

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

**Tema: “Efecto de la oxidación lipídica de carne madurada de res con la aplicación de polifenoles totales y flavonoides, extraídos de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) y banano (*Musa paradisiaca*) ”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniería en Alimentos

AUTOR: Tulcán Narváez Edwin Francisco

TUTORA: Ing. Chamorro Hernández Liliana Margoth MSc

Tulcán, 2025.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Tulcán Narváez Edwin Francisco con el número de cédula 0401935812, ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Efecto de la oxidación lipídica de carne madurada de res con la aplicación de polifenoles totales y flavonoides, extraídos de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) y banano (*Musa paradisiaca*)"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

---

Ing. Chamorro Hernández Liliana Margoth MSc.

**TUTORA**

Tulcán, noviembre de 2025

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo Tulcán Narváez Edwin Francisco con cédula de identidad número 0401935812 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones obtenidos son de mi total responsabilidad.



---

Tulcán Narváez Edwin Francisco

**AUTOR**

Tulcán, noviembre de 2025

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Tulcán Narváez Edwin Francisco declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular “Efecto de la oxidación lipídica de carne madurada de res con la aplicación de polifenoles totales y flavonoides, extraídos de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) y banano (*Musa paradisiaca*)” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Tulcán Narváez Edwin Francisco

**AUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientes, y en especial a la Carrera de Ingeniería en Alimentos y docentes por brindarme la formación académica, sus conocimientos técnicos y espacios de investigación que me permitieron crecer como profesional.

Un agradecimiento sincero a mi tutora MSc. Lilibiana Chamorro por su esfuerzo y guía durante esta etapa de titulación. Del mismo modo agradezco a Ing. Anita Cerón y Qco. Vinicio Revelo por sus valiosos aportes, correcciones y tiempo dedicado a este proyecto.

A mis padres José Tulcán y Narciza Narváez, por su amor incondicional y apoyo inquebrantable y por ser mi mayor motivación a seguir adelante, gracias por todos los sacrificios que hicieron para que pudiera alcanzar este sueño. A mis hermanos Marlon y Stalin por su apoyo y consejos.

A mis padrinos, amigos, compañeros y todas las personas que de una u otra forma me apoyaron.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, pilares fundamentales en mi vida que con su amor y sacrificio me inculcaron el verdadero camino al éxito. Cada página de este proyecto lleva consigo el esfuerzo y la dedicación que ustedes hicieron por darme la oportunidad de cumplir mis metas.

A mis hermanos y padrinos quienes con su apoyo, consejos y experiencias me permitieron que el camino fuera más llevadero. A mis amigos quienes me acompañaron en los días de angustia, cansancio, felicidad durante mi formación académica.

Dedico este logro a quien ya no está presente físicamente, pero me acompaña desde otro lugar siendo una parte de mi inspiración.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	14
<b>ABSTRACT</b> .....	15
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	16
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	18
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	18
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	19
1.4.1. Objetivo General .....	19
1.4.2. Objetivos Específicos .....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	19
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	21
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	21
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	22
2.2.1 La carne .....	22
2.2.2 Obtención de la carne .....	23
2.2.3 Composición de la carne .....	24
2.2.3.1 Grasa .....	24
2.2.3.2 Proteínas .....	24
2.2.3.3 Carbohidratos .....	25
2.2.3.4 Agua .....	25
2.2.4 Deterioro de la carne .....	25
2.2.4.1 Factores intrínsecos .....	25
2.2.4.1.1 pH .....	26
2.2.4.1.2 Acidez .....	26
2.2.4.1.3 Características del animal .....	26
2.2.4.1.4 Composición química .....	26
2.2.4.2 Factores extrínsecos .....	28
2.2.4.2.1 Microorganismos .....	28
2.2.4.2.2 Condiciones de almacenamiento .....	30
2.2.4.2.3 Contaminación .....	31
2.2.5 Clasificación de la carne .....	31
2.2.5.1 Clasificación por edad .....	31

2.2.5.2 Clasificación por calidad .....	32
2.2.5.3 Clasificación por contenido graso .....	32
2.2.6 Carne madurada.....	33
2.2.6.1 Condiciones para la maduración de la carne. ....	34
2.2.7 Calidad de la carne .....	35
2.2.7.1 Color .....	35
2.2.7.2 Terneza .....	36
2.2.7.3 Jugosidad.....	36
2.2.7.4 Olor .....	36
2.2.7.5 Veteado .....	36
2.2.7.6 Luz .....	37
2.2.8 Análisis sensorial.....	37
2.2.9 Banano.....	38
2.2.9.1 Clasificación taxonómica del banano .....	38
2.2.9.2 Composición química del banano .....	38
2.2.9.3 Composición química de la cáscara de banano .....	39
2.2.9.4 Manejo de desechos de la cáscara de banano .....	39
2.2.10. Cacao .....	40
2.2.10.1 Clasificación taxonómica del cacao .....	40
2.2.10.2 Composición química del cacao.....	40
2.2.10.3 Composición química de la cáscara de cacao .....	40
2.2.10.4 Manejo de desechos de la cáscara de cacao.....	41
2.2.11 Antioxidantes.....	41
2.2.11.1 Clasificación de compuestos.....	42
2.2.11.1.1 Polifenoles .....	42
2.2.11.1.2 Fenoles simples .....	42
2.2.11.1.3 Cumarinas.....	42
2.2.11.1.4 Flavonoides.....	43
2.2.11.1.5 Tocoferoles.....	43
2.2.11.1.6 Carotenoides.....	44
2.2.11.1.7 Lignanos y ligninas .....	44
2.2.11.2 Compuestos antioxidantes sintéticos .....	45
2.2.11.2.1 Galatos.....	45
2.2.11.2.2 Tert-Butilhidroquinona .....	45

2.2.11.2.3 Butilhidroxianisol y Butilhidroxitolueno.....	45
2.2.12 Métodos para la cuantificación de compuestos fenólicos .....	45
2.2.12.1 Método ABTS.....	45
2.2.12.2 Método DPPH.....	46
2.2.12.3 Método ORAC Y FRAP .....	46
2.2.12.4 Método Folín-Ciocalteu .....	46
2.2.12.5 Método TEAC .....	46
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....</b>	<b>47</b>
3.1.1. Enfoque.....	47
3.1.2. Tipo de Investigación.....	47
<b>3.2. IDEA A DEFENDER .....</b>	<b>47</b>
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>47</b>
<b>3.4. MÉTODOS A UTILIZAR .....</b>	<b>50</b>
3.4.1. Método Soxhlet .....	50
3.4.2. Cuantificación de polifenoles totales .....	51
3.4.3. Cuantificación de flavonoides .....	52
3.4.4. Recubrimiento de carne de res.....	53
3.4.5. Análisis fisicoquímico.....	54
3.4.5.1. Análisis de proteína .....	54
3.4.5.2. Determinación de pH .....	55
3.4.5.3. Determinación de cenizas.....	55
3.4.5.4. Determinación de humedad .....	55
3.4.5.5. Determinación de grasa.....	56
3.4.6. Análisis microbiológico .....	56
3.4.7. Determinación de actividad oxidativa por índice de peróxido .....	57
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>57</b>
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>4.1 RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
4.1.1 Cuantificación de polifenoles totales.....	59
4.1.2 Cuantificación de flavonoides .....	60
4.1.3 Pérdida de peso.....	61
4.1.4. Análisis fisicoquímico.....	62
4.1.4.1 Humedad .....	62

4.1.4.2 Proteína .....	63
4.1.4.3 Grasa .....	64
4.1.4.4 Cenizas .....	65
4.1.4.5. Índice de peróxidos.....	66
4.1.4.6. Análisis de pH .....	67
4.1.5. Análisis microbiológico .....	68
4.1.6. Análisis sensorial.....	70
4.1.6.1. Color .....	70
4.1.6.2. Olor .....	70
4.1.6.3. Sabor.....	71
4.1.6.4. Textura .....	72
4.1.6.5. Aceptación global.....	72
<b>4.2 DISCUSIÓN .....</b>	<b>74</b>
4.2.1 Análisis de compuestos fenólicos.....	74
4.2.2 Efecto de oxidación lipídica.....	74
4.2.3 Parámetros fisicoquímicos.....	76
4.2.4 Evaluación sensorial.....	77
4.2.5 Aspectos microbiológicos .....	77
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>5.2 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>80</b>
<b>V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>81</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proceso para la obtención de carne.....	23
Tabla 2. Composición de diferentes cortes de carne de res (100 g) .....	24
Tabla 3. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos curados-madurados..	30
Tabla 4. Clasificación taxonómica del banano .....	38
Tabla 5. Composición química del banano .....	38
Tabla 6. Clasificación taxonómica del cacao .....	40
Tabla 7. Composición química del cacao.....	40
Tabla 8. Operacionalización de variables .....	49

Tabla 9. Tratamientos para la maduración de carne .....	58
Tabla 10. Combinaciones para la maduración de carne.....	58
Tabla 11. Rendimiento y concentración de polifenoles y flavonoides .....	61
Tabla 12. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de humedad. ....	62
Tabla 13. Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para humedad. ....	62
Tabla 14. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de proteína.....	63
Tabla 15. Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para humedad. ....	63
Tabla 16. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de grasa.....	64
Tabla 17. Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para humedad .....	64
Tabla 18. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de cenizas.....	65
Tabla 19. Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para cenizas.....	65
Tabla 20. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de índice de peróxidos .....	67
Tabla 21. Parámetros de índice de peróxidos por prueba de Friedman .....	67
Tabla 22. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de pH.....	68
Tabla 23. Resultados de la prueba de ANOVA para el análisis de pH.....	68
Tabla 24. Análisis microbiológico de carnes maduradas .....	69
Tabla 25. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de color.....	70
Tabla 26. Prueba Kruskall-Wallis para Color.....	70
Tabla 27. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de Olor. ....	71
Tabla 28. Prueba Kruskall-Wallis para Olor.....	71
Tabla 29. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de Sabor .....	71
Tabla 30. Prueba Kruskall-Wallis para Sabor .....	71
Tabla 31. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de Textura.....	72
Tabla 32 . Prueba Kruskall-Wallis para Textura.....	72

Tabla 33. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de Aceptación global.....	72
Tabla 34. Prueba Kruskall-Wallis para Aceptación global .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la extracción de antioxidantes por método Soxhlet .....	50
Figura 2. Diagrama de flujo para la maduración de la carne de res. ....	53
Figura 3. Ecuación de recta patrón de ácido gálico para extracto de cáscara de cacao .....	59
Figura 4. Ecuación de recta patrón de ácido gálico para extracto de cáscara de banano .....	60
Figura 5. Ecuación de recta patrón de quercetina para extracto de cáscara de cacao .....	60
Figura 6. Ecuación de recta patrón de quercetina para extracto de cáscara de banano .....	61
Figura 7. Pérdida de peso cárnico vs tiempo .....	62
Figura 8. Evaluación del índice de peróxidos a 3°C de maduración.....	66
Figura 9. Evaluación del índice de peróxidos a 6°C de maduración.....	66
Figura 10. Secado de las cáscaras de banano y cacao .....	93
Figura 11. Extracción de antioxidantes por Soxhlet .....	93
Figura 12. Cuantificación de polifenoles y flavonoides .....	93
Figura 13. Aplicación de concentraciones en las muestras cárnicas .....	93
Figura 14. Maduración en seco de carne (Día 0) .....	93
Figura 15. Maduración en seco de carne (Día 29) .....	93
Figura 16. Preparación de muestras para análisis sensorial.....	93
Figura 17. Control de muestras durante la maduración en seco .....	93
Figura 18. Medición de pH .....	93
Figura 19. Determinación de grasa por Soxhlet.....	93
Figura 20. Determinación de humedad .....	93
Figura 21. Digestión de muestras .....	93
Figura 22. Destilación de las muestras .....	93

Figura 23. Análisis de cenizas .....	93
Figura 24. Análisis microbiológico.....	93
Figura 25. Análisis de E. coli y Coliformes por placas petrifilm .....	93
Figura 26. Análisis de aerobios mesófilos .....	93
Figura 27. Evaluación sensorial de las muestras.....	93
Figura 28. Preparación de diluciones para índice de peróxidos .....	93
Figura 29. Extracción de parte grasa de las muestras para determinación de peróxidos. ....	93
Figura 30. Estandarización solución Tiosulfato de sodio 0,1 N .....	93
Figura 31. Titulación del índice de peróxidos de las muestras.....	93

### **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Acta de sustentación de Predefensa del TIC .....	90
Anexo 2. Certificado de abstract por parte de idiomas. ....	91
Anexo 3. Ficha de evaluación sensorial .....	98

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo la evaluación de antioxidantes extraídos de residuos orgánicos para la conservación de carne madurada de res. El proyecto se desarrolló en dos fases principales: la primera se basó en la extracción, análisis y determinación de polifenoles y flavonoides presentes en las cáscaras de cacao y banano y la segunda se enfocó en la aplicación de dichos compuestos en el proceso de maduración en seco de la carne bovina. Se evaluaron las concentraciones y rendimientos de extracción de polifenoles y flavonoides de las cáscaras por métodos espectrofotométricos donde se obtuvo un mayor porcentaje tanto de flavonoides (6,9 QE/ml) como rendimiento (87,78 %) en la cáscara de banano en comparación con la cáscara de cacao cuyo rendimiento (53,33%) y concentración de flavonoides (0,84 QE/ml) fueron menores. Para la adición del recubrimiento antioxidante en las carnes, se emplearon las diferentes concentraciones de compuestos (0,75%; 1,25%; 1,50% p/v) de las cáscaras de banano que por medio de inmersión se añadieron a los diferentes tratamientos de carne madurados a 3 °C y 6 °C durante 28 días. Durante el proceso de maduración los tratamientos con concentraciones de 1,25 % y 1,50% presentaron menor variación en la oxidación lipídica (índice de peróxidos) especialmente aquellos madurados a 3°C con valores de 5,26 meq/kg y 4,62 meq/kg respectivamente; de forma similar en la inhibición microbiológica con respecto a la presencia de aerobios mesófilos. En los análisis estadísticos se utilizó la prueba ANOVA para los datos paramétricos y la prueba de Kruskal-Wallis para los no paramétricos. Con base a los resultados obtenidos, se concluye que el tratamiento T3, correspondiente a una concentración antioxidante de 1,50% con una maduración de 3°C, presentó el mayor efecto en la conservación frente a la oxidación lipídica, así como la preservación de las características organolépticas. Todos los valores obtenidos se encuentran acorde a los parámetros establecidos por las normas NTEN INEN.

**Palabras clave:** Oxidación lipídica, polifenoles, flavonoides, carne bovina

## ABSTRACT

This research evaluates antioxidants extracted from organic residues for the preservation of dry-aged beef. The project was carried out in two main phases: the first involved the extraction, analysis, and quantification of polyphenols and flavonoids from cocoa husks and banana peels; the second focused on applying these compounds during the dry-aging process of beef. Polyphenol and flavonoid concentrations, as well as extraction yields, were assessed using spectrophotometric methods. Banana peel showed higher levels of both flavonoids (6.9 QE/ml) and yield (87.78%) compared to cocoa husk, which had lower yield (53.33%) and flavonoid concentration (0.84 QE/ml). To apply the antioxidant coating to the meat, different concentrations of banana peel extracts (0.75%, 1.25%, 1.50% w/v) were added by immersion to beef samples aged at 3 °C and 6 °C for 28 days. During the aging process, treatments with 1.25% and 1.50% concentrations showed less variation in lipid oxidation (peroxide index), particularly those aged at 3 °C, with values of 5.26 meq/kg and 4.62 meq/kg, respectively. A similar effect was observed in microbiological inhibition regarding mesophilic aerobes. Statistical analysis was performed using ANOVA for parametric data and the Kruskal–Wallis test for non-parametric data. Based on the findings, the T3 treatment, corresponding to 1.50% antioxidant concentration at 3 °C, showed the greatest preservation effect against lipid oxidation while maintaining organoleptic properties. All results were consistent with the parameters established by NTEN INEN standards.

**Keywords:** lipid oxidation, polyphenols, flavonoids, beef

## INTRODUCCIÓN

La carne de res es considerada como un alimento de alto valor nutricional compuesto por proteínas, lípidos, vitaminas y minerales de alto valor biológico. No obstante, su rica composición la hace susceptible a distintos factores de deterioro, particularmente a procesos de oxidación lipídica, deterioro proteolítico y contaminación microbiológica. En el proceso de maduración de la carne los ácidos grasos insaturados tienden a oxidarse ocasionando compuestos volátiles responsables de olores y sabores rancios que afectan las características sensoriales, fisicoquímicas y vida útil de la carne (Xi & Dong, 2019).

Para contrarrestar dichos efectos, la industria alimentaria ha empleado antioxidantes sintéticos como BHT (butilhidroxitolueno) y BHA (Butilhidroxianisol) Sin embargo diferentes investigaciones han puesto en duda la inocuidad de estos compuestos lo que ha impulsado en la búsqueda de alternativas más sostenibles (Araneda, 2024).

Ecuador es un país cuya economía se basa en su mayoría en la dinamización del sector primario especialmente en la producción y comercialización de cacao y banano cuyas obtenciones han incrementados significativamente en los últimos años y por consecuencia sus desechos y/o subproductos naturales. La cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) es un subproducto rico en polifenoles como catequinas, proantocianidinas y epicatequinas, así como la cáscara de banano que contiene flavonoides, taninos que ácidos fenólicos los cuales presentan propiedades antioxidantes y antimicrobianas. El aprovechamiento de dichos compuestos antioxidantes pudiese no solo mitigar la oxidación lipídica de la carne de res sino de contribuir a la valoración de los residuos agroindustriales, incluyéndose en tendencias de economía circular y producción sostenible.

El presente estudio tuvo como finalidad la evaluación del efecto antioxidante de desechos orgánicos en la maduración de la carne de res. Para ello se evaluaron el contenido antioxidante y rendimiento de los desechos, así como las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la carne madurada aplicada a dos variables de temperatura. Los resultados obtenidos tras los diferentes análisis demostraron que la adición de antioxidantes contrarresta la oxidación lipídica, de forma en la inhibición microbiana y a su vez brindando un impacto significativo en las propiedades organolépticas de la carne.

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción cárnica conforma un amplio campo e importancia dentro de la industria alimentaria debido a su valioso aporte nutricional y múltiples beneficios que brinda su consumo. No obstante, la carne es un alimento altamente perecedero, propenso a la proliferación de microorganismos, contaminación cruzada y oxidación lipídica que llegan a ocasionar cambios fisicoquímicos y sensoriales formando compuestos tóxicos afectando de manera negativa su valor nutricional y en consecuencia la salud del consumidor (Maya, 2010).

La oxidación cárnica es un proceso natural que tras el período post-mortem la materia prima sufre diversas etapas como la caída de pH, cambio de color, disminución de temperatura, entre otros que tienden a ser desfavorables para la conservación de la misma. Estos efectos pueden incrementar por distintos factores como la presencia de oxígeno, luz, calor ambiental e inclusive por su composición donde llegan a producir radicales libres que afectan a los procesos proteo lipídicos ocasionando un ciclo de desnaturalización de los ácidos grasos insaturados y formando cada vez peróxidos y derivados que reingresan en la cadena de oxidación (Sacayco, Modesto, & Cotrina, 2018).

Si bien la industria cárnica ha generado en las últimas décadas distintos compuestos sintéticos que impidan la oxidación lipídica y mejorando la vida útil de los productos cárnicos, la mayoría de estos han estado involucrados con la producción de enfermedades crónicas como cáncer, problemas cardiovasculares, obesidad, diabetes entre otros (Velázquez, s.f.).

De forma similar el consumo de carne oxidada puede poseer compuestos citotóxicos y genotóxicos que llegan a producir enfermedades inflamatorias, cáncer, arterioesclerosis etc. (Vieria, Zhang, & Decker, 2017) Por otro lado, y haciendo hincapié en el manejo de desechos orgánicos; Ecuador entra al ranking de los países con mayor deficiencia en los controles de desechos ocasionando no solo pérdidas

económicas sino el malgasto de recursos naturales, además que la mayoría de estos desechos no son aprovechados de la mejor manera siendo mayormente utilizados como alimento para el sector ganadero o fertilizante agrícola lo cual contribuye a la generación de gases de efecto invernadero, contaminación de suelo, agua y proliferación de vectores (Amanta & Teneda, 2022).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el efecto en la oxidación lipídica de la carne madurada de res con la aplicación de polifenoles totales y flavonoides, extraídos de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) y banana (*Musa paradisiaca*)?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto de investigación tiene como enfoque la aplicación de compuestos antioxidantes de residuos orgánicos de banano y cacao para la sustitución de compuestos sintéticos en la elaboración de carnes maduradas.

En Ecuador, la producción de cacao a nivel internacional se dio desde el siglo XIX, hoy en día las provincias que gobiernan dicha rama de su comercialización son Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos lo que conforman casi el 77% de producción anual, además en base a las últimas cifras del MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) se determina que 601 000 hectáreas están destinadas a la siembra y cosecha del cacao lo que produce una demanda neta aproximada de 300 000 toneladas anuales según los datos arrojados por la International Cocoa Organization (Abad, Acuña, & Naranjo, 2020).

De igual forma y en base al registro concebido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, el país cuenta con un aproximado de 162,236 hectáreas dedicadas a la producción de banano donde las provincias del Oro, Guayas y Los Ríos son las mayores productoras a nivel nacional (Quevedo, Prado, Valarezo, & Renteria, 2024).

Por otro lado, las estrategias en el uso de antioxidantes dentro de la industria alimentaria especialmente en el sector cárnico se han centrado en limitar el acceso de componentes como el oxígeno que pueden afectar a la oxidación de los lípidos y proteínas, su presencia impide la formación de radicales libres o especies reactivas, asimismo favorecen a la reparación y reconstitución de estructuras biológicas afectadas (Armenteros, Ventanas, Morcuende, Estévez, & Ventanas, 2012). Tanto los

polifenoles como flavonoides son metabolitos antioxidantes mayormente abundantes en el reino vegetal los cuales se han caracterizado por sus efectos inhibitorios en la oxidación lipídica y pro-oxidantes hacia diferentes compuestos además se ha demostrado que dichos flavonoides inhiben la formación de aminas aromáticas heterocíclicas (Riverón, 2023).

Por tal razón se ha planteado el uso de cáscaras de cacao y banano para la extracción y aplicación de compuestos fenólicos para ser usados como conservantes en la maduración de carnes ya que producen cambios en sus características sensoriales. En Ecuador existe una baja producción de carne madurada y una escasez en su oferta de calidad, por lo que se busca métodos que mejoren dichas condiciones y propiedades organolépticas (Baidal, 2021).

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### 1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el uso de polifenoles totales y flavonoides obtenidos de los extractos de cáscaras de cacao y banano en la oxidación lipídica de la carne madurada de res

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar las concentraciones de polifenoles totales y flavonoides de los extractos de cáscaras de banano y cacao.
- Determinar el índice de peróxidos de la carne madurada adicionada con polifenoles totales y flavonoides.
- Establecer por análisis sensorial los mejores tratamientos de carne madurada de cada tratamiento de temperatura.
- Analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las carnes maduras con polifenoles totales y flavonoides.

##### 1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Las cáscaras de banano y cacao presentan concentraciones de polifenoles totales y flavonoides?
- ¿La adición de polifenoles y flavonoides inhiben el desarrollo de peróxidos en la carne durante la maduración?
- ¿De qué forma influye la adición de extractos antioxidantes de residuos orgánicos en las propiedades organolépticas de la carne madurada?

- ¿Qué aspectos fisicoquímicos y microbiológicos pueden presentarse en las carnes con la adición de polifenoles totales y flavonoides?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(Khazzar, y otros, 2023) realizaron un estudio comparativo entre dos métodos de envejecimiento de carne vacuna durante 26 días de almacenamiento. A lo largo del estudio se analizaron los cambios físicos, químicos y microbiológicos de las muestras envasadas al vacío y conservadas en seco. Los resultados determinaron que, debido a la ausencia de oxígeno en las muestras conservadas al vacío, el índice de peróxidos fue mínimo a comparación del método de conservación en seco el cuál se destacó por una mayor deshidratación superficial, pérdida de pigmentación y proliferación microbiana, igualmente concretaron que el accionar de las muestras en períodos largos de tiempo influye directamente en el aumento de peróxidos y crecimiento microbiológico.

En el estudio realizado por (Cacho & Beltrán, 2017) extrajeron compuestos fenólicos a partir de semillas de borraja mediante fluidos supercríticos y evaluaron su efecto en la conservación de la carne de cordero para ello establecieron tres tratamientos. envasado con film sin extracto, envasada con 1% de extracto y otra con 2% del extracto con film conservadas en atmósferas modificadas de 70 % de oxígeno y 30 % de dióxido de carbono, posteriormente se realizó el análisis fisicoquímico en donde se mostró que con respecto al color, el tratamiento con 1% de extracto presentó un elevado índice rojizo, por otro lado, las muestras no presentaron diferencia significativa en la inhibición de la oxidación lipídica, en el caso de la eliminación de radicales libres se mostró un porcentaje de inhibición constante durante un corto tiempo pero luego se manifestó un descenso considerable. Finalmente se concluyó que el tratamiento con 1% de extracto de borraja mantuvo mayor efectividad en la conservación de las características organolépticas de la carne, aunque ninguno de ellos fue efectivo para alargar la vida del producto.

Otra investigación realizada por (Vera & Manzaba, 2021) es la extracción de compuestos fenólicos de hojas de melón silvestre usadas como recubrimiento en la

conservación de filetes de cerdo. El método utilizado para la extracción fue por medio de una maceración con baño ultrasonido usando agua potable al 96% y la cuantificación de los fenoles se determinó con el método Folín-Ciocalteu. Posteriormente se aplicaron en concentraciones de 0,5; 0,75; 1; 1,25; y 1,50% para poder evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y tiempo de vida útil. Los resultados finales demostraron que dos tratamientos tuvieron mayores efectos positivos que el resto, tanto para inhibir el crecimiento de mesófilos y E. coli como mejorar la duración de vida útil de los filetes.

(Carrión, 2017) determinó el efecto antioxidante del ají escabeche en las grasas presentes del chorizo ahumado, para ello empleó concentraciones de ají de 3%, 5% y 7% como tratamientos y un control elaborado con eritorbato de sodio. Los análisis fisicoquímicos, microbiológicos e índices de peróxidos fueron analizados tras un período de 30 días de conservación con el fin de establecer a su vez el tiempo de vida útil del producto. Los resultados obtenidos tras los análisis arrojaron que el tratamiento con mayor efectividad fue aquel con concentración de 5% por su mayor estabilidad en la conservación de las grasas, así como su mayor aceptabilidad por los consumidores en los análisis de las propiedades organolépticas.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 La carne**

La carne se define como "tejido muscular estriado posterior a su fase post-rigor comestible, sano e inocuo que mediante inspección veterinaria antes y después del faenamiento es declarado apto para el consumo humano" (INEN, 2006).

Tras el proceso de faenamiento el tejido muscular sufre diferentes cambios en los que se destaca la contracción muscular en relación a la actina - miosina y la acidificación muscular, esto puede tardar entre 24 y 72 horas hasta la etapa de maduración donde se presenta un aumento del ácido láctico permitiendo mejorar las propiedades organolépticas de la carne (Zimerman, 2017).

La carne al ser un producto rico en proteínas de alto valor biológico lo hace difícil poder sustituirse con otros alimentos; los nutrientes esenciales que aportan al cuerpo humano mejoran el sistema nervioso central, sistema inmunológico, el aumento de hemoglobina y el fortalecimiento físico y mental del organismo.

## 2.2.2 Obtención de la carne

La carne se obtiene de los músculos animales sacrificados y faenados correctamente. El proceso para su obtención incluye varias etapas desde la etapa ante-mortem hasta la maduración y refrigeración.

**Tabla 1.** Proceso para la obtención de carne

Etapa	Contextualización
Ante mortem	<p>Se prepara al animal para su sacrificio lo que involucra la separación de otros animales, el manejo de estrés y la administración de tratamientos veterinarios de ser necesarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte: Se transporta al animal al centro de faenamiento de manera que no produzca estrés al mismo.</li> <li>• Recepción: El animal es llevado al matadero para su inspección y preparación para su sacrificio.</li> </ul>
Sacrificio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inmovilización: Se inmoviliza a la especie para evitar movimientos bruscos.</li> <li>• Aturdimiento: Se aturde al animal para causar una pérdida temporal de la conciencia y reducir el estrés y dolor del mismo, en esta etapa existen diferentes métodos. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aturdimiento eléctrico</li> <li>○ Aturdimiento con gas</li> <li>○ Aturdimiento mecánico</li> <li>○ Aturdimiento con proyectil capturado</li> </ul> </li> <li>• Disparo: Una vez verificado que el animal se encuentra en una posición segura, con ayuda de un pistolete o rifle especializado se alinea el punto preciso en la cabeza del animal para el disparo.</li> <li>• Exsanguinación: Tras confirmarse la muerte del animal se procede con el drenaje de sangre haciendo un corte preciso en la yugular y posteriormente se cortan las venas y arterias principales para asegurar el drenado completo de la sangre.</li> <li>• Faenado: Inicia con el desollado donde se remueve la piel y carcasa, seguidamente se remueven los órganos e intestinos y se divide el canal en pequeñas partes.</li> </ul>
Pre rigor	<p>Durante los primeros minutos el cuerpo del animal se relaja produciendo una caída de temperatura corporal, esta etapa da inicio a diversos cambios bioquímicos como la descomposición de proteínas, activación de enzimas y glicólisis. Por otro lado, el cuerpo es susceptible al crecimiento microbiológico lo que puede afectar a la calidad y seguridad de la carne.</p>
Rigor mortis	<p>La temperatura corporal continúa disminuyendo provocando contracción muscular y pérdida de elasticidad. Se producen cambios bioquímicos como la descomposición del ATP y acumulación de ácido láctico y disminuye la actividad enzimática.</p>
Post rigor	<p>Los músculos se relajan perdiendo su rigidez y volviendo el cuerpo más flexible. Las proteínas musculares se descomponen en péptidos y aminoácidos esenciales además se reanuda la actividad enzimática.</p>
Maduración	<p>La carne se conserva en refrigeración para que los procesos enzimáticos desarrollen el sabor y las propiedades características de la misma. Según (Roncales y cols, 1995) Durante el proceso de maduración se presentan dos sistemas proteolíticos denominadas calpaínas y captesinas que ejercen una presión cooperativa sobre el tejido muscular, aunque también existen otros</p>

---

factores biológicos como edad, sexo, y tipo de músculo que influyen en las condiciones del procesado (Zimmerman, 2017) .

---

### 2.2.3 Composición de la carne

La carne se caracteriza por ser una fuente rica en grasa, proteínas, y aminoácidos esenciales; ideales para una dieta balanceada. El contenido de estos compuestos varía por diferentes factores como la raza, sexo, edad, alimentación e inclusive la intensidad de actividad física. Las carnes contienen en su gran mayoría diferentes vitaminas especialmente del grupo B12 sin embargo carecen de las vitaminas K y C que solo se encuentran presentes en frutas y vegetales.

**Tabla 2.** Composición de diferentes cortes de carne de res (100 g)

Corte de carne	Agua (%)	Proteína (g)	Carbohidratos (g)	Vitamina A (U.I)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)
Brazo res	64,2	19,4	0	30	0,80	0,17	4,7
Falda	71,7	21,6	0	10	0,09	0,19	5,2
Filete	55,7	16,9	0	50	0,07	0,15	4,1
Pierna	66,6	20,2	0	20	0,09	0,18	4,8
Molida	60,2	21,2	0	40	0,08	0,18	4,3
Hígado	69,7	3,8	5,3	43,90	0,25	3,26	13,6
Corazón	77,5	3,6	5	20	0,53	0,88	7,5

**Fuente:** (Charley, 2014)

#### 2.2.3.1 Grasa

La materia grasa de todos los organismos funciona como reserva energética, aislante y amortiguadora de los órganos internos. El color presente en la grasa es dependiente al tipo de alimentación brindado, la mayoría de ganaderos utilizan cereales y otros derivados para la alimentación de animales obteniendo una grasa blanca. El contenido de grasa en la carne de res suele estar conformada por el 40-50% de ácido grasos saturados como el palmítico y esteárico y por otro 40-45% de oleico y otros linoleicos. En lo que respecta al porcentaje de colesterol, usualmente saben contener de 60-90 mg por 100g de materia, aunque donde mayor contenido de este componente se puede encontrar en las vísceras hasta 400 mg (Badui, La ciencia de los alimentos en la práctica, 2012).

#### 2.2.3.2 Proteínas

Compuestos orgánicos conformados en su mayoría por polímeros de condensación de aminoácidos, también conocidos como poliamidas están enlazados con moléculas de carbono, oxígeno, nitrógeno y en menores proporciones con azufre, fósforo y hierro. El término de proteína viene sujeto al concepto de enlace peptídico

que se forma a partir de la unión de grupo aminos; a partir de ello, "los péptidos que contienen entre 50 y 80 aminoácidos se denominan polipéptidos y aquellos formado por más de 80 aminoácidos se los conoce como proteínas" (Feiner, 2018, p. 7).

#### 2.2.3.3 Carbohidratos

Los hidratos son compuestos formados en su mayoría por carbono, hidrogeno y oxígeno en proporciones iguales dando como consecuencia la opción más óptima como fuente de energía de los organismos vivos. Tanto el reino vegetal como animal contienen en sus estructuras distintos tipos de proteínas dependiendo de su naturaleza, en el caso de la carne el glucógeno o también conocido como almidón animal se encuentra presente en los músculos, hígados, y en la sangre con un porcentaje aproximado de 0,8%. Otra proteína presente es la celulosa que forma parte de los distintos tejidos que funciona como una pared protectora de la carne, cabe mencionar que estas proteínas solo están presenten en rumiantes ya que es el resultado de la ingesta de producto vegetal (Madrid, 2014).

#### 2.2.3.4 Agua

El agua es el componente más abundante de la carne, oscila entre el 71 al 76 % e influye en la textura, firmeza, jugosidad, dureza y color del producto. La importancia de la  $a_w$  radica en el grado de crecimiento microbiano; la participación de fenómenos químicos, bioquímicos y biológicos del medio permiten el desarrollo de diversas funciones metabólicas de los microorganismos y por tanto la descomposición del producto, algunos microorganismos tienen diferentes capacidades para crecer a baja  $a_w$ .

#### 2.2.4 Deterioro de la carne

El deterioro de la carne es un proceso de descomposición a causa de factores intrínsecos y extrínsecos que llegan afectar la calidad y seguridad del producto (Mandal & Biswas, 2020). Entre los principales factores de descomposición se encuentran:

##### 2.2.4.1 Factores intrínsecos

Los factores intrínsecos influyen de manera directa y a su vez determinan la calidad de la carne. Estos factores hacen referencia a las características fisicoquímicas que pueden presentar la carne.

#### 2.2.4.1.1 pH

El pH es un factor esencial que influye en la calidad de la carne especialmente durante el proceso post-mortem, que por medio de la cantidad de iones hidrogenados presentes en la muestra se puede determinar su acidez o alcalinidad.

La alteración de la acidez o rancidez de la carne se debe al contenido de ácido láctico que este genera tras el sacrificio, este proceso se basa en la interacción de las proteínas de actina y miosina presente de manera natural en los tejidos musculares donde comienzan a desnaturalizarse y empezar un proceso de glucólisis.

Cabe mencionar que dependiendo de las prácticas que se lleven en el prerigor el pH puede verse alterado; si este tiene un descenso abrupto tras su sacrificio ocasiona que el músculo presente una coloración pálida y poca retención del agua, por el otro lado si el pH no desciende lo suficiente tiende a generar una coloración oscura y seca donde las proteínas se mantienen fuertemente enlazadas con las moléculas de agua (López I. , 2009).

Muy frecuentemente el pH de la carne y productos cárnicos suelen tener un valor de 4,6 a valores que excedan el pH de 6,4 donde la carne comienza a descomponerse debido a las actividades enzimáticas que pueden apreciarse por su limosidad superficial, decoloración y mal olor (Feiner, 2018).

#### 2.2.4.1.2 Acidez

(Jurado, 2016) menciona que la medición de acidez es un factor fundamental desde el inicio del proceso de la materia prima hasta conseguir el producto final. De acuerdo con las normas establecidas para el consumo de la carne, la acidez que esta debe poseer para su tratamiento debe oscilar entre 0.05 a 0.07%.

#### 2.2.4.1.3 Características del animal

Factores como raza, sexo, edad, peso entre otros influyen en la calidad de la carne. Un empleo inadecuado de estos factores puede resultar en un producto con deterioro más rápido (Ever, 2023).

#### 2.2.4.1.4 Composición química

La carne proporciona diversos nutrientes como carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales que si bien funcionan como una fuente de energía también los hacen medios ideales para la existencia de microorganismos a largo plazo. El equilibrio

adecuado de dichos nutrientes permite mantener la calidad de la carne preservando el sabor y frescura de la misma ( Revista de Cadena Cárnica, edición 39 , 2019).

### Oxidación de los lípidos

Los lípidos abarcan un amplio campo e importancia en nuestra alimentación, su función principal es la suministración de energía, precursor de hormonas y contribuidor a la textura y el sabor de los alimentos, sin embargo su principal defecto se basa en su durabilidad ya que tiende a oxidarse fácilmente por distintos factores lo que ocasiona la aparición de sabores y olores indeseables conocidos como enranciamiento, a causa de ello, reducen la calidad nutricional modificando a su vez la textura y color de los alimentos incluso generando compuestos tóxicos para la salud (Badui, Química de los alimentos, 2006).

La oxidación lipídica en las materias cárnicas es un fenómeno natural que se da cuando los ácidos grasos insaturados entran en contacto con el oxígeno generando ácidos grasos saturados, sustancias de bajo peso molecular en su mayoría volátiles que otorgan el olor típico a grasa oxidada.

La vulnerabilidad con que se oxidan los ácidos grasos está determinada por su grado de insaturación, entre mayores ácidos insaturados más fácil es su oxidación. Es importante mencionar que, si bien el oxígeno molecular influye en las moléculas de los ácidos grasos insaturados, estos no pueden reaccionar más que con moléculas de electrones no apareados, a estos componentes se los conoce como radicales libres que tras ceder el electrón al oxígeno molecular toman de los ácidos grasos saturados convirtiéndolos en ácidos grasos insaturados. El proceso de oxidación lipídica se divide en tres etapas: iniciación, propagación y terminación (Amaral, Silva, & Lannes, 2018).

**Iniciación.** La presencia del oxígeno, luz y temperatura permiten a las reacciones de autooxidación de los ácidos grasos la sustracción de un átomo hidrogenado rindiendo un radical alquilo dando como resultado a radicales libres.

**Propagación.** El radical alquilo al seguir en presencia del oxígeno molecular tiende a formar un radical peroxilo caracterizado por su inestabilidad para estabilizar su estructura llega a sustraer un átomo de hidrogeno de otro ácido graso para formar un peróxido lipídico ocasionado una reacción en cadena (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2022).

Los hidroperóxidos se acumulan al principio de la reacción de oxidación, aunque son relativamente estables; la presencia de iones metálicos, las elevadas temperaturas y la luz facilitan la descomposición de la materia formando radicales altamente reactivos que aceleran el proceso de oxidación uniéndose a agentes oxidantes formando constituyentes volátiles ( PlusVet Animal Health, 2022).

**Terminación.** En esta etapa varios radicales tienden a combinarse para dar productos no radicales, sin embargo, son incapaces de formar parte de la etapa de propagación por lo que reaccionan de diferentes maneras motivando a la formación de compuestos volátiles que producen un efecto de rancidez en el producto.

#### 2.2.4.2 Factores extrínsecos

Los factores extrínsecos que influyen en la calidad de la carne se relacionan en mayor proporción a las condiciones de transporte, tratamiento y estrés producido durante las diversas etapas del sacrificio y los métodos de conservación tras la obtención de la carne. Entre los factores que se toma en cuenta antes del sacrificio se encuentra la alimentación, bienestar del animal, condiciones de transporte, patologías, medio ambiente, tipo muscular etc. (Pajaro & Salazar, 2015).

Durante el sacrificio se consideran componentes importantes el transporte, recepción, condiciones inocuas del matadero y el tipo de desangrado, de igual forma, las técnicas posteriores al sacrificio que influyen en su maduración como el enfriamiento de la canal, condiciones de maduración, envasado, cocinado y presentación en la venta (Damián, y otros, 2022).

##### 2.2.4.2.1 Microorganismos

El estudio de la microbiología de los alimentos especialmente en cárnicos es un campo fundamental en la inocuidad de la industria alimentaria. Según (Teitelbaum & Cap, 2024) "La información generada respecto a la ausencia/presencia de microorganismos patógenos o la evolución de microorganismos indicadores permite evaluar el riesgo de contaminación microbiana, implementar métodos para controlar su desarrollo y prevenir la propagación de enfermedades" gracias a ello se pueden clasificar los dichos microorganismos en tres grupos importantes que son alteradores, indicadores y patógenos.

**Salmonella.** Bacterias gram negativas, formadoras de gas con temperatura de crecimiento óptimo de 35 - 37 °C. Se caracterizan por ser organismos capaces de

producir enfermedades severas en las que se destacan salmonelosis typhi y paratyphi que consisten en infecciones severas del tracto gastrointestinal del consumidor ocasionando calambres intestinales, diarrea, náuseas vomito, fiebre, escalofríos, postración etc., llegando a atentar contra la vida del consumidor. Los alimentos relacionados con la incidencia de brotes incluyen carnes de res, pollo, cerdo, pavo, leche, huevos y sus derivados.

**Clostridium perfringens.** Células gram positivas formadoras de esporas y tolerantes a ciertas cantidades de oxígeno en el ambiente. Entre sus propiedades más importante se presenta su resistencia a altas temperaturas durante varias horas incluso en ebullición y sus condiciones de crecimiento varían a temperaturas de 10 a 52°C con concentraciones de pH mayores a 5. El sistema patogénico que producen estas bacterias se presenta en la membrana del epitelio intestinal tras haber ingerido el alimento en un lapso de 8 a 24 h presentando síntomas de diarrea y dolor abdominal y en ocasiones se puede producir náuseas, vómito y fiebre.

Entre los alimentos asociados con los casos de brotes se destacan las carnes crudas de aves, animales y en algunas ocasiones en vegetales por contaminación cruzada del suelo y polvo. Dado a que esta bacteria presente ciertos requerimientos de aminoácidos para su desarrollo también pueden verse implicados algunos alimentos con tratamientos térmicos como guisos cocidos, tartas de carne, platillos a base de carne, salsas, compotas de frutas entre otros.

**Escherichia coli.** Cepas facultativas anaeróbicas que llegan a prosperar de manera efectiva en medios simples y complejos con un crecimiento de 10 a 50 °C y un rango óptimo de 30-37 °C; es considerada como un indicador de inocuidad en el análisis de productos debido a su presencia en forma de materia fecal o por algún tipo de contaminación cruzada. Existen varios serotipos que llegan a producir estas bacterias ocasionando síntomas como diarrea y vómito, aunque el más riesgoso es el serotipo enterohemorrágico (EHEC) O157: H7 que puede poner en riesgo la salud del consumidor. Los alimentos que han llegado a presentar estas bacterias se encuentran carnes, pescados, leche, huevos, derivados, vegetales y productos horneados, así como el agua de consumo en algunas ocasiones, pues su sola presencia indica que el producto ha tenido contacto directo o indirecto con materia fecal.

**Staphylococcus aureus.** Son bacterias gram positivas fermentadoras de manitol y productoras de coagulasa, termonucleasa y hemolisina. Crecen a temperaturas de

entre 7 a 48 °C, aunque no sobreviven a tratamientos de pasteurización, no obstante, su producción de toxinas llega a causar gastroenteritis seguidos de algunos síntomas como salivación, náuseas, vómito, calambres abdominales y diarrea; otros síntomas secundarios incluyen sudoración, dolor de cabeza, escalofríos y deshidratación. Los alimentos que están asociados a los brotes por estafilococos suelen ser aquellos productos ricos en proteínas, manipulados por varias personas o expuestos a temperaturas inadecuadas de maduración; entre los que se incluyen jamones, salamis, tocino, carne, ensalada productos horneados, aderezos, carnes de res, pollo, cerdo, pavo, huevos y sus derivados.

**Tabla 3.** Requisitos microbiológicos para productos cárnicos curados-madurados

Requisitos	N	C	M	M	Método de ensayo
Staphylococcus aureus ufc/g	5	1	1 x10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	NTE INEN 1529-14
Clostridium perfringens ufc/g	5	1	1 x 10 <sup>3</sup>	1 x10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1529-18
Salmonella ufc/25 g	10	0	Ausencia		NTE INEN 1529-15
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisitos para determinar tiempo de vida útil.</li> <li>• Requisitos para determinar la inocuidad del producto.</li> </ul>

Fuente: INEN 1338: 2010

#### 2.2.4.2.2 Condiciones de almacenamiento

La temperatura y tiempo de almacenamiento influyen directamente en la estabilidad de la carne, factores como pH, actividad de agua, acidez son los más vulnerables a su deterioro y en consecuencia a la descomposición de la carne.

Otra de las condiciones para el almacenamiento correcto de la carne sin que influya de manera negativa a la calidad del producto es el control de la composición gaseosa del medio ambiente. En condiciones de atmósfera normal los microorganismos predominantes como *Pseudomonas*, *Aconetobacter*, y *Moraxella* actúan por medio del oxígeno como aceptores para iniciar su metabolismo y producir una rápida alteración de la carne.

Métodos más utilizados en la industria cárnica implican la eliminación o disminución de oxígeno ya sea con el empaque al vacío o con atmósferas modificadas donde se reducen el desarrollo aerobio añadiendo gases como dióxido de carbono y nitrógeno (Carvajal, y otros, 2008).

### 2.2.4.2.3 Contaminación

La contaminación de la carne ya sea por contaminación directa o cruzada desde la etapa inicial de la obtención de la carne incide en su deterioro muy frecuentemente por contaminación microbiana.

### 2.2.5 Clasificación de la carne.

La clasificación de la carne hace referencia a la evaluación de la misma en relación a sus atributos organolépticos, calidad y composición (Fuentes, 2021). De forma similar, se puede clasificar dependiendo de su raza, tipo de alimentación, edad, tipo de corte.

#### 2.2.5.1 Clasificación por edad

- **Tenera.** Son carnes de animales menores de 12 meses por lo que su textura es extremadamente tierna y presentan poco contenido de grasa. Además, posee un color rosáceo debido a la dieta del ternero a base de pasto y cereales
- **Añojo.** La carne de añojo proviene de bovinos jóvenes entre 12 y 24 meses. Su sabor suele ser más intenso y sabroso con una textura más firme y un contenido de grasa menor a comparación que el de ternera.
- **Novillo.** Comprende la carne de machos jóvenes entre 24 y 48 meses. Esta carne posee una textura más dura, un sabor intenso y pronunciado, contenido de grasa moderado y un color rojizo más pronunciado que el de ternera.
- **Cebón.** Su carne proviene de bovinos que fueron alimentados y criados específicamente para la producción cárnica. Su valor es altamente valorado ya que su textura es fácil y suave de masticar, presenta un sabor jugoso e intenso con un contenido de grasa moderado o alto lo que lo vuelve un producto ideal para el proceso de marmoleo lo que mejora sus propiedades organolépticas.
- **Vacuno mayor.** En comparación con la carne de añojo, estas carnes poseen una textura más rígida debido a que los músculos del animal se desarrollaron completamente, además su sabor es más intenso y robusto acentuado por el contenido de grasa que contribuye a su vez a la jugosidad (Ceva Salud Animal, 2022).

#### 2.2.5.2 Clasificación por calidad

- **Extra.** Incluyen cortes de la más alta calidad como el lomo alto, lomo bajo y solomillo.
- **Primera A.** Cortes de calidad que se caracterizan por su ternura o un balance entre la carne y grasa, entre ellos se encuentra la babilla, caldera, redondo, tapa y tapilla.
- **Primera B.** Los cortes como aguja, espaldilla, pez, raballo de cadera y culata de contra presentan cierto grado de calidad, pero por debajo de la primera A. Además, muestran un contenido de grasa moderado que aporta sabor y jugosidad en la cocción, así como una textura semi firme.
- **Segunda.** El contenido de grasa de estos cortes suele ser moderados o altos lo que puede ser menos saludable en comparación a los cortes magros, asimismo su textura es más fibrosa y menos tierna, esto se debe a que proviene de áreas mayormente ejercitadas como la falda, pechito, aleta, llana y costilla.
- **Tercera.** A diferencia de las primeras categorías, estos cortes poseen alto contenido de grasa y tejido conectivo, así como una textura más fibrosa y dura. Los cortes más comunes son la falda, el pecho (Gavilán & Muniesa).

#### 2.2.5.3 Clasificación por contenido de grasa

- **Extra magro.** Se define por su bajo contenido de grasa y colesterol con un aproximado de 5% por cada 100 gramos de la muestra, debido a ello es una excelente fuente de proteínas.
- **Magra.** Estas carnes contienen un porcentaje de grasa inferior al 10%. De igual forma que la extra magra, la magra es rica en proteínas y tiene un bajo índice de calorías.
- **Carne grasa.** La carne grasa se caracteriza principalmente por un alto contenido de grasa superior al 30% lo que promueve a la ternura y jugosidad de la carne. Debido a la grasa, contiene un alto índice de calorías lo que implica una presencia de grasas saturadas.

Por otro lado, la clasificación de la carne se puede dividir acorde al procesamiento de preparación o elaboración.

- **Carne cruda o fresca.** Es aquella carne que no ha sido sometida a ningún proceso de conservación o transformación. Su calidad depende de factores como el manejo de sacrificio del animal y refrigeración
- **Carne procesada.** Productos cárnicos que fueron sometidos a diferentes tratamientos para alargar su vida útil o mejorar sus propiedades organolépticas.
  - Salazón Conservación de carne mediante la aplicación de sal para la inhibición de crecimiento microbiológico.
  - Ahumado: Disminución de la actividad de agua y mejorando las propiedades sensoriales de la carne.
  - Cocción: Se cocina la carne para ser envasada y preparada para su consumo inmediato.
  - Embutido: La carne se mezcla con ingredientes y otros aditivos para ser embutidos en tripas y elaborar derivados cárnicos como salchichas y chorizos.
- **Conservas cárnicas.** Productos cárnicos procesados que fueron sometidos a tratamientos de altas temperaturas para la inhibición microbiana y alargar su vida útil.
- **Deshidratados.** Productos que hayan perdido gran contenido de agua mediante secado al aire o el empleo de deshidratadores.
- **Productos madurados.** Carnes que hayan pasado por un proceso de envejecimiento en condiciones controladas con el fin de mejorar las características organolépticas especialmente el sabor, aroma y textura (Price & Schweigert, 2016).

#### 2.2.6 Carne madurada

La maduración de la carne hace referencia al proceso de añejamiento condiciones controladas con el fin de mejorar sus características organolépticas. Durante este proceso ocurren diferentes modificaciones fisiológicas y bioquímicas dentro de la materia en su mayoría procesos enzimáticos endógenos donde las proteínas inician un proceso de degradación lo que produce cambios en el sabor, textura, color y olor aumentando la calidad del producto y cubriendo la satisfacción del consumidor (García, Sierra, & García).

Haciendo énfasis en la maduración, la vida útil de la carne suele durar mucho tiempo, pero eso no implica que sea susceptible a diversos contaminantes, además la

composición y procesos de degradación lo convierten en el medio ideal para la proliferación de microorganismos especialmente enterobacterias. Por tal razón es indispensable la aplicación de métodos de conservación como la adición de aditivos sintéticos o naturales que preserven la calidad y seguridad de la carne.

Entre los métodos más tradicionales para la maduración de las carnes se encuentran la maduración en seco que consiste en mantener la carne entera, en cubos o cortes a bajas temperaturas con humedad relativa controlada para que pueda producir un cierto grado de deshidratación de la misma. La maduración al vacío como su nombre lo indica es envasar y sellar los cortes en bolsas para extraer la mayor cantidad de aire lo cual ayuda a aumentar la vida útil de la carne impidiendo la actividad microbiológica brindando características idóneas a la composición de la carne (González, y otros, 2018).

#### 2.2.6.1 Condiciones para la maduración de la carne.

La maduración de la carne es un proceso susceptible a diversas contaminaciones o factores que influyan de manera negativa a la calidad y seguridad del producto por lo que se requiere condiciones específicas para asegurar dichos parámetros.

**Temperatura.** La aplicación y control en que la temperatura de la carne debe mantenerse constante ya que es un factor esencial para determinar su calidad y tiempo de vida útil, si bien las bajas temperaturas permiten un efecto preservador debido a que disminuye la actividad microbiana, ciertos microorganismos tienden a actuar dentro de estas condiciones de refrigeración como los psicotrofos cuya temperatura óptima de crecimiento es de 0-4 °C.

**Humedad.** En el proceso de maduración, la carne debe ser sometida a diversos factores controlados para obtener resultados favorables en las características organolépticas del producto, para ello su período de maduración suele ser durante días, semanas o inclusive meses. Cabe recalcar que existen dos tipos de maduración, la maduración en seco es llevado en condiciones aeróbicas con una humedad relativa que oscila entre 75 - 85% a temperaturas de 0- 4 °C.

Por otro lado, la maduración en húmedo es desarrollado en condiciones anaeróbicas cuyo envasado suele ser al vacío y se aplican temperaturas menores de entre 0-4 °C; dependiendo del tipo de carne el tiempo de maduración suele variar ( Microbiological safety of aged meat, EFSA, 2023).

**Calidad de la carne.** Para obtener un producto cárnico madurado de alta calidad se suele optar por materias primas con un alto contenido graso ya que además de contribuir contra el deterioro interno también contribuye a la mejora del sabor, terneza y en algunas carnes al color del producto (Palanca, 2017).

**Espacio y circulación de aire.** El espacio suficiente entre las piezas de carne para su maduración permite no solo la pérdida de humedad y desarrollo de sabores, sino que ayuda al control de la calidad e inocuidad del ambiente. La circulación de aire permite que haya un flujo de temperatura constante en toda la cámara de maduración, a su vez previene el desarrollo de humedad excesiva que puede ser un punto crítico para la proliferación y desarrollo de microorganismos patógenos (Intarcon, 2020).

**Tiempo de maduración.** El tiempo de maduración puede variar por diversos factores relacionados a la carne del animal como sexo, edad, contenido de grasa, tipo de corte, y especie. Generalmente se recomienda un mínimo de 15 a 30 días de maduración para resultados óptimos en el sabor y terneza de la carne de bovino, aunque el proceso puede alargarse por semanas o meses.

## 2.2.7 Calidad de la carne

### 2.2.7.1 Color

El color de las carnes se caracteriza por presentar una coloración rojiza brillante donde por efectos naturales y en presencia de diferentes factores como el oxígeno tiende a cambiar de coloración a tonalidades más oscuras, opacas o por presencia de enzimas a pigmentaciones verdosas y amarillentas.

En las carnes curadas, la nitrosomioglobina es el pigmento con mayor importancia durante el proceso puesto que, aunque al ser estable al calor tiende a ser muy lábil a la oxidación, asimismo el color característico de la carne también se debe al accionar del óxido nítrico que debe estar en ausencia del oxígeno. Cabe mencionar que debido al nitrosopigmento, la carne puede verse afectada por la exposición a la luz, temperatura, condiciones de empaque, secado superficial entre otros (Andújar & Pérez, Cambios de coloración de productos cárnicos , 2008).

#### 2.2.7.2 Terneza

La terneza se puede definir como el efecto al momento de cortarse o masticar la materia prima, en los productos cárnicos la terneza depende de diversos factores que va desde las variaciones genéticas, físicas, biológicas e inclusive el tratamiento, además la cantidad de tejido conectivo juega un papel vital en la terneza de la carne. El colágeno, proteína potencial en el tejido conectivo brinda cierta resistencia al corte y a mayor proporción del mismo como colágeno soluble menor es el valor de la resistencia al corte (Morón, Gonzáles, & Vázquez, 2004).

#### 2.2.7.3 Jugosidad

La jugosidad se define como la percepción de la humedad al momento de consumir la muestra y depende de la cantidad de agua retenida por la misma. El proceso de maduración especialmente en seco promueve la retención de líquidos dando ciertas propiedades a las carnes como el incremento del sabor, mejoramiento de terneza, y estímulo a la producción de saliva.

En el momento de masticarla se pueden distinguir dos fases, la primera producida por la liberación rápida de jugo es decir jugosidad inicial y la siguiente se conoce como jugosidad sostenida donde se presenta un efecto estimulante de la grasa sobre la salivación (Redacción Interempresas, 2018).

#### 2.2.7.4 Olor

El olor es conjuntamente con el color el primer rasgo a la hora de definir la calidad de la carne. El producto debe tener un olor normal, que deferirá según su especie pero que a su vez variará solo ligeramente de una especie a otra. En el caso de la carne de res fresca suele mostrar un olor ligero a sangre o metal, no obstante, durante el proceso de maduración en seco la carne puede adquirir un olor a tierra, nuez, hasta dulce que dependiendo de su tratamiento pueden mejorar estas propiedades (García J. , 2020).

#### 2.2.7.5 Veteado

El veteado hace referencia a las vetas o tiras de grasas intramuscular visibles en el corte de la carne y aún más cuando transcurre el proceso de maduración. El correcto proceso de veteado durante la maduración promueve un efecto positivo en la jugosidad y sabor. Cuando la carne veteada se cocina, la grasa se funde llegando a mezclarse con los jugos del corte manteniendo la humedad de la misma y

potenciando sabores y aromas, además en carnes de vacuno, cordero y cerdo deben presentar un veteado significativo ( Carnicería San Cayo, 2020).

#### 2.2.7.6 Luz

La decoloración en la superficie de la carne curada se puede deber al exceso de incidencia de luz u oxígeno en el producto. La retención de color de los productos cárnicos es degradada debido a que la luz cataliza la oxidación de los pigmentos y a su vez acelera la oxidación de las mioglobinas, aunque la luz blanca tiene un efecto mayor.

La pérdida de color es una reacción que se lleva en dos pasos, en primer lugar, ocurre una disociación acelerada por la luz del óxido nítrico del grupo hemo y en segundo lugar por la oxidación del óxido nítrico con el oxígeno (Andújar & Pérez, Cambios de coloración de los productos cárnicos , 2008).

#### 2.2.8 Análisis sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina científica donde se evalúa por medio de la percepción fisiológica y psicológica las propiedades organolépticas de los alimentos. Mediante esta técnica, la industria alimentaria ha tomado decisiones con el fin de crear, mejorar e innovar productos acordes a la satisfacción del consumidor (Espinosa, 2007).

Existen diferentes pruebas sensoriales que dependiendo de la finalidad que se desee investigar pueden ser aplicadas. Las pruebas afectivas que pueden considerarse las más simples expresan una reacción subjetiva sobre la aceptabilidad o rechazo de un producto, generalmente se utilizan jueces inexpertos o consumidores. Por otro lado, las pruebas discriminatorias no requieren de la sensación subjetiva del alimento sino usan magnitudes que puedan establecer diferencias entre los tratamientos, las pruebas que son mayormente usadas son las de comparación apareada, triangular, duo-trío y de ordenamiento (Cárdenas, y otros, 2018).

La prueba hedónica es la herramienta más utilizada en estudios y proyectos de investigación en donde se busca determinar la existencia de diferencia significativa entre productos alimenticios por medio de la aceptabilidad del consumidor. Estas pruebas utilizan escalas de puntos los cuales de acuerdo a su valor se les asigna un grado de satisfacción donde los jueces pueden elegir (Ramírez, 2012).

## 2.2.9 Banano

En base a (Codex Alimentarius, 2022) los bananos comprenden aquellos frutos que proceden de cualquier variedad del género spp de la familia *Musaceae* que dependiendo de su especie pueden ser diferenciadas según su forma cilíndrica y marcadamente angulosa, el producto es comestible al consumidor de manera fresca y tarda entre 80 a 180 días en desarrollarse completamente.

El banano tiene como variedades principales el barraganete, Congo guayabo, hartón, cuarenton y dominico pero el que mayormente que se produce y exporta es el barraganete con más del 95% de plantaciones bananeras destinadas a esta (Huachambala, 2022).

### 2.2.9.1 Clasificación taxonómica del banano

**Tabla 4.** Clasificación taxonómica del banano

Detalle	Clasificación
Nombre científico	Musa x paradisiaca L.
Reino	Plantae
División	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa

Fuente: (Cedeño, 2017)

### 2.2.9.2 Composición química del banano

La composición del banano se presenta en diferentes concentraciones de vitaminas, minerales, azúcares entre otros dependiendo de cada parte de la planta, no obstante, en la materia pulpa se presentan los siguientes valores.

**Tabla 5.** Composición química del banano

Concentración por cada 100 g de pulpa madura.	
Energía	90 kcal
Agua	70 g
Grasa	0,3 g
Carbohidratos	27 g
Proteína	1,2 g
Fibra	0,5 g
Magnesio	30-35 mg
Potasio	385-500 mg
Fósforo	22-30 mg
Calcio	10-20 mg
Hierro	0,42-0,60 mg
Zinc	0,18 mg
Vitamina C	10-20 mg
Riboflavina	0,04-0,07 mg
Tiamina	0,04-0,08 mg

Fuente: (Martínez, et al. 2021)

### 2.2.9.3 Composición química de la cáscara de banano

La cáscara de banano, a menudo considerado como un desecho, posee múltiples componentes benéficos lo que la convierte en una materia ideal para diversas aplicaciones. La cáscara es rica tanto en carbohidratos como azúcares y fibra que contribuyen a la digestibilidad del organismo, además posee minerales como potasio y magnesio que conjuntamente con vitaminas esenciales del complejo B y vitamina C mejoran diversos sistemas metabólicos.

De igual manera, la cáscara contiene múltiples compuestos bioactivos en especial antioxidantes como flavonoides, terpenoides y fitoesteroles que ayudan a combatir el estrés oxidativo, mejoran la salud cardiovascular e interfieren con la absorción de colesterol intestinal (Millán & Ciro, 2012).

Con respecto al contenido de proteínas, la cáscara de banano posee una cantidad moderada con un estimado de 0,74% de su composición total, sin embargo, su contenido proteico puede ser aprovechado junto con otros compuestos y componentes bioactivos (Chevez, y otros, 2024).

### 2.2.9.4 Manejo de desechos de la cáscara de banano

La industria bananera produce una gran cantidad de desechos vegetales donde solamente se aprovecha su fruto empleando dichos desechos en su mayoría como compostaje debido a su composición rica en nutrientes lo que lo convierten un producto idóneo como fertilizante natural.

Diferentes estudios han mostrado que algunas variedades de banano tienen la capacidad de limpiar aguas contaminadas con metales pesados y remover toxinas como cobre y plomo. De igual forma, la fermentación de la cáscara permite la obtención de diferentes soluciones como ácido acético, bioetanol (Castro, y otros, 2011).

También existen iniciativas que buscan la reutilización de la cáscara de banano para la elaboración de productos biodegradables con el fin de minimizar el impacto ambiental, así como aumentar los ingresos de los productores. Haciendo énfasis en el cuidado ambiental, las industrias bananeras promueven planes de gestión ambiental que incluyen estrategias para la clasificación, tratamiento y disposición final de los residuos (García, Machado, & Minuche, 2017).

## 2.2.10. Cacao

El cacao es un fruto obtenido de un árbol procedente de las regiones entre Centroamérica y América del sur. Si bien su cultivo se justifica para la obtención del grano que es utilizado como materia prima para distintos procesos cosmetológicos, farmacéuticos y alimenticios solamente llega a presentar el 10% de materia empleada del fruto fresco dejando más del 90% del producto como desecho aumentando así la problemática de contaminación actual (Vargas & Pérez, 2018).

### 2.2.10.1 Clasificación taxonómica del cacao

**Tabla 6.** Clasificación taxonómica del cacao

<b>Detalle</b>	<b>Clasificación</b>
Reino	Plantae
Tipo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Género	Theobroma
Especie	Cacao L.

**Fuente:** (Sanchez & Garcés, 2012)

### 2.2.10.2 Composición química del cacao

Según la cáscara de cacao es una gran fuente de diferentes macronutrientes entre proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales por lo que este desecho es considerado como una materia prima con un alto valor nutricional y los diferentes beneficios que puede llegar aportar. En la siguiente tabla se presentan los valores generales que puede presentar los distintos tipos de cascara de cacao (Tapia, 2017).

**Tabla 7.** Composición química del cacao

<b>Componentes</b>	<b>Valores (%)</b>
Humedad	5,4- 15,3
Proteína cruda	6,3- 10,4
Componentes del extracto etéreo	23,4- 36,2
Extracto libre de nitrógeno	0,5- 2,4
Cenizas	31,8- 61,4
Oligoelementos y sales	6- 10,6

**Fuente:** (Tapia, 2017)

### 2.2.10.3 Composición química de la cáscara de cacao

La composición de la cáscara de cacao está conformada en su mayoría por diversos polímeros que brindan una estructura rígida y resistente a la pulpa del fruto, la fibra de la cual está formada la cáscara contiene en porcentajes significativos la lignina, celulosa y hemicelulosa. Por otro lado, el contenido de proteínas y grasas suelen ser

inferiores al 10 y 5 % respectivamente tomando en cuenta que estos valores pueden variar dependiendo de la especie y maduración del fruto.

En cuanto al contenido de antioxidantes, la cáscara de cacao se caracteriza por tener altos niveles de polifenoles, flavonoides y ácido cinnámico que permiten reducir el estrés oxidativo, así como prevenir diferentes cardiovasculares del organismo.

#### 2.2.10.4 Manejo de desechos de la cáscara de cacao

Ecuador produce cerca de 325,208 toneladas anuales de cacao, de las cuales cerca de 212 000 toneladas fueron exportadas en el último año llegando a obtener un incremento récord de 176 % en valor (González, 2024).

Actualmente la cáscara y cascarilla de cacao son mayormente utilizados como alimento alternativo en la ganadería ya que debido a su contenido nutricional permite sustentar los nutrientes necesarios para el animal. Además de ser utilizado como fertilizante en la agricultura, también se ha implementado la producción de bioplásticos a base de cáscara con el fin de minimizar el impacto ambiental. En relación al enfoque investigativo, estos residuos han sido empleados para la obtención de biocombustibles, formulación de cosméticos, elaboración de espumas para el uso hortícola, elaboración de infusiones y combinación con diversos productos para el mejoramiento de calidad (Sabatini, 2025).

#### 2.2.11 Antioxidantes

Los antioxidantes se definen como sustancias que forman parte de los alimentos y que llegan a prevenir efectos adversos a las funciones fisiológicas del organismo. (Coronado, Vega, Gutiérrez, Vázquez, & Radilla, 2015) Aquellos antioxidantes que desempeñan el rol de escudos defensores de las células son conocidos como antioxidantes endógenos; aunque muchas veces el desbalance entre estos y los radicales libres producidos por diversas rutas metabólicas suelen producir el estrés oxidativo llegando a ocasionar diferentes enfermedades cancerígenas, cardíacas, degenerativas, etc. El consumo de antioxidantes de fuentes exógenas especialmente de frutas y otros vegetales permiten el fortalecimiento antioxidante del organismo disminuyendo la producción de radicales libre y por ende el estrés oxidativo (Avello & Suwalsky, 2006).

El término fenólico abarca aquellas sustancias que dentro de su estructura hidroxibencénica cuentan con diferentes anillos aromáticos o alifáticos conocidos

también como fenoles. Los compuestos fenólicos se presentan de manera natural en el mundo vegetal y están estrechamente asociados al color y sabor, así como su calidad nutricional.

La gran mayoría de ellos presentan algún tipo de actividad biológica que permite una resistencia antimicrobiana, antiinflamatoria y antioxidante por lo que la industria alimentaria ha empezado a emplear dichos compuestos para estabilizar la oxidación de los alimentos, entre los más usados y aprobados en otros países se presenta los extractos de romero, salvia, y orégano. (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014).

#### 2.2.11.1 Clasificación de compuestos

##### 2.2.11.1.1 Polifenoles

Compuestos derivados del metabolismo secundarios de plantas vegetales, entre ellos se encuentran ácidos hidroxibenzoicos, cumarinas, ligninas, xantonas, chalconas etc. La actividad biológica de estos compuestos permite su manipulación como agentes antioxidantes, antiinflamatorio y antimicrobiano por lo que han sido incluidos en diferentes listas como aditivos alimentarios aprobados en su consumo (Aparicio, 2017).

##### 2.2.11.1.2 Fenoles simples

Compuestos orgánicos del grupo hidroxilo unidos a un anillo bencénico lo que les otorga la capacidad de solubilidad en líquidos. A temperatura ambiente la mayoría de ellos se encuentran en estado sólido, aunque tienen el atributo de sublimación.

Su composición química les permite reaccionar con diferentes bases para la obtención de sales, además gracias a la presencia de su anillo aromático pueden interaccionar en diferentes reacciones como la halogenación, nitración y sulfonación.

Con respecto a sus aplicaciones, son ampliamente usados en la industria para la producción de antisépticos, plásticos, resinas, colorantes y síntesis de medicamentos (EDU. LAT, 2020).

##### 2.2.11.1.3 Cumarinas

Las cumarinas que se encuentran de forma natural en diversas plantas son conocidas por su aroma característico a cumarina. Estos antioxidantes, compuestos por un anillo

bencénico con otro de lactona son altamente valorados en la industria de fragancias y cosméticos para la producción de perfumes, desodorantes y productos para el hogar. Debido a sus efectos antioxidantes se ha implementado la producción de medicamentos y el uso en la industria alimentaria como aditivos, sin embargo, las cumarinas presentan un elevado grado de toxicidad al ser consumidas en altas dosis por lo que se han presentados regulaciones y recomendaciones sobre su manejo (Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria, 2021).

#### 2.2.11.1.4 Flavonoides

Los flavonoides son compuestos que se encuentran de manera natural en una amplia gama de frutos y vegetales y los cuales han presentado múltiples ventajas tanto en la industria farmacéutica como alimentaria. Se caracterizan por ser compuestos del tipo C6-C3-C6 con anillos bencénicos aromáticos unidos entre sí, gracias a ello llegan a destacar por su acción venotónica, efecto antioxidante y capacidad para inhibir ciertos procesos enzimáticos. Entre las propiedades de dichas sustancias se encuentra su capacidad de ser solubles en agua caliente, disolventes orgánicos y alcoholes, son sustancias sólidas cristalizadas de color blanco-amarillo, además se caracterizan por su facilidad oxidativa y por ende un efecto antioxidante más rápido que otras sustancias (López T. , 2002).

De acuerdo con la sustitución de los anillos heterocíclicos oxigenados, estado de oxidación y posición del anillo B, se determina la subclase a la que pertenecen ya sean flavonoles, flavonas, isoflavonas, flavanonas, flavanoles y antocianidinas. Además, estas se subdividen acorde a la función potencial que se logran diferenciar entre ellos como la capacidad de captura de radicales libres y creación de complejos de iones metálicos, inhibición de la oxidación de vitamina C, mejoramiento de características sensoriales del producto final entre otros, en su mayoría extraídos de productos vegetales (Badui, La ciencia de los alimentos en la práctica, 2012).

La quercetina es el principal flavonol más reconocido debido a su creciente evidencia de absorción y biodisponibilidad. los flavonoides también se pueden clasificar dependiendo de su estructura de esqueleto base teniéndose de esa forma a isoflavonas, antocianidinas, flavonas, flavanonas y flavonoles.

#### 2.2.11.1.5 Tocoferoles

También denominado como vitamina E, son sustancias liposolubles formados por anillos aromáticos unidos por cadenas hidrocarbonadas con trazas de metilo. La

aplicación de estos compuestos como aditivos están permitidos en muchos lugares para la conservación de carne y productos cárnicos, lácteos, aceites y recubrimientos comestibles impidiendo o limitando de esa forma las reacciones de autooxidación de las grasas.

#### 2.2.11.1.6 Carotenoides

Considerados como los uno de los compuestos más antiguos en la Tierra, son referidos como pigmentos que llegan a proporcionar color y actualmente se los encuentra en más de 700 tipos distribuidos entre peces, esponjas, moluscos, insectos, reptiles, vegetales y frutas. La importancia en el consumo de carotenoides radica en que la mayoría de estos pueden convertirse en vitamina A la cual ha sido recientemente estudiada y se la ha relacionado con el beneficio de disminuir el riesgo de enfermedades cancerígenas, cardiovasculares y trastornos oculares (Meléndez, 2017).

El más conocido y utilizado dentro de este grupo es el licopeno que se lo puede utilizar tanto como colorante y antioxidante en varias categorías de alimentos como lácteos, grasas, frutas, confituras cereales, condimentos, huevos, bebidas, salsas, alimentos dietéticos entre otros. Sin embargo, si limitación se centra al estar en contacto con la luz o el calor en donde comienza a degradarse de forma acelerada.

#### 2.2.11.1.7 Lignanós y ligninas

Los Lignanós y ligninas son compuestos que desempeñan roles importantes en el reino vegetal, las ligninas son polímeros orgánicos que se encuentran en las paredes celulares de maderas y cortezas actuando como barrera frente a diferentes patógenos y contribuyendo a la impermeabilidad de los tejidos vegetales. A nivel industrial las ligninas son utilizadas para la producción de biocombustibles, materiales compuestos y productos químicos, también gracias a su agente aglutinante es empleado en diversas aplicaciones sostenibles (Maceda, Soto, Peña, Trejo, & Terrazas, 2022).

A diferencia de las ligninas, los lignanos se caracterizan por tener un bajo peso molecular por lo que se las suelen encontrar en semillas, granos y vegetales, no obstante, son altamente conocidos por sus propiedades antioxidantes y su capacidad para inhibir la actividad de fitoestrógenos lo que los convierte en un área de interés para la investigación nutricional (Piqueras, 2019).

### 2.2.11.2 Compuestos antioxidantes sintéticos

A pesar que los aditivos naturales han tenido una gran relevancia en los últimos años, el interés comercial ha sido un factor que prevalece en el procesamiento industrial puesto que aquellos compuestos sintéticos tienden a presentar ciertas ventajas como proceso de obtención, pureza, etc.

#### 2.2.11.2.1 Galatos

Éster obtenido a partir del ácido gálico, es reconocido como aditivo GRAS y es aplicable tanto en alimentos como sus recubrimientos y embalajes. Sus propiedades permiten evitar el enranciamiento de lípidos y se puede emplear como estabilizante de las características organolépticas (Valenzuela & Pérez, 2016).

#### 2.2.11.2.2 Tert-Butilhidroquinona

Compuesto ampliamente usado para la conservación de cereales, grasas, margarinas, carnes y aceites que debido a su composición permite que los productos no pierdan su color natural a estar en contacto con hierro y otros metales.

#### 2.2.11.2.3 Butilhidroxianisol y Butilhidroxitolueno

Antioxidante de origen fenólico compuesto por dos isómeros que de igual forma que los otros compuestos son ampliamente usado en alimentos o bien en sus recubrimientos, aunque debido a su baja solubilidad en el agua y su fuerte olor fenólico tiende a presentar ciertas limitaciones especialmente con grasas vegetales (Aparicio, 2017).

### 2.2.12 Métodos para la cuantificación de compuestos fenólicos

#### 2.2.12.1 Método ABTS

El método azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-acidosulfónico se fundamenta en la capacidad que tiene para estabilizar el radical catión coloreado ABTS. Posee la ventaja de establecer con mayor facilidad comparaciones con un amplio rango de pH y fuerza iónica de las muestras a tratar, sin embargo, la reacción cinética en algunos casos puede ser lenta y causar errores en los resultados además que los valores ABTS deben estar previamente generados (Chetan, Kumara, Sekhar, & Prakash, 2012).

#### 2.2.12.2 Método DPPH

Es considerado como uno de los pocos radicales orgánicos estables y gracias a ello es usado en el método Difenil Pricil Hidrazilo. La ventaja que este posee es la simplicidad y el bajo requerimiento de equipo instrumental, pero a consecuencia de ello es difícil de interpretar los resultados de diversas sustancias (Guija, Inocente, Ponce, & Zarzosa, 2015).

#### 2.2.12.3 Método ORAC Y FRAP

Altamente usados para medir la inhibición de la oxidación inducida en radicales peroxilo y reflejan un mecanismo clásico de actividad medida por antioxidantes, regularmente se suele utilizar fluoresceína como sonda, aunque el método suele llevarse por periodos extensos de tiempo (Peñarrieta, Alvarado, Akesson, & Bergenståhl).

#### 2.2.12.4 Método Folín-Ciocalteu

El reactivo Folín-Ciocalteu contiene molibdato y tungstano sódico que al llegar con cualquier sustancia que contenga un grupo fenol llega a formar con complejo fosfomolibdico-fosfotúngstico adquiriendo coloraciones de azul intenso siendo este mismo proporcional a la cantidad de grupos hidroxilos de las moléculas extraídas (Muñoz, y otros, 2014).

#### 2.2.12.5 Método TEAC

El método (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) es una técnica similar al ABTS que permite la medición de la capacidad antioxidante mediante la comparación de la muestra con una análoga de Trolox, durante el proceso se genera un radical intermedio a partir de los cationes ABTS los cuales son neutralizados mediante la transferencia electrónica ocasionado que el catión radical pierda color y disminuya la absorción para su respectiva monitorización espectrofotométrica. La ventaja de su empleo radica en su versatilidad ya que puede aplicarse para una amplia variedad de alimentos y su rapidez en comparación con otros métodos.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### 3.1.1. Enfoque

La investigación se realizó mediante un enfoque cuantitativo aplicado para la cuantificación de polifenoles y flavonoides presentes en los extractos obtenidos a partir de los residuos orgánicos.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

El estudio de caso fue llevado mediante investigación experimental ya que se aplicaron diferentes tratamientos de concentraciones antioxidantes que puedan influir en la composición fisicoquímica y microbiológica con el fin de ser analizados estadísticamente y determinar las posibles diferencias de dichos tratamientos.

#### **3.2. IDEA A DEFENDER**

H0: ¿La aplicación de polifenoles y flavonoides extraídos de residuos orgánicos de banano y/o cacao no favorecen al efecto antioxidante en las carnes maduradas de res?

Ha: ¿La aplicación de polifenoles y flavonoides extraídos de residuos orgánicos de banano y/o cacao favorecen al efecto antioxidante en las carnes maduradas de res?

#### **3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Definición de las variables

Extracción de antioxidantes

Variables independientes

- Tipo de solvente
  - Etanol
- Materia prima
  - Cáscara de banano

- Cáscara de cacao

Variables dependientes

- Cuantificación de polifenoles totales (mg EAG/ ml)
- Cuantificación de flavonoides (mg QE/ml)

Aplicación en carnes maduras

Variables independientes

Carne de res madurada con concentraciones de antioxidantes

- Temperatura de maduración
  - 3 °C
  - 6 °C
- Concentración de flavonoides
  - 0,75 %
  - 1,25 %
  - 1,50 %
- Tiempo de maduración
  - menos 30 % del peso inicial

Variable dependiente

- Oxidación lipídica
- Parámetros fisicoquímicos
- Parámetros microbiológicos

Operacionalización de las variables

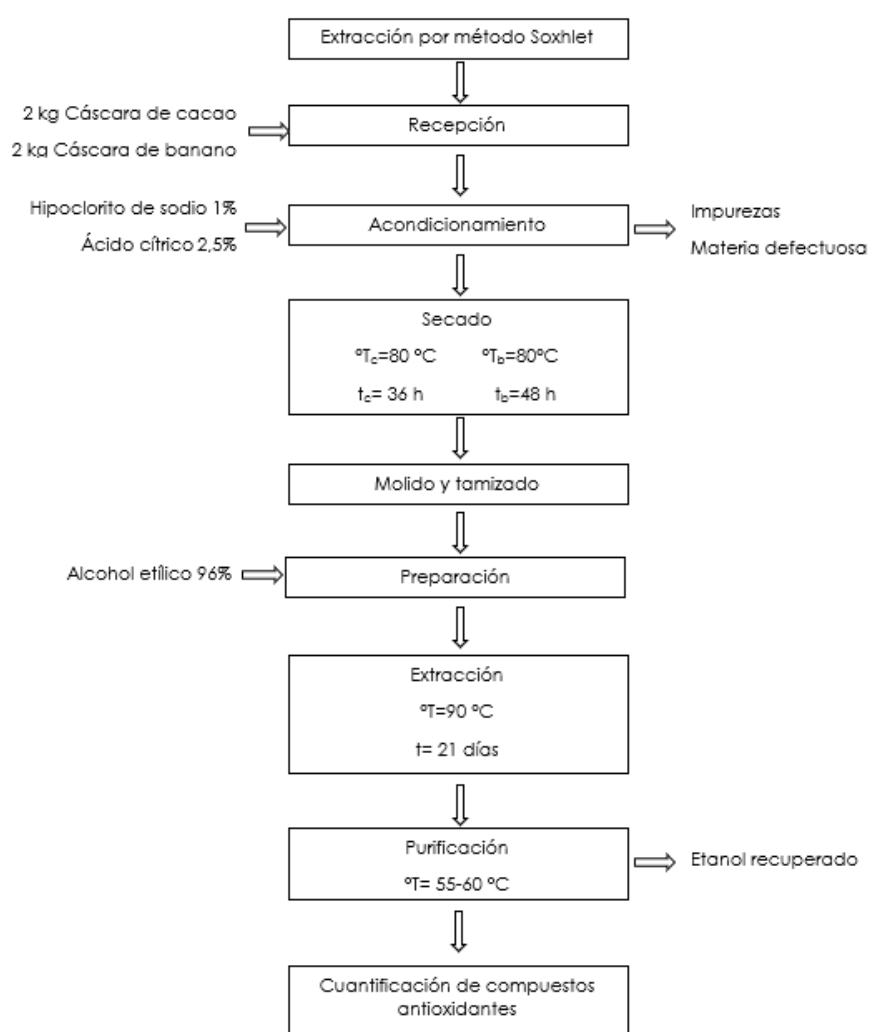
**Tabla 8.** Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
		Independiente		
		Carne de res madurada con antioxidantes		
• Temperatura de maduración	3 - 6°C	Temperatura	Método térmico	
• Concentración de flavonoides	0,75 – 1,25- 1,50%	Concentración	Formulación	
Dependiente Oxidación Lipídica		Peróxidos	Índice de peróxidos	AOAC
		pH	Potenciometría	NTE, INEN 2346-2016
		Determinación de humedad		Universidad Politécnica de Valencia (2012)
		Determinación de proteína		AOAC 955.04 (1990)
• Parámetros fisicoquímicos		Determinación de grasa	Gravimetría	AOAC 920.39C (1990)
		Determinación de cenizas		AOAC 923.03 (1990)
		Cuantificación índice de peróxido		AOAC 965.33
		Presencias aerobias mesófilas		NTE INEN 1529-5: 2006
		Presencia de Salmonella		NTE INEN 1529-15:2013
• Parámetros microbiológicos		Presencia Sthaphylococcus aureus		NTE INEN 1529-14: 2013
		Presencia de Coliformes totales		
		Presencia de E. coli		NTE INEN 2667

### 3.4. MÉTODOS A UTILIZAR

#### 3.4.1. Método Soxhlet

El método Soxhlet es una técnica de separación sólido-líquido el cual ayuda a determinar el contenido de ciertas sustancias en su mayoría de productos de la industria alimentaria, este proceso se fundamenta en el uso de disolventes como un medio donde se deposita la muestra para que cierta porción del compuesto no volátil llegue a disolverse con el disolvente, repetida esta etapa se llega a concentrar dicha sustancia en el matraz de destilación. La parte líquida del disolvente se llega a evaporar dando como resultado la masa del compuesto deseado.



**Figura 1.** Diagrama de flujo para la extracción de antioxidantes por método Soxhlet

**Recepción.** Las cáscaras residuales de banano y cacao son tomadas y depositadas en ambiente seco y libre de contaminación.

**Acondicionamiento.** Las cáscaras pasan por un tratamiento de limpieza con hipoclorito de sodio al 1% para remover las impurezas que en su mayoría son hongos y bacterias originados por el proceso natural de descomposición que pudieron estar presentes en las cáscaras, a su vez se descartó impurezas y materia defectuosa. Seguidamente se aplica ácido cítrico al 5% durante 2,5 min para detener el pardeamiento enzimático

**Secado.** Las muestras se someten a un proceso de secado con una temperatura de 80 °C para asegurar que los metabolitos secundarios no sufran una degradación por la temperatura durante 36 y 48 horas para eliminar la mayor cantidad de humedad retenida.

**Molido y tamizado.** La molienda es un proceso en donde se disminuye el tamaño de la partícula lo brindando diferentes etapas como es el caso de velocidad de extracción, posteriormente se tamiza la muestra hasta obtener harina refinada para su pesado.

**Preparación.** Para la preparación de las muestras, se depositó 25 g de muestra en cartuchos de papel filtro para mejorar el transporte de analitos durante la extracción. Los disolventes utilizados pueden variar dependiendo su punto de ebullición y la sustancia que se desea obtener, no obstante, se utilizó 260 ml de alcohol etílico al 96% para su extracción.

**Extracción.** Una vez instalado el equipo y preparado las muestras se procedió a su extracción a una temperatura de 90 °C por 21 días.

**Purificación.** Transcurrido el tiempo de extracción se secaron las muestras a una temperatura de 55-60 °C para evaporar la mayor cantidad posible de etanol recuperado.

**Cuantificación de compuestos antioxidantes.** Las muestras se conservaron en frascos ámbar y se depositaron en un lugar seco evitando la luz y cambios de temperatura.

#### 3.4.2. Cuantificación de polifenoles totales

**Cacao.** El contenido de polifenoles presentes en las cáscaras, se determinaron por medio del método Folín-Ciocalteu en base a la metodología descrita por (Salazar, Guerrero, & Espejo, 2021) donde se utilizó un estándar de ácido gálico 20 mg/ml con rangos de 0, 1, 2, 3 y 4 mg/ml. Cada extracto se evaluó a una concentración de 5 mg/ml mayor a la anterior y se adicionó agua destilada hasta llegar a volúmenes de

50 ml. Para la preparación de la muestra se tomó 0,50 g de la misma y se aforó en 500 ml de agua destilada.

A las disoluciones incluyendo la muestra se les extrajeron 5 ml para ser mezclados con 5,7 ml de reactivo Folín-Ciocalteu durante 5 minutos, transcurrido este tiempo se añadió 7,5 ml de carbonato sódico y se dejó en reposo durante 1,30 horas. Finalmente se determinó la absorbancia de cada uno de ellos con ayuda de un espectrofotómetro UV visible.

**Banano.** La cuantificación de polifenoles totales para el caso de las cáscaras de banano se basó en la metodología descrita por (Singleton, Orthofer, & Lamuela, 1999) en referencia a las concentraciones y volúmenes de las soluciones necesarios para el estudio, así como la onda de longitud de 765 nm.

En este caso se trabajó con las mismas concentraciones que el caso anterior con la diferencia que la muestra se realizó con 2,75 g de extracto combinados con 25 ml de agua destilada y posteriormente se procedió con una dilución 1:2 para su correcta lectura de absorbancia.

#### 3.4.3. Cuantificación de flavonoides

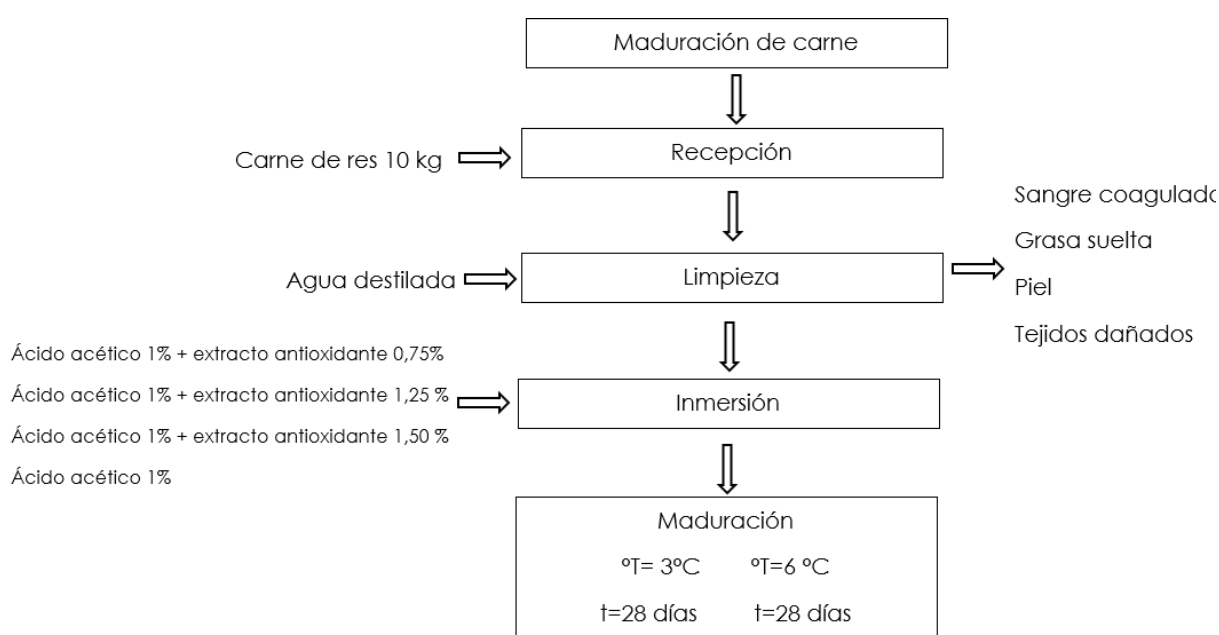
**Cacao.** El método colorímetro se basa en la metodología propuesta por (Ivanova, Stefova, & Chinnici, 2010) en el que se pueden usar como reactivo de calibración la catequina, quercetina o epicatequina en diferentes disoluciones. Para este procedimiento se agregan 0,15 ml de nitrito de sodio al 5% en 0,50 ml de la muestra, seguidamente se añaden 0,15 ml de cloruro de aluminio al 10% y 1 ml de hidróxido de sodio 1M y se completa con agua destilada hasta alcanzar un volumen final de 10 ml. Los estándares que servirán como patrones se realizarán en concentraciones de 2,5 a 7,5 ug/ml la absorbancia será de 510 nm, de acuerdo al método descrito por (Scotti, Velásquez, Ojeda, & Pacheco, 2020).

**Banano.** A partir de 16 ml del extracto de la muestra se añaden 20 ml de agua destilada conjuntamente con 0,12 ml de nitrato de sodio al 5%; transcurridos 5 minutos de reposo se adicionan 0,24 ml de cloruro de aluminio al 10% para dejar en reposo nuevamente y agregar 8 ml de hidróxido de sodio 1M. Finalmente se añade agua destilada hasta alcanzar un volumen de 15 ml y se analizan a una absorbancia de 510 nm.

Para la curva de calibración se utilizó una solución estándar de quercetina con soluciones patrón de 2 a 14  $\mu\text{g/ml}$  (Fateme, Saifullah, Abbas, & Azhar, 2012).

### 3.4.4. Recubrimiento de carne de res

La figura 2 presente el proceso para la maduración en seco de carne con la adición de extractos antioxidantes.



**Figura 2.** Diagrama de flujo para la maduración de la carne de res.

**Recepción.** Las muestras obtenidas para el estudio de este caso fueron adquiridas en el Mercado del Sur de la ciudad de Tulcán un total de 10kg de los que se tomaron cortes de 400 – 450 g para los diferentes tratamientos.

**Limpieza.** Las muestras cárnicas se limpiaron con agua destilada y se empleó papel de cocina para retirar el exceso de humedad, se descartaron residuos como grasa suelta, tejido dañado y sangre coagulada.

**Inmersión.** Para la preparación de las soluciones se utilizó como solvente una solución de ácido acético al 1% y se añadieron las concentraciones antioxidantes de 0,75 – 1,25- 1,50% respectivamente para cada tratamiento.

El recubrimiento de las muestras se trató por inmersión de forma líquida durante un minuto a las distintas concentraciones en envases herméticos a temperatura ambiente

**Maduración.** Transcurrido el tiempo de inmersión se llevaron las muestras al proceso de maduración a 3 y 6 °C respectivamente con una humedad ambiental entre 50-75%, hasta que las muestras hayan perdido alrededor de 30 % de su peso inicial en un aproximado de 28 días.

#### 3.4.5. Análisis fisicoquímico

##### 3.4.5.1. Análisis de proteína

El porcentaje de nitrógeno descrito por la norma INEN 778 especifica la metodología para determinar el contenido de proteína por medio del método Kjeldahl el cual se divide en tres fases

**Digestión.** Consiste en romper los enlaces de nitrógeno que se encuentran en la muestra orgánica hasta obtener iones de amonio. Se pesaron entre 1 a 3 g de muestra previamente molida y se encapsularon en papel filtro, se llevaron a los tubos de digestión junto con dos pastillas de digestión y 18 ml de ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  al 98 %, se calentaron a una temperatura de 420 °C durante una hora o hasta que la espuma negra se descompuso y adquirió una coloración clara. Dependiendo de la muestra es recomendable el uso de agentes antiespumantes como silicón o peróxido de hidrogeno al 25 %. También se puede agregar sulfato de potasio para aumentar el punto de ebullición y catalizadores para aumentar la velocidad de digestión. Una vez finalizado el proceso de digestión se dejó enfriar a temperatura ambiente y se añadió cuidadosamente 80 ml de agua destilada.

**Destilación.** Mediante la destilación, los iones de amonio se convierten en amoniaco por la adición de hidróxido de sodio NaOH. El tubo de ensayo se colocó en el destilador y se sometió a altas temperaturas hasta llegar a ebullición, posteriormente se disminuyó la temperatura hasta que la muestra se estabilizará y levemente se añadió 70ml NaOH al 40%, seguidamente se sometió a altas temperaturas nuevamente para que la corriente de vapor de agua sea arrastrada y almacenada en el vaso receptor. El vaso receptor debe contener 30 ml de ácido bórico al 4% con 3 gotas de rojo de metilo.

**Valoración.** La concentración de iones de amonio se determinó por medio de una valoración ácido-base utilizando una solución estandarizada de ácido clorhídrico al 0,1 N. La muestra de coloración azulada se llevó a titulación con HCl hasta que adquiriera una coloración rosa pálido y se utiliza la diferencia de solución gastada en la siguiente fórmula.

$$\%N = \frac{V \times N \times 0,014}{P}$$

Donde

$P$  = peso de la muestra (g)

$V$  = Volumen de HCl empleado en la titulación (ml)

$N$  = Normalidad del ácido clorhídrico

0,014 = miliequivalentes de nitrógeno

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times F$$

Donde

$F$  = Factor de conversión de carnes (6,25)

#### 3.4.5.2. Determinación de pH

Para el análisis de pH se procedió en base a la norma INEN 783 y calibrando el potenciómetro con agua destilada. Se pesaron y licuaron 10 g de la muestra seguidamente se mezcló con 20 ml de agua destilada y se colocó la muestra en un vaso de precipitación, con el electrodo de vidrio se continuó a tomar el pH de la solución.

#### 3.4.5.3. Determinación de cenizas

La determinación del contenido de cenizas se basó en la norma INEN ISO 936:2013 donde se colocaron crisoles previamente tarados a una temperatura de 105 °C durante 3 horas. Se pesaron 3 g de muestras previamente calcinadas y se llevaron a la mucha a una temperatura de 550 °C durante 4 horas. Finalmente se retiraron las muestras y llevadas a un desecador para su respectivo cálculo.

$$\%C = \frac{(P_2 - P_1)}{S} * 100$$

Donde:

$P_2$  = peso del crisol tras incineración. (g)

$P_1$  = peso del crisol tarado. (g)

$S$  = peso de la muestra. (g)

#### 3.4.5.4. Determinación de humedad

La cuantificación de humedad se realizó mediante la norma INEN 777 donde se utilizó crisoles previamente tarados y rotulados a una temperatura de 105 °C durante una hora. Seguidamente se pesaron 3 gramos aproximados de muestras en cada crisol y se sometieron a una temperatura de 105 °C durante 4 horas. Finalmente se llevaron las muestras a un desecador para su respectivo cálculo.

$$\%H = \frac{(P_a - S) - P_f}{S} * 100$$

Donde:

$P_a$ = peso del crisol tarado. (g)

$S$ = peso de la muestra. (g)

$P_f$ = peso final de la muestra. (g)

#### 3.4.5.5. Determinación de grasa

El contenido de grasa se determina por el método de Soxhlet donde se realiza una extracción sólido- líquido. Para ello se sumerge la muestra previamente seca y molida en disolvente caliente durante 2 horas, la absorción del contenido de grasa se hace tanto por inmersión como reflujo; una vez transcurrido el tiempo se cierra la válvula para recuperar el disolvente restante mientras que el contenido grado se deposita al fondo del recipiente de reacción. Finalmente, los recipientes se llevan a un desecador y se procede con los cálculos correspondientes.

$$\% G = \frac{(P_m - P_t)}{m} * 100$$

Donde:

$P_m$ = peso del recipiente con la grasa (g)

$P_t$ = peso del recipiente vacío (g)

$m$ = peso de la muestra (g)

#### 3.4.6. Análisis microbiológico

Se realizaron los análisis microbiológicos de aquellos microorganismos que intervienen en la calidad de la carne madurada tales como *Salmonella*, *E. coli*, *S. aureus* y Coliformes totales con el fin de determinar su aceptabilidad de consumo

Los estudios para los análisis microbiológicos de la presencia de *E. coli* y aerobios mesófilos se basaron en las normas nacionales INEN 16649 e INEN 766

respectivamente, de igual forma, para los análisis de *S. aureus* y *Salmonella* se emplearon las normas INEN 1529-14 e INEN 1529-15

#### 3.4.7. Determinación de actividad oxidativa por índice de peróxido

El índice de peróxido es un parámetro que permite determinar la calidad de las grasas y aceites comestibles de forma cuanti-cualitativa sobre la presencia de peróxido o hidroperóxidos que llegan a formarse tras la reacción de los ácidos grasos insaturados en presencia del oxígeno.

Para la determinación del índice de peróxidos presentes en la materia grasa del producto se utilizó la metodología descrita en la norma AOAC 965.33 la cual indica el grado de oxidación primaria que muestran las reacciones entre los ácidos grasos insaturados presentes en las muestras con el oxígeno. Tras extraer y disolver 5 ml de muestra con 30 ml de disolvente (3:2 ácido acético glacial/ cloroformo) se adicionan 0,5 ml de solución saturada de yoduro potásico se agita por un minuto y se deja en reposo. Seguidamente se mezcla con 30 ml de agua destilada y 0,5 ml de almidón 1% utilizado como indicador. Finalmente se valoró la solución con tiosulfato sódico 0,001 N hasta que la misma pasará de una coloración oscura a transparente o blanca.

El índice de peróxido se mide por medio de la siguiente ecuación:

$$P \left( \frac{meq}{jg} \right) = \frac{V * N * 1000}{M}$$

*IP*= Índice de peróxido expresado en miliequivalente en 1000 g de muestra

*V*= Volumen de tiosulfato de sodio consumido (ml)

*N*= Normalidad del tiosulfato de sodio

*M*= peso de grasa extraída de la muestra (g)

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para este estudio se consideró un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB. Las concentraciones de antioxidantes se aplican en base a la muestra con mayor rendimiento de extracción.

**Tabla 9.** Tratamientos para la maduración de carne

Variable	Descripción	Variable	Definición
A	Temperatura de maduración	3 °C	A <sub>0</sub>
		6 °C	A <sub>1</sub>
B	Concentración de antioxidantes	0,75 %	B <sub>0</sub>
		1,25%	B <sub>1</sub>
		1,50%	B <sub>2</sub>

En la siguiente tabla se expresan los seis tratamientos conjuntamente con sus respectivos testigos aplicados en base al arreglo factorial AxB.

**Tabla 10.** Combinaciones para la maduración de carne

Tratamientos	Combinaciones	
1	A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>	3°C + 0,75 %
2	A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	3°C + 1,25 %
3	A <sub>0</sub> B <sub>2</sub>	3°C + 1,50 %
4	Testigo A <sub>0</sub>	3 °C
5	A <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	6°C + 0,75 %
6	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	6°C + 1,25 %
7	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	6°C + 1,50 %
8	Testigo A <sub>1</sub>	6 °C

Para determinar si existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos con respecto a los parámetros fisicoquímicos, se aplicó el análisis varianza ANOVA empleando pruebas tanto para datos paramétricos como no paramétricos entre las medias obtenidas, con un nivel de significancia del 5%.

Para el análisis sensorial se ejecutó una prueba de aceptación de escala hedónica con un total de 60 participantes no entrenados. Las muestras fueron codificadas de manera aleatoria y los atributos evaluados fueron: color, olor, textura, sabor y aceptación general, cada uno con una escala de 1 al 5.

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

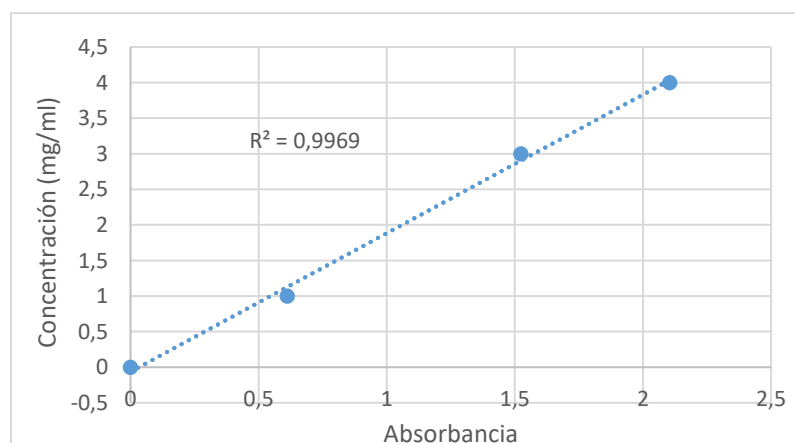
### 4.1 RESULTADOS

En la presente investigación se realizó la extracción de polifenoles y flavonoides de los dos tipos de cáscaras por método Soxhlet posteriormente se determinó la extracción con mejor rendimiento y concentración antioxidante para realizar las disoluciones en ácido acético al 1% con concentraciones de 0,75 %, 1,25% y 1,50% para su aplicación a las muestras cárnicas por inmersión y ser sometidas al proceso de maduración en seco. Durante la etapa de maduración se analizaron los índices de peróxidos de cada tratamiento, se realizaron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos para determinar su calidad y finalmente se analizaron por evaluación sensorial los mejores tratamientos.

#### 4.1.1 Cuantificación de polifenoles totales

##### Cacao

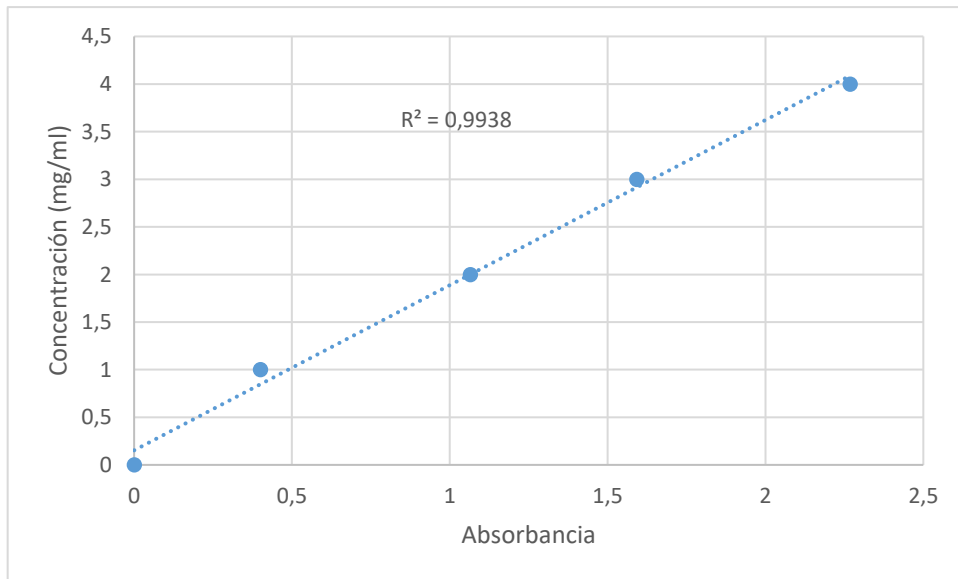
En la figura 3 se indica la curva de calibración generada por las muestras patrón utilizando el ácido gálico como blanco referencial con  $R^2$  de 0,9969. A su vez presentando una absorbancia de 0,956 del extracto de cacao.



**Figura 3.** Ecuación de recta patrón de ácido gálico para extracto de cáscara de cacao

## Banano

En la curva de calibración presentada en la figura 4 muestra un  $R^2$  con una valoración de 0,9938 y una absorbancia de 2,037 de extracto de banano.

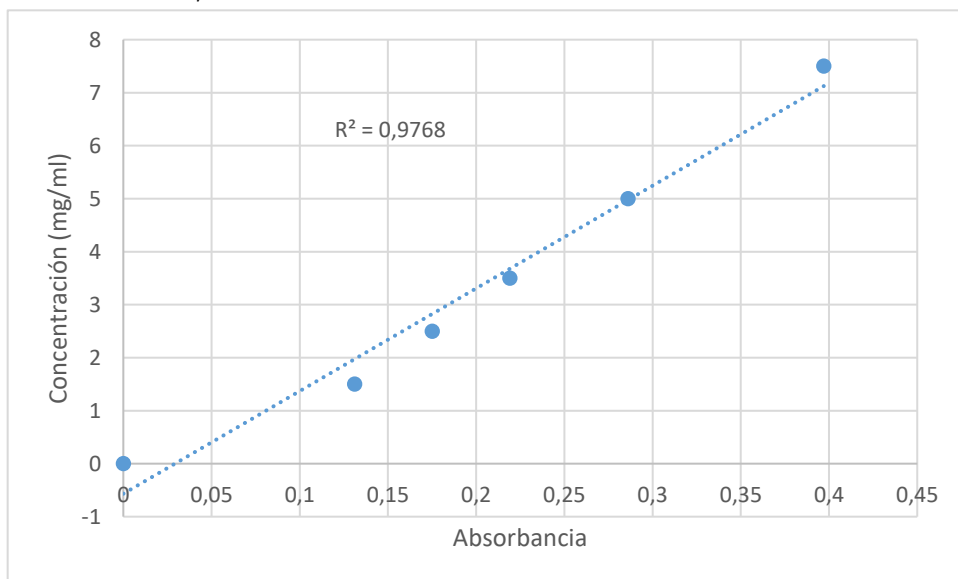


**Figura 4.** Ecuación de recta patrón de ácido gálico para extracto de cáscara de banano

### 4.1.2 Cuantificación de flavonoides

## Cacao

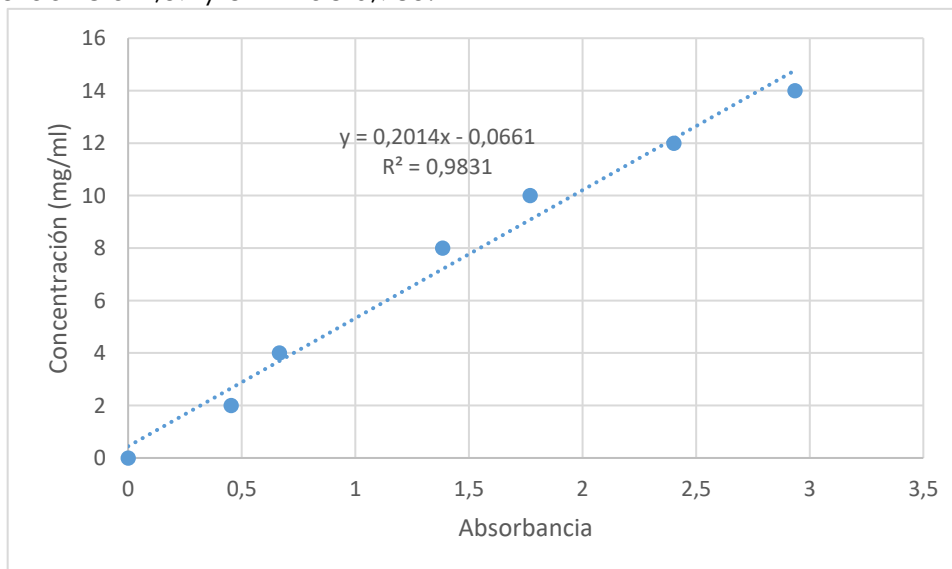
La determinación de flavonoides presentes en el extracto de cacao realizado por el método de cloruro de aluminio presenta una absorbancia de 0,756 y una recta patrón con un  $R^2$  de 0,97.



**Figura 5.** Ecuación de recta patrón de quercetina para extracto de cáscara de cacao

## Banano

En la figura 6 se muestra la curva de calibración obtenida del análisis de las muestras patrón de la cáscara de banano en el método de cloruro de aluminio obteniendo una absorbancia 1,37 y un  $R^2$  de 0,983.



**Figura 6.** Ecuación de recta patrón de quercetina para extracto de cáscara de banano

En la tabla 11 se presenta los valores de absorbancia y concentración de polifenoles y flavonoides de los extractos de cáscaras obtenidos de las curvas de calibración.

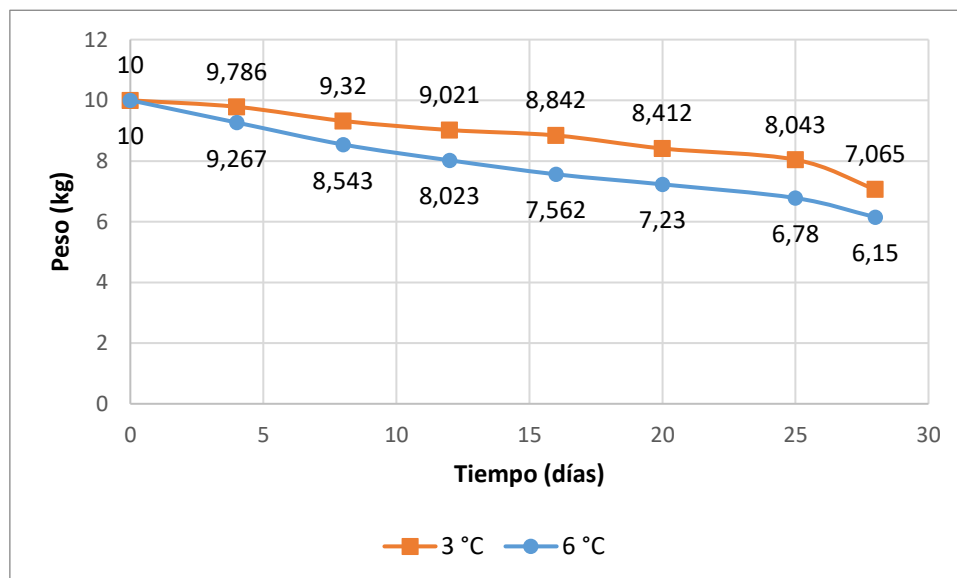
**Tabla 11.** Rendimiento y concentración de polifenoles y flavonoides

	Rendimiento %	Concentración (mg AG/ml)	Concentración (mg QE/ml)
Extracto de cáscara de cacao	53,33	1,80	0,84
Extracto de cáscara de banano	87,78	3,70	6,9

El rendimiento extracción es mayor en la cáscara de banano en comparación a la del cacao por tanto se descarta el empleo de antioxidantes de cáscara de cacao por el uso de antioxidantes de cáscara de banano para el proceso de maduración de la carne de res.

### 4.1.3 Pérdida de peso

En la figura 7 se presenta la pérdida de peso de las muestras cárnicas durante el proceso de maduración. Las muestras sometidas a 3°C perdieron el 30 % de su peso inicial tras 28 días, en cambio las muestras a 6°C perdieron dicho porcentaje tras 25 días de conservación



**Figura 7.** Pérdida de peso cárnico vs tiempo

#### 4.1.4. Análisis fisicoquímico

##### 4.1.4.1 Humedad

En la tabla 12 se evalúa la normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad de los datos en el análisis de humedad.

**Tabla 12.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de humedad.

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	48,87	$1,29 \times 10^{-9}$	No cumple
Homocedasticidad		0,0232	No Cumple

Los resultados que se presentan en la tabla 12 muestran que la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) no cumple una distribución normal ya que su p valor es menor a 0,05. De igual manera, la prueba de homocedasticidad no cumple con una distribución normal con un p valor inferior a 0,05; por tanto, se procede al análisis de Kruskal Wallis para determinar diferencia significativa.

**Tabla 13.** Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para humedad.

Tratamiento	Humedad Media	Rango	P- valor
8	$35,21 \pm 0,17$	A	0,0043
4	$38,94 \pm 0,76$	AB	
5	$40,50 \pm 0,70$	AB	
6	$41,28 \pm 1,63$	ABC	
3	$41,55 \pm 0,89$	BC	
7	$42,09 \pm 1,50$	BC	
1	$43,15 \pm 0,20$	C	
2	$43,21 \pm 0,13$	C	

En la tabla 13 se observan los resultados obtenidos de la prueba de Kruskal Wallis, donde al ser p valor menor a 0,05 se determina que existe diferencia significativa entre

los tratamientos. En estos resultados se denotan los grupos A, B, y C ordenados de forma descendente acorde a su rango; donde el grupo A conforman los tratamientos 8, 4 y 5; El grupo B incluye los tratamientos 3,4,5,6, y 7; y el grupo C los tratamientos 1, 2, 3, 6 y 7.

De acuerdo a la norma INEN 777 todos los tratamientos cumplen con el requisito de humedad, por otro lado, los tratamientos que tuvieron mayor disminución de humedad fueron aquellos que no fueron sometidos a conservación con antioxidantes, esto es debido a la ausencia de la barrera hidrofóbica causada por los compuestos fenólicos (Vera & Manzaba, 2021).

#### 4.1.4.2 Proteína

La tabla 14 presenta los valores de normalidad y homocedasticidad de los valores obtenidos en el análisis de proteína de la carne de res madurada con antioxidantes de la cáscara de banano.

**Tabla 14.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de proteína.

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	8,873	0,000167	No cumple
Homocedasticidad		0,1517	Cumple

Los resultados que se presentan en la tabla 14 muestran que por medio de la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) p valor es menor a 0,05 por tanto los datos no cumplen una distribución normal. Por otro lado, el p valor de homocedasticidad es mayor a 0,05; aun así, si uno de los supuestos es no paramétrico se procede a utilizar la prueba de Kruskal Wallis para determinar diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla 15.** Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para humedad.

Tratamiento	Proteína Media	Rango	P- valor
4	18,30 ± 1,23	A	
1	18,91 ± 0,8	AB	
3	19,11 ± 0,35	ABC	
2	19,83 ± 1,25	ABC	
7	20,69 ± 0,93	ABCD	0,0128
8	20,89 ± 0,33	BCD	
5	21,3 ± 1,04	CD	
6	22,46 ± 1,57	CD	

En la tabla 15 se presentan las medias obtenidas de los tratamientos estudiados con respecto al contenido de proteína, se presenta un p-valor de 0,0128 menor a 0,05 lo que indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos presentados de forma descendente acorde a su rango. El tratamiento 6 presenta una media máxima

en referencia a los demás con un valor de 22,46%, y el valor mínimo de 18,30 % pertenece al tratamiento 4. Según la NTE INEN 1338:96 señala que el valor mínimo de proteína debe ser de 14% lo que señala que todos los tratamientos cumplen con la normativa.

#### 4.1.4.3 Grasa

En la tabla 16 se presentan las pruebas de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad del análisis de grasa obtenidos de los tratamientos de carne madurada.

**Tabla 16.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de grasa.

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	45,87	$1,27 \times 10^{-9}$	No cumple
Homocedasticidad		0,1161	Cumple

La tabla 16 muestra que la normalidad de los datos es no paramétrica ya que el p valor es inferior a 0,05, no obstante, la prueba de homocedasticidad muestra que al ser p valor mayor a 0,05 existe igualdad entre las varianzas sin embargo si no cumplir con la normalidad del primer supuesto se procede a determinar diferencia significativa por la prueba de Kruskal Wallis.

**Tabla 17.** Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para grasa

Tratamiento	Grasa Media	Rango	P- valor
3	$22,23 \pm 2,59$	A	0,0037
1	$20,56 \pm 1,20$	AB	
4	$19,50 \pm 2,26$	ABC	
2	$18,23 \pm 1,01$	ABCD	
5	$14,90 \pm 1,62$	BCDE	
7	$13,52 \pm 1,54$	CDE	
6	$12,74 \pm 0,64$	DE	
8	$12,43 \pm 0,27$	E	

En la tabla 17 se presentan las medias estadísticas del porcentaje de grasa de cada uno de los tratamientos donde el p valor es menor a 0,05 por tanto se determina que existe diferencia significativa entre las medias establecidas. Los tratamientos madurados a bajas temperaturas y con concentraciones de antioxidantes presentaron valores altos en comparación aquellos madurados a altas temperaturas. Según (Carrión, 2017) la presencia de antioxidantes permite la conservación de la parte magra de la carne, a su vez que la oxidación de los lípidos no se vio alterada de forma significativa entre los tratamientos madurados con igual temperatura.

#### 4.1.4.4 Cenizas

La tabla presenta los valores de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad de las medias obtenidas en el análisis de cenizas de las carnes maduradas con extractos antioxidantes de cáscara de banano.

**Tabla 18.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de cenizas

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	7,881	0,000332	No cumple
Homocedasticidad		0,2466	Cumple

La normalidad obtenida del análisis de cenizas de la carne madurada muestra que sus valores no presentan una distribución normal, caso contrario en la homocedasticidad donde p valor es mayor a 0,05 por lo que sus varianzas pueden considerarse normales sin embargo se procede con la prueba de Kruskal Wallis para determinar diferencia significativa entre los tratamientos.

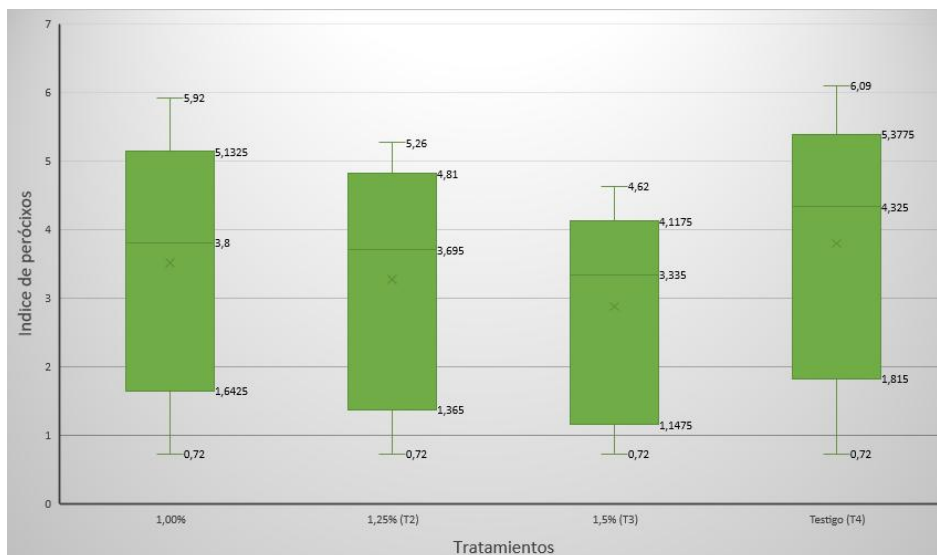
**Tabla 19.** Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para cenizas.

Tratamiento	Cenizas Media	Rango	P- valor
8	4,06 ± 0,91	A	0,0134
5	3,50 ± 0,60	AB	
7	3,08 ± 0,55	ABC	
3	2,71 ± 0,24	BCD	
6	2,69 ± 1,37	BCD	
4	2,47 ± 2,35	BCD	
1	2,30 ± 0,40	CD	
2	1,98 ± 0,29	CD	

El contenido de cenizas de los tratamientos presentados en la tabla de forma descendente indican que existen diferencia significativa entre los mismos Los grupos están formados por A, B,C y D donde el grupo A incluye los tratamientos 5, 7 y 8; el grupo B incluye los tratamientos 3, 4, 5, 6 y 7; el grupo C incluyen los tratamientos 1, 2, 3, 4, 6, y 7; y el grupo D incluye los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 6. De acuerdo a la NTE INEN 1339:96 el porcentaje de cenizas de productos madurados no deben exceder el 7% por lo que se puede afirmar que todos los tratamientos cumplen con la normativa.

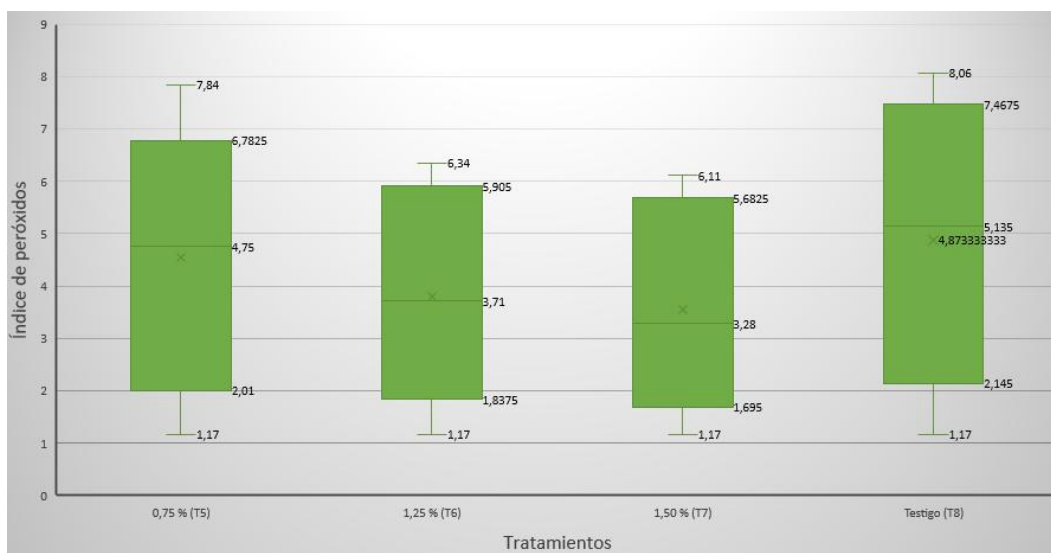
#### 4.1.4.5. Índice de peróxidos

La figura 8 presenta los valores del índice de peróxidos de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 madurados a una temperatura de 3°C hasta disminuir el 30% del peso inicial.



**Figura 8.** Evaluación del índice de peróxidos a 3°C de maduración.

El índice de peróxidos inicial de las muestras fue de 0,72 meq/kg los cuales con el paso del tiempo fueron desarrollando diferentes valores siendo el tratamiento 3 el que tuvo menor variación en el índice de peróxidos con respecto a su oxidación lipídica con un valor de 4,62 meq/kg.



**Figura 9.** Evaluación del índice de peróxidos a 6°C de maduración.

La figura 9 presenta los índices de peróxidos de los tratamientos 5, 6, 7 y 8 luego de su maduración a una temperatura de 6 °C con una duración de 25 días. El menor índice

pertenece al tratamiento 7 con una valoración de 6,11 meq/kg, por otro lado, el tratamiento 8 presenta el índice más alto con un valor de 8,06 meq/kg

La tabla 20 muestra la normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad de los valores obtenidos en el análisis de índice de peróxidos de las carnes maduradas con extracto de cáscara de banana.

**Tabla 20.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de índice de peróxidos

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	0,67	0,6952	Cumple
Homocedasticidad		0,0043	No Cumple

Los valores del índice de peróxidos presentan una normalidad paramétrica, no obstante, la homocedasticidad de la varianza es no paramétrica. Al emplearse la prueba de Kruskal Wallis no presentó diferencia significativa por tanto se opta el análisis por la prueba de Friedman.

**Tabla 21.** Parámetros de índice de peróxidos por prueba de Friedman

Tratamiento	Extremo inferior	Extremo superior	Varianza	Rango	P valor
3	0,72	4,62	3,34	A	0,00743
2	0,72	5,26	3,69	AB	
1	0,72	5,92	3,8	BC	
7	1,17	6,11	3,28	BCD	
4	0,72	6,09	4,33	CDE	
6	1,17	6,34	3,71	EF	
5	1,17	7,84	4,75	G	
8	1,17	8,06	5,14	G	

La tabla 21 muestra los valores de índice de peróxidos presentados en las figuras 6 y 7 donde se puede apreciar que los datos corresponden a valores no paramétricos con distribuciones que comparten relación entre las unidades. Por medio de la prueba de Friedman se determina que con un nivel de confianza del 95% existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento 3 aquel con menor variabilidad entre sus datos. Cabe mencionar que los tratamientos 5 y 8 no son significativamente diferentes en relación a la actividad oxidativa de los extractos en los tratamientos.

#### 4.1.4.6. Análisis de pH

La tabla 22 muestra el análisis para normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad aplicados a los valores obtenidos en el análisis de pH de los diferentes tratamientos durante la maduración.

**Tabla 22.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de pH

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	4,32	0,0754	Cumple
Homocedasticidad		0,201	Cumple

Los datos del análisis de pH presentan p valores mayores a 0,05 por lo que se determina que son paramétricos.

**Tabla 23.** Resultados de la prueba de ANOVA para el análisis de pH

Tratamiento	Tiempo de maduración				Rango	P valor
	Día 1	Día 7	Día 14	Día 28		
1	5,48	5,01	5,47	5,61	A	0,035
2	6,24	5,26	5,92	6,16	B	
3	5,91	5,15	5,24	5,58	A	
4	5,27	6,08	5,90	5,62	A	
5	5,45	5,27	5,49	5,42	E	
6	6,34	5,87	6,32	6,27	D	
7	5,88	5,74	5,36	5,43	E	
8	5,65	5,25	5,93	6,02	C	

En tabla 23 se presenta los valores de los tratamientos durante el proceso de maduración. Antes de la maduración, las muestras presentaron valores entre 5,47 y 6,69 respectivamente, en el día 28 de maduración los tratamientos que presentaron pH entre 5,5 -5,8 fueron los tratamientos 1, 3, 4, y 7. El análisis de pH por ANOVA reveló que con un nivel de confianza del 95% existe diferencia significativa entre los tratamientos, haciendo énfasis en ello se considera que los tratamientos 1, 3 y 4 son aquellos con pH similares e ideales para carne madurada.

#### 4.1.5. Análisis microbiológico

En el análisis microbiológica se tomó en cuenta la carga microbiana de *Coliformes totales*, *E. coli*, *Salmonella*, *Aerobios mesófilos* y *Staphylococcus aureus* de los tratamientos presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 24.** Análisis microbiológico de carnes maduradas

Tratamiento	Resultados (UFC/g)				
	Coliformes totales	Escherichia coli	Salmonella *	Staphylococcus aureus	Aerobios mesófilos
1	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausencia	Ausencia	2,3 x 10 <sup>4</sup>
2	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausencia	Ausencia	1,9 x 10 <sup>4</sup>
3	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausencia	Ausencia	9.9 x 10 <sup>3</sup>
4	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausencia	Ausencia	>1,0 x 10 <sup>4</sup>
5	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausencia	Ausencia	3,0 x 10 <sup>4</sup>
6	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausencia	Ausencia	2,3 x 10 <sup>4</sup>
7	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausencia	Ausencia	1,2 x 10 <sup>4</sup>
8	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Estimado <1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausencia	Ausencia	>1,0 x 10 <sup>4</sup>

**Nota:** El análisis para la determinación de salmonella se realizó a partir de una muestra de 25 g (UFC/25 g)

#### 4.1.6. Análisis sensorial

En la caracterización sensorial, se evaluaron aquellos tratamientos que cumplieron con los requisitos microbiológicos establecidos por la norma NTE INEN 1529-5 madurada de res aplicados las diferentes concentraciones de antioxidantes de los residuos de banano. Para el análisis participaron 60 jueces no entrenados y las medias obtenidas se presentan de formas descendente.

##### 4.1.6.1. Color

La tabla 25 presenta las pruebas de normalidad y homocedasticidad aplicados en los datos obtenidos en el análisis sensorial de los tratamientos de carne madurada para el parámetro de color.

**Tabla 25.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de color.

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	0,8745	0,000167	No cumple
Homocedasticidad		0,1517	Cumple

Los supuestos de normalidad muestran que los valores son no paramétricos, por otro lado, la homocedasticidad de los tratamientos presenta un p valor mayor a 0,05 sin embargo se aplica la prueba de Kruskal Wallis para la identificación de diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla 26.** Prueba Kruskal-Wallis para Color

Tratamiento	Media	Rango	p-valor
T3	3,86	A	
T1	3,72	A	
T2	3,64	A	
T7	3,61	A	0,5676
T5	3,34	A	
T6	3,30	A	

En la tabla 26 se muestran los resultados obtenidos del parámetro color para la carne madurada. Las medias de los tratamientos fueron analizadas por medio de la prueba de Kruskal-Wallis. El p-valor (0,5676) es mayor a 0,05 lo que indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

##### 4.1.6.2. Olor

La tabla 27 presenta la normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad de los datos obtenidos en el análisis sensorial del parámetro de olor de la carne madurada de res con extracto de cáscara de banano.

**Tabla 27.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de olor.

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	0,8821	0,00	No cumple
Homocedasticidad		0,0642	Cumple

El p-valor de normalidad es menor a 0,05 por tanto se considera que los datos son no paramétricos y se procede a realizar la prueba de Kruskal Wallis para determinar diferencia significativa entre los datos.

**Tabla 28.** Prueba Kruskal-Wallis para olor

Tratamiento	Media	Rango	p-valor
T3	4,10	A	
T2	3,84	B	
T7	3,66	B	
T1	3,58	B	0,0010
T6	3,37	B	
T5	3,20	B	

En la tabla 28 se muestran las medias obtenidas con respecto al parámetro de olor de la carne madurada. Al ser p-valor (0,0010) menor a 0,05 se establece que existe diferencia significativa entre las muestras.

#### 4.1.6.3. Sabor

La tabla 29 presenta la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad de los valores obtenidos en la evaluación sensorial del parámetro de sabor en la carne madurada de res.

**Tabla 29.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de Sabor

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	0,831	0,00	No cumple
Homocedasticidad		0,0076	No cumple

Tanto el p-valor de normalidad como homocedasticidad son menores a 0,05 por lo que se define los datos como no paramétricos y se procede a realizar la prueba de Kruskal Wallis para determinar diferencia significativa.

**Tabla 30.** Prueba Kruskal-Wallis para Sabor

Tratamiento	Media	Rango	p-valor
T3	4,10	A	
T2	3,86	B	
T7	3,75	B	
T1	3,62	B	0,047
T6	3,51	B	
T5	2,56	C	

La tabla 30 presenta las medias obtenidas de la carne madurada en el parámetro de sabor, los resultados muestran que al ser p-valor (0,047) menor a 0,05 existe diferencia significativa entre los tratamientos.

#### 4.1.6.4. Textura

En la tabla 31 se presentan las pruebas de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidades aplicadas en los valores de la evaluación sensorial en la carne madurada de res.

**Tabla 31.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de textura.

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	0,7342	0,00	No cumple
Homocedasticidad		0,0013	No cumple

Al ser p-valor menor a 0,05 tanto en normalidad como homocedasticidad se determina que los valores en el parámetro de sabor son no paramétricos por lo que se emplea la prueba de Kruskal Wallis para la determinación de diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla 32 .** Prueba Kruskal-Wallis para Textura

Tratamiento	Media	Rango	p-valor
T2	3,62	A	0,0373
T7	3,61	A	
T3	3,60	A	
T6	3,58	A	
T1	3,50	AB	
T5	2,63	B	

En la tabla 32 se muestran las medias obtenidas del parámetro de textura en los tratamientos de carne madurada. El p-valor (0,0373) es menor a 0,05 por ende se establece que existe diferencia significativa entre los tratamientos siendo el tratamiento 2 aquel con mayor preferencia en el parámetro de sabor.

#### 4.1.6.5. Aceptación global

La tabla 33 presenta la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad aplicados en los valores de la evaluación sensorial de los diferentes tratamientos de carne de res madurada con antioxidantes de banano.

**Tabla 33.** Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y homocedasticidad para el análisis de Aceptación global.

Prueba	Estadístico	P valor	
Normalidad (Shapiro Wilk)	0,7391	0,00	No cumple
Homocedasticidad		0,142	Cumple

El p-valor en la prueba de normalidad es menor a 0,05 por lo que se considera que los valores en el parámetro de aceptación general son no paramétricos por tal razón se procede a determinar diferencia significativa de los tratamientos por medio de la prueba de Kruskal Wallis.

**Tabla 34.** Prueba Kruskal-Wallis para aceptación global

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>	<b>p-valor</b>
T3	3,96	A	0,0078
T2	3,93	A	
T7	3,90	A	
T6	3,70	B	
T1	3,68	B	
T5	3,15	C	

La tabla presenta las medias de forma descendente los tratamientos de carne madurada aplicada con concentraciones de antioxidantes. Al ser p-valor (0,0078) menor a 0,05 se determina que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

## 4.2 DISCUSIÓN

### 4.2.1 Análisis de compuestos fenólicos

En referencia al contenido de polifenoles totales de la cáscara de cacao se obtuvo un valor de 1,80 mg EAG/ml similar al resultado obtenido por (Ordóñez, León, Rivera, & Vargas, 2019) con un valor de  $1,78 \pm 0,13$  g EAG/ 100 g, aunque (Aguirre, 2022) reportó un resultado ampliamente mayor de 38,13 mg EAG/g un valor similar al estudio realizado por (Castillo, Álvarez, & Contreras, 2018) quienes obtuvieron un valor de 21,42 mg AT/ml a partir de la cáscara de un clon de la variedad CCN-51. Estos resultados varían especialmente por los métodos de extracción empleados, la composición y variedad de la muestra y la pureza del extracto.

Por otro lado, el contenido de flavonoides en la mazorca del cacao presentó un valor menor al de polifenoles con una cuantificación de 0,84 mg QE/ml que es igualmente inferior a la cuantificación mencionada por (Aguirre, 2022) de 9,74 mg CE/g. Para el caso de la cáscara de banano, existen diversos estudios los cuales mencionan que tanto el contenido fenólico como capacidad antioxidante están relacionado por el índice de maduración (Domínguez, y otros, 2018) esto debido a que diferentes precursores presentes como los azúcares aumentan con el tiempo de maduración promoviendo la producción de antioxidantes como es el caso de (Pannipa & Suriyan, 2017) donde indicaron que el índice de maduración 7 posee un alto contenido fenólico y capacidad antioxidante. Al emplear un índice de maduración 5 en el estudio, el contenido antioxidante fue casi mínimo, aun así, el rendimiento de extracción fue mayor que la cáscara de cacao.

(Toconás, y otros, 2022) determinaron el contenido fenólico de harina de banano en dos estados de maduración donde comprobaron que el contenido de harina con banano maduro 561 EAG/100 g fue mayor en comparación al de banano verde con un valor de 281 EAG/100 g. De forma similar en el estudio de (Yasmeen, Akhtar, Amrit, Dunshea, & Hafiz, 2021) determinaron el contenido de polifenoles totales y flavonoides donde obtuvieron valores de 1,28 mg EAG/g y 0,03 mg QE/ g respectivamente, cifras similares a las obtenidas de este caso de 3,70 mg EAG/ml para la cuantificación de fenoles y 6,9 mg QE/ml en la concentración de flavonoides.

### 4.2.2 Efecto de oxidación lipídica

La actividad de oxidación en carnes se ve afectada por diversos factores tanto intrínsecos como extrínsecos. En el caso de maduración de la carne, la relación

temperatura-tiempo influye de manera significativa en las reacciones de oxidación, por un lado, la exposición a altas temperaturas acelera la oxidación lipídica durante el almacenamiento y de igual forma con el tiempo tienden a producir un índice de peróxido más alto. Los tratamientos que fueron madurados a bajas temperaturas (3°C) presentaron índices de peróxidos inferiores aquellos que se conservaron a altas temperaturas (6°C), esto ocasionado a las interacciones metabólicas de las materias en el transcurso del tiempo y los factores ambientales que estuvieron sometidas.

A pesar que no existe una norma de calidad específica para la carne madurada; un valor superior de 10 meq/kg puede influir de manera negativa en el aroma y sabor de las muestras. (Khazzar, y otros, 2023) compararon los procesos de conservación en seco y vacío con respecto los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos de la carne de res post-mortem donde obtuvieron índices de peróxidos de 12,6 y 18,4 Ug O<sub>2</sub>/ g respectivamente, a su vez corroboraron que la presencia de oxígeno y luz tienen gran impacto sobre la calidad de los tratamientos como se aprecia en el incremento de peróxidos de aquellos tratamientos conservados por maduración. Otro aspecto que influye en la actividad oxidativa con respecto a la temperatura es el efecto de Maillard tal como se puede apreciar en el estudio de (Carrión, 2017) donde al evaluar la actividad antioxidante del ají escabeche en la producción de chorizo ahumado, obtuvo como resultados un índice de 15,7 meq/kg en el tratamiento con mayor concentración de antioxidantes, en cambio en el tratamiento con menor concentración consiguió un valor de 16,2 meq/Kg.

En el estudio del caso las bajas temperaturas permitieron un equilibrio en la actividad oxidativa llegando a ser casi imperceptible, no obstante, las concentraciones de los extractos contribuyeron de igual manera. En el caso de maduración a 3°C, el tratamiento que presentó menor índice de peróxido fue el tratamiento tres con una concentración de 1,50 % de extracto antioxidante y un valor final de 4,62 meq/kg, La variabilidad de los datos obtenidos en este tratamiento se asemejan al tratamiento dos, caso contrario con el tratamiento dos donde el 50% de los valores obtenidos del tratamiento son significativamente diferentes a la mediana del testigo.

Por otro lado, en el caso de los tratamientos conservados a altas temperaturas, iniciaron con un índice de 1,17 meq/kg que con el proceso de maduración sus valores aumentaron de diferente manera. Los tratamientos 8 y 5 presentaron los valores simétricos más altos dando a entender que la dispersión entre sus datos fue mínima, en cambio, los valores de los tratamientos 6 y 7 presentaron una asimetría negativa

siendo este último el que presentó una menor alteración en su oxidación lipídica con un valor de 6,11 meq/kg.

#### 4.2.3 Parámetros fisicoquímicos

Los porcentajes de proteína obtenidos en los diferentes tratamientos presentaron diferencia significativa entre ellos, a su vez cumplen con el requerimiento de la Norma NTE INEN 1338:96 que menciona que los productos cárnicos madurados deber contener un valor mínimo de 14 %. El tratamiento 6 presentó un valor de 22,46 %  $\pm$  1,57 valor que se compara con el resultado obtenido por (Khazzar, y otros, 2023) en el tratamiento de maduración en seco con un valor de 22,8 %. La diferencia de proteínas en los tratamientos puede deberse a la descomposición de las mismas donde los procesos enzimáticos naturales de la carne desnaturalizan los enlaces proteolíticos produciendo fragmentos más pequeños que atribuyen al mejoramiento de la textura y terneza de la muestra. Por otro lado, al no ser sometidas los tratamientos a las reacciones de Maillard, los componentes peptídicos permanecieron inalterables en su mayoría.

Según (León, Orduz, & Velandia, 2017) el porcentaje de humedad de carnes frescas suelen oscilar entre 70-75 % lo cual con el proceso de maduración en seco tienden a perder cerca del 30 % del peso original, esto debido a la pérdida de agua ligada a las estructuras, en base a ello; los porcentajes de humedad de los tratamientos presentaron diferencia significativa, asimismo, la variable de la temperatura a 6°C permitió acelerar la pérdida de peso de las muestras a comparación de aquellas maduras a 3°C. Cabe mencionar que los recubrimientos de los compuestos antioxidantes se caracterizan por presentar propiedades hidrofóbicas que crean una barrera frente la humedad reduciendo la deshidratación y transpiración de muestras (Vera & Manzaba, 2021) por tal razón los tratamientos 4 y 8 presentaron valores inferiores de 38,98 y 35,21 % respectivamente, esto debido a la ausencia de dicha capa protectora.

En referencia al contenido de grasa, durante el proceso de maduración, los minerales y nutrientes tienden a concentrarse aumentando así las propiedades organolépticas del producto. Aquellos lípidos que se encuentran en la superficie se oxidan con mayor facilidad que aquellos presente en la parte interna, esto debido a los factores ambientales que están en contacto con los mismos. (Khazzar, y otros, 2023) tuvieron un valor mayor en el porcentaje de grasa madurado en seco que el tratamiento

conservado al vacío, comparación similar al determinar el porcentaje de grasa donde la mayoría de tratamientos tuvieron un porcentaje inferior al 20% siendo el tratamiento 3 la excepción por lo que se puede considerar que los cortes fueron magros en su mayoría. (Khazzar, y otros, 2023).

La Norma NTE INEN 1338:96 menciona que el contenido máximo de cenizas debe ser de 5%, haciendo referencia a lo antes mencionado, los resultados obtenidos cumplen con dicho requisito. Cabe mencionar que el contenido de cenizas de carne madurada suele oscilar entre 2 a 2,5% dependiendo del grado de reducción de humedad, sin embargo, la concentración de antioxidantes puede influir en el contenido de cenizas del producto final como en el tratamiento 2 con un valor de 1,98 % donde se aplicó 0,75% del concentrado.

#### 4.2.4 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial tomó en consideración parámetros como olor, color, sabor, textura y aceptabilidad general. En base a ello los tratamientos 3 y 7 tuvieron mayor desempeño en estos atributos.

Los tratamientos conservados a altas temperaturas presentaron valores más bajos, esto debido al olor y textura. Si bien las altas temperaturas permitieron acelerar la pérdida de peso por humedad también influyeron a brindar una sensación áspera y rígida en las muestras; asimismo el olor de la carne madurada combinado con el aroma de las concentraciones produjo un aroma rancio y poco delicado. De modo contrario sucedió con los tratamientos conservados a bajas temperaturas donde presentaron una textura semejante al marmoleado y brindando un aroma frutal ideal a los toques sutiles que se combinan con los aromas fuertes de la carne madura. El pH de los tratamientos mayormente aceptados fue aquellos conservadores a bajas temperaturas excluyendo el tratamiento dos.

#### 4.2.5 Aspectos microbiológicos

Considerando los datos obtenidos de las investigaciones realizadas por (Carrillo & Pilligua, 2019) y (Pilco, y otros, 2018) en las actividades inhibitorias y antimicrobianas de las cáscaras de cacao y banano respectivamente, la presencia tanto de *Salmonella* como *S. aureus* son nulas incluso durante el proceso de maduración. no obstante, existió un porcentaje de contaminación en las muestras cárnicas, esto debido a que dicha contaminación cárnica inicia a partir de la matanza del animal donde microorganismos que se encuentra de manera natural en el tracto intestinal

traspasan dicha barrera volviendo la carne proclive a nuevas contaminaciones (Datta, y otros, 2012).

(Vera & Manzaba, 2021) obtuvieron un mayor efecto inhibitorio en el crecimiento de aerobios mesófilos y *E. coli* en los tratamientos que aplicaron concentraciones de 1,25 – 1,50%, esto causado a la actividad antibacteriana de los compuestos fenólicos los cuales poseen la capacidad de inhibir el crecimiento, reproducción, respiración u otra función vital de los microorganismos; resultados similares a los obtenidos en la investigación donde los tratamientos 3 y 7 presentaron valores aceptables de  $9,9 \times 10^3$  y  $1,2 \times 10^4$  UFC/g en base a la norma INEN 2346 para el recuento de aerobios mesófilos donde se aplicaron concentraciones de 1,50% de extracto.

Por otro lado, (Carrión, 2017) en su investigación determinó que la capacidad antimicrobiana del ají escabeche en el control de aerobios mesófilos era contraproducente conforme aumentaba su concentración, no obstante, todos sus resultados se encontraban por debajo del nivel de aceptación. Este aspecto fue contrario en el estudio del caso donde los tratamientos 4 y 8 que no fueron recubiertos presentaron una cuantificación indeterminada de aerobios mesófilos siendo el tratamiento 3 aquel con un menor índice de mesófilos, cabe mencionar que todos los valores obtenidos a excepción de los controles cumplieron con el nivel de aceptación.

Otro aspecto a tomar en cuenta fue la temperatura de maduración, varios microorganismos psicotróficos y levaduras tienden a proliferar si el ambiente es óptimo a temperaturas mayores de 3 °C. (Riberio, y otros, 2023) obtuvieron valores de mesófilos que oscilaban entre 5,1 y 3,4  $\log_{10}$  UFC/durante los 30 días de maduración

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- El contenido de polifenoles y flavonoides de la cáscara de banano fue significativamente mayor con un rendimiento de 87,78 % en comparación a la del cacao con un valor de 53,33% en su rendimiento, De forma similar la concentración de flavonoides de la cáscara de banano fue mayor con un valor de 6,9 QE/ml en comparación con la cáscara de cacao (0,84 QE/ml), esto debido a que la composición química del banano que contiene un mayor porcentaje de azúcares a causa de su índice de maduración. En el caso de polifenoles totales se presentaron valores similares.
- El tratamiento con mayor efectividad antioxidante fue el tratamiento 3 en el que se utilizó 1,50 % de extracto durante su maduración dando como resultado una menor variación en el índice de peróxidos con un valor final de 4,62 meq/Kg y una mejor inhibición en la actividad microbiológica especialmente en el recuento de aerobios mesófilos ( $9,9 \times 10^3$  UFC/g), teniendo en cuenta que los tratamientos a temperatura de 3 °C presentaron mejor conservación en parámetros de calidad e inocuidad.
- Asimismo, La aplicación de antioxidantes naturales contribuyeron de manera positiva en las propiedades organolépticas de los tratamientos, presentando diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los parámetros de olor, sabor, textura y aceptabilidad general de las mismas. No obstante, si la maduración de las carnes es manejada a altas temperaturas, las propiedades sensoriales pueden verse alteradas de manera negativa ocasionando una textura áspera y aroma poco aceptable.
- En lo que respecta a las propiedades fisicoquímicas, la adición de los extractos no presentó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) a excepción de la humedad y grasa donde, a causa de la barrera hidrofóbica de los extractos antioxidantes, el contenido de humedad generó cierta diferencia no significativa con los tratamientos 4 y 8 con valores superiores de 18,30 % y 20,89% respectivamente,

así como el porcentaje de contenido graso en el tratamiento 3 que presentó menor variabilidad en el análisis de índice de peróxidos.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Evaluar el empleo de disolventes en la extracción de antioxidantes naturales, así como el efecto en el manejo de temperatura y tiempo de extracción.
- Realizar investigaciones comparativas entre conservantes sintéticos y antioxidantes naturales en la elaboración de alimentos cárnicos que impliquen procesos de maduración.
- Realizar pruebas de vida útil en carne madurada para deducir la efectividad de los antioxidantes naturales a largo plazo.
- Analizar la estabilidad de los compuestos fenólicos con respecto a su degradación de la carne durante el proceso de maduración.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (junio de 2020). *El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económico*. Obtenido de Estudios de la Gestión: revista internacional de administración, No. 7 [pdf]: <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3>
- Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. (13 de Mayo de 2021). *Evaluación del riesgo asociado al contenido de cumarina de ciertas plantas que forman parte de complementos alimenticios*. Obtenido de Gencat. : <https://acsa.gencat.cat/es/detall/noticia/Evaluacion-del-riesgo-asociado-al-contenido-de-cumarina-de-ciertas-plantas-que-forman-parte-de-complementos-alimenticios>
- Aguirre, J. (2022). *Determinación del contenido de antioxidantes y actividad antioxidante de mazorca de cacao (Theobroma cacao L.), Variedades clon CCN-51 y complejo nacional trinitario*. Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo : <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7a73d865-56d1-4852-9e0b-d195788bbf61/content>
- Amanta, B., & Teneda, W. (6 de Junio de 2022). *Evaluación de las pérdidas y desperdicios en los eslabones de la cadena productiva del cacao en las provincias de Tungurahua y Chimborazo-Ecuador*. . Obtenido de Universidad, Ciencia y Tecnología, Vol.26, Núm. 116, (pp. 7-17): <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34540>
- Amaral, A., Silva, M., & Lannes, S. (Diciembre de 2018). *Oxidación lipídica en carne: mecanismos y factores afectivos – una revisión*. Obtenido de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (Campinas) 38(29): <http://dx.doi.org/10.1590/fst.32518>
- Andújar, G., & Pérez, D. (Febrero de 2008). *Cambios de coloración de los productos cárnicos*. Obtenido de Mundo lácteo y cárnico [pdf]: <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/bitstream/123456789/2260/5/M000415.pdf>
- Andújar, G., & Pérez, D. (Febrero de 2008). *Cambios de coloración de productos cárnicos*. Obtenido de Mundo lácteo y cárnico [pdf]: <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/bitstream/123456789/2260/5/M000415.pdf>
- Aparicio, I. (2017). *Aditivos alimentarios*. Madrid: Dextra .
- Araneda, M. (29 de Mayo de 2024). *Carnes y Derivados. Composición y Propiedades*. Obtenido de Edualimentaria. Educación Alimentaria Nutricional: <https://www.edualimentaria.com/carnes-cecinas-composicion-propiedades>

- Armenteros, M., Ventanas, S., Morcuende, D., Estévez, M., & Ventanas, J. (Junio de 2012). *Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos*. Obtenido de Universidad de Extremadura -Eurocarne- N° 207: [https://eurocarne.com/daal/a1/boletin\\_imagenes/a2/20705.pdf](https://eurocarne.com/daal/a1/boletin_imagenes/a2/20705.pdf)
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). *Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección*. . Obtenido de Atenea (Concepción), (494), 161-172. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-04622006000200010>
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Pearson Educación. 4 Edición.
- Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México : Pearson Educación.
- Baidal, C. (2021). *Efecto del tiempo de maduración de carne de res (Bos taurus x indicus) en las características sensoriales y vida útil aplicando salazón seca*. Obtenido de Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Agrarioa del Ecuador :<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BAIDAL%20FREIRE%20CHRISTOPHER%20DAVID.pdf>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (0 de Agosto de 2022). *El problema de la oxidación lipídica en carnes* . Obtenido de Departamento de Estudios, Extensión y Publicaciones. Serie Minutas N° 45-22: [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33523/1/N\\_45\\_22\\_Oxidacion\\_lipidica.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33523/1/N_45_22_Oxidacion_lipidica.pdf)
- Cacho, A., & Beltrán, J. (2017). *Extracción de compuestos fenólicos a partir de semillas de borraja mediante fluidos supercríticos y evaluación de su efecto en la conservación de la carne de cordero*. Obtenido de Área de Tecnología de Alimentos. Universidad de Zaragoza: <https://zaguan.unizar.es/record/63610>
- Cárdenas, N., Cevallos, C., Salaxar, J., Romero, E., Gallegos, P., & Cáceres, M. (31 de Julio de 2018). *Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico*. Obtenido de Revista Científica. Dominio de las Ciencias. Vol. 4, núm. 3, julio, 2018, pp. 253-263: <https://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.4.3.julio.253-263>
- Carnicería San Cayo. (16 de Febrero de 2020). *Veteado de la carne: resolvemos dudas*. Obtenido de <https://www.sancayo.es/veteado-de-la-carne/#:~:text=Cuando%20la%20carne%20veteada%20se,potenciando%20los%20sabores%20y%20aromas>.
- Carrilo, J., & Pilligua, C. (2019). *Evaluación del efecto inhibitorio de fracciones de compuestos fenólicos de la cáscara de Theobroma Cacao de la variedad CCN51, en Salmonella y E. coli* . Obtenido de Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí: <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1948/1/ULEAM-AGROIN-0037.pdf>
- Carrión, P. (2017). *Análisis del efecto antioxidante de diferentes concentraciones de ají escabeche (Capsicum Baccatum L.) sobre chorizo ahumado* . Obtenido

de Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Cuenca:  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28612>

Carvajal, L., Ospina, N., Martínez, O., Ramírez, L., Restrepo, C., Adarve, S., & Restrepo, S. (29 de Julio de 2008). *Evaluación de textura a cinco cortes de res conservados por esterilización en envase de hojalata*. Obtenido de Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Univerisdad de Antioquia. Vol 15 número II. [pdf]: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v15n2/v15n2a05.pdf>

Castillo, E., Alvarez, C., & Contreras, Y. (1 de Septiembre de 2018). *Caracterización fisicoquímica de la cáscara del fruto de un clon de cacao (theobroma cacao l.) Cosechados en Caucagua estado Miranda.Venezuela*. Obtenido de Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela: : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376160247008>

Castro, R., Caetano, L., Ferreira, G., Padilha, P., Saeki, M., Zara, L., . . . Castro, G. (16 de Febrero de 2011). *Banana Peel Applied to the Solid Phase Extraction of Copper and Lead from River Water: Preconcentration of Metal Ions with a Fruit Waste*. Obtenido de American Chemical Society: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie101499e>

Cedeño, G. (13 de Abril de 2017). *Banano, plátano y otras musáceas*. Obtenido de INIAP: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/>

Ceva Salud Animal. (25 de Agosto de 2022). *Partes de la vaca: estos son los mejores cortes*. Obtenido de <https://ruminants.ceva.pro/es/partes-de-la-vaca>

Chetan, J., Kumara, K., Sekhar, S., & Prakash, H. (2012). . *Antioxidant, antibacterial and DNA protecting activity of selected medicinally important Asteraceae*.

Chevez, H., Tuarez, D., Erazo, C., Revilla, K., Aldas, J., & Guapi, G. (7 de Mayo de 2024). *Evaluación físico-química del banano maqueño (Mussa acuminata) en dos zonas de cultivo en Ecuador*. Obtenido de Acta Agron. vol.72 no.2 Palmira: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122023000200125&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122023000200125&script=sci_arttext)

Codex Alimentarius. (2022). *Norma para el banano (Plátano) CXS 205-1997*. Obtenido de Normas Internacionales de los alimentos. [pdf]: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B205-1997%252FCXS\\_205s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B205-1997%252FCXS_205s.pdf)

Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). *Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana*. Obtenido de Revista chilena de nutrición, 42(2), 206-212.: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>

Damián, S., Carreras, R., Ibarra, A., Martínez, G., Linares, J., & Angel, A. (21 de Junio de 2022). *Influencia del bienestar animal durante el manejo pre-sacrificio en la calidad de la carne*. Obtenido de Jóvenes en la Ciencia, 14, 1\_13. : <https://doi.org/10.15174/jc.2022.3474>

- Datta, S., Akter, A., Shah, I., Fatema, K., Islam, T., Bandyopadhyay, A., . . . Biswas, D. (2012). Microbiological quality Assessment of raw meat and meat products,. Obtenido de Agriculture, Food and: [https://www.researchgate.net/publication/233920154\\_Microbiological\\_Quality\\_Assessment\\_of\\_Raw\\_Meat\\_and\\_Meat\\_Products\\_and\\_Antibiotic\\_Susceptibility\\_of\\_Isolated\\_Staphylococcus\\_aureus](https://www.researchgate.net/publication/233920154_Microbiological_Quality_Assessment_of_Raw_Meat_and_Meat_Products_and_Antibiotic_Susceptibility_of_Isolated_Staphylococcus_aureus)
- Domínguez, C., Avila, J., Pareek, S., Ochoa, M., Zavala, J., Yahia, E., & Conzález, G. (2018).. *Content of bioactive compounds and their contribution to antioxidant capacity during ripening of pineapple (Ananas comosus L.)*. Obtenido de Journal of Applied Botany and Food Quality, 91. : <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2018.091.009>
- EDU. LAT. (14 de Mayo de 2020). *Fenoles o compuestos fenólicos: propiedades, tipos, aplicaciones*. Obtenido de <https://definicion.edu.lat/academia/68FC676AEA282E46E6182BEC6964B7D2.html>
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Plaza de la Revolución, Cuba: Editorial Universitaria.
- Ever, L. (10 de Octubre de 2023). *La ciencia detrás de la maduración de la carne*. Obtenido de Comecarne.org: <https://canadabeef.mx/la-ciencia-detras-de-la-maduracion-de-la-carne/>
- Fatemeh, S., Saifullah, R., Abbas, F., & Azhar, M. (2012). *Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness* . Obtenido de International Food Res Journal : [http://www.ifrj.upm.edu.my/19%20\(03\)%202012/\(35\)%20IFRJ%2019%20\(03\)%202012%20Azhar.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/19%20(03)%202012/(35)%20IFRJ%2019%20(03)%202012%20Azhar.pdf)
- Feiner, G. (2018). *Manual de productos cárnicos. Ciencia práctica y tecnología* . España: ACRIBIA, S.A.
- Fuentes, J. (28 de Diciembre de 2021). *Clasificación de la carne* . Obtenido de BM Editores: <https://bmeditores.mx/ganaderia/clasificacion-de-la-carne/#introducci%C3%B3n>
- García, J. (Noviembre de 2020). *Maduración de carne vacuna: beneficios, prácticas y retos en la industria cárnica*. Obtenido de Escuela Agrícola Panamericana. [pdf]: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c7cf7511-9571-467c-b218-04f8da385fd3/content>
- García, M., Sierra, V., & García, P. (s.f.). *Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad organoléptica de la carne de vacuno* . Obtenido de Tecnología Agroalimentaria - N.º 12: [https://www.academia.edu/88576010/Efecto\\_del\\_tiempo\\_de\\_maduraci%C3%B3n\\_sobre\\_la\\_calidad\\_organol%C3%A9ptica\\_de\\_la\\_carne\\_de\\_vacuno](https://www.academia.edu/88576010/Efecto_del_tiempo_de_maduraci%C3%B3n_sobre_la_calidad_organol%C3%A9ptica_de_la_carne_de_vacuno)
- García, R., Machado, L., & Minuche, J. (2017). *Plan de gestión ambiental de desechos sólidos en la empresa productora de banano, Herederos Coronel,*

- del cantón Machala, Ecuador . Obtenido de Revista Universidad y Sociedad, 9(1), 100-105. : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202017000100014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100014)
- Gavilán, M., & Muniesa, J. (s.f.). *Categorías de la carne de vacuno*. Obtenido de Gastronomía&Cía: <https://www.gastronomiaycia.com/categorias-de-la-carne-de-vacuno/>
- Gonzáles, P. (16 de Septiembre de 2024). *Exportaciones de cacao subieron 176% en valor, hasta julio de 2024*. Obtenido de Primicias. El periodismo comprometido : <https://www.primicias.ec/economia/exportaciones-cacao-precios-balanza-comercial-78916/#>
- González, L., Moreno, T., Bispo, E., Latorre, A., Mendez, J., Llena, J., & Franco, D. (2018). *Métodos de maduración de carne de vacuno y aplicación en gastronomía*. Obtenido de Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas [pdf]: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10426>
- Guija, E., Inocente, M. Á., Ponce, J., & Zarzosa, E. (2015). *Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante*. Obtenido de Horizonte Médico (Lima), 15(1), 57-60.: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-558X2015000100008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2015000100008&lng=es&tlng=es).
- Huachambala, J. (2022). *Estudio bibliográfico de las potenciales aplicaciones de la cáscara de babano (Musa paradisiaca) en la industria alimentaria y no alimentaria*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo : <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19121/1/27T00646.pdf>
- INEN, N. (2006). *Carne y productos cárnicos, deficiones*. NTE INEN, 1.
- Intarcon. (25 de Marzo de 2020). *Cold rooms for the preservation and maturation of meat*. Obtenido de <https://www.intarcon.com/en/cold-room-preservation-and-maturation-meat/>
- Ivanova, V., Stefova, M., & Chinnici, F. (2010). *Determination of the polyphenol contents in Macedonian grapes and wines by standardized spectrophotometric methods*. Obtenido de Journal of the Serbian Chemical Society, 75(1), 45-59: . <https://eprints.ugd.edu.mk/314/>
- Khazzar, S., Segato, S., Riuzzi, G., Serva, L., Garbin, E., Gerardi, G., . . . Catellani, P. (2023). *Influence of Ageing Time and Method on Beef Quality and Safety* . Obtenido de Foods: <https://doi.org/10.3390/foods12173250>
- León, M., Orduz, A., & Velandia, M. (2017). *Composición físico-química de la carne de oveja, pollo, res y cerdo* . Obtenido de Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria 15 (2): [http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/ALIMEN/article/](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/)
- López, I. (2009). *Efecto del tiempo de maduración y edad cronológica sobre características organolépticas de carne de res de Puerto Rico* . Obtenido de Ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad de Puerto Rico. [pdf] :

[http://nutriciondebovinos.com.ar/MD\\_upload/nutriciondebovinos\\_com\\_ar/Archivos/MADURACIÓN\\_DE\\_LA\\_CARNE\\_%28TESIS\\_MAESTRIA%29.pdf](http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/MADURACIÓN_DE_LA_CARNE_%28TESIS_MAESTRIA%29.pdf)

- López, T. (Abril de 2002). *Flavonoides*. Obtenido de *Fitoterapia. ámbito farmacéutico*. Vol 21 Núm 4: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-flavonoides-13028951#:~:text=Flavonoides%20es%20el%20nombre%20genérico,la%20ruta%20de%20los%20policétidos>).
- Maceda, A., Soto, M., Peña, C., Trejo, C., & Terrazas, T. (4 de Abril de 2022). *Lignina: composición, síntesis y evolución*. Obtenido de *Madera y bosques*, 27(2), e2722137.: <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2722137>
- Madrid, V. (2014). *La carne y los productos cárnicos*. Madrid (España): AMV Ediciones.
- Mandal, P., & Biswas, A. (2020). *Chapter 18 - Modern concept and detection of spoilage in meat and meat products*. Obtenido de *Meat Quality Analysis*. ScienceDirect: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819233-7.00018-5>
- Maya, J. (2010). *Manejo y procesamiento de carnes*. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD : [https://www.academia.edu/11314301/MANEJO\\_Y\\_PROCESAMIENTO\\_DE\\_CARNESES](https://www.academia.edu/11314301/MANEJO_Y_PROCESAMIENTO_DE_CARNESES)
- Melédez, A. (noviembre de 2017). *Carotenoides en agroalimentación y salud*. Obtenido de Editorial Terracota S.A: [https://www.academia.edu/98148639/Carotenoides\\_en\\_agroalimentación\\_y\\_salud](https://www.academia.edu/98148639/Carotenoides_en_agroalimentación_y_salud)
- Microbiological safety of aged meat, EFSA. (7 de Febrero de 2023). *Carne madurada, ¿Cómo producirla de forma segura?* Obtenido de *Higieneambiental.com*: <https://higieneambiental.com/carne-madurada-riesgo-microbiologico>
- Millán, L., & Ciro, H. (29 de Marzo de 2012). *Caracterización mecánica y físico-química del banano tipo exportación ( Cavendish valery)*. Obtenido de Corporación Universitaria Lasallista: <https://repository.unilasallista.edu.co/items/d33ac6e0-5a28-4e03-a7f4-b7b3ae259659>
- Morón, O., Gonzáles, F., & Vázquez, A. (2004). *Contenido de colágeno y sus fracciones en tres músculos de toretes comerciales*. Obtenido de *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIV, N° 3, 270-273.*: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-423452>
- Muñoz, A., Alvarado, C., Blanco, Teresa, Castañeda, B., Ruiz, J., & Alvarado, Á. (2014). *Determinación de compuestos fenólicos, flavonoides totales y capacidad antioxidante en mieles peruana de diferentes fuentes florales*. Obtenido de *Rev Soc Quím Perú*. 80 (4) : <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v80n4/a08v80n4.pdf>
- Ordóñez, E., León, A., Rivera, H., & Vargas, E. (Junio de 2019). *Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (Theobroma cacao L.), tuna (Opuntia ficus indica Mill), uva (Vitis Vinífera) y*

- uvilla (Pourouma cecropiifolia)*. Obtenido de Scientia Agropecuaria vol.10 no.2 [DOI]: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.02>
- Pajaro, C., & Salazar, A. (2015). (*Calidad microbiológica de la carne bovina en plantas de beneficio*). Obtenido de @ limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. 13(1), 72-80.: [https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/1648](https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/1648)
- Palanca. (25 de Mayo de 2017). *La maduración de la carne*. Obtenido de <https://www.palancacarnissers.com/la-maduracion-de-la-carne/>
- Pannipa, Y., & Suriyan, S. (2017). *Physicochemical quality and antioxidant changes in 'Leb Mue Nang' banana fruit during ripening*. Obtenido de <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anres.2015.12.004>
- Peñarrieta, M., Alvarado, A., Akesson, B., & Bergenståhl, B. (s.f.). *Total antioxidant capacity and content of flavonoids and other phenolic compounds in canihua (Chenopodium pallidicaule): an Andean pseudocereal*. Obtenido de Mol Nutr Food Res. 2008 Jun;52(6):708-17. DOI: 10.1002/mnfr.200700189.
- Peñarrieta, M., Tejada, L., Mollinedo, P., Vila, J., & Bravo, J. (31 de Diciembre de 2014). *Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos*. Obtenido de Revista Boliviana de Química, vol. 31, núm. 2, julio-diciembre, 2014, pp. 68-81: <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>
- Pilco, G., Borja, D., Andrade, P., Irazabal, J., Vargas, P., Guil, J., . . . Ramos, L. (Junio de 2018). *Caracterización bromatológica y evaluación de la actividad antimicrobiana en cáscara de banano Ecuatoriano (Musa paradisiaca)*. Obtenido de <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.297>
- Piqueras, Á. (9 de Abril de 2019). *Lignanos: aliados contra las enfermedades cardiovasculares y el cáncer*. Obtenido de [https://as.com/deporteyvida/2019/04/09/portada/1554806867\\_680709.html](https://as.com/deporteyvida/2019/04/09/portada/1554806867_680709.html)
- PlusVet Animal Health. (22 de Diciembre de 2022). *Relación entre la oxidación proteica y la calidad de la carne*. Obtenido de <https://plus.vet/2022/12/22/relacion-entre-la-oxidacion-proteica-y-la-calidad-de-la-carne/#:~:text=Temura,resultado%20una%20carne%20m%C3%A1s%20dura.>
- Price, J., & Schweigert. (2016). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Acribia S.A.
- Quevedo, E., Prado, E., Valarezo, C., & Renteria, J. (Febrero de 2024). *Análisis de los Beneficios Económicos y Ambientales: Producción de Banano Orgánico*. Obtenido de Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(1), 6696-6709.: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.10031](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10031)
- Ramírez, J. (2012). *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor*. Obtenido de Universidad del Valle: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4\\_TNm-](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4_TNm-)

72U7MC&oi=fnd&pg=PA85&dq=tipos+de+pruebas+en+análisis+sensorial+&ots=ld3NYMIHyq&sig=L1Tzq5o\_DdLBrGvK01klaX07xc#v=onepage&q=tipos%20de%20pruebas%20en%20análisis%20sensorial&f=true

Redacción Interempresas. (20 de Febrero de 2018). *Criterios para definir la calidad de la carne*. Obtenido de Cárnica: <https://www.interempresas.net/Industria-Carnica/Articulos/207193-Criterios-para-definir-la-calidad-de-la-carne.html>

Revista de Cadena Cárnica, edición 39 . (19 de Abril de 2019). *Características intrínsecas y extrínsecas de la carne*. Obtenido de Contexto ganadero: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/caracteristicas-intrinsecas-y-extrinsecas-de-la-carne>

Riberio, A., Oliveira, I., Soarez, K., Silca, F., Teixeira, J. P., & Saraiva, C. (2023). *Perfil microbiano, fisicoquímico y percepción sensorial de la calidad de la carne vacuna añejada en seco: una contribución preliminar portuguesa a la validación del proceso de añejamiento en seco*. Obtenido de Foods: <https://doi.org/10.3390/foods12244514>

Riverón, B. (10 de Abril de 2023). *Los flavonoides mitigan el efecto de compuestos negativos producto de la cocción de las carnes*. Obtenido de Redacción ANV: <https://actualfruveg.com/2023/04/11/flavonoides-mitigan-efecto-carnes/>

Sabatini, R. (6 de Enero de 2025). *Innovación: la cáscara de cacao reduce residuos*. Obtenido de Bioguía: [https://www.bioguia.com/ambiente/innovacion-para-reducir-residuos-aprovechamiento-cascara-cacao-utilizacion-reduce\\_136359419.html](https://www.bioguia.com/ambiente/innovacion-para-reducir-residuos-aprovechamiento-cascara-cacao-utilizacion-reduce_136359419.html)

Sacayco, M., Modesto, Y., & Cotrina, N. (18 de Agosto de 2018). *Lípidos*. Obtenido de Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias- Universidad Nacional Agraria de la Selva- [pdf].

Salazar, J., Guerrero, J., & Espejo, Y. (2021). *Actividad antioxidante de *Aspidosperma excelsum* Benth, *Dracontium lorentense* Krausey *Pothemorphe peltata*(L) Miq.* Obtenido de Revista Agrotecnológica Amazónica, 1(2), 27-39 [DOI]: <https://doi.org/10.51252/raa.v1i2.190>

Sanchez, F., & Garcés, F. (2012). *Moniliophthora roreri (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. Queveso, Los Rios, Ecuador*. Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Scotti, E., Velásquez, I., Ojeda, L., & Pacheco, F. y.-M. (30 de 12 de 2020). *Characterization and incorporation of an extract of passion fruit seeds (*Passiflora edulis*) in a hydrogel*. Obtenido de Revista Ingeniería UC.27(3):273-281. [pdf]: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8357771?show=full>

Singleton, V., Orthofer, R., & Lamuela, R. (1999). *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent*. Obtenido de Methods in Enzymology Volume 299, Pages 152-178: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

- Teitelbaum, D., & Cap, M. (Enero de 2024). *Manual para Laboratorios de Plantas Frigoríficas Bovinas 1° ed.* Obtenido de Consorcio de Exportadores de Carnes Argentinas. [pdf]: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/17536>
- Toconás, N., Villalva, F., Sajama, J., Olivares, A., Ramón, A., Alcocer, J., . . . Armada, M. (22 de Diciembre de 2022). *Harina de banana: producción, caracterización fisicoquímica, tecnológica y funcional.* Obtenido de Revista Española de Nutrición Humana y dietética: <https://www.renhyd.org/renhyd/article/view/1732>
- Valenzuela, C., & Pérez, P. (2016). *Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos.* Obtenido de Revista chilena de nutrición, 43(2), 188-195.: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000200012>
- Vargas, Y., & Pérez, L. (2018). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente.* Obtenido de Facultad de Ciencias Básicas, 14(1), 59-72 [DOI]: <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Velázquez, J. (s.f.). *Problemas de salud ocasionados por los aditivos, preservativos, colorantes y sabores artificiales, hormonas y antibióticos en la alimentación industrial del mundo moderno.* Obtenido de Universidad Interamericana de Puerto Rico: [https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/6/6710/Problemas\\_de\\_salud\\_ocasionados\\_por\\_los\\_aditivos.pdf](https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/6/6710/Problemas_de_salud_ocasionados_por_los_aditivos.pdf)
- Vera, A., & Manzaba, M. (2021). *Efecto de los compuestos fenólicos de melón amargo silvestre (Momordica charantia) en un recubrimiento para la conservación de filetes de cerdo .* Obtenido de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López [pdf]: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1583/1/TTMAI25D.pdf>
- Vieria, S., Zhang, G., & Decker, E. (13 de Febrero de 2017). *Biological Implications of Lipid Oxidation Products.* Obtenido de Journal of the American Oil Chemists' Society Volume 94, Issue 3 p. 339-35: <https://doi.org/10.1007/s11746-017-2958-2>
- Xi, H., & Dong, A. (7 de Junio de 2019). *Oxidación lipídica y sus implicaciones para la calidad de la carne y la salud humana.* Obtenido de Springer. Food Sci Biotechnol.: 10.1007/s10068-019-00631-7
- Yasmeen, B., Akhtar, A., Amrit, B., Dunshea, F., & Hafiz, S. (Octubre de 2021). *Screening and Characterization of Phenolic Compounds from Australian Grown Bananas and Their Antioxidant Capacity.* Obtenido de Department of Food Science and Nutrition, Faculty of Human Sciences and Design: <https://doi.org/10.3390/antiox10101521>
- Zimerman, M. (2017). *Capítulo 11 ph de la carne y factores que lo afectan. 12.*

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de sustentación de Predefensa del TIC



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**



**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

**ACTA**

**DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

<b>ESTUDIANTE:</b>	TUSCAN NARVAEZ EDWIN FRANCISCO	<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401935812
<b>PERIODO ACADÉMICO:</b>	2025A	<b>DOCENTE TUTOR:</b>	MSC. WILMAN JENNY YAMBAY VALLEJO
<b>PRESIDENTE TRIBUNAL:</b>	MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO	<b>DOCENTE:</b>	PHD. LEON REVELLO GUALBERTO GERARDO
<b>TEMA DEL TIC:</b>	Efecto de la oxidación lipídica de la carne molidurada de res con la aplicación de polifenoles totales y flavonoides extraídos de la cáscara de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) y Isoavone ( <i>Musa paradisiaca</i> )		


  

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7.33	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7.00	
3	METODOLOGÍA	7.00	
4	RESULTADOS	7.00	
5	DISCUSIÓN	6.00	Utiliza un lenguaje técnico acorde a los resultados obtenidos y citas
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6.00	Ser más específico en las conclusiones y reestructuración de las recomendaciones
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	6.33	Mejorar el vocabulario y defensa
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8.00	

Obteniendo una nota de: **7,07** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 1.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **martes, 8 de julio de 2025**

  
**MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO**  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**

  
**MSC. WILMAN JENNY YAMBAY VALLEJO**  
**DOCENTE TUTOR**

  
**PHD. LEON REVELLO GUALBERTO GERARDO**  
**DOCENTE**

**Anexo 2.** Certificado de abstract por parte de idiomas.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER**

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Tulcán Narváez Edwin Francisco.				
<b>DATE:</b> Jueves, 4 de septiembre de 2025.				
<b>Topic:</b> "Efecto de la oxidación lipídica de carne madurada de res con la aplicación de polifenoles totales y flavonoids, extraídos de cáscara de cacao (Theobroma cacao) y banana (Musa paradisiaca) "				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	<b>TOTAL 9</b>		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico  
o Investigación.**

**Autor:** Tulcán Narváez Edwin Francisco.

**Fecha de recepción del abstract:** Martes, 2 de septiembre de 2025.

**Fecha de entrega del informe:** Jueves, 4 de septiembre de 2025.

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros  
Docente responsable del  
CIDEN

## 7.1 Extracción de antioxidantes



**Figura 10.** Secado de las cáscaras de banana y cacao



**Figura 11.** Extracción de antioxidantes por Soxhlet



**Figura 12.** Cuantificación de polifenoles y flavonoides

## 7.2 Maduración de carne



**Figura 13.** Aplicación de concentraciones en las muestras cárnicas



**Figura 14.** Maduración en seco de carne (Día 0)



**Figura 15.** Maduración en seco de carne (Día 29)



**Figura 16.** Preparación de muestras para análisis sensorial

### 7.3 Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensorial



**Figura 17.** Control de muestras durante la maduración en seco



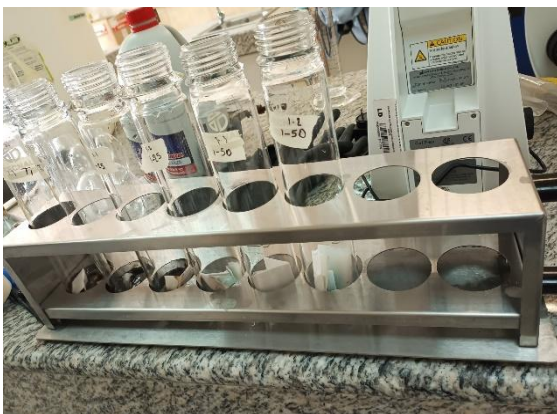
**Figura 18.** Medición de pH



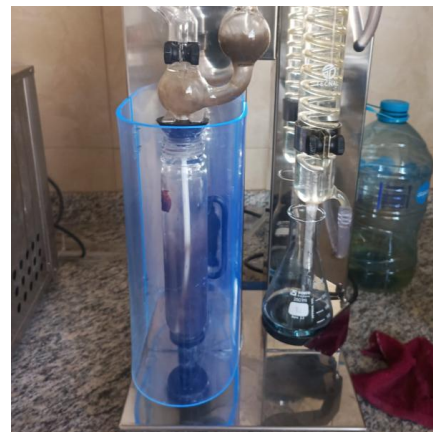
**Figura 19.** Determinación de grasa por Soxhlet



**Figura 20.** Determinación de humedad



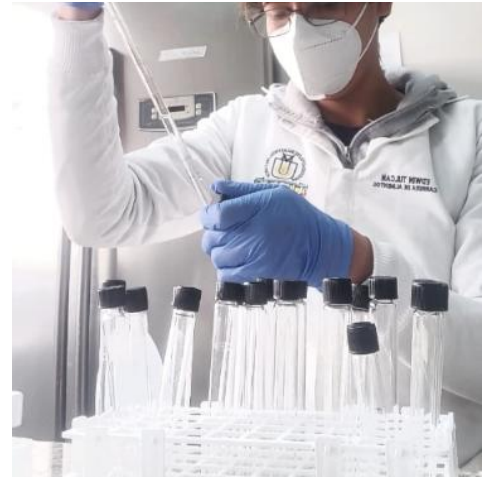
**Figura 21.** Digestión de muestras



**Figura 22.** Destilación de las muestras



**Figura 23.** Análisis de cenizas



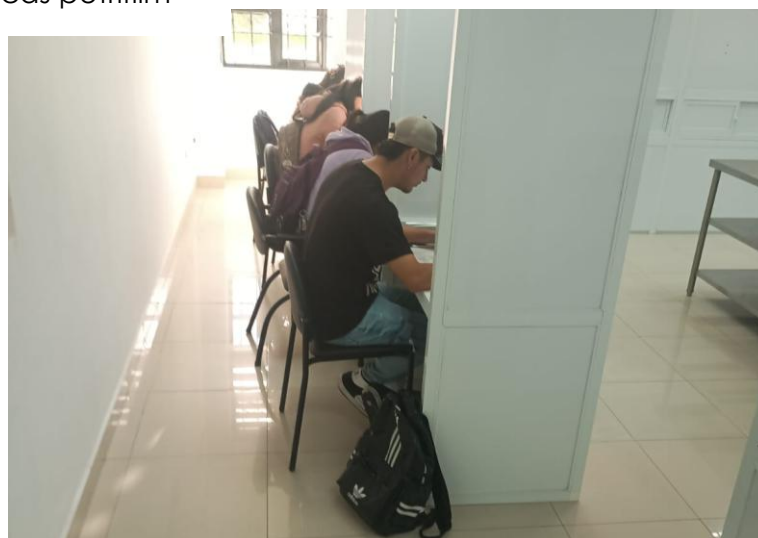
**Figura 24.** Análisis microbiológico



**Figura 25.** Análisis de *E. coli* y Coliformes por placas petrifilm

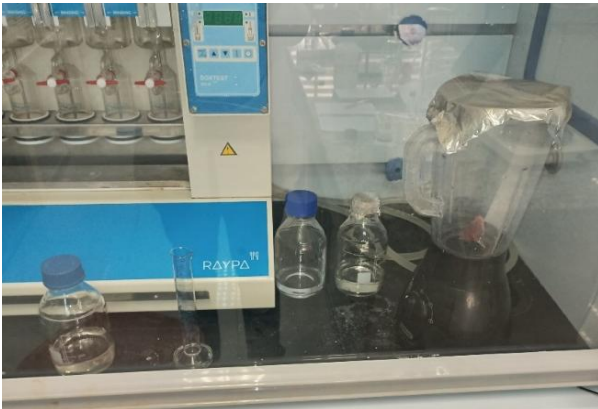


**Figura 26.** Análisis de aerobios mesófilos



**Figura 27.** Evaluación sensorial de las muestras

## 7.4 Determinación índice de peróxidos



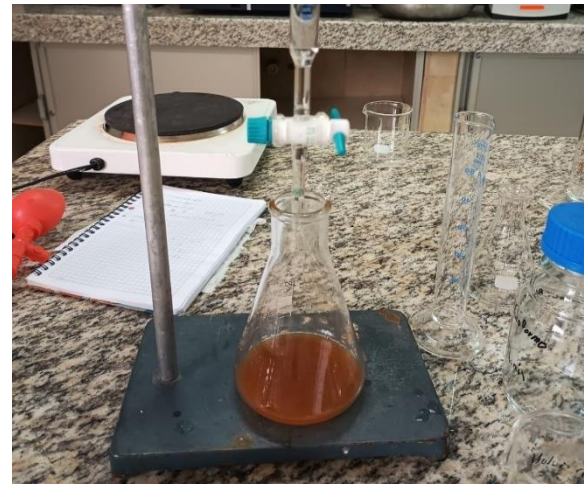
**Figura 28.** Preparación de diluciones para índice de peróxidos.



**Figura 29.** Extracción de parte grasa de las muestras para determinación de peróxidos.



**Figura 30.** Estandarización solución Tiosulfato de sodio 0,1 N



**Figura 31.** Titulación del índice de peróxidos de las muestras.

### Anexo 3. Ficha de evaluación sensorial



**UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE ALIMENTOS**  
**FICHA DE EVALUACION SENSORIAL**



Producto: Carne madurada conservada con antioxidantes naturales de cacao y banano

Género:

Edad:

Fecha: |

**Objetivo:**

Determinar el grado de aceptación en los atributos, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad global de 4 muestras de carne madurada con diferente concentración de antioxidantes

**Instrucciones:**

- Frente a usted se presenta cuatro (4) muestras de carne, **Deguste** cada una de ellas de izquierda a derecha e indique su nivel de agrado marcando con una X de acuerdo al puntaje de la escala indicada abajo, en el código correspondiente a cada una de las muestras. **RECUERDE** consumir la galleta y el enjuague su boca con agua entre cada degustación.

Puntaje	Categoría	353				
		Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación Global
1	Me disgusta mucho					
2	Me disgusta moderadamente					
3	No me gusta ni me disgusta					
4	Me gusta moderadamente					
5	Me gusta mucho					

Puntaje	Categoría	677				
		Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación Global
1	Me disgusta mucho					
2	Me disgusta moderadamente					
3	No me gusta ni me disgusta					
4	Me gusta moderadamente					
5	Me gusta mucho					

Puntaje	Categoría	432				
		Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación Global
1	Me disgusta mucho					
2	Me disgusta moderadamente					
3	No me gusta ni me disgusta					
4	Me gusta moderadamente					
5	Me gusta mucho					

Puntaje	Categoría	901				
		Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación Global
1	Me disgusta mucho					
2	Me disgusta moderadamente					
3	No me gusta ni me disgusta					
4	Me gusta moderadamente					
5	Me gusta mucho					

- Observaciones: