que puedan ser empleados en el uso de conservación de los embutidos, el cual puede ser consumido por el público que busca el consumo de alimentos más saludables.

(Herrera, 2016) investigó fuentes naturales de nitratos y nitritos, ya existen alimentos mucho más saludables, con ingredientes naturales u orgánicos, como el apio que tiene potencial como fuente alternativa para la conservación de un embutido y es mucho más saludable consumir alimentos con conservantes de origen natural.

Según (Vera, 2019) menciona sobre las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de la salchicha, recalca que se mantuvo un lapso de 24 horas curando la carne para la conversión del nitrato presente en el vegetal a nitrito, el cual se sometió a varios tratamientos y así presentar el mejor resultado de este.

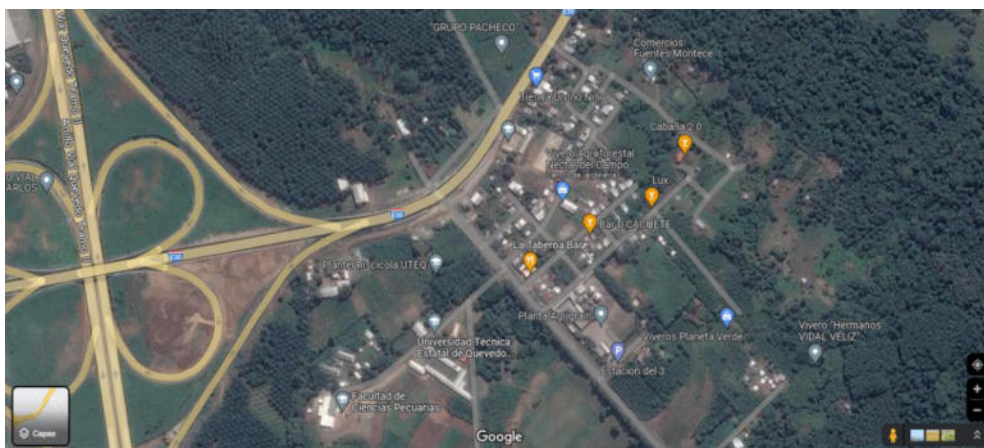
(Carballo y Andrade, 2013) estudiaron la evolución de los nitratos y nitritos durante el proceso de curación de salchichones elaborados con diferentes niveles de sales nitrificantes, dos lotes con reducción de sale, uno con la incorporación de ácido ascórbico y otro sin sales, realizándose la determinación de los nitratos y nitritos durante el periodo de curación de 27 días, con los resultados obtenidos observaron que parte, entre un 1 - 10 %, del nitrito añadido al producto se transformaría en nitrato.

De acuerdo con (Alemán, 2019) determina sobre la cantidad de apio el polvo que se necesita para elaborar una salchicha Frankfurt, a su vez se estudiaron cuatro sustituciones, para establecer la cantidad óptima de apio para aplicar la formulación para elaboración de una salchicha tipo Frankfurt, se evaluó el efecto del uso del apio en polvo en las características de color, porcentaje de humedad y grado de satisfacción sensorial, el en cual dos de las cuatros sustituciones presentaron una aceptación significativa.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación, se realizó en los laboratorios de: bromatología, microbiología y bioquímica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la finca experimental “La María”, en el Km 7 1/2 de la vía Quevedo – El Empalme, recinto San Felipe, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, Republica del Ecuador.



Fuente: Google Maps

3.2. Tipos de investigación.

3.2.1. Investigación exploratoria

En este trabajo de integración curricular, la investigación exploratoria ayudo obtener una variante de datos necesarios, que sirvieron para realizar varios análisis y determinar los tratamientos a tomar, a pesar de que se disponía algunos antecedentes para la recopilación de información.

3.2.2. Investigación experimental

Se empleó una investigación experimental ya que se utilizó extracto y polvo de apio en condiciones controladas con diferentes dosis, las cuáles fueron aplicadas en los cortes de lomo. Para el análisis de los factores de estudio, se los trató aplicando métodos estadísticos para sistematizar el Análisis de la Varianza (ANOVA), y una prueba de significación en los programas INFOSTAT y STATGRAPHICS versión 16.1.03.

3.2.3. Investigación descriptiva

Este tipo de investigación nos permitió detallar el proceso correcto para la obtención de extracto y polvo de apio, dando situaciones y resultados previos a fin de desarrollar criterios y contenidos, que no servirán para argumentar la investigación.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método inductivo-deductivo

Mediante este método de investigación se comparan los resultados obtenidos sobre las variables fisicoquímicas y sensoriales del producto final, que serán comparadas bajo los parámetros de las normas (NTE INEN-ISO 1442, 2013), en los diferentes tratamientos.

3.3.2. Método analítico

Mediante el método analítico se logra determinar cuál es el mejor tratamiento en cuanto a características fisicoquímicas y sensoriales del corte de lomo de cerdo curado.

3.3.3. Método estadístico

Los resultados estadísticos de los datos se obtuvieron mediante un análisis de varianza (ANOVA), el cual analiza la variación total de los datos y la divide en porciones significativas e independientes. Los softwares estadísticos utilizados fueron el INFOSTAT y STATGRAPHICS versión 16.1.03, los datos obtenidos se tabularon para la interpretación de los resultados.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Los datos recopilados, fueron obtenidas en artículos científicos, libros, pdf, fichas técnicas y Normativas, demostrando que esta investigación ha sido desarrollada, mediante sustentación científica y reglamentaria.

3.5. Diseño de la investigación.

Para la presente investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DCA) más un testigo, se empleó dos porcentajes de polvo de apio (0,8 % y 1 %) y tres porcentajes de extracto de apio (2 %, 3,5 % y 4 %) dando un total de 5 tratamientos con 3 réplicas, más un testigo, brindando así un total de 18 unidades experimentales.

3.5.1. Esquema del análisis de varianza

Tabla 2.

Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza
Tratamiento	SCTr	(t-1)	CMT= SCT/(t-1)	CMT/CME
Error	SCE	t(r-1)	CME= SCE/t(r-1)	
Total	SCT	(t*r)-1		

3.5.2. Características del Diseño Experimental

Números de tratamientos: 5 + testigo

Número de repeticiones: 3

Unidades experimentales: 18

Tabla 3.

Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Polvo de apio (0,8 %)
T2	Polvo de apio (1 %),
T3	Extracto de apio (2 %)
T4	Extracto de apio (3,5 %)
T5	Extracto de apio (4 %)
T6	Testigo

3.5.3. Procedimiento experimental

Tabla 4.

Formulación para pieza curada con apio en polvo

Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)
Lomo fino de cerdo	3,50 %	350
Apio en polvo	0,80 %	80
Sal en grano	10 %	1000

Tabla 5.

Formulación para pieza curada con extracto de apio

Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)
Lomo fino de cerdo	3,50 %	350
Extracto de apio	0,4 %	40
Sal en grano	10 %	1000

3.6. Instrumentos de investigación.

Análisis fisicoquímicos

- Humedad.
- Ceniza.
- Grasa.
- Proteína.

Análisis microbiológicos

- Salmonella.
- Mohos y levaduras.
- Escherichia coli.
- Aerobios mesófilos.

Análisis sensorial

- Color.
- Olor.

- Sabor.
- Aceptabilidad.

3.6.1. Métodos para la determinación de análisis fisicoquímicos

3.6.1.1. Determinación de humedad

Para efectuar el análisis de humedad se utilizó el método gravimétrico (Pérdida por calentamiento) (NTE INEN-ISO 1442, 2013).

Procedimiento

- Pesar los crisoles y 4 g de muestra preparada.
- Colocar en la estufa a 110 °C por aproximadamente 3 horas.
- Enfriar en el desecador por 15-20 minutos.
- Pesar y registrar los datos obtenidos.

Equipos

- Estufa.
- Balanza Analítica.

Utensilios

- Crisoles.
- Desecador.
- Pinza Metálica.

Cálculos

El contenido de humedad de la carne curada se determina mediante la ecuación siguiente:

$$H = \frac{Pc+m-Pf}{m} * 100$$

H: Contenido de humedad en %

Pc = Peso del crisol

m= muestra

Pf = Peso final

3.6.1.2. Determinación de ceniza

Para la determinación de ceniza se empleó el método gravimétrico, basado en la incineración de la materia orgánica y obtención de residuos a una temperatura de 600 °C (NTE INEN-ISO 936, 2013).

Procedimiento

- Una vez obtenida la muestra seca del proceso de determinación de humedad se procede a introducir a la mufla a una temperatura de 600 °C, durante un tiempo de 4 horas.
- Abrir la mufla y dejar enfriar las muestras por 30-40 minutos.
- Colocar en el desecador por 15 minutos.
- Pesar y obtener los valores.

Equipo

- Mufla.
- Balanza Analítica.

Utensilios

- Pinza metálica.
- Crisoles.
- Desecador.

Cálculos

$$C = \frac{P_f - P_i}{P_m} * 100$$

Siendo:

C: Contenido de ceniza en %.

Pf: Peso final del crisol (muestra calcinada) en g.

Pi: Peso inicial del crisol vacío en g.

Pm: Peso de la muestra en g.

3.6.1.3. *Determinación de proteína*

Para el cálculo de proteína en un producto cárnico se utilizó la metodología de la norma (NTE INEN 1 338, 2010)

Equipos:

- Balanza analítica, sensible.
- Pipeta de 100 cm³.
- Matraz Kjeldahl de 250 cm³.
- Aparato de Kjeldahl, para digestión y destilación.

Reactivos y materiales

- Solución de rojo de metilo.

- Papel filtro No. 40.
- Ácido sulfúrico concentrado 93-98 %, libre de Nitrógeno.
- Hidróxido de sodio.
- Pastillas catalizadoras.
- Indicador Kjeldahl.

Cálculos

El contenido de proteína en los alimentos se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%PB = \frac{(VHCL - Vb) * 1.401 * NHCL * F}{(g)muestra}$$

Donde:

- **1.401:** Peso atómico del nitrógeno
- **NHCL:** Normalidad del ácido clorhídrico 0.1 N
- **F:** Factor de conversión (6.25)
- **VHCL:** Volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación
- **Vb:** Volumen del blanco (0.1)

3.6.2. Métodos para la determinación de análisis microbiológicos

3.6.2.1. Mohos y levaduras

Procedimiento

- Preparar el agar PDA (POTATO DEXTROSE AGAR).
- Esterilizar el agar junto con las placas Petri en la autoclave a una presión de 15 PSI, con una temperatura.
- Dejar enfriar y ubicar en la cabina de extracción.
- Verter el medio de cultivo en cada caja.
- Realizar una dilución de la muestra con agua destilada a la -3 en un tubo eppendorf.
- Sembrar 20 microlitros en cada caja por microgota.
- Incubar a una temperatura de 25 °C por 48 horas.
- Después de las 48 horas de incubación se retiran las muestras y se procede a contar las colonias si es el caso.

Equipo

- Cabina extractora
- Incubadora
- Micropipeta
- Autoclave
- Balanza
- Contador de colonias

Reactivos y materiales

- Agar PDA (POTATO DEXTROSE AGAR)
- Caja Petri
- Mechero
- Asa de siembra
- Tubos eppendorf

3.6.2.2. *Salmonella*

Procedimiento

- Preparar el agar Salmonella-Shigella (SS AGAR).
- Esterilizar el agar junto con las placas Petri en la autoclave a una presión de 15 PSI, con una temperatura.
- Dejar enfriar y ubicar en la cabina de extracción.
- Verter el medio de cultivo en cada caja.
- Realizar una dilución de la muestra con agua destilada a la -3 en un tubo eppendorf.
- Sembrar 20 microlitros en cada caja por microgota.
- Incubar a una temperatura de 25 °C por 48 horas.
- Después de las 48 horas de incubación se retiran las muestras y se procede a contar las colonias si es el caso.

Equipo

- Cabina extractora
- Incubadora
- Micropipeta

- Autoclave
- Balanza
- Contador de colonias

Reactivos y materiales

- Agar Salmonella-Shigella (SS AGAR)
- Caja Petri
- Mechero
- Asa de siembra
- Tubos eppendorf

3.6.2.3. *Escherichia coli*

Procedimiento

- Preparar el agar MacConkey.
- Esterilizar el agar junto con las placas Petri en la autoclave a una presión de 15 PSI, con una temperatura.
- Dejar enfriar y ubicar en la cabina de extracción.
- Verter el medio de cultivo en cada caja.
- Realizar una dilución de la muestra con agua destilada a la -3 en un tubo eppendorf.
- Sembrar 20 microlitros en cada caja por microgota.
- Incubar a una temperatura de 25 °C por 48 horas.
- Después de las 48 horas de incubación se retiran las muestras y se procede a contar las colonias si es el caso.

Equipo

- Cabina extractora
- Incubadora
- Micropipeta
- Autoclave
- Balanza
- Contador de colonias

Reactivos y materiales

- Agar MacConkey
- Caja Petri
- Mechero
- Asa de siembra
- Tubos eppendorf

3.6.2.4. Aerobios mesófilos

Procedimiento

- Preparar el agar nutriente.
- Esterilizar el agar junto con las placas Petri en la autoclave a una presión de 15 PSI, con una temperatura.
- Dejar enfriar y ubicar en la cabina de extracción.
- Verter el medio de cultivo en cada caja.
- Realizar una dilución de la muestra con agua destilada a la -3 en un tubo eppendorf.
- Sembrar 20 microlitros en cada caja por microgota.
- Incubar a una temperatura de 25 °C por 48 horas.
- Después de las 48 horas de incubación se retiran las muestras y se procede a contar las colonias si es el caso.

Equipo

- Cabina extractora
- Incubadora
- Micropipeta
- Autoclave
- Balanza
- Contador de colonias

Reactivos y materiales

- Agar MacConkey
- Caja Petri
- Mechero
- Asa de siembra

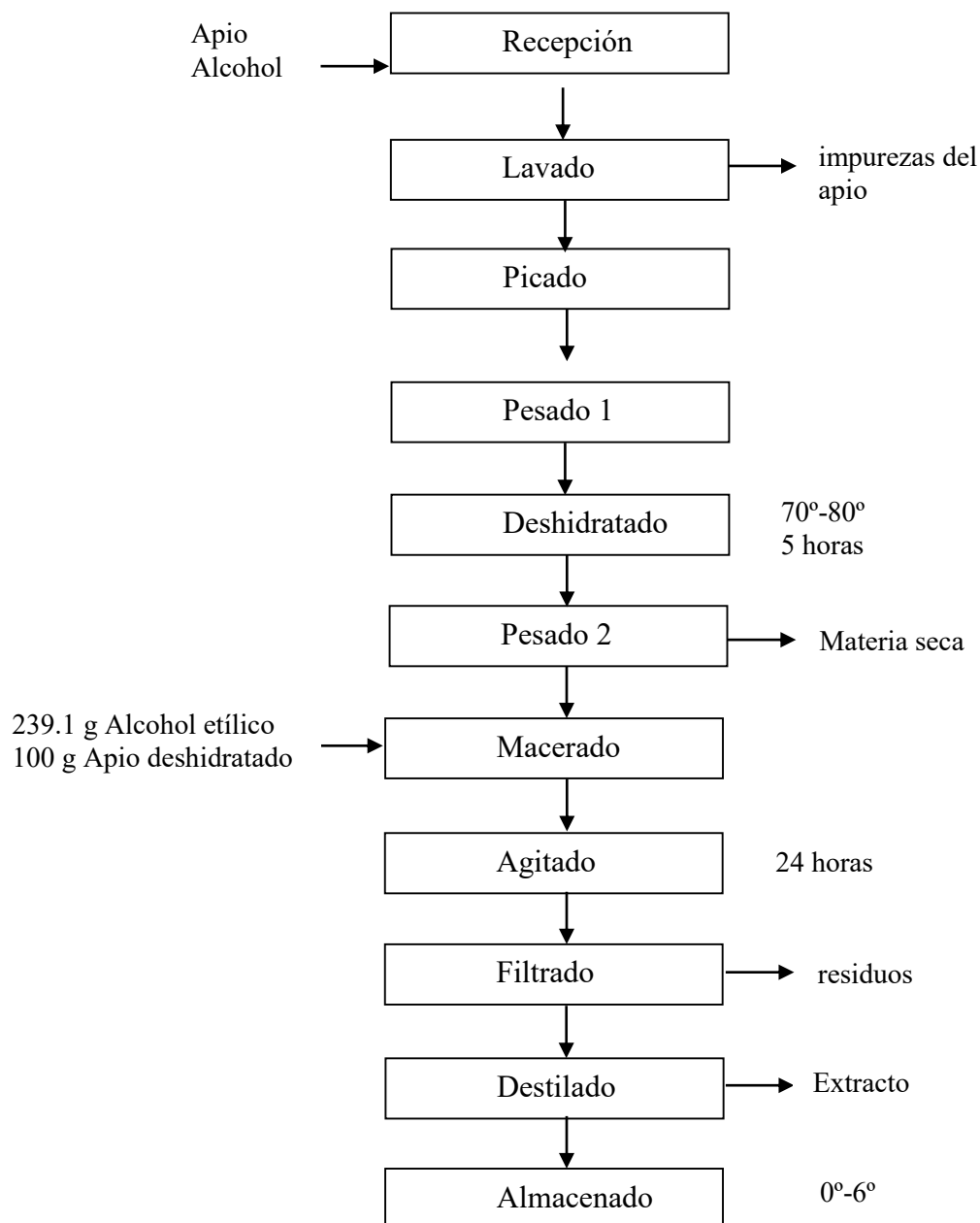
- Tubos eppendorf

3.6.3. Análisis sensorial

Se realizó el análisis sensorial con la presencia de 25 estudiantes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, pertenecientes a la carrera de Agroindustria (VII semestre), los mismos que realizaron la catación a 6 muestras de carne curada con extracto y polvo de apio, en el cual se evaluaron las características de color, olor, sabor y aceptabilidad; con la finalidad de obtener el mejor tratamiento.

3.6.4. Descripción de los procesos para obtener extracto de apio, polvo de apio y el proceso de curado

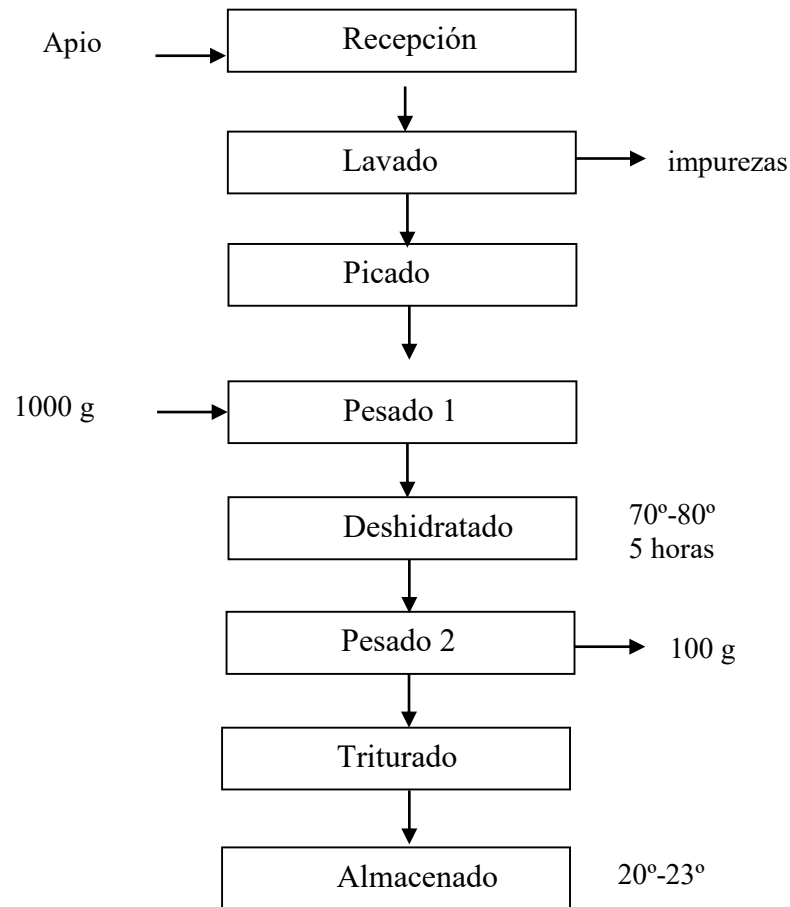
- Diagrama de proceso para la obtención de extracto de apio



3.6.4.1. Descripción de proceso para la obtención de extracto de apio

- **Recepción.** En este proceso se reciben los atados de apio junto con el alcohol etílico de 60 grados.
- **Lavado.** Se cortó 3 cm en la parte inferior del tallo del apio, luego se procedió a lavar cada uno de los tallos junto con las hojas de esta manera eliminar cualquier tipo de residuos e impurezas.
- **Picado.** Se picó completamente en trozos pequeños cada apio para facilitar al proceso de secado o deshidratado.
- **Pesado 1.** Con la ayuda de una balanza se procedió a tarar las bandejas donde fue ubicado el apio previamente picado y se realizó su respectivo peso para cada bandeja.
- **Deshidratado.** A una temperatura de 70°-80° se realizó la deshidratación de la materia prima a tratar en una estufa, durante un tiempo de 5 horas.
- **Pesado 2.** Con la ayuda de una balanza se procedió a pesar las bandejas de apio salidas de la estufa y se anotó los respectivos pesos de cada bandeja.
- **Macerado.** Junto con un mortero se trituró la materia seca para facilitar el tamaño de esta. En un recipiente de laboratorio se vertió la materia seca junto con el alcohol en una relación de 1:3.
- **Agitado.** El recipiente con la mezcla de apio y alcohol se dejó en un agitador durante 24 horas, de esta manera transmitir al líquido características del producto macerado.
- **Filtrado.** Una vez transcurrido el tiempo, se procedió a filtrar la mezcla para separar la parte líquida de la sólida y desechar los residuos del producto macerado.
- **Destilado.** Con la ayuda de un rotavapor se separó el alcohol a través de la destilación, quedando así un pequeño contenido de extracto de apio.
- **Almacenado.** Se almacenó en una temperatura de 4°-6° el contenido de extracto en un frasco ámbar previamente esterilizado.

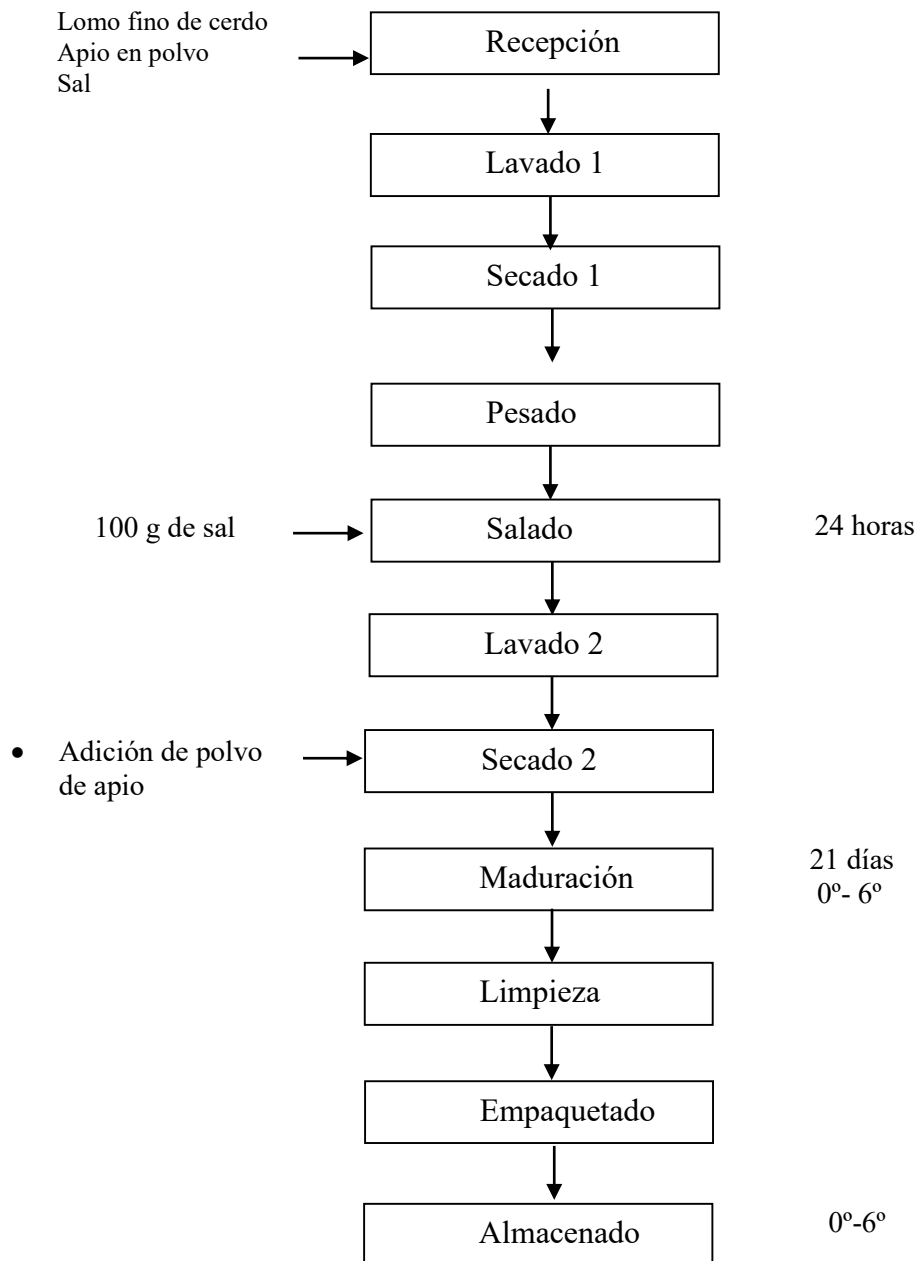
- Diagrama de proceso para la obtención de polvo de apio



3.6.4.2. Descripción de proceso para la obtención de polvo de apio

- **Recepción.** En este proceso se recibe la materia prima.
- **Lavado.** Se cortó 3 cm en la parte inferior del tallo del apio, luego se procedió a lavar cada uno de los tallos junto con las hojas de esta manera eliminar cualquier tipo de residuos e impurezas.
- **Picado.** Se picó completamente en trozos pequeños cada apio para facilitar al proceso de secado o deshidratado.
- **Pesado 1.** Con la ayuda de una balanza se procedió a tarar las bandejas donde fue ubicado el apio previamente picado y se realizó su respectivo peso para cada bandeja.
- **Deshidratado.** A una temperatura de 70°-80° se realizó la deshidratación de la materia prima a tratar en una estufa, durante un tiempo de 5 horas.
- **Pesado 2.** Con la ayuda de una balanza se procedió a pesar las bandejas de apio salidas de la estufa y se anotó los respectivos pesos de cada bandeja.

- **Triturado.** Se trituro la materia seca en una licuadora de mano.
- **Almacenado.** Se obtuvo el polvo de apio y se almacenó en funda ziploc a temperatura ambiente.
- Diagrama de proceso para la elaboración de curado de lomo fino de cerdo con apio en polvo



3.6.4.3. Descripción de proceso para el curado de lomo fino de cerdo con polvo de apio

- **Recepción.** En este proceso se recibe la materia prima.
- **Lavado 1.** Se lavó el lomo fino de cerdo con agua estéril, limpiar la mayor cantidad de grasa que contenga.
- **Secado 1.** Se secó completamente el lomo con toallas absorbentes limpias, tratando de que absorban toda la cantidad de agua posible.
- **Pesado.** Con la ayuda de una balanza se procedió pesar el lomo.
- **Salado.** Se cubrió el lomo con un kilo de sal, para que ésta penetre hasta su interior durante 24 horas.
- **Lavado 2.** Después de haber transcurrido un día en salazón, se procedió a retirar el lomo de la bandeja de sal y posterior a eso lavarlo con agua estéril.
- **Secado 2.** Se secó nuevamente el corte tratando de absorber la mayor cantidad de agua y luego se agregó el polvo de apio.
- **Maduración.** Se conservó el corte de lomo en un ambiente controlado con un rango de temperatura de 0° a 6°, durante 21 días.
- **Empaquetado.** Una vez transcurrido el tiempo, se procedió a empaquetar el lomo en una máquina de envase al vacío.

3.7. Tratamientos de los datos

Se efectuó un análisis estadístico de los datos recopilados para cada una de las variables de estudio (humedad, ceniza, proteína) empleando el método de análisis de varianza (ANOVA), esto con la finalidad de establecer diferencia significativa entre los tratamientos, mientras que para determinar la diferencia en las medias se realizó una prueba de significancia Tukey ($P < 0,05$). Para llevar a cabo la ejecución del diseño experimental se realizó utilizando la herramienta estadística Statgraphics.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- Qco. Loguard Rojas Uribe MSc. Tutor – UTEQ.
- Tamara Alexandra Vera Ponton. Tesista – UTEQ.
- Ing. Ángel Cedeño Moreira. Cotutor-UTEQ.

Colaboradores.

- Ing. Lourdes Roció Ramos
- Ing. Erick García Intriago

3.8.2. Recursos materiales

Tabla 6.

Materia prima, insumos, equipos y materiales utilizados en la elaboración de curado de lomo fino de cerdo.

Materia prima	Insumos	Equipos	Materiales
Apio	Nitrito de Sodio	Balanza analítica	Cuchillo
Lomo fino de cerdo	Sal	Trituradora	Tabla de picar
Alcohol etílico (grado alimenticio)	Agua estéril		Papel film Piola de algodón

3.8.2.1. Materiales de laboratorio para efectuar los análisis físico-químicos

- Matraz Erlenmeyer.
- Vasos de precipitación.
- Crisoles.
- Pipetas.
- Soporte universal.
- Pinzas.
- Desecador.
- Papel filtro.
- Mortero.
- Tubo eppendorf.
- Mechero.
- Caja Petri.

3.8.2.2. Reactivos

- Etanol Medio de cultivo PDA.
- Medio de cultivo SS Agar.
- Medio de cultivo agar MacConkey.
- Solución de rojo de metilo.
- Ácido sulfúrico concentrado 93-98 %, libre de Nitrógeno.
- Hidróxido de sodio.

- Pastillas catalizadoras.
- Indicador Kjeldahl.

3.8.2.3. Equipos

- Estufa.
- Autoclave.
- Agitador.
- Incubadora.
- Contador de colonias.
- Cámara de extracción.
- Refrigerador.

3.8.2.4. Materiales de oficina

- Esferos (2).
- Hojas A4.
- Lápiz (1).
- Carpetas (2).
- Tijeras (1).
- Cuaderno (1).
- Teléfono (1).
- Calculadora (1).
- Impresora (1).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Resultados de análisis físico-químicos.

Tabla 7.

Análisis de varianza de humedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	164,825	5	32,9651	37,72	0
Error	10,4873	12	0,873944		
Total	175,313	17			

Interpretación. La tabla de análisis de varianza, indica que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre humedad con un 95% de nivel de confianza.

Tabla 8.

Prueba de significación de Tukey para humedad

Tratamientos	Casos	Media
T2	3	55,45 %
T1	3	57,04 %
T6	3	58,48 %
T3	3	60,54 %
T4	3	62,30 %
T5	3	64,27 %

Interpretación. Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, lo cual indica con un nivel del 95,0 %, el cual indica que el tratamiento T2 (55,45 %) hace referencia al lomo curado con 1% de apio en polvo, es el que cuenta con menos porcentaje de humedad.

Tabla 9.

Análisis de varianza de ceniza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	23,1894	5	4,63789	76,19	0
Error	0,730467	12	0,0608722		
Total	23,9199	17			

Interpretación. La tabla muestra los resultados del análisis de varianza para ceniza, donde el valor-P siendo menor a 0,05, prueba la significancia estadística entre los diferentes tratamientos con un nivel de confianza de 95%.

Tabla 10.

Prueba de significación de Tukey para ceniza

Tratamientos	Casos	Media
T6	3	6,93 %
T1	3	7,6 %
T2	3	7,61 %
T5	3	8,35 %
T4	3	9,50 %
T3	3	10,16 %

Interpretación. Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple mediante una prueba tukey para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, el cual indica que el tratamiento T6, es el que cuenta con menos porcentaje de ceniza, con un nivel del 95,0 %, el cual hace referencia al lomo curado con nitrato de sodio, este tratamiento es considerado el testigo.

Tabla 11.

Análisis de varianza de proteína

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	13,1069	5	2,62137	76,39	0
Error	0,4118	12	0,0343167		
Total	13,5186	17			

Interpretación. La tabla muestra los resultados del análisis de varianza para proteína, donde se puede observar que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, con un nivel de confianza de 95%. ya que el valor-P es menor que 0,05.

Tabla 12.

Prueba de significación de Tukey para proteína

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS
T4	3	25,71 %
T3	3	25,95 %
T6	3	26,63 %
T1	2	26,81 %
T5	3	27,04 %
T2	3	28,33 %

Interpretación. Esta tabla aplica una prueba de significancia con un procedimiento de comparación múltiple mediante una prueba tukey para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, el cual indica que el tratamiento T2, el mismo que hace referencia al lomo curado con 1% de apio en polvo, es el que cuenta con mayor porcentaje de proteína (28.33 %) con un nivel del 95,0%.

4.1.2. Resultados para análisis sensorial

Tabla 13.

Análisis de varianza para Aceptabilidad por Tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	18,08	5	3,616	3,41	0,0061
Intra grupos	152,56	144	1,05944		
Total (Corr.)	170,64	149			

Interpretación. La tabla anova descompone la varianza de aceptabilidad en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3,41311, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de aceptabilidad entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 14.

Prueba de Kruskal-Wallis para aceptabilidad por Tratamiento.

Tratamiento	Tamaño Muestra	Rango Promedio	Valor-P
T1	25	81,36	0,00792797
T2	25	91,6	
T3	25	57,88	
T4	25	57,32	
T5	25	77,08	
T6	25	87,76	

Interpretación. La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de aceptabilidad dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento son iguales, donde se combinan los datos de todos los niveles. Luego se calcula el rango promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0 % de confianza.

Tabla 15.

Prueba significación de Tukey para aceptabilidad por Tratamiento.

Tratamiento	Casos	Media
T4	25	3,16 %
T3	25	3,28 %
T5	25	3,72 %
T1	25	3,88 %
T6	25	3,92 %
T2	25	4,12 %

Interpretación. Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, lo cual indica con un nivel del 95,0% de confianza que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de AB, pero si indica que el tratamiento T4 y T2 son significativamente diferentes, considerando como mejor tratamiento el T2.

Tabla 16.

Análisis de varianza para Color por Tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	33,2	5	6,64	7,51	0
Intra grupos	127,36	144	0,884444		
Total (Corr.)	160,56	149			

Interpretación. La tabla anova descompone la varianza de aceptabilidad en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 7,51, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P= 0,000 de la razón-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de aceptabilidad entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 17.

Prueba de Kruskal-Wallis para Color por Tratamiento.

Tratamiento	Tamaño Muestra	Rango Promedio	Valor-P
T1	25	84,4	0,0000063
T2	25	91,36	
T3	25	55,24	
T4	25	46,86	
T5	25	73,96	
T6	25	101,18	

Interpretación. La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de aceptabilidad dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento son iguales, donde se combinan los datos de todos los niveles. Luego se calcula el rango promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P = 0,0000063 es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 18.

Prueba de significación de Tukey para Color por Tratamiento.

Tratamiento	Casos	Media
T4	25	2,92 %
T3	25	3,16 %
T5	25	3,6 %
T1	25	3,88 %
T2	25	4,04 %
T6	25	4,24 %

Interpretación. Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, lo cual indica con un nivel del 95,0 % de confianza que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna, pero si indica que existe diferencia entre los tratamientos T4, T2 y T6, considerando como mejor tratamiento el T2, el cual hace referencia al curado del corte con polvo de apio.

Tabla 19.

Análisis de varianza para Olor por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	19,0133	5	3,80267	3,58	0,0044
Intra grupos	152,88	144	1,06167		
Total (Corr.)	171,893	149			

Interpretación. La tabla anova descompone la varianza de olor en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3,58, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P= 0,00044 de la razón-F es menor que 0,05, es decir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de aceptabilidad entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95,0 % de confianza.

Tabla 20.

Prueba de Kruskal-Wallis para Olor por Tratamiento

Tratamiento	Tamaño Muestra	Rango Promedio	Valor-P
T1	25	84,6	0,00572
T2	25	90,6	
T3	25	57,3	
T4	25	56,72	
T5	25	76,44	
T6	25	87,34	

Interpretación. La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de aceptabilidad dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento son iguales, donde se combinan los datos de todos los niveles para variables no paramétricas. Luego se calcula el rango promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P = 0,00572 es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0 % de confianza.

Tabla 21.

Prueba de significación de Tukey para Olor por Tratamiento

Tratamiento	Casos	Media
T4	25	3,16 %
T3	25	3,28 %
T5	25	3,72 %
T6	25	3,92 %
T1	25	3,96 %
T2	25	4,12 %

Interpretación. Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, lo cual indica con un nivel del 95,0 % de confianza que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de AB, pero si indica que el tratamiento T4 y T2 son significativamente diferentes, considerando como mejor tratamiento el T2, que se refiere al curado del corte con polvo de apio.

Tabla 22.

Análisis de varianza para Sabor por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	20,4	5	4,08	3,76	0,0031
Intra grupos	156,24	144	1,085		
Total (Corr.)	176,64	149			

Interpretación. La tabla anova descompone la varianza de sabor en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3,76, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F (0,0031) es menor que 0,05, es decir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de sabor entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0 % de confianza.

Tabla 23.

Prueba de Kruskal-Wallis para Sabor por Tratamiento

Tratamiento	Tamaño Muestra	Rango Promedio	Valor-P
T1	25	73,34	0,00214
T2	25	98,26	
T3	25	64,74	
T4	25	54,54	
T5	25	71,74	
T6	25	90,38	

Interpretación. La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de la variable sabor dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento son iguales, donde se combinan los datos de todos los niveles. Luego se calcula el rango promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P = 0,00214 es menor que 0,05, significa que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 24.

Prueba de significación de Tukey para Sabor por Tratamiento

Tratamiento	Casos	Media
T4	25	3,12 %
T3	25	3,44 %
T5	25	3,6 %
T1	25	3,68 %
T6	25	3,96 %
T2	25	4,28 %

Interpretación. Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, lo cual indica con un nivel del 95,0 % de confianza que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de AB, pero si indica que el tratamiento T4 y T2 son significativamente diferentes, considerando como mejor tratamiento el T2.

4.2. Discusión

4.2.1. Discusión de resultados

Tabla 25.

Resultados Físico-químicos (Humedad, Ceniza, Proteína)

Análisis	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Humedad	56,78	55,45	60,54	62,3	64,27	58,48
Ceniza	7,79	7,61	10,16	9,5	8,35	6,93
Proteína	26,81	28,33	25,95	25,71	27,04	26,63

Humedad:

Los resultados de humedad de esta investigación para los tratamientos se presentan en la tabla, donde se identificó que los valores más altos de humedad corresponden a T3, T4 y T5 los cuales hacen referencia a la aplicación de extracto de apio al 2 %, 3,5 % y 4 %, es decir que los tratamientos T1, T2 y T6 corresponden a la aplicación de apio en polvo. Cabe señalar que (Gallignani et al., 2008) en su investigación “Determinación de nitritos en chorizos por espectrofotometría derivativa, utilizando un sistema de análisis en flujo” presentó valores de humedad de diez muestras que van desde 45,32 % hasta 53,5 %, por lo tanto, estos valores están más bajos que los obtenidos en la investigación presente, más sin embargo aquello no afecta en el producto final debido a que se encuentran dentro de la norma (NTE INEN 1 340, 2015) que indica un máximo de 65 %, donde los mejores tratamientos oscilan entre un 55,45 % y 56,78 %, considerando el mejor tratamiento (T2) con un valor de 55,45 %.

Ceniza:

El porcentaje de cenizas de los lotes de salchichón y longaniza obtenidos al inicio del proceso estuvo comprendido entre 3,72-4,38 % y 3,83-4,42 % respectivamente, los cuales se incrementaron en un rango de 5-6 % durante el almacenamiento (Auqui, 2014). Los resultados del contenido de ceniza en los tratamientos del presente trabajo de investigación fueron valores mayores a lo estipulado en la norma (NTE INEN-ISO 936, 2013), esto debido a que la carne utilizada en el proceso de curado tenga inicialmente niveles más altos de minerales debido a la alimentación del animal o el exceso de sal en el proceso de curado ya que si se agrega una cantidad excesiva de sal durante el proceso de curado, esto puede

aumentar los niveles de sodio y cloruro en la carne, lo que a su vez podría elevar los valores de ceniza. Adicional el contenido de mineral tanto del polvo de apio como del extracto influyen en el resultado. Considerando el mejor tratamiento al testigo (T6).

Proteína:

(Monteagudo, 2017) en su trabajo de investigación titulado “Efecto de la incorporación de conservantes naturales sobre la calidad de la carne picada de vacuno” obtuvo resultados de proteína en un rango de valores de 21,12 % a 21,78 % dado que fueron en las piezas: aguja y morrillo. Por otro lado, los resultados de proteína de esta investigación para los tratamientos se obtuvieron en rangos de 25 % a 28 % probablemente este se deba a la carne de cerdo magra, por lo tanto se considera al T2 con 28,33 % como el mejor tratamiento, ya que el lomo es conocido por ser una parte magra de la carne de cerdo, lo que significa que contiene menos grasa y más proteínas en comparación con otras partes del cerdo y esto contribuye a un mayor contenido de proteína en el lomo de cerdo curado. (Dominguez, 2020) en su trabajo de investigación “Efectos de la materia prima y el proceso de secado-maduración sobre la calidad del jamón” sus valores de proteína se incrementan en el muestreo de post-salado (19.68 %) y en el de maduración (20.77%), valor que coincide con los datos obtenidos en la presente investigación.

Tabla 26.

Resultados microbiológicos (Salmonella, Escherichia coli, Aerobios mesófilos)

Análisis	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Escherichia Coli	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Aerobios mesófilos	3,3*10 ⁴	1,6*10 ⁴	Ausencia	3,3*10 ⁴	Ausencia	1,6*10 ⁴

(Alemán, 2019) en su trabajo de investigación “Efectividad de la sustitución parcial y total de nitritos por apio en polvo en la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la salchicha tipo Frankfurt” con respecto a los resultados, observó que no existió un crecimiento representativo de microorganismos durante las cinco semanas de almacenamiento, presentando valores en base logarítmica menores a 1,48 y para algunos

casos ausencia en su totalidad. Esto se debe a que al someter las salchichas a un proceso de escaldado a una temperatura de 75 °C se pueden inhibir parcialmente el crecimiento de estos.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con informes realizados sobre el uso de apio en carnes curadas también al sustituir los nitratos por apio en polvo en la formulación, este también presenta un poder antimicrobiano sobre el crecimiento de microorganismos, al igual las sales nitrificantes.

(Patiño Bernal & Vázquez Mendoza, 2013) en su trabajo de investigación determino la concentración de nitritos en salchicha tipo Frankfurt, donde utilizó el método para determinación de nitritos NTE INEN 0784, presentó resultados de rangos desde 8 hasta 255 mg/Kg, en diferentes marcas de salchichas, obtuvo una variación muy notable entre las concentraciones de nitritos, esto puede deberse a diversos factores como temperaturas de conservación elevadas, ya que, si la temperatura de mantenimiento es de refrigeración (4 - 6 °C), se puede mantener la concentración más o menos estable entre una y tres semanas. La concentración residual, también depende de otros factores como el pH, la temperatura de conservación o la presencia de ascorbatos y fosfatos. El límite máximo admitido según la (NTE INEN 1 338, 2010) es de 125 mg/ kg, dado que los valores de la presente investigación fueron de 0.08 mg/Kg se pudo comparar que estos valores están muy por debajo de lo que nos indica la norma.

4.3. Costos reales del mejor tratamiento

Tabla 27.

Materia prima directa utilizada en el proceso

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total
Lomo fino de cerdo	kg	1	10	10
Apio	kg	5	0,75	3,75
Sal	kg	1	1	1
Agua estéril	lt	3	1,25	3,75
Total				18,50

Tabla 28.

Maquinarias y equipos utilizados en el proceso

Descripción	Cantidad	Valor (\$)	Valor total
Estufa	1	680	680
Trituradora	1	15	15
Refrigeradora	1	250	250
Total			945

Tabla 29.

Costo de la mano de obra directa

Detalle	Cantidad	Descripción	Costo/hora	Costo total
Operario	1	Operario/8 horas de trabajo	\$ 2	\$ 16
Total				\$ 16

Tabla 30.

Materiales indirectos utilizados en el proceso

Indirectos	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Bandejas de aluminio	4	0,6	2,4
Fundas ziploc	10	0,3	3
Toallas absorbentes	1	3,5	3,5
Pirola de algodón	1	0,5	0,5
Tela para filtrar	1	1	1
Papel Film	1	1,1	1,1
Papel de aluminio	1	1,5	1,5
Material para catacion	2	5	5
Fundas para empacar al vacío	10	0,1	1
Alcohol	1	1	1
Guantes	6	0,3	1,8
Cuchillo	1	5	5
Tabla de picar	1	3	3
Total			29,8

Tabla 31.*Depreciación de maquinarias y equipos empleados en el proceso*

Descripción	Horas de uso	Valor unitario	Depreciación
Refrigerador	10	400	0,27
Cámara de flujo laminar	60	3,454	14,39
Contador de Colonias	10	194	0,22
Incubadora	28	1,300	5,41
Autoclave	10	2,381	1,65
Desecadores	20	121	0,17
pH-metro	20	1,000	3,47
Plancha calentadora	30	400	0,83
Balanza analítica	10	850	0,93
Mufla	8	1,450	0,81
		Total	28,15

Tabla 32.*Descripción de costos totales*

Descripción	Valor total
Materiales directos	18,50
Mano de obra directa	16,00
Materiales indirectos	29,80
SUMATORIA	64,30

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las concentraciones conformadas de apio que se usaron en el control microbiológico fueron en polvo y extracto de apio, para la concentración de apio en polvo se usaron dos valores porcentuales que fueron 0,8 % y 1 %; y para el extracto de apio se usaron valores porcentuales de 2 %, 3,5 % y 4 %, dando en los 5 tratamientos una ausencia de microorganismos en el corte de lomo fino de cerdo.
- Las características fisicoquímicas que sirvieron para comprobar la efectividad de la inclusión del apio en el proceso de curado fueron, humedad, ceniza, proteína, y nitrito residual, siendo esta última la más influyente ya que se pudo comprobar la eficiencia del apio como conservante natural, considerando lo anterior se concluye que las concentraciones de nitrito residual se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma (NTE INEN 1 338, 2010) y se considera un producto apto para el consumo.
- Mediante una prueba sensorial coordinada con un grupo de 25 estudiantes del séptimo módulo de ingeniería Agroindustrial, se evaluaron las características organolépticas presentes en el corte de lomo fino de cerdo mediante los atributos de olor, sabor, color y aceptabilidad, siendo el tratamiento número dos el más aceptado en la catación.

5.2. Recomendaciones

- Implementar equipos sofisticados y regularizados para los respectivos análisis de contenidos de nitritos en productos cárnicos de los laboratorios de bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Es importante seguir realizando estos tipos de trabajos investigativos con otros vegetales que tengan presencia de nitritos de origen natural u otras propiedades con la finalidad de obtener conservantes orgánicos que ayuden a mejorar las características de los productos cárnicos.
- Es necesario realizar una prueba sensorial con un panel de catación que tenga un criterio técnico previo del producto a evaluar y así poder identificar de mejor manera el tratamiento más cercano a los parámetros de la normativa nacional.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

Albarracín, W., Sánchez, I. C., Grau, R., & Barat, J. M. (2011). Salt in food processing; usage and reduction: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(7), 1329–1336. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02492.x>

Alemán Aguirre, K. (2019). *Efectividad de la sustitución parcial y total de nitritos por apio en polvo (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) en la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la salchicha tipo Frankfurt*. [Universidad de Pamplona].

http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4753/1/Aleman_2019_TG.pdf

Almudena, A., & Lizaso, J. (2001, January 15). *Nitritos, Nitratos y Nitrosaminas*. Fundación Ibérica Para La Seguridad Alimentaria. Ronda de Poniente, 9.

Armenteros Cuesta, M. (2010). *Reducción de Sodio en lomo y jamón curados. Efecto sobre la proteólisis y la s características sensoriales*. Universidad Politécnica de Valencia .

Arnau, J., Guerrero, L., Casademont, G., & Gou, P. (2013). Physical and chemical changes in different zones of normal and PSE dry cured ham during processing. *Food Chemistry*, 52(1), 63–69. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)P4182-F](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)P4182-F)

Auqui Silvera, S. M. (2014). *Estrategias Productivas y Alimentarias para Mejorar la Calidad de la Canal y de la Carne de Chato Murciano*. Universidad de Murcia.

Calderón, B., & Giler, Y. (2019). *Uso de vegetales como sustitutos de conservantes en la elaboración de embutidos (chorizo)*. Universidad de Guayaquil .

Cali Chasi, G. C. (2015). *Determinación de la concentración residual durante las etapas de nitrito de sodio de elaboración almacenamiento de cinco productos cárnicos y (Salchicha de pollo, mortadela especial, salchicha paisa, longaniza, chorizo salchipincho) de la planta de alimentos PIGGIS embutidos PIGEM Cía. Ltda. y su incidencia sobre el tiempo de vida útil*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

- Carballo, J., & Andrade, S. (2013). Evolución de los nitratos y Nitritos durante la curación de salchichones con diferentes niveles de sales nitrificantes. *Sociedad Española de Dietética y Ciencias de La Alimentación*.
- Dominguez Gomez, J. (2020). *Efectos de la materia prima y el proceso de secado-maduración sobre la calidad del jamón*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Fedegan. (2015, August 18). *Propiedades organolépticas de la carne*. Federación Colombiana de Ganaderos .
- Gallardo Restrepo, J. A. (2013). “Fuente alternativa de nitratos para la industria cárnica: Influencia del extracto de apio y cultivos iniciadores sobre el color del jamón cocido tipo Medellín” . Universidad Miguel Hernández.
- Gallignani, M., Castellanos, L., Valero, M., & Brunetto, M. del R. (2008). Determinación de nitritos en chorizos por espectrofotometría derivativa, utilizando un sistema de análisis en flujo. *Scientific Journal of the Experimental Faculty of Sciences, 16*, 241–250.
- Gómez Salazar, J. A. (2013). *Modelización de las cinéticas de difusión de nitrato de sodio y nitrito de sodio durante el curado de carne*. [Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/19245>
- Herrera, A. (2016). *Influencia del uso de apio (Apium graveolens) en la calidad de los chorizos frescos tipo Cuencano y Parrillero*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Honikel, K.-O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science, 78*(1–2), 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.030>
- Inabio. (2018). *Instituto Nacional de Biodiversidad*. Apio (Apium Graveolens).
- King, N. (2006). Una revisión de los factores que influyen en el color de la carne cocida. *Journal of Food Science, 71*, R31–R40.
- Martín, F. (2017, April 5). *La conservación de los alimentos: nitratos, nitritos y la seguridad de los curados*. Restauración Colectiva .

- Martín, L., Córdoba, J. J., Antequera, T., Timón, M. L., & Ventanas, J. (1998). Effects of salt and temperature on proteolysis during ripening of Iberian ham. *Meat Science*, *49*(2), 145–153. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00129-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00129-0)
- Monteagudo Silgo, M. (2017). *Efecto de la incorporación de conservantes naturales sobre la calidad de la carne picada de vacuno*. Universidad de Extremadura.
- Montiel Flores, E., López Malo, A., & Bárcenas Pozos, M. (2013). *Vegetales como fuentes de nitritos: una alternativa para el curado de carnes*. 57–67. <http://www.labamerec.com/images/2013-Mexico-Vegetales-como-fuente-de-nitrito.pdf>
- Moreno C, B., Soto O, K., & González R, D. (2015). El consumo de nitrato y su potencial efecto benéfico sobre la salud cardiovascular. *Revista Chilena de Nutrición*, *42*(2), 199–205. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200013>
- NTE INEN 1 338. (2010). *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos. Requisitos*.
- NTE INEN 1 340. (2015). *Carne y productos cárnicos. Mortadela. Requisitos*.
- NTE INEN-ISO 936. (2013). *Carne y productos cárnicos- Determinación del contenido de ceniza*.
- NTE INEN-ISO 1442. (2013). *Carne y productos cárnicos - Determinación de contenido de humedad*.
- Patiño Bernal, N. E., & Vázquez Mendoza, V. K. (2013). *Determinación de la concentración de Nitritos en salchicha tipo Frankfurt que se comercializa en los mercados de la ciudad de Cuenca*. Universidad de Cuenca.
- Ronald B. Pegg, & Fereidoon, S. (2004). *Nitrite Curing of Meat: The N-Nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives* (Vol. 1).
- Segurondo Loza, R., Lina Trigo, O. M., & Céspedes Valeros, L. (2020). Vigilancia de nitritos y nitratos presentes en salchichas expandidas en los mercados: Rodríguez y Villa Fátima de la ciudad de La Paz. *Revista CON-CIENCIA*, *8*, 21–28.

Soldano, L. (2016). *Lomo de cerdo*. Nutrición y Entrenamiento.

Toldrá, F. (2004). *Dry- Cured Meat Products*. Wiley.
<https://doi.org/10.1002/9780470385111>

Vera Zambrano, G. (2019). *Sustitución parcial del nitrito de sodio por extracto de apio y su influencia en la calidad de una salchicha de cerdo*. [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López].
<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1127>

CAPITULO VII

ANEXOS

Figura 1.

Prueba significación de Tukey para la variable de aceptabilidad.

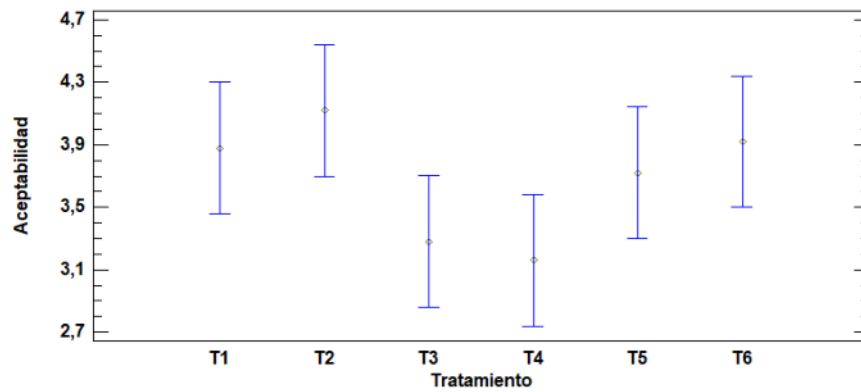


Figura 2.

Prueba significación de Tukey para la variable de color.

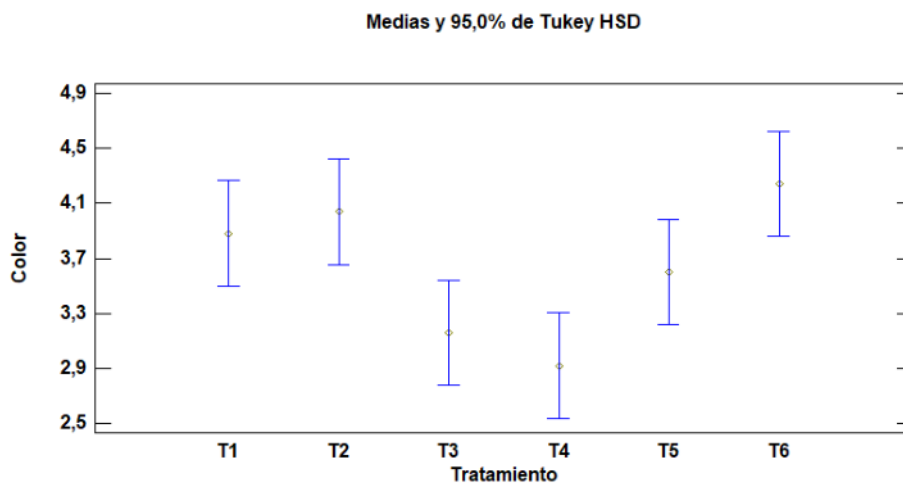


Figura 3.

Prueba de significación de Tukey para la variable olor

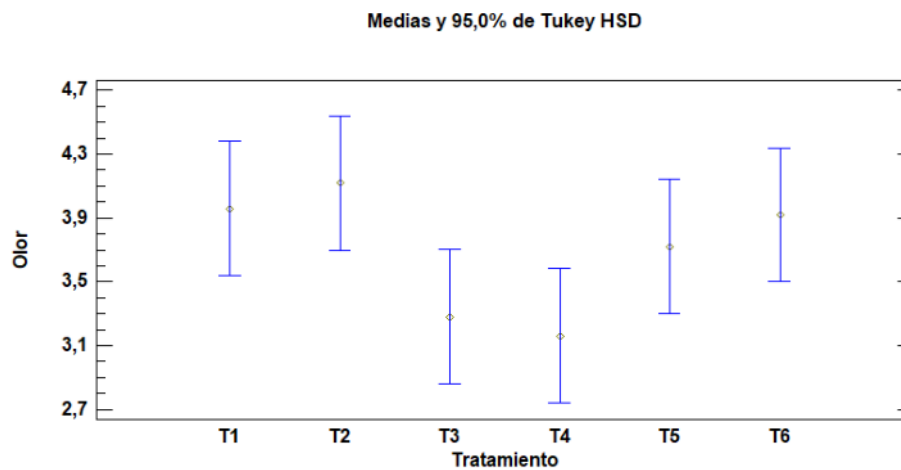


Figura 4.

Prueba de significación de Tukey para humedad

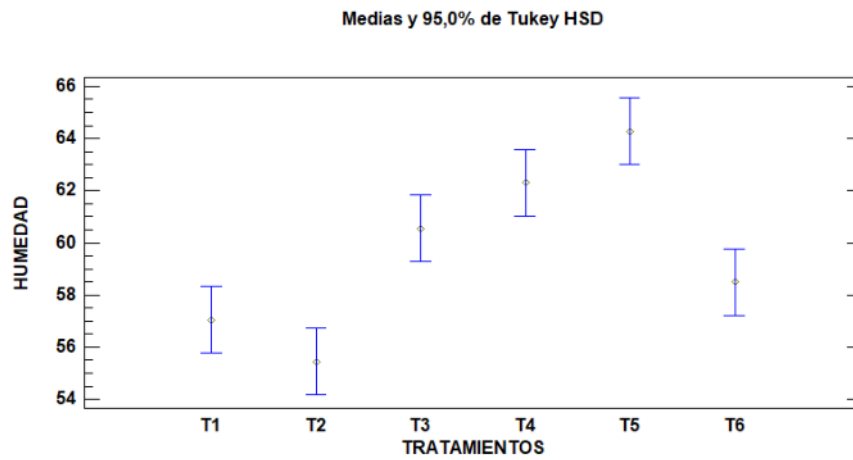


Figura 5.

Prueba de significación de Tukey para ceniza

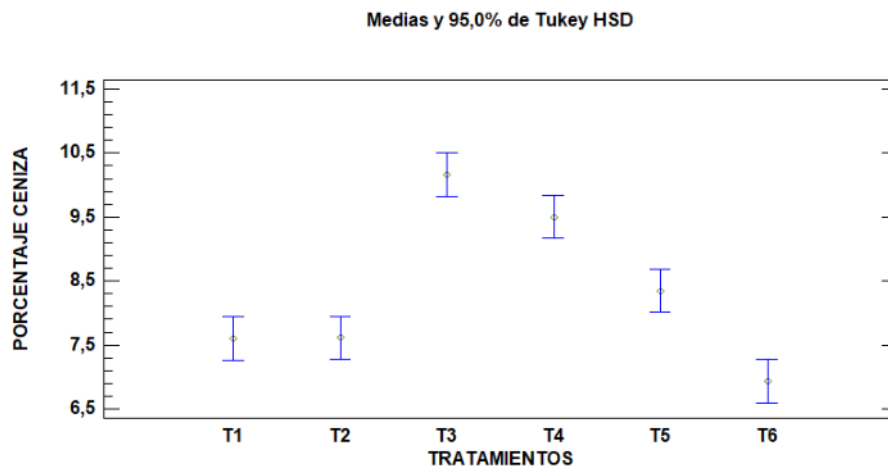


Figura 6.

Prueba de significación de Tukey para proteína

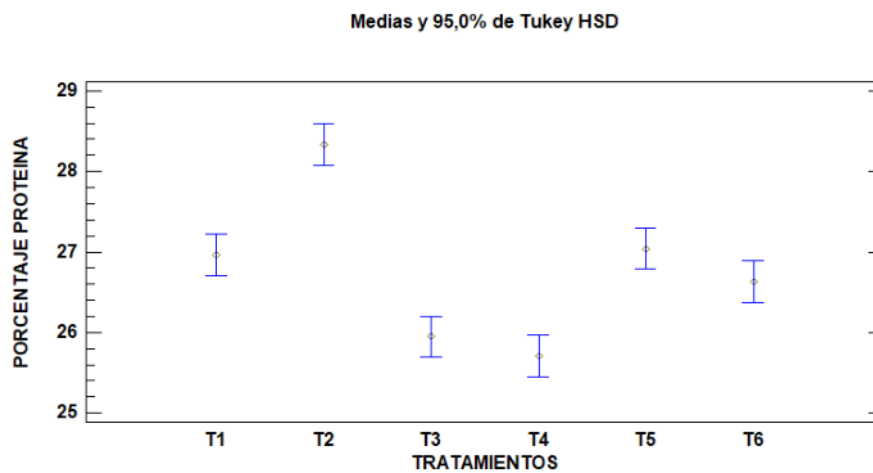
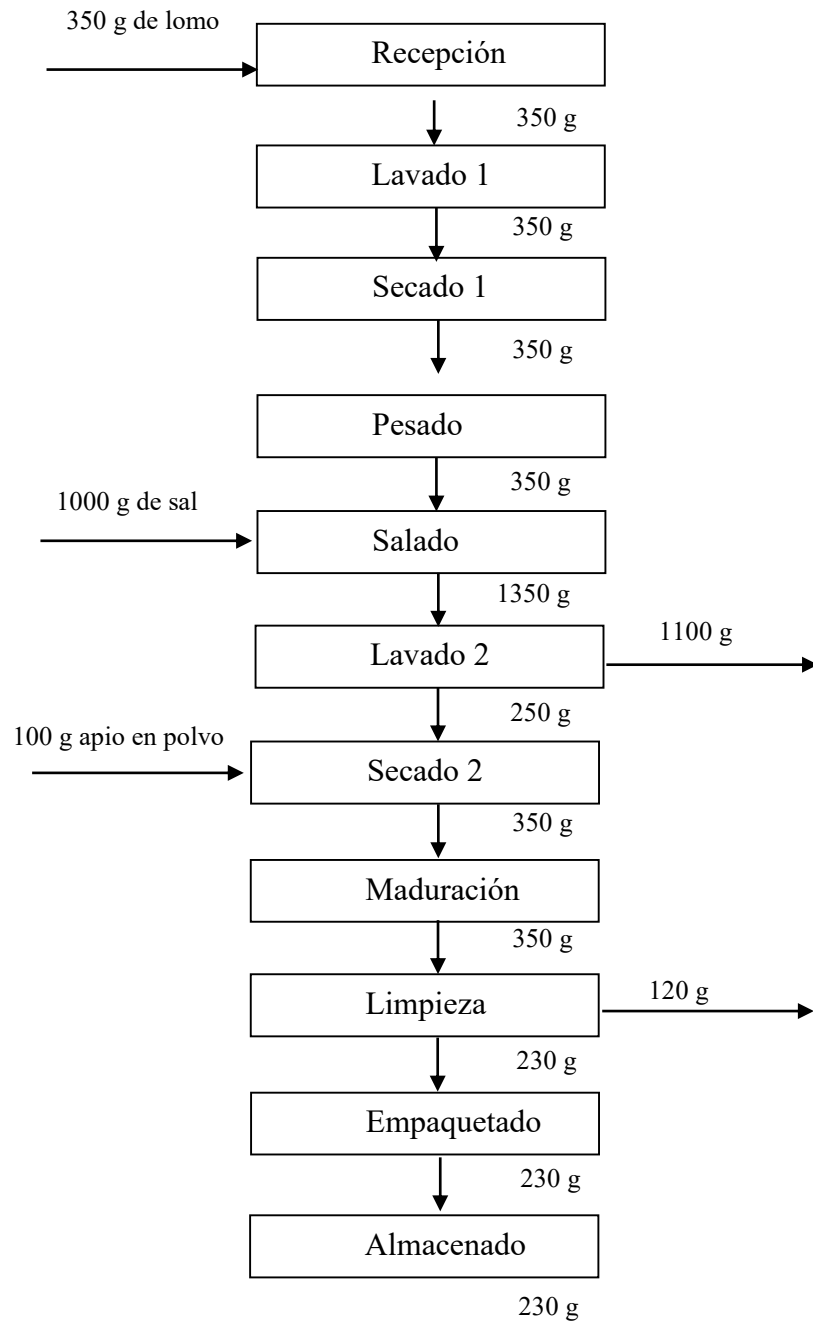


Figura 7.

Balance de masa del lomo fino de cerdo curado con apio en polvo



$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Masa experimental}}{\text{Masa Teórica}} \times 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{230}{350} \times 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = 65,7$$

Anexo 1.

Proceso para la obtención de apio en polvo



Picar el apio



Pesado del apio



Deshidratar el apio en la estufa



Retirar las bandejas de la estufa



Disminuir el tamaño deshidratado



Trituración

Anexo 2.

Proceso de curado con polvo de apio al corte de lomo fino de cerdo



Salar el lomo



Limpieza, retirar la sal



Curar con apio en polvo



Maduración por 21 días

Anexo 3.

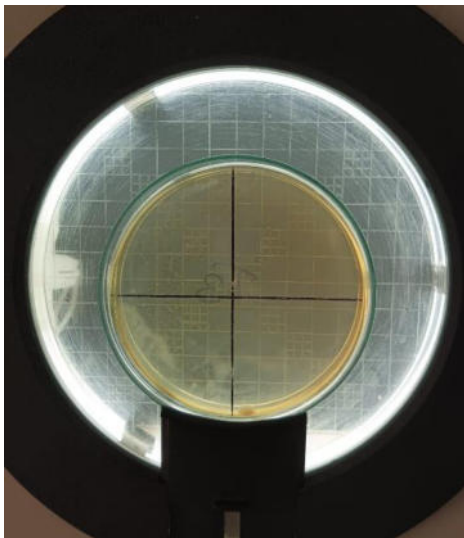
Análisis microbiológicos del lomo curado



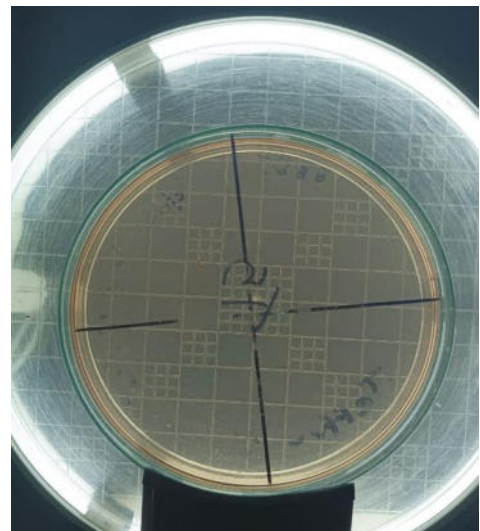
Aplicación de la dilución de carne por microgota al medio de cultivo



Placas con diferentes medios de cultivo



Placa limpia, ausencia de microorganismos



Placa limpia, ausencia de microorganismos

Anexo 4.

Análisis fisicoquímicos del lomo curado



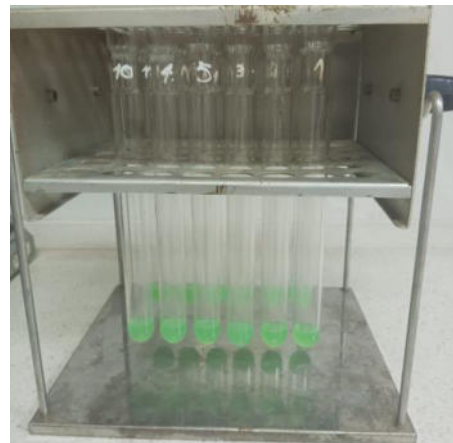
Humedad por pérdida de calor



Análisis de ceniza



Preparación de reactivos



Destilación



Digestión



Titulación para cálculos de proteína

Anexo 5.

Prueba sensorial



Anexo 6.

Ficha de catación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE AGROINDUSTRIA



PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Estudio del efecto del extracto de apio (*apium graveolens*) como conservante y sustituto de nitrito y nitrato en el proceso de curado del corte de lomo fino de cerdo”.

Nombre del Catador: _____ **Fecha:** _____

Indicaciones:

- Tome la muestra y lentamente analice cada una de las características.
- Marque con una X la alternativa que mejor describa su percepción, según la característica solicitada.

EVALUACIÓN

Características	Alternativas						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Olor	1.Muy desagradable						
	2.Desagradable						
	3.No tiene						
	4.Agradable						

	5.Muy agradable						
Color	1. Muy desagradable						
	2. Desagradable						
	3. No tiene						
	4. Agradable						
	5. Muy agradable						
Sabor	1.Muy desagradable						
	2.Desagradable						
	3.Ni agrada ni desagrada						
	4.Agradable						
	5.Muy agradable						
Aceptabilidad General	1.Me disgusta						
	2.Me disgusta poco						
	3.Ni me gusta ni me disgusta						
	4.Gusta						
	5.Me gusta mucho						

¡Gracias por su colaboración

