



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN  
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER  
EN AGROINDUSTRIA**

**MODALIDAD:**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TEMA:**

**EFECTO DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS DE MELÓN  
AMARGO SILVESTRE (*Momordica charantia*) EN UN  
RECUBRIMIENTO PARA LA CONSERVACIÓN DE FILETES DE  
CERDO**

**AUTORAS:**

**ING. ANDREA PATRICIA VERA SALTOS  
ING. MARÍA ROSA MANZABA INTRIAGO**

**TUTOR:**

**MG. FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS**

**COTUTOR:**

**PH.D. ALEX ALBERTO DUEÑAS RIVADENEIRA**

**CALCETA, NOVIEMBRE DEL 2021**

## DERECHOS DE AUTORÍA

MARÍA ROSA MANZABA INTRIAGO y ANDREA PATRICIA VERA SALTOS declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



---

**MARÍA ROSA MANZABA INTRIAGO**



---

**ANDREA PATRICIA VERA SALTOS**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**Mg. FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS**, certifica haber tutelado el trabajo de titulación Efecto de los compuestos fenólicos de melón amargo silvestre (*Momordica charantia*) en un recubrimiento para la conservación de filetes de cerdo, que ha sido desarrollada por **MARÍA ROSA MANZABA INTRIAGO** y **ANDREA PATRICIA VERA SALTOS**, previo a la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**Mg. FRANCISCO M. DEMERA LUCAS**

## APROBACIÓN DE TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación Efecto de los compuestos fenólicos de melón amargo silvestre (*Momordica charantia*) en un recubrimiento para la conservación de filetes de cerdo, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **MARÍA ROSA MANZABA INTRIAGO Y ANDREA PATRICIA VERA SALTOS**, previa la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ph.D. David Moreira Vera  
**MIEMBRO**

---

Mg. Nelson Mendoza Ganchozo  
**MIEMBRO**

---

Ph.D. Ely Fernando Sacón Vera  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por protegernos durante todo nuestro camino y darnos fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda la vida;

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día;

A nuestros Padres, quienes siempre nos han apoyado incondicionalmente y acompañado durante todo este arduo camino, enseñándonos a no rendirnos hasta alcanzar nuestros sueños;

A nuestros esposos que han estado acompañándonos y dándonos ánimos para continuar y no desmayar;

A nuestros hermanos por compartir con nosotros alegrías y fracasos;

A nuestro Tutor el Ingeniero Francisco Demera, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma;

A los docentes por compartir sus conocimientos con nosotros;

A todas aquellas personas que nos han apoyado incondicionalmente

**LAS AUTORAS**

## DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por haberme dado la vida y quién en todo momento estuvo presente llenándome de sabiduría, fortaleza de superación para salir adelante, además sin él, todo sueño es imposible de cumplir.

Sin lugar a dudas dedico este arduo trabajo a los primeros dos amores de mi vida, mis queridos padres; Vicente Manzaba y Francisca Intriago por su apoyo constante, por haber cultivado en mí principios éticos y morales para mi formación personal, social e intelectual y sin quienes no hubiera sido posible llegar a culminar una de mis más grandes metas. Asimismo, mis hermanos Bryan y Joel, por compartir conmigo momentos de alegría y de tristezas.

Y al último de mis amores, pero no menos importante, a mi esposo Lenin Zambrano Velásquez por ser mi centro de calma, por apoyarme siempre, por su amor incondicional, respeto y tolerancia hacia mí, por enseñarme que la respuesta no es correr, sino enfrentarse a los hechos y darle cara a ello, por enseñarme que lo más hermoso están en los pequeños detalles que demuestran amor y por darme el mejor de los regalos en mi vida.

A mi amiga y compañera de tesis Andrea Vera que, con perseverancia en los momentos difíciles, fue posible llevar a cabo este trabajo, además de brindarme su amistad incondicional, por los consejos y apoyo siempre. He sido afortunada por tener en mi vida a estas personas tan importantes que me han marcado y han hecho de mí una excelente persona.

**MARÍA R. MANZABA INTRIAGO**

## DEDICATORIA

A Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres Andrés Vera y Martha Saltos por su apoyo, comprensión, amor y por darme todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos,

A mi esposo Vinicio Bravo por su apoyo incondicional en este arduo caminar, quien ha sido mi soporte, compañero de alegrías y tristezas; quien ayuda a balancear mi mundo, quien no ha dejado rendirme y me da ánimo en todo momento, mis hermanos Ariel y Miguel quienes son mi compañía fiel y mis ganas de luchar cada día. A mi familia por sus consejos.

A mi compañera de tesis Ma. Rosa Manzaba a quien admiro por su gran inteligencia y empeño. A mis compañeros quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos;

A mis amigos incondicionales, el Padre Antonio Mendoza, Ramón, Francisco, Angélica y Karla quienes nunca me han dejado sola;

Y a todas aquellas personas que durante este tiempo estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que esta meta se haga realidad.

**ANDREA P. VERA SALTOS**

## CONTENIDO GENERAL

### CONTENIDO DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS

DERECHOS DE AUTORÍA .....	II
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	III
APROBACIÓN DE TRIBUNAL .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
DEDICATORIA .....	VII
CONTENIDO GENERAL .....	VIII
CONTENIDO DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS .....	VIII
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS .....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.4. HIPÓTESIS .....	5
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.1. CARNE DE CERDO .....	6
2.2. MELÓN AMARGO ( <i>M. CHARANTIA</i> ) .....	7
2.2.1. USOS Y APLICACIONES DEL MELÓN AMARGO .....	8
2.2.2. COMPUESTOS FENÓLICOS .....	8
2.2.3. RECUBRIMIENTOS DE ALIMENTOS .....	11
2.2.4. DOSIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN RECUBRIMIENTO .....	11
2.3. CONSERVACIÓN DE LA CARNE DE CERDO .....	12
2.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA CARNE DE CERDO .....	13
2.3.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS PARA LA CARNE DE CERDO .....	16
2.3.3. CARACTERÍSTICA BROMATOLÓGICA DE LA CARNE DE CERDO .....	18
2.3.4. VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CERDO .....	19
2.3.5. ANÁLISIS SENSORIAL .....	20
2.4. MATERIALES UTILIZADOS EN EL ESTUDIO .....	21
2.4.1. HOJAS DE MELÓN AMARGO .....	21
2.4.2. RECUBRIMIENTO CON ALMIDÓN DE YUCA .....	22
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	24
3.1. UBICACIÓN .....	24
3.2. DURACIÓN .....	24
3.3. TRATAMIENTOS .....	24
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	25
3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL .....	25
3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	26
3.6.1. EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE LAS HOJAS DEL MELÓN AMARGO .....	26

3.6.2. ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO CON ALMIDÓN DE YUCA.....	27
3.7. VARIABLES EVALUADAS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	30
3.7.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL FILETE DE CERDO.....	30
3.7.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL FILETE DE CERDO .....	30
3.7.3. ANÁLISIS SENSORIAL .....	31
3.7.4. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL.....	31
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	32
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS PRESENTES EN HOJAS DE <i>M. CHARANTIA</i> SILVESTRE .....	34
4.1.1. COMPUESTOS FENÓLICOS .....	34
4.1.2. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE .....	36
4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS CON SU RESPECTIVA DOSIS 36	
4.2.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS FILETES DE CERDO CON EL RECUBRIMIENTO .....	37
4.2.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	42
4.3. EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS FILETES DE CERDO.....	46
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
5.1. CONCLUSIONES .....	48
5.2. RECOMENDACIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA .....	50
ANEXOS .....	61

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de fenoles y capacidad atrapadora del radical DPPH de hojas, semillas y frutos de <i>Momordica charantia</i> .....	9
tabla 2. Requisitos microbiológicos para la carne y sus menudencias comestibles .....	18
tabla 3. Tratamientos.....	25
tabla 4. Esquema de ADEVA .....	25
tabla 5. Cuantificación de compuestos fenólicos en hojas de melón amargo .....	34
tabla 6. Datos de la determinación de la actividad antioxidante en extracto de hojas de <i>M. charantia</i> .....	36
tabla 7. Humedad de los filetes de cerdo durante el ensayo .....	37
tabla 8. Tukey para días (bloque) por humedad de los filetes de cerdo .....	38
tabla 9. Análisis sensorial para color y textura de los filetes de cerdo.....	41
tabla 10. Tabla de clasificación para aerobios mesófilos de los filetes de cerdo .....	42
tabla 11. Crecimiento de aerobios mesófilos de los filetes de cerdo .....	43
tabla 12. Probabilidad de muestras contaminadas de aerobios mesófilos .....	44
tabla 13. Datos reportados para los tratamientos 4 y 5 para las variables en estudio de los filetes de cerdo .....	45
tabla 14. Días de vida útil de los filetes de cerdo .....	47

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la extracción de compuestos fenólicos de las hojas de melón amargo y elaboración del recubrimiento con almidón de yuca.....	29
--	----

## CONTENIDO DE ANEXOS

ANEXO 1. Sacrificio del porcino en el camal del Cantón Bolívar .....	62
ANEXO 2. Obtención de la carne de cerdo .....	62
ANEXO 3. Filetes de cerdo con peso de 200g .....	62
ANEXO 4. Hojas de Melón amargo en los laboratorios de bromatología .....	63
ANEXO 5. Extracción de compuesto fenólicos del melón amargo .....	63
ANEXO 6. Los filetes de carne de cerdo después de la inmersión en el recubrimiento.....	63
ANEXO 7. Codificación de variables dependiente aerobios mesófilos <i>E. coli</i> y <i>Salmonella</i> .....	64
ANEXO 8. Análisis sensorial a catadores no entrenados.....	64
ANEXO 9. Ficha sensorial prueba afectiva con escalas hedónicas.....	64
ANEXO 10. Certificado de resultados realizados en los laboratorios de investigación en la ULEAM Manta .....	65
ANEXO 11. Certificado de resultados fisicoquímicos.....	66
ANEXO 12. Análisis de normalidad para las variables de estudio .....	67
ANEXO 13. ADEVA para la variable de humedad .....	67
ANEXO 14. Prueba no paramétrica para los tratamientos .....	67
ANEXO 15. Prueba no paramétrica para los Días (bloques) .....	67
ANEXO 16. Distribución de los pH en los días de estudio .....	68
ANEXO 17. Distribución de la acidez en los días de estudio .....	68
ANEXO 18. Distribución de la pérdida de peso en los días de estudio .....	68
ANEXO 19. Distribución de los tratamientos en función del color .....	68
ANEXO 20. Distribución de los tratamientos en función de la textura .....	69
ANEXO 21. Resultados de análisis microbiológicos .....	69
ANEXO 22. Significancia del reparto para aerobios mesófilos y <i>E. coli</i> .....	76
ANEXO 23. Modelo de regresión logística binaria para aerobios mesófilos y <i>E. coli</i> .....	76
ANEXO 24. Resumen del modelo para aerobios mesófilos y <i>E. coli</i> .....	76
ANEXO 25. Datos en base de log para los tratamientos 4 y 5 para las variables en estudio .....	76
ANEXO 26. Constante y Orden de reacción para la ecuación de Labuza para Aerobios Mesófilos	76
ANEXO 27. Constante y Orden de reacción para la ecuación de Labuza para <i>E. coli</i> .....	77
ANEXO 28. Distribución de los datos en base de log para el tratamiento 4 de Aerobios Mesófilos	77
ANEXO 29. Distribución de los datos en base de log para el tratamiento 5 de Aerobios Mesófilos	77
ANEXO 30. Distribución de los datos en base de log para el tratamiento 4 de <i>E. coli</i> .....	78
ANEXO 31. Distribución de los datos en base de log para los tratamientos 5 de <i>E. coli</i> .....	78
ANEXO 32. Prueba T-student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para aerobios mesófilos .....	79

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, el objetivo para este estudio fue determinar el efecto de los compuestos fenólicos de las hojas de melón amargo silvestre (*M. charantia*) en un recubrimiento para la conservación de las características fisicoquímicas y microbiológicas en filetes de cerdo. Se evaluó el contenido fenólico de los extractos en hojas de melón amargo silvestre, la extracción se realizó mediante el método de maceración con baño ultrasonido utilizando alcohol potable al 96%, la cuantificación del contenido total de fenoles fue realizada de acuerdo con el método de Folin-Ciocalteu obteniendo un valor de 268,09 mgGAE/mL. Las dosis de compuestos fenólicos empleadas para los filetes de cerdo fueron 0,5; 0,75; 1,00; 1,25 y 1,50%, evaluándose las características fisicoquímicas, microbiológicas y vida útil en los días 0, 7, 14 y 21 considerándose los días la variable de bloqueo para ello se utilizó un DBCA. Los resultados de esta investigación muestran que las variables fisicoquímicas estuvieron dentro de los valores de las normas establecidas, mientras que en los análisis microbiológicos los T4 y T5 tuvieron efectos positivos en los filetes de cerdo inhibiendo el crecimiento de las variables aerobios mesófilos y *E. coli*, siendo estos los mejores tratamientos. Con respecto a la vida útil de los filetes de cerdo se demostró que tienen pocos días de utilidad (dos días para aerobios mesófilos y un día para *E. coli*).

**Palabras clave:** Melón amargo, compuestos fenólicos, filetes de cerdo, recubrimiento.

## ABSTRACT

This research was developed at the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, the objective for this study was to determine the effect of phenolic compounds from the leaves of wild bitter melon (*M. charantia*) in a coating for the conservation of the physicochemical and microbiological characteristics in pork fillets. The phenolic content of the extracts in wild bitter melon leaves was evaluated, the extraction was carried out by the maceration method with an ultrasound bath using 96% drinking alcohol, the quantification of the total phenol content was carried out according to the Folin method. -Ciocalteu obtaining a value of 268.09 mgGAE / mL. The doses of phenolic compounds used for the pork fillets were 0.5; 0.75; 1.00; 1.25 and 1.50%, evaluating the physicochemical and microbiological characteristics and useful life on days 0, 7, 14 and 21, considering the days the blocking variable for this, a DBCA was used. The results of this research show that the physicochemical variables were within the values of the established norms, while in the microbiological analyzes T4 and T5 had positive effects on pork fillets, inhibiting the growth of the aerobic mesophilic variables and *E. coli*., these being the best treatments. Regarding the shelf life of pork fillets, it was shown that they have a few useful days (two days for mesophilic aerobes and one day for *E. coli*).

**Key words:** Bitter melon, phenolic compounds, pork fillets, coating.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dave y Ghaly (2011) mencionan que “una de las principales causas de deterioro de las carnes es la oxidación lipídica, que afecta la vida útil detectándose por cambios fisicoquímicos, valor nutritivo y formación de posibles compuestos tóxicos”; Villarino (2014) alude que el crecimiento microbiano es un factor importante que incide en la velocidad de alteración, como consecuencia de ello se presentan cambios sensoriales indeseables en el olor, sabor y la apariencia, esto hace que sean rechazadas por el consumidor ocasionando pérdidas.

Ante el panorama, en la industria de los alimentos persiste la necesidad de buscar alternativas de conservación, debido a que se ha asociado el consumo de conservadores químicos sintéticos, por ello se busca la combinación de dos o más factores que interaccionen aditiva o sinérgicamente controlando a las propiedades fisicoquímicas iniciales y población microbiana (Rodríguez, 2011). Valenzuela y Pérez (2016) manifiestan que “una de estas alternativas son los extractos obtenidos desde fuentes vegetales debido a que cumplen una serie de funciones entre ellas agentes antimicrobianos”

Apeleo (2016) señala que, “los antioxidantes son percibidos por los consumidores como seguros y saludables, por lo que en los últimos años está aumentando su uso”. En estos, existe un grupo de compuestos fenólicos que pueden ser utilizados para prevenir la oxidación de los alimentos. Un vegetal que según Jing y Teik (2008) posee en la mayoría de su composición compuestos fenólicos es el melón amargo (*Mormordica charantia*), en muchas investigaciones informan que tienen potentes actividades antioxidantes y de eliminación de radicales libres.

En la última década, las investigaciones sobre los compuestos fenólicos como antioxidantes naturales y su papel en la estabilidad oxidativa de la carne han aumentado considerablemente, debido a que la carne es un alimento altamente perecedero por su composición química, características biológicas y gran contenido de agua, que la convierten en un excelente sustrato para una gran variedad de

microorganismos incluyendo alterantes y patógenos como bacterias, mohos y levaduras que son causantes de enfermedades, en especial en la carne de cerdo (Berasain et al., 2015).

La falta de tecnologías y procesos tecnológicos en la conservación de las carnes ha permitido desarrollar investigaciones donde utilizan compuestos fenólicos para minimizar el deterioro y alargar la vida útil (Sepúlveda et al., 2016). Es evidente que se deben buscar alternativas para la conservación de la calidad de carnes, como la aplicación de recubrimientos naturales que permitan extender el tiempo de vida útil y mejorar la estabilidad y calidad durante el almacenamiento.

En Manabí, el melón amargo es considerado una maleza, por ello se desconoce los compuestos fenólicos presentes en este, es importante introducir en el campo alimenticio este fruto como base de conservación de la carne en un recubrimiento, así como lo señalan Fernández et al. (2015) que el recubrimiento ha tomado impulso en la industria de alimentos debido a que proviene de polímeros biodegradables, no tóxicos y que ayudan a incrementar la calidad de los alimentos durante su conservación y a su vez con la utilización de almidón, presentan una interesante alternativa debido a su fácil procesamiento, bajo costo, abundancia, y fácil manipulación, lo que ayudaría a las necesidades de alcanzar una agricultura sostenible.

Por lo antes expuesto se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuánto influyen las dosis de los compuestos fenólicos del melón amargo silvestre en un recubrimiento para la conservación de filetes de cerdo?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Rivas et al. (2016) dan a conocer que las hojas del melón amargo contienen una amplia variedad de compuestos con actividad antioxidante, como compuestos fenólicos (flavonoides y ácidos fenólicos), compuestos nitrogenados (alcaloides, derivados de la clorofila, aminoácidos y aminos), carotenoides. Los compuestos fenólicos son los principales compuestos antioxidantes de las hojas del melón

amargo (Shu-Jin, y Lean-Teik, 2018). Otros estudios han demostrado que los compuestos fenólicos predominantes de las hojas del melón amargo son el ácido gálico, seguido del ácido cafeico y la catequina (Lim, 2015).

Pero pese a las características sobresalientes de las hojas de esta planta, no se le ha dado la importancia que merece dentro de la industria alimentaria, por tanto, uno de los objetivos de la industria es obtener alternativas de procesamiento que permitan captar el beneficio de la planta y que compitan en iguales o mejores condiciones organolépticas que aquellos productos ya existentes en el mercado (Conforme, 2019).

Por lo antes mencionado nace la idea de la utilización de los compuestos fenólicos de las hojas del melón amargo en un recubrimiento, con la utilización de almidón de yuca siendo éste un carbohidrato que se utiliza para recubrir diversas frutas y vegetales, debido a que no produce cambios sobre su sabor.

Actualmente existe un gran interés por la utilización del almidón de yuca para formular recubrimientos debido a la abundancia del producto, bajos costos de producción, su poder gelificante y su biodegradabilidad, de esta manera se incluyen los procesos tecnológicos lo que permite apuntar el desarrollo de la agroindustria con aprovechamiento del melón amargo silvestre (García et al., 2018).

En otros países esta planta tiene gran importancia en el campo medicinal y han probado los métodos de extracción para sus compuestos, pero el melón amargo ha sido cultivado, lo que significa una inversión para su producción. En cambio, en Ecuador-Manabí se encuentra como maleza, donde el único uso que se ha dado es en infusión de forma empírica, utilizado por los ancestros para reducir los niveles de azúcar en la sangre (Lara, 218). Entonces esto se convierte en una oportunidad de darle un uso innovador para la industria alimentaria aprovechando las propiedades que el melón amargo posee y de esta manera darle valor agregado, así logrando el empoderamiento de esta planta en los campos creando interés por parte de los agricultores al conservarla.

La carne (principalmente la cruda) además de ser altamente susceptible a deterioro, también puede constituir un vehículo para la propagación de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), pese a que es una matriz rica en nutrientes proporciona un entorno adecuado para la proliferación de diversos microorganismos, deteriorantes y patógenos, como los que se han asociado a brotes por el consumo de carne, *Salmonella*, *E. coli*, productores de toxina, *Listeria*, *Campylobacter* y aerobios mesófilos (Varela et al., 2016).

En este contexto, debido a que la carne de cerdo es un alimento altamente perecedero por su composición química y características biológicas, en los últimos años han surgido diversas alternativas a los métodos tradicionales de conservación para incrementar la vida útil, manipulando tecnologías emergentes que se basa en la utilización de conservadores naturales con actividad antimicrobiana, empleando recubrimientos que se aplican sobre el alimento para conserva sus características principales (Guzmán et al., 2018).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto de los compuestos fenólicos de las hojas de melón amargo silvestre (*M. charantia*) en un recubrimiento para la conservación de las características fisicoquímicas y microbiológicas en filetes de cerdo.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el contenido fenólico de los extractos en hojas de melón amargo silvestre en función del método de extracción
- Establecer la dosis de los compuestos fenólicos de melón amargo silvestre que conserven las características fisicoquímicas y microbiológicas del filete de cerdo.
- Evaluar la vida útil del filete de carne de cerdo para la comprobación de la eficiencia de los recubrimientos.

## **1.4. HIPÓTESIS**

Al menos una de las dosis de los compuestos fenólicos del melón amargo silvestre en un recubrimiento con almidón de yuca influye en la conservación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de filetes de cerdo.

## **CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. CARNE DE CERDO**

Para León et al. (2017) desde el ámbito nutricional la carne es una fuente potencial de proteínas, grasas y minerales en la dieta de las personas; puesto que, de todos los alimentos que provienen de animales y plantas, la carne es el componente de mayor valoración que se consigue en los mercados (Ruiz, 2015). Desde otra perspectiva, el Código Alimentario Español (CAE, 2016) define a la carne como toda porción que se pueda comer de la parte muscular del animal, encontrándose en estado sano, sacrificado y siguiendo un riguroso control sanitario.

Por su lado, Auqui (2014) señala que la carne de cerdo por el tipo de aminoácidos y los ácidos grasos esenciales que posee, es rica en vitaminas de complejo B; siendo esta la que contiene entre 5 y 10 veces más tiamina que otras carnes. En este sentido, Palomo (2017) menciona que el consumo de 1 kg de carne de cerdo fresca proporciona un aporte de 2.000 kcal de energía al organismo, además de elevados contenidos de proteína, hierro, zinc, tiamina, niacina, riboflavina y vitamina B12. Asimismo, la carne de cerdo es muy versátil; es decir, que se puede consumir en una gran variedad de productos tanto frescos como curados, lo que sin duda enriquece su disponibilidad para el consumo humano, y las diferentes economías familiares (Pascual, 2015).

González et al. (2015) manifiestan que el crecimiento microbiano, es la principal causa del deterioro de la carne almacenada a temperaturas de refrigeración o ya sea está a temperatura ambiente; el tipo y el número de microorganismos, son factores importantes que inciden en la velocidad de alteración. Como consecuencia de ello, se presentan cambios sensoriales indeseables en el olor y la apariencia, que son determinantes en la aceptación y vida útil. La oxidación lipídica, es otra variable que puede afectar la vida útil de la carne, detectándose por cambios de sabor, color, textura, valor nutritivo y formación de posibles compuestos tóxicos.

De acuerdo a Verhelst (2015) las manipulaciones en los mataderos son la principal fuente de contaminación bacteriana en carnes, ya que la matanza del animal es realizada de forma incorrecta a lo largo del proceso del faenamiento, lo que hace que las superficies de las canales se contaminen. Desde su punto de vista, Rivera (2019) manifiesta que, la mayoría de los alimentos que son consumidos por las personas, han sido manipulados o transformados antes de llegar a la mesa, lo que exige un sistema adecuado de conservación. Respecto a la carne de cerdo, considera que es uno de los alimentos más perecederos, por lo que las medidas de conservación deben de aplicarse justo después del sacrificio del animal.

Por su lado Schmidt et al. (1984) asume que, los modos de alteración son múltiples y pueden ser físicos, químicos o microbiológicos; no obstante, las carnes curadas y procesadas son más estables que las carnes frescas respecto al deterioro microbiano, ya que aditivos tales como la sal o los nitritos, la reducción de la actividad de agua, o una combinación de estos, tienden a inhibir su desarrollo.

## **2.2. MELÓN AMARGO (*M. charantia*)**

*M. charantia*, también conocida como calabaza amarga, melón amargo en inglés o karela en hindi, es de la familia de las cucurbitáceas, es una planta trepadora procedente de la india y crece en áreas tropicales de Asia, Amazonas, este de África y el Caribe (Virdi et al., 2013). El melón amargo tiene muchos nombres comunes, lo que refleja su uso generalizado en numerosas culturas. La fruta tiene un sabor amargo (como su nombre claramente transmite) y, en su mayor parte, se dice que su palatabilidad es gusto adquirido. En el sur de China, el melón se come comúnmente como cualquier vegetal (Tao et al., 2020).

El melón amargo es una planta trepadora perenne que suele crecer hasta 5 m, y ostenta fruto alargado con un rango de 9 a 60 cm de largo y un exterior de aspecto verrugoso (Tan et al., 2015). El término *Momordica* significa "morder", refiriéndose a los bordes dentados de la hoja, que parecen mordidos, todas las partes de la planta, incluida la fruta, tienen un sabor amargo. La fruta es oblonga y se asemeja

a un pepino pequeño, la fruta joven es verde esmeralda que se vuelve amarillo anaranjado cuando madura (Grover y Yadav, 2004).

### **2.2.1. USOS Y APLICACIONES DEL MELÓN AMARGO**

El melón amargo es inusual porque se consume ampliamente como alimento, pero también tiene un largo historial de uso para afecciones como la diabetes e infecciones, así como para la regulación del ciclo menstrual, el tratamiento de la infertilidad y la inducción de abortos (Abascal y Yarnell, 2015).

**Hojas:** Tradicionalmente, las hojas silvestres de melón amargo se trituran para obtener el jugo para aplicar sobre la piel para tratar picaduras de insectos, abeja picaduras, quemaduras, erupciones por contacto y heridas. Decocción de su hoja se bebe como preventivo o tratamiento de dolor de estómago, dolor de muelas, enfermedades del hígado, diabetes, hipertensión y cáncer (Shu-Jin y Lean-Teik, 2018).

**Frutos:** La fruta sin semillas tiene uso como alimento ingerido con cierta frecuencia, y extractos acuosos de melón amargo parecen tener un efecto hipoglucémico significativo. Además, existen algunos indicios (aunque muy débiles) de que los extractos de melón amargo pueden proteger a los pacientes contra algunas de las complicaciones de la diabetes (Tan et al., 2015).

### **2.2.2. COMPUESTOS FENÓLICOS**

Los compuestos fenólicos son metabolitos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas y actúan como agentes protectores frente a patógenos, siendo secretados como mecanismo de defensa a condiciones de estrés, por lo que las plantas presentan un gran número de componentes fenólicos (flavonoles, chalconas, flavonas, flavanonas, isoflavonas, taninos, estilbenos, curcuminoides, ácidos fenólicos, coumarinas, lignanos, etc) (Muñoz et al., 2007).

En la actualidad, la información científica reportada sobre productos químicos y las propiedades biológicas del melón amargo salvaje siguen siendo limitadas (Aragundi y Coronel, 2015). Sin embargo, existen estudios de la composición de melón amargo de cultivo, según Shu-Jin y Lean-Teik (2018) señalan que las hojas del melón amargo contienen una amplia variedad de compuestos con actividad antioxidante, como compuestos fenólicos (flavonoides y ácidos fenólicos), compuestos nitrogenados (alcaloides, derivados de la clorofila, aminoácidos y aminas), carotenoides. Los compuestos fenólicos son los principales compuestos antioxidantes de las hojas del melón amargo.

En una investigación realizada por Semeniuk et al. (2018) donde determinaron El contenido de fenoles totales de *M. charantia* en extractos etanólicos de hojas, frutos y semillas obtenidos por maceración en frío (de la ciudad de Sáenz Peña (Chaco) y evaluaron su actividad antioxidante, de las partes antes mencionadas, los resultados mostraron que la mayor capacidad antioxidante y el mayor contenido de fenoles totales se encontraron en las hojas de la planta (Tabla 1.). Expresan que la *M. charantia* puede considerarse un recurso de interés por su aporte nutricional y potencial antioxidante.

**Tabla 1.**

*Contenido de Fenoles y Capacidad Atrapadora del Radical DPPH de Hojas, Semillas y Frutos de Momordica Charantia.*

Muestras	Contenido Fenoles (mgGAE/mL ext. Seco)	Contenido Flavonoides (mg EQ/g ext. Seco)	Actividad antioxidante IC50 (µM fenoles/g)
Hojas	247,43 ± 23,09	0,711 ± 0,048	6,275 ± 0,044
Semillas	147,72 ± 30,37	0,051 ± 0,0054	3,679 ± 0,516
Frutos	33,23 ± 2,79	0,016 ± 0,0004	0,731 ± 0,117

Nota: mg GAE: expresados como miligramo de equivalentes de ácido gálico, mg EQ: miligramos equivalentes, µM: micromol. Fuente: (Semeniuk et al., 2018).

El melón amargo contiene compuestos tales como momorcharins, momordenol, momordicilin, momordicins, momordicinin, momordin, momordolol, charantin, charine, criptoxantina, cucurbitinas, cucurbitacinas, cucurbitanos, cicloartenoles, diosgenina, ácidos elaeostearícos, eritrodiol, ácidos galacturónicos, ácido gentísico, goyaglucoídos y goyasaponinas (Tan et al., 2015). Otros estudios han demostrado que los compuestos fenólicos predominantes de las hojas del melón amargo son el ácido gálico, seguido del ácido cafeico y la catequina (Lim, 2015).

## ● PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Los polifenoles tradicionalmente han sido considerados como antinutrientes por los nutricionistas de animales. Sin embargo, actualmente hay un interés creciente debido a su capacidad antioxidante, tanto como captadores de radicales libres como quelantes de metales. Estas propiedades antioxidantes son el motivo de sus posibles implicaciones en la salud humana, como son la prevención del cáncer, de las enfermedades cardiovasculares o incluso de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. También existen sustancias con actividad estrogénica (fitoestrógenos) como las isoflavonas, los lignanos y el estilbeno resveratrol, y otras con propiedades antimicrobianas (Quiñonez et al., 2012).

## ● TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS

La extracción de los compuestos fenólicos de las hojas del melón amargo se realizó mediante la técnica de maceración y para ello las hojas fueron secadas en estufa convencional a temperatura de  $37 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ . El material vegetal seco fue sometido a un proceso de extracción con etanol al 95% a una temperatura de almacenamiento de  $4 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  y el tiempo de extracción (t) con niveles entre 36 h (Sepúlveda et al., 2016).

La cuantificación de los fenoles totales en la investigación de Saltos y Véliz (2019) indica que es sometida al método de Folin-Ciocalteu, lo cual consiste en preparar una solución madre de concentrado líquido extraído de cada muestra (10 mL), se mezcla un residuo seco previamente obtenido (0,1 g) con 5 mL de etanol (95% v/v) y agua destilada para obtener un volumen total de 100 mL. La solución madre (0,1 mL) se mezcla con 0,5 mL de reactivo Folin-Ciocalteu y la mezcla se deja en reposo por 5 minutos, luego 1 mL de solución de carbonato de sodio (5%) se añade a la mezcla y se disminuye a 25 mL con agua destilada. La solución se deja en la oscuridad durante 1 hora. La absorbancia de la solución resultante se mide a 760 nm en un espectrofotómetro.

### **2.2.3. RECUBRIMIENTOS DE ALIMENTOS**

Un recubrimiento es una película que envuelve al alimento y que puede ser consumida como parte del mismo, cuya función es mantener la calidad de los productos recubiertos retrasando las principales causas de alteración a través de diferentes mecanismos (Sánchez et al., 2018). Puede definirse como el revestimiento de un producto vegetal con una o varias capas finas de material polimérico natural y comestible colocada sobre el alimento o entre componentes del mismo, son aplicados en forma líquida por inmersión o pulverización formándose la película sobre el alimento (Begoña et al., 2015).

#### **• IMPORTANCIA DE LOS RECUBRIMIENTOS EN ALIMENTOS**

El uso de recubrimientos en aplicaciones alimentarias y en especial en productos altamente perecederos, como los pertenecientes a la cadena hortofrutícola, se basa en ciertas características tales como costo, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto barrero frente al flujo de gases, resistencia estructural al agua a microorganismos y su aceptabilidad sensorial (Figuroa et al., 2011).

Los recubrimientos se han desarrollado con el fin de extender la vida útil de los productos alimenticios, usarse como soporte de agentes antimicrobianos, proporcionar integridad al alimento, generando una barrera selectiva al oxígeno, dióxido de carbono, agua, aromas, y otros compuestos, además de sus propiedades barreras, pueden mejorar la apariencia de los alimentos y estos materiales también pueden actuar como portadores de principios activos, tales como antioxidantes, saborizantes, nutrientes enriquecidos, colorantes, agentes antimicrobianos, o especias (Cuatin y López, 2015).

### **2.2.4. DOSIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN RECUBRIMIENTO**

Los efectos derivados del consumo de compuestos fenólicos dependen de la cantidad consumida y su biodisponibilidad. Su gran variedad estructural, así como

la influencia de factores genéticos, agronómicos, del procesado y almacenamiento de los alimentos, hace difícil estimar con exactitud la ingesta de compuestos fenólicos en la dieta. Sin embargo, existe un estimado que la ingesta media de los finlandeses es de 863 mg/día, considerando que esta población tiene una dieta rica en polifenoles por la cantidad de frutos rojos que ingieren y resaltando, además, que debido a la metodología empleada su estimación es muy fiable (Navarro et al., 2018).

La dosificación reportada en la ficha técnica de los fenoles en laboratorio farmacéutico ACOFARMA (2010) señala que si es para el suministro a productos alimenticios el rango es de 0,5–1,5%.

### **2.3. CONSERVACIÓN DE LA CARNE DE CERDO**

Pérez et al. (2015) mencionan que las enterobacterias como *Salmonella* spp, *E. coli*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* y *S. aureus* son los principales microorganismos de descomposición al momento de conservar la carne ya sea envasada al vacío y almacenada a temperaturas superiores a los 5°C, de esta manera las características físicas y químicas de la carne tales como el pH, color, humedad, textura y acidez se ven afectadas, obteniendo un producto descalificado por los consumidores. Es por ello que ha surgido la necesidad de implementar tecnologías en la conservación de la carne de cerdo.

Existen varios métodos para la conservación de la carne de cerdo como el recubrimiento; ante esto la científica Mora (2020) expone que expertos españoles desarrollaron un recubrimiento de gelatina a partir del tomate, con el fin de mejorar la conservación de la carne de cerdo, cuyos resultados mostraron un retraso en la oxidación de los lípidos del producto debido, en gran parte, a la acción de los péptidos con la actividad antioxidante que forman parte del hidrolizado. Asimismo, la científica asume que, los recubrimientos no solo sirven de barrera ante el oxígeno o el agua, sino que también le proporcionan a la carne fresca péptidos antioxidantes naturales, ayudando a alargar la vida útil.

### 2.3.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA CARNE DE CERDO

Dentro de este contexto, San Román (2015) argumenta que existen varios parámetros que se utilizan para caracterizar la carne y su calidad, entre los cuales se encuentran: capacidad de retención de agua, color, pH, porcentaje de grasa, propiedades eléctricas, textura, contenido de grasa intramuscular, humedad, composición de ácidos grasos, entre otras. No obstante, para el desarrollo de la presente investigación se estudiarán las características fisicoquímicas descritas a continuación:

- **pH**

Para Hernández et al. (2016) el pH de la carne influye sobre varias características, como el color, la ternura, el sabor, la capacidad de retención de agua y la conservabilidad; lo cual afecta las propiedades organolépticas de la carne, su calidad higiénica y su aptitud tecnológica para la elaboración de productos cárnicos. De acuerdo a la Norma técnica ecuatoriana de normalización 2346 (NTE INEN 2346, 2016) las carnes frescas más adecuadas para un proceso de curación y por ende para el consumo humano deben poseer un pH situado entre  $>5,5$ ;  $\leq 6,2$ . En contraste, Braun et al. (2016) señalan que el pH normal en una carne fresca debe ser  $>5,9$ , y después de 24 horas de su procesamiento debe poseer un pH entre 5,6 y 6,2 valores dado utilizando el medidor de pH o pHmetro.

- **ACIDEZ**

León et al. (2017) argumentan que la acidez de la carne determina su grado de aceptación por el consumidor, excepto ciertos productos conservados por adición de ácido o producción de este por bacterias lácticas; sin embargo, la carne de cerdo es generalmente de baja acidez, los valores de acidez titulable de la carne de cerdo obtenidos en la investigación del autor antes mencionado es de  $0,151 \pm 007$  resultados que están por debajo de los valores reportados por Ruiz (2015) de 0,30 a 0,60 por cada 100 g de carne. Para dicho análisis se emplea el método de titulación (NTE INEN 13, 2014).

Las proteínas musculares o contráctiles de la carne son compuestos altamente cargados eléctricamente que atraen y mantienen en su superficie moléculas de agua (Condori, 2019). Es por eso que, después del sacrificio del animal, la acidez del músculo aumenta; ya que, al no quedar cargas libres para atraer el agua, se produce una liberación de ella y la carne pierde lentamente su capacidad de retención, alcanzando su mínima expresión en el punto isoeléctrico y bajando sus niveles de acidez (Velásquez et al., 2015).

- **TEXTURA**

Martínez (2015) señala que la textura es una palabra simple que engloba un concepto muy complejo; puesto que, se considera como la manifestación sensorial de la estructura de la carne y la forma de reaccionar de la estructura de la carne frente a la aplicación de fuerzas. De este modo, Igor y Velasco (2010) indican que, la textura de la carne está determinada directamente por las propiedades de las estructuras miofibrilares, conjuntivas y el citoesqueleto; las cuales son muy variables dependiendo de la especie, raza, sexo, edad y está influida por numerosas variables biológicas y tecnológicas.

Por otro lado, el Universo Porcino (2016) considera que una carne de cerdo dirigida al consumo humano, debe poseer una textura muy suave y húmeda; con lo cual se asegura la aceptación por parte de los consumidores. La selección de un método de análisis sensorial es una función de las características del producto, siendo los propósitos establecer un criterio objetivo en atributos de color y textura.

- **HUMEDAD**

Para Tirado et al. (2015) la humedad es un análisis bromatológico que se realiza con frecuencia para conocer el grado de dilución de los componentes de una muestra. Por otra parte, Pérez et al. (2014) señalan que la carne cuenta con un rango de 70 a 75% de agua o humedad aproximadamente, en donde el 70% de la misma es libre y se ubica entre los espacios de los filamentos tanto de la actina y miosina, el otro 5% de esta agua se encuentra ligada a las proteínas. Cabe señalar

que, cuando se realizan análisis de determinación de humedad, se mide principalmente el agua libre en la muestra de carne, efectuándose mediante secado en estufa (Universidad Zaragoza, 2016).

- **COLOR**

Según el criterio de Alvis et al. (2017) el color junto con la terneza, sabor, jugosidad y aroma, es uno de los parámetros principales que se utilizan para medir la calidad de la carne; además, es uno de los factores más importantes para determinar la elección y aceptación del producto por parte del consumidor. Una de las técnicas más empleada para la determinación del color de la carne y calidad de la misma, es la colorimetría que permite el desarrollo del color, mediante estrategias para cuantificar el mismo, es decir, obteniendo valores numéricos (Saltos y Véliz, 2019).

Desde el punto de vista, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2018) establece que, el color óptimo de la superficie de la carne de cerdo fresca debe ser de una tonalidad rosa-grisáceo; cuando la carne es fresca y está protegida del contacto con el aire, debe tener un color rojo-púrpura (por pigmentación de la mioglobina); y cuando la carne es fresca, pero se expone al aire, la mioglobina forma el pigmento oximioglobina, el cual le proporciona a la un color rojo-cereza.

- **PÉRDIDA DE PESO**

El agua es el componente más abundante de la carne (65-80%); sin embargo, esta cantidad de agua en el tejido muscular, puede ser muy variable debido a la ganancia o pérdida que se puede tener al procesar el producto. Muchas de las propiedades físicas de la carne (color y textura) y de aceptación (jugosidad y blandura) dependen de su capacidad para no perder esta agua (Morón y Zamorano, 2014).

Para Leal (2013) el agua presente en la carne de cerdo se encuentra distribuida en tres formas: el agua ligada que representa un 4-5% y permanece unida incluso cuando se le aplica al músculo una fuerza; el agua inmovilizada que está ligada más débilmente y cuya liberación depende de la cantidad de fuerza física que se

ejerce sobre el músculo; y el agua libre que se mantiene por fuerzas superficiales y es la que se desprende con mayor facilidad.

Bravo e Hidalgo (2017) realizaron este análisis en el cual pesaron cada una de las muestras en balanza analítica y registraron los pesos obtenidos en el transcurso de los días que duró el experimento para su posterior comparación. La Universidad Técnica de Ambato (UTA, 2015) indica que para llevar a cabo este análisis se emplea una ecuación [1.], la misma que es aplicada para el desarrollo del análisis.

$$PP = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad [1.]$$

Donde;

P<sub>i</sub>: es el peso inicial de la muestra;

P<sub>f</sub>: es el peso final de la muestra.

### **2.3.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS PARA LA CARNE DE CERDO**

Desde esta perspectiva, Oliveros (2015) argumenta que, todos los alimentos pueden suponer algún peligro por contaminación, infección o formación de sustancias tóxicas; los más susceptibles para dicha contaminación, son los alimentos putrescibles de origen animal, en los que se incluye la carne de cerdo.

En el caso de la microbiología, si el contenido de agua en la carne es mayor, aumenta el crecimiento de varios microorganismos; lo cual sucede a través de las sustancias solubles, como los carbohidratos, el ácido láctico y los aminoácidos (Gutiérrez, 2015). A continuación, se detallan los microorganismos que frecuentemente afectan a la carne de cerdo.

- **RECuento DE BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS**

En las carnes congeladas o conservadas mediante refrigeración, los recuentos de flora bacteriana se relacionan al estado de conservación del alimento, además de indicar la calidad bacteriológica del mismo (Barrientos et al., 2018). En consecuencia, un recuento elevado en bacterias aerobias puede significar que,

existe una alta contaminación en la carne, posibilidad de que existan altos niveles de patógenos mesófilos y la inmediata alteración del producto (Verhelst, 2015).

- **PRESENCIA DE *SALMONELLA* SPP**

Para Coma (2013) la *Salmonella* es un género de bacterias Gram anaerobia facultativa que pertenece a la familia de las Enterobacteriaceae. A pesar de que el principal reservorio de estas bacterias es el tracto gastrointestinal de los mamíferos y aves, se ha aislado prácticamente en todo tipo de animales.

Para Arguello et al. (2013) las bacterias como la *Salmonella*, son aislamientos comunes especialmente en los cerdos, donde su presencia se debe al control inadecuado en la recepción del animal, evisceración y faenado de la canal. Desde este punto de vista, un estudio realizado por Arcos et al. (2015) donde estudiaron 507 muestras demostró que, la prevalencia de *Salmonella* en carne de cerdo fue de 4.3% (25/507), de las 25 muestras positivas, 14 (56%) de ellas fueron aisladas de canales y los 11 restantes (44%) se aislaron de ambientes; tanto de las plantas de beneficio como de los expendios; en comparación con lo expuesto por el laboratorio de Salud Pública de Bogotá durante los años 2001-2002, quienes encontraron una prevalencia de 2,8 y 0,5% de *Salmonella*, respectivamente.

- **PRESENCIA DE *E. COLI***

Sánchez (2015) menciona que, la *E. coli* es un habitante intestinal normal de muchas especies animales y el hombre; generalmente no patógenas, existiendo un grupo minoritario de este tipo de bacterias potencialmente peligrosas para la salud de humanos y animales.

Según Tumini et al. (2019) la *E. coli* es la principal causa de diarrea en lechones recién nacidos y post-destete, situación que ocasiona importantes pérdidas económicas en las explotaciones porcinas de todo el mundo; siendo así que, en su estudio se comprobó que los aislados de *E. coli* resultaron positivos a genes de virulencia asociados a procesos diarreicos en la población porcina. A continuación, se muestra la tabla 2. que se ha tomado como referencia para los requisitos

microbiológicos y método de ensayo para los microorganismos antes mencionados (NTE INEN 2346, 2016).

**Tabla 2.**

*Requisitos Microbiológicos para la Carne y sus Menudencias Comestibles*

<b>Microorganismo</b>	<b>Caso</b>	<b>n</b>	<b>c</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>Método de ensayo</b>
Aerobios mesófilos UFC*/g	1 <sup>a</sup>	5	3	1,0 x 10 <sup>7</sup>	1,0 x 10	NTE INEN 766
<i>Escherichia coli</i> UFC/g	5 <sup>b</sup>	5	2	1,0 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	NTE INEN-ISO 16649-2
<i>Salmonella</i> spp. /25 g	10 <sup>c</sup>	5	0	Ausencia	---	NTE INEN-ISO 6579

Nota: \* UFC/g: Unidades formadoras de colonia. Donde: n es el número de muestras a analizar, m es el límite de aceptación, M es el límite superado el cual se rechaza, c es el número de muestras admisibles con resultados entre m y M.

### **2.3.3. CARACTERÍSTICA BROMATOLÓGICA DE LA CARNE DE CERDO**

Uno de los principales factores que afectan la calidad y la aceptación de la carne y los productos cárnicos y de otros alimentos, es la oxidación de sus lípidos, conocida comúnmente como enranciamiento, que se produce por las reacciones de estos con el oxígeno atmosférico. Este proceso conduce al surgimiento de sabores y olores desagradables y también al desarrollo de decoloraciones y pérdidas nutricionales, así como a la producción de compuestos potencialmente tóxicos (Venegas y Pérez, 2010).

- **RANCIDEZ**

Iriarte y Romeo (2016) indican que actualmente el control de la oxidación lipídica en la carne y sus derivados es para la industria cárnica un punto importante debido al continuo incremento de la producción, que implica un almacenamiento prolongado de dichos productos antes de su distribución y consumo, cuando pueden desarrollarse en ellos los cambios que originan la rancidez limitando su durabilidad. Uno de los métodos más utilizados para retardar la rancidez oxidativa es disminuir la cantidad de oxígeno presente en el producto cárnico.

El desarrollo de aromas por oxidación de grasas en los alimentos requiere siempre un análisis sensorial, y el valor de cualquier método físico, químico o cualitativo, esto depende en buena medida, de su correlación con las propiedades organolépticas. En las industrias este análisis se lleva a cabo de manera muy organizada y rutinaria, por personal entrenado, capaz de detectar pequeñas concentraciones de los aldehídos, cetonas, etc. generados en la autooxidación y característicos de la rancidez (Ospina et al., 2015).

En presencia de sustancia rancia la capa inferior presentará una coloración rosada o rojiza, cuya intensidad es proporcional al grado de rancidez de la muestra. El método de Kreiss es una evaluación cualitativa de la rancidez, para determinar cuantitativamente la rancidez se realiza el índice de peróxidos (Loza y Quisbert, 2020).

#### **2.3.4. VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CERDO**

De acuerdo con González et al. (2015) la vida útil de alimentos, como la carne fresca, puede definirse como el tiempo máximo en el que los mismos mantienen sus cualidades nutricionales, sensoriales, microbiológicas y de inocuidad alimentaria, por encima de un nivel considerado como aceptable por los consumidores. En contraste, Simón (2018) señala que la vida útil está relacionada con el mantenimiento de la calidad, por lo que deben considerarse los aspectos microbiológicos, fisicoquímicos y otros afines con las características sensoriales, para así poder brindar una carne fresca y de calidad para el consumidor.

Consecuentemente, Suárez et al. (2013) indican que, cuando la alteración microbiológica de la carne refrigerada es detectada por la aparición de olores, sabores o apariencias anómalas, normalmente desagradables, se conoce a nivel general que tiene más de  $10^6$  UFC/g; ya que, se acepta que recuentos de bacterias ácido lácticas por el orden de  $10^7$  UFC/g, son el punto aproximado a partir del cual la carne presenta alteraciones. Un estudio realizado por Mejía y Alcívar (2015) indica que de acuerdo a los métodos utilizados para la conservación esta puede

alargarse o reducirse, por lo que es importante analizar atributos como el pH, color, textura y aroma de la carne en un tiempo de 8 a 21 días.

González et al. (2016) destacan que la estabilidad y la vida en anaquel de los alimentos, es decir, el periodo en el cual mantendrán un nivel de calidad aceptable de consumo desde los puntos de vista de seguridad y sensorial, depende de cuatro factores principales; la formulación, el procesamiento, el empaquetado y las condiciones de almacenamiento. La pérdida de calidad alimenticia para la mayoría de los alimentos puede ser representada por la ecuación propuesta por Fu y Labuza (1997) [2.].

$$\pm = \frac{dQ}{dt} = kQ^n 100 \quad [2.]$$

Donde;

Q= el atributo de calidad.

t= tiempo (d)

n= orden de reacción

K= constante aparente de reacción.

El signo (+) hace referencia a atributos cuyo valor aumenta con el tiempo y el signo (-) a atributos cuyo valor disminuye con el tiempo

### **2.3.5. ANÁLISIS SENSORIAL**

Nalan (2015) indica que, para obtener una metodología generalizada, las aplicaciones actuales de métodos sensoriales están encaminadas a establecer correlaciones con parámetros instrumentales, así varios estudios buscan la objetividad de los panelistas correspondientes con medidas instrumentales, el principal problema consiste en la falta de homogeneidad en los atributos y descriptores de las sensaciones en los panelistas.

Sánchez y Albarracín (2010) manifiestan que en general las pruebas sensoriales se pueden distinguir dos grupos principales: Pruebas afectivas y

analíticas. Las pruebas afectivas se dividen en test de aceptación o preferencia y el test hedónico de escalas relativas. Las pruebas analíticas a su vez se dividen en pruebas discriminatorias y descriptivas. Las pruebas afectivas pretenden evaluar el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado empleando el criterio subjetivo de los catadores. En la mayoría de los casos, los catadores corresponden a consumidores no entrenados en la descripción de preferencias, donde su evaluación se basa en gustos

## **2.4. MATERIALES UTILIZADOS EN EL ESTUDIO**

La investigación implicó el uso de insumos y materiales para llevar a cabo cada uno de los factores en estudio planteados, iniciando desde la recolección de las hojas de melón amargo, cuantificación de los compuestos fenólicos, hasta la obtención del recubrimiento con los compuestos fenólicos de las hojas antes mencionada utilizando almidón de yuca y glicerol.

### **2.4.1. HOJAS DE MELÓN AMARGO**

Dentro de la investigación la base fundamental es el uso de las hojas del melón amargo. *M. charantia* es comúnmente encontrada de una variedad silvestre de melón amargo creciendo en áreas silvestres alrededor de las tierras de cultivo en las zonas rurales (Shu-Jin, y Lean-Teik, 2018), conocidas con cada nombre según su localidad, un ejemplo de esto es Ecuador que lleva el nombre de achochilla. Así como lo mencionan Aragundi y Coronel (2015) que no existen cultivos con fines comerciales de esta planta en el Ecuador, generalmente la achochilla crece como maleza cerca de las bananeras en zonas tropicales húmedas.

Las hojas de melón amargo se encuentran como maleza en bordillos de la ESPAM MFL, estas hojas no reciben ningún cuidado, tratamiento ni uso a diferencias de las utilizadas en otros países, y esto se debe a la falta de conocimiento sobre los beneficios de la misma. Uno de los trabajos desarrollados utilizando melón amargo silvestre de la ciudad de Calceta sitio Limón, fue el realizado por Vera y Manzaba (2019) en la ESPAM MFL quienes evaluaron el efecto de la relación de pulpa y

mucílago del melón amargo en la concentración final de una leche fermentada, obteniendo excelentes resultados gracias a los beneficios que brinda esta planta.

- **Compuestos fenólicos de las hojas de melón amargo**

Un estudio realizado por Moronkola et al. (2009) demostraron que las hojas de *M. charantia* tiene un rendimiento del 0,3% (p/p), entre los 63 volátiles de *M. charantia* (88,8%), los terpenoides se obtuvieron en una cantidad justa (15,8%). Alcoholes alifáticos (51,2%) constituidos la clase principal de compuestos identificados a partir del aceite. - 3-hexenol (34,7%) y (E) -2-hexenol (10,1%) entre los alcoholes y fitol (8,3%), un diterpenoide, fueron los otros compuestos que se presentan en mayor proporción.

#### **2.4.2. RECUBRIMIENTO CON ALMIDÓN DE YUCA**

El uso de recubrimientos es variado, por sus proteínas, polisacáridos y lípidos, que poseen características propias, además de estos componentes básicos los recubrimientos pueden contener otros ingredientes como agentes antioxidantes, nutrientes adicionales, compuestos antimicrobianos, glicerol vegetal y compuestos fenólicos que incrementan la calidad, valor nutricional, inocuidad y aceptabilidad del producto (Pérez et al., 2015).

El almidón se ha utilizado en la elaboración de recubrimientos comestibles y se ha comprobado que, al realizar una modificación en su estructura, permite mejorar las propiedades mecánicas y de permeabilidad de vapor de agua de los recubrimientos, así como prolongar la vida de anaquel del alimento. Los recubrimientos a base de almidón de yuca son insípidos, inodoros y transparentes, por lo tanto, no produce cambio en el sabor, aroma o apariencia de los alimentos, estos presentan propiedades pobres de barrera a la humedad por su carácter hidrofílico y sus propiedades mecánicas pueden presentar limitaciones, debido a su semi-cristalinidad y rápida retrogradación (Ramos et al., 2018).

Según Fernández et al. (2015) un recubrimiento proveniente del almidón de yuca con compuestos fenólicos no es tóxico y ayuda a incrementar la calidad de los alimentos durante su conservación, algunas de estas ventajas y propiedades son:

- Ser libres de tóxicos y seguros para la salud.
- Deben requerir una tecnología simple para su elaboración.
- Son protectores de la acción física, química y mecánica.
- Presentan propiedades sensoriales: son transparentes y no son detectados durante su consumo.
- Mejoran las propiedades mecánicas y preservan la textura.

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La investigación se realizó en el laboratorio de Bromatología de la carrera de Agroindustria. Los análisis microbiológicos se efectuaron en el laboratorio de Biología Molecular de la carrera Medicina Veterinaria del área Agropecuaria, ubicada en el sitio Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, entre las coordenadas 0°49'23" de Latitud Sur y 80°11'01" Longitud Oeste a una altitud de 15,5 msnm. Para la determinación del análisis sensorial de otras variables de la carne se ejecutó en la ciudad de Calceta. La cuantificación de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante se llevaron a cabo en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, situada en Manta, entre las coordenadas 0°57'11"S 80°44'44"W. Longitud Oeste y una altitud de 6 msnm, Manta-Manabí-Ecuador.

### **3.2. DURACIÓN**

El presente estudio tuvo una duración de seis meses a partir de su aprobación, desde el mes de diciembre 2020 hasta mayo del 2021.

### **3.3. TRATAMIENTOS**

A continuación, se detallan los tratamientos respectivos (Tabla 3.) que se evaluaron en la investigación de los compuestos fenólicos de las hojas del melón amargo, con las concentraciones del rango sugeridos por el laboratorio farmacéutico (ACOFARMA, 2010).

Tabla 3.

<i>Tratamientos</i>	
Tratamientos	Dosis de los compuestos Fenólicos de hojas del melón amargo (%)
T <sub>1</sub>	0,50
T <sub>2</sub>	0,75
T <sub>3</sub>	1,00
T <sub>4</sub>	1,25
T <sub>5</sub>	1,50

### 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Esta investigación se sujetó a un diseño de bloque completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro bloques (los bloques corresponden a las réplicas). A continuación, se presenta la tabla 4. con el esquema de Análisis de Varianza (ADEVA):

Tabla 4.

<i>Esquema de ADEVA</i>	
Fuente de variación	g libertad
Total	19
Tratamientos	4
Bloques	3
Error	12

### 3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo constituida por la carne de cerdo, esta fue adquirida en el camal municipal de la ciudad de Calceta, las autoras de la investigación estuvieron presente al momento del sacrificio del cerdo (Anexo 1) para hacer seguimiento que se cumplieran las BPM, y evitar contaminación cruzada. El corte para el estudio fue tipo filetes con espesor de 1 cm, peso de 200 g cada uno (Anexo 2 y 3), alcanzando un total de 4 kg de carne de cerdo, los filetes fueron obtenidos del lomo de un porcino raza Landrace, con una edad de 6 meses y un tiempo post mortem de 10 minutos.

### 3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Se llevó a cabo siguiendo la secuencia descrita en el diagrama de flujo (figura 1.).

#### 3.6.1. EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE LAS HOJAS DEL MELÓN AMARGO

Las hojas del melón amargo fueron recolectadas alrededor de la ESPAM MFL las cuales se colocaron en fundas pouch e introducidas en una caja de cartón para evitar la luz solar.

**Recepción:** Una vez recolectada las hojas de melón amargo fueron transportadas al laboratorio dentro de las siguientes 24 horas para evitar daños (Anexo 4).

**Selección:** Las hojas que se encontraron en condiciones no adecuadas, dañadas por insectos o que presenten alguna afectación microbiológica fueron rechazadas.

**Lavado:** Esta etapa se la hizo con agua destilada para no alterar la materia prima.

**Macerado:** Los compuestos fenólicos de las hojas se obtuvieron por maceración con alcohol potable a una concentración de 96%, luego se procedió a someter las muestras a un baño ultrasonido en un sonicador (modelo 75T, marca VWR) por 15 minutos, con la finalidad de mejorar la extracción. Para 1 g de hojas se utilizó 10 mL de solvente, a temperatura ambiente obteniendo un extracto alcohólico (Anexo 5).

**Filtrado:** De acuerdo con el proceso se obtuvo el producto que correspondía a la liberación de compuestos en la maceración, por la acción del disolvente sobre las partes activas de la hoja. Se filtró de forma manual para eliminar los residuos, quedando únicamente los principios activos de las hojas.

**Envasado y almacenamiento:** Se almacenó en envases de vidrios y recubiertos con papel de aluminio en un cooler de marca Coleman 30 Qt, protegido por la luz a temperatura de 4°C hasta sus análisis (21 días).

**Laboratorio de análisis:** Para la cuantificación de los compuestos fenólicos, los extractos fueron trasladados al laboratorio de la ULEAM para sus respectivos análisis.

La cuantificación del contenido total de fenoles fue realizada de acuerdo con el método de Folin-Ciocalteu propuesto por (Singleton et al, 1999) se tomaron 10 mL del concentrado extraído se mezcló con 5 mL de etanol (95% v/v), aforando la mezcla resultante a 100 mL con agua destilada (solución madre) de tal solución se tomaron 0.1 mL y se mezclaron con 0.5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu, posteriormente se dejó en reposo por 5 min, se adiciono 1 mL de solución de carbonato de sodio (5%) a la mezcla y se aforó a 25 mL con agua destilada. La solución se dejó en reposo en la oscuridad por 1 hora. De la solución resultante se tomó 3 mL en una celda de cuarzo (cubetas) y se midió la absorbancia de la solución a 760 nm en un espectrofotómetro (ThermoSpectronic, USA). La muestra se realizó por triplicado y los resultados fueron expresados en mg GAE (equivalente de ácido gálico). La cuantificación de los compuestos fenólicos totales fue hecha usando una curva de calibración con ácido gálico como estándar, usando la ecuación de la curva estándar  $y = 0,1497 (x) + 0,0008$ ,  $[R]^2 = 0,9818$ , se puede obtener la concentración de compuestos fenólicos de cada tratamiento analizados sustituyendo la  $(x)$  por cada valor de absorbancia reflejado en el espectrofotómetro.

Es importante indicar que también se efectuó el análisis de la actividad antioxidante total, la cual se determinó utilizando el ensayo TEAC (Trolox equivalente capacidad antioxidante) usando la decoloración por el radical catión ABTS. Según la metodología desarrollada por Re et al. (1999) y descrita por Kuskoski et al. (2005).

### **3.6.2. ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO CON ALMIDÓN DE YUCA**

El recubrimiento fue preparado de acuerdo a la metodología aplicada por Santacruz et al. (2015) que consistió en una solución de almidón de yuca al 0,5% la que fue calentada a 90°C por 5 minutos en agitación constante. Luego se añadió 0,5% de glicerol (éste actuó como plastificante). Una vez que la solución alcanzó la temperatura ambiente (25°C) se agregaron los compuestos fenólicos con sus

concentraciones respectivas (0,5 – 0,75 –1,0 – 1,25 – 1,5%). Los porcentajes indicados anteriormente corresponden a una relación peso/volumen.

- **RECUBRIMIENTO A LOS FILETES DE CARNE DE CERDO**

Los filetes de carne de cerdo se consiguieron en el camal municipal del cantón Bolívar, parroquia Calceta. Los filetes al que se les aplicó los recubrimientos tuvieron un peso de 200 g, fueron pesados en una balanza analítica marca SHIMADZU modelo ELB3000.

**Inmersión:** Los filetes de carne de cerdo fueron inmergidos en el recubrimiento durante 30 segundos a temperatura ambiente (25°C) (Anexo 6). Los mismos fueron colocados según el tipo de tratamientos en fundas plásticas ziploc.

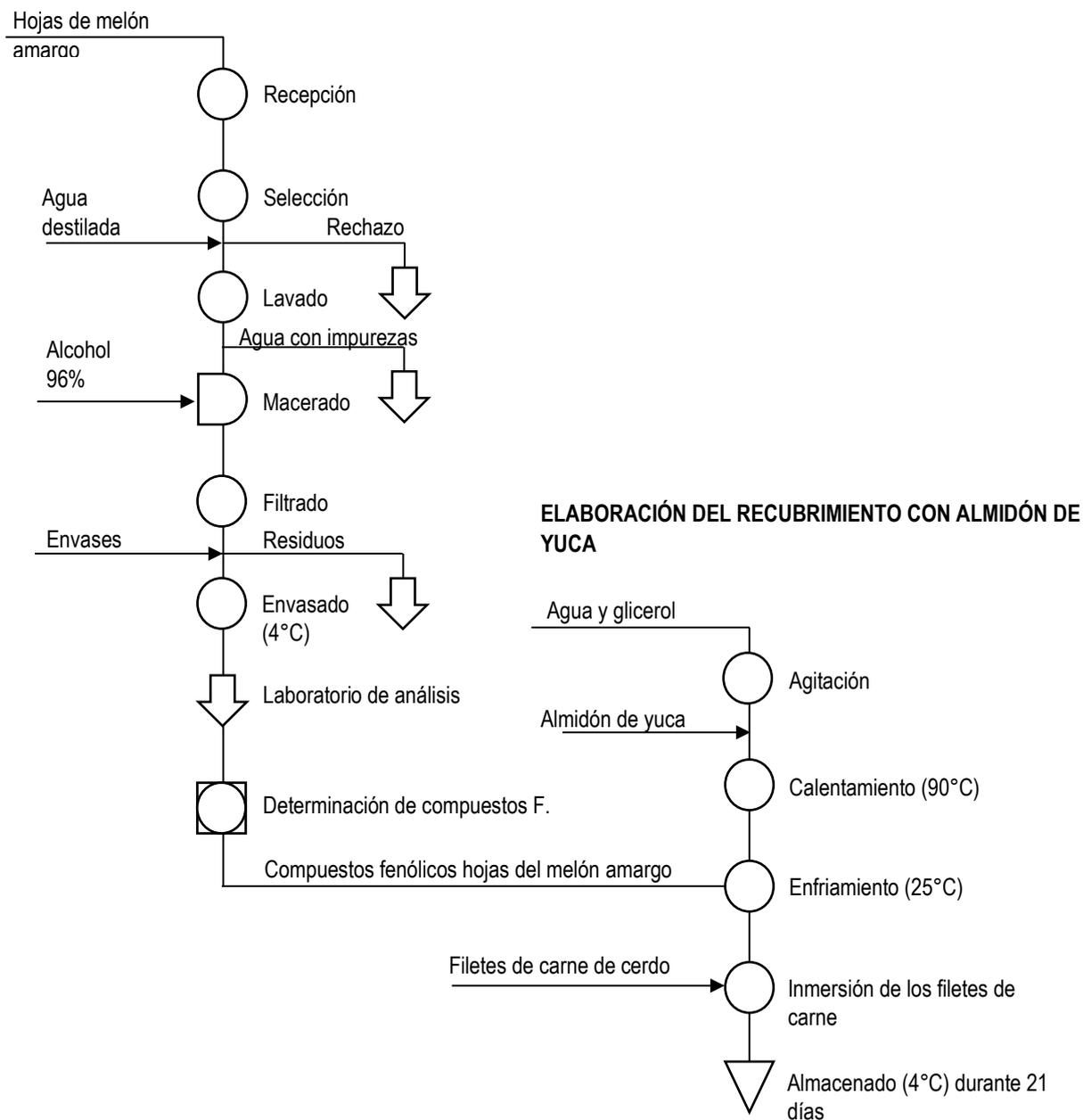
Luego de la aplicación de los recubrimientos a los filetes de carnes se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos para el registro del día 0.

**Almacenado:** Se almacenó en refrigeración a 4°C este procedimiento se realizó por un periodo de 21 días para sus respectivos análisis (día: 0, 7, 14 y 21).

Figura 1.

Diagrama de Flujo para la Extracción de Compuestos Fenólicos de las Hojas de Melón Amargo y Elaboración del Recubrimiento con Almidón de Yuca.

### EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE LAS HOJAS DE MELÓN AMARGO



### 3.7. VARIABLES EVALUADAS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

#### 3.7.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL FILETE DE CERDO

A continuación, se describen las variables dependientes: conservación del filete de cerdo que se evaluaron con sus respectivas técnicas o métodos:

##### Parámetros físicoquímicos

- Determinación de pH, método del potenciómetro (NTE, INEN 2346, 2016).
- Determinación de acidez total, método de titulación (NTE INEN 13, 2014).
- Determinación de humedad, método de secado en estufa (Universidad Zaragoza, 2016).
- Determinación de pérdida de peso, método propuesto por UTA (2015) mediante ecuación [3.].

$$PP = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad [3.]$$

Donde;

P<sub>i</sub>: es el peso inicial de la muestra;

P<sub>f</sub>: es el peso final de la muestra

#### 3.7.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL FILETE DE CERDO

##### Parámetros microbiológicos

- Recuento de bacterias aerobias mesófilas, se empleó el método de ensayo descrito en NTE INEN 766 (NTE INEN 2346, 2016).
- Presencia/ausencia de *Salmonella* spp, se utilizó el método descrito en la NTE INEN-ISO 6579 (NTE INEN 2346, 2016).
- Presencia de *E. coli*, se evaluó con el método de ensayo descrito en la NTE INEN-ISO 16649-2 (NTE INEN 2346, 2016).

Los análisis microbiológicos se analizaron mediante regresión logística binaria en la cual se dicotomizaron las variables en estudio (Anexo 7).

### Parámetro bromatológico

- Rancidez, se realizó mediante método de Kreiss (Cualitativo) descrito por Loza y Quisbert (2020).

### 3.7.3. ANÁLISIS SENSORIAL

Para las variables de color y textura se analizó mediante un análisis sensorial aplicado a 75 catadores no entrenados, los cuales fueron escogidos al azar por las investigadoras del presente trabajo, se acogió en lugares amplios tomando las medidas de bioseguridad (uso de alcohol, mascarillas, distanciamiento) para prevenir el contagio de la Covid-19. Los diferentes tratamientos fueron analizados a los 21 días de la conservación con los recubrimientos con diferentes concentraciones de compuestos fenólicos del melón amargo y colocados en platos desechables para la observación de los jueces (Anexo 8).

Los datos obtenidos fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, debido a que se evaluó mediante una prueba afectiva con escala hedónica de 7 puntos (Anexo 9).

### 3.7.4. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL

Para la determinación de la vida útil se tomaron los datos obtenidos en las variables microbiológicas de los mejores tratamientos, mediante la ecuación de Fu y Labuza (1997) [4.] se analizaron los días de vida útil para cada variable en estudio. Además, se determinó si existía diferencia significativa entre un tratamiento y el otro con la prueba estadística de T-student 0,05.

$$\pm = \frac{dQ}{dt} = kQ^n \quad 100 \quad [4.]$$

Donde;

Q= el atributo de calidad.

t= tiempo (d)

n= orden de reacción

K= constante aparente de reacción.

El signo (+) hace referencia a atributos cuyo valor aumenta con el tiempo y el signo (-) a atributos cuyo valor disminuye con el tiempo.

### **3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizaron las siguientes pruebas en el programa IBM SPSS Statistics 21 versión libre:

- a) A todas las variables fisicoquímicas se les efectuó las pruebas: de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad (Levene), las variables que cumplieron con todos los parámetros indicados anteriormente, se le procedió a realizar las pruebas que se indica en el literal b, y las otras variables que no cumplieron con los supuestos se les realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.
- b) Análisis de varianza (ADEVA): Se lo efectuó con el propósito de establecer la diferencia significativa estadística para los tratamientos de todas las variables en estudios.
- c) Prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD): Se realizó para establecer la diferencia significativa entre tratamientos y bloques, lo cual permitió determinar la magnitud entre ellos. Se analizó al 5% de probabilidad del error, de acuerdo a los grados de libertad (gl) del error experimental.
- d) Para las variables microbiológicas se estudiaron mediante regresión logística binaria, dicotomizando si son aceptables o no de acuerdo a las normativas vigentes.
- e) Para evaluar la vida útil del filete de cerdo con el recubrimiento, se analizó mediante la ecuación de Labuza.

- f) Las variables del análisis sensorial se evaluaron mediante la prueba de Kruskal Wallis al 5%.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS PRESENTES EN HOJAS DE *M. charantia* SILVESTRE

Para el estudio y cumplimiento del primer objetivo se llevó a cabo la cuantificación de compuestos fenólicos y dentro del mismo fue oportuno realizar análisis de capacidad antioxidante.

#### 4.1.1. COMPUESTOS FENÓLICOS

Una vez culminado el proceso de extracción de los compuestos fenólicos de las hojas de melón amargo (*M. charantia*) con alcohol potable al 96%, se procedió a realizar la cuantificación de los fenoles totales, el análisis se realizó por triplicado en dicha muestra (Anexo 10), para lo cual se obtuvo como resultado 269,47 mgGAE/mL para la réplica uno; 265,02 mgGAE/mL réplica dos y 269,80 mgGAE/mL réplica tres (Tabla 5.).

Tabla 5.

*Cuantificación de Compuestos Fenólicos en Hojas de Melón Amargo*

FENOLES TOTALES (mgGAE/mL)				
MUESTRA	R1	R2	R3	PROMEDIO
EXTRACTO DE HOJAS DE MELÓN AMARGO	269,47	265,02	269,80	268,09

R: Réplica.

Los resultados se sustentan con la investigación realizada por Semeniuk et al. (2018) en la cual utilizaron alcohol al 95% para la extracción de compuestos fenólicos en hojas, semillas y frutos de *M. charantia*, teniendo como consecuencia mayor contenido de fenoles totales en las hojas, manifestando un valor de  $247,43 \pm 23,09$  mgGAE/mL, concordando con los valores que se observan en la tabla 5 de la presente investigación, utilizando el mismo solvente, pero a una concentración de 96% y aun así se adquirieron valores similares. Es importante destacar que la investigación citada fue realizada en Argentina.

Por otro lado, García y Zambrano (2016) determinaron la cuantificación de fenoles totales por extracción hidroalcohólica de hojas de mango según su variedad por

diferentes métodos de extracción, obteniendo como resultado para la variedad Haden con una concentración de 90% extracción asistida por ultrasonido 252,80 mgGAE/mL y con extracción por maceración 211,36 mgGAE/mL, recomiendan que a mayor concentración del solvente se tendrá más compuestos fenólicos, así mismo Castillo y Díaz (2020) establecieron los compuestos fenólicos de extractos hidroalcohólicos de las hojas de grosellas (*Phyllanthus acidus*) cultivada en Ecuador, los resultados reflejaron que la maceración al 90% presentó una concentración de 143,50 mgGAE/mL y en el extracto al 90% obtuvo un valor de 132,00 mgGAE/mL en la digestión, aluden que la maceración con solvente a mayor concentración ayuda a obtener altos valores de compuestos totales, tal y como se hizo en la presente investigación lo que ayudó a conseguir valores que están por encima (Tabla 5) a los reflejados en las investigaciones citadas

Aymacaña (2018) argumenta que hoy en día se han desarrollado un sin número de investigaciones relacionadas a la cuantificación de compuestos fenólicos, en las que se indican que para la liberación de los compuestos fenólicos de vegetales se utiliza disolventes polares (alcoholes, metanol, etanol) y estos en mayor concentración para una mejor liberación de compuestos, por otro lado, Ringuelet y Viña (2015) mencionan que la polaridad de estos disolventes está vinculado no sólo al tipo de uniones interatómicas, sino también a la presencia de grupos funcionales polares y la capacidad de formar uniones de tipo puente hidrógeno, asimismo Tapia et al. (2016) plantea que en extracciones de compuestos fenólicos empleando solventes polares y con mayor concentración, los resultados han ido mejorando significativamente en la concentración de fenoles totales, ante lo mencionado y poniendo en práctica lo citado es que se pudo conseguir resultados favorables en la presente investigación.

#### 4.1.2. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Tabla 6.

*Datos de la Determinación de la Actividad Antioxidante en Extracto de Hojas de M. charantia*

MUESTRA	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TEAC ( $\mu\text{M/g}$ )			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
EXTRACTO DE HOJAS DE MELÓN AMARGO	8,7512	9,4091	8,2543	8,8048

El análisis de actividad antioxidante se lo realizó por triplicado con el método ya especificado en el numeral 3.6., para la réplica uno se obtuvo un valor de 8,7512 ( $\mu\text{M/g}$ ); 9,4091 ( $\mu\text{M/g}$ ) correspondiente a la réplica dos y 8,2543 ( $\mu\text{M/g}$ ) para la réplica tres (Tabla 6.). Los resultados antes mencionados (Anexo 10) están por encima en relación a los valores reportados por Semeniuk et al. (2018) quienes evaluaron la actividad antioxidante con una inhibición del 50% (IC50) en hojas de *M. charantia* presentando un valor de  $6,275 \pm 0,044$  ( $\mu\text{M}$  fenoles/g).

Molina et al. (2018) plantea que para mantener la estabilidad de la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos presentes en extracto líquido de vegetales es necesario limitar su interacción con el oxígeno y la luz, debido a que la estructura química se modifica por reacciones secundarias. Valencia et al. (2016) manifiesta que el uso de compuestos totales con alto valor de actividad antioxidante ofrece alternativas a la industria alimentaria, debido a que esto permiten inhibir la degradación oxidativa y actúa reaccionando con radicales libres evitando la oxidación.

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS CON SU RESPECTIVA DOSIS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos para las características fisicoquímicas, y microbiológicas, con su respectivo recubrimiento.

#### 4.2.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS FILETES DE CERDO CON EL RECUBRIMIENTO

Para analizar las propiedades físicoquímicas del filete de carne de cerdo con los respectivos porcentajes de compuestos fenólicos se procedió a realizar los supuestos del ADEVA (Anexo 12), en la cual se detalla que para la variable de humedad presenta datos normales y homogéneos ( $p\_valor > 0,05$ ).

##### ● HUMEDAD

En el análisis del ADEVA para esta variable se muestra el  $p\_valor$ , teniendo una  $sig < 0,05$ , indicando que existe diferencia significativa entre los días (bloques) y tratamientos (Anexo 13) para la humedad.

Según la prueba discriminativa de Tukey para la humedad, señala que existe diferencia entre los tratamientos, separándolos por dos categorías (a y b), donde los T1(0,50%) y T2(0,75%) se encuentra en la categoría b, los T4(1,25%) y T5(1,50%) en la categoría a, mientras el T3 (1,00%) comparte la categorías de a y b, mostrando que los filetes de cerdos presentaron una humedad entre 70 a 73% (Tabla 7.), mostrando la categoría a como los mejores tratamientos debido a que se conserva la humedad de los filetes, estos valores están dentro del rango estipulado por Orozco (2014) manifiesta que el contenido de agua en la carne de cerdo fresca fluctúa entre 65-80%.

Tabla 7.

*Humedad de los Filetes de Cerdo Durante el Ensayo*

TRATAMIENTOS (%)	% HUMEDAD
T1(0,5)	70,9200 b
T2 (0,75)	71,5825 b
T3 (1,00)	72,1025 ab
T4 (1,25)	73,5200 a
T5 (1,50)	73,5475 a
p-valor	$p < 0,05$

Letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05% de probabilidades

Así mismo, los datos de Tukey para los días señalan que hay diferencias significativas, agrupándolos en tres categorías (a, b y c) como se muestra en la tabla 8., existiendo un descenso de la humedad para el total de días en estudio, sin

embargo, los valores obtenidos en esta variable están dentro de los datos ya establecido por investigaciones. El porcentaje de humedad es alto comparado con los resultados de León et al. (2017) que exhibe un 70-75%, manifiestan que un porcentaje de humedad alto se atribuye a las carnes frescas lo que garantiza las características de calidad aceptables en términos de jugosidad, terneza, color y sabor.

**Tabla 8.**

*Tukey para días (Bloque) por Humedad de los Filetes de Cerdo*

DÍAS	% HUMEDAD
DÍA 0	73,8980 a
DÍA 7	72,4660 b
DÍA 14	71,5580 bc
DÍA 21	71,4160 c
<b>P-VALOR</b>	P<0,05

Letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05% de probabilidades

Expuesto por los autores, los recubrimientos de los compuestos fenólicos ayudan a la conservación de la humedad en los filetes de carne considerando que el rango de humedad se presenta en carnes frescas, teniendo un alto porcentaje de Humedad para el día 21, debido a que los recubrimientos se caracterizan por ser hidrofóbicos presentando excelentes propiedades de barrera frente a la humedad, reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior mejorando el brillo y la apariencia de muchos de los alimentos (Fernández et al., 2015).

- **pH, ACIDEZ y PÉRDIDA DE PESO**

Según la prueba no paramétrica para la variable de pH, Kruskal Wallis señala que no existe diferencia significativa en tratamientos manteniendo un pH igual y agrupándolos en las mismas categorías (Anexo 14), sin embargo para los días de estudios rechaza la hipótesis planteada por el mismo, indicando que existe diferencias de pH en los días 0,7, 14 y 21 (Anexo 15), con un rango de 5,11 a 5,84 (Anexo 16), al igual que Toldrá y Flores (2016) en una investigación señala que los datos de pH en la carne de cerdo con el uso de enzimas como barra protectora se

encontraron entre 5,1 a 6 dentro de 21 días de estudios, los mismos señalan que el incremento del pH se debe al tipo de fibra que predomina en el músculo y la actividad antes de ser sacrificados. Las carnes que presentan una tonalidad blanca alcanzan un pH de 5,5 y en los músculos de color rojo el pH no baja de 6,3 (Hidalgo y Olmedo, 2017).

La norma INEN 2346 (2016) estipula que las carnes sin procesar deben tener un pH entre 5,5 y 7,0; los valores de la carne de cerdo estuvieron por debajo de los datos estipulados por la norma, sin embargo, Garay y Saldarriaga (2015) señala que en nuestro medio debe considerarse que estos valores pueden variar porque suelen existir controles de los animales antes de ser sacrificados y las condiciones de almacenamiento y de expendio no son las más adecuadas.

Los datos del día 0 fueron incrementando hasta el día 21 con rangos permisible con la normativa vigente (5,68-5,84) (Anexo 11), así lo señala Fernández (2018) explicando que mientras haya glucógeno, se produce ácido láctico, descendiendo el pH hasta que se inactivan las enzimas responsables de estos procesos metabólicos. El pH desciende rápidamente en las primeras 6 horas y después algo más lentamente, hasta estabilizarse a las 24 horas post-sacrificio. Este pH, que se mantiene constante hasta la aparición de los fenómenos de putrefacción, se denomina pH final. Por lo tanto, lo correcto sería que en las 24 horas de la muerte (post-mortem) pasen de 7 a 5,5-5,8, para producir la acidificación.

De acuerdo a los datos para la variable de acidez en los tratamientos, la prueba de Kruskal Wallis retiene la hipótesis nula al tener una  $p\_valor > 0,05$  (Anexo 14), mientras para los días en estudios rechaza la hipótesis planteada por la prueba (Anexo 15), lo que indica que existe diferencia de acidez en los días de estudio. El rango de acidez en los filetes de cerdo fluctuó entre 0,09 a 0,11, donde se dividen en dos categorías; con iguales acidez los días 0 y 7 y la otra categoría entre los días 14 y 21 correspondientes (Anexo 17).

El valor de la acidez en carnes frescas no se encuentra normado en las NTE INEN, sin embargo, de acuerdo con Cápita et al. (2016) la acidez en carnes varía de  $0,30 \pm 0,19$  a  $0,86 \pm 0,01$  (% ácido láctico). Al igual que León et al. (2017) la carne de

cerdo es generalmente de baja acidez, los valores de acidez titulable de la carne de cerdo obtenidos en la investigación son de  $0,151 \pm 0,007$ . Tomando en cuenta esta información, los resultados obtenidos no superan el valor máximo, así mismo se puede notar que los valores mínimos, en base al margen de error de 0,19; permite considerar que están dentro del rango permitido.

Para la pérdida de peso, los datos obtenidos de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis señala que no existe diferencia significativa en los tratamientos (Anexo 14), mientras que para los días de estudio de esta investigación muestran las pérdidas de peso en los filetes de cerdos (Anexo 15), detallando las diferentes categorías para los días, de manera general tuvieron una disminución constante en el transcurso de los días, en el día 7 se muestra como el día que ha perdido más peso los filetes y para el día 21 es ligero el agua a expulsar por la carne (Anexo 18).

Guzmán et al. (2015) señala que la pérdida de agua en carne fresca es de gran importancia, debido a la relación de precio por peso, si la carne pierde peso afecta el rendimiento y su valor económico, con el uso de recubrimientos en filetes de cerdo asegura la conservación de la humedad y a la vez la reducción de un 11,87% la pérdida de peso a diferencia de una carne sin recubrimientos, el efecto de los recubrimiento con los compuestos fenólicos del melón amargo en los filetes de cerdo en la variable de pérdida de peso está ligada a la variable de humedad, debido al principio de barrera que ejerce el recubrimiento en la carne.

Luego del análisis de las variables fisicoquímicas y mostrando que todos los tratamientos están dentro de las normativas e investigaciones planteadas para la carne de cerdo, se analizó la variable rancidez mediante método de Kreiss (Cualitativo) descrito por Loza y Quisbert (2020) para los diferentes tratamientos aplicados en los días de estudios, obteniendo resultados positivos al tener ausencia de la actividad oxidativa de los filetes de cerdo (Anexo 11).

## ● ANÁLISIS SENSORIAL

La prueba de Kruskal Wallis muestra que se rechaza la hipótesis nula en las dos variables en estudio (Tabla 9.). Para los jueces no entrenados el filete que les gusto tanto en el color como la textura fue el T2(0,75%) seguida por el T1(0,50%) (Anexo 19 y 20), teniendo este tratamiento la mayor puntuación en la escala presentada.

**Tabla 9.**

*Análisis Sensorial para Color y Textura de los Filetes de Cerdo*

	<b>Hipótesis nula</b>	<b>Prueba</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
1	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Textura es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05.

El color es el principal atributo que valora el consumidor a la hora de comprar carne fresca, siendo uno de los factores que determina el valor del producto en el momento de su comercialización y por lo tanto uno de los parámetros que se utilizan para medir la calidad de la carne (Mancini y Hunt, 2015). El consumidor relaciona el color de la carne con la calidad sensorial y microbiana (carne sana y comestible) de la carne. Al ser un análisis subjetivo por parte de los jueces, hubo un efecto que jugó un papel muy importante para la elección de los filetes, el cual, para los T3(1,00%), T4(1,25%) y T5(1,50%) eran los que tenían mayor concentración de compuestos fenólicos del melón amargo lo que otorgó una tonalidad verdosa característica de las hojas (Anexo 6).

Al igual para la variable de textura según Carguacundo (2012) señala que la sensación de firmeza o dureza se debe en primer lugar a la facilidad con que los dientes penetran en la carne, en segundo lugar, a la facilidad con que la carne se divide en fragmentos y en tercer lugar a la cantidad de residuos que queda después de la masticación, para los jueces usaron del sentido del tacto para poder determinar que filete reunían las características deseables.

## 4.2.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Para aerobios mesófilos y *E. coli* de acuerdo a la tabla 10. de clasificación muestra que del total de muestras (20), 17 fueron no aceptables y 3 aceptables esto con base a los datos establecidos en la normativa vigente NTE INEN 2346 (2016), mostrando un reparto del 85%. La significancia obtenida en este parámetro es p-valor > 0,05 lo que indica que el reparto es significativo (Anexo 22).

Tabla 10.

Tabla de Clasificación para Aerobios Mesófilos de los Filetes de Cerdo

	Observado	Pronosticado			
		Aerobios mesófilos		Porcentaje correcto	
		No aceptable	Aceptable		
<b>Paso 0</b>	<b>Aerobios mesófilos</b>	No aceptable	17	0	100,0
		Aceptable	3	0	0,0
	<b>Porcentaje global</b>				85,0

TABLA DE CLASIFICACIÓN PARA *E. coli* DE LOS FILETES DE CERDO

	Observado	Pronosticado			
		Aerobios mesófilos		Porcentaje correcto	
		No aceptable	Aceptable		
<b>Paso 0</b>	<b><i>E. coli</i></b>	No aceptable	17	0	100,0
		Aceptable	3	0	0,0
	<b>Porcentaje global</b>				85,0

La tabla 11. muestra que el T4(1,25%) y T5 (1,50%) es significativo respecto a la aceptabilidad mostrando que en los días 14 y 21 existió una reducción en el crecimiento microbiano presente en los días 0 y 7 para las variables de estudio.

Tabla 11.

*Crecimiento de Aerobios Mesófilos de los Filetes de Cerdo*

			Puntuación	gl	Sig.
Paso 0	Variables	Día_0	1,176	1	0,278
		Día_7	1,176	1	0,278
		Día_14	,131	1	0,718
		Día_21	3,268	1	0,071
		Tratamiento_1	0,882	1	0,348
		Tratamiento_2	0,882	1	0,348
		Tratamiento_3	0,882	1	0,348
		Tratamiento_4	4,804	1	0,028
		Tratamiento_5	0,392	1	0,031
		<i>CRECIMIENTO DE E. coli DE LOS FILETES DE CERDO</i>			
			Puntuación	gl	Sig.
Paso 0	Variables	Día_0	1,176	1	0,278
		Día_7	1,176	1	0,278
		Día_14	,131	1	0,718
		Día_21	3,268	1	0,071
		Tratamiento_1	0,882	1	0,348
		Tratamiento_2	0,882	1	0,348
		Tratamiento_3	0,882	1	0,348
		Tratamiento_4	0,392	1	0,031
		Tratamiento_5	4,804	1	0,028

El modelo de regresión logística binaria es significativo al experimento ( $p_{\text{valor}} < 0,05$ ) (Anexo 23) lo que significa que la regresión logística puede explicar el comportamiento de las variables en estudio, con un ajuste al 100%, es decir, los datos se acogen a la regresión logística binaria (Anexo 24).

La tabla 12. muestra que para la variable de aerobios mesófilos el T4 existe una posibilidad de que una muestra salga contaminada es de  $1/4,180 \times 10^{15}$  y T5 una probabilidad de  $1/71177445,818$ , indicando que mayor efecto producido en la conservación de los filetes de cerdo es el T4 seguido por el T5. Mientras que para la variable de *E. coli* señala que el T4 existe una posibilidad de que una muestra salga contaminada es de  $1/71177445,818$  y T5 una probabilidad de  $1/4,180 \times 10^{15}$ , indicando que mayor efecto producido en la conservación de los filetes de cerdo es el T5 seguido por el T4.

Tabla 12.

*Probabilidad de Muestras Contaminadas de Aerobios Mesófilos*

		Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
			Inferior	Superior
Paso 1 <sup>a</sup>	Día_0	,000	0,000	.
	Día_7	,000	0,000	.
	Día_14	,000	0,000	.
	Tratamiento_1	,000	0,000	.
	Tratamiento_2	,000	0,000	.
	Tratamiento_3	,000	0,000	.
	Tratamiento_4	4,180x10 <sup>15</sup>	0,000	.
	Tratamiento_5	71177445,818		
<i>PROBABILIDAD DE MUESTRAS CONTAMINADAS DE E. coli</i>				
		Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
			Inferior	Superior
Paso 1 <sup>a</sup>	Día_0	,000	0,000	.
	Día_7	,000	0,000	.
	Día_14	,000	0,000	.
	Tratamiento_1	,000	0,000	.
	Tratamiento_2	,000	0,000	.
	Tratamiento_3	,000	0,000	.
	Tratamiento_4	4,180x10 <sup>15</sup>	0,000	.
	Tratamiento_5	71177445,818		

Considerando los datos reportados en los análisis microbiológicos se detalla que, para la variable de Salmonella, fueron reportados todos como aceptables desde el día 0 al día 21 (Anexo 21). Pero para las variables de aerobios mesófilos y *E. coli*, desde el día 0 existió contaminación en los filetes de cerdos para todos los tratamientos, es decir, las carnes usadas para el experimento llegaron contaminadas antes de aplicar el recubrimiento de los compuestos fenólicos del melón amargo, como lo señala Altamirano y Chavarría (2019) la contaminación del cárnico inicia desde la matanza del animal, donde ciertos microorganismos traspasan la barrera intestinal. La canal preparada es proclive a nuevas contaminaciones por los utensilios utilizados en el proceso de despiece y evisceración. En el almacenamiento en frigorífico la contaminación se efectúa al estar en contacto con otras carnes en períodos de almacenaje en frío. La contaminación se sigue desarrollando en el proceso de transporte del producto cárnico a puntos de expendio si no se toman las medidas necesarias para la preservación del cárnico.

Sin embargo, se debe recalcar que para los tratamientos 4 y 5 hubo un efecto de las concentraciones aplicadas en los filetes de cerdo (1,25-1,5 %) mostrando que en los días de estudios fueron disminuyendo el crecimiento de aerobios mesófilos

y *E. coli*, considerando que existían las características idóneas (pH, acidez, humedad, temperatura) para el crecimiento y reproducción de los mismos.

Los días en el cual llegó al rango permisible por la normativa INEN 2346 (2016) (Aerobios mesófilos UFC\*/g  $1,0 \times 10^6$  y *E. coli*, UFC\*/g  $1,0 \times 10^2$ ) fueron el día 14 y 21 correspondientemente a los tratamientos (Tabla 13.). Esto debido la actividad antibacterial y antifúngica de los compuestos fenólicos basándose en la capacidad que tienen estos compuestos para inhibir el crecimiento, reproducción, respiración, y cualquier otra función vital de los microorganismos, esta acción la realizan mediante mecanismos como la oxidación de enzimas específicas, que van a inhibir alguna función vital, como la respiración, además los polifenoles se pueden unir a las cadenas de ADN interrumpiendo la reproducción o la síntesis de proteínas y elementos vitales para los microorganismos (Martín, 2018). La composición de melón amargo de cultivo, según Shu-Jin y Lean-Teik (2018) las hojas contienen una amplia variedad de compuestos fenólicos asegurando su alto poder antimicrobiano.

Tabla 13.

*Datos Reportados para los Tratamientos 4 y 5 Para las Variables en Estudio de los Filetes de Cerdo*  
**Aerobios Mesófilos**

Días	Tratamiento 4	Tratamiento 5
0	1,02E+09	5,38E+09
7	9,90E+07	1,02E+08
14	0,00E+00	9,60E+07
21	0,00E+00	1,00E+05
<b><i>E. coli</i></b>		
	Tratamiento 4	Tratamiento 5
0	6,78E+04	5,00E+02
7	8,60E+03	5,00E+02
14	7,80E+03	1,00E+02
21	1,00E+02	1,00E+02

Moreno et al. (2006) reportan el uso de extractos acuosos, metanólicos y etanólicos de *R. officinalis*, ricos en polifenoles para controlar el crecimiento de bacterias gram negativas (*Escherichia coli*, *Xanthomonas campestris* pv *campestris*, *Klebsiella pneumoniae* y *Proteus mirabilis*) bacterias grampositivas (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*) y hongos

(*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*, *Picchia pastoris*), encontrando buenos resultados contra los antes mencionados y demostrando que los extractos de etanol fueron efectivos contra todas las cepas bacterianas probadas.

### **4.3. EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS FILETES DE CERDO**

Para la determinación de la vida útil de los filetes de cerdo se tomaron los datos de los tratamientos 4 y 5 de las variables aerobios mesófilos y *E. coli* (Tabla 13.), debido a que estos eran los únicos en presentar efectos inhibidores en los días 14 y 21 de estudios (Anexo 25).

Para determinar la  $k$  y  $n$  (Anexo 26 y 27) de la ecuación de Labuza se realizó el gráfico respectivo para los tratamientos de la variable de aerobios mesófilos (Anexo 28 y anexo 29) teniendo un coeficiente de correlación del 0,84 para el T4 y 0,87 para el T5. Mientras que para la variable de *E. coli*, los datos del gráfico (Anexo 30 y 31) señalan que el coeficiente de correlación de T4 es de 0,85 y del T5 de 0,8.

Con la aplicación de la ecuación, se muestra en la tabla 14. los respectivos días de vida útil para los dos tratamientos en relación a la variable aerobios mesófilos con dos días de vida útil en el T4 (1,25%) y un día en T5 (1,50%). Mientras que para *E. coli*, da un día para el T5, para el T4 fue cero. En la cual, queda en evidencia que los filetes de carne de cerdo no tienen vida útil, debido a que desde el día cero los datos reportados mostraron la contaminación de los filetes.

Tabla 14.

Días de Vida Útil de los Filetes de Cerdo

Aerobios Mesófilos (log UFC/g)	Tratamiento 4	Tratamiento 5
A	Tiempo (días)	
	t	
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	1	0
4	1	1
5	2	1
6	2	1

Días de Vida Útil para *E. coli*

<i>E. coli</i> (log UFC/g)	Tratamiento 4	Tratamiento 5
A	Tiempo (días)	
	t	
0	0	0
0,5	0	0
1	0	0
1,5	0	1
2	0	1

Al igual que Román y Zambrano (2013) determinaron la vida útil con el uso de las variables microbiológicas en otro producto en el cual reportaron como tiempo de vida útil de 2 días, señalando que la tendencia al crecimiento fue muy alta, debido a que esta inicia con una elevada cantidad de microorganismos, alcanzando el límite máximo permitido en corto tiempo.

El propósito de la investigación fue ejecutado y analizado, pero no logrado, sin embargo, debe de considerar el efecto que se produjo en los tratamientos 4 y 5, el cual fue de inhibidor de las variables microbiológicas (aerobios mesófilos y *E. coli*), mostrando resultados positivos desde el día 14 y 21, es por ello que se considera de suma importancia analizar si existen diferencias significativas entre estos dos tratamientos.

Dentro de los datos obtenidos de la prueba estadística de T-student señala que no existe diferencia significativa entre los tratamientos 4 y 5 y en ninguna de las variables microbiológicas (Anexo 32), indicando que ambos tratamientos proporcionan el mismo tiempo de vida útil para los filetes de cerdo.

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- El método de extracción de maceración con ayuda del ultrasonido aplicado en hojas de melón amargo silvestre permitió obtener 268,09 mgGAE/mL de compuestos fenólicos.
- Los datos en las variables fisicoquímicas de los tratamientos señalaron que estuvieron dentro de los valores de las normas e investigaciones establecidas, para el análisis sensorial los catadores optaron por el T2 (dosis de compuestos fenólicos 0,75%), sin embargo, en los análisis microbiológicos los T4 (dosis 1,25%) y T5 (dosis 1,50%) tuvieron efectos positivos en los filetes de cerdo inhibiendo el crecimiento de las variables en estudios, siendo estos los mejores tratamientos.
- En el análisis de vida útil de los filetes de cerdo para los T4 (1,25%) y T5 (1,50%) demostró que los filetes de cerdo tienen pocos días de utilidad y mediante la prueba de T-student indicó que no existía diferencias entre estos dos tratamientos, es decir, se puede utilizar cualquiera de ellos para tener el mismo efecto dentro de las variables en estudio.
- Todas las dosis influyeron en las características fisicoquímicas de todos los tratamientos y en las características microbiológicas solo los T4(1,25%) y T5 (1,50%) quienes en el día 14 y 21 presentaron valores aceptables por la Normas INEN para carnes crudas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- En estudios posteriores, caracterizar los compuestos fenólicos presentes en *M. charantia* de variedad silvestre.

- Para la incorporación de los compuestos fenólicos en un recubrimiento en carne de cerdo, es idóneo asegurar que la carne sea certificada, es decir, que no exista contaminación de ningún tipo y poder ver la efectividad del recubrimiento.
- Es necesario analizar el comportamiento de los tratamientos T4 (1,25%) y T5 (1,50%) como el efecto de mortalidad de las variables microbiológicas presente en los filetes de cerdo, así se lograría otra perspectiva de los compuestos fenólicos del melón amargo.
- Utilizar técnicas de blanqueo en los extractos acuosos de las hojas de *M. charantia* para evitar la presencia de clorofila.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abascal, K. & Yarnell, E. (2015). Using Bitter Melon to Treat Diabetes. *Alternative and Complementary Therapies*, 11(4), 179–184. doi:10.1089/act.2005.11.179
- Altamirano, D. y Chavarría, M. (2019). Dosis de consorcio microbiano y grado de temperatura en la vida útil de una longaniza artesanal. (Tesis de Maestría). Espam. MFL. Calceta-Manabí <http://repositorio.espam.edu.ec/>
- Alvis, A., Romero, P., Granados, C., Torrenegra, M. y Castro, N. (2017). Evaluación del color y las propiedades texturales y sensoriales de la salchicha. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(1), 89-94. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0717-75182017000100012&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-75182017000100012&lng=es&nrm=iso)
- Apeleo, E. (2016). Antioxidantes naturales en la dieta de cordero para preservar las características físicas, químicas y sensoriales de su carne enriquecida en ácidos grasos omega 3 (tesis doctoral). Universidad Complutense, Madrid, España. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/46343/1/T39564.pdf>
- Aragundi, P. y Coronel, V. (2015). Proyecto de cultivo de plantas medicinales (*Momordica charantia*, achochilla), como mujeres macroagricultoras, con especial atención a la viabilidad financiera. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador.
- Arcos, E., Mora, L., Fandiño, L. y Rondón, I. (2015). Presencia de *Salmonella* spp. en carne porcina, plantas de beneficio y expendios de la ciudad de Lima. *Revista Orinoquia*, 17(1), 59-68. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/896/89629826007.pdf>
- Arguello, H., Carvajal, A., Collazos, J., García, C. & Rubio P. (2013). Prevalence and serovars of *Salmonella enterica* on pig carcasses, slaughtered pigs and the environment of four Spanish slaughterhouses. *Food Research International*, 45, 905–912. Doi: 10.1016/j.foodres.2011.04.017
- Auqui, S. (2014). Estrategias productivas y alimentarias para mejorar la calidad de la carne de Chato Murciano (tesis doctoral). Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Murcia, España. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=97081>
- Aymacaña, A. (2018). Caracterización bromatológica de la cáscara de aguacate (*Persea americana*) y posterior extracción e identificación de la fracción con mayor actividad antimicrobiana y antioxidante. Universidad Central del Ecuador-Quito. <http://www.dspace.uce.edu.ec/>

- Barrientos, I., Chamorro, I., Zambrano, C., Pérez, M., Gonzáles, N. y Carrascal, A. (2018). Presencia de metales pesados y calidad microbiológica de concentrados para la alimentación porcina en cuatro regiones colombianas. *Revista de Investigación Veterinaria*, 29(3), 774-481. Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v29n3/a08v29n3.pdf>
- Begoña, A., González, D., colina, Cl. y Sánchez., C. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, S.C. Hermosillo, México. 16, (1), 8-17. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864002.pdf>
- Berasain, M., Varela, D., Berasain, D., Domínguez, I. y Medina, D. (2015). Características químicas y sensoriales de la carne de cerdo, en función del consumo de dietas con ractopamina y diferentes concentraciones de lisina. *Mexicana de Ciencias pecuarias*, 3(4), 445-480. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/>
- Braun, R., Cervellini, J., Muñoz, M., Dalla, S., Pattaccini, S. y Scoles, G. (2016). pH de la carne de cerdo como consecuencia de efecto térmico del transporte en faena. Recuperado de: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/carne-cerdo-como-consecuencia-t39726.htm>
- Bravo, D. C., y Hidalgo, M, V. (2017). Efecto de dos conservantes orgánicos (ácidos cítrico y acético) en las características fisicoquímicas de las carnes crudas de res y cerdo. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1716/1/ULEAM-IAL-0021.pdf>
- Cápita, R., Llorente, S., Prieto, M., y Calleja, C. (2016). Microbiological profiles, pH, and titratable acidity of chorizo and salchichón (two Spanish dry fermented sausages) manufactured with ostrich, deer, or pork meat. *Journal of food protection*, 69(5), 1183-1189.
- Carguacundo, A. (2012). Estudio del Efecto de Diferentes Niveles de Carragenato en la Jugosidad de la Hamburguesa de Carne de Res (Bachelor's thesis).
- Castillo, B. y Díaz, A. (2020). Determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de extractos hidroalcohólicos de las hojas *Phyllanthus acidus* cultivada en Ecuador. Universidad de Guayaquil, facultad de ciencias químicas. <http://repositorio.ug.edu.ec/>
- Código Alimentario Español CAE. (2016). Principios generales, carne de cerdo. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1967-16485>
- Coma, J. (2013). Control de *Salmonella* en carne de porcino. Recuperado de: <https://www.portaveterinaria.com/porcino/articulos/2782/la-salmonelosis-porcina-y-su-importancia-en-la-cadena-de-produccion.html>

- Condori, A. (2019). Determinación de pH y acidez de la carne (tesis de pregrado). Facultad de Ingeniería de Procesos. Universidad Nacional de San Antonio del Cusco. Recuperado de: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3821>. Cusco, Perú.
- Conforme, G. G. (2019). Efecto del tiempo de escaldado y fajilla termoformable sobre el pardeamiento de salsa picante del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav) (Tesis de maestría). Recuperado de: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1067>, Manabí-Calaceta.
- Cuatin, L. y López, D. (2015). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de suero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica y organoléptica de uchuva (*Physalis peruviana* L.) (tesis de pregrado). Universidad de Nariño. Nariño-Colombia. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90641.pdf>
- Dave, A. y Ghaly, E. (2011). Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6 (4), 486-510. <https://thescpub.com/pdf/ajabssp.2011.486.510.pdf>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2018). El color de las carnes y aves. [https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/4ce35862-b3a7-4050-9140-48a296dfb88e/Color\\_Carnes\\_Aves.pdf?MOD=AJPERES](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/4ce35862-b3a7-4050-9140-48a296dfb88e/Color_Carnes_Aves.pdf?MOD=AJPERES)
- Fernández, D., Baños, S., Fernández, D., Ocampo, A., García, A. y Falcón, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24 (3), 52-57. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542015000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008)
- Fernández, D., Bautista, S., Fernández V., Ocampo, A., García, A. y Falcón, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 52-57. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S207100542015000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207100542015000300008)
- Fernández, P. (2018). pH en la carne. Recuperado de <https://www.eurovacas.com/blog/196-ph-carne.html#:~:text=El%20elevado%20pH%20est%C3%A1%20causado,l%C3%A1ctico%20post%20mortem%20es%20escasa>.
- Figuroa, J., Salcedo, J., Aguas, Y., Olivero, R. y Narváez, G. (2011). Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y

perspectiva, al uso del propóleo en su formulación. *Revista Colombiana de ciencia*, 3(2), 386-400. Recuperado de: <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/414/456>

Fu, B. y Labuza, T. (1997) Shelf-life testing: procedures and prediction methods. *Quality in Frozen Food*. Chapman & Hall. New York, USA. 377-415. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61049142008.pdf>

Garay, S. y Saldarriaga, S. (2015). Efecto del método de conservación en la vida útil de la carne vacuna y porcina (tesis de pregrado). ULEAM. Chone, Manabí. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1701/1/ULEAM-IAL-0007.pdf>

García, M. y Zambrano, J. (2016). Determinación de la capacidad antioxidante de extractos obtenidos de las hojas de mango (*Mangifera indica L.*) por diferentes métodos de extracción. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19468/1/BCIEQ-T-0192%20Zambrano%20Sanc%20a1n%20Jenny%20Lorayni%20Garc%20ada%20Aguila%20Mayra%20Alejandra.pdf>

García, R., Romero, M., Bastida, C. y Bautista, S. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. *Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(1), 30-35. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/>

González, M., Mesa, C. y Quintero, O. (2015). Estimación de la vida útil de almacenamiento de carne de res y de cerdo con distintos contenidos grasos. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 21(3), 201-210. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169833713005.pdf>

González, G., Pirovani, G., Piagentini, M., Ulín, A., Cruz, M., Osorio, R., Maldonado, E. y Hernandez, S. (2016). Cinética de cambios sensoriales y vida de anaquel de carambola mínimamente procesada. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(4), 393-402. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61049142008.pdf>

Grover, J. & Yadav, S. (2004). Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*: a review. *Journal of Ethnopharmacology*, 93(1), 123–132. doi: 10.1016/j.jep.2004.03.035

Gutiérrez, R. (2015). Calidad microbiológica de la carne de cerdo. Recuperado de: <http://148.206.53.233/tesiuami/UAMI16280.pdf>

Guzmán, E., García, G. y Barrios, D. (2018). Estudio exploratorio sobre la producción y comercialización de carne de cerdo en el Valle de Aburrá, Antioquia, *Revista de la facultad de Medicina veterinaria y de zootecnia*, 65(3), 220-234. doi: 10.15446/rfmvz.v65n3.76461

- Guzmán, L., Diofanor, A., Romero, L., y Estrada, E. (2015). Elaboración de una Película Comestible a Base de Colágeno Incorporado con Nisina como Agente Antimicrobiano. *Información Tecnológica*, 26 (3), 17-24, doi: 10.4067/S0718-07642015000300004
- Hernández, B., Sáenz, C. & Diñeiro, J. (2016). Color coordinates versus relative proportions of myoglobin redox forms in the description of fresh meat appearance. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 53-67. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-016-2394-6>
- Hidalgo, D. y Olmedo, M. 2017. Efectos de dos conservantes orgánicos (Ácido cítrico y acético en las características fisicoquímicas de las carnes crudas de res y cerdo (tesis de pregrado). ULEAM. Chone, Ecuador. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1716/1/ULEAM-IAL-0021.pdf>
- Igor, J. y Velasco, V. (2010). Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8(2), 47-58. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n2/v8n2a07.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 13. (2014). Determinación de acidez titulable. Recuperado de: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/13.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2346 (2016). Carne y menudencias comestibles de animales de abasto. Requisitos. Recuperado de: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2346-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2346-2.pdf)
- Iriarte, M. y Romero, G. (2016). Efecto del tiempo de almacenamiento a -18°C sobre las características bacteriológicas y físico-químicas de filetes de pez volador (*Dactylopterus volitans*). *Revista científica Maracaibo*, 16(2). <http://ve.scielo.org/>
- Jing, S. y Teik, L. (2008). Actividades de eliminación de antioxidantes y radicales libres del melón amargo salvaje (*Momordica charantia* Linnvar), Taiwán.
- Kuskoski, M., Asueroro, G., Troncoso, M., García, C., Parilla, M. y Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Revista de ciencia tecnología y alimento*, 25(4), 691-693. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>
- Laboratorio farmacéutico ACOFARMA. (2010). Ficha de información técnica. Acofarma distribución, S.A. Recuperado de: <https://www.sefh.es/fichadjuntos/Fenol.pdf>

- Lara, M. (2018). Uso de plantas medicinales como tranquilizante en la parroquia Marcos Espinel del Cantón Santiago de Pillaro. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/>
- Leal, G. (2013). Marcadores moleculares asociados a la capacidad de retención de agua (CRA) en carne de cebú (*bos primigenius indicus*) y sus cruces (tesis de posgrado). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/39445/1/07780269.2013.pdf>
- León, M., Orduz, A. y Velandia, M. (2017). Composición físico-química de la carne de oveja, pollo, res y cerdo. *Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15(2), 62-75. [http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/2969](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/2969)
- León, M., Orduz, A. y Velandia, M. (2017). Composición fisicoquímica de la carne de ovejo, pollo, res y cerdo. *Ciencia y tecnología alimentaria*, 15 (2), 62–75. <https://doi.org/10.24054/16927125.v2.n2.2017.2969>
- Lim, T. K. (2015). *Momordica charantia*. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants, 331–368. doi:10.1007/978-94-007-1764-0\_47
- Loza, R. S., y Quisbert, V. C. (2020). Determinación de la rancidez en aceites usados en el proceso de frituras en establecimientos de expendio de comida rápida. *Revista Con-ciencia*. 8(2), [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2310-02652020000200009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2310-02652020000200009&script=sci_arttext)
- Mancini, R. A., y Hunt, M. (2015). Current research in meat color. *Meat science*, 71(1), 100-121.
- Martín, D. (2018). Los compuestos fenólicos: un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 81-104. <https://doi.org/10.22490/21456453.1968>
- Martínez, P. (2015). Calidad microbiológica de la carne en plantas de beneficio. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 13(1), 72-80. Recuperado de: [http://revistas.unipamplona.edu.co/os\\_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/1648](http://revistas.unipamplona.edu.co/os_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/1648)
- Mejía, S. y Alcívar S. (2015). Efecto del método de conservación en la vida útil de la carne vacuna y porcino (Tesis de grado). Facultad de Ingeniería en alimentos, Universidad Laica Eloy Alfaro. Recuperado de: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1701/1/ULEAM-IAL-0007.pdf>

- Molina, D., Vargas, M., Ortega, R. y Piñeros, Y. (2018). Extracción y encapsulación de compuestos fenólicos provenientes de cascarilla de arroz, *Colombiana y Ciencia Química Farmacéutica*, 47(3), 410-423. Doi=10.15446%2Frcciquifa.v47n3.77373
- Mora, L. (2020). Recubrimientos a partir del tomate mejoran conservación de la carne de cerdo. Recuperado de: <https://www.lavanguardia.com/vida/20200529/481443311184/recubrimiento-s-a-partir-del-tomate-mejoran-conservacion-de-la-carne-de-cerdo.html>
- Moreno, S., Scheyer, T., Romano, C. S., & Vojnov, A. A. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free radical research*, 40(2), 223-231.
- Morón, O. y Zamorano, L. (2014). Pérdida de goteo en carne cruda de animales. *Revista Científica*, 15(1), 15-23. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/959/9591219006.pdf>
- Moronkola, D., Ogunwande, I., Oyewole, I., Başer, K., Ozek, T., & Ozek, G. (2009). Studies on the Volatile Oils of *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae) and *Phyllanthus niruri*. et Thonn (Euphorbiaceae). *Journal of Essential Oil Research*, 21(5), 393–399. doi:10.1080/10412905.2009.9700201
- Muñoz, A., Ramos, F., Alvarado, C., Ureta, O. y Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 73(3), 142-149. <https://www.redalyc.org/pdf/3719/371937606003.pdf>
- Nalan G. (2015). Descriptive Method for Sensory Evaluation of Mussels. *Lebenson Wiss Technol*, 35:563-567.
- Navarro, I., Periago, J. y García, F. (2018). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(4), 320-326. <http://dx.doi.org/10.14306/renhyd.21.4.357>
- Oliveros, R. (2015). Características microbiológicas de la carne. Recuperado de: <http://microbiologiadelascarnes.blogspot.com>.
- Orozco, H. (2014). Formulación, elaboración y control de calidad de hamburguesas con carne de res y cerdo deshidratada y determinación de las instrucciones para su rehidratación y uso (tesis de pregrado). ESPOCH. Riobamba, Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3086/1/56T00423.pdf>
- Ospina, S., Restrepo, D. y López, J. (2015). Caracterización Microbiológica y Bromatológica de Hamburguesas Bajas en Grasa con Adición de Fibra de

Banano Verde Integro. *Revista facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 5993-6005, <https://www.redalyc.org/pdf/1799/pdf>

- Palomo, A. (2017). Calidad de la carne de porcino: valor nutritivo y factores nutricionales de influencia. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Industria-Carnica/Articulos/194351-Calidad-de-la-carne-de-porcino-valor-nutritivo-y-factores-nutricionales-de-influencia.html>
- Pascual, T. (2015). Las propiedades nutricionales de la carne de cerdo. Recuperado de: <https://www.institutotomaspascualsanz.com/>
- Pérez, D., Venegas, O. y Núñez, M. (2014). Determinación de la humedad en carnes y productos cárnicos. *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 37-40.
- Pérez, H., Alquicira, E., Bravo, S y Legarreta, I. (2015). Conservación de la carne fresca de cerdo por fermentación láctica: efecto sobre el color, textura y la formación de los ácidos grasos libres. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 8(1), 73-80. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/620/62010209.pdf>
- Quiñonez, M., Miguel, M. y Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el Sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*. (27)1, <https://scielo.isciii.es/>
- Ramos, M., Romera, C. y Batista, S. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(1), 31-44. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/813/81355612003/81355612003.pdf>. Estado de Morelo-México.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice, S. y Evans, C. (1999). Actividad antioxidante aplicando un ensayo mejorado de decoloración de cationes radicales ABTS. *Revista Society for redox biology and medicine*, 21(10), 1231-1237.
- Ringuelet, J. y Sonia, V. (2015). *Productos Naturales Vegetales*. Buenos Aires. Editorial de la Universidad de la Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/27885>
- Rivas, C., Oranday, M. y Verde, M. (2016). Investigación en plantas de importancia médica. *OmniaScience* (pág. 43). Doi: <http://dx.doi.org/10.3926/oms.313>
- Rivera, L. (2019). Conservación de la carne de cerdo. Recuperado de <https://comemascarnedecerdo.com/>
- Rodríguez, E. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo*, 7(1), doi:1665-0441

- Ruiz, D. (2015). La calidad de la carne en porcino. *Revista Tecnología de Alimentos*, 15(2), 32-48. <http://revistas.unipamplona.edu.co/>
- Saltos, K. y Véliz, L. (2019). Extracción de compuestos fenólicos de cascara, pulpa, y semilla de guanábana (*Annona muricata*) aplicadas en un recubrimiento para conservar banano mínimamente procesado (Tesis de pregrado). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta-Manabí. <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1950/1/ULEAM-AGROIN-0039.pdf>
- San Román, D. (2015). Características físicas de la carne natural. Recuperado de <https://www.arp.org.py/images/files/>
- Sánchez, I. y Albarracín, W. (2010). Análisis sensorial en carne. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(2), 227-239. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023450012.pdf>
- Sánchez, L., Vargas, M., González, C., Cháfer, M. y Chiralt, A. (2018). Incorporación de productos naturales en recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: [https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicacionesonline/2019/eventosseae/cds/congresos/actasbullas/seae\\_bullas/verd/posters/5%20P.%20CALIDAD/calidad3.pdf](https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicacionesonline/2019/eventosseae/cds/congresos/actasbullas/seae_bullas/verd/posters/5%20P.%20CALIDAD/calidad3.pdf)
- Sánchez, S. (2015). Aspectos clínicos y patogénicos de infecciones por *Escherichia coli*. *Revista de Microbiología*, 28(6), 370-374. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-aspectos-clinicos-patogenicos-las-infecciones-S0213005X0900368>
- Santacruz, S., Rivadeneira, C. y Castro, M. 2015. Edible films based on starch and chitosan. Effect of starch source and concentration, plasticizer, surfactant's hydrophobic tail and mechanical treatment. *Food Hydrocolloids*. 49 (1) p.89-94. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.03.019>
- Schmidt, H, Bittner, S., Vinagre, J., Wittig, E. Avedaño, S., Méndez, M. y Castro, E. (1984). Carne y productos cárnicos, su tecnología y análisis. Fundación Chile. Ed. 1º, N° 59.664. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121407/schmidth05.pdf>
- Semeniuk, L. V., Bela, A. J., Vonka, C. A., Romero, M. C., y Nuñez, M. B. (2018). Composición fitoquímica y nutricional de *Momordica Charantia* y actividad antioxidante. Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional del Chaco Austral, 34(1). <https://ri.conicet.gov.ar/>
- Sepúlveda, C., Ciro, G. y Zapata, M. (2016). Extracción de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de hojas de Achiote (*Bixa orellana* L.). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 21(2). <http://scielo.sld.cu/>

- Shu-Jin. W, & Lean-Teik, N. (2018). Antioxidant and free radical scavenging activities of wild bitter melon (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* Ser.) in Taiwan. *Food Science and Technology*, 41(2), 323–330. doi:10.1016/j.lwt.2007.03.003
- Simón, P. (2018). Vida útil en frescas, carnes picadas y preparados cárnicos. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6560886>
- Singleton, D., Mahmood, A., Bela, C., Vonka, J., Semeniuk, B., y Ngah, O. M. (1999). Componente fitoquímico y actividades antioxidantes en la flor musa x paradisiaca. *European journal of Scientific Reseaech*. 66 (2): 312-313.
- Suárez, H., Restrepo, D. y Carrasquilla, L. (2013). Influencia de especias naturales en la vida útil y aceptación sensorial de la salchicha. *Revista de la Facultad de Agronomía de Medellín*, 64(1), 600-613. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a23v64n01.pdf>
- Tan, S., Kha, T., Parks, S. & Roach, D. (2015). Bitter melon (*Momordica charantia* L.) bioactive composition and health benefits: A review. *Food Reviews International*, 32(2), 181-202. doi:10.1080/87559129.2015.1057843
- Tao, M., Jahan, M., Hou, K., Shu, S., Wang, Y., Sun, J. & Guo, S.-R. (2020). Bitter Melon (*Momordica charantia* L.) Rootstock Improves the Heat Tolerance of Cucumber by Regulating Photosynthetic and Antioxidant Defense Pathways. *Plants*, 9(6), 692. doi:10.3390/plants9060692
- Tapia, N., Pérez, C., Guerrero, A., Quintanar, A., García, E. y Cruz, F. (2016). Histoquímica, contenido de fenoles totales y actividad antioxidante de hoja y de madera de *Litsea glaucescens* Kunth (Lauraceae). *Madera y bosques*, 20(3). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-047120140003011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-047120140003011)
- Tirado, D., Montero, P. y Acevedo, D. (2015). Estudios de métodos para la determinación de la humedad. *Revista de Información Tecnológica*, 26(2), 3-10. Recuperado de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-07642015000200002&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-07642015000200002&lng=es&nrm=iso)
- Toldrá, F. & Flores, M. (2016). The use of muscle enzymes as predictors of pork meat quality. *Food Chemistry*, 69(4), 387–395. doi:10.1016/s0308-8146(00)00052-2
- Tumini, M., Russi, N. y Carranza, A. (2019). Efecto de la suplementación con probiótico sobre la consistencia de la materia fecal de lechones lactantes desafiados con *Escherichia coli* enterotoxigénica. Recuperado de: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/efecto-suplementacion-probiotico-sobre-t43586.htm>

- Universidad Técnica de Ambato UTA. (2015). Alimentos ciencia e ingeniería. Revista de la facultad de ciencia e ingeniería en alimentos, 23(2), 5-12. Recuperado de: UTA.com
- Universidad Zaragoza. (2016). Determinación de humedad en alimentos. Facultad de Ciencia y tecnología de los alimentos. Recuperado de: [https://ppcta.unizar.es/sites/ppcta.unizar.es/files/users/ARCHIVOS/Videos\\_yotros/Documentos/PRACTICAS\\_ANALISIS/practica\\_1\\_humedad.pdf](https://ppcta.unizar.es/sites/ppcta.unizar.es/files/users/ARCHIVOS/Videos_yotros/Documentos/PRACTICAS_ANALISIS/practica_1_humedad.pdf). España, Madrid.
- Universo Porcino. (2016). Calidad de la carne de cerdo. Recuperado de: [http://www.acporcinos.com.ar/articulos/carne\\_porcina\\_calidad\\_de\\_la\\_carne\\_de\\_cerdo.html](http://www.acporcinos.com.ar/articulos/carne_porcina_calidad_de_la_carne_de_cerdo.html)
- Valencia, E., Figueroa, I., Martínez, E., Bartolomé, M., Martínez, E. y García, M. (2016). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. Facultad de Químico-Farmacobiología, 16(1). <http://dspace.ucuenca.edu.ec/>
- Valenzuela, C. y 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. *Chilena Nutrición*, 43(2.). <https://scielo.conicyt.cl/>
- Varela, Z., Lavalle, L. y Estrada, D. (2016). Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: una mirada en Colombia. Revista salud Uninorte. 32(1), 105-122. <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v32n1/v32n1a10.pdf>
- Velásquez, L., Siche, R. y Castro, W. (2015). Evaluación del marmoleado de carne porcina (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
- Venegas, O. y Pérez D. (2010). Determinación de rancidez en carne. *Ciencia y Tecnología de alimentos*, 19(1), 100-115. <https://www.academia.edu/>
- Vera, A. y Manzaba, M. (2019). Efecto de la relación pulpa - mucílago de melón amargo (*Momordica charantia*) en la concentración final de una leche fermentada (tesis de pregrado). ESPAM MFL. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/948/1/TTAI13.pdf>
- Verhelst, S. (2015). Calidad microbiana de la carne porcina. Recuperado de: <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/10%20carnes%20rojas.pdf>
- Villarino, A. (2014). Carne de cerdo y alimentación saludable (tesis doctoral). Universidad Complutense, Madrid, España. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/>
- Virdi, J; Sivakami, S; Shahani, S; Suthar, A; Banavalikar, M. & Biyani, M. (2013). Antihyperglycemic effects of three extracts from *Momordica charantia*. *Journal of Ethnopharmacology*.107(88). doi:10.1016/S0378-8741(03)00184-3

# **ANEXOS**

**ANEXO 1. Sacrificio del porcino en el camal del Cantón Bolívar****ANEXO 2. Obtención de la carne de cerdo****ANEXO 3. Filetes de cerdo con peso de 200g**

**ANEXO 4.** Hojas de Melón amargo en los laboratorios de bromatología**ANEXO 5.** Extracción de compuesto fenólicos del melón amargo**ANEXO 6.** Los filetes de carne de cerdo después de la inmersión en el recubrimiento.

## ANEXO 7. Codificación de variables dependiente aerobios mesófilos *E. coli* y *Salmonella*

Valor original	Valor interno
No aceptable	0
Aceptable	1

## ANEXO 8. Análisis sensorial a catadores no entrenados.



## ANEXO 9. Ficha sensorial prueba afectiva con escalas hedónicas.



**ESPAMMFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Dirección de  
POSGRADO Y  
EDUCACIÓN CONTINUA



Frente a usted se encuentran cinco muestras de filetes de carne de cerdo con recubrimiento de compuestos fenólicos de melón amargo (*Momordica charantia*), presentados para su observación. Dentro de la ficha técnica marque con una X de acuerdo a su criterio para cada aspecto (color y textura) de la carne.

COLOR					
ESCALAS:	TRATAMIENTOS:				
	T1	T2	T3	T4	T5
Me gusta mucho					
Me gusta					
Me gusta ligeramente					
Indiferente					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta					
Me disgusta mucho					

TEXTURA					
ESCALAS:	TRATAMIENTOS:				
	T1	T2	T3	T4	T5
Me gusta mucho					
Me gusta					
Me gusta ligeramente					
Indiferente					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta					
Me disgusta mucho					

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS

**ANEXO 10.** Certificado de resultados realizados en los laboratorios de investigación en la ULEAM Manta.

*Lab. De Investigación*



**Uleam**  
UNIVERSIDAD DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 31 de marzo del 2021

**A Quien Corresponda**

Ciudad. -

**CERTIFICO:** Que los análisis presentados en este informe corresponden a las Srtas. Vera Saltos Andrea Patrieña C.I. 131557843-3 y Manzaba Intriago María Rosa C.I. 135065241-6, Estudiantes de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL). Los análisis fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: (Cuantificación de fenoles Totales y Capacidad Antioxidante en muestras de extracto de Melón amargo), dichos análisis corresponden al proyecto "EFECTO DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS DE MELÓN AMARGO SILVESTRE (*Momordica charantia*) EN UN RECUBRIMIENTO PARA LA CONSERVACIÓN DE FILETES DE CERDO".

FENOLES TOTALES (mgGAE/mL)				
Tratamientos	R1	R2	R3	Método de Ensayo
EXTRACTO	269,47	265,02	269,80	Singleton et al. (1999)

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TEAC(µM/g)				
Tratamientos	R1	R2	R3	Método de Ensayo
EXTRACTO	8,7512	9,4091	8,2543	Kuskoski et al. (2004)

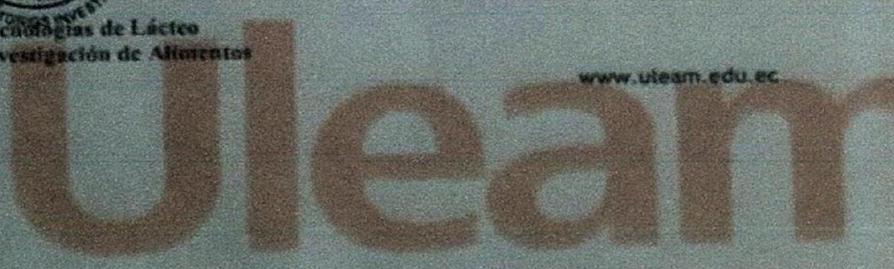
Atentamente,



Ing. Marlon Castro Garcia  
Téc. Responsable de Lab. De Tecnologías de Lácteos  
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos



www.uleam.edu.ec



## ANEXO 11. Certificado de resultados fisicoquímicos

 <b>ESPAMMFL</b> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LOPEZ	
<b>LABORATORIO DE ÁREA AGROINDUSTRIAL</b>	
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	
<b>Nombre de estudiantes:</b>	Andrea Patricia Vera Saltos María Rosa Manzaba Intriago
<b>Dirección:</b>	Calceta
<b>Fecha de elaboración de muestras:</b>	12/04/2021
<b>Fecha de recepción de muestras:</b>	12/04/2021
<b>Fecha de realización de ensayo:</b>	12/04/2021 – 19/04/2021- 26/04/2021 y 3/05/2021
<b>Muestras enviadas:</b>	20
<b>Identificación de la muestra:</b>	Efecto de los compuestos fenólicos del melón amargo silvestre ( <i>Momordica charantia</i> ) en un recubrimiento para la conservación de filetes de cerdo.
<b>Laboratorio responsable:</b>	Laboratorio de Bromatología
<b>Ensayos requeridos:</b>	Humedad, Acidez, pH, Rancidez y pérdida de peso.
<b>Técnicos que realizaron los análisis:</b>	Ing. Jorge Teca D. – Ing. Eudaldo Loor M.

Muestras	Humedad %	Acidez %	pH	Rancidez	Pérdida de peso (g)
T1 día 0	73,47	0,10	5,47	Negativo	103,1
T2 día 0	72,90	0,09	5,11	Negativo	103,12
T3 día 0	73,24	0,09	5,21	Negativo	104,06
T4 día 0	75,40	0,09	5,29	Negativo	103,69
T5 día 0	74,48	0,09	5,26	Negativo	104,12
T1 día 7	72,27	0,10	5,52	Negativo	102,44
T2 día 7	72,01	0,09	5,58	Negativo	103,25
T3 día 7	71,00	0,10	5,67	Negativo	103,25
T4 día 7	73,12	0,09	5,66	Negativo	102,82
T5 día 7	73,93	0,09	5,64	Negativo	103,22
T1 día 14	70,41	0,10	5,68	Negativo	101,75
T2 día 14	71,76	0,10	5,58	Negativo	101,71
T3 día 14	69,72	0,10	5,68	Negativo	102,85
T4 día 14	72,89	0,09	5,68	Negativo	101,98
T5 día 14	73,01	0,09	5,70	Negativo	102,74
T1 día 21	70,18	0,11	5,68	Negativo	101,25
T2 día 21	71,74	0,11	5,68	Negativo	101,31

T3 día 21	69,72	0,10	5,70	Negativo	102,49
T4 día 21	72,67	0,10	5,84	Negativo	101,98
T5 día 21	72,77	0,10	5,71	Negativo	102,29

  
**Ing. Jorge Teca D.**  
**ANALISTA DEL LABORATORIO**



**ANEXO 12.** Análisis de normalidad para las variables de estudio

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
pH	0,825	20	0,002
Acidez	0,773	20	0,000
Humedad	0,962	20	0,576
Pérdida de peso	0,972	20	0,042

**ANEXO 13.** ADEVA para la variable de humedad

Origen	gl	Tipo III de suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregido	19	45,250			
Tratamientos	4	21,988	5,497	17,731	0,000056
Días	3	19,542	6,514	21,012	0,000046
Error	12	3,720	0,310		
Total	20	104690,848			

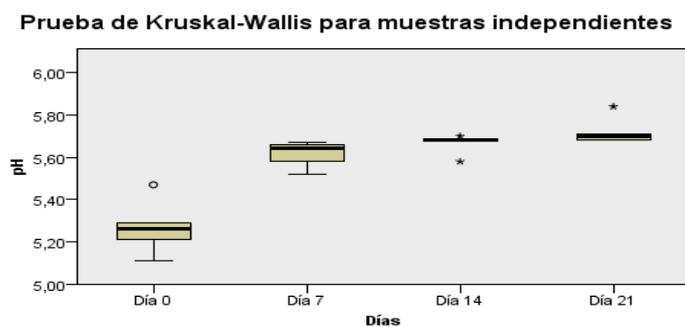
**ANEXO 14.** Prueba no paramétrica para los tratamientos

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,786	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,165	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de pérdida de peso es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,981	Retener la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.				

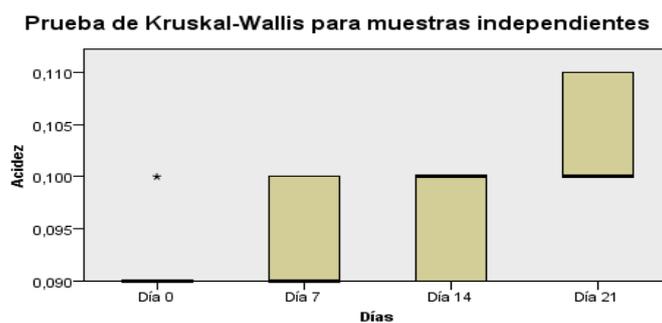
**ANEXO 15.** Prueba no paramétrica para los Días (bloques)

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Días.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,001	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Días.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,034	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de pérdida de peso es la misma entre las categorías de Días.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,005	Rechaza la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.				

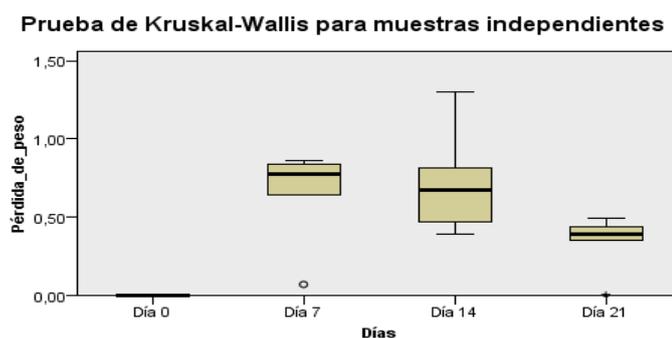
### ANEXO 16. Distribución de los pH en los días de estudio



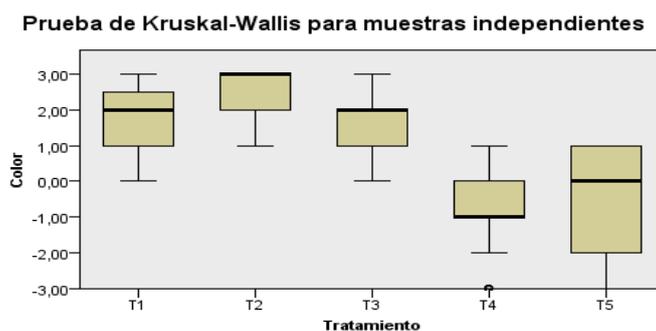
### ANEXO 17. Distribución de la acidez en los días de estudio



### ANEXO 18. Distribución de la pérdida de peso en los días de estudio

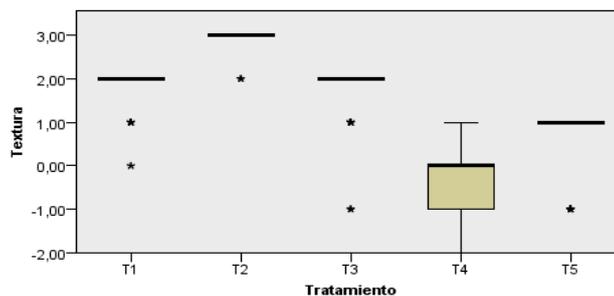


### ANEXO 19. Distribución de los tratamientos en función del color



## ANEXO 20. Distribución de los tratamientos en función de la textura

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



## ANEXO 21. Resultados de análisis microbiológicos

### 21-A Análisis efectuado el día 0

  						
<b>REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN TESIS</b>						
ESTUDIANTES:	Vera Saltos Andrea Patricia Manzaba Intriago María Rosa	C.I:	1315568433 1350652416			
DIRECCIÓN:	Calceta- Las Villas	N° DE ANÁLISIS	018			
TELÉFONO:	0982688806 0981754662	CORREO	Andrea_vera@espam.edu.ec María_manzaba@espam.edu.ec			
NOMBRE DE LA MUESTRA:	Filete de cerdo	FECHA DE RECIBIDO Y ANÁLISIS	12-abril-2021			
CANTIDAD RECIBIDA:	1000g	FECHA DE MUESTREO	13-abril-2021			
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	FECHA DE REPORTE	15-abril-2021			

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 1	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	638,0x10 <sup>5</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	94,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACERTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 2	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	486,0x10 <sup>5</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	326,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

## 21-B Análisis efectuado el día 7



Laboratorio  
de  
Microbiología



**ESPAM MFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LOPEZ



Laboratorio  
de  
Microbiología

### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN TESIS

<b>ESTUDIANTES:</b>	Vera Saltos Andrea Patricia Manzaba Intriago María Rosa	<b>C.I.:</b>	1315568433 1350652416
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calceta- Las Villas	<b>Nº DE ANÁLISIS</b>	021
<b>TELÉFONO:</b>	0982688806 0981754662	<b>CORREO</b>	Andrea_vera@espam.edu.ec María_manzaba@espam.edu.ec
<b>NOMBRE DE LA MUESTRA:</b>	Filete de cerdo	<b>FECHA DE RECIBIDO Y ANÁLISIS</b>	19-abril-2021
<b>CANTIDAD RECIBIDA:</b>	1000g	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	20-abril-2021
<b>OBJETIVO DEL MUESTREO:</b>	Control de calidad	<b>FECHA DE REPORTE</b>	21-abril-2021

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 1	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	116,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	11,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	---	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 2	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	130,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	48,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	---	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL  
Correo: labmicrobiologiamv@espam.edu.ec

## 21-B Análisis efectuado el día 7



Laboratorio  
de  
Microbiología



**ESPAM MFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Laboratorio  
de  
Microbiología

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 3	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	129,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	86,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 4	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	99,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	86,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 5	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	102,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	5,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

## 21-C Análisis efectuado el día 14



Laboratorio  
de  
Microbiología



**ESPAMMFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FELIX LOPEZ



Laboratorio  
de  
Microbiología

### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN TESIS

ESTUDIANTES:	Vera Saltos Andrea Patricia Manzaba Intriago María Rosa	C.I:	1315568433 1350652416
DIRECCIÓN:	Calceta- Las Villas	Nº DE ANÁLISIS	027
TELÉFONO:	0982688806 0981754662	CORREO	Andrea_vera@espam.edu.ec María_manzaba@espam.edu.ec
NOMBRE DE LA MUESTRA:	Filete de cerdo	FECHA DE RECIBIDO Y ANÁLISIS	26-abril-2021
CANTIDAD RECIBIDA:	1004g	FECHA DE MUESTREO	27-abril-2021
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	FECHA DE REPORTE	28-abril-2021

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 1.	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	109,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	10,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	---	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 2	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	120,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	46,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	---	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL  
Correo: labmicrobiologiamv@espam.edu.ec

## 21-C Análisis efectuado el día 14



Laboratorio  
de  
Microbiología



**ESPAM MFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LOPEZ



Laboratorio  
de  
Microbiología

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 3	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	109,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	14,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	---	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 4	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	0,0x10 <sup>6</sup>	Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	78,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	---	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 5	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	96,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	1,0x10 <sup>2</sup>	Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	---	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

## 21-D Análisis efectuado el día 21



Laboratorio  
de  
Microbiología



**ESPAM MFL**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Laboratorio  
de  
Microbiología

### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN TESIS

ESTUDIANTES:	Vera Saltos Andrea Patricia Manzaba Intriago María Rosa	C.I:	1315568433 1350652416
DIRECCIÓN:	Calceta- Las Villas	Nº DE ANÁLISIS	030
TELÉFONO:	0982688806 0981754662	CORREO	Andrea_vera@espam.edu.ec María_manzaba@espam.edu.ec
NOMBRE DE LA MUESTRA:	Filete de cerdo	FECHA DE RECIBIDO Y ANÁLISIS	03/05/2021
CANTIDAD RECIBIDA:	980g	FECHA DE MUESTREO	04/05/2021
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	FECHA DE REPORTE	05/05/2021

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 1*	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	43,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	8,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 2	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	48,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de <i>E. coli</i> , UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	25,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de <i>Salmonella</i> ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL  
Correo: labmicrobiologiamv@espam.edu.ec

## 21-D Análisis efectuado el día 21



Laboratorio  
de  
Microbiología



**ESPAMMFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Laboratorio  
de  
Microbiología

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 3	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	39,0x10 <sup>6</sup>	No Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de E. coli, UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	6,0x10 <sup>2</sup>	No Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de Salmonella ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 4	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	0,0x10 <sup>6</sup>	Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de E. coli, UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	1,0x10 <sup>2</sup>	Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de Salmonella ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS		MÉTODO DE ENSAYO
Tratamiento 5	Determinación de Aerobios Mesófilos UFC*/g	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	1,0x10 <sup>5</sup>	Aceptable	NTE INEN 766
	Determinación de E. coli, UFC*/g	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	1,0x10 <sup>2</sup>	Aceptable	NTE INEN-ISO 16649-2
	Determinación de Salmonella ssp./25 g	Ausencia	----	Ausencia	Aceptable	NTE INEN-ISO 6579



Laboratorio  
de  
Microbiología



**ESPAMMFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Laboratorio  
de  
Microbiología

## OBSERVACIÓN:

- El laboratorio no se responsabiliza por la toma y traslado de las muestras
- Resultados válidos únicamente para las muestras analizadas, no es aceptable para otros productos de la misma precedencia.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



Dr. Johnny Navarrete Alava MPA  
COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA

**ANEXO 22.** Significancia del reparto para aerobios mesófilos y *E. coli*

		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 0	Constante	-1,735	,626	7,673	1	,006	,176

**ANEXO 23.** Modelo de regresión logística binaria para aerobios mesófilos y *E. coli*

		Chi-cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	16,908	7	,018
	Bloque	16,908	7	,018
	Modelo	16,908	7	,018

**ANEXO 24.** Resumen del modelo para aerobios mesófilos y *E. coli*

Paso	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	,000 <sup>a</sup>	,571	1,000

**ANEXO 25.** Datos en base de log para los tratamientos 4 y 5 para las variables en estudio*Aerobios Mesófilos*

Días	Tratamiento 4	Tratamiento 5
0	9,008600172	9,730782276
7	7,995635195	8,008600172
14	9,008600172	7,982271233
21	7,995635195	5

*E. coli*

Días	Tratamiento 4	Tratamiento 5
0	4,831229694	2,698970004
7	3,934498451	2,698970004
14	3,892094603	2
21	2	2

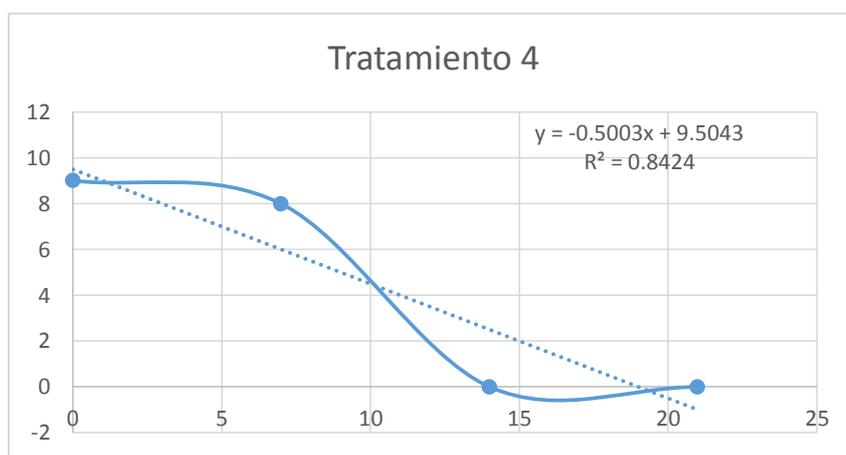
**ANEXO 26.** Constante y Orden de reacción para la ecuación de Labuza para Aerobios Mesófilos

	Constante K	Orden de reacción n
Tratamiento 4	9,5043	-0,5003
Tratamiento 5	9,8132	-0,2031

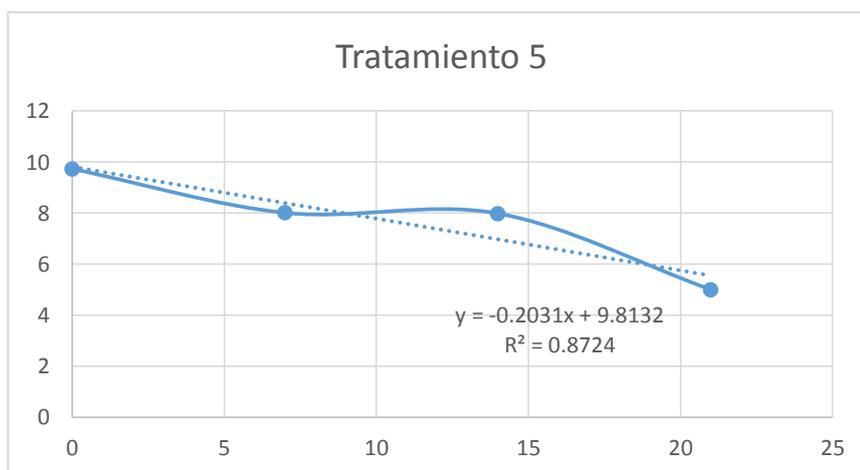
**ANEXO 27.** Constante y Orden de reacción para la ecuación de Labuza para *E. coli*

	Constante	Orden de reacción
	K	n
Tratamiento 4	4,9449	-0,1219
Tratamiento 5	2,7689	-0,0399

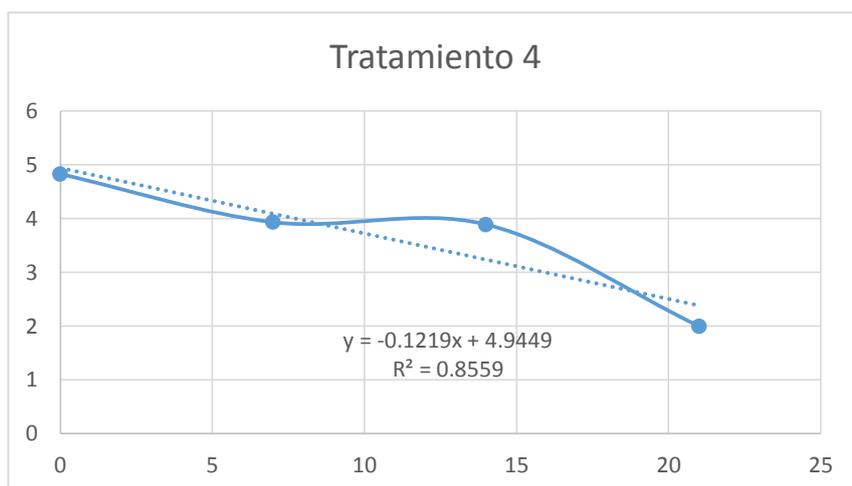
**ANEXO 28.** Distribución de los datos en base de log para el tratamiento 4 de Aerobios Mesófilos



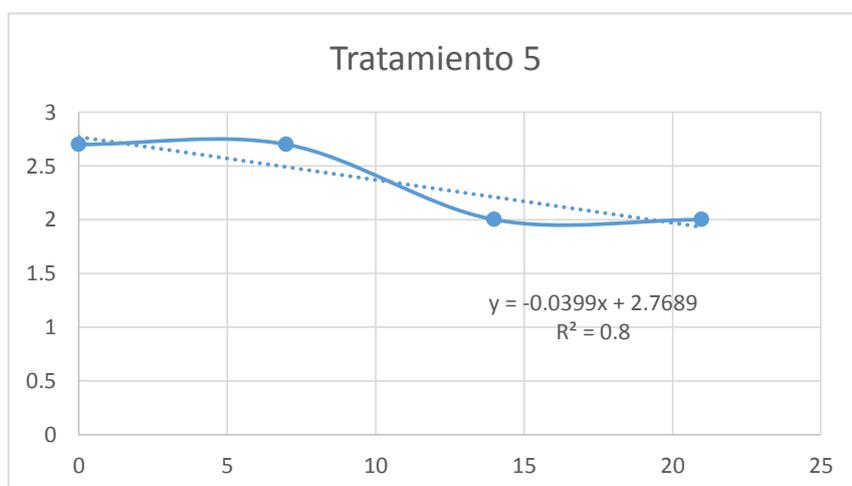
**ANEXO 29.** Distribución de los datos en base de log para el tratamiento 5 de Aerobios Mesófilos



**ANEXO 30.** Distribución de los datos en base de log para el tratamiento 4 de *E. coli*



**ANEXO 31.** Distribución de los datos en base de log para los tratamientos 5 de *E. coli*



**ANEXO 32. Prueba T-student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para aerobios mesófilos**

	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Media	8,502117683	7,68041342
Varianza	0,513049022	3,86248441
Observaciones	2	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	0,743282766	
P(T<=t) una cola	0,24929758	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,49859516	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

*PRUEBA T PARA DOS MUESTRAS SUPONIENDO VARIANZAS DESIGUALES PARA LA VARIABLE DE E. COLI*

	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Media	3,664455687	2,349485002
Varianza	1,418838963	0,162853022
Observaciones	4	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	2,091149632	
P(T<=t) una cola	0,052347303	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,104694607	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	