

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN  
DE EXTRACTO DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.) EN  
LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*)**

**Autora:**

Bach. Lady Rosa Vasquez Santillán

**Asesor:**

Mg. Lenin Quiñones Huatangari

**Coasesor:**

Ms. César Rafael Balcázar Zumaeta

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a la memoria de mi padre Clodomiro Santillán Santillán, quien es mi ángel, mi inspiración y mi fortaleza para seguir cada día con perseverancia y fe, cumpliendo cada meta trazada sin desfallecer. En nombre a cada una de las cosas que me inculco desde pequeña con amor, confianza y apoyo incondicional permitiéndome culminar mi carrera profesional con éxito.

Todo este esfuerzo también está dedicado a mi madre Luz Esther Santillán Servan por ser mi soporte, mi guía y por su dedicación completa durante todos estos años y a mis hermanos Victoria, Frank, Andrea y Eldimari quienes son mi aliento y mi fuerza para seguir adelante.

Lady Rosa Vasquez Santillán

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios Todopoderoso por haberme dado la vida y salud, y haberme permitido estar en una familia a quien me debo por haberme apoyado en todo momento y así haber culminado con éxito.

A mi madrecita Natividad Servan de Santillán por siempre estar a mi lado brindándome sus consejos, aliento y apoyo incondicional para culminar con éxito.

A mis padres Enrique Vargas Silva y Eladio Vasquez Tan por su apoyo incondicional y por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida.

Al asesor de la tesis, Mg. Lenin Quiñones Huatangari por compartir conocimientos y apoyo para la realización del presente trabajo de investigación.

Al Ing. César Rafael Balcázar Zumaeta, en su condición de coasesor del presente trabajo por darse el tiempo necesario para las indicaciones durante el desarrollo de la investigación.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, cuna de mi formación que me abrió las puertas para formarme académica y profesionalmente, a los docentes de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, quienes me han instruido en las distintas clases y me guiaron cuando lo he necesitado.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

**Rector**

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

**Vicerrector Académico**

Dra. Flor de Teresa García Huamán

**Vicerrectora de Investigación**

Dr. Erick Aldo Auquiñivín Silva

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-K

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( )/Profesional externo (X), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE EXTRACTO DE ROMERO (Rosmarinus officinalis L.) EN LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CUY (Cavia porcellus); del egresado BACH. LADY ROSA VÁSQUEZ SANTILLÁN de la Facultad de CIENCIAS AGRARIAS Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRINDUSTRIAL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 09 de FEBRERO de 2021

Firma y nombre completo del Asesor

Lenini Quintero Huatungari

## VISTO BUENO DEL COASESOR DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-K

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE EXTRACTO DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.) EN LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*); del egresado BACH. LADY ROSA VÁSQUEZ SANTILLÁN de la Facultad de CIENCIAS AGRARIAS, Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRINDUSTRIAL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 09 de FEBRERO de 2021

Firma y nombre completo del Asesor  
Ms. César Rafael Balcázar Zumaeta

## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



---

Mg. Robert Javier Cruzalegui Fernández

**Presidente**



---

Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva

**Secretario**



---

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

**Vocal**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-O

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE EXTRACTO DE  
ROSMERD (*Rosmarinus officinalis* L.) EN LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*)

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) LADY ROSA VÁSQUEZ SANTILLÁN

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

con correo electrónico institucional 0310171121@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 14 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 09 de FEBRERO del 2021

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....



# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-Q

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 7 de SEPTIEMBRE del año 2020, siendo las 6:30 horas, el aspirante: LADY ROSA VASQUEZ SANTILLAN, defiende en sesión pública presencial ( ) / a distancia (X) la Tesis titulada: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE EXTRACTO DE ROMERO (Rosmarinus officinalis L.) EN LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CUY (Cavia porcellus), teniendo como asesor a LENIN QUIRIONES HUATANGARI, para obtener el Título Profesional de INGENIERO AGRINDUSTRIAL, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Mg. ROBERT JAVIER CRUZALEGUI FERNÁNDEZ

Secretario: Ing. MSc. ERICK ALDO AUGUINIVIN SILVA

Vocal: Ing. GUILLERMO TORO VASQUEZ

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

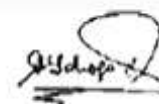
Aprobado (X)

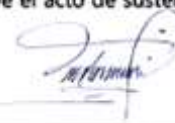
Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 18:20 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS</b> .....	iv
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS</b> .....	v
<b>VISTO BUENO DEL COASESOR DE LA TESIS</b> .....	vi
<b>JURADO EVALUADOR DE LA TESIS</b> .....	vii
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS</b> .....	viii
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	16
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	18
<b>2.1 Material</b> .....	18
<b>2.2 Diseño de la investigación</b> .....	18
<b>2.3 Variables de estudio</b> .....	19
<b>2.4 Métodos y técnicas</b> .....	19
<b>2.5 Análisis de datos</b> .....	22
<b>2.6 Procedimiento</b> .....	22
<b>III. RESULTADOS</b> .....	23
<b>3.1 Análisis de la concentración de extracto de romero sobre el crecimiento microbiano de <i>B. cereus</i> y Enterobacterias</b> .....	23

3.2	Tiempo de estabilidad a la oxidación (OSI) de la carne de cuy mediante el método de Rancimat en función del extracto de romero.....	25
3.3	Análisis el crecimiento microbiano (Enterobacterias, <i>B. cereus</i> ). .....	25
IV.	DISCUSIÓN .....	28
V.	CONCLUSIONES .....	31
VI.	RECOMENDACIONES .....	32
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
	ANEXOS.....	37
	Anexo A. Datos recopilados .....	37
	Anexo B. Análisis estadístico .....	43
	Anexo C. Galería fotográfica.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental para carga microbiana.....	18
Tabla 2. Diseño experimental para oxidación .....	18
Tabla 3. Operacionalización de variables .....	19
Tabla 4. Crecimiento de microorganismos para las concentraciones de extracto de <i>R. officinalis</i> (ERO) en cuy refrigerado .....	23
Tabla 5. Crecimiento de Enterobacterias para las concentraciones de extracto de <i>R. officinalis</i> (ERO) en cuy al medio ambiente .....	24
Tabla 6. Tiempo de inducción en carne de cuy con extracto de romero a diferentes concentraciones .....	25
Tabla 7. Crecimiento de microorganismos en muestras de cuy refrigeradas .....	37
Tabla 8. Crecimiento de Enterobacterias en muestras de cuy al medio ambiente .....	39
Tabla 9. OSI evaluado en carne de cuy refrigeradas con extracto de romero .....	41
Tabla 10. Análisis de varianza de <i>B. cereus</i> (UFC(ml) vs. Concentraciones, Días de evaluación.....	43
Tabla 11. Análisis de varianza de Enterobacterias (UFC(ml) vs. Concentraciones, Días de evaluación.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efectos estandarizados de la concentración, días de evaluación en el crecimiento de <i>B. cereus</i> (muestras en refrigeración).....	23
Figura 2. Efectos estandarizados de la concentración, días de evaluación en el crecimiento de Enterobacterias (muestras en refrigeración).....	24
Figura 3. Efecto de la concentración de ERO en el recuento de <i>B. cereus</i> en carne de cuy refrigerada .....	25
Figura 4. Efecto de la concentración de ERO en el recuento de Enterobacterias en carne de cuy refrigerada.....	26
Figura 5. Efecto de la concentración de ERO en el recuento de Enterobacterias en carne de cuy al medio ambiente.....	27
Figura 6. Gráfica de residuos para <i>B. cereus</i> (UFC/ml) .....	43
Figura 7. Gráfica de residuos para Enterobacterias (UFC/ml) .....	44

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es evaluar la vida útil de la carne de cuy con extracto de romero, debido a que el extracto es utilizado como conservante. Para el desarrollo de la investigación se trabajó con muestras de carcasas de cuy de productores de la provincia de Luya, las cuales fueron sometidas a diferentes concentraciones de extracto de romero (0.00, 0.25, 0.30 y 0.35%) y durante sus días de almacenamiento (0, 2, 6, 10, 15 y 20) se evaluó la carga microbiana (Enterobacterias, *Bacillus cereus*) y el tiempo de inducción (OSI) por el método de Rancimat. Se reportó que las muestras de carne de cuy con extracto refrigeradas en la mayoría de recuentos disminuyen conforme transcurre el tiempo, en las muestras expuestas al medio ambiente presentó un crecimiento de Enterobacterias; de otro lado, se observa que la interacción de extracto y días de evaluación presentan efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en el crecimiento de los microorganismos estudiados. En lo que respecta al tiempo de inducción se obtuvo que a  $110^{\circ}\text{C}$  la carne de cuy con una concentración de 0.35% de extracto logra un mayor tiempo en condiciones aceleradas con lo cual se deduce que este tratamiento logra un mayor tiempo de vida útil. La concentración de extracto de romero demuestra tener efecto en la disminución de la presencia de microorganismo conforme transcurre el tiempo de almacenamiento en condiciones de refrigeración. Asimismo, dentro de los tratamientos aplicados en carne de cuy cualquiera es aceptable para disminuir la proliferación de microorganismo que afecten la vida útil del producto.

**Palabras clave:** Antimicrobiano, cuy, romero, vida útil.

## ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the shelf life of guinea pig meat with rosemary extract, because the extract is used as a preservative. For the development of the research, we worked with samples of guinea pig carcasses from producers in the province of Luya, which were subjected to different concentrations of rosemary extract (0,00; 0,25; 0,30 and 0,35%) and during their storage days (0, 2, 6, 10, 15 and 20) Microbial load (Enterobacteria, Bacillus cereus) and induction time (OSI) were evaluated by the Rancimat method. It was reported that samples of guinea pig meat with chilled extract in the majority of counts decrease as time passes, in the samples exposed to the environment there was an increase in Enterobacteria; On the other hand, it is observed that the interaction of extract and evaluation days have a significant effect ( $p < 0,05$ ) on the growth of the microorganisms studied. Regarding the induction time, it was obtained that at 110 ° C the guinea pig meat with a concentration of 0,35% of extract achieves a longer time in accelerated conditions, which means that this treatment achieves a longer shelf life. The concentration of rosemary extract proves to have an effect on decreasing the presence of microorganisms as storage time passes under refrigeration conditions. Also, within the treatments applied in guinea pig meat, it is acceptable to reduce the proliferation of microorganisms that affect the shelf life of the product.

**Keywords:** Antimicrobial, guinea pig, rosemary, shelf life.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se dio una creciente demanda de carne, a su vez que exigía productos cárnicos seguros y de alta calidad. Esto surgió debido a que, durante la producción, el procesamiento, la distribución y el almacenamiento, la carne se deteriora por contaminaciones químicas y microbianas; generando el desperdicio del alimento y pérdidas económicas (Bruckner et al., 2013; Chandra et al., 2016; Jayasena & Jo, 2013).

Armenteros et al. (2012), Borella et al. (2019) y Chandra et al. (2016), coinciden que el deterioro de productos cárnicos se constituye como un fenómeno de oxidación resulta en la degradación de las grasas de la carne donde se forman compuestos que son una preocupación importante en la industria alimentaria y pueden tener un efecto adverso en la calidad del producto, como la pérdida de valor nutricional.

De otro lado, la carne tiene una vida útil corta, que oscila entre 3 y 5 días cuando se almacena a 4 °C debido a la presencia de microorganismos que producen cambios organolépticos indeseables, sabores desagradables, decoloración, producción de gas y alteración del pH. Por lo que se han desarrollado estrategias que reduzcan estos factores que generan pérdidas en productos cárnicos, la mayoría de estas se han centrado en limitar el acceso al oxígeno para evitar la oxidación de lípidos y proteínas, asimismo nuevos métodos de almacenamiento y el uso de conservantes que permitan conservar y evitar un deterioro acelerado de la misma (Armenteros et al., 2012; Buelvas, 2013; Sirocchi et al., 2017).

El uso de conservantes permite reducir la oxidación en carnes, debido a que estos ingredientes por su potencial antioxidante impiden la formación de radicales libres con lo cual la cadena de reacciones es detenida para poder iniciar procesos oxidativos. En el caso del uso de aditivos sintéticos, estos poseen algunas propiedades cancerígenas y tóxicas lo cual ha generado que los consumidores opten por aditivos naturales los cuales mejoren la calidad de la carne sin dejar residuos tóxicos (Armenteros et al., 2012; Jayasena & Jo, 2013).

El uso de antioxidantes de origen natural se debe a que los extractos de las plantas que son ricos en compuestos fenólicos los cuales poseen una importante actividad antimicrobiana y antifúngica frente al uso de conservantes sintéticos. Debido a ello, la



importancia de conservantes naturales obtenidos de plantas se debe a que disminuye a oxidación de lípidos y el crecimiento microbiano y a su vez mejora la calidad de la carne (estabilidad oxidativa) (Armenteros et al., 2012; Borella et al., 2019; Celiktas et al., 2007; Gachkar et al., 2007; Kim, Cho y Han, 2013).

Dentro del uso de conservantes de origen natural, el romero (*Rosmarinus officinalis*) perteneciente a la familia *Lamiaceae* se caracteriza por una rica fuente de compuestos fenólicos que presentan una importante actividad antimicrobiana ya que dentro de estos compuestos se han identificado la presencia principalmente de ácido cafeico, ácido rosmérico, ácido carnósico, carnosol y flavonoides, con la cual se ha venido demostrando su efecto antioxidante y su sabor y aroma fueron bien aceptados en los productos cárnicos (Ávila-Sosa et al., 2011; Bendif et al., 2017; Borella et al., 2019; Ghaedi et al., 2015)

En estudios anteriores; Castaño et al. (2010), García-Martínez (2007), Hernández (2004) y Rižnar et al. (2006) indican que el aceite esencial y extractos de romero poseen un importante espectro de acción antimicrobiana en bacterias Gram positivas y Gram negativas (*Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, entre otros), con lo cual se demuestra sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas debido a que sus compuestos principalmente poseen estructura polifenólica, teniendo así potencial aplicación en la extensión de la vida útil de productos cárnicos.

Se ha demostrado que el extracto de romero para productos avícolas es efectivo en retardar la oxidación lipídica, y estudios previos en pollo salchichas y empanadas han señalado el efecto protector del extracto de romero debido a la inhibición oxidación lipídica (Teruel et al., 2015). De otro lado, en el estudio de Borella et al. (2019) se reportó que el extracto de esta planta logra estabilidad de las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de hamburguesas, similar a lo obtenido por Sirocchi et al. (2017) en aceite esencial de romero extendiendo así la vida útil en productos cárnicos.

Por ello el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la vida útil de la carne de cuy con extracto de romero, debido a que el extracto es utilizado como conservante. Para el desarrollo de la investigación se trabajó con muestras de carcasas de cuy de productores de la provincia de Luya, las cuales fueron sometidas a diferentes concentraciones de extracto de romero y durante sus días de almacenamiento se evaluó la carga microbiana (Enterobacterias, *Bacillus cereus*) y el tiempo de inducción por el método de Rancimat.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Material

Se trabajó con carcasa de cuyes, proveniente de la asociación “Granja Ramos” (provincia de Luya, región Amazonas).

### 2.2 Diseño de la investigación

Se trabajó con un diseño factorial, donde los factores estudiados fueron concentración y días para determinar si existe una diferencia significativa en cada una de las concentraciones mediante un análisis de varianza ANOVA; en el análisis de la carga microbiana se trabajaron en función de los días de evaluación y oxidación mediante el método de Rancimat.

Tabla 1. Diseño experimental para carga microbiana

<b>VARIABLE RESPUESTA</b>	<b>DÍA "X"</b>			
<b>Conteo de la carga microbiana (Enterobacterias y Bacillus Cereus)</b>	C1	C2	C3	C4
	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3
	R4	R4	R4	R4

Tabla 2. Diseño experimental para oxidación

<b>VARIABLE RESPUESTA</b>	<b>DÍA "X"</b>			
<b>Índice de estabilidad a la oxidación</b>	C1	C2	C3	C4
	T1	T1	T1	T1
	T2	T2	T2	T2
	T3	T3	T3	T3
	T4	T4	T4	T4

Para la presente investigación se evaluó la carga microbiana en seis días distintos: a los 0, 2, 6, 10, 15 y 20 días en el caso de las muestras en refrigeración, en tanto que las muestras expuestas al medio ambiente fueron evaluadas en 4 días distintos 0, 4, 6 y 8

días y el índice de estabilidad a la oxidación se midió en 4 diferentes temperaturas: 100, 110, 120, 130 °C, por lo cual se tuvo un total de 64 muestras.

### 2.3 Variables de estudio

#### Variable independiente:

Carcasa de cuy con extracto (diferentes concentraciones)

#### Variable dependiente:

- Carga microbiana
- Oxidación

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variables		Descripción	Dimensión	Indicadores
Independientes	Carcasa de cuy con extracto	Carne de cuy con extracto de romero.	Concentración del extracto	%
	Carga microbiana	Crecimiento microbiano en la carne de cuy	Carga microbiana	UFC/ml
Dependientes	Índice de estabilidad a la oxidación	Medición de la estabilidad a la oxidación (Tiempo de inducción)	Tiempo de inducción	h

### 2.4 Métodos y técnicas

El método utilizado es experimental (en función de concentración y tiempo) para la identificación del crecimiento microbiano y análisis de oxidación, para un posterior modelamiento matemático que permitirá estimar la vida útil de la carne de cuy.

Para la realización de la presente investigación se recurrió a las siguientes técnicas:

**Preparación del extracto de romero:** Para esto se utilizó la técnica establecida por Radha-krishnan et al. (2015), técnica que se modificó para la presente investigación de la siguiente manera:

- Se recolecto el romero, aproximadamente 500 gramos.
- La muestra de romero fue secado puesto al sol por un tiempo de 10 días.
- Separamos las hojas del romero del tallo, para luego realizar un pesado de las primeras (hojas).
- Se realizó la dilución de las hojas de romero en alcohol etílico de 80°C en una proporción de 1/50 respectivamente.
- Se dejó reposar por un aproximado de 8 horas.
- Separemos la parte sólida de la líquida para poder concentrar esta última parte con ayuda del rotavapor (70°C x 5horas).
- Se procedió a colocar el extracto concentrado en un vaso precipitado de 600 ml.

**Aplicación del extracto de romero sobre la carne de cuy:** Zhu et al. (2019), indica que para poder impregnar el aceite esencial en carnes es necesario emulsionar este extracto a través de la adición de Tween-80, agua destilada. Para ello se trabajó a diferentes concentraciones, las cuales consistieron en:

- Se utilizó toda la carcasa de la carne de cuy, en la cual se separó la carne de los huesos; y se procedió a dividir la carne en trozos de 10 gramos.
- En base al diseño experimental y el tratamiento, sobre las muestras de carne de cuy se aplicó las siguientes concentraciones:
  - Concentración 1: 0% de extracto de romero aplicado sobre la carne de cuy (prueba testigo).
  - Concentración 2: 0,25% de extracto de romero aplicado sobre la carne de cuy. Preparación: Para preparar 500ml de la concentración se necesitó:

Extracto	: 1,25ml
Tween 80	: 2,50 ml
Agua	: 496,25 ml

- Concentración 3: 0,30% de extracto de romero aplicado sobre la carne de cuy. Preparación: Para preparar 500ml de la concentración se necesitó:
  - Extracto : 1,50 ml
  - Tween 80 : 3,00 ml
  - Agua : 495,50 ml
- Concentración 4: 0,35% de extracto de romero aplicado sobre la carne de cuy. Preparación: Para preparar 500ml de la concentración se necesitó:
  - Extracto : 1,75 ml
  - Tween 80 : 3,50 ml
  - Agua : 494,75 ml

**Siembra y conteo de Enterobacterias y *Bacillus cereus*:** Esta técnica se realizó con ayuda del Compac Dry, para ello utilizamos el protocolo desarrollado por R-Biopharm (2017) el cual consistió en lo siguiente:

- Se trituró la muestra de carne de cuy para luego diluirla con la proporción de 1/10.
- Se procedió a rotular las Compac Dry de acuerdo con la muestra que se sembrara.
- Se tomó 1ml de cada dilución con ayuda de una pipeta.
- Se colocó la dilución en el centro de la placa de Compac Dry.
- Las placas Compac Dry se llevó a incubar por una temperatura de 37°C x 24 horas.
- Después de incubar realizamos el conteo de Enterobacterias y *Bacillus cereus* (0,2,6,10,15 y 20; fueron los días de conteo de formación de ufc) en el caso de las muestras en refrigeración. En tanto que las muestras expuestas al medio ambiente fueron evaluadas los días: 0, 4, 6, 8 días y se realizó el conteo en Enterobacterias.

**Medida de tiempo de estabilidad a la oxidación:** Para ello se utilizará el método Rancimat, al ser un sistema de medida oxidativa de aceites y grasas en condiciones aceleradas, esta técnica consistió en lo siguiente:

- Se colocó 4 gramos de cada muestra de los trozos de carne de cuy dentro de los tubos de reacción.

- Se estableció los parámetros:  
Temperatura de trabajo: 100, 110, 120, 130 °C  
Flujo de gas: 20 L/h
- Pusimos en marcha el reactor de oxidación (rancimat) para medir el tiempo de inducción de la grasa de la carne de cuy.

## **2.5 Análisis de datos**

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizarán la siguiente prueba: Supuestos de ANOVA para todas las variables a medir; para determinar si existe diferencia significativa de la concentración de extracto de romero sobre la vida útil de la carne de cuy (medición de Enterobacterias, *Bacillus Cereus* e inducción), con nivel de confianza de 95% a través del programa Minitab 17.

## **2.6 Procedimiento**

- a. Preparación de extracto de romero.
- b. Identificación de la carcasa de cuy.
- c. Aplicación del extracto de romero en la carne de cuy.
- d. Siembra en Compac Dry.
- e. Medición de Enterobacterias y *Bacillus Cereus*
- f. Medición de la oxidación.
- g. Análisis de datos en ANOVA, Minitab 17.
- h. Evaluación tiempo de vida útil en función del tiempo de inducción.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Análisis de la concentración de extracto de romero sobre el crecimiento microbiano de *B. cereus* y Enterobacterias.

En la tabla 4 se reporta que el crecimiento en muestras refrigeradas en la mayoría de los recuentos estos disminuyen conforme aumenta el tiempo de almacenamiento, asimismo, se observa que no existe una tendencia lineal en el crecimiento en *B. cereus* y Enterobacterias.

Tabla 4. Crecimiento de microorganismos para las concentraciones de extracto de *R. officinalis* (ERO) en cuy refrigerado

Días	Testigo		Cuy al 0,25% (ERO)	
	<i>B. cereus</i> (UFC/ml)	Enterobacterias (UFC/ml)	<i>B. cereus</i> (UFC/ml)	Enterobacterias (UFC/ml)
0	9,750 ± 9,570	300,000 ± 51,329	40,500 ± 22,249	483,000 ± 73,711
2	1,500 ± 1,915	335,000 ± 126,623	2,500 ± 1,291	390,000 ± 59,285
6	1,750 ± 1,708	827,500 ± 93,642	9,000 ± 5,354	725,000 ± 86,603
10	91,500 ± 82,432	3,500 ± 1,732	8,000 ± 7,348	1,500 ± 1,291
15	0,000 ± 0,000	1,250 ± 1,500	2,250 ± 3,304	0,500 ± 0,577
20	1,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000	5,250 ± 6,551	0,000 ± 0,000
	Cuy al 0,30% (ERO)		Cuy al 0,35% (ERO)	
	<i>B. cereus</i> (UFC/ml)	Enterobacterias (UFC/ml)	<i>B. cereus</i> (UFC/ml)	Enterobacterias (UFC/ml)
0	19,000 ± 12,193	626,000 ± 334,321	8,250 ± 7,676	400,000 ± 48,222
2	0,250 ± 0,500	372,750 ± 258,881	3,000 ± 0,816	321,000 ± 75,215
6	6,250 ± 3,304	785,000 ± 23,805	3,000 ± 3,464	552,500 ± 223,215
10	20,500 ± 11,121	2,250 ± 0,957	34,250 ± 16,008	1,250 ± 1,500
15	2,000 ± 1,414	0,000 ± 0,000	0,500 ± 1,000	0,000 ± 0,000
20	0,750 ± 0,500	0,000 ± 0,000	1,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000

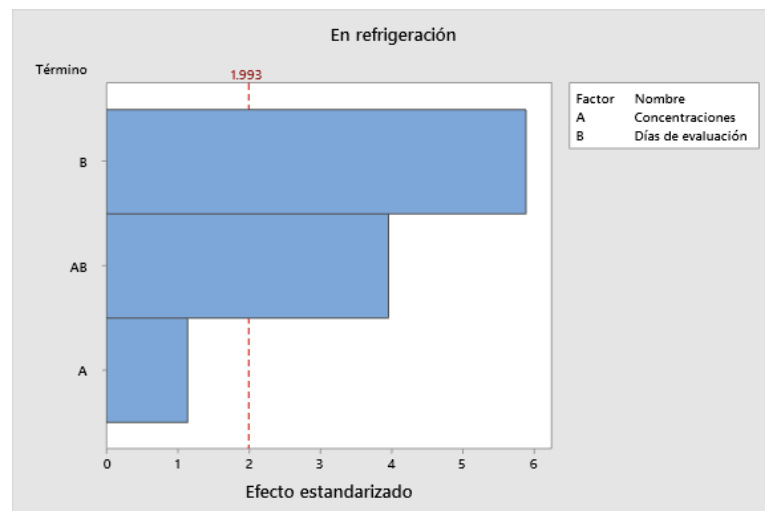


Figura 1. Efectos estandarizados de la concentración, días de evaluación en el crecimiento de *B. cereus* (muestras en refrigeración)

En el presente estudio, se obtuvo que la concentración de extracto de romero no tiene efecto significativo sobre el crecimiento de los microorganismos en carne de cuy refrigerada, de otro lado tanto los días de evaluación y la interacción de Concentración y días de evaluación tienen efecto significativo sobre el recuento microbiano en ambas cepas.

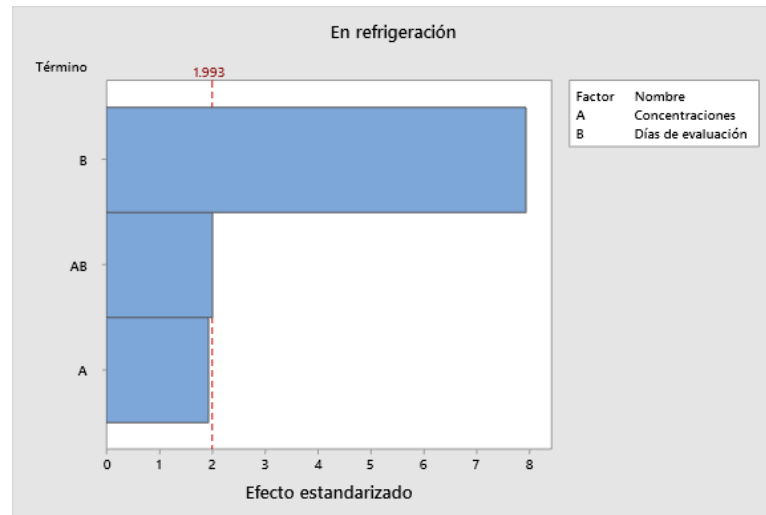


Figura 2. Efectos estandarizados de la concentración, días de evaluación en el crecimiento de Enterobacterias (muestras en refrigeración)

En lo referente al recuento de Enterobacterias en la carne de cuy con extracto puestas al medio ambiente se observa que aumento las UFC/ml conforme avanzaban los días de evaluación, asimismo se observa que en algunos casos no se detectó la presencia de esta cepa lo cual se puede deber a errores experimentales en la manipulación de las muestras.

Tabla 5. Crecimiento de Enterobacterias para las concentraciones de extracto de *R. officinalis* (ERO) en cuy al medio ambiente

Días	Testigo (UFC/ml)	Cuy al 0,25% (ERO) (UFC/ml)	Cuy al 0,30% (ERO) (UFC/ml)	Cuy al 0,35% (ERO) (UFC/ml)
0	7,250 ± 5,620	1,500 ± 1,000	1,500 ± 0,577	0,000 ± 0,000
4	5,750 ± 9,535	1,000 ± 0,816	0,500 ± 0,577	0,500 ± 0,577
6	S.P.	6,250 ± 6,449	3,250 ± 2,500	0,750 ± 0,500
8	S.P.	S.P.	2,000 ± 1,633	0,500 ± 0,577

S.P: Sin presencia (del microorganismo)



### 3.2 Tiempo de estabilidad a la oxidación (OSI) de la carne de cuy mediante el método de Rancimat en función del extracto de romero.

Respecto al tiempo de inducción se observa que este ha aumentado conforme a aumentado la concentración de extracto en la carne de cuy, observándose que a 110°C y con 0,35% de extracto se logra un mayor tiempo de inducción a la oxidación de la carne.

Tabla 6. Tiempo de inducción en carne de cuy con extracto de romero a diferentes concentraciones

Testigo		Cuy al 0,25% (ERO)		Cuy al 0,30% (ERO)		Cuy al 0,35% (ERO)	
°C	OSI (h)	°C	OSI (h)	°C	OSI (h)	°C	OSI(h)
100	0,153±0,022a	100	0,253±0,116a	100	2,583±4,754a	100	7,233±5,205ab
110	0,148±0,044a	110	2,165±3,897a	110	4,470±3,685a	110	8,465±3,836a
120	0,115±0,041a	120	0,408±0,620a	120	0,098±0,033a	120	4,095±2,593ab
130	3,460 ±5,490a	130	0,675±0,780a	130	3,558±3,411a	130	0,050±0,000b

Asimismo, en la mayor concentración se observa que existe diferencia significativa de la temperatura sobre el tiempo de estabilidad a la oxidación, además se observa que a menor temperatura en condiciones aceleradas el OSI es mayor.

### 3.3 Análisis el crecimiento microbiano (Enterobacterias, *B. cereus*).

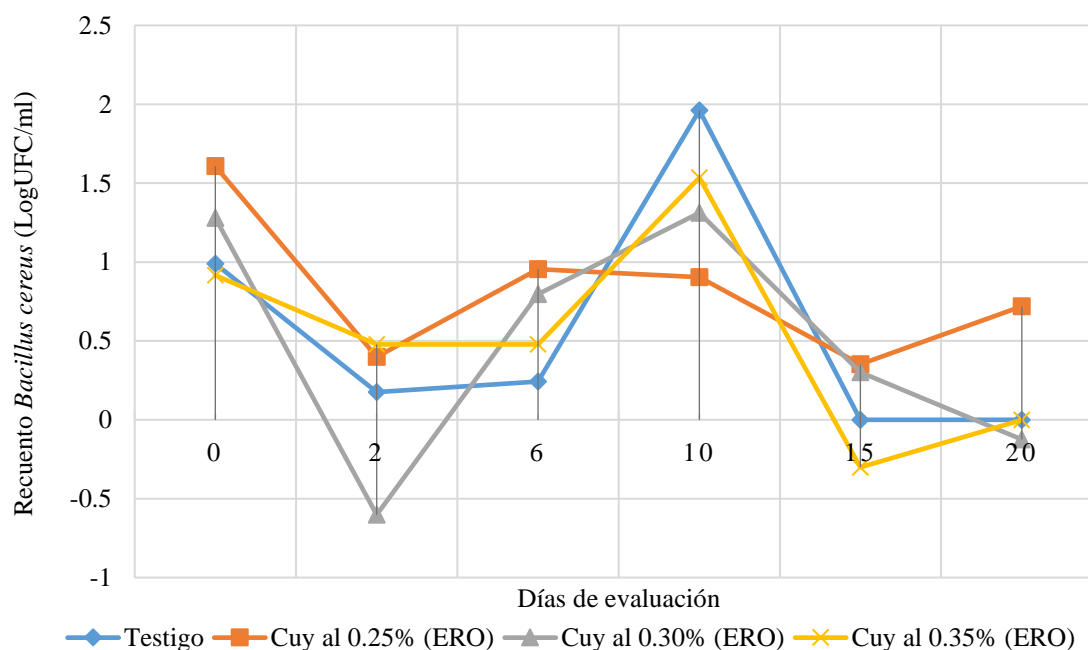


Figura 3. Efecto de la concentración de ERO en el recuento de *B. cereus* en carne de cuy refrigerada

El recuento de *B. cereus* de carne de cuy a diferentes concentraciones de extracto de romero en almacenamiento refrigerado se muestran en la figura 3. Donde se observa que el recuento en  $\log_{10}$ UFC/ml conforme aumenta la concentración en función de los días de evaluación este tiende a disminuir en la mayoría de los casos, observando que en el día 10 de evaluación en todos los casos alcanzó su punto máximo de recuento de la cepa.

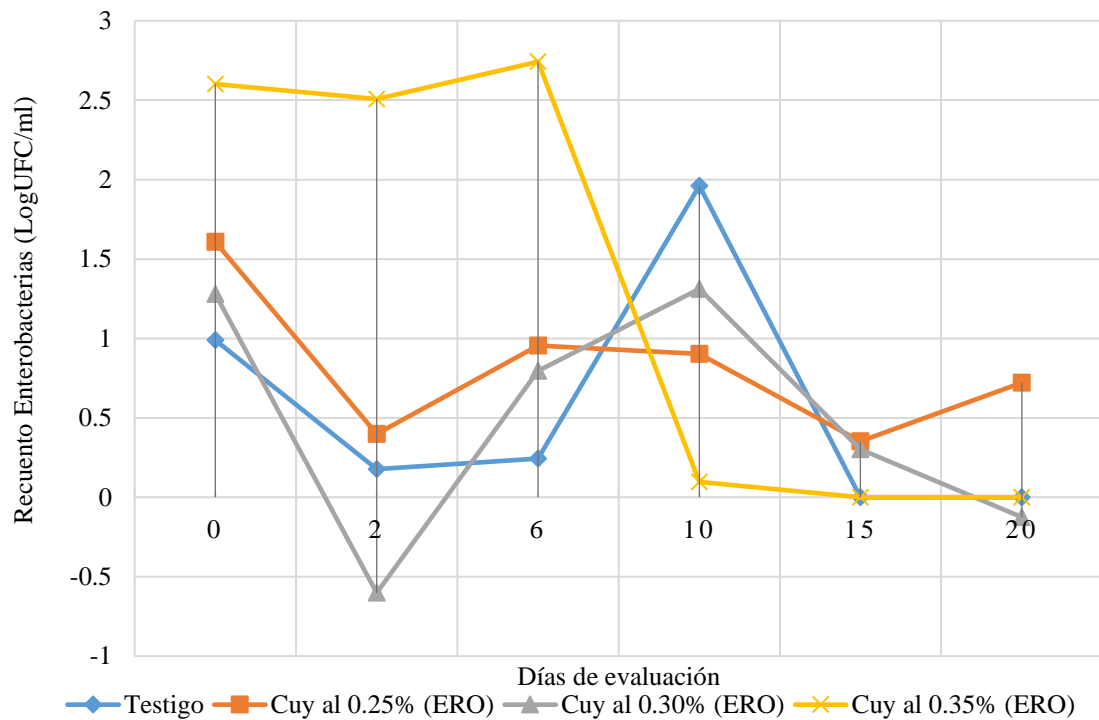


Figura 4. Efecto de la concentración de ERO en el recuento de Enterobacterias en carne de cuy refrigerada

En el recuento de Enterobacterias, se observa que la muestra testigo (0,00%) presenta un mayor conteo de 2,47  $\log_{10}$ UFC/ml, asimismo se observa que a partir del día 6 todas las muestras reportan una disminución en el recuento. De estas, se observa que a una concentración de 0,25% (ERO) muestra una menor presencia del recuento en comparación al resto de muestras.

En el caso de la carne de cuy con extracto de romero almacenada al medio ambiente, en el recuento de Enterobacterias se observa que la muestra testigo presenta un alto conteo 0,6 log<sub>10</sub>UFC/ml (ver figura 5), de otro lado se observa que la carne de cuy a una concentración de 0,35% presenta en general un menor recuento.

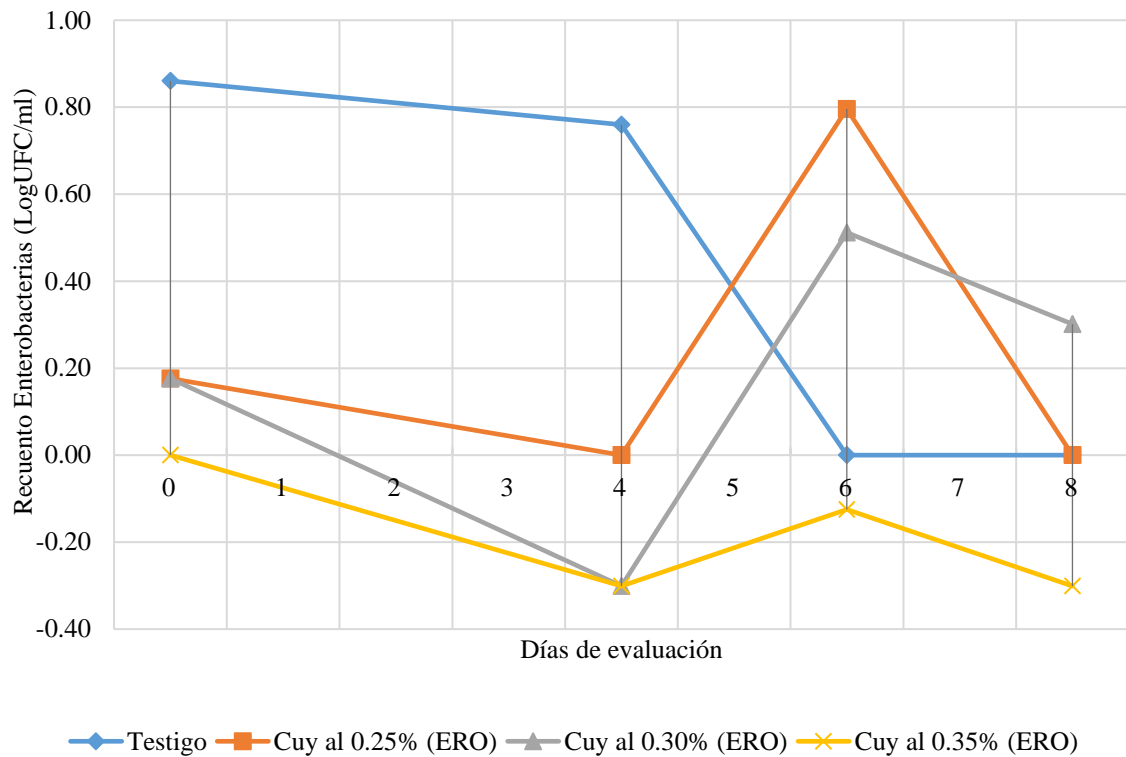


Figura 5. Efecto de la concentración de ERO en el recuento de Enterobacterias en carne de cuy al medio ambiente

#### IV. DISCUSIÓN

En la muestra testigo se observa que en las muestras de carne de cuy refrigerada el crecimiento de microorganismos aumenta exponencialmente conforme se evalúa en los días propuestos en comparación en las muestras donde se aplicaron extracto de romero (ver tabla 4), el extracto etanólico muestra un amplio efecto antimicrobiano en la carne lo cual es similar a lo reportado por Bendif et al. (2017) y García-Martínez (2007) en donde se evidencia que este tipo de extracto debido a la presencia de ácido cafeico, ácido rosmerico, carnosol, ácido carnosólico y flavonoides que genera un retraso en el crecimiento microbiano. Se deduce que el extracto empleado presenta actividades biológicas in vitro importantes debido a los compuestos polifenólicos (Karadağ et al., 2019).

En las concentraciones empleadas en la carne de cuy, la actividad antimicrobiana en *B. cereus* y Enterobacterias el análisis estadístico (figuras 1 y 2) se demuestra que la concentración no tiene efecto significativo sobre esta actividad, pero la interacción de los días de evaluación y la concentración presentan efecto significativo en el crecimiento, esto es similar a lo obtenido por Wu et al. (citado en Ávila-Sosa et al., 2011) en donde se logró una eficacia antioxidante en manteca de cerdo, en esa misma línea Borella et al., (2019) en muestras refrigeradas en carne de hamburguesa logra estabilidad oxidativa conforme aumenta los días en condiciones de refrigeración debido a la presencia de polifenoles y flavonas.

De la tabla 4, se puede deducir que, si bien no existe diferencia estadísticamente significativa en la aplicación de extracto de romero en carne de cuy de los tratamientos empleados se observa que el crecimiento en *B. cereus* tiende a disminuir conforme transcurre el tiempo, en el caso de las Enterobacterias este crece exponencialmente en los primeros días para luego reducirse en algunos casos hasta 0,00 UFC/ml lo cual guarda relación con lo mencionado por Borella et al. (2019) que indican que en condiciones de refrigeración el extracto suele ser más eficaz.

Referente a la proliferación de Enterobacterias en carne de cuy, en casi todos los días evaluados estos presentaron un crecimiento sostenido y en el tratamiento al 0,25% (ERO) este aumento conforme transcurría el tiempo; esto según Armenteros et al. (2012) se debe a que la exposición al oxígeno y la luz son uno de los principales factores que originan la aparición de fenómenos oxidativos, pues la presencia de oxígeno es el inicio del estrés oxidativo en carnes. De otro lado, se observa que el crecimiento del microorganismo es bajo lo cual se puede deber a prácticas de manipulación en la obtención de la carne de cuy.

El uso de agentes naturales lo que busca es reducir la oxidación lipídica, para la presente investigación se estudió el tiempo de estabilidad a la oxidación (OSI) que según Paucar-Menacho et al. (2015) el cual se basa en la inducción de la oxidación de la muestra por exposición a elevadas temperaturas y flujo de aire; por ello en el estudio se observa en forma general que conforme la temperatura aumenta el OSI tiende a disminuir con lo cual se puede deducir que mientras mayor sea el tiempo de inducción el tiempo de conservación de vida útil de la carne de cuy será mayor, según la tabla 6 entonces a una concentración de 0,35% a una temperatura de 110°C se logra un mayor tiempo de estabilidad oxidativa lo cual es similar a lo reportado por Chandra et al. (2016) donde a través del uso de películas comestibles conservantes en condiciones de refrigeración controlan la oxidación de lípidos en carnes.

En la figura 3, se observa que la predicción para la supervivencia de *B. cereus* en diferentes concentraciones del extracto en carne de cuy reporta que en los tratamientos empleados a partir del día 10 estas disminuyen lo cual es similar a lo obtenido por Zhu et al. (2019) en cuanto a esta disminución sin embargo no se logra una estabilidad de la curva lo cual se puede deber a errores experimentales en la manipulación de las muestras. De otro lado, se observa el efecto antimicrobiano mientras mayor es la concentración se logra disminuir la presencia de *B. cereus* en carne de cuy refrigerada, lo cual conduce a la extensión de vida útil y mantenimiento de calidad y seguridad (Kim et al., 2013).

De otro lado, en la figura 4 se observa que las muestras expuestas sin extracto de romero presentan en los primeros días una presencia exponencial de Enterobacterias (2,47 log<sub>10</sub>UFC/ml), pero en todas las muestras se reporta que a partir del día 10 estas disminuyen en la supervivencia del microorganismo. En ambos casos se deba que este extracto según Kim et al. (2013) es rico en metabolitos secundarios lo cuales disminuyen

el crecimiento de microorganismos, por último a 0,25% (ERO) se da una disminución relativamente lineal en la supervivencia de las Enterobacterias. En ambos casos (figuras 3 y 4), se observa una disminución en la supervivencia de ambas cepas, lo cual es comparable con lo obtenido por Sánchez et al. (2015) y Van et al. (2016) donde se determina que los extractos de vegetales inhiben el crecimiento de levaduras y mohos en todas las matrices de alimentos y que este los extractos favorecen las reducciones de recuentos promedios de bacterias en las carcasas de cuyes.

Por último, en las muestras de carne de cuy expuesta al medio ambiente en la mayoría de días evaluados se observa una predicción de supervivencia alta en todos los tratamientos, en donde a partir del día 6 esta es  $0,6 \log_{10} \text{UFC/ml}$ , Armenteros et al. (2012), Kim et al. (2013) y Radha-krishnan et al. (2015) respecto a esto coinciden que las carnes expuestas a oxígeno (en condiciones de no refrigeradas) generan daño celular conocido como “estrés oxidativo”, consecuencia de un desequilibrio entre la producción de especies reactivas y los mecanismos de defensa antioxidantes lo cual proporciona el medio para la proliferación de microorganismos los cuales generan cambios sensoriales y nutricionales en los mismos.

## V. CONCLUSIONES

La concentración de extracto de romero demuestra tener efecto en la disminución de la presencia de microorganismo conforme transcurre el tiempo de almacenamiento en condiciones de refrigeración. Asimismo, dentro de los tratamientos aplicados en carne de cuy cualquiera es aceptable para disminuir la proliferación de microorganismo que afecten la vida útil del producto.

Se concluye que es necesario tener condiciones de almacenamiento donde no exista una exposición a oxígeno debido a que este exceso puede generar estrés oxidativo provocando contaminación química y microbiana, por lo que el usar extracto de romero como agente conservante será más eficaz en un ambiente de refrigeración.

El tiempo de estabilidad a la oxidación demostró en el presente estudio que mientras más es la concentración de extracto se logra un mayor OSI, con lo cual se supone que existe un mayor tiempo de vida útil debido a que retarda el proceso de oxidación en la carne (a 0,35%ERO el OSI fue de 8,46h).

Por último, se concluye que la predicción de supervivencia de los microorganismos en carne de cuy expresados en  $\log_{10}$ UFC/ml vs días de evaluación, disminuye en todas las concentraciones en comparación a la muestra testigo. Con lo cual se demuestra que el extracto de romero tiene efecto en la vida útil de carne de cuy debido a la presencia de metabolitos secundarios que actúan como antioxidantes y antimicrobianos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda desarrollar más extracciones y evaluar la actividad antimicrobiana en bacterias Gram positivas y Gram negativas que estén presente en productos cárnicos.

Se debe desarrollar estudios sobre la funcionalidad del extracto de romero y su correlación y/o efecto en la conservación de vida útil de carnes, asimismo, se debe identificar los principales componentes responsables de dicha actividad.

En función de una concentración óptima de extracto en carnes se debe modelar matemáticamente el crecimiento de microorganismo que permitan obtener con más exactitud el tiempo de vida útil en diferentes condiciones de almacenamiento.

Se recomienda evaluar el efecto de utilizar extractos sobre los atributos sensoriales en carnes, y evaluar si estos mejoran sustancialmente o son afectados.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armenteros, M., Ventanas, S., Morcuende, D., Estévez, M., & Ventanas, J. (2012). Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. *Eurocarne*, (207), 63-73.
- Avila-Sosa, R., Navarro-Cruz, A. R., Vera-López, O., Dávila-Márquez, R. M., Melgoza-Palma, N., & Meza-Pluma, R. (2011). Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): Una revisión de sus usos no culinarios. *Ciencia y Mar*, 15(43), 23-36.
- Bendif, H., Boudjeniba, M., Djamel Miara, M., Biqiku, L., Bramucci, M., Caprioli, G., ... Maggi, F. (2017). *Rosmarinus eriocalyx*: An alternative to *Rosmarinus officinalis* as a source of antioxidant compounds. *Food Chemistry*, 218, 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.063>
- Borella, T. G., Peccin, M. M., Mazon, J. M., Roman, S. S., Cansian, R. L., & Soares, M. B. A. (2019). Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) antioxidant in industrial processing of frozen-mixed hamburger during shelf life. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(9). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14092>
- Bruckner, S., Albrecht, A., Petersen, B., & Kreyenschmidt, J. (2013). A predictive shelf life model as a tool for the improvement of quality management in pork and poultry chains. *Food Control*, 29(2), 451-460. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.048>
- Buelvas, G. A. (2013). *Desarrollo y validación de modelos matemáticos predictivos del crecimiento microbiano para la estimación de vida útil en jamón lonchadoempacado al vacío* (Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/11821/1/1102818959.2013.pdf>
- Castaño, H., Ciro, G., Zapata, J., & Jiménez, S. (2010). Actividad bactericida del extracto etanólico y del aceite esencial de hojas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre algunas bacterias de interés alimentario. *Vitae*, 17(2), 149-154.

- Celiktas, O. Y., Kocabas, E. E. H., Bedir, E., Sukan, F. V., Ozek, T., & Baser, K. H. C. (2007). Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*, *100*(2), 553-559. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.011>
- Chandra, C., Rakhavan, K. R., Radha Krishnan, K., Babuskin, S., Sudharsan, K., Azhagu Saravana Babu, P., & Sukumar, M. (2016). Development of predictive preservative model for shelf life parameters of beef using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, *72*, 239-250. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.019>
- Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M., Taghizadeh, M., Astaneh, S., & Rasooli, I. (2007). Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chemistry*, *102*(3), 898-904. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.035>
- García-Martínez, D. I. (2007). *Actividad antimicrobiana de extractos de romero (Rosmarinus officinalis L.) y chile ancho (Capsicum annuum L. Grossum sendt)*. 1. Recuperado de [https://smbb.mx/congresos%20smbb/morelia07/TRABAJOS/Area\\_III/Carteles/CIII-26.pdf](https://smbb.mx/congresos%20smbb/morelia07/TRABAJOS/Area_III/Carteles/CIII-26.pdf)
- Ghaedi, M., Yousefinejad, M., Safarpour, M., Khafri, H. Z., & Purkait, M. K. (2015). *Rosmarinus officinalis* leaf extract mediated green synthesis of silver nanoparticles and investigation of its antimicrobial properties. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, *31*, 167-172. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2015.06.020>
- Hernández, E. (2004). *Efecto antioxidante de los extractos de Romero (Rosmarinus officinalis L.) y de Salvia (Buddleia perfoliata kunth) en una pasta de carne cruda de cerdo* (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana). Recuperado de <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI11722.pdf>
- Jayasena, D. D., & Jo, C. (2013). Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *34*(2), 96-108. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.09.002>

- Karadağ, A. E., Demirci, B., Çaşkurlu, A., Demirci, F., Okur, M. E., Orak, D., ... Başer, K. H. C. (2019). In vitro antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and analgesic evaluation of *Rosmarinus officinalis* L. flower extract fractions. *South African Journal of Botany*, *125*, 214-220. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.07.039>
- Kim, S.-J., Cho, A. R., & Han, J. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. *Food Control*, *29*(1), 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.060>
- Paucar-Menacho, L. M., Salvador-Reyes, R., Guillén-Sánchez, J., Capa-Robles, J., & Moreno-Rojo, C. (2015). Comparative study of physical-chemical features of sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.), olive oil (*Olea europaea*) and fish oil. *Scientia agropecuaria*, 279-290. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.05>
- Radha krishnan, K., Babuskin, S., Azhagu Saravana Babu, P., Sivarajan, M., & Sukumar, M. (2015). Evaluation and predictive modeling the effects of spice extracts on raw chicken meat stored at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, *166*, 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.05.021>
- R-Biopharm. (2017). *Compact Dry—Um método de ensaio simples para a contagem de microrganismos.* Recuperado de <https://www.ambifood.com/catalogo/download.php?id=100&fich=0>
- Rižnar, K., Čelan, Š., Knez, Ž., Škerget, M., Bauman, D., & Glaser, R. (2006). Antioxidant and Antimicrobial Activity of Rosemary Extract in Chicken Frankfurters. *Journal of Food Science*, *71*(7), C425-C429. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00130.x>
- Sánchez, R., Silva, M., Jiménez, R., & Zea, O. (2015). Efecto de desinfectantes químicos y ede Plantas sobre la carga bacteriana en carcasas de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *26*(2), 235. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11013>

- Sirocchi, V., Devlieghere, F., Peelman, N., Sagratini, G., Maggi, F., Vittori, S., & Ragaert, P. (2017). Effect of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil combined with different packaging conditions to extend the shelf life of refrigerated beef meat. *Food Chemistry*, 221, 1069-1076. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.054>
- Teruel, M. R., Garrido, M. D., Espinosa, M. C., & Linares, M. B. (2015). Effect of different format-solvent rosemary extracts (*Rosmarinus officinalis*) on frozen chicken nuggets quality. *Food Chemistry*, 172, 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.018>
- Van, S., Raes, K., Van der Meeren, P., & Sampers, I. (2016). The effect of cinnamon, oregano and thyme essential oils in marinade on the microbial shelf life of fish and meat products. *Food Control*, 68, 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.03.025>
- Zhu, Y., Ma, Y., Zhang, J., Li, Miaoyun, Yan, L., Zhao, G., ... Zhang, Y. (2019). The inhibitory effects of spice essential oils and rapidly prediction on the growth of *Clostridium perfringens* in cooked chicken breast. *Food Control*, 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106978>

## ANEXOS

### Anexo A. Datos recopilados

Tabla 7. Crecimiento de microorganismos en muestras de cuy refrigeradas

Día	Aceite esencial	Código	Significado	BACILLUS CEREUS (UFC/ml)	ENTEROBACTERIAS (UFC/ml)
0	Testigo	T1-0	Testigo-replica1-dia 0	1	352
0	Testigo	T2-0	Testigo-replica2-dia 0	19	276
0	Testigo	T3-0	Testigo-replica3-dia 0	2	240
0	Testigo	T4-0	Testigo-replica4-dia 0	17	332
0	Romero	R1-A0	Romero-replica1-concentraciónA-dia 0	39	560
0	Romero	R2-A0	Romero-replica2-concentraciónA-dia 0	52	532
0	Romero	R3-A0	Romero-replica3-concentraciónA-dia 0	61	416
0	Romero	R4-A0	Romero-replica4-concentraciónA-dia 0	10	424
0	Romero	R1-B0	Romero-replica1-concentraciónB-dia 0	34	1004
0	Romero	R2-B0	Romero-replica2-concentraciónB-dia 0	13	420
0	Romero	R3-B0	Romero-replica3-concentraciónB-dia 0	23	800
0	Romero	R4-B0	Romero-replica4-concentraciónB-dia 0	6	280
0	Romero	R1-C0	Romero-replica1-concentraciónC-dia 0	5	396
0	Romero	R2-C0	Romero-replica2-concentraciónC-dia 0	10	380
0	Romero	R3-C0	Romero-replica3-concentraciónC-dia 0	18	468
0	Romero	R4-C0	Romero-replica4-concentraciónC-dia 0	0	356
2	Testigo	T1-2	Testigo-replica1-dia 2	2	480
2	Testigo	T2-2	Testigo-replica2-dia 2	0	400
2	Testigo	T3-2	Testigo-replica3-dia 2	0	250
2	Testigo	T4-2	Testigo-replica4-dia 2	4	210
2	Romero	R1-A2	Romero-replica1-concentraciónA-dia 2	3	304
2	Romero	R2-A2	Romero-replica2-concentraciónA-dia 2	4	408
2	Romero	R3-A2	Romero-replica3-concentraciónA-dia 2	2	408
2	Romero	R4-A2	Romero-replica4-concentraciónA-dia 2	1	440
2	Romero	R1-B2	Romero-replica1-concentraciónB-dia 2	0	496
2	Romero	R2-B2	Romero-replica2-concentraciónB-dia 2	0	37
2	Romero	R3-B2	Romero-replica3-concentraciónB-dia 2	1	638
2	Romero	R4-B2	Romero-replica4-concentraciónB-dia 2	0	320
2	Romero	R1-C2	Romero-replica1-concentraciónC-dia 2	2	320
2	Romero	R2-C2	Romero-replica2-concentraciónC-dia 2	3	344
2	Romero	R3-C2	Romero-replica3-concentraciónC-dia 2	3	400
2	Romero	R4-C2	Romero-replica4-concentraciónC-dia 2	4	220
6	Testigo	T1-6	Testigo-replica1-dia 6	1	800
6	Testigo	T2-6	Testigo-replica2-dia 6	4	700
6	Testigo	T3-6	Testigo-replica3-dia 6	2	960
6	Testigo	T4-6	Testigo-replica4-dia 6	0	850
6	Romero	R1-A6	Romero-replica1-concentraciónA-dia 6	14	750

6	Romero	R2-A6	Romero-replica2-concentraciónA-día 6	6	600
6	Romero	R3-A6	Romero-replica3-concentraciónA-día 6	13	800
6	Romero	R4-A6	Romero-replica4-concentraciónA-día 6	3	750
6	Romero	R1-B6	Romero-replica1-concentraciónB-día 6	7	800
6	Romero	R2-B6	Romero-replica2-concentraciónB-día 6	2	750
6	Romero	R3-B6	Romero-replica3-concentraciónB-día 6	6	800
6	Romero	R4-B6	Romero-replica4-concentraciónB-día 6	10	790
6	Romero	R1-C6	Romero-replica1-concentraciónC-día 6	2	740
6	Romero	R2-C6	Romero-replica2-concentraciónC-día 6	0	700
6	Romero	R3-C6	Romero-replica3-concentraciónC-día 6	2	520
6	Romero	R4-C6	Romero-replica4-concentraciónC-día 6	8	250
10	Testigo	T1-14	Testigo-replica1-día 10	210	2
10	Testigo	T2-14	Testigo-replica2-día 10	78	3
10	Testigo	T3-14	Testigo-replica3-día 10	57	6
10	Testigo	T4-14	Testigo-replica4-día 10	21	3
10	Romero	R1-A14	Romero-replica1-concentraciónA-día 10	9	1
10	Romero	R2-A14	Romero-replica2-concentraciónA-día 10	18	0
10	Romero	R3-A14	Romero-replica3-concentraciónA-día 10	2	3
10	Romero	R4-A14	Romero-replica4-concentraciónA-día 10	3	2
10	Romero	R1-B14	Romero-replica1-concentraciónB-día 10	12	3
10	Romero	R2-B14	Romero-replica2-concentraciónB-día 10	28	2
10	Romero	R3-B14	Romero-replica3-concentraciónB-día 10	32	3
10	Romero	R4-B14	Romero-replica4-concentraciónB-día 10	10	1
10	Romero	R1-C14	Romero-replica1-concentraciónC-día 10	32	3
10	Romero	R2-C14	Romero-replica2-concentraciónC-día 10	55	2
10	Romero	R3-C14	Romero-replica3-concentraciónC-día 10	34	0
10	Romero	R4-C14	Romero-replica4-concentraciónC-día 10	16	0
15	Testigo	T1-21	Testigo-replica1-día 15	0	0
15	Testigo	T2-21	Testigo-replica2-día 15	0	0
15	Testigo	T3-21	Testigo-replica3-día 15	0	3
15	Testigo	T4-21	Testigo-replica4-día 15	0	2
15	Romero	R1-A21	Romero-replica1-concentraciónA-día 15	7	0
15	Romero	R2-A21	Romero-replica2-concentraciónA-día 15	0	0
15	Romero	R3-A21	Romero-replica3-concentraciónA-día 15	2	1
15	Romero	R4-A21	Romero-replica4-concentraciónA-día 15	0	1
15	Romero	R1-B21	Romero-replica1-concentraciónB-día 15	1	0
15	Romero	R2-B21	Romero-replica2-concentraciónB-día 15	1	0
15	Romero	R3-B21	Romero-replica3-concentraciónB-día 15	2	0
15	Romero	R4-B21	Romero-replica4-concentraciónB-día 15	4	0
15	Romero	R1-C21	Romero-replica1-concentraciónC-día 15	2	0
15	Romero	R2-C21	Romero-replica2-concentraciónC-día 15	0	0
15	Romero	R3-C21	Romero-replica3-concentraciónC-día 15	0	0
15	Romero	R4-C21	Romero-replica4-concentraciónC-día 15	0	0

20	Testigo	T1-28	Testigo-replica1-dia 20	1	0
20	Testigo	T2-28	Testigo-replica2-dia 20	1	0
20	Testigo	T3-28	Testigo-replica3-dia 20	1	0
20	Testigo	T4-28	Testigo-replica4-dia 20	1	0
20	Romero	R1-A28	Romero-replica1-concentraciónA-dia 20	15	0
20	Romero	R2-A28	Romero-replica2-concentraciónA-dia 20	2	0
20	Romero	R3-A28	Romero-replica3-concentraciónA-dia 20	3	0
20	Romero	R4-A28	Romero-replica4-concentraciónA-dia 20	1	0
20	Romero	R1-B28	Romero-replica1-concentraciónB-dia 20	0	0
20	Romero	R2-B28	Romero-replica2-concentraciónB-dia 20	1	0
20	Romero	R3-B28	Romero-replica3-concentraciónB-dia 20	1	0
20	Romero	R4-B28	Romero-replica4-concentraciónB-dia 20	1	0
20	Romero	R1-C28	Romero-replica1-concentraciónC-dia 20	1	0
20	Romero	R2-C28	Romero-replica2-concentraciónC-dia 20	1	0
20	Romero	R3-C28	Romero-replica3-concentraciónC-dia 20	1	0
20	Romero	R4-C28	Romero-replica4-concentraciónC-dia 20	1	0

Tabla 8. Crecimiento de Enterobacterias en muestras de cuy al medio ambiente

Significado	ENTEROBACTERIAS (UFC/ml)
Testigo-replica1-dia 0	0
Testigo-replica2-dia 0	10
Testigo-replica3-dia 0	13
Testigo-replica4-dia 0	6
Romero-replica1-concentraciónA-dia 0	1
Romero-replica2-concentraciónA-dia 0	3
Romero-replica3-concentraciónA-dia 0	1
Romero-replica4-concentraciónA-dia 0	1
Romero-replica1-concentraciónB-dia 0	2
Romero-replica2-concentraciónB-dia 0	1
Romero-replica3-concentraciónB-dia 0	1
Romero-replica4-concentraciónB-dia 0	2
Romero-replica1-concentraciónC-dia 0	0
Romero-replica2-concentraciónC-dia 0	0
Romero-replica3-concentraciónC-dia 0	0
Romero-replica4-concentraciónC-dia 0	0
Testigo-replica1-dia 4	0
Testigo-replica2-dia 4	1
Testigo-replica3-dia 4	20
Testigo-replica4-dia 4	2
Romero-replica1-concentraciónA-dia 4	1
Romero-replica2-concentraciónA-dia 4	0
Romero-replica3-concentraciónA-dia 4	2
Romero-replica4-concentraciónA-dia 4	1

Romero-replica1-concentraciónB-día 4	0
Romero-replica2-concentraciónB-día 4	1
Romero-replica3-concentraciónB-día 4	0
Romero-replica4-concentraciónB-día 4	1
Romero-replica1-concentraciónC-día 4	1
Romero-replica2-concentraciónC-día 4	0
Romero-replica3-concentraciónC-día 4	1
Romero-replica4-concentraciónC-día 4	0
Testigo-replica1-día 6	-
Testigo-replica2-día 6	-
Testigo-replica3-día 6	-
Testigo-replica4-día 6	-
Romero-replica1-concentraciónA-día 6	14
Romero-replica2-concentraciónA-día 6	2
Romero-replica3-concentraciónA-día 6	0
Romero-replica4-concentraciónA-día 6	9
Romero-replica1-concentraciónB-día 6	0
Romero-replica2-concentraciónB-día 6	4
Romero-replica3-concentraciónB-día 6	3
Romero-replica4-concentraciónB-día 6	6
Romero-replica1-concentraciónC-día 6	0
Romero-replica2-concentraciónC-día 6	1
Romero-replica3-concentraciónC-día 6	1
Romero-replica4-concentraciónC-día 6	1
Testigo-replica1-día 8	-
Testigo-replica2-día 8	-
Testigo-replica3-día 8	-
Testigo-replica4-día 8	-
Romero-replica1-concentraciónA-día 8	-
Romero-replica2-concentraciónA-día 8	-
Romero-replica3-concentraciónA-día 8	-
Romero-replica4-concentraciónA-día 8	-
Romero-replica1-concentraciónB-día 8	4
Romero-replica2-concentraciónB-día 8	2
Romero-replica3-concentraciónB-día 8	0
Romero-replica4-concentraciónB-día 8	2
Romero-replica1-concentraciónC-día 8	1
Romero-replica2-concentraciónC-día 8	1
Romero-replica3-concentraciónC-día 8	0
Romero-replica4-concentraciónC-día 8	0



Tabla 9. OSI evaluado en carne de cuy refrigeradas con extracto de romero

Corrida	Concentración	Temperatura	Muestra neta	Muestra bruto	Tiempo de inducción
1	0	100	4	10	0.16
	0	100	4	10	0.18
	0	100	4	10	0.13
	0	100	4	10	0.14
2	0	110	4	10	0.12
	0	110	4	10	0.19
	0	110	4	10	0.18
	0	110	4	10	0.1
3	0	120	4	10	0.11
	0	120	4	10	0.17
	0	120	4	10	0.11
	0	120	4	10	0.07
4	0	130	4	10	0.06
	0	130	4	10	0.06
	0	130	4	10	11.56
	0	130	4	10	2.16
5	0.25	100	4	10	0.14
	0.25	100	4	10	0.26
	0.25	100	4	10	0.2
	0.25	100	4	10	0.41
6	0.25	110	4	10	0.15
	0.25	110	4	10	8.01
	0.25	110	4	10	0.22
	0.25	110	4	10	0.28
7	0.25	120	4	10	0.32
	0.25	120	4	10	0
	0.25	120	4	10	0
	0.25	120	4	10	1.31
8	0.25	130	4	10	0
	0.25	130	4	10	0
	0.25	130	4	10	1.3
	0.25	130	4	10	1.4
9	0.3	100	4	10	0.31
	0.3	100	4	10	0.31
	0.3	100	4	10	0
	0.3	100	4	10	9.71
10	0.3	110	4	10	3.22
	0.3	110	4	10	6.14
	0.3	110	4	10	0
	0.3	110	4	10	8.52

11	0.3	120	4	10	0.13
	0.3	120	4	10	0.12
	0.3	120	4	10	0.08
	0.3	120	4	10	0.06
12	0.3	130	4	10	6.21
	0.3	130	4	10	0
	0.3	130	4	10	6.73
	0.3	130	4	10	1.29
13	0.35	100	4	10	8.43
	0.35	100	4	10	8.09
	0.35	100	4	10	0
	0.35	100	4	10	12.41
14	0.35	110	4	10	6.86
	0.35	110	4	10	6.01
	0.35	110	4	10	6.8
	0.35	110	4	10	14.19
15	0.35	120	4	10	1.77
	0.35	120	4	10	6.39
	0.35	120	4	10	6.29
	0.35	120	4	10	1.93
16	0.35	130	4	10	0.05
	0.35	130	4	10	0.05
	0.35	130	4	10	0.05
	0.35	130	4	10	0.05

## Anexo B. Análisis estadístico

### Anexo B.1. Regresión factorial general: *B. cereus* (UFC/ml) vs. Concentraciones, Días de evaluación

Tabla 10. Análisis de varianza de *B. cereus* (UFC/ml) vs. Concentraciones, Días de evaluación

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	23	37224	1618.4	4.77	0.000
Lineal	8	19431	2428.9	7.16	0.000
Concentraciones	3	1401	466.9	1.38	0.257
Días de evaluación	5	18030	3606.1	10.63	0.000
Interacciones de 2 términos	15	17793	1186.2	3.50	0.000
Concentraciones*Días de evaluación	15	17793	1186.2	3.50	0.000
Error	72	24423	339.2		
Total	95	61647			

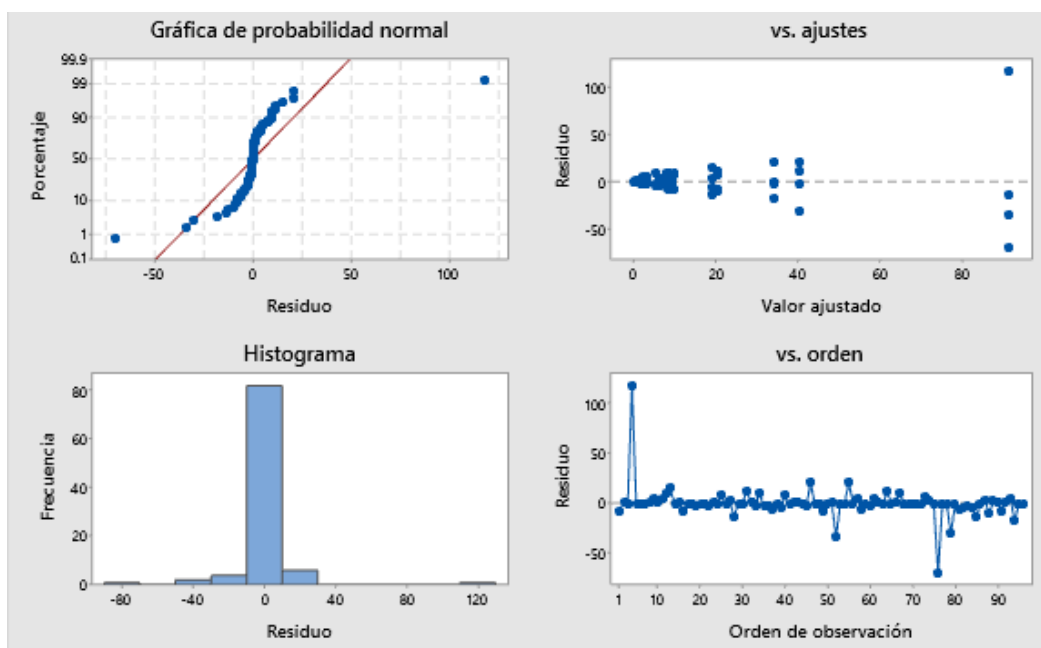


Figura 6. Gráfica de residuos para *B. cereus* (UFC/ml)

**Anexo B.1.** Regresión factorial general: Enterobacterias (UFC/ml) vs. Concentraciones, Días de evaluación

Tabla 11. Análisis de varianza de Enterobacterias (UFC(ml) vs. Concentraciones, Días de evaluación

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	23	7794705	338900	28.64	0.000
Lineal	8	7471784	933973	78.93	0.000
Concentraciones	3	93007	31002	2.62	0.057
Días de evaluación	5	7378777	1475755	124.72	0.000
Interacciones de 2 términos	15	322921	21528	1.82	0.048
Concentraciones*Días de evaluación	15	322921	21528	1.82	0.048
Error	72	851948	11833		
Total	95	8646653			

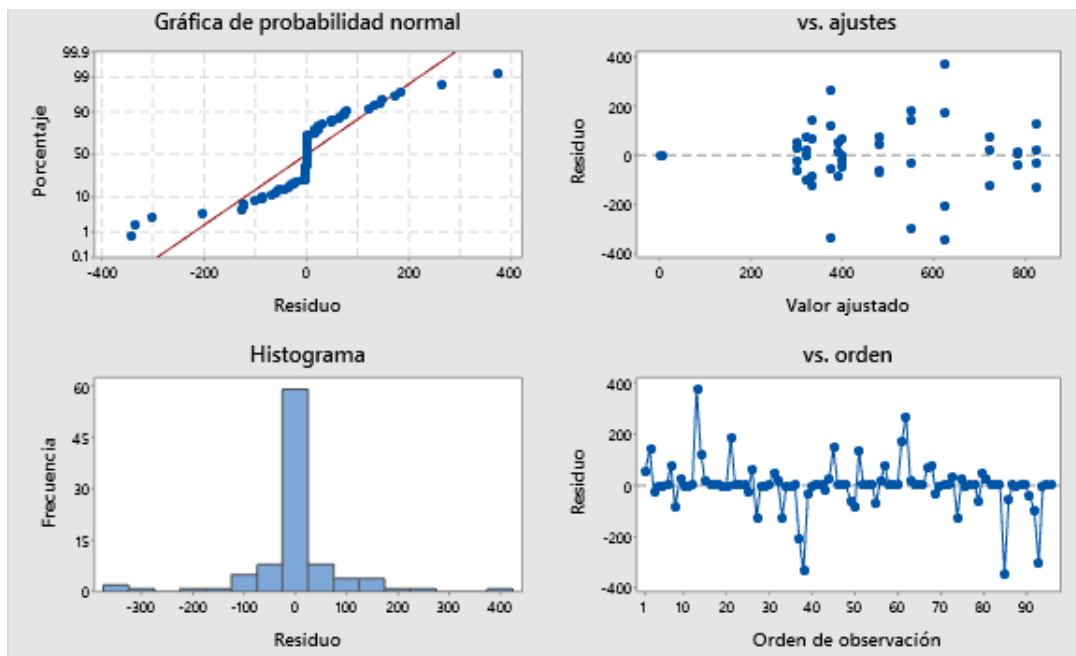


Figura 7. Gráfica de residuos para Enterobacterias (UFC/ml)

## Anexo C. Galería fotográfica



Fotografía 1. Romero secado al ambiente



Fotografía 2. Preparación del extracto de romero



Fotografía 3. Preparación del extracto de romero



Fotografía 4. Preparación del extracto de romero



Fotografía 5. Carcasas de cuy



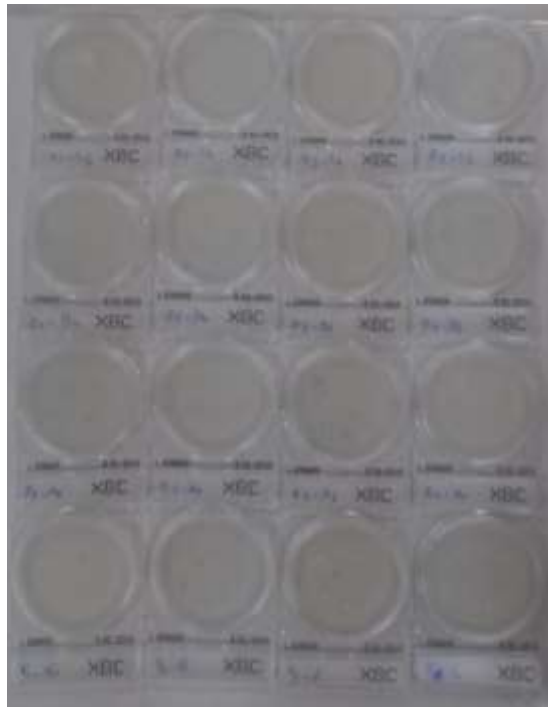
Fotografía 6. Muestras de carne de cuy



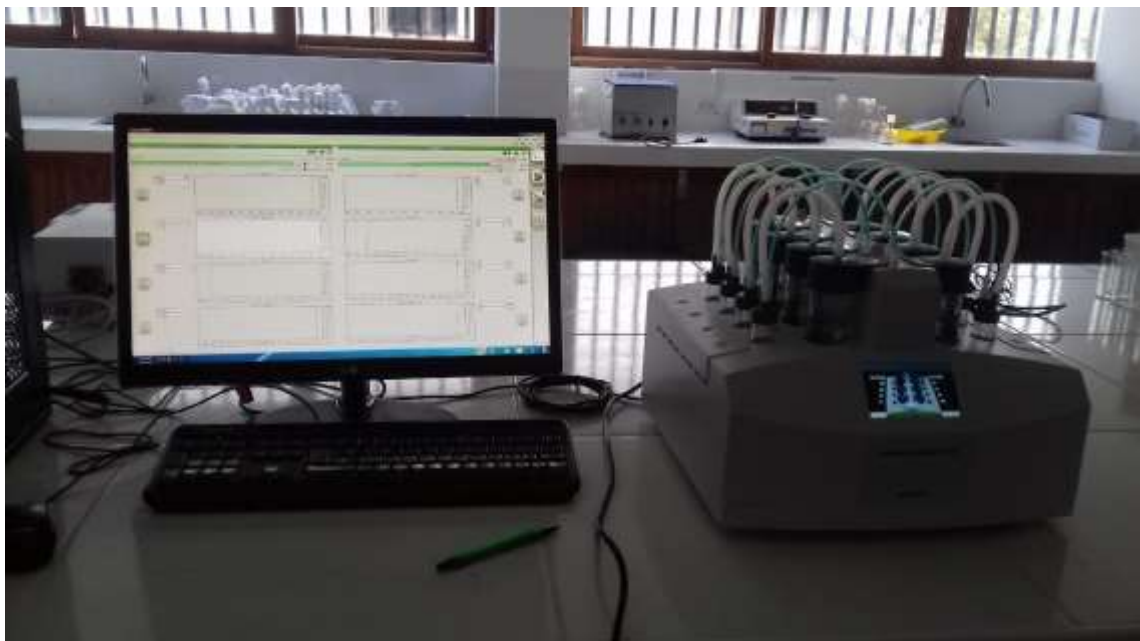
Fotografía 7. Muestras de carne de cuy sumergidas en extracto



Fotografía 8. Uso de placas Compac Dry



Fotografía 9. Uso de placas Compac Dry



Fotografía 10. Equipo Rancimat