

**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
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Efecto antimicrobiano de extractos de shuca ruda
(*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.) en carne de res**

Autor: Bach. Edwin Santamaria Baldera

Asesor: Ms. Grobert Amado Guadalupe Chuqui

Coasesor: Ms. Verónica Zuta Chamolí

Registro:

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



UNTRM

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

ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Santamaria Baldera, Edwin
DNI N°: 47800660
Correo electrónico: 031022A112@untrm.edu.pe
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias
Escuela Profesional: Ingeniería Agroindustrial

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Efecto antimicrobiano de extractos de shuca ruda (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.) en carne de res

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Guadalupe Chugui, Robert Amado
DNI, Pasaporte, C.E N°: 44143035
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0001-7238-4291>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) _____

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica- Inmunología)

2.11.00 - otras ingenierías, otras tecnologías (2.11.01 - alimentos y bebidas)
https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 27, abril, 2022

Firma del autor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 1

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A mis amados padres Nemesio Santamaria Barboza y Juan Baldera Chapañan por haber creído en mi durante todo este tiempo, y por haberme demostrado su apoyo y amor para poder ser un mejor profesional y persona cada día.

A mi esposa Thalia Villoslada Bardales e hijas Kajol Alexandra y Génesis Ariana porque son el pilar fundamental de mis días, por demostrarme su amor y paciencia durante todo este tiempo; este trabajo, es dedicado a ustedes de manera especial por ser todo en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradecer por sobre todas las cosas a Dios Padre, por haberme dado la salud y fe necesaria para poder realizar todo en mi vida y darme una familia en quien siempre he encontrado mi respaldo y fortaleza para seguir adelante.

A los asesores Ms. Grobert Amado Guadalupe Chuqui y Ms. Verónica Zuta Chamolí, quienes a través de su experiencia y conocimiento aportaron en el presente trabajo de investigación.

A los docentes miembros del jurado evaluador, que mediante sus recomendaciones y sugerencias contribuyeron a mejorar el trabajo y demostraron su apoyo en todo momento del desarrollo de la tesis.

Un agradecimiento especial a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la UNTRM, que a través de los docentes y conocimientos contribuyeron al desarrollo profesional y personal durante los años que me albergaron en sus aulas.

A mis amigos y familiares, que durante toda mi vida universitaria se preocuparon y fueron una fortaleza para poder salir adelante.

**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 Teresa García Huamán
Vicerrectora de Investigación

Ms. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jerí
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-L


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 Efecto antimicrobiano de extractos de Shuca ruda (Peraphyllum ruderale (Jacq.) Cass.) en carne de res;

del egresado Edwin Santamaria Baldera
de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
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, 27 de abril de 2022


Firma y nombre completo del Asesor
Ms. Orbert Amado Guadalupe Chugui



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-L

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 Efecto antimicrobiano de extractos de shuca ruda (*Periphyllum ruderale* (Jacq.) Cass.) en carne de res; del egresado Edwin Santamaria Baldera de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial 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, 27 de abril de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Ms. Verónica Zuta Chamoli



JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ms. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

Presidente



Ms. Roberto Carlos Mori Zababurú

Secretario



Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández

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:

Efecto conservante de extractos de shuca ruda (Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass.) en carne de res

presentada por el estudiante () /egresado (X) *Bach. Edwin Santamaria Baldera*

de la Escuela Profesional de *Ingeniería Agroindustrial*

con correo electrónico institucional *031022A112@untrm.edu.pe*

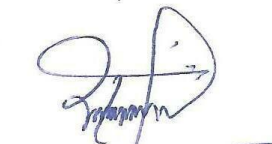
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- 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, 17 de mayo del 2022




SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....ix.....

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 02 de Junio del año 2022, siendo las 16:00 horas, el aspirante: Edwin Santamaría Baldera, defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Efecto conservante de extractos de shuca ruda (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.) en carnes de res teniendo como asesor a Ms. Gilbert Amado Guadalupe Chuqui, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ms. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

Secretario: Ms. Roberto Carlos Mori Zababurú

Vocal: Ms. Robert Javier Cozalequi Fernandez

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 ()

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 16:46 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

De acuerdo a los resultados se ve por conveniente modificar el título por: Efecto Antimicrobiano de extractos de shuca ruda (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.) en carnes de res, debido a los resultados encontrados en el presente estudio.

ÍNDICE CONSTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
VISTO BUENO DEL COASESOR DE LA TESIS	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	x
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL	xi
INDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS	18
2.1. Material de estudio.....	18
2.2. Diseño del estudio	18
2.3. Métodos y técnicas.....	19
2.4. Análisis de datos.....	22
III. RESULTADOS	23
3.1. Actividad antioxidante, contenido de polifenoles y actividad antibacteriana de extractos de <i>P. ruderale</i> (shuca ruda)	23
3.2. Efecto de los extractos de <i>P. ruderale</i> en la conservación de carne de res....	25
IV. DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES	30
VI. RECOMENDACIONES	31
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS.....	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividad antibacteriana de tres extractos de <i>P. ruderale</i> (shuca ruda) sobre <i>E. coli</i> , <i>s. aureus</i> y <i>Salmonella sp.</i>	24
Tabla 2. ANOVA sobre el recuento microbiano en carne de res.....	26
Tabla 3. Datos evaluados de actividad antioxidantes y polifenoles totales en los extractos de <i>P. ruderale</i>	36
Tabla 4. Halos de inhibición de los extractos de <i>P. ruderale</i>	37
Tabla 5. ANOVA de Actividad antioxidante - Extractos	38
Tabla 6. ANOVA de PFT- Extractos.....	38
Tabla 7. ANOVA de recuento microbiano (1:10) en carne de res - T_{amb}	39
Tabla 8. ANOVA de recuento microbiano (1:100) en carne de res - T_{amb}	40
Tabla 9. ANOVA de recuento microbiano (1:1000) en carne de res - T_{amb}	40
Tabla 10. ANOVA de recuento microbiano (1:10) en carne de res – T_{refr}	41
Tabla 11. ANOVA de recuento microbiano (1:100) en carne de res – T_{refr}	42
Tabla 12. ANOVA de recuento microbiano (1:1000) en carne de res – T_{refr}	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fotografía referencial de shuca ruda (hojas y ramas).....	18
Figura 2 <i>Actividad antioxidante en tres extractos de P. ruderale (shuca ruda)</i>	23
Figura 3 <i>Contenido de polifenoles totales en tres extractos de P. ruderale (shuca ruda)</i>	24
Figura 4 <i>Recuento microbiano [Log(UFC/g)] de E. coli en muestras de carne de res con extracto de P. ruderale (shuca ruda) a temperatura ambiente y refrigeración</i>	25
Figura 5 <i>Cuevas de calibración para PFT</i>	36
Figura 6 <i>Gráfica de residuos para actividad antioxidante</i>	38
Figura 7 <i>Gráfica de residuos para PFT</i>	39
Figura 8 <i>Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:10) en carne de res - T_{amb}</i>	39
Figura 9 <i>Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:100) en carne de res - T_{amb}</i>	40
Figura 10 <i>Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:1000) en carne de res - T_{amb}</i>	41
Figura 11 <i>Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:10) en carne de res – T_{refr}</i>	41
Figura 12 <i>Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:100) en carne de res – T_{refr}</i> ..	42
Figura 13 <i>Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:1000) en carne de res – T_{refr}</i>	43
Figura 14 <i>Diagrama de Pareto de los factores sobre recuento microbiano (1:10)</i>	43
Figura 15. <i>Diagrama de Pareto de los factores sobre recuento microbiano (1:100)</i>	44
Figura 1. <i>Diagrama de Pareto de los factores sobre recuento microbiano (1:1000)</i>	44

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto conservante de extractos de shuca ruda (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.) en carne de res, para ello se recolectó el material vegetal del distrito del Sonche (provincia de Chachapoyas, región Amazonas, Perú) y se procedió a preparar tres extractos empleando los solventes como agua, etanol y metanol. Se evaluó la actividad antioxidante (ensayo DPPH), contenido de polifenoles totales (ensayo Folin-Ciocalteu), y actividad antibacteriana de los extractos. De otro lado, se adicionó los extractos a carne de res para realizar el recuento microbiano. Los resultados evidenciaron que el extracto metanólico (91,01%) seguido por el extracto etanólico de shuca ruda tuvo mayor capacidad de inhibición. En cuanto al contenido de polifenoles el extracto etanólico llegó hasta 92,02 mg(GAE)/100g extracto. En cuanto a la actividad antibacteriana, el extracto etanólico mostró un mayor espectro de acción sobre *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* sp.; por último, se determinó que el extracto metanólico en las tres diluciones empleadas mostró un mayor poder al reportar un menor recuento microbiano en carne de res.

Palabras claves: Carne, extracto, microbiano, *Porophyllum ruderale*.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the preservative effect of extracts of shuca ruda (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.) in beef, for which plant material was collected from the Sonche district (Chachapoyas province, Amazonas region, Peru). and proceeded to prepare three extracts using solvents such as water, ethanol and methanol. The antioxidant activity (DPPH assay), total polyphenol content (Folin-Ciocalteu assay), and antibacterial activity of the extracts were evaluated. On the other hand, the extracts were added to beef to perform the microbial count. The results showed that the methanolic extract (91.01%) followed by the ethanolic extract of shuca ruda had greater inhibition capacity. Regarding the content of polyphenols, the ethanolic extract reached 92.02 mg(GAE)/100g extract. Regarding antibacterial activity, the ethanolic extract showed a greater spectrum of action on *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* sp.; Finally, it was determined that the methanolic extract in the three dilutions used showed greater power by reporting a lower microbial count in beef.

Keywords: Meat, extract, microbial, *Porophyllum ruderale*.

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de carne ha aumentado por su valor nutricional y el bajo costo de producción; sin embargo, la carne es susceptible a la oxidación, que se puede deber a la temperatura de almacenamiento, el oxígeno atmosférico, alta actividad de agua, nivel de pH, entre otros (Gonçalves et al., 2017; Radha et al., 2015); que, además ve reforzado por la presencia de sustancias prooxidantes como los peróxidos lipídicos, que conlleva, a contaminación de microorganismos que producen reacciones que deterioran el olor, color, sabor y propiedades sensoriales (Nikmaram, 2018; Ramli et al., 2021).

Asimismo, otro fenómeno resaltante relacionado al deterioro es la oxidación lipídica, la cual es una reacción compleja que se debe a factores como la composición de la carne, la luminosidad, la temperatura y oxígeno; y conduce al deterioro de los pigmentos de mioglobina (color) y provoca sabores indeseables (Shah et al., 2014). Radha et al. (2015), indican que para evitar la pérdidas debido al deterioro de carnes se recomienda el uso de antioxidantes, es un método que disminuye las reacciones de oxidación para que la calidad en términos sensoriales y nutricionales no se vea afectada (Alirezalu et al., 2020).

Según Shah et al. (2014), existe un creciente interés por identificar fuentes vegetales para la obtención de antioxidantes naturales, para contar con alimentos mínimamente procesados que mantiene la calidad, frescura y estabilidad en la conservación. Los compuestos naturales denominados también antioxidantes GRAS (seguros) generan en el producto estabilidad en el procesamiento extendiendo la vida útil sin tener efectos negativos en los atributos sensoriales y nutricionales (Alirezalu et al., 2020). Estos pueden ser obtenidos en forma de extractos a través de uso de solventes a partir de plantas que se caracterizan por ser ricos en su composición fenólica que se asocia a la captación de radicales libres (actividad antioxidante) los cuales cumplen un rol de agente reductor y desactivadores del oxígeno (en su forma singlete) (Nikmaram, 2018).

En el estudio de Guzmán (2009), se reportó que el extracto crudo de *Porophyllum tagetoides* posee una actividad antioxidante superior al 83%, además es capaz de inhibir el crecimiento de bacterias y levaduras, siendo el extracto etanólico de una mayor actividad antibacteriana frente a levaduras. Esto se puede deber al potencial de los compuestos volátiles para ser usados en alimentos como antioxidantes y antimicrobianos. Bussmann et al. (2010) determinaron que el extracto etanólico de *P. ruderale* tiene un

amplio rango en su concentración mínima inhibitoria (CMI) confirmando su potente actividad antibacteriana de. De otro lado, Calvo-Irabien (2018), reportaron que extractos de 76 especies nativas presentan propiedades antibacterianas, antifúngicas y antioxidantes (actividad biológica) y que son productos con real aplicación en la industria de los alimentos.

Se evidencia la potencialidad del uso en alimentos, que según Munekata et al. (2020) los antioxidantes naturales como los extractos son una fuente de compuestos bioactivos, los cuales son inhibidores de la oxidación y retarda la degradación de pigmentos de la carne evitando la aparición de sabores rancios.

La necesidad de investigar fuentes vegetales que son potenciales agentes antioxidantes se realiza con el objetivo de no perjudicar el alimento y extender la vida útil preservando sus propiedades nutricionales y sensoriales en la carne. Alirezalu et al. (2020) y Nikmaram (2018), concluyen que el empleo de este tipo de antioxidantes se debe a que los consumidores demandan productos libres de químicos por lo que los extractos son una gran alternativa.

La potencialidad de plantas nativas en la región Amazonas como conservantes naturales cobra importancia para mejorar la comercialización de carnes; dentro de estos, tenemos a la *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cassini conocido como “**shuca ruda**” que pertenece a la familia de la *Asteraceae*, la cual es una hierba aromática que puede alcanzar hasta 1,3m de altura, cuyas hojas son usadas por sus propiedades antibacterianas y que se usa convencionalmente en otros países como aderezo o condimento (Arias-Rico et al., 2020; Fonsceca et al., 2006). Es por ello, que la tesis tuvo como objetivo determinar el efecto conservante de extractos de shuca ruda en la carne de res.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material de estudio

Para la investigación se tuvo como material biológico las hojas y ramas de shuca ruda (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass) proveniente del distrito del Sonche (provincia Chachapoyas), y carne de res que se obtendrá del mercado local de Chachapoyas.

Figura 2

Fotografía referencial de shuca ruda (hojas y ramas)



2.2. Diseño del estudio

Se consideró un diseño factorial, donde los factores de estudio fueron el tipo de extracto, concentración del extracto y condición de almacenamiento de las muestras de carne de res.

Los factores de estudio mencionados se describen a continuación

- **Tipo de extracto:** se realizó los extractos de shuca ruda con los siguientes solventes: acuoso (A), etanólico (E), y metanólico (M).
- **Temperatura de conservación:** Las muestras de carne con extracto fueron conservadas a temperatura ambiente y en refrigeración (4°C)

Los análisis se realizaron por triplicado para disminuir el error experimental que pudo darse durante la ejecución de la investigación.

2.3.Métodos y técnicas

Para el desarrollo de la tesis se emplearon los siguientes protocolos de acuerdo a las etapas de la investigación, los cuales fueron:

a) Preparación de extracto de *P. ruderale*

Los extractos acuoso, etanólico y metanólico fueron preparados de acuerdo lo descrito por Radha-krishnan et al. (2015) modificado que consistió en:

- Se recolectó aproximadamente 500 g de shuca ruda.
- Se secaron al ambiente durante 10 días.
- Las muestras de extractos de shuca ruda fueron realizados con tres tipos de solventes que fueron agua (EA), etanol (EE) y metanol (EM).
- Se dejó en reposo por un tiempo de 12 horas.
- Posteriormente se separó la parte líquida de la parte sólida mediante filtrado.
- Finalmente, el extracto obtenido se colocó en un vaso de 500ml para su posterior uso.

b) Evaluación de la actividad antioxidante mediante ensayo DPPH

Se empleó el ensayo de reducción de radicales libres, en función de la técnica descrita por Huamán et al. (2021) que consistió en:

- Se preparó una solución de 100 ml de 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) con metanol en una proporción de 20 mg/L.
- Se preparó una solución metanólica de los extractos en una concentración de 100 µg/mL, se le denominó SOLUCION A.
- Se preparó una solución en blanco, para ello se realizó una dilución de 2:1 de metanol y agua respectivamente, para ajustar el espectrofotómetro a cero.
- El blanco de la muestra se preparó con la SOLUCION A (0,75 ml) y con metanol (1,5 ml). El patrón de referencia fue solución de DPPH (1,5 ml) y agua (0,75 ml).
- Se dejó por cinco minutos que reaccione.
- Posteriormente se realizó una lectura a 517 nm en el espectrofotómetro UV-Vis (Unico, S2100, Estados Unidos), se midió la absorbancia del patrón de referencia y blanco de muestra; se realizaron triplicado para disminuir el error experimental en las mediciones.

- El porcentaje de captura de radicales libres, fue en función de las absorbancias obtenidas a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Actividad antioxidante (\%)} = \left[1 - \left(\frac{\text{Abs}_{\text{muestra}} - \text{Abs}_{\text{blanco de la muestra}}}{\text{Abs}_{\text{patrón de referencia}}} \right) \right] * 100$$

c) Determinación del contenido de polifenoles mediante ensayo de Folin-Ciocalteu:

Se empleó el método desarrollado por Radha-krishnan et al. (2014) modificada que consistió en:

- Se mezcló 0,1 mL del extracto (tres tipos en el estudio) con 0,1 mL de Folin-Ciocalteu que fue diluido previamente tres veces en agua destilada.
- La solución se dejó que reaccione por tres minutos.
- Se añadió 0,3 mL de solución de carbonato de sodio al 2%.
- La mezcla se dejó por un tiempo de dos horas (ambiente oscuro), luego se midió la absorbancia de una longitud de onda de 725 nm.
- Los resultados de polifenoles totales es en mg equivalentes de ácido gálico por 100 gramos de muestra [mg (GAE)/100 g]

d) Actividad antibacteriana de tres extractos de *P. ruderalis*:

Para determinar la actividad antibacteriana se recurrió al método de difusión en discos, de acuerdo a lo descrito por Huamán et al. (2021) se realizó la siguiente:

- Se determinó los volúmenes iniciales de los extractos para 100 mL, empleando la siguiente fórmula:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Donde:

C₁: 100% de la concentración inicial.

C₂: Concentración consideradas en el estudio (25%, 50%, 75% y 100%).

V₁: Cantidad de mL de alcohol que se añadió para las concentraciones.

V₂: Cantidad inicial de 100 mL.

- Una vez considerado los cálculos de las concentraciones, se procedió a evaluar los extractos frente a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* sp.

- Se depositó en una superficie de agar (en placa Petri) previamente que se inoculó con el microorganismo considerado.
- Se prepararon discos de papel secante sumergidos en los tres extractos de acuerdo a las concentraciones consideradas.
- Los discos impregnados se colocaron en contacto con la superficie húmeda del agar, para que absorbiera el agua y así el extracto se difundió en el agar.
- Radialmente se difundió a través del espesor del agar a partir del disco formando gradiente de concentración.
- Se colocó a incubación por un tiempo de 24 horas, donde se observó que los discos se rodearon de una zona de inhibición.
- El halo se consideró descontando la medida inicial del disco mediante la siguiente fórmula:
$$\text{Inhibición (mm)} = \frac{\phi_{\text{inhibición}} - \phi_{\text{disco}}}{2}$$
- De acuerdo a los valores reportados (ver Anexo 01), los que superaron los valores de 0 se consideraron que presentan inhibición que se simbolizó con el signo más (+), en el caso de que la inhibición fue nula, es decir cero se representó por el signo menos (-).

e) Recuento microbiano en muestras de carne con extracto de *P. ruderale*

La impregnación de los extractos de shuca ruda en carnes de res fue mediante la adición de Tween-80 con agua destilada, empleando la técnica descrita por Zhu et al. (2019) modificado, que consistió en cortar piezas de carne de res de aproximadamente 50 g con un espesor de 0,8 cm, los extractos de shuca ruda se aplicaron de acuerdo a las que mostraron efecto antibacteriano que para el estudio fue al 100%.

Para el recuento microbiano se empleó lo descrito por Radha et al. (2015) modificado para *Escherichia coli*; que consistió en toma 10g de carne de res, previamente enriquecida con la emulsión correspondiente de cada extracto.

Luego se homogeneizó con 90 ml de agua con peptona al 0,1%, se realizaron tres diluciones en serie de agua con peptona estéril al 0,1%. El recuento total viable se determinó en agar para *E. coli* por incubación en placa a 37°C por 24 horas, después de la incubación se realizará el conteo de microorganismo. Los resultados fueron expresados

en base logarítmica de unidades formadoras de colonias por gramo de carne [log (UFC/g)].

2.4. Análisis de datos

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza factorial (ANOVA) con una significancia del 5%, para determinar el efecto que tiene el extracto empleado respecto a sus propiedades y recuento microbiano en carne de res, después de ello se realizó la prueba estadística de comparación múltiple (prueba Tukey) para ver posibles formaciones de grupos en función de los extractos de *P. ruderale* empleados.

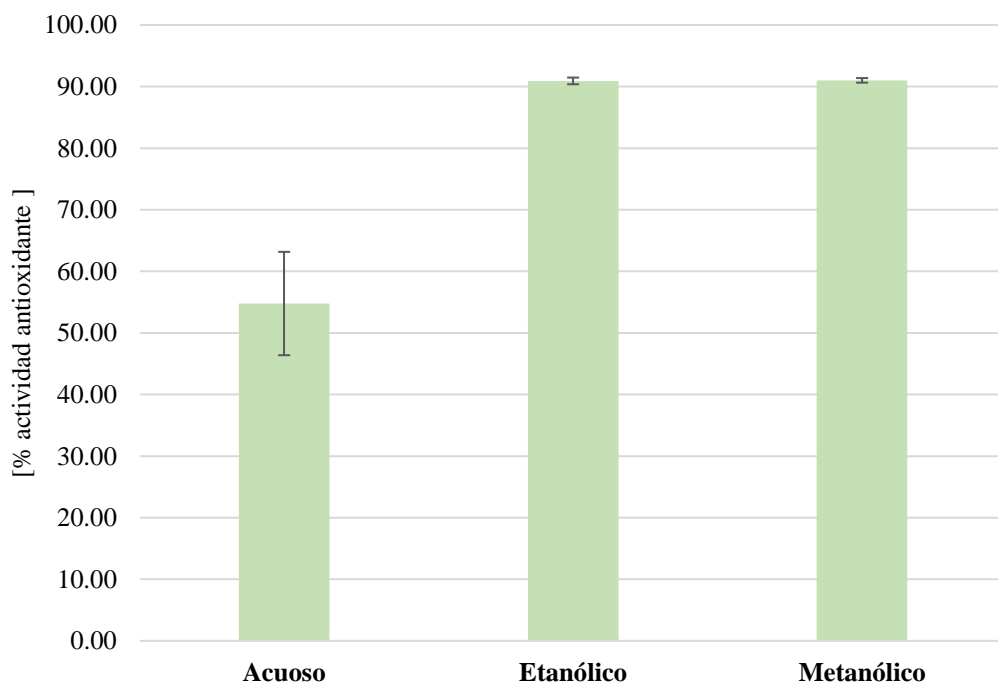
III. RESULTADOS

3.1. Actividad antioxidante, contenido de polifenoles y actividad antibacteriana de extractos de *P. ruderale* (shuca ruda)

Los tres tipos de extractos tienen diferencias significativas ($p < 0,05$), que de acuerdo a la Figura 2, el extracto metanólico evidenció una mayor actividad antioxidante ($91,01 \pm 0,37\%$) que es similar al extracto etanólico ($90,93 \pm 0,55\%$) de capacidad de inhibición de radicales libres, a diferencia del extracto acuoso que considerablemente muestra una menor actividad antioxidante ($54,78 \pm 8,39\%$).

Figura 3

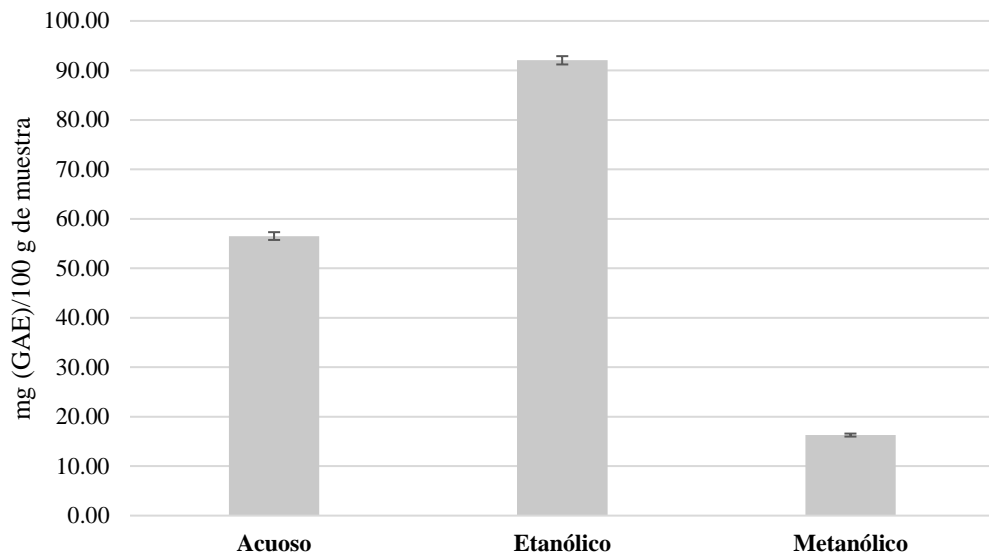
Actividad antioxidante en tres extractos de *P. ruderale* (shuca ruda)



Referente al contenido de polifenoles totales, se determinó la formación de tres grupos estadísticamente diferentes ($p < 0,05$), que de acuerdo a la Figura 3 no se relaciona con la actividad antioxidante, debido a que el extracto etanólico tuvo un mayor contenido ($92,04 \pm 0,84$ mg (GAE)/100g de muestra), y de otro lado, en el extracto metanólico se obtuvo un menor contenido de polifenoles que llegó hasta los ($16,28 \pm 0,30$ mg(GAE)/100g de muestra).

Figura 4

Contenido de polifenoles totales en tres extractos de P. ruderales (shuca ruda)



La actividad antibacteriana de los extractos empleados hubo inhibición a una concentración del 100% en los tres microorganismos aplicados (ver Tabla 1), en el caso del extracto acuoso solo mostró actividad en *S. aureus*; además, en el caso del extracto metanólico solo tuvo actividad antibacteriana en dos cepas, y solo el extracto etanólico demostró tener actividad frente a *E. coli*, *S. aureus* y *Salmonella* sp.

Tabla 1

Actividad antibacteriana de tres extractos de P. ruderales (shuca ruda)

Tipo de extracto	cc [%]	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella</i> sp.
Acuosos	100	-	+	-
	75	-	-	-
	50	-	-	-
	25	-	-	-
Etanólicos	100	+	+	+
	75	-	-	-
	50	-	-	-
	25	-	-	-
Metanólicos	100	+	-	+
	75	-	-	-
	50	-	-	-
	25	-	-	-

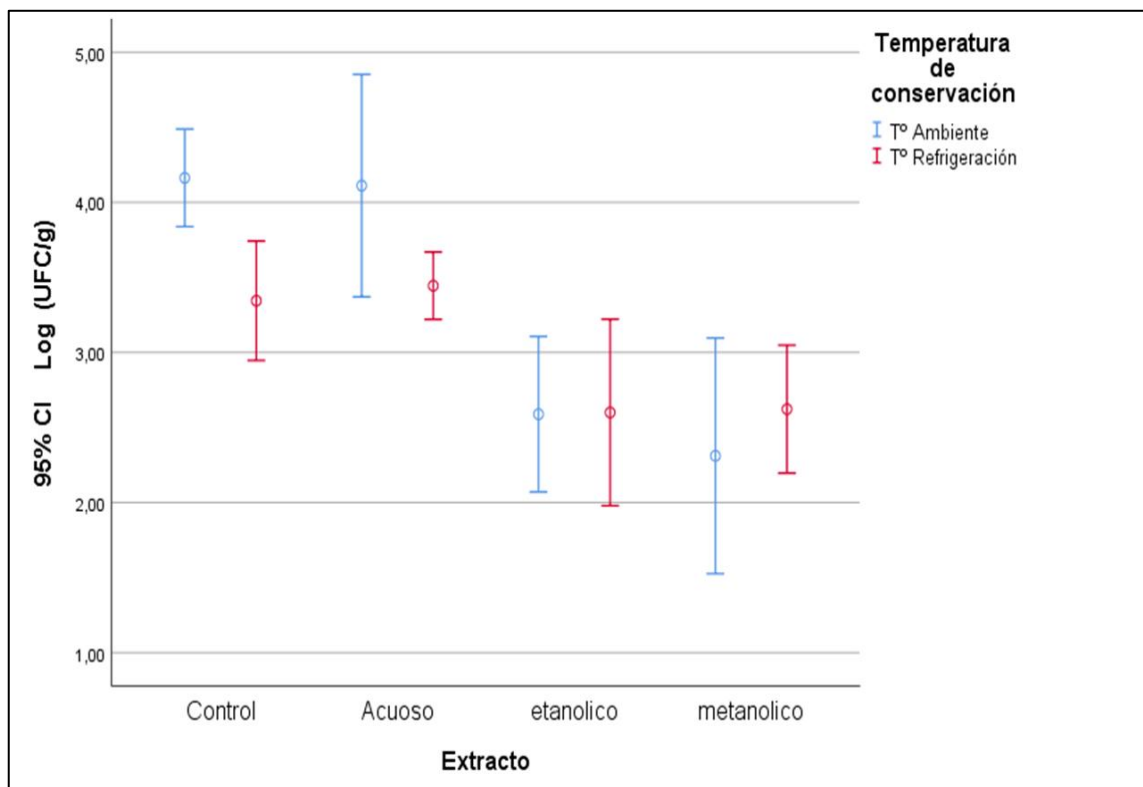
(cc): concentración; (+): inhibición; (-):no inhibición

3.2.Efecto de los extractos de *P. ruderale* en la conservación de carne de res a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración

Se demostró que los extractos muestran diferencias estadísticas entre sí ($p < 0,05$). El recuento microbiano en condiciones de refrigeración, la carne de res sin adición de extracto (control, ver Fig. 4) muestra un mayor recuento llegando hasta 2,13 log(UFC/g); asimismo, en las tres diluciones empleadas el tipo de extracto es diferente formando grupos ($p < 0,05$), además, se reportó que a una dilución de 1:1000 el recuento con extracto metanólico fue nulo demostrando su alto efecto en la conservación de la carne en refrigeración.

Figura 4

Recuento microbiano [Log(UFC/g)] de *E. coli* en muestras de carne de res con extracto de *P. ruderale* (*shuca ruda*) a temperatura ambiente y refrigeración



De los tratamientos empleados, el extracto metanólico y etanólico demostraron tener un mayor efecto debido a que en el recuento microbiano reportaron valores bajos entre 0 a 0,64 log(UFC/g) en las diluciones de 1:100 y 1:1000, además, de acuerdo a la Fig. 5 se

observó que a una mayor dilución empleada de los extractos en la carne de res el efecto conservante fue mayor evidenciado en un menor recuento microbiano.

De acuerdo al ANOVA, la tabla 2 evidenció que existe diferencias estadísticas del tipo de extracto en las tres diluciones, siendo el extracto metanólico el de mayor efecto conservante en la carne; de otro lado, respecto a las condiciones que se desarrolló el estudio (temperatura ambiente y refrigeración), en una dilución de 1:1000 se mostró una diferencia estadística en el recuento de microorganismos.

Tabla 2

ANOVA sobre el recuento microbiano en carne de res

Fuente	Log (UFC/g)		
	1:10	1:100	1:1000
Lineal	0,000	0,000	0,000
Extracto	0,000	0,000	0,000
Condiciones	0,642	0,351	0,000
Interacciones de 2 términos	0,000	0,237	0,000
Extracto*Condiciones	0,000	0,237	0,000

Además, se determinó que la interacción del tipo de extracto y las condiciones empleadas en la carne de res muestran tener efecto sobre la presencia de microorganismos ($p < 0,05$), que guarda relación con los resultados obtenidos en la tesis.

IV. DISCUSIÓN

Los extracto de shuca ruda demostraron tener un porcentaje de inhibición estuvo entre 50% a 91% (ver Figura 2), los valores encontrados indican según Munekata et al. (2020) que estos extractos muestran una mayor capacidad antioxidante que los agentes sintéticos que se emplean generalmente, y que se puede deber a un alto contenido de ácido ascórbico y ácido fenólico (Arias-Rico et al., 2020); además, la capacidad antioxidante de los extractos metanólico y etanólico debido pueden contribuir a la protección de componentes celulares para que no se vean afectados por especies reactivas de oxígenos (Ramli et al., 2021).

El extracto metanólico tuvo el mayor porcentaje de inhibición, superior a lo reportado por Tabarez (2019); asimismo, el extracto etanólico presentó una alta actividad antioxidante (ver Fig. 2) frente al extracto acuoso que tuvo 54,78%, la comparación entre estos dos tipos de extractos es similar para otros extractos de plantas naturales (Shah et al., 2014), que según Aquilani et al. (2018), la actividad antioxidante es influenciado por el tipo de solvente debido a la diferente polaridad que presentan, que de acuerdo a la prueba estadística ($p < 0,05$) se formó dos grupos estadísticamente diferentes en cuanto al porcentaje de inhibición, demostrando ser una potencial fuente de antioxidantes (Fukalova et al., 2022).

En cuanto al contenido de polifenoles totales, se observó que en el extracto metanólico (ver Fig. 3) estuvo por debajo de lo reportado por Tabarez (2019) para *P. ruderale*, que se puede deber a la cantidad de solvente empleado como un factor que contribuye a la extracción de los compuestos fenólicos (Conde-Hernández & Guerrero-Beltrán, 2014), y que el metanol contribuye en la extracción de polifenoles de bajo peso molecular (Shah et al., 2014); si bien los estudios indican que el metanol es un solvente que se recomienda para la extracción de polifenoles por su capacidad de inhibir la polifenol oxidasa este solvente puede dejar residuos tóxicos.

En función del tipo de solvente empleado en la tesis, el uso de agua y etanol son seguros que pueden emplearse con fines alimentarios (Conde-Hernández & Guerrero-Beltrán, 2014); de acuerdo a la Figura 3, existe efecto de los solventes sobre el contenido de PFT ($p < 0,05$), siendo el extracto etanólico que mostró un mayor contenido que alcanzó los 92,04 mg(GAE)/100 g de extracto, que según Jha y Sit (2022) y Shah et al. (2014) el

etanol es un disolvente ideal para extraer polifenoles en vegetales; seguido por el extracto acuoso que alcanzó 56,61 mg(GAE)/100 g de extracto (Fig.3), sin embargo, al comparar con la actividad antioxidante no se observó una posible correlación, que concuerda con estudios previos para *P. ruderale* donde se determinó que no existe relación entre ambos indicadores que posiblemente se puede deber a la presencia de otros compuestos antioxidantes (Conde-Hernández & Guerrero-Beltrán, 2014; Fukalova et al., 2022).

Los extractos de *P. ruderale* demostraron tener actividad antibacteriana en una concentración del 100% sobre *E. coli*, *S. aureus* y *Salmonella* sp. (ver Tabla 1), los resultados evidencian de la importante actividad biológica que presenta, que según Vázquez-Atanacio et al. (2021) se debe a la síntesis de un precursor de la riboflavina presente en las plantas del género *Porophyllum* que genera una respuesta frente a microorganismos. La influencia de los solventes en la extracción de compuestos se evidencia en la actividad antioxidante cumpliendo una doble función con la actividad antibacteriana, puesto que al observar lo reportado en la Fig. 2 se observa que los extractos metanólico (frente a *E. coli* y *Salmonella* sp.) y etanólico (*E. coli*, *S. aureus* y *Salmonella* sp.) demuestran tener efecto antibacteriano, que se debe a la presencia de ácidos fenólicos y compuestos flavonoides que son responsables del daño a la membrana citoplasmática, inhibición del metabolismo energético o de síntesis de ácidos nucleicos (Ramli et al., 2021) en los microorganismos.

La alta concentración del extracto para evidenciar actividad antibacteriana de *P. ruderale* (Tabla 1) indican que esta especie si bien tiene una fuerte actividad su eficacia es muy limitada (Bussmann et al., 2010), en el caso del extracto etanólico se determinó que su efecto antibacteriano tuvo inhibición en comparación al extracto acuoso, debido a que la extracción con etanol es más rica en flavonoides y taninos mostrando un mayor espectro de acción (Bussmann et al., 2010; Huamán et al., 2021).

Referente a la Fig. 4 y Fig. 5, se observó que la carne de res sin adición de extracto mostró un mayor recuento de *E. coli*, en las tres diluciones frente al testigo se demostró tener diferencias significativas en el recuento microbiano ($p < 0,05$) donde los extractos etanólico (0,259 log(UFC/g)) y metanólico (0,233 log(UFC/g)) mostraron tener un mayor efecto en conservar la carne de res por el bajo recuento que presentaron, que de acuerdo a Munekata et al. (2020) y Sha & Xiong (2020) la inclusión de extractos de especies vegetales contribuyen a la estabilidad microbiana y vida útil de los productos cárnicos,

que en el estudio fue tanto en condiciones normales (temperatura ambiente) y de refrigeración.

Los recuentos de *E. coli* en condiciones normales y refrigeración disminuyeron en las diluciones sucesivas realizadas (a excepción del extracto acuoso a temperatura ambiente que mostró un comportamiento atípico, ver Fig. 4); esto se debe a el tipo de solvente contribuye a una mayor poder extracción de polifenoles y por ende antimicrobiano (Schilling et al., 2018; Shah et al., 2014; Tabarez, 2019), y a su vez los extractos en carne actúan debilitando la estructura de la membrana de *E. coli* disminuyendo su presencia de estos microorganismos (Jha & Sit, 2022; Yin et al., 2019).

La prueba estadística en la Tabla 2 como se mencionó en los párrafos precedentes mostró diferencias significativas sobre el recuento de *E. coli* ($p < 0,05$), que demostró que los solventes influyen en la tasa de extracción de compuestos bioactivos que ayudan en la capacidad de respuesta frente a microorganismos que pueden afectar a los alimentos (Jha & Sit, 2022), si bien el agua es un solvente seguro al contrastar con el etanol y metanol (ver Fig. 4 y 5).

En las condiciones estudiadas demostró un mayor valor del recuento microbiano, de estos destaca el etanol resulta siendo hasta el momento un solvente más adecuado y de mayor poder en los vegetales para lograr un mayor efecto sobre microorganismo (Shah et al., 2014); lo mencionado anteriormente en concordancia con los resultados obtenidos tiene relación con lo reportado por Conde-Hernández & Guerrero-Beltrán (2014), el solvente tiene influencia sobre el extracto vegetal destacando el extracto etanólico de *P. ruderale* que evidencia un mayor contenido de compuestos fenólicos totales con potencial aplicación a la conservación de alimentos. Asimismo, las condiciones empleadas mostraron tener efecto sobre el recuento microbiano, siendo menor en las condiciones de refrigeración (en la dilución 1:1000, ver tabla 2), y una interacción del extracto y condiciones que tuvieron efecto en el recuento, demostrando que las interacciones tienen efecto en la conservación de la carne (Schilling et al., 2018).

V. CONCLUSIONES

Entre los diferentes extractos de shuca ruda, los valores más alto en la actividad antioxidante lo presentaron el extracto metanólico (91.01%) y etanólico (90.93%) sin diferencia significativa entre ambos. En el contenido de polifenoles totales el extracto etanólico (92.04mg GAE/100 g de extracto) presenta el valor más alto y estadísticamente diferente al extracto metanólico y acuoso.

El extracto etanólico en una concentración del 100% inhibió significativamente el crecimiento de *E. coli*, *S. aureus* y *Salmonella* sp.

Los extractos metanólico y etanólico tienen un efecto conservante en la carne de res, reduciendo la carga microbiológica de *E. coli*. respecto al tratamiento control, diferente estadísticamente del extracto acuoso y control durante las 12 horas de almacenamiento en temperatura ambiente y refrigeración.

Por lo tanto, el extracto etanólico de shuca ruda tiene un potencial antioxidante, presencia de polifenoles totales, capacidad inhibitoria y antimicrobiano superior a los extractos acuoso y metanólico.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda que se analice los metabolitos en *P. ruderale* que permita identificar los que tienen mayor presencia y posibles interacciones que pueden darse con los solventes para mejorar la extracción de compuestos.

Se recomienda evaluar el efecto de los extractos en diferentes diluciones en el tiempo, considerando diferentes condiciones de almacenamiento que puedan determinar mejores formas de ampliar la conservación de carne empleando extractos vegetales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alirezalu, K., Pateiro, M., Yaghoubi, M., Alirezalu, A., Peighambardoust, S. H., & Lorenzo, J. M. (2020). Phytochemical constituents, advanced extraction technologies and techno-functional properties of selected Mediterranean plants for use in meat products. A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, *100*, 292-306. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.010>
- Aquilani, C., Sirtori, F., Flores, M., Bozzi, R., Lebret, B., & Pugliese, C. (2018). Effect of natural antioxidants from grape seed and chestnut in combination with hydroxytyrosol, as sodium nitrite substitutes in Cinta Senese dry-fermented sausages. *Meat Science*, *145*, 389-398. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.019>
- Arias-Rico, J., Macías-León, F. J., Alanís-García, E., Cruz-Cansino, N. del S., Jaramillo-Morales, O. A., Barrera-Gálvez, R., & Ramírez-Moreno, E. (2020). Study of Edible Plants: Effects of Boiling on Nutritional, Antioxidant, and Physicochemical Properties. *Foods*, *9*(5), 14 pág. <https://doi.org/10.3390/foods9050599>
- Bussmann, R. W., Malca-García, G., Glenn, A., Sharon, D., Chait, G., Díaz, D., Pourmand, K., Jonat, B., Somogy, S., Guardado, G., Aguirre, C., Chan, R., Meyer, K., Kuhlman, A., Townesmith, A., Effio-Carbajal, J., Frías-Fernandez, F., & Benito, M. (2010). Minimum inhibitory concentrations of medicinal plants used in Northern Peru as antibacterial remedies. *Journal of Ethnopharmacology*, *132*(1), 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.07.048>
- Calvo-Irabien, L. M. (2018). Native Mexican aromatic flora and essential oils: Current research status, gaps in knowledge and agro-industrial potential. *Industrial Crops and Products*, *111*, 807-822. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.11.044>
- Conde-Hernández, L. A., & Guerrero-Beltrán, J. Á. (2014). Total phenolics and antioxidant activity of *Piper auritum* and *Porophyllum ruderale*. *Food Chemistry*, *142*, 455-460. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.078>

- Fonseca, M. C. M., Barbosa, L. C. A., Nascimento, E. A., & Casali, V. W. D. (2006). Essential Oil from Leaves and Flowers of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cassini (Asteraceae). *Journal of Essential Oil Research*, 18(3), 345-347. <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.9699108>
- Fukalova, T., García-Martínez, M. D., & Raigón, M. D. (2022). Nutritional Composition, Bioactive Compounds, and Volatiles Profile Characterization of Two Edible Undervalued Plants: *Portulaca oleracea* L. and *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. *Plants*, 11(3), 377. <https://doi.org/10.3390/plants11030377>
- Gonçalves, L. D. dos A., Piccoli, R. H., Peres, A. de P., & Saúde, A. V. (2017). Predictive modeling of *Pseudomonas fluorescens* growth under different temperature and pH values. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48(2), 352-358. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.12.006>
- Guzmán, M. (2009). *Actividad antioxidante y antimicrobiana del aceite esencial y extractos (crudo, acuoso, y etanólico) de Pipicha (Porophyllum tagetoides)* [Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/46803>
- Huamán, H., Balcázar, C. R., Chávez, S. G., & Auquiñivin, E. A. (2021). Evaluación de la capacidad antioxidante y actividad antibacteriana del extracto acuoso y etanólico de *Cymbopogon citratus*. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(2), 9-15. <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/608>
- Jha, A. K., & Sit, N. (2022). Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 579-591. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.019>
- Munekata, P. E. S., Rocchetti, G., Pateiro, M., Lucini, L., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2020). Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes: An overview. *Current Opinion in Food Science*, 31, 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.003>

- Nikmaram, N. (2018). Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. *Meat Science*, *145*, 245-255. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.031>
- Radha krishnan, K., Babuskin, S., Azhagu Saravana Babu, P., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., & Sukumar, M. (2014). Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, *171*, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.011>
- 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>
- Ramli, A. N. M., Badrulzaman, S. Z. S., Hamid, H. A., & Bhuyar, P. (2021). Antibacterial and antioxidative activity of the essential oil and seed extracts of *Artocarpus heterophyllus* for effective shelf-life enhancement of stored meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, *45*(1). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14993>
- Schilling, M. W., Pham, A. J., Williams, J. B., Xiong, Y. L., Dhowlaghar, N., Tolentino, A. C., & Kin, S. (2018). Changes in the physiochemical, microbial, and sensory characteristics of fresh pork sausage containing rosemary and green tea extracts during retail display. *Meat Science*, *143*, 199-209. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.009>
- Sha, L., & Xiong, Y. L. (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, *102*, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.022>
- Shah, M. A., Bosco, S. J. D., & Mir, S. A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, *98*(1), 21-33. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.020>

- Tabarez, A. (2019). *Evaluación de la actividad antioxidante de extractos y xantonas en un modelo químico y celular* [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, CIBA]. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/27338>
- Vázquez-Atanacio, M. J., Bautista-Ávila, M., Velázquez-González, C., Castañeda-Ovando, A., González-Cortazar, M., Sosa-Gutiérrez, C. G., & Ojeda-Ramírez, D. (2021). Porophyllum Genus Compounds and Pharmacological Activities: A Review. *Scientia Pharmaceutica*, 89(7), 7. <https://doi.org/10.3390/scipharm89010007>
- Yin, A. T., Barbut, S., Ross, K., Diarra, M. S., & Balamurugan, S. (2019). The effect of cranberry pomace ethanol extract on the growth of meat starter cultures, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* serovar Enteritidis and *Listeria monocytogenes*. *LWT*, 115, 108452. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108452>
- Zhu, Y., Ma, Y., Zhang, J., Li, Miaoyun, Yan, L., Zhao, G., Liu, Y., & 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 recolectados en Laboratorio

Tabla 3

Datos evaluados de actividad antioxidantes y polifenoles totales en los extractos de P. ruderale

Extracto	[AA] (%)	[PFT] mg(GAE)/100g
Acuoso	50.478	56.057
Acuoso	49.411	57.42
Acuoso	64.448	56.057
Etanólico	91.403	91.398
Etanólico	91.045	91.739
Etanólico	90.328	92.989
Metanólico	91.313	16.398
Metanólico	91.134	16.511
Metanólico	90.597	15.943

Figura 5

Cuevas de calibración para PFT

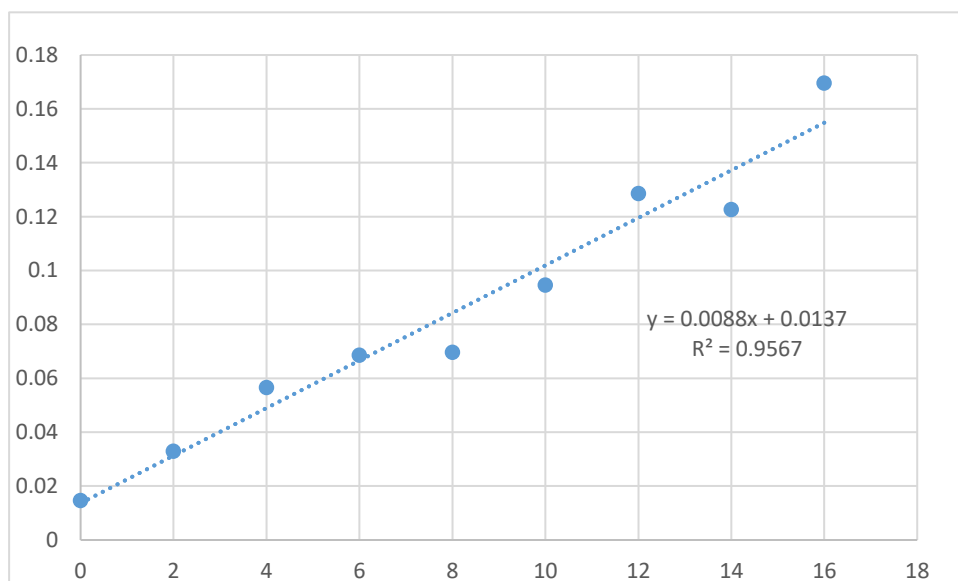


Tabla 4*Halos de inhibición de los extractos de P. ruderale*

Dosis	Microrganismos	Extracto acuoso (mm)	Extracto etanólico (mm)	Extracto metanólico (mm)
100	<i>E. coli</i>	0	0.7	0.8
100	<i>E. coli</i>	0	0.8	0.8
100	<i>E. coli</i>	0	0.7	0.8
75	<i>E. coli</i>	0	0	0
75	<i>E. coli</i>	0	0	0
75	<i>E. coli</i>	0	0	0
50	<i>E. coli</i>	0	0	0
50	<i>E. coli</i>	0	0	0
50	<i>E. coli</i>	0	0	0
25	<i>E. coli</i>	0	0	0
25	<i>E. coli</i>	0	0	0
25	<i>E. coli</i>	0	0	0
100	<i>S. aureus</i>	0.7	0.7	0
100	<i>s aureus</i>	0.7	0.7	0
100	<i>s aureus</i>	0.7	0.7	0
75	<i>s aureus</i>	0	0	0
75	<i>s aureus</i>	0	0	0
75	<i>s aureus</i>	0	0	0
50	<i>s aureus</i>	0	0	0
50	<i>s aureus</i>	0	0	0
50	<i>s aureus</i>	0	0	0
25	<i>s aureus</i>	0	0	0
25	<i>s aureus</i>	0	0	0
25	<i>s aureus</i>	0	0	0
100	<i>Salmonella</i>	0	0.7	0.8
100	<i>Salmonella</i>	0	0.7	0.7
100	<i>Salmonella</i>	0	0.7	0.7
75	<i>Salmonella</i>	0	0	0
75	<i>Salmonella</i>	0	0	0
75	<i>Salmonella</i>	0	0	0
50	<i>Salmonella</i>	0	0	0
50	<i>Salmonella</i>	0	0	0
50	<i>Salmonella</i>	0	0	0
25	<i>Salmonella</i>	0	0	0
25	<i>Salmonella</i>	0	0	0
25	<i>Salmonella</i>	0	0	0

Anexo B. Análisis estadístico

Tabla 5

ANOVA de Actividad antioxidante - Extractos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Extracto	2	2619.6	1309.79	55.47	0.000
Error	6	141.7	23.61		
Total	8	2761.3			

Figura 6

Gráfica de residuos para actividad antioxidante

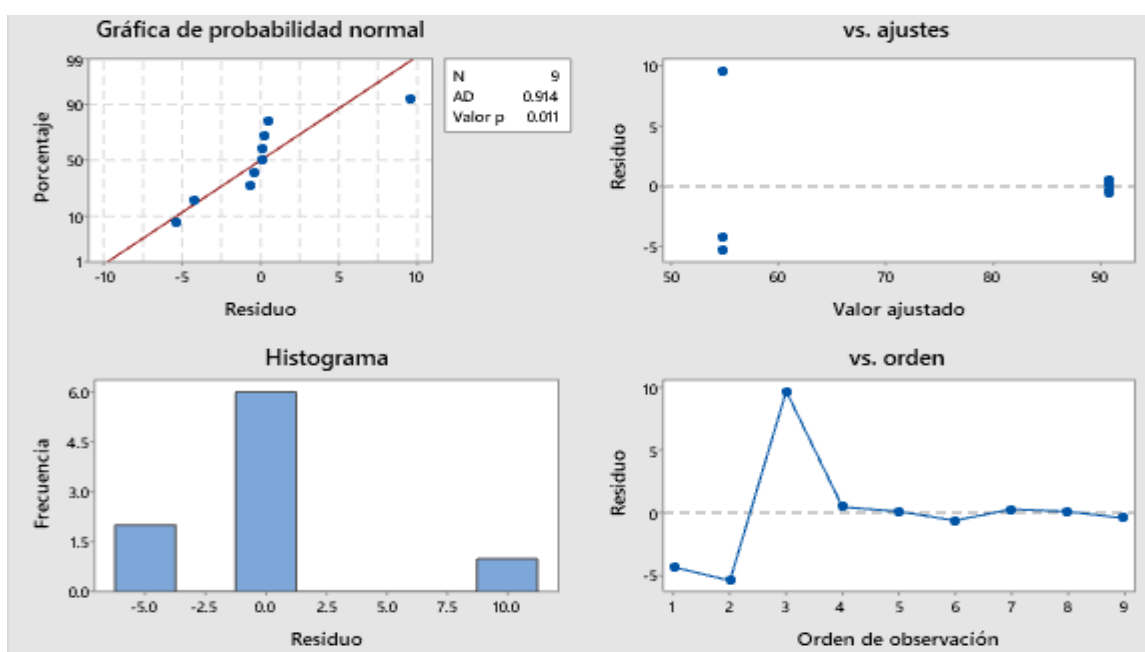


Tabla 6

ANOVA de PFT- Extractos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Extracto	2	8619.94	4309.97	9161.47	0.000
Error	6	2.82	0.47		
Total	8	8622.76			

Figura 7

Gráfica de residuos para PFT

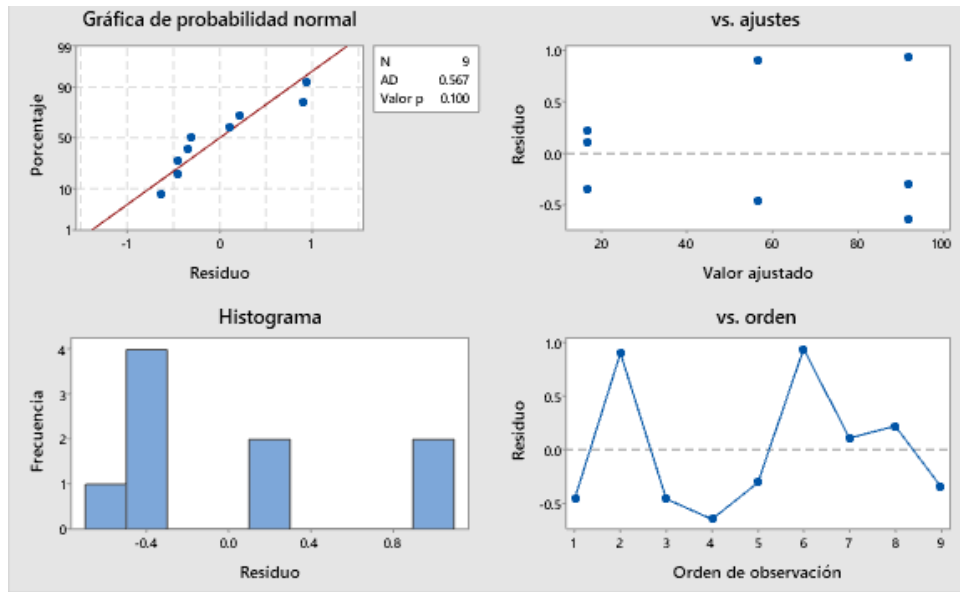


Tabla 7

ANOVA de recuento microbiano (1:10) en carne de res - T_{amb}

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Extracto	3	11.7719	3.92396	62.72	0.000
Error	8	0.5005	0.06257		
Total	11	12.2724			

Figura 8

Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:10) en carne de res - T_{amb}

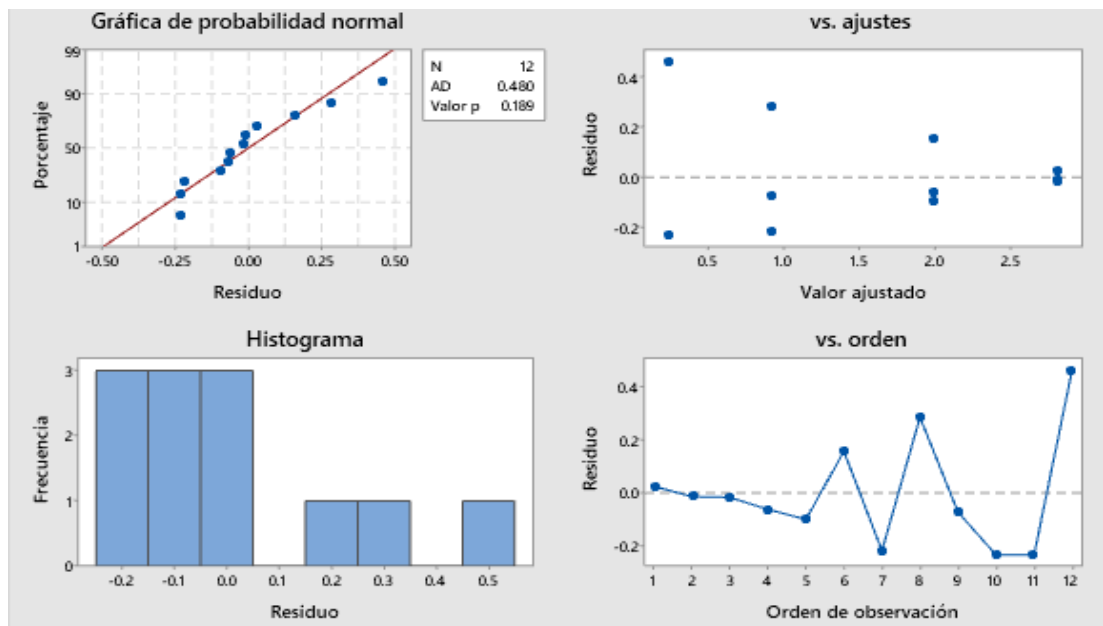
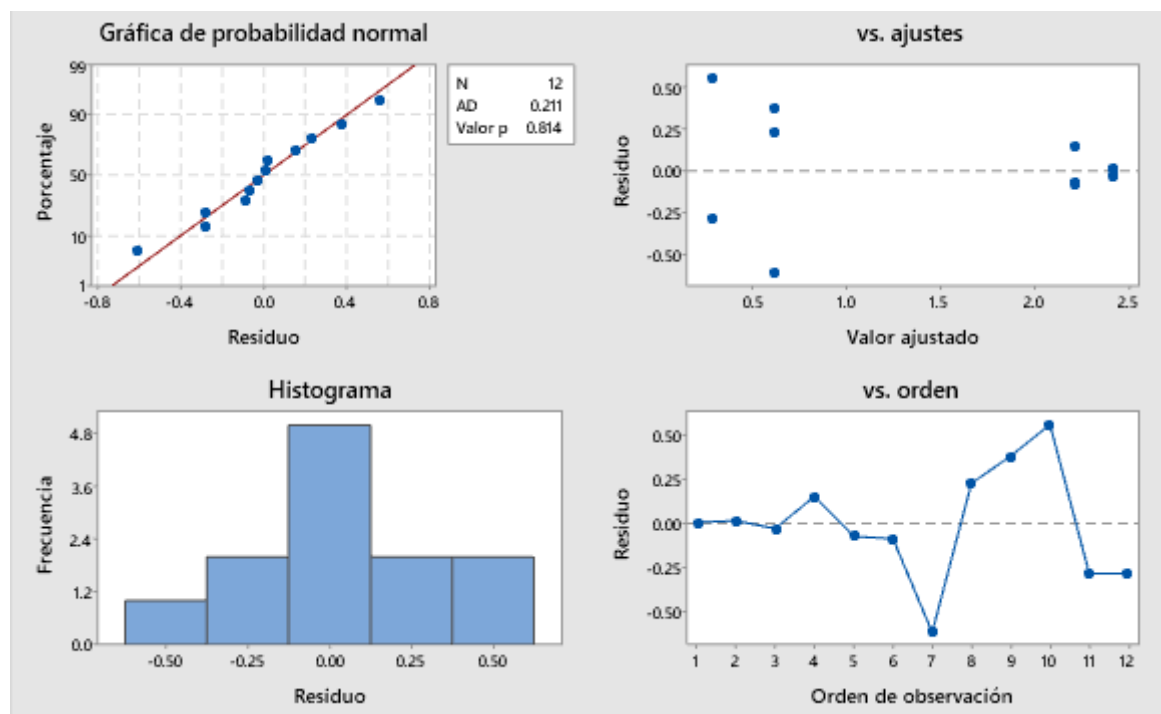


Tabla 8*ANOVA de recuento microbiano (1:100) en carne de res - T_{amb}*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Extracto	3	10.741	3.5803	26.21	0.000
Error	8	1.093	0.1366		
Total	11	11.834			

Figura 9*Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:100) en carne de res - T_{amb}* **Tabla 9***ANOVA de recuento microbiano (1:1000) en carne de res - T_{amb}*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Extracto	3	10.1572	3.38572	58.50	0.000
Error	8	0.4630	0.05788		
Total	11	10.6202			

Figura 10

Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:1000) en carne de res - T_{amb}

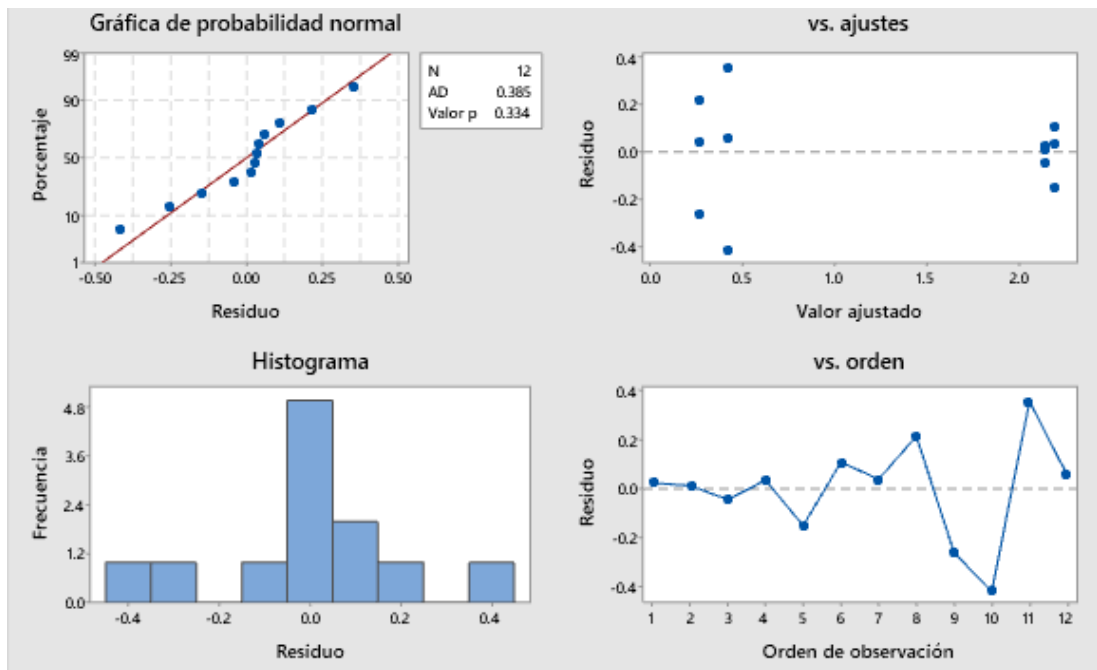


Tabla 10

ANOVA de recuento microbiano (1:10) en carne de res – T_{refr}

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Extracto	3	4.2477	1.41591	45.94	0.000
Error	8	0.2466	0.03082		
Total	11	4.4943			

Figura 11

Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:10) en carne de res – T_{refr}

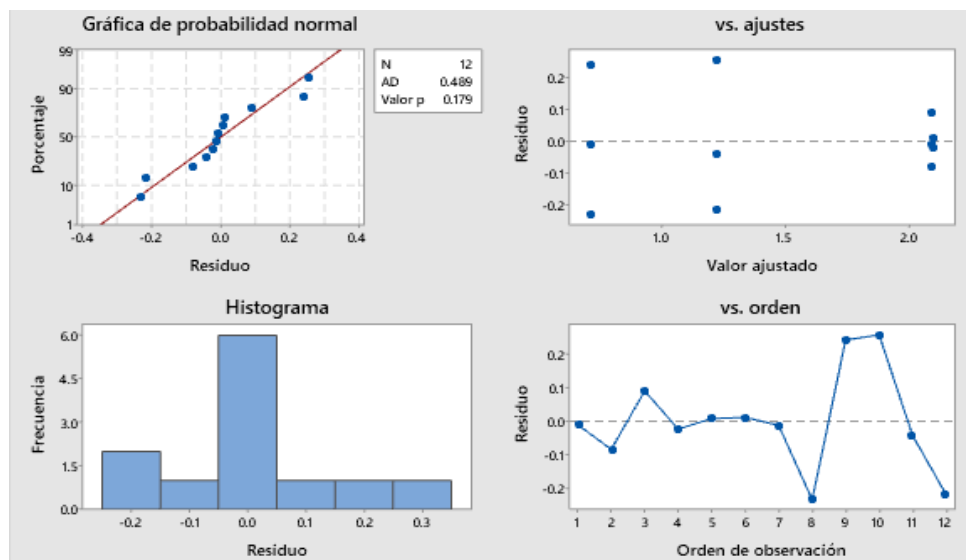
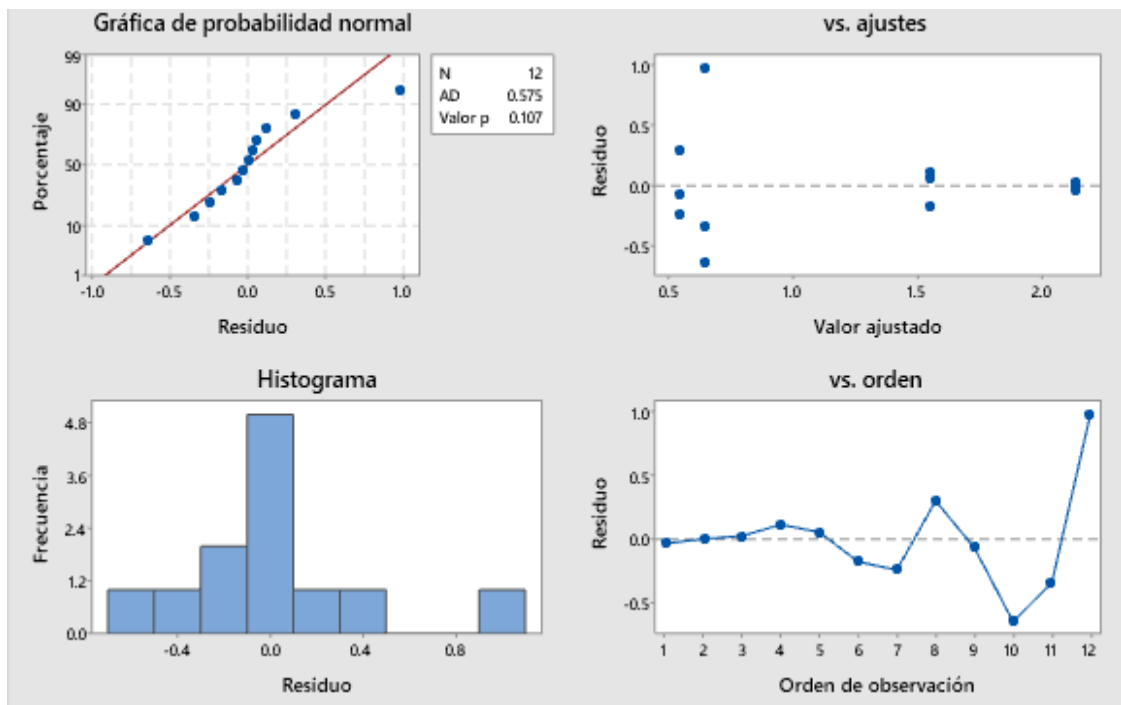


Tabla 11ANOVA de recuento microbiano (1:100) en carne de res – T_{refr}

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Extracto	3	5.247	1.7489	8.16	0.008
Error	8	1.715	0.2144		
Total	11	6.962			

Figura 12Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:100) en carne de res – T_{refr} **Tabla 12**ANOVA de recuento microbiano (1:1000) en carne de res – T_{refr}

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Extracto	3	6.0387	2.01291	72.34	0.000
Error	8	0.2226	0.02783		
Total	11	6.2613			

Figura 13

Gráfica de residuos de recuento microbiano (1:1000) en carne de res – T_{refr}

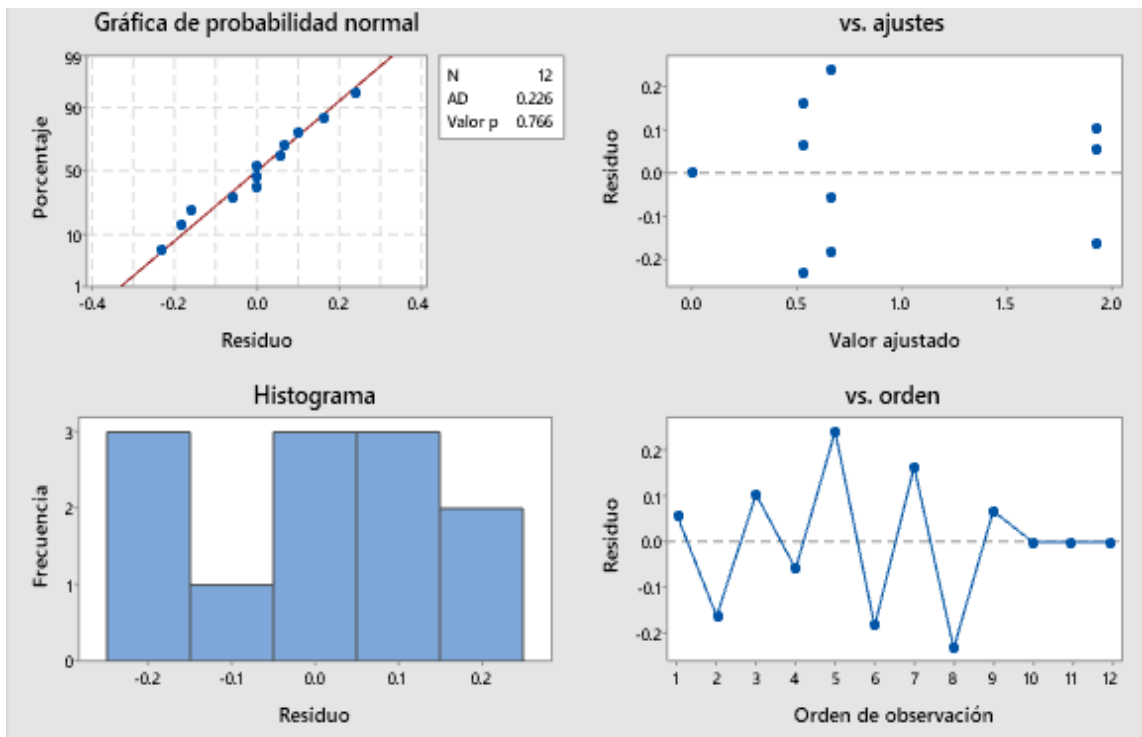


Figura 14

Diagrama de Pareto de los factores sobre recuento microbiano (1:10)

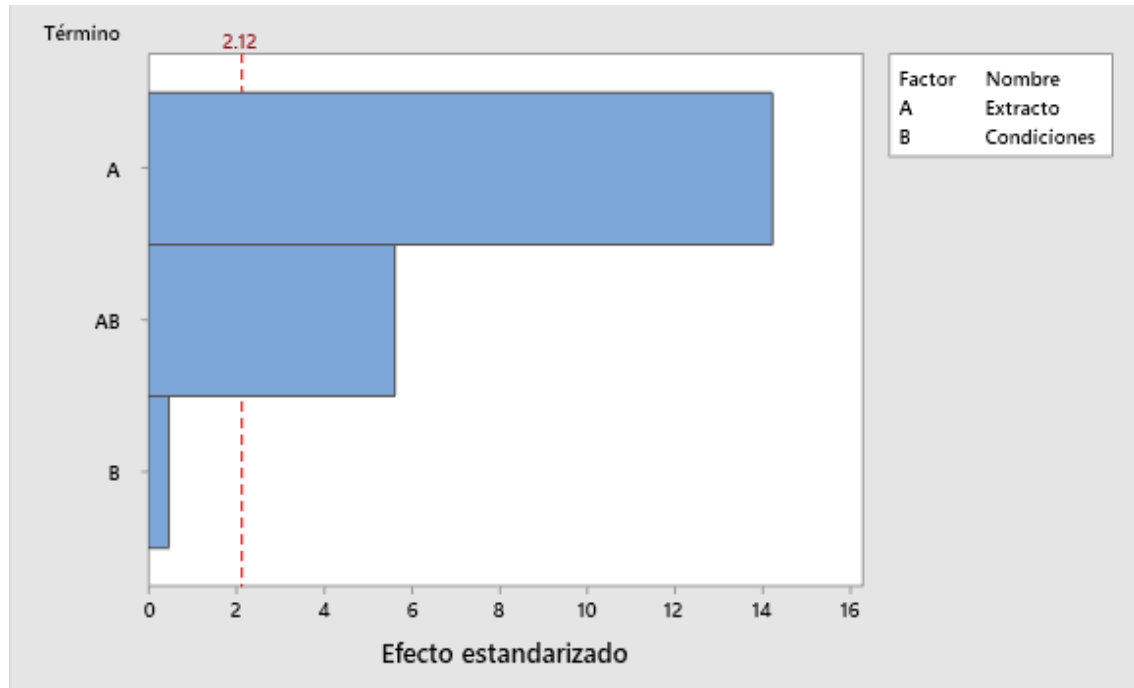


Figura 15

Diagrama de Pareto de los factores sobre recuento microbiano (1:100)

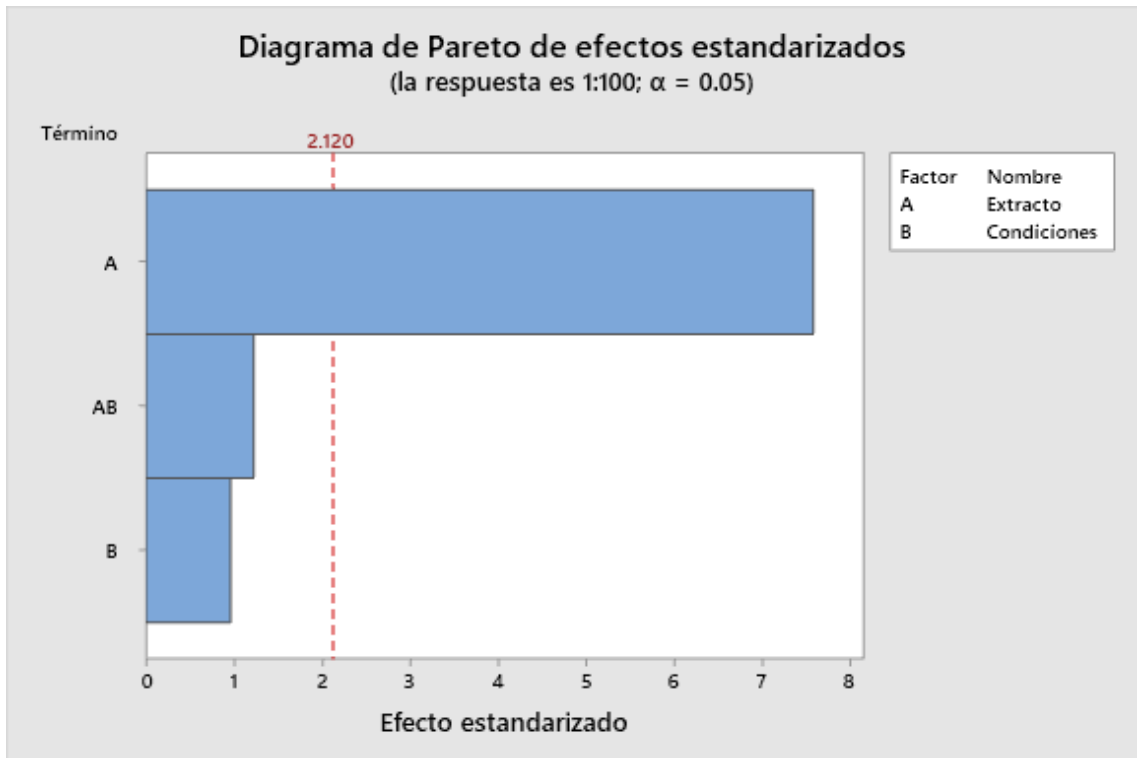


Figura 16

Diagrama de Pareto de los factores sobre recuento microbiano (1:1000)

