



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNIA

Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy (*Cavia porcellus*) de 30 y 70 días de edad

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR:

Bach. Ochoa Perez, Yober Edwin

ASESOR:

Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón Dr.

(ORCID: 0000-0001-6666-4721)

Lambayeque, agosto de 2026

Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy (*Cavia porcellus*) de 30 y 70 días de edad

TESIS

Presentada como requisito Para optar el título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

POR

Bach. Ochoa Perez, Yober Edwin

Aprobada por el siguiente jurado



Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
Presidente



Ing. Enrique Martín Adrianzen Arbulú, M. Sc.
Secretario



Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc.



Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Patrocinador

ACTA DE SUSTENTACIÓN

10000

UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
CAYAMA, PERÚ

00463

Acta de Sustentación de Tesis del Señor bachiller en Ingeniería Zootecnia Yober Edwin Ochoa Perez para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista.

En la ciudad de Lambayeque, siendo la 1:00 pm del día 18 de agosto de 2026, en la sala de sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" de Lambayeque, se reunieron los Señores miembros del jurado de tesis, designados con Resolución N° 099-2025-AE/D de fecha 18 de junio de 2025; Ing. Pedro Antonio del Corpio Ramos, Dr. (Presidente), Ing. Enrique M. Adamez Abulo, M.Sc. (Secretario), Ing. Benito Bautista Espinoza M.Sc. (Vocal), Ing. Napoleón Corales Rodríguez Dr. (Asesor) habiéndole aprobado el proyecto de Tesis con la Resolución N° 093-2026-AE/D de fecha 15 de julio de 2026.

El jurado se encargó de recibir y dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado "Influencia de larvas de moscas de las especies de *Hermetia Illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy (*Lepus porcellus*) de 30 y 70 días de edad".

Presentado y expuesto el trabajo de tesis, cuya sustentación fue autorizada mediante Resolución N° 116-2026-AE/D del 17 de agosto de 2026; formuladas las preguntas por los miembros del jurado, dadas las respuestas por el sustentante y aclaraciones por el asesor. El jurado luego de deliberar, acordar APROBAR el trabajo con un puntaje de 19 equivalente al calificativo de Muy Bueno debiéndose consignar en el informe final las sugerencias dadas por el jurado durante la sustentación.

Por lo tanto el Señor bachiller Yober Edwin Ochoa Perez, se encuentra apto para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

Ing. Pedro Antonio del Corpio Ramos, Dr.
Presidente

Ing. Enrique M. Adamez Abulo M.Sc.
Secretario

Ing. Benito Bautista Espinoza M.Sc.
Vocal

Ing. Napoleón Corales Rodríguez, Dr.
Asesor

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr., docente/Asesor de Tesis/revisor del trabajo de investigación del bachiller Ochoa Perez Yober Edwin quien realizó el trabajo titulado:

“Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy (*Cavia porcellus*) de 30 y 70 días de edad”;

luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito ha analizado dicho reporte y ha concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen un plagio. Por lo que, a mi entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”

Lambayeque, julio de 2026



Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.

DNI 16680503

Asesor

Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy (*Cavia porcellus*) de 30 y 70 días de edad.

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	1. repositorio.unprg.edu.pe:8080	2%
	Fuente de Internet	
2	2. alicia.concytec.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	3. Submitted to St. Mary's College Twickenham	1%
	Trabajo del estudiante	
5	4. wes.copernicus.org	1%
	Fuente de Internet	
6	5. gloria.tv	1%
	Fuente de Internet	
7	6. mdpi-res.com	<1%
	Fuente de Internet	
8	7. link.springer.com	<1%
	Fuente de Internet	
9	8. espanol.news	<1%
	Fuente de Internet	
10	9. ouci.dntb.gov.ua	<1%
	Fuente de Internet	
11	10. www.tdx.cat	<1%
	Fuente de Internet	
	11. patents.google.com	<1%
	Fuente de Internet	
12	air.unimi.it	<1%
13	revistasinvestigacion.unmsm.edu.p	
14	ri.uaemex.m	<1%


Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.
DNI 16680503
Asesor

12. czasopisma.pan.pl

15			< 1 %
16	a. Submitted to Universiti Putra Malaysia Trabajo del estudiante		< 1 %
17	b. Submitted to Universidad de Pamplona Trabajo del estudiante		< 1 %
18	c. Submitted to Hellenic Open University Trabajo del estudiante		< 1 %
19	d. api-repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet		< 1 %
20	e. Cokel, Natalie. "Metagenomic Investigations of Gut Organ Bacterial Communities of the Heart Urchin <i>Brisaster townsendi</i> ", California State University, Long Beach, 2024 Publicación		< 1 %
21	f. Wahda A. Kharofa, Sahar T. Fadhil, Bushra H. Alniaeemi. "Molecular characterization and genetic diversity of ectoparasite <i>Pediculus humanus</i> (head lice) in Mosul city", Journal of Applied and Natural Science, 2025 Publicación		< 1 %
22	g. meygeia.gr Fuente de Internet		< 1 %
23	h. revistas.unamba.edu.pe Fuente de Internet		< 1 %
24	i. www.anmat.gov.ar Fuente de Internet		< 1 %
25	j. Yousif Abdelrahman Yousif Abdellah, Dou Tingting, Jianou Gao, Shimei Yang et al. "Bioconversion to bioresources: Pollutant detoxification mechanisms and circular bioeconomy prospects in black soldier fly larvae composting", Environmental Technology & Innovation, 2026 Publicación		< 1 %
26	k. ieomsociety.org Fuente de Internet		< 1 %
27	l. public-pages-files-2025.frontiersin.org Fuente de Internet		< 1 %
28	repositorio.utn.edu.ec		< 1 %
29	www.discoveryjournals.org	Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr. DNI 16680503 Asesor	< 1 %

30	m.	www.jshnc.umin.ne.jp	Fuente de Internet	< 1 %
31	n.	dilemascontemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com	Fuente de Internet	< 1 %
32	o.	repositorio.unicesar.edu.co	Fuente de Internet	< 1 %
33	p.	Anna Kang, Min-Jin Kwak, Daniel Junpyo Lee, Jeong Jae Lee et al. "Dietary supplementation with probiotics promotes weight loss by reshaping the gut microbiome and energy metabolism in obese dogs", Microbiology Spectrum, 2024	Publicación	< 1 %
34	q.	Submitted to Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Trabajo del estudiante	< 1 %
35	r.	repositorio.unid.edu.pe	Fuente de Internet	< 1 %
36	s.	cuyexportable.blogspot.com	Fuente de Internet	< 1 %
37	t.	Submitted to Universidad de los Hemisferios	Trabajo del estudiante	< 1 %
38	u.	cejph.szu.cz	Fuente de Internet	< 1 %
39	v.	repositorio.uchile.cl	Fuente de Internet	< 1 %
40	w.	Submitted to Universidad de Burgos UBUCEV	Trabajo del estudiante	< 1 %
41	x.	www.echocommunity.org	Fuente de Internet	< 1 %
42	y.	Hanan Al-Khalaifah, Ihtisham ul haq, Muhammad Tahir Khan, Muhammad Tahir et al. "Dietary inclusion of black soldier fly (Hermetia illucens) larvae meal improves growth metrics, carcass quality, nutrient digestibility, serum analytes and cecal microbiota in Japanese quail", Poultry Science, 2025	Publicación	< 1 %
43		Submitted to espm		< 1 %
44		Submitted to Free University of Bolzano		< 1 %
	z.	Submitted to Universidad Francisco de Paula Santander		


 Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.
 DNI 16680503
 Asesor

45			< 1 %
46	aa. jlapub.ub.uni-giessen.de Fuente de Internet		< 1 %
47	bb. www.cadenanueve.com Fuente de Internet		< 1 %
48	cc. L. C. Vivas, M. J. Casado, N. C. Pérez, M. F. Brazón, A. D. Mendoza, D. S. Coll, A. J. Quintero. "Effect of Black Soldier Fly (<i>Hermetia illucens</i> L.) Larvae Meal on the Productive Performance, Haematological Status, and Blood Biochemistry of Broiler Chickens under Tropical Conditions", <i>Journal of Agricultural Sciences – Sri Lanka</i> , 2026 Publicación		< 1 %
49	dd. Submitted to UNILIBRE Trabajo del estudiante		< 1 %
50	ee. Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante		< 1 %
51	ff. Gómez Torres, Laura Isabel. "Modelo de Priorización de Áreas Geográficas Para la Gestión Ambiental de los Residuos Orgánicos Residenciales, En Bogotá", <i>Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)</i> Publicación		< 1 %
52	gg. María-Elena Gómez-Parra, Tú-Anh Hà. "First steps towards intercultural education in Vietnam: exploring primary education teachers' level of intercultural competence ()", <i>Culture and Education</i> , 2021 Publicación		< 1 %
53	hh. repositorio.udch.edu.pe Fuente de Internet		< 1 %
54	ii. Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante		< 1 %
55	jj. archive.conscientiabeam.com Fuente de Internet		< 1 %
56	kk. Submitted to Universidad de Cádiz Trabajo del estudiante		< 1 %
57	biblioteca.colanta.com.co		< 1 %
58	revistas.ucr.ac.cr	Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr. DNI 16680503 Asesor	< 1 %
	ll. www.fveter.unr.edu.ar		



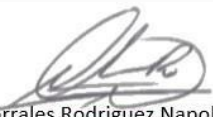
Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Yober Edwin Ochoa Perez
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illuce...*
Nombre del archivo: 10._TESIS_YOBER_OCHOA.pdf
Tamaño del archivo: 1.14M
Total páginas: 106
Total de palabras: 26,186
Total de caracteres: 137,496
Fecha de entrega: 21-jul-2026 06:49p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 3001491284


UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNIA
Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy (*Cavia porcellus*) de 30 y 70 días de edad
TESIS
Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista
AUTOR:
Bach. Ochoa Perez, Yober Edwin
ASESOR:
Ing. Corrales Rodriguez, Napoleón Dr.
(ORCID: 0000-0001-6666-4721)
Lambayque, julio de 2026


Ing. Corrales Rodriguez Napoleón, Dr.
DNI 16680503
Asesor

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. Ochoa Perez, Yober Edwin investigador principal, e Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr., asesor del trabajo de investigación: “Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy (*Cavia porcellus*) de 30 y 70 días de edad”, declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, 15 de marzo de 2026.

Nombre del Investigador: Bach. Ochoa Perez, Yober Edwin

Nombre del Asesor: Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr.



Bach.Ochoa Perez, Yober Edwin
Investigador



Ing. Corrales Rodriguez, Napoleon, Dr.
Asesor

DECLARACIÓN JURADA DE RESPETO AL DERECHO DE ANIMALES

Yo, Bach. Ochoa Perez, Yober Edwin investigador principal, e Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr., asesor del trabajo de investigación: “Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy (*Cavia porcellus*) de 30 y 70 días de edad”, declaramos bajo juramento que durante la realizacion de esta investigacion se han respetado todos los lineamientos orientados al bienestar animal.

Lambayeque, 15 de marzo del 2026.

Nombre del Investigador: Bach. Ochoa Perez, Yober Edwin

Nombre del Asesor: Ing. Corrales Rodríguez, Napoleon, Dr.



Bach.Ochoa Perez, Yober Edwin
Investigador



Ing. Corrales Rodriguez, Napoleon, Dr.
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por haber permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Doraliza Perez Chavez y a mi abuela Dolores Chavez Fernandez, por su apoyo absoluto durante mi vida universitaria, ya que ellos trabajaron con valentía y entrega para conducirme y coronar con victoria mi carrera profesional; son mi más grande tesoro, a ellos dos mi muestra de lealtad, respeto y amor.

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios por darme siempre fuerzas para continuar y darme sabiduría para mejorar día a día mi quehacer profesional.

Al mismo tiempo quiero agradecer a mi asesor, Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr., por su extraordinario trabajo de asesoramiento de la investigación.

Al Dr. Julio Cesar Silva Estela por su apoyo y en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general y a la Facultad de Ingeniería Zootecnia, en particular para convertirme en profesional de éxito.

CONTENIDO

Resumen	ix
Abstract	ix
INTRODUCCIÓN	1
Formulación del problema	2
Hipótesis	2
Justificación del estudio	2
Objetivos	2
General.....	2
Específicos	2
I. DISEÑO TEORICO	4
1.1 Antecedentes.....	4
1.1.1. Calidad microbiológica.....	4
1.1.2. Inclusión de Larvas deshidratadas molidas de <i>Hermetia illucens</i> de 15 días en concentrado para animales.....	7
1.1.3. Análisis microbiológico	18
1.1.4 Nutrición en cuy	21
1.1.5 Microorganismos.....	21
1.2 Bases teóricas.....	23
1.2.1 Calidad microbiológica de la carne	23
1.2.2. Economía circular	26
II. DISEÑO METODOLÓGICO	30
2.1 Tipo de investigación	30
2.2 Diseño de contrastación de hipótesis	30
2.3 Población y muestra	31
2.4 Técnica de muestreo para el análisis microbiológico.....	31
Sacrificio y obtención de muestras para análisis microbiológico	31
2.5 Aspectos éticos de la investigación	33
2.6 Lugar y duración	34
2.7 Materiales	34
2.7.1. Concentrado con larvas deshidratadas molidas de 15 días de <i>Hermetia illucens</i>	34
2.7.2 Material biológico para análisis microbiológico	35
2.7.3 Material para transporte de carne a laboratorio.....	35
2.7.4 Material de laboratorio.....	36
2.7.5 Material de protección personal y bioseguridad de laboratorio.....	36
2.7.6 Medios de cultivo	36
2.7.7 Colorantes y reactivos	36
2.8 Instalaciones y equipo	36
2.8.1 Instalaciones.....	36
2.8.2 Equipos	36
2.9. Técnicas experimentales	36
2.10 .Variables evaluadas	38
III. RESULTADOS	40
3.1 Análisis de los animales para el estudio.....	40
3.1.1 Peso inicial de estudio	40
3.2 Análisis microbiológico	41
3.2.1 Recuento de colonias bacterianas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.....	41
.....	42
3.2.2 Análisis de bacterias Gramnegativas en carne de cuy	43
3.3.3 Evaluación de bacterias Gramnegativas patógenas en carne de cuy.	48
3.3.4 Análisis de bacterias Grampositivas.....	49
3.3.5 Análisis de recuento de contaminación fúngica	56
3.3.6 Análisis macroscópico y microscópicos de insectos en diferentes estadios	58

3.3.7. Análisis macroscópico y microscópico de gusanos y nemátodos parásitos	60
IV. DISCUSIÓN	63
4.1 Peso inicial de cuy para el estudio	63
4.1.1. Peso de los animales a los 30 días de edad	63
4.1.2 Peso de los animales a los 70 días de edad	63
4.1.3 Análisis microbiológico.....	64
CONCLUSIONES	76
V. RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de referencia para determinar la calidad microbiana de carne de cuy según Instituto Nacional de la calidad (INACAL) del Perú.	26
Tabla 2 Niveles de referencia para determinar la calidad microbiana de los alimentos listos para el consumo (Normas del Golfo y Autoridad Alimentaria de Nueva Gales del Sur)	26
Tabla 3 Recuento de colonias bacterianas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad	42
Tabla 4 Recuento de colonias de <i>Enterobacter sp.</i> en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	43
Tabla 5 Frecuencia de ocurrencia de <i>Enterobacter sp.</i> en carne de cuy de 70 días (%)	44
Tabla 6 Recuento de colonias de <i>E. coli sp.</i> en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g) ..	45
Tabla 7 Frecuencia de ocurrencia de <i>E. coli sp.</i> en carne de cuy de 70 días (%).....	46
Tabla 8 Recuento de colonias de <i>Proteus sp.</i> en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	47
Tabla 9 Frecuencia de ocurrencia de recuento de <i>Proteus sp.</i> en carne de cuy de 70 días (%) ..	48
Tabla 10 Recuento de colonias de <i>Salmonella sp.</i> en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	48
Tabla 11 Recuento de colonias de <i>Shigella sp.</i> en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	49
Tabla 12 Recuento de colonias de <i>Bacillus sp.</i> en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	50
Tabla 13 Frecuencia de ocurrencia de <i>Bacillus sp.</i> en carne de cuy de 30 días de edad (%)	50
Tabla 14 Frecuencia de ocurrencia de <i>Bacillus sp.</i> en carne de cuy de 70 días de edad (%)	51
Tabla 15 Recuento de colonias de <i>Streptococcus sp.</i> en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	52
Tabla 16 Frecuencia de ocurrencia de <i>Streptococcus sp.</i> en carne de cuy de 30 días de edad ..	52
Tabla 17 Frecuencia de ocurrencia de <i>Streptococcus sp.</i> en carne de cuy de 70 días de edad (%)	53
Tabla 18 Recuento de colonias de <i>Lactobacillus sp.</i> en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	54
Tabla 19 Frecuencia de ocurrencia de <i>Lactobacillus sp.</i> en carne de cuy de 70 días de edad ...	54
Tabla 20 Recuento de colonias de <i>Micrococcus sp.</i> en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	55

Tabla 21 Frecuencia de ocurrencia de <i>Micrococcus sp.</i> en la carne de cuy de 70 días de edad (%)	56
Tabla 22 Recuento de colonias de mohos contaminantes en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	56
Tabla 23 Recuento de colonias de levaduras en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)	57
Tabla 24 Frecuencia de ocurrencia de Levaduras sp. en la carne de cuy de 70 días de edad (%)	58
Tabla 25 Recuento macroscópico de presencia de insectos adultos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad	58
Tabla 26 Recuento microscópico de presencia de insectos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad	59
Tabla 27 Recuento microscópico de presencia de larvas en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad	59
Tabla 28 Recuento microscópico de presencia de pupas en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad	60
Tabla 29 Recuento macroscópico de presencia de gusanos adultos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad	60
Tabla 30 Recuento de huevos de gusanos o nemátodos parásitos en la carne de cuy de 30 y 70 días	61
Tabla 31 Recuento de larvas de gusanos o nemátodos parásitos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad	61
Tabla 32 Recuento de quistes de gusanos o nemátodos parásitos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad	62

LISTA DE FIGURAS

Gráfico 1	Flujograma de obtención de larvas deshidratadas molidas de <i>Hermetia illucens</i>	34
Gráfico 2	Interacción de medias de UFC/g entre días y consumo de larvas de <i>Hermetia illucens</i> de los tratamientos evaluados	42
Gráfico 3	Evaluación comparativa de bacterias Gramnegativas en carne de cuy sacrificados a 30 y 70 días de edad (%)	68
Gráfico 4	Frecuencia de ocurrencia de bacterias Grampositivas en carne de cuy sacrificados a 30 y 70 días de edad (%)	72

Resumen

Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy (*Cavia porcellus*) de 30 y 70 días de edad

Del 10 de febrero al 23 de abril de 2025, en el distrito La Victoria, provincia de Chiclayo, región Lambayeque, se evaluó la influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días (LDMHI15), incluidas al 10% en el alimento balanceado, sobre la calidad microbiológica de la carne de cuy sacrificados a los 30 y 70 días de edad (c-30d y c-70d). Se evaluaron cuatro tratamientos: T1, c-30d sin LDMHI15; T2, c-30d con LDMHI15; T3, c-70d sin LDMHI15; y T4, c-70d con LDMHI15. Cada tratamiento incluyó 20 cuyes machos destetados, crías de raza mejorada con Perú, distribuidos en cuatro repeticiones. Se evaluaron recuentos bacterianos y frecuencia de ocurrencia de bacterias gramnegativas, patógenas y grampositivas, contaminación fúngica con mohos y levaduras, así como la presencia de insectos, estadios inmaduros, gusanos o nematodos. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2, aplicándose ANAVA de Welch y Kruskal-Wallis. T1 y T2 presentaron mayores recuentos bacterianos totales y alta presencia de *Bacillus* sp., sin presencia de bacterias gramnegativas ni contaminación fúngica. En T3 y T4 se detectaron *E. coli* sp y *Enterobacter* sp.; *Proteus* sp. sólo se presentó en T3. *Salmonella* sp. y *Shigella* sp. estuvieron ausentes en todos los tratamientos. No se hallaron mohos; la levadura *Pichia* sp. sólo apareció en T3 y T4. Tampoco se hallaron insectos, estadios inmaduros, gusanos ni nematodos en ningún tratamiento. Se concluye que la inclusión de LDMHI15 no afectó la calidad microbiológica de la carne de cuy en las edades evaluadas.

Palabras clave: carne cuy, calidad microbiana, Larvas *Hermetia illucens*

Abstract

Influence of 15-Day-Old Dehydrated Ground *Hermetia illucens* Larvae on the Microbiological Quality of Meat from 30- and 70-Day-Old Guinea Pigs (*Cavia porcellus*)

From February 10 to April 13, 2025, in the district of La Victoria, province of Chiclayo, Lambayeque region, the influence of ground dehydrated larvae of *Hermetia illucens* of 15 days (LDMHI15), included at 10% in the balanced feed, on the microbiological quality of guinea pig meat slaughtered at 30 and 70 days of age (c-30d and c-70d) was evaluated. Four treatments were evaluated: T1, c-30d without LDMHI15; T2, C-30D with LDMHI15; T3, C-70D without LDMHI15; and T4, c-70d with LDMHI15. Each treatment included 20 weaned male guinea pigs, offspring of a breed improved with Peru, distributed in four replications. Bacterial counts and frequency of occurrence of gram-negative, pathogenic and gram-positive bacteria, fungal contamination with molds and yeasts, as well as the presence of insects, immature stages, worms or nematodes were evaluated. A completely randomized design with a 2x2 factorial arrangement was used, applying Welch's ANAVA and Kruskal-Wallis. T1 and T2 had higher total bacterial counts and a high presence of *Bacillus* sp., without the presence of gram-negative bacteria or fungal contamination. *E. coli* sp and *Enterobacter* sp. were detected in T3 and T4; *Proteus* sp. it was only presented in T3. *Salmonella* sp. and *Shigella* sp. they were absent in all treatments. No molds were found; the yeast *Pichia* sp. it only appeared in T3 and T4. Nor were any insects, immature stages, worms or nematodes found in any treatment. It is concluded that the inclusion of LDMHI15 did not affect the microbiological quality of guinea pig meat at the ages evaluated.

Keywords: guinea pig meat, microbial quality, *Hermetia illucens* larvae

INTRODUCCIÓN

La ganadería tradicional enfrenta limitaciones para satisfacer la creciente demanda mundial de carne y productos lácteos (Siddiqui, *et. al.*, 2024), lo cual se correlaciona con la demanda de insumos para animales que basan su fuente de proteína en la torta y/o harina integral de soya en las fórmulas alimenticias, la cual se obtiene a precios relativamente altos por ser un producto importado y elevada demanda del producto por lo que se vienen utilizando fuentes alternativas de insumos alternativos de fuentes proteicas como las larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* por presentar varias ventajas sobre otras especies de insectos (grillo doméstico y gusanos de harina amarilla) utilizadas como fuente de proteínas más eficiente debido a su rápido desarrollo en 15 días (Oonincx et al., 2019). Además, son fáciles de cultivar y pueden utilizarse en el tratamiento de residuos orgánicos, lo que las convierte en una fuente de proteínas más sostenible (Gold et al, 2018), demostrando resultados positivos en los indicadores productivos de aves, cerdos y cuy, con diferentes niveles de inclusión, lo cual puede considerarse como una estrategia para mejorar la circularidad de la cadena agroalimentaria, pero su seguridad microbiológica sigue siendo una preocupación (Brulé, *et. al*, 2024), ya que la carne de músculo entero contiene diferentes nutrientes en cantidad suficiente, lo que proporciona un mejor entorno para la presencia y replicación de diferentes microorganismos (Eshamah, et al., 2020) y muchos consumidores sienten que este ingrediente podría afectar su salud por tratarse de un insecto denominado comúnmente como mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) e inconscientemente lo relacionan con la mosca doméstica (*Musca domestica*) hasta la fecha y, aún existe escasa información sobre su efecto en la calidad e inocuidad de la carne obtenida de cuy, especialmente en lo referente a su calidad microbiológica con las técnicas convencionales de crianza y beneficio en granjas familiares comerciales.

Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy de 30 y 70 días de edad?

Hipótesis

Las larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días si influye sobre la calidad microbiológica de carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Justificación del estudio

El estudio se justifica por la necesidad de evaluar si las larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* influyen en la calidad microbiológica de la carne de cuy sacrificados a los 30 días de edad destinados al mercado de la salud y a 70 días de edad, destinados al consumo de carne, con lo cual se podrá determinar si este insumo influye en la seguridad sanitaria del producto final en ambas edades y aportar información científica en la producción de cuy.

Objetivos

General

Evaluar la Influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días sobre la calidad microbiológica de carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Específicos

1. Determinar la presencia de colonias bacterianas en la carne de cuy de 30 y 70 días
2. Determinar la presencia de Bacterias gramnegativas indicadoras de contaminación higiénico sanitaria (*Escherichia coli* sp, *Enterobacter* sp. y *Proteus* sp.).
3. Determinar la presencia de Bacterias gramnegativas patógenas (*Salmonella* sp. y *Shigela* sp.).

4. Determinar la presencia de Bacterias grampositivas (*Bacillus sp*, *Lactobacillus sp*, *Streptococcus sp* y *Micrococcus sp*).
5. Determinar la presencia de contaminación fúngica (Mohos patógenos y Levaduras).
6. Determinar la presencia macroscópica y microscópica de Insectos en sus diferentes estadios.
7. Determinar la presencia de macroscópica y microscópica de gusanos y nematodos parásitos.

Estructura del informe

El presente informe está estructurado de la siguiente manera: Introducción, Diseño teórico, Diseño metodológico, Resultados, Discusión, Conclusiones y Recomendaciones, con información complementaria en la sección de anexos.

I. DISEÑO TEORICO

1.1 Antecedentes

12.1.1. Calidad microbiológica

Zafar et al. (2025) indican que la carne puede albergar patógenos microbianos, lo que supone un riesgo para la salud pública. En la Unión Europea, las normas de seguridad alimentaria microbiológica para la carne se aplican principalmente a la etapa de procesamiento, con datos y criterios limitados sobre la contaminación microbiana y la presencia de patógenos en la venta minorista, realizaron un estudio que aborda esta deficiencia cuantificando y comparando las cargas microbianas en diversos tipos de carne. obtuvieron un total de 286 muestras, incluyendo carne picada de res y filetes, carne picada de cerdo y filetes, pollo picado y carcasas y filetes de pollo, de supermercados y carnicerías en Flandes, Bélgica. Luego realizaron un análisis microbiológico para determinar las bacterias aeróbicas totales (BAT), los recuentos presuntivos de *Pseudomonas* y *Escherichia coli* , y para detectar *Campylobacter spp.* y *Salmonella spp.* Los resultados mostraron variaciones significativas entre los diferentes tipos de carne y fuentes minoristas, con carcasas de pollo de carnicerías que albergaban los recuentos más altos de BAT ($7,38 \pm 1,09 \log 10 \text{ UFC g}^{-1}$, mediana $\pm$ RIQ) y recuentos presuntivos de *Pseudomonas* ($7,55 \pm 1,11 \log 10 \text{ UFC g}^{-1}$). *Escherichia coli* estaba predominantemente presente en productos de pollo, mientras que la mayoría de las muestras de carne de res y cerdo tenían recuentos por debajo de 10 UFC g^{-1} . Se detectó *Salmonella* en el 4,9% de las muestras de pollo, exclusivamente de supermercados, mientras que *Campylobacter* estaba presente en el 14,8% de las muestras de carnicería y en el 20,8% de las muestras de pollo de supermercados. Estos hallazgos revelan altos niveles de contaminación microbiana en la carne y la Frecuencia de ocurrencia de patógenos de alto

riesgo. Por lo tanto, respaldan la necesidad de normas e intervenciones microbianas en el sector cárnico, especialmente para los productos de pollo y las carnes vendidas en carnicerías, para proteger mejor la salud pública y aumentar la confianza del consumidor.

Brulé et al. (2024) revisaron sistemáticamente los datos disponibles sobre la calidad microbiológica de la mosca soldado negra (BSF) e investigaron el impacto del uso de cuatro sustratos de cría diferentes, incluidas las opciones clásicas permitidas por la regulación de la Unión Europea (cereales, frutas, verduras) y las opciones no permitidas por las regulaciones de la UE con respecto a los alimentos vegetales (coproductos, alimentos en vida útil y carne). Recopilaron y sintetizaron un total de 13 estudios, incluidos 910 resultados de muestras, además recopilaron 102 nuevos resultados de muestras de experimentos en tres granjas. Ambos conjuntos de datos combinados revelaron un alto nivel de contaminación de larvas, potencialmente transmitida a través del sustrato. Las principales Bacterias patógenas que identificaron fueron *Bacillus cereus* , *Clostridium perfringens* , *Cronobacter spp.*, *Escherichia coli* , *Salmonella spp.* y *Staphylococcus aureus coagulasa-positivo*, mientras que no se detectaron *Campylobacter spp.* ni *Listeria monocytogenes*. Excluyeron el uso de estos cuatro sustratos en la cría de insectos; sin embargo, se confirmaron las preocupaciones sobre la seguridad, que deben ser gestionadas por los operadores del sector mediante un tratamiento de inactivación microbiana después de la cosecha de las larvas para proponer productos seguros para el mercado.

Hoek-van den Hil et al. (2023) dicen que en Europa, el interés comercial y científico por las larvas de mosca soldado negra (BSFL, *Hermetia illucens*) como nueva fuente de alimento ha crecido sustancialmente, principalmente porque esta especie puede criarse en corrientes de residuos que de otro modo serían inadecuadas. Sin embargo, antes de que las BSFL puedan

criarse legalmente en dichos materiales y posteriormente utilizarse como alimento para animales de granja, debe garantizarse la seguridad. Muchos riesgos podrían ser relevantes, dependiendo del origen de la corriente de residuos. Ellos realizaron experimentos a pequeña y gran escala en los que las BSFL fueron criadas en la fracción orgánica húmeda de residuos domésticos municipales (OWF), residuos de cocina/comida rápida (FFW), tallos de pies de champiñones (MF), purín líquido de estiércol de cerdo mezclado con hierba de ensilado de carretera (PMLSG), sólidos de estiércol de cerdo (PMS) y lodos secundarios de residuos de matadero (SW). Los rendimientos larvarios fueron más altos en el control (alimento para pollos + agua) y en los FFW. Los sustratos y las larvas las analizaron para determinar la presencia de metales pesados, acrilamida, pesticidas, medicamentos veterinarios y bacterias patógenas. Observaron bioacumulación de Cadmio (Cd) en las larvas criadas en todos los sustratos. Detectaron algunos plaguicidas y fármacos veterinarios en los sustratos: las concentraciones en las larvas fueron bajas, pero se podría estudiar con mayor profundidad la posible formación de metabolitos. Se detectó acrilamida en el FFW, pero no en las larvas criadas en él: se requiere más investigación para determinar su destino (metabólico). Se encontraron *Bacillus cereus* y trazas de *Salmonella spp.* en algunas muestras de larvas, pero se prevé un procesamiento adecuado para minimizar los riesgos potenciales. Con base en sus resultados, concluyen que la mayoría de los sustratos probados son adecuados para la cría de larvas de mosca soldado negra (BSFL) y no parecen presentar problemas de seguridad importantes, salvo la necesidad de monitorear las concentraciones de Cd en los sustratos y aplicar medidas de control para bacterias patógenas.

Misery et al. (2025) investigaron la diversidad microbiana de larvas de BSF, comparando dos métodos de procesamiento: (1) ebullición seguida de secado y (2) secado solo. La

diversidad microbiana la evaluaron mediante secuenciación de ARNr 16S, mientras que las cargas bacterianas las cuantificaron utilizando métodos basados en cultivos en muestras de una empresa francesa. Una revisión sistemática complementó su análisis al sintetizar el conocimiento existente sobre la microbiota de BSF, indicando que las condiciones de cría variaron, con un pH del sustrato que osciló entre 4,1 y 9,0 y temperaturas ambiente entre 24,6 °C y 42,7 °C. Las bacterias mesófilas, las esporas y las bacterias lácticas alcanzaron hasta 8,6, 7,7 y 8,5 log UFC/g en los sustratos y las larvas, mientras que las levaduras, los mohos y las bacterias reductoras de sulfito se mantuvieron por debajo de 4,8 log UFC/g. El método con ebullición con secado posterior redujo la mayoría de las cargas por debajo de los umbrales de detección, particularmente de levaduras, mohos y ASR. No encontraron presencia de *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Cronobacter Sp.* y *Stafilococos aureus coagulasa-positivos*, pero se detectó de forma variable la presencia de *Clostridium perfringens* y *Escherichia coli*. El metabarcoding que utilizaron mostró cambios en la composición, con *Proteobacteria*, *Bacteroidota*, *Actinobacteriota* y *Firmicutes* (*Bacillota* y *Clostridiota*) como dominantes. Indican que el proceso de ebullición seguido de secado redujo más eficazmente las cargas bacterianas, aunque *Bacillus* y *Clostridium* persistieron. Finalmente manifiestan que la detección de *Campylobacter sp.* en polvos es preocupante para la seguridad alimentaria.

12.1.2. Inclusión de Larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días en concentrado para animales

Borreli et al. (2017) investigaron el efecto de la administración de harina de larvas de *H. illucens* en la microbiota cecal y la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) en gallinas ponedoras. La secuenciación del 16S rADN mostró fuertes diferencias entre la microbiota cecal de los grupos de dieta de soja (SD) y dieta de insectos (ID), tanto en tipo como en abundancia relativa (diversidad beta ponderada y no ponderada) de especies

microbianas. Principalmente encontraron *Bacteroides plebeius*, *Elusimicrobium minutum*, *Alkaliphilus transvaalensis*, *Christensenella minuta*, *Vallitalea guaymasensis* y *Flavonifractor plautii* que ocasionaron cambios en la composición de la microbiota intestinal del grupo ID (valores p de FDR < 0,05). Indican que de estos, *F. plautii*, *C. minuta* y *A. transvaalensis* pueden degradar la quitina de la harina de insectos que se correlaciona con los altos niveles observados de AGCC intestinales producidos en el grupo ID. Por lo tanto, concluyen que estos microorganismos podrían relacionar la degradación de la quitina con la alta producción de AGCC y sugieren que *Hermetia illucens* podría ser un prebiótico potencial al nutrir adecuadamente la microbiota intestinal.

Novak (2023) realizó una investigación que tuvo como objetivo proporcionar información sobre el efecto de la inclusión de harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) como fuente proteica en la calidad de carne de cuy (*Cavia porcellus*). Evaluó el perfil de aminoácidos, perfil de ácidos grasos, capacidad de retención de agua, pH, color y composición proximal de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). Sus resultados mostraron un incremento en la grasa saturada y una disminución de la grasa poliinsaturada de la carne de los cuy (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) con respecto a la carne de los cuy (*Cavia porcellus*) alimentados con el tratamiento control, mientras que la grasa monoinsaturada mantuvo niveles similares. De otra parte, encontró diferencias significativas en el nivel de cenizas y en la cantidad de grasa del tratamiento control con respecto a la carne de los cuy alimentados con harina de larvas de mosca soldado negra. No encontró diferencias en el perfil de aminoácidos, contenido de proteínas, humedad, capacidad de retención de agua, color y pH de los cuy alimentados con harina de larvas de mosca soldado negra. Sus resultados indican la factibilidad de utilizar harina de larvas de

mosca soldado negra como fuente proteica en la alimentación de cuy en los niveles de 7.1 por ciento y 14.3 por ciento, sin afectar significativamente la calidad de su carne.

Saidani et al. (2025) estudiaron los efectos de la harina de larvas de mosca soldado negra (BSF) en dietas de pollos de engorde sobre el rendimiento del crecimiento, las características de la canal, la calidad de la carne y la microbiota cecal. Dividieron 300 pollitos Arbor Acres sin sexar en dos grupos de tratamiento, cada uno con seis réplicas de 25 pollitos. El grupo experimental recibió una dieta en la que la harina de soja se sustituyó parcialmente con un 5 % de harina de larvas de BSF durante la fase de inicio (1-14 días) y un 10 % durante la fase de crecimiento (15-28 días). El período de finalización fue una dieta sin BSF. Los resultados no mostraron diferencias significativas en el rendimiento del crecimiento entre los grupos experimental y de control, excepto por un mayor peso promedio en la segunda semana ($P=0,016$). Observaron una diferencia significativa en el rendimiento de las canales evisceradas calientes ($P=0,001$), mientras que no encontraron diferencias significativas en los parámetros de calidad de la carne, incluyendo pH, mioglobina, capacidad de retención de agua, pérdida por cocción, composición química (materia seca, ceniza y extracto etéreo) y recuentos bacterianos como la flora mesófila aerobia total, *Enterobacteriaceae* y *Escherichia coli*. La inclusión de harina de larvas de BSF redujo bacterias dañinas como Enterobacterias y aumentó bacterias beneficiosas como *Lactobacillus spp.*, en la microbiota cecal del pollo. Indican que sus hallazgos sugieren que las larvas de BSF proporcionan beneficios para la salud en forma de harina, lo que respalda su potencial como una fuente de proteína alternativa viable y sostenible para reemplazar parcialmente la harina de soja en las dietas de pollos de engorde.

Hanan Al-Khalaifah et al. (2025) evaluaron los efectos de reemplazar la harina de soja con harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*, BSF) en el rendimiento del

crecimiento, la digestibilidad de nutrientes, las características de la canal, los metabolitos séricos y la microbiota cecal de la codorniz japonesa. Asignaron 240 codornices de un día de edad aleatoriamente a cuatro tratamientos dietéticos: un control de harina de soja (BSF0) y dietas en las que la harina de BSF reemplazó la harina de soja al 10 % (BSF10), 15 % (BSF15) o 20 % (BSF20) de la ración. Las aves fueron criadas durante 35 días en un diseño completamente aleatorio con cinco réplicas de 12 aves cada una, proporcionándoles alimento y agua ad libitum. Las codornices alimentadas con dietas de BSF mostraron una ingesta de alimento, un peso corporal final, una ganancia de peso total y una ganancia diaria promedio significativamente mayores que el control ($P < 0,01$), con la conversión de alimento más eficiente observada en la inclusión del 15 % ($P < 0,001$). El peso de la canal, el rendimiento y las proporciones de pechuga/muslo también fueron superiores en BSF15 ($P < 0,01$). La digestibilidad de la materia seca, la materia orgánica y la proteína cruda fue mayor en las aves BSF15 ($P < 0,01$), mientras que la digestibilidad del extracto etéreo alcanzó su máximo en BSF10 ($P < 0,001$). La proteína total sérica, el colesterol, el HDL y el LDL no se vieron afectados, pero los triglicéridos disminuyeron en todos los grupos BSF ($P < 0,05$). Los recuentos cecales de las bacterias analizadas no se modificaron ($P > 0,05$). La eficiencia alimenticia fue óptima con una inclusión del 15 %. Estos hallazgos indican que la harina de mosca soldado negra (BSF) parcialmente desgrasada puede reemplazar hasta el 15 % de la harina de soja en las dietas de codornices para mejorar el rendimiento del crecimiento, la utilización de nutrientes y el rendimiento de la canal sin efectos adversos en los metabolitos sanguíneos ni en la microbiota intestinal.

Popova et al. (2020) evaluaron el efecto de la inclusión dietética de harinas derivadas de larvas de mosca soldado negra (BSF) en la calidad de la carne de pollos de engorde. Dividieron

las aves en tres grupos según las dietas formuladas: control (CON) – recibió dieta estándar, T1 – recibió 5% de harina de BSF parcialmente desgrasada y T2 – recibió 5% de harina de BSF con toda la grasa durante el período de finalización (14–35 d). A los 35 días de edad, se sacrificaron 10 pollos de engorde de cada grupo para evaluar la calidad de la carne. La inclusión dietética de las harinas de BSF la asociaron con una disminución del pH debido al ácido láurico, un factor clave en la transformación muscular y la calidad de la carne e indicaron que este efecto puede estar relacionado con el contenido de quitina en la harina de larvas de BSF, que puede influir en el metabolismo lipídico y la digestibilidad de los nutrientes, y generar un color más claro de la carne. Manifestaron que la cantidad total de ácidos grasos saturados (AGS) y el índice aterogénico (IA) aumentaron, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), las proporciones entre AGPI y AGS (P/S), AGPI n-6/n-3 y ácidos grasos hipo/hipercolesterolémicos (h/H) disminuyeron en la carne de los pollos de engorde que consumieron harinas de insectos.

Batt y Tortorello (2014) definen a *Bacillus cereus* como una bacteria gram positiva, con forma de bastón, que puede causar enfermedades eméticas y gastrointestinales, y que destaca por su capacidad para formar esporas y sobrevivir a diversos métodos de procesamiento de alimentos, lo que supone un riesgo de contaminación en alimentos como la leche de fórmula para bebés.

D. Santori et al. (2024) indican que el uso de proteínas de insectos procesadas para la alimentación de aves de corral y cerdos está autorizado desde agosto de 2021 (Reglamento UE, 2021/1372), y estaba autorizado para la acuicultura desde 2017 (Reglamento UE, 2017/893), lo cual ha impulsado la industria europea de insectos. Sin embargo, indican que hay poca información actualizada sobre la evaluación de la vida útil de los piensos a base de

insectos. En su trabajo analizaron harinas de *Hermetia illucens* que se sometieron a dos tratamientos diferentes. El primero consistió en una preesterilización a 80 °C durante 2 h, y después de eso las larvas se sometieron a un tratamiento a 65 °C. El segundo tratamiento consistió en un tratamiento térmico a 65 °C sin preesterilización. El análisis que realizaron para parámetros microbiológicos específicos, como la presencia de *Escherichia coli* β -glucuronidasa positiva, *Enterobacterias*, recuento de colonias a 30 °C, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus coagulasa positivo*, levaduras y mohos, no reveló ningún problema con respecto al recuento de bacterias o la presencia de patógenos.

D Semt et al. (2018) manifiestan que se están investigando diversas estrategias para aprovechar al máximo el potencial de la inmunidad de las larvas de *H. illucens*. Una de ellas explora si las propiedades antibacterianas de estas larvas pueden influir en la salud de los animales de granja cuando se alimentan con los insectos enteros. Indican que se están explorando técnicas para potenciar o dirigir la actividad antibacteriana de estos insectos, lo que podría dar lugar a un aditivo antibacteriano aún más eficaz para el alimento balanceado. Si bien el uso directo de las larvas de *H. illucens* sería sencillo, requiere que las moléculas antibacterianas se mantengan estables durante el procesamiento y la digestión del alimento. En Estados Unidos, la FDA permite el uso de larvas de *H. illucens* secas enteras como alimento para salmónidos (informe de AAFCO, 19 de enero de 2016) y tres estados (Idaho, Indiana y Alaska) permiten el uso de las larvas como pienso para todas las especies. En respuesta al potencial de este insecto y la apertura de nuevos mercados, varias empresas de cría de *H. illucens* en el mundo están ampliando y optimizando la producción. Estos desarrollos llevaron al establecimiento de este insecto para la cría industrial, y también se le otorgó el estatus de

animal de granja en el marco legislativo en Europa (CE N.º 1069/2009). La composición nutricional de las larvas depende del sustrato en el que se han desarrollado, pudiendo ser residuos agrícolas, cascaras de papas, restos de pan, pulpa de remolacha azucarera, algas marinas, hígado, cadáveres, estiércol y contenido intestinal de animales o excretas humanas.

Varotto et al. (2017) alimentaron cinco grupos de larvas de *H. illucens* en la tercera etapa de crecimiento con dos sustratos: alimento para pollos y/o residuos vegetales, suministrados en diferentes momentos. Los resultados obtenidos indicaron que *Pichia* fue el género más abundante asociado con las larvas alimentadas con residuos vegetales, mientras que *Trichosporon*, *Rhodotorula* y *Geotrichum* fueron los géneros más abundantes en las larvas de *Hermetia illucens* alimentadas solo con alimento para pollos. Ellos indican que se destacaron diferencias en las comunidades fúngicas, lo que sugiere que el tipo de sustrato selecciona diversos géneros de levaduras y mohos; en particular, los residuos vegetales se asocian con una mayor diversidad de especies fúngicas en comparación con el alimento para pollos solo.

Muccilli y Restuccia (2015) criaron larvas de *Hermetia illucens* en un laboratorio con alimento para pollos únicamente durante 17 o 21 días o durante 17 o 14 días seguidos de 4 o 7 días, respectivamente, con desechos vegetales. Luego, disecaron los intestinos completos de ocho larvas esterilizadas superficialmente por condición. Las composiciones de población que identificaron, ilustra que la comunidad fúngica se ve afectada por las alteraciones del sustrato de manera similar a la comunidad bacteriana. La diversidad fúngica aumenta al alimentarse con un sustrato compuesto por varios flujos de desechos. Sin embargo, las comunidades fúngicas parecen ser más propensas que las comunidades bacterianas a ser dominadas por un solo género dependiendo de las condiciones de alimentación. En este caso, *Pichia* (93,7%), *Geotrichum* (90,3%) o *Trichosporon* (87,7%) dominaron las comunidades en

tres de los cinco regímenes de alimentación probados. Manifiestan que esto se debería a que muchas levaduras son capaces de inhibir el crecimiento de otras mediante mecanismos antagónicos, como compuestos antimicrobianos.

Abranches et al. (2018) manifiestan que las bacterias del Género *Streptococcus* son los primeros habitantes de la cavidad bucal, que pueden adquirirse inmediatamente después del nacimiento y, por lo tanto, desempeñan un papel importante en la conformación de la microbiota oral. Participa activamente en la regulación del microbioma (ácidos, alcalinos, H₂O₂, bacteriocinas) y en enfermedades como caries y endocarditis; *Micrococcus* suele ser un comensal de piel y mucosas, menos protagonista en patología, se asocia más a colonización saprofita y sólo raramente a infecciones oportunistas.

Crosta et al. (2025) indican que la presencia de hongos micotoxigénicos, como *A. flavus* y *F. graminearum*, en los subproductos agroindustriales, aumenta el riesgo de producción de micotoxinas y supone un problema importante para la cría de larvas de *H. illucens* en este tipo de sustratos. Dado que *H. illucens* puede utilizarse para producir proteínas y lípidos destinados a la alimentación animal, el uso de sustratos contaminados para su cría está prohibido por el Reglamento Europeo 178/2002, publicado por IPIFF (2024).

Leni et al. (2019) realizaron un estudio que demuestra que *Alphitobius diaperinus* y *Hermetia illucens*, dos insectos comestibles comunes, criados en sustratos contaminados de forma natural, no acumularon DON, FB y ZEN en su organismo, sino que parecieron metabolizarlos en formas aún desconocidas, excretándolos en las heces también mediante la hidrólisis de formas enmascaradas.

Brulé et al. (2024) dicen que el uso de *Hermetia illucens*, conocida como mosca soldado negra (BSF), ha surgido como una estrategia para mejorar la circularidad de la cadena agroalimentaria, pero su seguridad microbiológica sigue siendo una preocupación, realizaron un estudio con el objetivo de revisar sistemáticamente los datos disponibles sobre la calidad microbiológica de la BSF e investigar el impacto del uso de cuatro sustratos de cría diferentes, incluyendo opciones clásicas permitidas por la normativa de la UE (cereales, frutas, verduras) y opciones no permitidas por la normativa de la UE en materia de agroalimentación vegetal (coproductos, alimentos en fase de caducidad y carne). Ellos recopilaron y sintetizaron un total de 13 estudios, incluyendo 910 resultados de muestras, mientras que obtuvieron 102 nuevos resultados de muestras de experimentos actuales en tres granjas. Los investigadores dicen que ambos conjuntos de datos combinados revelaron un alto nivel de contaminación de las larvas, potencialmente transmitida a través del sustrato. Las principales bacterias patógenas que identificaron fueron *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Cronobacter spp.*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* y *Staphylococcus aureus coagulasa-positivo*, mientras que *Campylobacter spp.* y *Listeria monocytogenes* no fueron detectadas. Indican que cualquiera de estos cuatro sustratos fue excluido para su uso en la cría de insectos.

Galecki y Sokol (2019) dicen que desde el 1 de enero de 2018 entró en vigor el Reglamento (UE) 2015/2238 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015, que introduce el concepto de «nuevos alimentos», incluidos los insectos y sus partes. Algunas de las especies de insectos más utilizadas son: los gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*), los grillos domésticos (*Acheta domesticus*), las cucarachas (*Blattodea*) y las langostas migratorias (*Locusta migrans*). En este contexto, surge la incógnita del papel de los insectos comestibles en la transmisión de enfermedades parasitarias que pueden causar pérdidas significativas en

su cría y suponer una amenaza para los seres humanos y los animales. El objetivo de su estudio fue identificar y evaluar las formas de desarrollo de los parásitos que colonizan los insectos comestibles en granjas domésticas y tiendas de mascotas en Europa Central, y determinar el riesgo potencial de infecciones parasitarias para los seres humanos y los animales. El material experimental comprendió muestras de insectos vivos de 300 granjas domésticas y tiendas de mascotas, incluyendo 75 granjas de gusanos de la harina, 75 granjas de grillos domésticos, 75 granjas de cucarachas siseantes de Madagascar y 75 granjas de langostas migratorias. Sus resultados detectaron parásitos en 244 (81,33%) de las 300 (100%) granjas de insectos examinadas. En 206 (68,67%) de los casos, los parásitos identificados fueron patógenos solo para insectos; en 106 (35,33%) casos, los parásitos fueron potencialmente patógenos para animales; y en 91 (30,33%) casos, los parásitos fueron potencialmente patógenos para humanos, demostrando que los insectos comestibles son un reservorio subestimado de parásitos humanos y animales. Su investigación indica el importante papel de estos insectos en la epidemiología de los parásitos patógenos para vertebrados. Los análisis parasitológicos que realizaron sugieren que los insectos comestibles podrían ser el vector de parásitos más importante para los animales insectívoros domésticos y recomiendan que las investigaciones futuras deberían centrarse en la necesidad de un monitoreo constante de las granjas de insectos que estudiaron para detectar patógenos, lo que aumentaría la seguridad alimentaria.

Sajjad et al. (2024) indican que varios insectos están ganando prominencia como fuentes de alimento innovadoras debido a sus atributos económicos, ecológicos y nutritivos, por lo que realizaron un estudio con el objetivo de determinar los efectos de un reemplazo parcial de harina de soya con gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) y mosca soldado negra *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) en el rendimiento de crecimiento,

parámetros sanguíneos, histología intestinal y calidad de la carne de pollos de engorde. Evaluaron un total de 350 pollitos machos de 1 día de edad ($40 \pm 0,15$ g) (Ross 308) que asignaron aleatoriamente a siete comidas experimentales. Cada tratamiento se repitió cinco veces con 50 aves por tratamiento dietético. Los siete tratamientos dietéticos incluyeron reemplazos del 4, 8 y 12% de SBM con larvas de *S. frugiperda* y *H. illucens*. SBM fue la dieta basal considerada como control. Los datos mostraron que los pollos de engorde alimentados con 12% de *S. frugiperda* o *H. illucens* exhibieron un peso vivo significativamente mayor ($p < 0,05$), una ganancia de peso diaria promedio y una mejor tasa de conversión alimenticia. Las harinas con 12% de *S. frugiperda* o *H. illucens* mejoraron significativamente ($p < 0,05$) los parámetros hematológicos e histológicos intestinales, incluyendo la altura de las vellosidades, la profundidad de las criptas, el ancho de las vellosidades y las relaciones entre la altura de las vellosidades/profundidad de las criptas. La carne de los pollos de engorde alimentados con la dieta de 12% de *S. frugiperda* mostró una luminosidad y amarillez significativamente mayores ($p < 0,05$). Por lo tanto, concluyen que reemplazar la harina de soja hasta en un 12% con larvas de *S. frugiperda* o *H. illucens* mejora el rendimiento de crecimiento, la hematología sanguínea, la morfometría intestinal y las características de calidad de la carne de los pollos de engorde.

Szczepanik et. al. (2026) evaluaron los efectos de la harina integral de larvas de *Hermetia illucens* (HI) y de la astaxantina (AST) sobre la histomorfometría del intestino grueso, la actividad de la microbiota y su composición en cerdos. Cuarenta y ocho cerdos, con un peso de 8,7 kg, fueron divididos en seis grupos: control (0HI), 2,5 % HI (2,5HI), 5 % HI (5HI), 2,5 % HI + AST (2,5HI+AST), 5 % HI + AST (5HI+AST) y solo AST (AST). El experimento tuvo una duración desde los 35 hasta los 70 días de edad. En los resultados encontraron que la harina de HI incrementó el grosor de la mucosa ($p < 0,01$), la profundidad de las criptas ($p < 0,05$)

y su ancho ($p < 0,05$). El número de células caliciformes aumentó en el grupo 2,5HI ($p < 0,05$), mientras que el número de enterocitos disminuyó en el grupo AST ($p < 0,01$). La harina de HI en la dieta redujo las concentraciones totales de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), incluido el butirato ($p < 0,05$), mientras que la AST incrementó los niveles de ácido acético en múltiples regiones intestinales ($p < 0,05$). Ambos aditivos modificaron las poblaciones microbianas: la AST incrementó el recuento bacteriano total ($p < 0,001$), mientras que la harina de HI al 2,5 % redujo la abundancia del grupo *Bacteroides-Prevotella* ($p < 0,001$). Indican que detectaron interacciones significativas para *Lactobacillus/Enterococcus spp.* y *Enterobacteriaceae* ($p < 0,001$). Asimismo, indican que la harina de HI disminuyó las concentraciones de p-cresol en el colon medio ($p < 0,05$), mientras que la AST redujo el fenol en el colon distal ($p < 0,05$) y el indol en el colon medio ($p < 0,05$). La AST incrementó los niveles de amoníaco en el colon proximal ($p = 0,001$). Finalmente concluyen que estos hallazgos sugieren que la harina de HI y la AST modulan la fermentación intestinal, presentan efectos antiinflamatorios y regulan las poblaciones microbianas, reduciendo potencialmente metabolitos perjudiciales y emisiones de olor. Su combinación en la dieta podría tener implicancias positivas para la salud intestinal.

12.1.3. Análisis microbiológico

Rehman et al. (2025) manifiestan que el recuento de colonias bacterianas es una etapa esencial en la investigación microbiológica, ya que permite evaluar la susceptibilidad a los antibióticos, monitorear el entorno y realizar diagnósticos clínicos. Los métodos tradicionales de recuento manual son costosos y susceptibles a errores humanos, lo que ha impulsado la creación de sistemas de detección automatizados. Ellos compararon la eficacia del método de la Transformación del Círculo de Hough para la detección automatizada de colonias con el

recuento manual de colonias de *E. coli*, *S. aureus* y *P. aeruginosa* en 200 placas de Petri. Estas bacterias se encuentran entre los patógenos de mayor relevancia clínica: *Escherichia coli* causa con frecuencia infecciones del tracto urinario, *Staphylococcus aureus* se relaciona con infecciones de la piel y del torrente sanguíneo, y *Pseudomona aeruginosa* representa un problema importante en las infecciones nosocomiales. Cuando las colonias las contaron automáticamente sin corrección visual, la diferencia media con los recuentos manuales fue del 59,7 %, con sobrestimación y subestimación en el 29 % y el 45 % de los casos, mientras que *Staphylococcus aureus* y *Pseudomona aeruginosa* presentaron mayores tasas de error. Sus resultados indican que la metodología propuesta logró una precisión general del 95% para *E. coli*, del 90% para *S. aureus* y del 84% para *P. aeruginosa*, con valores de recuperación asociados del 95%, 91% y 86%. La medida F se mantuvo constantemente alta, oscilando entre 0,85 y 0,95. En cuanto a la eficiencia, el recuento manual requirió un promedio de 70 segundos por placa, mientras que el recuento automatizado, con y sin corrección visual, tardó 30 segundos. A pesar de los problemas de segmentación en placas de alta densidad, los enfoques automatizados ofrecen un enfoque potencial para la enumeración bacteriana de alto rendimiento, al reducir las operaciones laboriosas y mantener una precisión adecuada. Los autores concluyen que las investigaciones futuras deberían mejorar la segmentación algorítmica de colonias y los enfoques de preprocesamiento de imágenes para mejorar el rendimiento de la detección, especialmente en placas de Petri congestionadas.

Gold et al. (2018) indican que el procesamiento de biorresiduos con larvas de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) L. (Diptera: Stratiomyidae), es una tecnología emergente para el tratamiento de residuos. Las larvas cultivadas en biorresiduos pueden ser una materia prima relevante para la producción de alimento para animales y, por lo tanto, pueden

proporcionar ingresos para sistemas de gestión de residuos financieramente viables. Además, cuando se producen con biorresiduos, los alimentos a base de insectos pueden ser más sostenibles que los alimentos convencionales. Entre otros, la escalabilidad de la tecnología dependerá de la disponibilidad de grandes cantidades de biorresiduos con un alto rendimiento del proceso (por ejemplo, bioconversión de materia orgánica a proteínas y lípidos) y seguridad microbiana y química del producto. Actualmente, a diferencia de otras tecnologías de tratamiento de residuos, como el compostaje o la digestión anaeróbica, el rendimiento del proceso es variable y los procesos que impulsan la descomposición de los macronutrientes de los biorresiduos, la inactivación de microbios y el destino de los productos químicos son poco conocidos. Esta revisión presenta el primer resumen de los procesos más importantes involucrados en el tratamiento de larvas de mosca soldado negra (LSMN), con base en el conocimiento disponible sobre cinco especies de moscas bien estudiadas. Este es un punto de partida para comprender mejor los procesos de esta tecnología, con el potencial de aumentar su eficiencia y adopción, y respaldar el desarrollo de regulaciones apropiadas. Con base en esta revisión, la formulación de diferentes tipos de biorresiduos, por ejemplo, para producir una dieta con un contenido proteico similar, un perfil equilibrado de aminoácidos y/o el pretratamiento y cotratamiento de biorresiduos con microbios beneficiosos, tiene el potencial de mejorar el rendimiento del proceso. Tras la cosecha, las larvas requieren calor u otros tratamientos para la inactivación microbiana y su seguridad.

Borrelli et al. (2017) manifiestan que los insectos podrían ser fuentes nutricionales potenciales tanto para humanos como para animales. Entre ellos, *Hermetia illucens*, con un alto contenido de quitina y proteínas, representa un sustituto adecuado de la dieta para

gallinas ponedoras. Precisan que se sabe poco sobre los efectos de la dieta de insectos en la ecología microbiana del tracto gastrointestinal y la producción de metabolitos bacterianos.

Heredia et al. (2014) indican que la carne es una matriz rica en nutrientes que proporciona un entorno adecuado para la proliferación de diversos microorganismos, deteriorantes y patógenos como la *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* y *Listeria monocytogenes*.

1.1.4 Nutrición en cuy

Vergara (2008) investigó los requerimientos nutricionales de cuy raza Perú en crecimiento son ED: 3.0 Mcal/kg; PT: 18%; Lis: 0.83%; Met: 0.36%; Met+Cis: 0.74%; Arg: 1.17%; Treo: 0.59%; Trp: 0.18%; FC: 8%; Ca: 0.8%; P: 0.4%; Na: 0.2% y vitamina C: 20 mg/100g

1.1.5 Microorganismos

Bujnakova et al. (2022) precisan que las bacterias Gram negativas son anaerobias facultativas y el 2021, siete familias válidamente publicadas pertenecían al orden *Enterobacterales*. Este orden se caracteriza por el género *Enterobacter*. Aunque incluye muchas bacterias inofensivas, *Enterobacterales* es un orden de bacterias dentro del filo *Proteobacteria*, que es responsable de muchos patógenos entéricos, conocidos como *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Yersinia pestis*, *Klebsiella*, *Shigella*, *Proteus*, *Serratia* y *Citrobacter*. En condiciones saludables, este orden de bacterias constituye la microbiota minoritaria que coloniza permanentemente el intestino humano. En presencia de una microbiota equilibrada y una comunidad bacteriana compleja y densa, las *Enterobacterales* oportunistas pueden persistir como comensales intestinales sin causar infección. Las reacciones inflamatorias del huésped pueden desencadenarse por una proliferación excesiva de *Enterobacterales* tras una alteración de la microbiota, lo que puede dar lugar a infecciones

mediadas por patógenos, indican que el Género *Enterobacter* pertenece al grupo ESKAPE, que incluye a los principales patógenos bacterianos resistentes. Descrito por primera vez en 1960, este grupo ha demostrado ser más complejo debido a la evolución exponencial de los métodos fenotípicos y genotípicos. Actualmente, el Género *Enterobacter* comprende 22 especies, estas especies se encuentran en el medio ambiente y se han reportado como patógenos oportunistas en plantas, animales y humanos. La patogenicidad/virulencia de esta bacteria aún no está del todo clara debido a la escasa investigación realizada hasta la fecha en este campo. En cambio, su resistencia a los agentes antibacterianos ha sido ampliamente estudiada. Ante el tratamiento antibiótico, es capaz de gestionar diferentes mecanismos de resistencia mediante diversos genes reguladores locales y globales, así como mediante la modulación de la expresión de diferentes proteínas, incluyendo enzimas (β -lactamasas, etc.) o transportadores de membrana, como porinas y bombas de eflujo.

Bakhtiary et al. (2016) citando a Schlegelova et al. (2004) indican que las condiciones previas al sacrificio, como la alimentación y el alojamiento incluyen contaminaciones propagables de la piel y las heces, asimismo, el contenido del sistema digestivo y agua contaminada son fuentes de *Stafilococcus*, *Escherichia coli* y *Bacillus cereus*.

Ali y Alayeqh (2022) dicen que a nivel mundial, las enfermedades bacterianas transmitidas por la carne son causadas por cepas de *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Brucella*, *Mycobacterium bovis* y toxinas producidas por *Staphylococcus aureus*, especies de *Clostridium* y *Bacillus cereus*. Además, el consumo de carne o productos cárnicos contaminados con bacterias resistentes a los medicamentos representa un grave riesgo para la salud pública. Precisan que el control de los patógenos

bacterianos zoonóticos exige intervención en la interacción entre humanos, animales y sus entornos.

Al-Kubaisi y Al-Deri (2022) manifiestan que las bacterias del *Genero Proteus*, están muy difundidas en el medio ambiente con embalses, son patógenos oportunistas que pueden causar infecciones del tracto urinario o que pueden tener complicaciones graves como la pielonefritis o la formación de cálculos, como indican Jeba Mercy et al. el año 2019.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Calidad microbiológica de la carne

Arenas et. al. (2009) afirman que según el Codex Alimentarius, debe asegurarse la inocuidad de los alimentos para garantizar que los mismos, al ser preparados o ingeridos, no causen daño al consumidor. Los alimentos son fuentes principales de exposición a agentes contaminantes, tanto químicos como biológicos (virus, parásitos y bacterias). Por tanto, la inocuidad de los alimentos es reconocida universalmente como una prioridad de salud pública para evitar que los consumidores sufran enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's), que se originan por la ingestión de alimentos infectados con agentes contaminantes en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor. Continúan diciendo que la carne es uno de los productos finales del proceso agroindustrial del ganado bovino que por su composición química y sus ingredientes sensibles a la contaminación, es considerada como un alimento de alto riesgo en salud pública. En su proceso agroindustrial de obtención, la carne y sus sub-productos inadecuadamente manipulados, pueden contaminarse con diversos agentes patógenos y químicos causantes de ETA's, muchos de los cuales proceden de los animales vivos, por lo que su control en la explotación, es esencial para reducir el nivel de contaminación en mataderos, plantas. de procesamiento y en la manipulación del producto

final. Las ETA's de origen biológico son muy preocupantes para la salud pública a escala mundial; actualmente se reconoce que más de 200 enfermedades que son causadas por alimentos, donde los microorganismos comúnmente involucrados han sido *Salmonella* ssp, *Escherichia coli* enterotoxigénica (ETEC), *Escherichia coli* enteropatógena (EPEC), *Escherichia coli* enterohemorrágica 0157:H7 (EHEC), *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus*, los que se encuentran relacionados con productos de origen pecuario. Aunque la mayoría de las bacterias causantes de ETA's normalmente se destruyen por los procesos normales de cocción, aquellos alimentos mal cocidos o almacenados en condiciones inapropiadas, pueden originar casos de diarreas, colitis, gastroenteritis aguda, además de causar complicaciones a largo plazo como artritis reactiva (debida a *Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia*) síndrome de Guillan Barré (debida a *Campylobacter*) y falla renal (debida a *E. coli* O157:H7). Estas bacterias patógenas, se caracterizan por causar alta morbilidad en la población en general; no obstante, niños, ancianos y pacientes inmunocomprometidos, constituyen la población más susceptible y con consecuencias graves y hasta fatales.

Eshamah et al., 2020 refieren que la calidad microbiológica se define por la presencia y evolución de microorganismos, sean patógenos o microorganismos indicativos de deterioro, durante la cadena de suministro. Esto implica considerar tanto patógenos específicos (por ejemplo, *Salmonella*, *E. coli*) como microorganismos indicadores y SSC (organismos específicos de descomposición) que condicionan el deterioro sensorial y funcional del producto.

Kim & Jang (2018) expresan que las categorías que determinan criterios de seguridad y vida útil de la carne se apoyan en normativas y guías de criterio microbiológico de cada región.

Flores-Mancheno et al. (2017) indican los niveles máximos permitidos de Coliformes totales ($1,0 \times 10^7$), *Escherichia coli* ($1,0 \times 10^7$), *Staphylococcus aureus* ($5,0 \times 10^2$) y *Salmonella* spp. (0,00), de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN)-1346, que regula la presencia de microorganismos en carnes para consumo humano.

El Instituto Nacional de Calidad – INACAL (2024) es un organismo adscrito al Ministerio de la Producción que impulsa la aplicación de la Norma Técnica Peruana NTP 201:058 “Carne y productos cárnicos. Definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas y carne de cuy (*Cavia porcellus*)”, que fija estándares de calidad e inocuidad para carcasas y cortes de este producto emblemático. Este documento técnico define los criterios de clasificación de la carne de cuy según su peso, edad y características físicas (conformación, color de la grasa, consistencia, carne y piel). Además, establece parámetros sensoriales, químicos, microbiológicos, de conservación y transporte que garantizan que la carne llegue al consumidor en óptimas condiciones. Los principales requisitos de calidad son: Clasificación en cortes comerciales: carcasa entera, media carcasa, cuarto anterior y posterior. Color de la carne: rosa pálido, rosado o rojo claro, dentro de rangos aceptables. Color de grasa: blanco cremoso o amarillento. Color de piel: de blanco a rosado pálido o con tonalidad amarillenta. Consistencia: firme al tacto en carne y grasa. Cumplir estrictos controles sanitarios y de calidad. Categorías: Cuy tierno, son machos o hembras menores de 3 meses, entre 550 y 800 g; cuy joven, cuando es mayor de 3 meses y sin actividad reproductiva y cuy adulto cuando son animales con actividad reproductiva, Olor característico del cuy, libre de aromas extraños. El pH debe oscilar entre 5,5 y 6,4 para carne fresca, indicador de buena calidad. No debe tener residuos de medicamentos, aditivos o sustancias que afecten la salud. En la tabla 1 se indican las características a nivel microbiológico tanto para carne fresca y congelada:

Tabla 1

Niveles de referencia para determinar la calidad microbiana de carne de cuy según Instituto Nacional de la calidad (INACAL) del Perú.

Denominación	Concentraciones
Recuento de Microorganismos aerobios mesófilos	< 106 ufc/g
Detección de <i>Salmonella</i>	Ausencia en 25 g
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	< 102 ufc/g
Recuento de coliformes totales	< 102 ufc/g
Numeración de <i>Staphylococcus aureus</i>	<102 NMP/g

Fuente: Elaboración propia en base a información del Instituto Nacional de Calidad – INACAL (2024)

Azage y Kibret (2017) indican que los resultados de los recuentos bacterianos se expresan con la media de logaritmos de UFC/g y presentan los indicadores de las Normas del Golfo y Autoridad Alimentaria de Nueva Gales del Sur, vistos en la tabla 2.

Tabla 2

Niveles de referencia para determinar la calidad microbiana de los alimentos listos para el consumo (Normas del Golfo y Autoridad Alimentaria de Nueva Gales del Sur)

Grupos microbianos	Bien	Aceptable	insatisfactorio	Inaceptable y potencialmente peligroso
Recuento mesófilo aeróbico	<10 ⁴	<10 ⁴ - 10 ⁶	≥10 ⁶	N/A
Recuento total de coliformes	<10 ²	<10 ² - 10 ⁴	≥10 ⁴	N/A
Recuento de <i>S. aureus</i>	<10 ²	<10 ² - 10 ³	<10 ³ - 10 ⁴	≥10 ⁴
Patógenos	No detectado en 25 g de muestra	-	-	Detectado en 25 g de muestra

Fuente: Normas del Golfo y Autoridad Alimentaria de Nueva Gales del Sur (2000)

1.2.2. Economía circular

Sable (2024) dice que la economía circular es una estrategia que busca optimizar los recursos para lograr la sostenibilidad. El mundo necesita transitar de una economía lineal a una circular. La mosca soldado negra (*Hermetia illucens* L., *Diptera: Stratiomyidae*) ha ganado popularidad en los últimos años por su gran capacidad para el manejo de residuos orgánicos y

su bioconversión en compost rico en nutrientes. Las larvas y prepupas de la *Hermetia illucens* se han utilizado como alimento para aves de corral, peces y otros animales, y también pueden ser un alimento nutritivo para los humanos. Es una fuente prometedora de proteínas y puede utilizarse para la extracción de quitina, proteínas y grasas, así como para la producción de biodiésel. Debido a su potencial de aplicación en diversas industrias, reciclando los residuos orgánicos y cerrando el ciclo en el sistema de producción, ha captado la atención en los últimos años para contribuir al logro de algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados por las Naciones Unidas mediante la transición de una economía lineal a una circular.

1.3 Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables se aprecia en el cuadro 1.

Cuadro 1

Cuadro de operacionalización de variables

Variable		Definición	Indicador	Ítem
Independientes	Carne de cuy de 30 días de edad	Producto obtenido luego del sacrificio de animales tiernos de 400 a 500 g de peso vivo y sin vísceras comestibles	unidad	unidad
	Carne de cuy de 70 días de edad	Producto obtenido luego del sacrificio de animales jóvenes de 800 a 1000 g de peso vivo.	unidad	unidad
	Colonias Bacterianas	Las colonias bacterianas son masas visibles de crecimiento microbiano formadas por la multiplicación de bacterias viables sobre un medio de cultivo sólido. Permite estimar la carga bacteriana presente en una muestra de carne.	Recuento	UFC/g
			Frecuencia de ocurrencia	%
	Bacterias Gram negativas	Microorganismos que presentan una pared celular delgada de peptidoglucano y una membrana externa compuesta por lipopolisacáridos, se observan de	Recuento	UFC/g

Dependientes		color rosado o rojizo al microscopio. En carne, su presencia constituye un indicador microbiológico de contaminación, higiene deficiente durante el faenado, manipulación, almacenamiento o conservación del producto cárnico.	Frecuencia de ocurrencia	%
	Bacterias Gram negativas patógenas	Las bacterias patógenas son responsables de la mayoría de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) asociadas al consumo de carne: <i>Salmonella sp.</i> y <i>Shigella sp.</i>	Recuento	UFC/g
			Frecuencia de ocurrencia	%
	Bacterias Gram positivas	Bacterias con pared celular gruesa rica en peptidoglucano, que retienen el cristal violeta en la tinción de Gram y se observan de color morado. En carne, pueden asociarse a contaminación durante el faenado, manipulación, almacenamiento o procesamiento, y algunas ocasionan cambios en olor, color, textura o sabor. <i>Bacillus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Streptococcus</i> y <i>Micrococcus</i> .	Recuento	UFC/g
			Frecuencia de ocurrencia	%
	Contaminación fúngica	Mohos patógenos: hongos filamentosos microscópicos capaces de crecer sobre alimentos, superficies o tejidos, y que pueden causar daño a la salud humana o animal por infección, alergia o producción de micotoxinas.	Recuento	UFC/g
			Frecuencia de ocurrencia	%
		Levaduras. hongos unicelulares microscópicos, generalmente de forma ovalada o esférica, capaces de multiplicarse por gemación o fisión. Puede estar relacionada con deficiencias en la manipulación del producto.	Recuento	UFC/g
			Frecuencia de ocurrencia	%
	Presencia de insectos adultos o estadios inmaduros	Detección visual o microscópica de insectos completos, fragmentos de	Presencia o ausencia	Positivo/negativo

		insectos, huevos, larvas, pupas o ninfas en una muestra de carne.	Frecuencia	Numero de muestras positivas/Total de muestras evaluadas x 100
	Presencia de gusanos y nemátodos	Detección visual o microscópica de formas parasitarias, larvarias o helmínticas en la muestra de carne analizada, considerándose un indicador de contaminación biológica no bacteriana	Presencia o ausencia	Positivo/negativo
			Frecuencia	Numero de muestras positivas/Total de muestras evaluadas x 100

II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, de enfoque cuantitativo y de nivel explicativo-comparativo.

2.2 Diseño de contrastación de hipótesis

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 2×2 , conformado por dos factores: a) Edad de *cuy* al momento del sacrificio, con dos niveles: 30 y 70 días y b) Inclusión de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* en el concentrado, con dos niveles: sin inclusión y con inclusión.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (A \times B)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Efecto medio del k-ésimo *cuy* de la j-esima inclusión de Inclusión de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días en el concentrado de la i-ésima edad de *cuy* al momento del sacrificio.

μ = Efecto de la media poblacional

A_i = Efecto de la i-ésima edad de *cuy* al momento del sacrificio

B_j = Efecto de la j-esima inclusión de Inclusión de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* 15 días en el concentrado.

$(A \times B)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la j-esima inclusión de Inclusión de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días y la i-ésima edad de *cuy* al momento del sacrificio.

ε_{ijk} = Efecto del error el k-ésimo *cuy* de la j-esima inclusión de Inclusión de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días y la i-ésima edad de *cuy* al momento del sacrificio.

Tratamientos evaluados

De la combinación de ambos factores se obtuvieron cuatro tratamientos experimentales:

T1: Cuyes de 30 días de edad alimentados sin LDMHI15 en el concentrado.

T2: Cuyes de 30 días de edad alimentados con LDMHI15 en el concentrado.

T3: Cuyes de 70 días alimentados sin LDMHI15 en el concentrado.

T4: Cuyes de 70 días alimentados con LDMHI15 en el concentrado.

2.3 Población y muestra

Al momento del estudio la población de cuyes machos destetados de 15 días, de la granja “Super cuy”, estuvo constituido por 500 gazapos, crías de machos y hembras mejoradas con raza Perú.

La muestra de estudio estuvo constituida por 80 cuyes machos destetados de 15 días de edad, de raza mejorada con Perú. A cada tratamiento se le asignaron 20 cuyes distribuidos en 4 repeticiones de 5 animales cada uno.

2.4 Técnica de muestreo para el análisis microbiológico

Sacrificio y obtención de muestras para análisis microbiológico

Para evaluar la influencia de LDMHI15 incluido en el concentrado, suministrado hasta 30 días de edad, se eligieron al azar 2 cuyes de cada repetición del tratamiento que no recibió LDMHI15 (T1) y los que si recibieron LDMHI15 (T2), siendo 8 cuyes de 30 días de edad por tratamiento y en total 16 cuyes sacrificados a 30 días de edad para el estudio, los cuales fueron trasladados a Lambayeque para ser sacrificados en un lugar cercano a la Universidad Pedro Ruiz Gallo y reducir los tiempos de traslado de las muestras de carne al Laboratorio de Microbiología de la UNPRG.

Para insensibilizar a los animales se utilizó el método de desnucamiento rápido cervical y corte inmediato en la yugular, procediendo al sangrado por 5 minutos. Luego se procedió al escaldado de 8 cuyes de cada tratamiento en agua a 70° C durante 2 minutos y se eliminó manualmente el pelo de los animales, los cuales se enjuagaron con agua potable corriente, posteriormente se realizó la apertura ventral de los animales y se extrajo los órganos internos comestibles y no comestibles continuando con un segundo lavado de la cavidad interna.

Posteriormente se procedió a realizar el corte de cada carcasa en 4 secciones, y de manera alternada se procedió a colocar en las bolsas Siplok debidamente identificadas en el siguiente orden aleatorio: 1 brazo izquierdo y pierna derecha de la carcasa 1, 1 brazo derecho y pierna izquierda de carcasa 2, posteriormente 1 brazo izquierdo y pierna derecha de la carcasa 3, luego brazo derecho y pierna izquierda de carcasa 4, asimismo brazo izquierdo y pierna derecha de carcasa 5, inmediatamente se colocó el brazo derecho y pierna izquierda de la carcasa 6, continuando la selección del brazo izquierdo y pierna derecha de la carcasa 7 y finalmente el brazo derecho y pierna izquierda de la carcasa 8. Cada brazo y cada pierna seleccionada se envasaron individualmente en las bolsas siplok y se almacenaron en un cooler de Tecnoport provisto de 25 paquetes de Hielo marca “Sumipack” de 250 g cada uno.

El mismo procedimiento se llevó a cabo para los cuyes del segundo tratamiento que si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T2) y al concluir el proceso todas las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque.

El mismo procedimiento se llevó a cabo en los cuyes de 70 días de edad de los tratamientos T3 y T4, pero debido a la infraestructura necesaria para el beneficio de estos animales fueron sacrificados en el Laboratorio de productos cárnicos de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

2.5 Análisis estadístico

Se aplicó la prueba de Shapiro Wilks y la prueba de Levene a los pesos iniciales de los animales en estudio a fin de determinar si el peso inicial no favoreció a ninguno de los tratamientos al empezar el estudio. En caso de no cumplir con los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas se aplicó el ANAVA de Welch y prueba pos Hoc de Games Howell. Este mismo procedimiento se aplicó a la evaluación de colonias bacterianas iniciales del análisis microbiológico.

Debido a la presencia de valores muy asimétricos, con muchos valores “cero” en la distribución de los datos e incumplimiento del supuesto de normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis recomendada para evaluar las diferencias entre tres o más grupos muestreados de forma independiente en una única variable continua con distribución no normal para comparar los tratamientos y en caso de hallar diferencias estadísticas entre ellos ($p < 0,05$), se aplicó la prueba pos Hoc de Mann–Whitney U corregida por Bonferroni (McKight y Najab, 2010).

2.5 Aspectos éticos de la investigación

Los principios éticos considerados en el presente estudio tuvieron en cuenta el uso responsable de animales de experimentación, garantizando su manejo adecuado durante el periodo de crianza. Los cuyes se criaron considerando los principios básicos para su bienestar según los postulados del informe Brambell (1969): libertad para darse la vuelta, acicalarse, levantarse, tumbarse y estirar las extremidades, y fueron sacrificados según lineamientos de la

Oficina Internacional de Epizootias (OIE) para tomar las muestras de carne para los análisis respectivos, evitando prácticas que ocasionaran sufrimiento innecesario. La alimentación experimental no colocó en riesgo a los animales porque las Larvas de *Hermetia illucens*, ya ha sido evaluadas en otras especies sin riesgo para el animal. La información generada se registró objetivamente, respetando la integridad del estudio.

2.6 Lugar y duración

La fase de campo del presente trabajo de investigación se realizó en la granja de cuyes “Super Cuy” en el distrito La Victoria, provincia de Chiclayo desde el 10 de febrero al 23 de abril de 2025.

2.7 Materiales

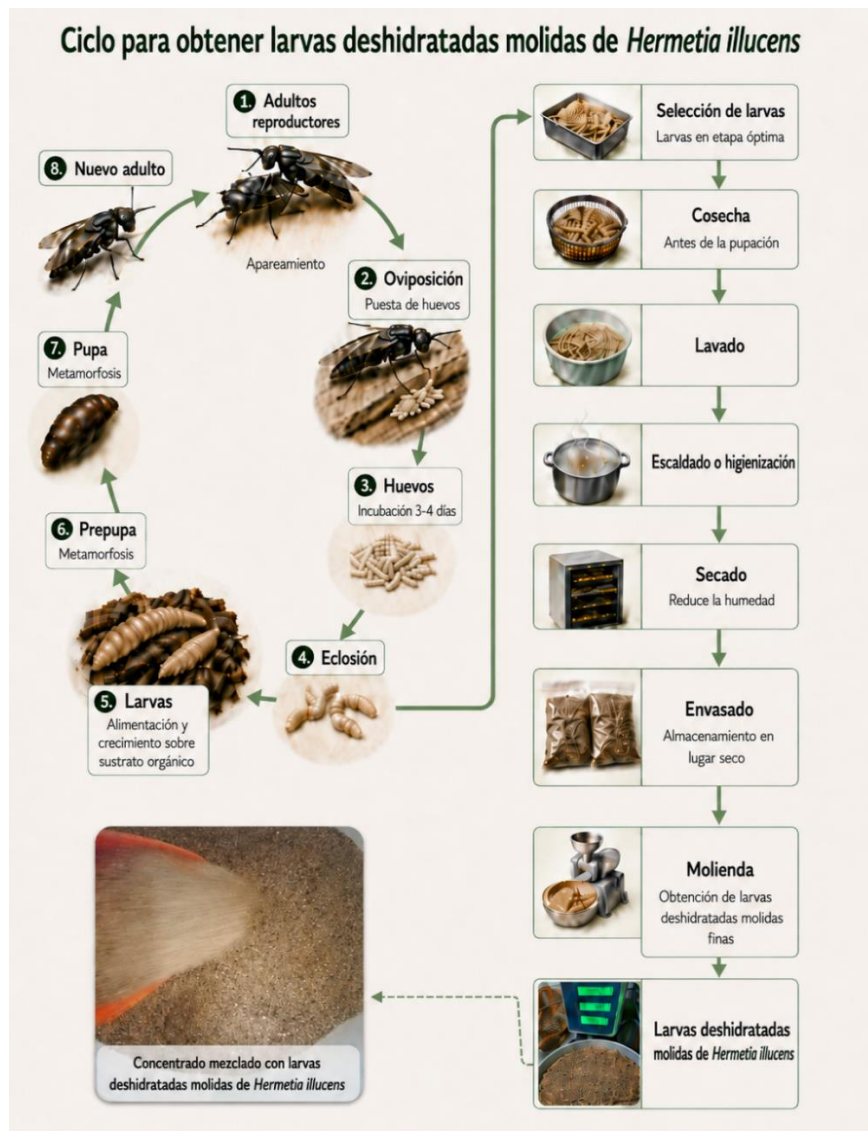
Se utilizaron los siguientes materiales:

2.7.1. Concentrado con larvas deshidratadas molidas de 15 días de *Hermetia illucens*

Todos los cuyes para el estudio fueron alimentados con maíz chala y concentrado compuesto por maíz molido, torta de soya, harina integral de soya, polvillo de arroz, afrecho de trigo, heno de alfalfa, melaza de caña, sal común, premezcla vitamínico mineral, bicarbonato de sodio, enzimas, secuestrante de micotoxinas y antifúngico complementado con 10 % de Larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens*. Las larvas deshidratadas procedieron de la empresa BSF logistic SAC con sede en la ciudad de Lima, cuya composición química se aprecia en el anexo 10 y el flujo para obtener las larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días se presenta en el gráfico 1:

Gráfico 1

*Flujograma de obtención de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens*.*



Fuente. Elaboración propia con soporte Chat GTP

2.7.2 Material biológico para análisis microbiológico

16 muestras de carne de cuy de 30 días de edad seleccionados al azar de T1 y T2

16 muestras de carne de cuy de 70 días de edad seleccionados al azar de T3 y T4

2.7.3 Material para transporte de carne a laboratorio

- 32 bolsas con cierre hermético Siplok de tamaño medio
- 24 packs de 250 g de gel refrigerante para cadena de frío marca Sumipack

- 1 caja de tecnoport de 0.40 m x 0.40 m x 0.37 m de altura y 0.03 m de espesor.

2.7.4 Material de laboratorio

Placas Petri, tubos de ensayo, pinzas, tijera, mechero Bunsen, gradilla, pipeta, Laminas porta objeto, asa bacteriológica

2.7.5 Material de protección personal y bioseguridad de laboratorio

Guardapolvo, mascarilla, guantes, protector de cabello o cofia.

2.7.6 Medios de cultivo

Agar nutritivo, caldo nutritivo, agar Sabouroud.

2.7.7 Colorantes y reactivos

Cristal violeta, safranina, solución de Lugol, alcohol acetona.

2.8 Instalaciones y equipo

2.8.1 Instalaciones

- Laboratorios de Microbiología A y E – Pabellón de Microbiología – Facultad de Ciencias Biológicas – UNPRG

2.8.2 Equipos

2.8.2.1 Equipos de laboratorio

- Incubadora digital Marca Memert
- Contador de colonias
- Microscopio Marca Olympus CX23
- Autoclave (esterilización medios de cultivo)
- Horno (esterilización de material de vidrio)

2.9. Técnicas experimentales

Para la ejecución del presente trabajo se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Adaptación del galpón para la implementación del estudio experimental

- Acondicionamiento de las jaulas con sus comederos y bebederos dentro del galpón.
- Preparación de alimento concentrado para la alimentación de cuy de acuerdo a cada tratamiento.
- Adquisición de cuy para el estudio.
- Pesado, identificación y asignación de cuy, al azar, a cada tratamiento.
- Suministro diario de concentrado a cuy de cada tratamiento.
- Suministro diario de maíz chala a cuy de cada tratamiento.
- Suministro diario de agua.
- Sacrificio de cuy seleccionado al azar de 30 días de edad para análisis microbiológico.
- Sacrificio de cuy seleccionado al azar de 70 días de edad para análisis microbiológico.
- Metodologías utilizadas en los análisis microbiológicos:
 - Para el recuento de colonias bacterianas que informa sobre la carga bacteriana viable total se utilizó el Método horizontal para el recuento de Microorganismos. Parte II: Recuento de colonias a 30°C mediante la técnica de siembra en superficie, de acuerdo con la norma International Standard Organization ISO 4833-2:2013 (RENALOA, 2014).
 - Para identificar a las bacterias Gram positivas se aplicó el método de tinción de gram de acuerdo a los lineamientos indicados por Coico (2006) y para su análisis se utilizó el método basado en las normas ISO 21528-1 para detección y que se utiliza cuando se espera que la muestra sea inferior a menos de 100 UFC/g de *Enterobacteriaceae* recomendados por Biesta-Peters et. al. (2017) e ISO.org (2017a).
 - Para la determinación de presencia de *Escherichia coli* se utilizó la norma ISO 16649-2 para E. coli β -glucuronidasa positiva como lo presenta ISO.org (2017b).

- Para las bacterias gram negativas patógenas que incluyen *Salmonella* sp. se aplicó el método horizontal específico para *Salmonella* sp. en base a la norma ISO 6579-1:2017, presentado en ISO.org (2017c) y un método horizontal específico para *Shigella* sp. en base a la norma ISO 21567:2004, presentada por ISO.org (2017d). Las dos no se reportan en UFC/g sino como presencia o ausencia de estas bacterias en la carne.
- Para el análisis de bacterias Gram positivas se aplicó el método de tinción de gram de acuerdo a los lineamientos indicados por Coico (2006).

Para identificar *Bacillus cereus*, se aplicó el método para la enumeración de presuntos *Bacillus cereus*, establecido en norma ISO 7932:2004 (ISO.org, 2017e), pero las normas ISO no consideran metodologías y técnicas para la presencia de *Lactobacillus*, *Streptococcus* y *Micrococcus* sp., motivo por el cual se aplicó el método de presencia o ausencia, recuento y frecuencia de ocurrencia

- Para el análisis de contaminación fúngica e identificación de Mohos y Levaduras se aplicó el método de Siembra directa y técnica de estriado referidos por Tournas et. al. en el manual de la FDA (2001).
- Los insectos y otros parásitos visibles o microscópicos fueron evaluados mediante examen visual, macroscópico y microscópico empleando un procedimiento interno documentado.

La frecuencia de ocurrencia de cada agente se calculó dividiendo el número de muestras positivas entre el número total de muestras analizadas y multiplicando el resultado por cien.

2.10 .Variables evaluadas

En la carne de cuy sacrificados a 30 y 70 días de edad se evaluó la presencia de:

- Recuento de colonias bacterianas
- Recuento y Frecuencia de ocurrencia de bacterias gramnegativas
- Recuento y Frecuencia de ocurrencia de bacterias gramnegativas patógenas
- Recuento y Frecuencia de ocurrencia de bacterias grampositivas
- Recuento y Frecuencia de ocurrencia de contaminación fúngica
- Análisis macroscópico y microscópico de insectos en diferentes estadios
- Análisis macroscópico y microscópico de gusanos nemátodos y parásitos

III. RESULTADOS

3.1 Análisis de los animales para el estudio

3.1.1 Peso inicial de estudio

Los 80 cuyes machos destetados de 15 días de edad destinados al estudio no presentaron una distribución normal en ninguno de los cuatro tratamientos, según la prueba de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$). Pero, si presentaron homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene ($p > 0,05$). Debido al incumplimiento del supuesto de normalidad, se empleó el análisis de varianza de Welch para comparar los pesos entre tratamientos como se aprecia en el anexo 1.1 y 1.2 por lo que se aplicó el Anava de Welch.

3.1.1.1 Peso vivo de los cuyes de 30 días de la población estudiada

El ANAVA de Welch no encontró diferencias estadísticas ($p = 0,7239$) entre T1 y T2 respecto al peso de los animales evaluados a los 30 días de edad como se aprecia en el anexo 1.3. Este resultado indica que ambos grupos presentaron condiciones comparables de peso al momento del sacrificio. Sin embargo, esta semejanza no permite afirmar que los animales presentaron igualdad de condiciones sanitarias, puesto que el estado microbiológico de la carne depende también de factores relacionados con el proceso de beneficio, la manipulación, el ambiente, el transporte y la conservación de las muestras. Han et al. (2017) encontraron una asociación entre el peso corporal y la microbiota intestinal en lechones, pero sus resultados no se refieren directamente a la contaminación microbiológica de la carne después del sacrificio.

3.1.1.2 Peso de los animales de 70 días de edad antes de ser sacrificados

El ANAVA de Welch no encontró diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre T3 y T4 respecto al peso vivo de los cuyes sacrificados a los 70 días de edad, como vemos en el anexo 1.4, indicando que ambos tratamientos estuvieron en condiciones de ser comparables. Sin embargo,

debemos considerar que el peso vivo por sí solo no determina la calidad microbiológica de la carne, debido a que esta puede verse afectada por las condiciones de sacrificio, la manipulación de las carcasas, el almacenamiento, la higiene de los equipos y el procesamiento posterior, como indican Abdullah et al. (2025).

3.2 Análisis microbiológico

3.2.1 Recuento de colonias bacterianas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Los resultados vistos en la tabla 3, evidenciaron una elevada variación en la cantidad UFC/g entre los tratamientos evaluados. Al aplicar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 2.1.1) por ser una cantidad menor a 50 registros, se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) en dos de los tratamientos evaluados y al evaluar la prueba de homogeneidad de varianzas con la prueba de Levenne (Anexo 2.1.2), no se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$). Por este motivo se aplicó el ANAVA de Welch (Anexo 2.1.3), que halló diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0,05$) por lo que se aplicó la prueba de Games Howell (Anexo 2.1.4), quien encontró diferencias estadísticas ($p < 0,05$) sólo entre los tratamientos T1 y T3 que no recibieron LDMHI15 en el concentrado tanto en las carcasas de cuy sacrificado a 30 días y 70 días respectivamente.

En términos descriptivos, los mayores valores promedio se registraron en T1 ($285,00 \pm 116,70 \pm \text{UFC/g}$) y T2 ($243,88 \pm 148,92 \text{ UFC/g}$) mientras que los valores menores correspondieron a T3 ($109,38 \pm 49,08 \text{ UFC/g}$) y T4 ($147,00 \pm 101,02 \text{ UFC/g}$).

Tabla 3

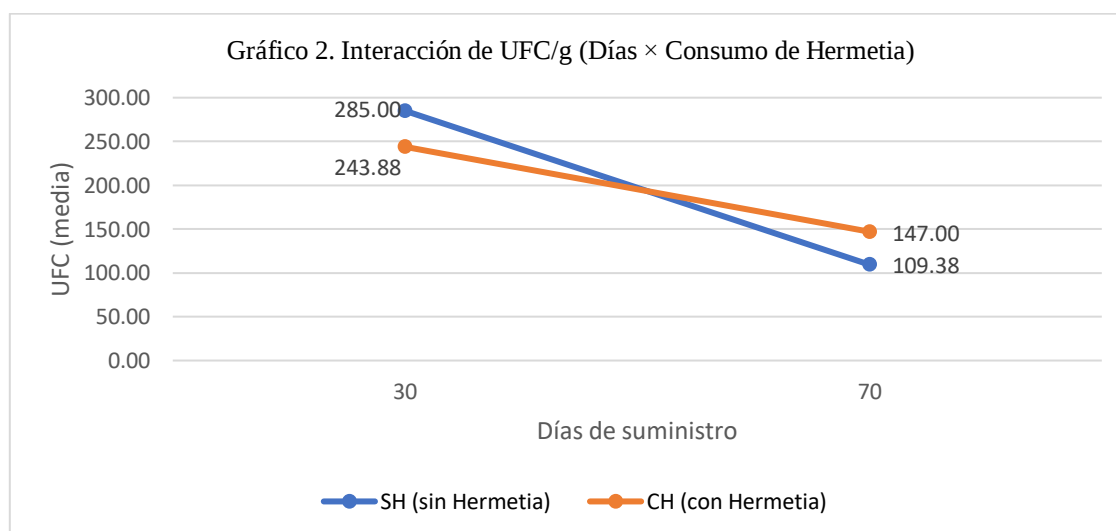
Recuento de colonias bacterianas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Muestra	T1 (30 días SH)	T2 (30 días CH)	T3 (70 días SH)	T4 (70 días CH)
1	310	303	205	387
2	322	311	53	121
3	328	314	112	100
4	305	352	102	158
5	3	5	96	131
6	331	3	118	59
7	300	341	51	103
8	381	322	138	117
Promedio	285	243,87	109,37	147
Desviac. estándar	116,69	148,91	49,08	101,02

Al evaluar la interacción entre los promedios de los cuatro tratamientos (Gráfico 2), el recuento de colonias bacterianas por gramo de T1 y T2 fueron superiores a los niveles de UFC de T3 y T4 que fueron sacrificados a 70 días de edad.

Gráfico 2

*Interacción de medias de UFC/g entre días y consumo de larvas de *Hermetia illucens* de los tratamientos evaluados*



3.2.2 Análisis de bacterias gramnegativas en carne de cuy

3.2.2.1 Recuento de *Enterobacter* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Según los resultados de la tabla 4, la carne de cuy de 30 días de edad de los tratamientos que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T1) y las que si recibieron LDMHI15 (T2), no reportaron presencia de *Enterobacter* sp, a diferencia de los dos tratamientos donde la carne procedió de cuy sacrificados a 70 días de edad, donde los que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) presentaron en promedio $6,38 \pm 18,03$ UFC/g de *Enterobacter* sp y la carne de los que si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T4) presentaron en promedio $12,88 \pm 36,42$ UFC/g como se aprecia en la tabla 4.

Tabla 4

Recuento de colonias de Enterobacter sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	51	103
8	0	0	0	0
Media	0	0	6,38	12,88
Desv. Estandar	0	0	18,03	36,42

A. Frecuencia de ocurrencia de *Enterobacter* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días

a.1 Frecuencia de ocurrencia de *Enterobacter* sp en carne de cuy de 30 días (%)

En el 100% de muestras evaluadas de T1 y T2 no presentaron colonias de *Enterobacter* sp. por lo que no se pudo calcular la frecuencia de ocurrencia en estos dos tratamientos.

a.2 Frecuencia de ocurrencia de *Enterobacter sp* en carne de cuy de 70 días (%)

En la tabla 5 vemos que sólo el 12,5 % de muestras evaluadas de T3 y el mismo porcentaje de Frecuencia de ocurrencia en muestras de T4 presentaron colonias de *Enterobacter sp*.

Tabla 5

Frecuencia de ocurrencia de Enterobacter sp. en carne de cuy de 70 días (%)

			<i>Enterobacter sp.</i>		Total
			No	Si	
Consumo Larvas deshidratadas molidas de <i>Hermetia illucens</i> (LDMHI15)	No	Recuento	7	1	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	12.5%	100.0%
	Si	Recuento	7	1	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	12.5%	100.0%
Total	Recuento		14	2	16
	% dentro de Consumo LDMHI15		87.5%	12.5%	100.0%

B. Análisis estadístico del recuento de *Enterobacter sp.* en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Debido a la naturaleza de la información de la tabla 5 donde hay muchos vacíos, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, la cual no halló diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0,05$) como se aprecia en el anexo 3.1. Por lo tanto, no se puede atribuir la presencia de *Enterobacter sp.* a la inclusión o ausencia de LDMHI15 en el concentrado.

3.2.2.2 Recuento de *Escherichia coli sp.* en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

De acuerdo con los resultados de la tabla 6, la carne de cuy que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T1) y los que si lo recibieron en el concentrado (T2), no presentaron colonias de *Escherichia coli sp.* pero en la carne de cuy de 70 días de edad, el recuento promedio de unidades formadoras de colonias (UFC/g) en las carcasas de T3, fue de $30,25 \pm 46,80$ UFC/g y en las muestras de T4 se encontró $13,13 \pm 37,12$ UFC/g de *E. coli sp.*

Tabla 6

Recuento de colonias de E. coli sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	105	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	102	105
5	0	0	35	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
Media	0	0	30,25	13,13
Desv. Estandar	0	0	46,80	37,12

B. Frecuencia de ocurrencia de *E. coli* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

a.1 Frecuencia de ocurrencia de *E. coli* sp. en carne de cuy de 30 días (%)

En el 100% de muestras evaluadas de T1 y T2 no presentaron colonias de *E.coli* sp. motivo por el cual no se calculó la frecuencia de ocurrencia de esta bacteria en estos tratamientos.

a.2 Frecuencia de ocurrencia de *E. coli* sp. en carne de cuy de 70 días (%)

En la tabla 7 vemos una Frecuencia de ocurrencia de 37,50 % en las carcasas de cuy sacrificados a los 70 días de edad, que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) y ésta disminuye a una Frecuencia de ocurrencia de 12,5 % de *E. coli* sp. en la carne de cuy sacrificados a 70 días de edad y que si recibieron LDMHI15 en el concentrado.

Tabla 7*Frecuencia de ocurrencia de E. coli sp. en carne de cuy de 70 días (%)*

			<i>E. coli sp.</i>		Total
			No	Si	
Consumo Larvas deshidratadas molidas de <i>Hermetia illucens</i> (LDMHI15)	No	Recuento	5	3	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	62.5%	37.5%	100.0%
	Si	Recuento	7	1	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	12.5%	100.0%
Total		Recuento	12	4	16
		% dentro de Consumo LDMHI15	75.0%	25.0%	100.0%

C. Análisis estadístico de *E. coli* sp. en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

La prueba de Kruskal Wallis vista en el anexo 3.2, no encontró diferencias estadísticas ($p>0,05$) al evaluar el recuento de *E. coli* sp. en las muestras de carne de los tratamientos evaluados.

3.2.2.3 Recuento de *Proteus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

De acuerdo con los resultados de la tabla 8, la carne de cuy de T1, T2 y T4 no presentaron colonias de *Proteus* sp. pero, en la carne de los cuyes de T3, presentó un promedio de $14,25 \pm 26,47$ UFC/g. Este microorganismo puede estar relacionado con contaminación de origen intestinal o con deficiencias en las prácticas higiénicas durante el sacrificio y la manipulación de las carcasas, como indican Al-Kubaisi y Al-Deri (2022) y no al consumo de *Hermetia illucens* en el concentrado.

Tabla 8

Recuento de colonias de Proteus sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	53	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	61	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
Media	0	0	14,25	0,00
Desv. Estandar	0	0	26,47	0,00

A. Frecuencia de ocurrencia de *Proteus sp.* en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

a.1 Frecuencia de ocurrencia de *Proteus sp.* en carne de cuy de 30 días (%)

En el 100 % de muestras evaluadas de T1 y T2 no presentaron colonias de *Proteus sp.*, motivo por el cual no presentaron frecuencia de ocurrencia.

a.2 Frecuencia de ocurrencia de *Proteus sp.* en carne de cuy de 70 días (%)

En la tabla 9 observamos que las carcasas de cuy sacrificados a los 70 días de edad, que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) presentaron una Frecuencia de ocurrencia de 25% de colonias de *Proteus sp.* pero fue inferior al 32 % de Frecuencia de ocurrencia reportada por Nikolyan et al. (2022) en diferentes productos alimenticios evaluados.

Tabla 9

Frecuencia de ocurrencia de recuento de Proteus sp. en carne de cuy de 70 días (%)

			<i>Proteus sp.</i>		Total
			No	Si	
Consumo Larvas deshidratadas molidas de <i>Hermetia illucens</i> (LDMHI15)	No	Recuento	6	2	8
		% dentro de Consumo	75.0%	25.0%	100.0%
		LDMHI15			
	Si	Recuento	8	0	8
		% dentro de Consumo	100.0	0.0%	100.0%
		LDMHI15	%		
Total	Recuento		14	2	16
	% dentro de Consumo		87.5%	12.5%	100.0%
	LDMHI15				

B. Análisis estadístico del recuento de *Proteus sp.* en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

La prueba de Kruskal Wallis, no halló diferencias estadísticas en la carne de los cuatro tratamientos ($p > 0,05$), como observamos en el anexo 3.3

3.3.3 Evaluación de bacterias gramnegativas patógenas en carne de cuy.

3.3.3.1 Recuento de *Salmonella sp.* en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

De acuerdo con los resultados de la tabla 10, en ninguno de los tratamientos en estudio se encontró presencia de *Salmonella sp.*

Tabla 10

Recuento de colonias de Salmonella sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

A. Frecuencia de ocurrencia de *Salmonella* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Debido a los resultados de la tabla 10, no es posible calcular la frecuencia de ocurrencia de *Salmonella* sp. en ninguno de los tratamientos.

3.3.3.2 Recuento de *Shigella* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

De acuerdo con los resultados de la tabla 11, en ninguno de los tratamientos en estudio se encontró presencia de *Shigella* sp.

Tabla 11

Recuento de colonias de Shigella sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

A. Frecuencia de ocurrencia de *Shigella* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Con los datos de la tabla 11, no se pudo calcular la frecuencia de ocurrencia en ninguno de los tratamientos.

3.3.4 Análisis de bacterias grampositivas

3.3.4.1 Recuento de *Bacillus* sp. en cuy de 30 y 70 días de edad

Al evaluar el promedio de UFC/g de *Bacillus* sp., los resultados que se muestran en la tabla 12 indican mayor presencia en la carne de los que no consumieron LDMHI15 en el concentrado (T1) con $284,88 \pm 117,04$ UFC/g seguida por la presencia de $243,38 \pm 149,84$ UFC/g encontrada en la carne de los cuyes que si consumieron LDMHI15 en el concentrado

(T2) y que fueron sacrificados a los 30 días de edad. En tercer lugar, se ubicó la carne de cuy, de 70 días de edad y que consumieron LDMHI15 en el concentrado (T4) con un promedio de $54,63 \pm 50,484$ UFC/g, la carne de cuy que presentó menor UFC de *Bacillus* sp. fue de 70 días y que no recibieron LDMHI15 en el concentrado con $9,13 \pm 25,81$ UFC/g (T3).

Tabla 12

Recuento de colonias de Bacillus sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	310	303	73	77
2	322	311	0	121
3	328	314	0	63
4	305	352	0	59
5	2	3	0	117
6	331	1	0	0
7	300	341	0	0
8	381	322	0	0
Media	284,88	243,38	9,13	54,63
Desv. Estándar	117,04	149,84	25,81	50,48

A. Frecuencia de ocurrencia de *Bacillus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (%)

En la tabla 13, vemos que el 100 % de muestras de carne de cuy sacrificado a 30 días de edad que no recibieron LDMHI15 (T1) y los que si las consumieron (T2) presentaron colonias de *Bacillus* sp.

Tabla 13

Frecuencia de ocurrencia de Bacillus sp. en carne de cuy de 30 días de edad (%)

		Consumo Larvas deshidratadas molidas de <i>Hermetia illucens</i> 15días		Total
		No	Si	
<i>Bacillus</i> sp	Si	Recuento	8	8
		% dentro de <i>Bacillus</i> sp	50.0%	50.0%
		% dentro de Consumo LDMHI15	100.0%	100.0%
		% del total	50.0%	50.0%
				100.0%
Total		Recuento	8	8
		% dentro de <i>Bacillus</i> sp	50.0%	50.0%
		% dentro de Consumo LDMHI15	100.0%	100.0%
		% del total	50.0%	50.0%
				100.0%

En la tabla 14 vemos que, en la carne de cuy de 70 días de edad, correspondiente a los dos tratamientos se hallaron colonias de *Bacillus* sp., pero en los que no recibieron LDMHI15 (T3), sólo lo presentó el 12,50 % de muestras y en los que si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T4), se halló bacillus en el 62,50 % de muestras evaluadas.

Tabla 14

Frecuencia de ocurrencia de Bacillus sp. en carne de cuy de 70 días de edad (%)

		Consumo Larvas deshidratadas molidas de Hermetia illucens 15días		Total
		No	Si	
<i>Bacillus</i> sp	No	Recuento	7	3
		% dentro de <i>Bacillus</i> sp	70.0%	30.0%
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	37.5%
		% del total	43.8%	18.8%
	Si	Recuento	1	5
		% dentro de <i>Bacillus</i> sp	16.7%	83.3%
		% dentro de Consumo LDMHI15	12.5%	62.5%
		% del total	6.3%	31.3%
Total	Recuento		8	8
	% dentro de <i>Bacillus</i> sp		50.0%	50.0%
	% dentro de Consumo LDMHI15		100.0%	100.0%
	% del total		50.0%	50.0%

B. Análisis estadístico de *Bacillus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

La prueba de Kruskal Wallis, vista en el Anexo 4.1, encontró diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los tratamientos respecto a la presencia de *Bacillus* sp por lo que se aplicó la prueba de Mann Whitney U con corrección de Bonferroni que ajustó el nivel de significancia a 0.0083 (Anexo 4.1.1) encontrando diferencias significativas entre T1 vs. T3 ($p < 0.0083$), T1 vs. T4 ($p < 0.0083$) y T2 vs. T3.

3.3.4.2 Recuento de *Streptococcus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

En la tabla 15 vemos el recuento de *Streptococcus* sp. en los dos tratamientos con carne de cuy de 30 días de edad (T1 y T2) y dentro de los que fueron sacrificados a 70 días de edad, sólo se hallaron colonias de esta bacteria en la carne de los cuyes que si consumieron

LDMHI15 en el concentrado (T4) que presentó el recuento más alto de colonias con $4,63 \pm 13,08$ UFC/g.

Tabla 15

Recuento de colonias de Streptococcus sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	1	2	0	37
2	0	2	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
Media	0,13	0,50	0,00	4,63
Desv. Estandar	0,35	0,93	0,00	13,08

A. Frecuencia de ocurrencia de *Streptococcus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (%)

En la tabla 16 apreciamos que, en la carne de cuy sacrificados a 30 días de edad, se halló *Streptococcus* sp. con una Frecuencia de ocurrencia (FO) de 12,5 % de muestras de cuy que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T1) y se halló en 25,0 % de las muestras de carne de cuy que si recibió LDMHI15 en el concentrado (T2).

Tabla 16

Frecuencia de ocurrencia de Streptococcus sp. en carne de cuy de 30 días de edad

			Streptococcus sp.			
			No	Si	Total	
Consumo Hna. <i>Hermetia illuscens</i>	No	Recuento	7	1	8	
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	12.5%	100.0%	
	Si	Recuento	6	2	8	
		% dentro de Consumo LDMHI15	75.0%	25.0%	100.0%	
	Total		Recuento	13	3	16
			% dentro de Consumo LDMHI15	81.3%	18.8%	100.0%

Al evaluar la Frecuencia de ocurrencia de *Streptococcus* sp. en la carne de cuy sacrificado a los 70 días de edad, en la tabla 17 vemos que esta bacteria presentó una frecuencia de ocurrencia de 12,5 % de las muestras evaluadas de los que si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T4).

Tabla 17

Frecuencia de ocurrencia de Streptococcus sp. en carne de cuy de 70 días de edad (%)

			<i>Streptococcus</i> sp		Total
			No	Si	
Consumo Hna. <i>Hermetia illuscens</i>	No	Recuento	8	0	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	100.0%	0.0%	100.0%
	Si	Recuento	7	1	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	12.5%	100.0%
Total	Recuento		15	1	16
	% dentro de Consumo LDMHI15		93.8%	6.3%	100.0%

C. Análisis estadístico del recuento de *Streptococcus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (%)

La prueba de Kruskal Wallis no encontró diferencias estadísticas ($p > 0,05$) en el recuento de colonias de *Streptococcus* sp. entre los tratamientos evaluados (Anexo 4.2).

3.3.4.3 Recuento de *Lactobacillus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

En la información presentada en la tabla 18, sólo se encontró *Lactobacillus* sp. en la carne de cuy sacrificado a 70 días y que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) con un recuento de $3,38 \pm 9,55$ UFC/g. No se hallaron colonias de *Lactobacillus* sp. en la carne de cuy sacrificado a 30 días de edad que no recibieron y si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T1 y T2) y tampoco en la carne de cuy sacrificado a 70 días de edad que si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T4).

Tabla 18

Recuento de colonias de Lactobacillus sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	27	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
Media	0,00	0,00	3,38	0,00
Desv. Estándar	0,00	0,00	9,55	0,00

A. Frecuencia de ocurrencia de *Lactobacillus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

La carne de cuy de los tratamientos que fueron sacrificados a 30 días de edad (T1 y T2) no presentaron *Lactobacillus* sp., La Frecuencia de ocurrencia de *Lactobacillus* sp. en la carne de cuy de 70 días de edad y que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) fue de 12,5 % como vemos en la tabla 19.

Tabla 19

Frecuencia de ocurrencia de Lactobacillus sp. en carne de cuy de 70 días de edad

			<i>Lactobacillus</i> sp		
			No	Si	Total
Consumo Hna. <i>Hermetia illuscens</i>	No	Recuento	7	1	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	12.50%	100.0%
	Si	Recuento	8	0	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Recuento	14	2	16
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	12.5%	100.0%

D. Evaluación estadística de *Lactobacillus* sp. en carne de cuy de 70 días de edad

La prueba de Kruskal Wallis (Anexo 4.3), no encontró diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los tratamientos .

3.3.4.4 Recuento de *Micrococcus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

En la información presentada en la tabla 20, vemos que no hubo presencia de *Micrococcus* sp. en la carne de cuy sacrificados a 30 días de edad, que no recibieron y si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T1 y T2) pero, en la carne de los cuyes sacrificados a 70 días de edad si hubo presencia de esta bacteria tanto en los que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) como en aquellos que si lo recibieron.

Tabla 20

Recuento de colonias de Micrococcus sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	112	53
2	0	0	118	131
3	0	0	38	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
Media	0	0	33,50	23,00
Desv. Estándar	0	0	52,01	47,42

A. Frecuencia de ocurrencia de *Micrococcus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

En la tabla 21 apreciamos que *Micrococcus* sp. no estuvo presente en ninguno de los tratamientos de carne de cuy que se sacrificaron a los 30 días de edad (T1 y T2), por lo que en ellos no hubo frecuencia de ocurrencia (FO). Sin embargo, se observa que la carne de cuy de 70 días de edad, que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) presentaron *Micrococcus* sp. en una FO de 37,5 % y en la carne de los que si consumieron LDMHI15 en el concentrado (T4) la FO fue de 25 %, siendo 12.50 % menor que la de T3.

Tabla 21

Frecuencia de ocurrencia de Micrococcus sp. en la carne de cuy de 70 días de edad (%)

			<i>Micrococcus sp</i>		Total
			No	Si	
Consumo LDMHI15	No	Recuento	5	3	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	62.5%	37.5%	100.0%
	Si	Recuento	6	2	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	75.0%	25.0%	100.0%
Total	Recuento		11	5	16
	% dentro de Consumo LDMHI15		68.8%	31.2%	100.0%

B. Análisis estadístico

La prueba de Kruskal Wallis (Anexo 4.4) no halló diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre T3 y T4 respecto a la presencia de *Micrococcus sp.* en las muestras de carne de cuy evaluadas.

3.3.5 Análisis de recuento de contaminación fúngica

3.3.5.1 Mohos contaminantes

Los resultados vistos en la tabla 22, indican que ninguno de los tratamientos evaluados presentó mohos contaminantes al momento del análisis microbiológico, motivo por el cual no se calculó la frecuencia de ocurrencia ni análisis estadístico.

Tabla 22

Recuento de colonias de mohos contaminantes en carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

3.3.5.2 Levaduras en carne de cuy

Los resultados de la tabla 23 indican que la carne de cuy, de los que fueron sacrificados a los 30 días de ambos tratamientos (T1 y T2) no presentaron levaduras; sin embargo, en las muestras de carne de cuy, que fueron sacrificados a 70 días de edad, si se observó la presencia de levaduras del Género *Pichia sp* tanto en los que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) con $12,5 \pm 35,35$ UFC/g, siendo inferior al recuento de colonias en la carne de los que si la consumieron LDMHI15 en el concentrado (T4) con $38,75 \pm 109,60$ UFC/g.

Tabla 23

Recuento de colonias de levaduras en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad (UFC/g)

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	100	310
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
Media	0	0	12,50	38,75
Desv. Estándar	0	0	35,36	109,60

A. Frecuencia de ocurrencia de levaduras en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Al aplicar la frecuencia de ocurrencia en la carne de cuy de 70 días de edad (Tabla 24) se observa que ambos tratamientos (T3 y T4) presentaron una contaminación del 12,5 % de muestras con Levaduras del género *Pichia sp*.

Tabla 24

Frecuencia de ocurrencia de Levaduras sp. en la carne de cuy de 70 días de edad (%)

			Levaduras sp		Total
			No	Si	
Consumo Hna. <i>Hermetia illuscens</i>	No	Recuento	7	1	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	12.5%	100.0%
	Si	Recuento	7	1	8
		% dentro de Consumo LDMHI15	87.5%	12.5%	100.0%
Total	Recuento		14	2	16
	% dentro de Consumo LDMHI15		87.5%	12.5%	100.0%

B. Análisis estadístico

La prueba de Kruskal Wallis (anexo 5.1) no encontró diferencias estadísticas ($p > 0,05$) sobre la presencia de Levaduras en los tratamientos evaluados.

3.3.6 Análisis macroscópico y microscópicos de insectos en diferentes estadios

A. Presencia de insectos adultos en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Los resultados, vistos en la tabla 25, indican que no se detectó presencia de insectos en la carne de cuy de ningún tratamiento evaluado, motivo por el cual no se calculó la frecuencia de ocurrencia ni análisis estadístico.

Tabla 25

Recuento macroscópico de presencia de insectos adultos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

B. Recuento de huevos en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Según los resultados de la tabla 26, no se encontró presencia de huevos de insectos en la carne de cuy de ningún tratamiento evaluado, motivo por el cual no se calculó la frecuencia de ocurrencia ni análisis estadístico.

Tabla 26

Recuento microscópico de presencia de insectos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

C. Presencia de larvas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

En la tabla 27, observamos que no hubo presencia de larvas de insectos en la carne de cuy de ningún tratamiento evaluado, motivo por el cual no se calculó la frecuencia de ocurrencia ni análisis estadístico.

Tabla 27

Recuento microscópico de presencia de larvas en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

D. Recuento de pupas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Los resultados, vistos en la tabla 28, indican que no se detectó presencia de insectos en la carne de cuy de ningún tratamiento evaluado, motivo por el cual no se calculó la frecuencia de ocurrencia ni análisis estadístico.

Tabla 28

Recuento microscópico de presencia de pupas en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

3.3.7. Análisis macroscópico y microscópico de gusanos y nemátodos parásitos

A. Recuento macroscópico de gusanos adultos en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Los resultados de análisis macroscópico, que apreciamos en la tabla 29, indican que no hubo presencia de gusanos adultos en la carne de cuy de ningún tratamiento evaluado, motivo por el cual no se calculó la frecuencia de ocurrencia ni análisis estadístico.

Tabla 29

Recuento macroscópico de presencia de gusanos adultos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

B. Evaluación microscópica de huevos de gusanos o nemátodos parásitos en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

No se hallaron presencia de huevos de gusanos o nemátodos parásitos en ningún tratamiento como se aprecia en la tabla 30, por lo que no se calculó la frecuencia de ocurrencia ni análisis estadístico.

Tabla 30

Recuento de huevos de gusanos o nemátodos parásitos en la carne de cuy de 30 y 70 días

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

C. Evaluación microscópica de larvas de gusanos o nemátodos parásitos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Los resultados, vistos en la tabla 31, indican que no se detectó presencia de larvas de gusanos o nemátodos parásitos en la carne de cuy de ningún tratamiento evaluado, motivo por el cual no se calculó la frecuencia de ocurrencia ni análisis estadístico.

Tabla 31

Recuento de larvas de gusanos o nemátodos parásitos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

D. Evaluación de quistes de gusanos o nemátodos parásitos en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Los resultados, vistos en la tabla 32, indican que no se detectó presencia de quistes de gusanos o nemátodos parásitos en la carne de cuy de ningún tratamiento evaluado, motivo por el cual no se calculó la frecuencia de ocurrencia ni análisis estadístico.

Tabla 32

Recuento de quistes de gusanos o nemátodos parásitos en la carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Muestra	T1	T2	T3	T4
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0

IV. DISCUSIÓN

4.1 Peso inicial de cuy para el estudio

Los 80 cuy machos destetados de 15 días de edad destinados al estudio de la influencia de no presentaron una distribución normal en la prueba de Shapiro Wilks por lo que no se pudo aplicar estadística paramétrica y se aplicó el ANAVA de Welch y prueba de Games Howell.

4.1.1. Peso de los animales a los 30 días de edad

El ANAVA de Welch no halló diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0.05$) indicando que los animales de T1 y T2 fueron sacrificados en igualdad de condiciones de peso y salud, no habiendo una ventaja de ninguno de ellos en este aspecto lo cual no guarda relación directa con la calidad microbiológica de la carne como indican Han et. al. (2017) que en lechones, los animales con mayor peso presentaron una mejor microbiota intestinal que los menos pesados, pero este resultado no está referido a la contaminación microbiana de la carne post-sacrificio.

4.1.2 Peso de los animales a los 70 días de edad

El ANAVA de Welch no encontró diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0.05$) indicando que los cuyes de T3 y T4, se sacrificaron en igualdad de condiciones de peso vivo al sacrificio, pero esta característica no determina directamente la calidad microbiológica de la carne ya que depende mucho más del almacenamiento, el manejo y el procesamiento que del peso por sí solo como indican Abdullah et al. (2025).

4.1.3 Análisis microbiológico

4.1.3.1 Recuento de colonias bacterianas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

En la tabla 3 apreciamos que la mayor concentración de UFC/g se presentó en las carcasas de cuy sacrificados a 30 días de edad, donde los que no recibieron LDMHI15 (T1) disminuyeron en 61,62 % en la carne de cuy y que fueron sacrificados a 70 días de edad que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) y en la carne de los que fueron sacrificados a los 30 días de edad que si recibieron LDMHI15 (T2); el recuento de UFC/g descendió en 39,72 % en los que fueron sacrificados a 70 días de edad, que consumieron LDMHI15 en el concentrado (T4). Esta mayor concentración de UFC/g en los dos tratamientos de 30 días sobre los de 70 días puede estar influenciado por el ambiente de sacrificio de los animales ya que los sacrificados a 30 días (T1 y T2) se realizaron en una zona adjunta a un criadero de cuyes y los animales de T3 y T4 se beneficiaron en el Laboratorio de Cárnicos de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, donde el ambiente es más controlado, coincidiendo con lo manifestado por Abdullah et al. (2025) que la carga microbiológica está relacionada principalmente con el almacenamiento, el manejo y el procesamiento.

4.1.3.2 Análisis de bacterias gramnegativas en carne de cuy

A. Análisis de recuento y frecuencia de ocurrencia de *Enterobacter* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Según los resultados de recuento de colonias vistos en la tabla 4, la presencia de *Enterobacter* sp. sólo se dio en los tratamientos T3 y T4, lo cual estaría relacionado con la mayor edad de los animales que fue descrito por Lee et. al., 2022, quienes indican que las comunidades microbianas intestinales cambian a medida que los cerdos envejecían, junto con una diferencia significativa en la abundancia relativa de diferentes filos y géneros. Ellos reportan abundancia de *Bifidobacterium*, *Costridium* y *Lactobacillus* en las heces de los cerdos

con tasa de crecimiento rápido, pero no de *Enterobacter* sp. lo cual podría estar relacionada con las condiciones ambientales donde se beneficiaron a los animales, ya que esta bacteria se caracteriza por ser patógeno oportunista en plantas y animales como indican Davin-Regli et al. (2019), considerando que se sacrificaron en el Laboratorio de cárnicos de la Facultad de Ingeniería Zootecnia UNPRG y al convertir los resultados promedios a log de UFC/g, obtenemos un promedio equivalente de 0,80 log UFC/g en T3 y 1,11 log UFC/g de *Enterobacter* sp, en T4, recuento de ambos tratamientos cuyos niveles fueron inferiores a 1,71 log CFU/g, encontrados en carne de pollo por Caldas, et. al. (2025).

La frecuencia de ocurrencia de *Enterobacter* sp., en la carne de cuy de 70 días de edad (T3 y T4), fue de 12,50 % en ambos tratamientos (Tabla 5). La prueba de Kruskal Wallis no encontró diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0,05$), esto estaría influenciado por el bajo nivel de conteo de *Enterobacteria* sp. en los dos tratamientos que lo presentaron.

B. Análisis de recuento y frecuencia de ocurrencia de *E. coli* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

De acuerdo con la tabla 6, la presencia de *E. coli* sp. se detectó en la carne de cuy de 70 días de edad (T3 y T4), pero comparativamente el recuento promedio de T4 fue 56.59 % menor que el de T3. Sin embargo, no se encontró *E. coli* sp. en la carne de cuy de ningún tratamiento de 30 días de edad (T1 Y T2).

La Frecuencia de ocurrencia de *E. coli* sp. que se aprecia en la Tabla 7, fue de 37,50 % en carne de T3 y 12,50 % en T4, habiendo una diferencia de 25% entre ambos tratamientos. Estos resultados se correlacionan con lo encontrado por Saidani et al. (2025) de que el uso de harina de *Hermetia illuscens* en pollos disminuye la presencia de algunas bacterias dañinas como *E. coli* sp, Sin embargo, es necesario mencionar que el recuento promedio de colonias de *E. coli*

sp., encontradas en T3 y T4 fue menor al nivel máximo permitido por la norma técnica peruana (NTP) para carne de cuy de 100 UFC/g de *Escherichia coli* sp. según INACAL (2024) y también respecto al nivel de la norma técnica ecuatoriana que establece 100 UFC/g de *E. coli* sp. para carne de aves (Mancheno *et al.*, 2017). Sin embargo, a nivel de recuento individual visto en la tabla 6 se observa que el 50% de muestras de carne de T3 superaron el nivel de referencia con 105 y 102 UFC/g de *E. coli* sp. y sólo un 12,50 % de muestras presentó 105 UFC/g de *E. coli* sp.

La prueba de Kruskal Wallis no encontró diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre tratamientos lo que indicaría que la presencia de *E. coli* sp. encontrada en los tratamientos de 70 días (T3 y T4) es independiente de la presencia de LDMHI15 en el concentrado.

C. Análisis de recuento y frecuencia de ocurrencia de *Proteus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Proteus sp. es uno de los patógenos del intestino que se transmiten a los seres humanos a través de los alimentos, especialmente carnes contaminadas (Al-Kubaisi y Al-Deri, 2022), y su presencia está más relacionada con las buenas prácticas higiénicas en los mataderos lo que valida su uso como indicador sanitario negativo es decir, “no debería estar presente” (Alchalabi, 2025) y de acuerdo a los resultados presentados en la tabla 8, sólo se encontró un promedio de $14,25 \pm 26,47$ UFC/g de *Proteus* sp. en la carne de cuy, de los que no recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3) y no se encontró en la carne de los que si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T4) reforzando la apreciación de que la presencia de LDMHI15 ayuda a controlar la contaminación con este tipo de bacterias en el momento del beneficio de cuy y que son nocivas para el ser humano.

La frecuencia de ocurrencia de *Proteus* sp. en la carne de T3, se encontró en 25 % de las muestras evaluadas (Tabla 9), que fue inferior al nivel de 32 % de UFC/g de *Proteus* sp hallados en la evaluación de 50 muestras; distribuidas en 44 % de productos cárnicos crudos, 19 % de cocidos y 37 % sin cuantificación, como resultado de una pericia forense de diversas carnes y alimentos, realizada por Nicolyan, *et. al.* (2022) en Rusia.

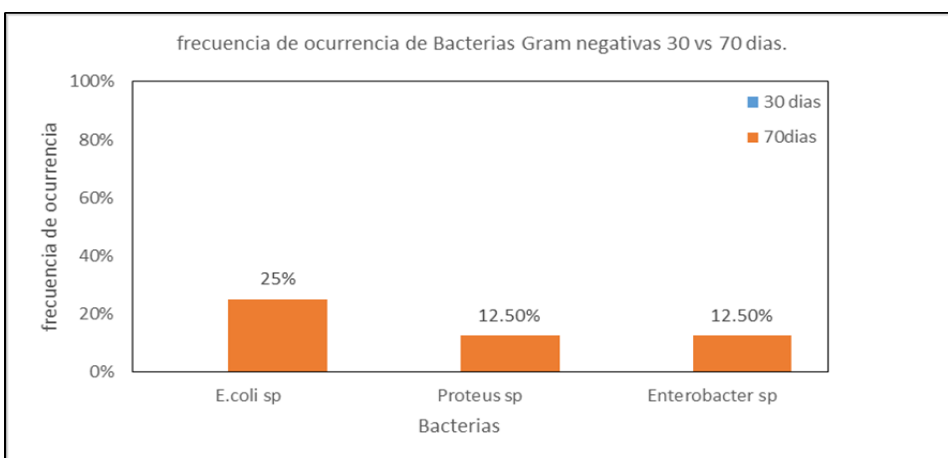
La prueba de Kruskal Wallis no encontró diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0,05$). Indicando que, bajo las condiciones del estudio, no fue posible detectar *Proteus* sp. en las muestras de carne de T4.

D. Evaluación comparativa de bacterias gramnegativas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Al realizar un análisis comparativo de las bacterias gramnegativas halladas en el estudio, presentados en el gráfico 3, podemos apreciar que la presencia de *E. coli* sp. fue la bacteria más abundante, seguida por *Proteus* sp y finalmente por *Enterobacter* sp., pero todas las bacterias gramnegativas se hallaron sólo en la carne de cuy sacrificados a 70 días de edad, reforzando lo indicado por Lee *et. al* (2022), que la microflora de cerdos cambia con la edad del animal. Sin embargo, debido a que los animales de 30 y 70 días fueron sacrificados en lugares diferentes, no es posible determinar si esta diferencia se debió a la edad, al ambiente de beneficio, a la manipulación o a la interacción de estos factores.

Gráfico 3

Evaluación comparativa de bacterias gramnegativas en carne de cuy sacrificados a 30 y 70 días de edad (%).



4.1.3.3 Análisis de bacterias gramnegativas patógenas en carne de cuy

A. Evaluación de *Salmonella* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Al evaluar los resultados de la tabla 10, ningún tratamiento presentó *Salmonella* sp. en las 32 muestras de carne de cuy sacrificados a 30 y 70 días de edad y por lo tanto no hubo frecuencia de ocurrencia de esta bacteria patógena en las muestras evaluadas. Esta situación estaría influenciada por muchos factores, incluyendo la procedencia del sustrato para la crianza de LDMHI15, utilizada en el proceso, lo cual reduce los riesgos potenciales de *Salmonella* sp. y *Bacillus cereus* (Hoek-van den Hil, et al. 2023). Los resultados obtenidos permiten cumplir con el requisito establecido por la norma técnica peruana para calidad microbiológica de carne de cuy (INACAL, 2024). En este análisis no se aplicó la prueba de Kruskal Wallis ya que todas las observaciones presentaron ausencia del microorganismo.

B. Evaluación de *Shigella* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Al revisar la información de la tabla 11, no se encontró presencia de *Shigella* sp., bacteria causante de disentería bacilar, en ninguno de los tratamientos evaluados, Este resultado indica

que el microorganismo no estuvo presente en las muestras analizadas bajo las condiciones y el método empleados. Sin embargo, la ausencia de *Shigella* sp. por sí sola no permite demostrar la inocuidad microbiológica integral de LDMHI15 ni de la carne, debido a que la inocuidad depende de la evaluación conjunta de diferentes microorganismos, contaminantes y condiciones de procesamiento.

4.1.3.4 Análisis de bacterias grampositivas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

A. *Bacillus* sp.

De acuerdo con la tabla 12, *Bacillus* sp. presentó los mayores recuentos en los tratamientos de 30 días. T1 registró un promedio de 284,88 UFC/g y T2 de 243,38 UFC/g. En los tratamientos de 70 días, los promedios fueron mucho menores con 9,13 UFC/g en T3 y 54,63 UFC/g en T4.

La presencia de *Bacillus* sp. se relaciona principalmente con la higiene en el manejo de las carcasas y de acuerdo con los resultados presentados en las tablas 12, 13 y 14 se halló una Frecuencia de ocurrencia de 100% de *Bacillus* sp. en la carne de cuy de T1 y T2, mientras que en los tratamientos de 70 días fue de 12,5 % en T3 y de 62,5 % en T4. Debido a que los dos tratamientos de 30 días presentaron la misma frecuencia de ocurrencia, la presencia de *Bacillus* sp. no puede atribuirse exclusivamente a la inclusión de LDMHI15. Su detección podría estar relacionada con la naturaleza generalizada de este género y con factores ambientales o de manipulación durante el beneficio. Esto se correlaciona con el recuento de colonias de *Bacillus* sp. que fueron más abundantes en los tratamientos de 30 días que el recuento de UFC/g encontradas en los tratamientos de 70 días.

La prueba de Kruskal-Wallis encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p < 0,05$) y al aplicar la prueba de Man Mann Whitney U con corrección de Bonferroni que

ajustó el nivel de significancia a ($p < 0.0083$), no hubieron diferencias estadísticas ($p > 0.083$) entre T1 vs. T2, T2 vs. T4 ni entre T3 vs. T4. Por tanto, dentro de cada edad de evaluación, no se demostró un efecto significativo de LDMHI15 sobre el recuento de *Bacillus* sp.

B. *Streptococcus* sp.

Los hallazgos de *Streptococcus* sp. en las muestras de carne de cuy, vistos en las tablas 15, 16 y 17 no se deben a la presencia de las LDMHI15 en el concentrado de cuy considerando que se halló también en carne de cuy de 30 días que no la recibieron en el concentrado (T1) y estaría relacionado con la contaminación cruzada al momento del sacrificio ya que el personal lo pueden transferir con sus manos, guantes y ropa si no se siguen prácticas de higiene estrictas (Salas-Rueda et. al., 2025). El recuento de colonias de esta bacteria, halladas en los tratamientos T1, T2 y T4 fueron inferiores al límite máximo permitido de $\leq 10^3$ CFU/g de *Streptococcus* sp. según las normas de Nigeria, reportados por Okeke et. al. (2023).

La prueba de Kruskal-Wallis no encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p > 0,05$), y demostró que el consumo de LDMHI15 no influyó sobre el recuento de *Streptococcus* sp.

C. *Lactobacillus* sp.

El recuento de colonias de *Lactobacillus* sp., visto en la tabla 18 y la Frecuencia de ocurrencia de 12,5 % (Tabla 19) en las muestras de carne de cuy que no recibieron LDMHI15 (T3) puede considerarse un caso aislado por contaminación ambiental en el laboratorio de Productos cárnicos de la Facultad ya que esta bacteria ácido láctica ha sido mayormente investigada como probiótico nutricional que mejora los indicadores

productivos de cuy cuando se asocia con otras bacterias benéficas como *Lactobacillus-Bifidobacterium-Saccharomyces* (Cano et. al. 2016).

D. *Micrococcus* sp.

De acuerdo a la información de la tabla 20, no se encontró *Micrococcus* sp. en las carcasas de los animales que fueron sacrificados a los 30 días de edad (T1 y T2), sin embargo, si se hallaron en la carne de cuy sacrificado a 70 días de edad (T3 y T4), donde el mayor recuento de UFC/g de $33,50 \pm 52,01$ de *Micrococcus* sp. lo presento la carne de cuyes de los que no recibieron LDMHI15 (T3) que superó en 10,50 UFC/g al recuento de los que si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T4).

Al evaluar la frecuencia de ocurrencia que se observa en la tabla 21, la carne de cuy de T3, presentó esta bacteria en 37,5 % de las muestras y se halló en el 25 % de muestras de carne de cuy que si consumieron LDMHI15 en el concentrado (T4), situación que contrasta con lo manifestado por Abranches et al. (2018) de que la carcasa del cuy también incluye la piel en la pieza comestible y el *Micrococcus* sp. suele encontrarse en este nivel. Sin embargo, no aparecieron en las muestras de T1 y T2 que también incluyen la piel para ser consumidas.

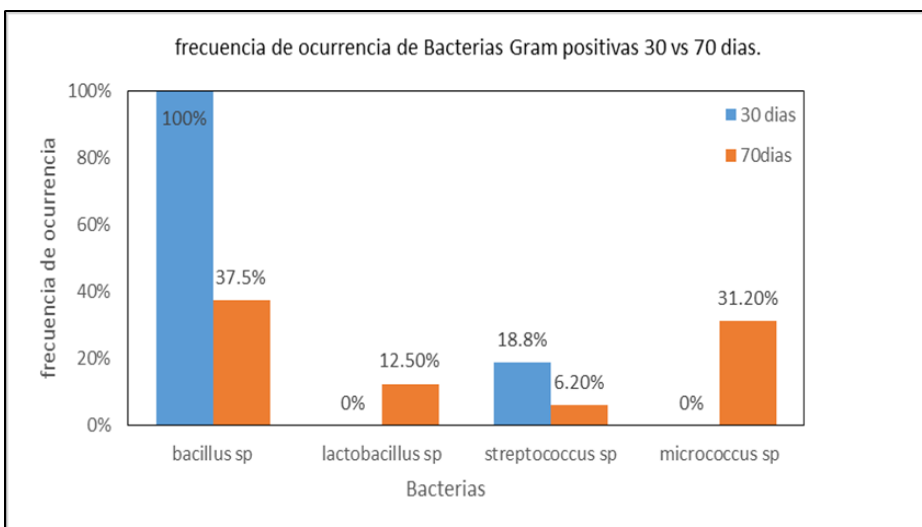
E. Evaluación comparativa de bacterias grampositivas en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

En el grafico 4, donde comparamos la presencia de bacterias grampositivas sólo entre los tiempos de sacrificio evaluados, apreciamos que en la carne de cuy sacrificado a los 30 días de edad sólo se halló *Bacillus* sp. que fue la más fuerte, hallándose en 100% de muestras y *Streptococcus* sp. en 18,8 % de ellas. Sin embargo en la carne de cuy sacrificados a 70 días de edad se encontró la presencia de *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp. y *Micrococcus* sp., demostrando mayor susceptibilidad a la contaminación con bacterias

Grampositivas, Además, debido a que los cuyes de 30 y 70 días fueron sacrificados en ambientes diferentes, no es posible separar el efecto de la edad del efecto del lugar de beneficio.

Gráfico 4

Frecuencia de ocurrencia de bacterias grampositivas en carne de cuy sacrificados a 30 y 70 días de edad (%).



4.1.3.5 Análisis de recuento de contaminación fúngica

A. Análisis de recuento de Mohos contaminantes en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

El recuento de mohos patógenos presentado en la tabla 22 no se encontró en las muestras de carne de cuy sacrificados a 30 días de edad tanto en los que no recibieron LDMHI15 y en la carne de los que si lo consumieron en el concentrado (T1 y T2 respectivamente).

En la carne de los cuyes de 70 días, tanto en los que no recibieron LDMHI15 (T3), como en los que si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T4) tampoco se encontraron mohos contaminantes, demostrando que la presencia de LDMHI15 en el concentrado, no fomenta la colonización de mohos contaminantes. Debido a los resultados obtenidos, no se evaluó la frecuencia de ocurrencia de mohos contaminantes en los tratamientos evaluados. Por tanto,

bajo las condiciones del estudio, la inclusión de LDMHI15 no estuvo asociada con la detección de mohos contaminantes en la carne de cuy.

B. Análisis de Levaduras en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

La información dada en las tabla 23 y 24 demuestra que no hubo presencia de levaduras en la carne de cuy sacrificado a 30 días de edad, tanto en T1 como T2 pero, si se hallaron levaduras en la carne de cuy de 70 días de edad, tanto T3 como en T4; en ambos casos fueron levaduras del género *Pichia sp*, que se caracteriza por ser una de las más dominantes en las comunidades fúngicas, como refieren Muccilli y Restucia (2015). Asimismo, esta situación estaría asociada a la zona de beneficio considerando que los de 70 días se sacrificaron en el Laboratorio de productos cárnicos de la Facultad de Ingeniería Zootecnia y la Levadura del género *Pichia sp* está asociada a equipos y ambientes que tienen contacto con carnes. Sin embargo, el recuento de colonias en la carne de los que si recibieron LDMHI15 (T4) superó en 210 UFC/g a las presentes en la carne de los que si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3), que sería un indicador a tener en consideración para futuras investigaciones ya que las Levaduras no *Saccharomyces* como *Pichia sp* puede contribuir a la seguridad y estabilidad microbiológica de productos cárnicos y derivados cuando se usa como biocontrolador o parte de una comunidad microbiana deseada (He et. al., 2024). A nivel de UFC/g la carne de cuy de ambos tratamientos fue inferior al límite máximo permisible de $\leq 10^6$ UFC/g, establecido en el Código Alimentario de Argentina (Stagnitta et. al, 2006).

En la tabla 24 se observa que los dos tratamientos con muestras de cuy sacrificados a 70 días de edad (T3 y T4) presentaron la misma frecuencia de ocurrencia de 12,50 % de levaduras del género *Pichia sp*. de las muestras evaluadas. Este bajo porcentaje influye en el análisis

estadístico, donde la prueba de Kruskal Wallis no halló diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre los tratamientos evaluados, por lo que no se demostró un efecto de LDMHI15 sobre la presencia o el recuento de levaduras en la carne de cuy.

4.1.3.6 Análisis macroscópico y microscópico de insectos en diferentes estadíos

El análisis macroscópico de la carne del cuy sacrificado a 30 días de edad, tanto en el tratamiento sin LDMHI15 en el concentrado (T1) ni entre los que si lo consumieron en el concentrado como se aprecia en la tabla 25 no presentó insectos vivos, lo mismo ocurrió en la carne de cuy sacrificado a los 70 días de edad que recibieron LDMHI15 en su alimentación (T3) ni en la carne de cuy que si recibió LDMHI15 en el concentrado, lo cual es un indicador de que las larvas de *Hermetia illucens* no fomenta una atracción para la presencia de insectos vivos en la carne de cuy independiente de la cantidad de días consumidos.

No se pudo aplicar la frecuencia de ocurrencia por los resultados obtenidos.

Al evaluar microscópicamente la carne de cuy de los diferentes tratamientos, tampoco se encontró la presencia de huevos, larvas ni pupas de insectos en ninguno de los tratamientos evaluados como se aprecia en las tablas 26, 27 y 28, situación que coincide indirectamente con otros investigadores que al realizar la evaluación de la calidad de la carne no han reportado estos problemas dado que se enfocaron en otros parámetros de calidad de carne al utilizar larvas de *Hermetia illucens* en la alimentación de pollos de carne (Daskiewics et al., 2022) y codornices (Secci, 2018).

Debido a los resultados obtenidos no fue posible calcular la frecuencia de ocurrencia de insectos en las muestras de carne de cuy evaluados.

4.1.3.7 Análisis macroscópico y microscópico de gusanos o nemátodos parásitos

El análisis macroscópico de la carne del cuy de los tratamientos sin LDMHI15 que se aprecia en la tabla 29, no presentó gusanos adultos en la carne de cuy resultante luego de incorporar LDMHI15 en su alimentación, independiente del tiempo de suministro ya sea durante 15 o 55 días de alimentación con LDMHI15.

La evaluación microscópica de la carne del cuy tampoco se halló la presencia de huevos, larvas ni quistes de gusanos o nemátodos parásitos en ninguno de los tratamientos evaluados como se aprecia en las tablas 30, 31 y 32. Estos resultados no se pueden contrastar con otras investigaciones que vinculen el consumo de *Hermetia illucens* con la presencia o incremento de nematodos parásitos o quistes de gusanos en carne de animales de consumo humano. Las investigaciones publicadas se orientan a composiciones químicas de la harina de *Hermetia illucens* y su efecto en sus indicadores productivos, en seguridad microbiológica de los sustratos y parásitos potenciales en insectos alimenticios por lo que este estudio los reporta para futuras investigaciones.

CONCLUSIONES

1. Se rechaza la hipótesis alternativa porque las larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días no influye sobre la calidad microbiológica de carne de cuy de 30 y 70 días de edad, por lo que no representa un peligro para el consumidor.
2. Las colonias bacterianas se evaluaron con ANAVA de Welch quien encontró diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0,05$), pero la prueba de Games Howell solo halló diferencias entre la carne de los cuyes que no recibieron LDMHI15 de 30 días de edad (T1) y los que no recibieron este producto en los de 70 días de edad (T3).
3. La evaluación de bacterias Gram negativas (*Enterobacter* sp., *Escherichia coli* y *Proteus* sp.) solo se hallaron en la carne de cuyes de 70 días de edad que no recibieron y si recibieron LDMHI15 en el concentrado (T3 y T4) pero la prueba de Kruskall Wallis no halló diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre tratamientos.
4. El estudio no encontró bacterias Gram negativas patógenas (*Salmonella* sp. ni *Shiguela* sp.) en la carne de cuy de ninguno de los tratamientos evaluados.
5. Las bacterias Gram positivas (*Bacillus* sp., *Streptococcus* sp., *Lactobacillus* sp. y *Micrococcus* sp.) se encontraron en todos los tratamientos, pero la prueba de Kruskall Wallis sólo halló diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en la presencia de *Bacillus* sp., y la prueba de Prueba Mann-Whitney ajustada por Bonferroni encontró diferencias entre T1vsT3; T1 vs T4 y T2vsT3.
6. La evaluación de contaminación fúngica (Mohos patógenos, Levaduras y mohos contaminantes) sólo se encontró en la carne de cuyes de 70 días de edad tanto en los que no recibieron HDMLI15 (T3) como en los que si la recibieron (T4), pero la prueba de Kruskall Wallis no encontró diferencias estadísticas en tratamientos ($p > 0,05$). Ninguno de los tratamientos presentó mohos patógenos.

7. La carne de cuy de ninguno de los tratamientos evaluados presentó insectos en sus diferentes estadios tanto a nivel macroscópico y microscópico.
8. La evaluación macroscópica y microscópica de carne de cuy no encontró presencia de gusanos y nematodos parásitos.

V. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el impacto de la inclusión del 10% de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días en el concentrado de reproductoras.
2. Evaluar el impacto de 10% de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días en el hígado y otros órganos de cuy en crecimiento y en reproductoras.
3. Evaluar la influencia de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días en el concentrado obtenidas en diferentes edades de cosecha y alimentadas con diferentes sustratos de la región Lambayeque.
4. Evaluar el efecto de diferentes niveles de larvas deshidratadas molidas de *Hermetia illucens* de 15 días en el concentrado sobre los parámetros reproductivos de cuy en etapa de crecimiento y en reproductoras bajo estrés calórico.
5. Promover la ejecución de emprendimientos productivos de larvas deshidratadas de *Hermetia illucens* en la región Lambayeque como alternativa de insumo para alimentación animal.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, AY, Al-Nabulsi, A., Jamama'h, M., Khataybeh, B., & Al-Ghadi, M. (2025). Evaluación de la vida útil y la calidad microbiana de la carne de pechuga de pollo: El papel del almacenamiento en frío y el peso de la canal. *Foods* , 14 (4), 640.
<https://doi.org/10.3390/foods14040640>
- Abranches, J., Zeng, L., Kajfasz, J. K., Palmer, S. R., Chakraborty, B., Wen, Z. T., Richards. V. P., Brady, L. J. y Lemos, J.A. (2018). Biología de los *estreptococos* orales. *Revista de la ASM. Espectro de microbiología*. Vol. 6. N° 5.
<https://doi.org/10.1128/microbiolspec.gpp3-0042-2018>
- Alchalaby, A. Y., Rasheed, B. Y., & Al-AAlim, A. M. (2025). Molecular detection of some virulence gene in *Proteus mirabilis* isolated from chicken and human. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 39(1), 53-58. doi: 10.33899/ijvs.2024.153078.385
- Ali, S and Alsayeqh, A.F (2022) Review of major meat-borne zoonotic bacterial pathogens. *Front. Public Health* 10:1045599. doi: 10.3389/fpubh.2022.1045599
- Al-Kubaisi, MS, & Al-Deri, AH (2022). Aislamiento de patógenos bacterianos del Género *proteus* a partir de carne picada cruda en la zona de Alkarkh, provincia de Bagdad. *International Journal of Health Sciences* , 6 (S4), 4196–4204.
<https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS4.9086>
- Arenas, L., Rodas, A., Narváez, C., Jerez, N., Huerta, M. G y Uzcátegui, S. (2009). Calidad microbiológica de la carne y de los productos cárnicos. *AGROTECNICO* No. 25.
<https://es.scribd.com/document/560919993/Calidadmicrobiologicadelacarneyproductoscarnicos>
- Azage, M, Kibret, M. (2017). Calidad bacteriológica, seguridad y antibiograma de aislados de *Salmonella* de carne fresca en tiendas minoristas de la ciudad de Bahir Dar, Etiopía, *Revista Internacional de Ciencias de los Alimentos*, 2017, 4317202, 5 páginas, 2017.
<https://doi.org/10.1155/2017/4317202>
- Bakhtiary, F., Hamid, S., Remely, M., Hippe, B., Hosseini H. y Halberger, A. (2016). Evaluation of bacterial contamination sources in meat production line. *Journal of food quality*. ISSN 1745-4557. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jfq.12243>
- Batt, C.A., Tortorello, M. L. (2014). *Bacillus| Bacillus cereus*, *Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition), Academic Press, 2014, Pages 124-128, ISBN 9780123847331, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00019-7>.
- Biesta-Peters, E. G., Kinders, S. M., & de Boer, E. (2019). Validation by an interlaboratory collaborative trial of EN ISO 21528—Microbiology of the food chain—Horizontal methods for the detection and enumeration of *Enterobacteriaceae*. *International Journal of Food Microbiology*, 288, 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.006>

- Borrelli, L., Coretti, L., Dipineto, L., Bovera, F., Menna, F., Chiariotti, L., Nizza, A., Lembo, F., & Fioretti, A. (2017). Insect-based diet, a promising nutritional source, modulates gut microbiota composition and SCFAs production in laying hens. *Scientific reports*, 7(1), 16269. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16560-6>
- Brulé, L., Misery, B., Baudouin, G., Yan, X., Guidou, C., Trespeuch, C., Foltyn, C., Anthoine, V., Moriceau, N., Federighi, M. y Boué, G. (2024). Evaluación de la calidad microbiana de larvas de *Hermetia illucens* para alimentación animal y consumo humano: Estudio de diferentes tipos de sustratos de cría. *Foods*, 13 (10), 1587. <https://doi.org/10.3390/foods13101587>
- Bujňáková, D., Puvaca, N y Cirkovic, I. (2022). Factores de virulencia y resistencia a los antibióticos de Enterobacterales. *Revista. Microorganismos 2022*, 10 (8), 1588; <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081588>
- Caldas, S.C, Simonetti, T, Kindlein, L. (2025). Enterobacteriaceae as a Hygienic and Sanitary Performance Indicator in the Poultry Slaughter Process. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2024-1968>
- Cano, J, Carcelen, F., Ara, M, Quevedo, G, Alvarado, A y Jimenez, R (2016). Efecto de la Suplementación con una Mezcla Probiótica sobre el Comportamiento Productivo de Cuy (*Cavia porcellus*) durante la Fase de Crecimiento y Acabado. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27 (1), 51. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11458>
- Coico, R. (2006), Tinción de Gram. *Current Protocols in Microbiology*, 00: A.3C.1-A.3C.2. <https://doi.org/10.1002/9780471729259.mca03cs00>
- Daszkiewicz, T., Murawska, D., Kubiak, D., & Han, J. (2022). Composición química y perfil de ácidos grasos del músculo pectoral mayor en pollos de engorde alimentados con dietas que incluyen harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) con alto contenido de grasa. *Animals*, 12 (4), 464. <https://doi.org/10.3390/ani12040464>
- Davin-Regli, A., Lavigne, J. P., & Pagès, J. M. (2019). *Enterobacter spp.*: Update on Taxonomy, Clinical Aspects, and Emerging Antimicrobial Resistance. *Clinical microbiology reviews*, 32(4), e00002-19. <https://doi.org/10.1128/CMR.00002-19>
- De Smet, J. W., Winants, E., Cos, P. y Campenhout, L. (2018). Dinámica de la comunidad microbiana durante la cría de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) e impacto en el potencial de explotación. <https://doi.org/10.1128/AEM.02722-17>
- Eshamah, HL., Naas, HT., Garbaj, AM., Azwai, SM., Gammoudi, FT., Barbieri, I., & Eldaghayes, IM. (2020). Alcance de microorganismos patógenos y de deterioro en carne de músculo entero, productos cárnicos y mariscos vendidos en el mercado libio. *Open Veterinary Journal*, 10 (3), 276–288. <https://doi.org/10.4314/ovj.v10i3.6>
- Flores-Mancheno, C.I, Duarte, C y Salgado-Tello, I. P. (2017). Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. *Ciencia*

- y Agricultura, vol. 14, núm. 1, pp. 39-45, 2017. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n1.2017.6086>
- Gałęcki R, Sokół R (2019) Evaluación parasitológica de insectos comestibles y su papel en la transmisión de enfermedades parasitarias a humanos y animales. PLoS ONE 14(7): e0219303. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219303>
- Gold, M, Tomberlin, J, Diener, S, Zurbrugg, C, Mathys, A (2018). Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: A review. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.022>
- Han, G. G., Lee, J. Y., Jin, G. D., Park, J., Choi, Y. H., Chae, B. J., Kim, E. B., & Choi, Y. J. (2017). Evaluating the association between body weight and the intestinal microbiota of weaned piglets via 16S rRNA sequencing. *Applied microbiology and biotechnology*, 101(14), 5903–5911. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8304-7>
- Hanan Al-Khalaifah, Ihtisham ul haq, Muhammad Tahir Khan, Muhammad Tahir, Maria Munir, Rifat Ullah Khan, Shabana Naz, Ala Abudabos, Ibrahim A. Alhidary. (2025). Dietary inclusion of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal improves growth metrics, carcass quality, nutrient digestibility, serum analytes and cecal microbiota in Japanese quail, Poultry Science, Volume 104, Issue 12, 2025, 106119, ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.106119>.
- He, Y., Degraeve, P., & Oulahal, N. (2024). Levaduras bioprotectoras: Potencial para limitar el deterioro poscosecha y prolongar la vida útil o mejorar la seguridad microbiana de los alimentos procesados. Heliyon , 10 (3), e24929. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24929>
- Heredia, N; Dávila-Aviña, J.E; Solís, L y García, S. (2014). Productos cárnicos: principales patógenos y estrategias no térmicas de control. Nacameh. Vol. I, Sup. 1,S20- S42, 2014.
- Hoek-van den Hil, EF, Meijer, NP, Van Rozen, K., Elissen, H., van Wikselaar, PG, Brust, H., Te Loeke, NAJM, de Rijk, T., Tienstra, M., van de Schans, MGM, Wanrooij, J., Van der Weide, R., Veldkamp, T., & van der Fels-Klerx, HJ (2023). Seguridad de las larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) criadas en corrientes de desechos de origen animal y vegetal y estiércol. Revista de insectos como alimento y pienso , 10 (5), 771-783. <https://doi.org/10.1163/23524588-20230080>
- INACAL (2024). Inacal impulsa estándares de calidad para la carne de cuy y sus derivados. Nota de prensa. <https://www.gob.pe/institucion/inacal/noticias/1261170-inacal-impulsa-estandares-de-calidad-para-la-carne-de-cuy-y-sus-derivados>
- ISO.org. (2017a) ISO 21528-1:2017. Microbiology of the food chain — Horizontal method for the detection and enumeration of *Enterobacteriaceae* — Part 1: Detection of *Enterobacteriaceae*. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:21528:-1:ed-2:v1:en>

- ISO.org. (2017b) ISO 16649-2. β -glucuronidase-positive *Escherichia coli*.
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:16649:-2:ed-1:v1:en>
- ISO.org. (2017c) ISO 6579-1:2017. Parte 1: Detección de *Salmonella* spp.
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:6579:-1:ed-1:v1:en>
- ISO.org. (2017d) ISO 21567:2004. Microbiología de alimentos y piensos para animales: método horizontal para la detección de *Shigella* spp.
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:21567:ed-1:v1:en>
- ISO.org. (2017e) ISO 21871:2006. Microbiología de alimentos y piensos para animales — Método horizontal para la determinación de bajas cantidades de presunto *Bacillus cereus* — Técnica del número más probable y método de detección
- ISO.org. (2017f) ISO 7932:2004. Microbiología de alimentos y piensos para animales — Método horizontal para la enumeración de presuntos *Bacillus cereus* — Técnica de recuento de colonias a 30 grados centígrados
- Leni, G., Cirlini, M., Jacobs, J., Depraetere, S., Gianotten, N., Sforza, S., & Dall'Asta, C. (2019). Impacto de sustratos contaminados naturalmente en *Alphitobius diaperinus* y *Hermetia illucens* : Captación y excreción de micotoxinas. *Toxins* , 11 (8), 476.
<https://doi.org/10.3390/toxins11080476>
- Lee JH, Kim S, Kim ES, Keum GB, Doo H, Kwak J, Pandey S, Cho JH, Ryu S, Song M, Cho JH, Kim S, Kim HB. Análisis comparativo del microbioma intestinal porcino asociado con el rendimiento del crecimiento porcino. *J Anim Sci Technol* 2023;65(4):856-864.
<https://doi.org/10.5187/jast.2022.e122>
- Misery, B., Brulé, L., Djema, R., Yan, X., Le Cozic, V., Baudouin, G., Federighi, M., & Boué, G. (2025). Investigación de la dinámica microbiana del polvo de *Hermetia illucens* durante la cría y el procesamiento: un enfoque integrado mediante métodos culturales y de metabarcoding. *Foods* , 14 (13), 2161. <https://doi.org/10.3390/foods14132161>
- McKight, PE y Najab, J. (2010). Prueba de Kruskal-Wallis. En La enciclopedia de psicología de Corsini (eds. IB Weiner y WE Craighead).
<https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0491>
- Muccilli, S., & Restuccia, C. (2015). Bioprotective Role of Yeasts. *Microorganisms*, 3(4), 588–611. <https://doi.org/10.3390/microorganisms3040588>
- Nikolyan, S., Tsakanyan, A., Andreasyan, N., & Martirosyan, S. (2022). Frecuencia de ocurrencia de bacterias del género *Proteus* spp. en diferentes tipos de productos alimenticios estudiados. *Forensic Science and Forensic Science* , (67), 372-378.
<https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.38>
- Novak, M. A. (2023). Calidad de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de larvas de mosca soldado (*Hermetia illucens*) como fuente proteica. Tesis. Post Grado.

Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Pe.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cde39e73-dda7-4638-97ef-53162712cc74/content>

- Okeke OR, Aniobi CC, Ezejiofor CC, Ezeagwu PC, Ndubuisi JO, Ndubuisi KC, Igoche SA (2023). Microbial and Heavy Metal Assessment of Meat Samples from Ranches and Non-ranches Domestic Animals Sold at Gariki Market, Enugu State, Nigeria. *Research in Health Science*. ISSN 2470-6205 (Print) ISSN 2470-6213 (Online). Vol. 8, No. 2, 2023. doi:10.22158/rhs.v8n2p22
- Oonincx DGAB, van Broekhoven S, van Huis A, van Loon JJA (2019) Corrección: Conversión alimenticia, supervivencia y desarrollo, y composición de cuatro especies de insectos en dietas compuestas de subproductos alimenticios. *PLoS ONE* 14(10): e0222043. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222043>
- Popova, TL, Petkov, E., e Ignatova, M. (2020). Efecto de las harinas de mosca soldado-negra (*Hermetia illucens*) en la calidad de la carne de pollos de engorde. *Agricultural and Food Science* , 29 (3), 177–188. <https://doi.org/10.23986/afsci.88098>
- Rehman, A., Saleem, Z., Amjad, J., Shah, S., & Siddique, K. (2025). A Comparison of Bacterial Colonies Count from Petri Dishes Utilizing Hough Transform and Traditional Manual Counting.
- Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos. (2014). Análisis microbiológico de los alimentos: Metodología analítica oficial. Microorganismos indicadores (Vol. 3). Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. https://www.anmat.gob.ar/renaloa/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf
- Saidani M, Dabbou S, Ben Larbi M, Belhadj Slimen I, Fraihi W, Arbi T, Amraoui M and M’Hamdi N (2025) Effect of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and cecal microbiota in broiler chickens. *Front. Anim. Sci.* 6:1531773. doi: 10.3389/fanim.2025.1531773
- Sajjad, M., Sajjad, A., Chishti, GA, Khan, EU, Mozūraitis, R., & Binyameen, M. (2024). Las larvas de insectos como fuente alternativa de proteínas en la alimentación avícola mejoran el rendimiento y la calidad de la carne de los pollos de engorde. *Animals*, 14 (14), 2053. <https://doi.org/10.3390/ani14142053>
- Salas-Rueda, MX, Peralta-Ortiz, P., Guama-Tipas, J., Toledo, KNC, Espadero, M., Masache-Masache, J., Sigcha, KMI, Rodríguez-Pazmiño, Á. S., Alcívar, FA, Orlando, SA, & García-Bereguain, M. Á. (2025). Los cuy criados como ganado son huéspedes incidentales de *Toxoplasma gondii* e Influenza A en Ecuador. *Fronteras de la ciencia veterinaria* , 12 . <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1657510>

- Santori, D., Gelli, A., Meneguz, M., Mercandino, S., Cucci, S y Sezzi, E. (2024). Microbiological stability of *Hermetia illucens* meal subjected to two different heat treatments, Journal of Stored Products Research, Volume 109, 2024, 102440, ISSN 0022-474X, <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2024.102440>.
- Secci, G., Moniello, G., Gasco, L., Bovera, F., & Parisi, G. (2018). Calidad de la carne de perdiz de Berbería afectada por harinas de larvas de *Hermetia illucens* y *Tenebrio molitor* en piensos. Food Research International , 112 , 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.045>
- Siddiqui, SA, Süfer, Ö., Çalışkan Koç, G. et al. (2024). Mejora de la tasa de bioconversión y los productos finales del tratamiento de la mosca soldado negra (BSF): una revisión exhaustiva. Environ Dev Sustain 27 , 9673–9741 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04306-6>
- Stagnitta, V. Patricia; Micalizzi, Blas; de Guzman, Stefanini Ana M. (2006). Prevalence of Some Bacteria Yeasts and Molds in Meat Foods in San Luis, Argentina. Cent Eur J Public Health 2006, 14(3):141-144 | DOI: 10.21101/cejph.a3378
- Szczepanik, K., Kierończyk, B., Szymkowiak, P., Taciak, M., Barszcz, M., Tuśnio, A., Gawin, K., Dobrowolski, P., & Świątkiewicz, M. (2026). Effects of *Hermetia illucens* larvae full-fat meal and astaxanthin on the microbiome and histomorphology of the large intestine in piglets. Polish journal of veterinary sciences, 29(1), 17–29. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2026.158497>
- Tournas, V., Stack, M. E., Mislivec, P. B., Koch, H. A., & Bandler, R. (2001). Yeasts, molds, and mycotoxins (Bacteriological Analytical Manual, Capítulo 18). U.S. Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/media/183581/download?attachment>
- Varotto Boccazzi, I., Ottoboni, M., Martin, E., Comandatore, F., Vallone, L., Spranghers, T., Eeckhout, M., Mereghetti, V., Pinotti, L., & Epis, S. (2017). A survey of the mycobiota associated with larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) reared for feed production. PloS one, 12(8), e0182533. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182533>
- Vergara, R. 2008. Avances en nutrición y alimentación de cuy. XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal APPA2008. SIMPOSIO: Avances sobre Producción de Cuy en el Perú. En línea <https://es.scribd.com/document/175620825/Nutricion-yAlimentacion-Cuy- UNALM>
- Zafar, M. Z, Joossens, M, Heyvaert, L, Kurt Houf, K. 2025. Evaluación comparativa de la calidad microbiológica y la Frecuencia de ocurrencia de patógenos en carne fresca de res, cerdo y pollo en tiendas minoristas de carnicerías y supermercados, Journal of Applied Microbiology , Volumen 136, Número 11, noviembre de 2025, lxaf278, <https://doi.org/10.1093/jambio/lxaf278>

ANEXOS

1. Análisis de los pesos iniciales de los cuy

1.1 Prueba de normalidad

Tratamiento	n	Shapiro-Wilk W	p valor
1	20	0,856	0,0067
2	20	0,8275	0,0023
3	20	0,8619	0,0085
4	20	0,8964	0,0354

1.2 Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para el peso inicial de la crianza

Variable	Estadístico	gl_entre_grupos	gl_dentro_grupos	p_value	Alfa
Peso inicial	1.4302	3	76	0,2406	0,05

1.3 ANAVA de Welch de peso a 30 días de edad para T1 y T2

Variable	Estadístico	gl_entre_grupos	gl_dentro_grupos	valor_p	Alfa
Peso semana 2	0,1270	1	31.9628	0,7239	0,05

1.4 ANAVA de Welch de peso a 70 días de edad para T3 y T4

Variable	Estadístico	gl_entre_grupos	gl_dentro_grupos	valor_p	Alfa
Peso semana 8	0,8462	1	31.1639	0,3647	0.05

2. Análisis microbiológico

2.1 Análisis de colonias bacterianas

2.1.1 Prueba de normalidad de colonias bacterianas (UFC/g) entre tratamientos

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadíst ico	gl	Sig.
UFCcat	Con LDMHI15, 30 días	.426	8	.000	.621	8	.000
	Sin LDMHI15, 30 días	.404	8	.000	.664	8	.001
	Con LDMHI15, 70 días	.180	8	.200*	.919	8	.421
	Sin LDMHI15, 70 días	.332	8	.010	.689	8	.002

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

2.1.2 Prueba de Levene

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
UFC/g	Se basa en la media	4.779	3	28	.008
	Se basa en la mediana	1.043	3	28	.389
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.043	3	13.878	.404
	Se basa en la media recortada	3.734	3	28	.022

2.1.3 ANAVA de Welch aplicado a la cantidad de colonias bacterianas (UFC/g)

Fuente de variación	SC ajustada	gl	CM ajustado	Factor de correccion	F de Welch	p valor
Entre grupos ajustado (Welch)	19,25857	3.00	6.41953	1.09427	5.866	.008
Error ajustado		14.14				
Total ajustado		17,14				

2.1.4 Prueba de Games Howell aplicado a la cantidad de colonias bacterianas (UFC/g)

Grupo 1	Grupo 2	Media 1	Media 2	Diferencia de medias	Error estandar	gl	q	p ajustado
30 días - No	30 días - Si	285.00	243.88	41.13	66,889	13.243	.869	.900
30 días - No	70 días - No	285.00	109.38	175.63	44,759	9.402	5.549	.014
30 días - No	70 días - Si	285.00	147.00	138.00	54,571	13.719	3.576	.099
30 días - Si	70 días - No	243.88	109.38	134.50	55,435	8.503	3.431	.145
30 días - Si	70 días - Si	243.88	147.00	96.88	63,621	12.317	2.153	.455
70 días - No	70 días - Si	109.38	147.00	-37.63	39,710	10.130	1.340	.764

3. Análisis estadístico de bacterias Gram negativas en carne de cuy de 30 y 70 días

3.1 Prueba de Kruskal Wallis en el conteo de *Enterobacter* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días.

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
<i>Enterobacter</i> sp.	Con LDMHI15, 30 días	8	15.50
	Sin LDMHI15, 30 días	8	15.50
	Con LDMHI15, 70 días	8	17.56
	Sin LDMHI15, 70 días	8	17.44
	Total	32	

Estadísticos de prueba^{a,b}

<i>Enterobacter sp.</i>	
H de Kruskal-Wallis	2.069
gl	3
Sig. asintótica	.558

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

3.2 Prueba de Kruskal Wallis en el conteo de *E. coli* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
<i>E. coli</i> sp.	Con LDMHI15, 30 días	8	14.50
	Sin LDMHI15, 30 días	8	14.50
	Con LDMHI15, 70 días	8	16.63
	Sin LDMHI15, 70 días	8	20.38
	Total	32	

Estadísticos de prueba^{a,b}

<i>E. coli</i> sp.	
H de Kruskal-Wallis	6.343
gl	3
Sig. asintótica	.096

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación:

Tratamiento

3.3 Prueba de kruskal Wallis en el conteo de *Proteus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
<i>Proteus</i> sp	Con LDMHI15, 30 días	8	15.50
	Sin LDMHI15, 30 días	8	15.50
	Con LDMHI15, 70 días	8	15.50
	Sin LDMHI15, 70 días	8	19.50
	Total	32	

Estadísticos de prueba^{a,b}

<i>Proteus sp.</i>	
H de Kruskal-Wallis	6.194
gl	3
Sig. asintótica	.103

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación:

Tratamiento

4. Análisis estadístico de bacterias Gram positivas en carne de cuy de 30 y 70 días.

4.1 Prueba de Kruskal Wallis en el conteo de *Bacillus sp.* en carne de cuy de 30 y 70 días .

Rangos		
	Tratamiento	N
<i>Bacillus sp</i>	Con LDMHI15, 30 días	8
	Sin LDMHI15, 30 días	8
	Con LDMHI15, 70 días	8
	Sin LDMHI15, 70 días	8
	Total	32
		Rango promedio
	Con LDMHI15, 30 días	24.06
	Sin LDMHI15, 30 días	22.69
	Con LDMHI15, 70 días	6.81
	Sin LDMHI15, 70 días	12.44

Estadísticos de prueba^{a,b}

<i>Bacillus sp</i>	
H de Kruskal-Wallis	19.299
gl	3
Sig. asintótica	.000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

4.1.1 Prueba de Mann–Whitney U aplicado al conteo de *Bacillus sp.*

Comparación U de Mann–Whitney	Z	p bilateral	p ajustado Bonferroni
T1 vs T2	29.5	0.210	0.834
T1 vs T3	1.0	3.344	0.001
T1 vs T4	5.0	2.791	0.005
T2 vs T3	2.0	3.234	0.001
T2 vs T4	10.0	2.265	0.024
T3 vs T4	15.5	-1.931	0.054

4.2 Prueba de Kruskal Wallis aplicado a la presencia de *Streptococcus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad.

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
<i>Streptococcus</i> sp.	Con LDMHI15, 30 días	8	18.50
	Sin LDMHI15, 30 días	8	16.31
	Con LDMHI15, 70 días	8	16.69
	Sin LDMHI15, 70 días	8	14.50
	Total	32	

Estadísticos de prueba^{a,b}

<i>Streptococcus</i> sp.	
H de Kruskal-Wallis	2.223
gl	3
Sig. asintótica	.528

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

4.3 Prueba de Kruskal-Wallis aplicado a la presencia de *Lactobacillus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
Lactobacillus sp	Con LDMHI15, 30 días	8	16.00
	Sin LDMHI15, 30 días	8	16.00
	Con LDMHI15, 70 días	8	18.13
	Sin LDMHI15, 70 días	8	16.00
	Total	32	

Estadísticos de prueba^{a,b}

<i>Lactobacillus</i> sp.	
H de Kruskal-Wallis	3.000
gl	3
Sig. asintótica	.392

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

4.4 Prueba de Kruskal Wallis aplicado a la presencia de *Micrococcus* sp. en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
<i>Micrococcus</i> sp	Con LDMHI15, 30 días	8	14.00
	Sin LDMHI15, 30 días	8	14.00
	Con LDMHI15, 70 días	8	19.88
	Sin LDMHI15, 70 días	8	18.13
	Total	32	

Estadísticos de prueba^{a,b}

<i>Micrococcus</i> sp	
H de Kruskal-Wallis	6.036
gl	3
Sig. asintótica	.110

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

5. Análisis estadístico de Mohos contaminantes y levaduras en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

5.1 Prueba de Kruskal Wallis en conteo de Levaduras en carne de cuy de 30 y 70 días de edad

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
Levaduras	Con LDMHI15, 30 días	8	15.50
	Sin LDMHI15, 30 días	8	15.50
	Con LDMHI15, 70 días	8	17.56
	Sin LDMHI15, 70 días	8	17.44
	Total	32	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Levaduras	
H de Kruskal-Wallis	2.069
gl	3
Sig. asintótica	.558

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación:

Tratamiento

INFORME DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

I.- DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre : NAPOLEÓN CORRALES RODRÍGUEZ

II.- DATOS DE LA MUESTRA:

Nombre : MUESTRA: HARINA DE HERMETIA

Muestras analizadas : 01

Forma de Presentación : Bolsa plegable

Estado del envase : Bueno

Naturaleza del envase : Polietileno

Marca : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Peso bruto declarado : NO INDICA

Peso neto declarado : NO INDICA

Fecha de Producción : NO INDICA

Fecha de Vencimiento : NO INDICA

Registro Sanitario : NO INDICA

Llegada al laboratorio : 8 de abril 2025

Fecha de análisis : 9 de abril 2025

III.- TIPO DE ANALISIS

- ORGANOLEPTICO

- FISICO - QUIMICO

IV.- DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (D.S. 007-98-SA).

V.- RESULTADO DEL ANALISIS

1. Caracteres Organolépticos:

Color : Marrón oscuro

Olor : Suigeneris

Textura : Granilosa

Consistencia : Oleosa

2. Determinaciones Físico - químicas:

Humedad : 6.52% Método empleado: Gravimétrico

Materia Seca : 93.48% Método empleado: Por diferencia

Proteínas base seca: 34.13% (Nx6.25) Método empleado: Kjeldahl

Grasas base seca : 27.50% Método empleado: Soxhlet

Extracto Libre de Nitrógeno: 21.33% Método empleado: Por diferencia

Cenizas : 9.62% Método empleado: Incineración directa

Fibra : 0.9% Método empleado: AOAC 985.29

Energía Total : 469.34 Kcal/100g Método empleado: Fórmula de Atwater

Valor nutritivo : 2.56 Método empleado: Fórmula de Atwater

VI.-CONCLUSIONES:

Lambayeque, 11 abril 2025

 UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
Dr. José Reupó Periche
CBP 2463

14. Panel fotográfico



Foto1. (Selección al azar para el beneficio)



Foto2. (Selección)

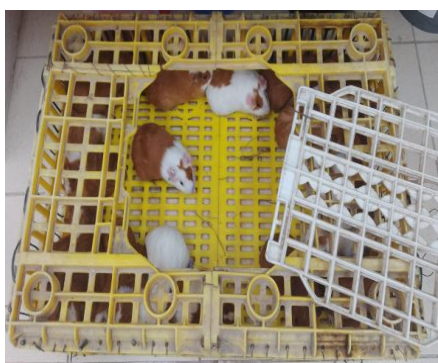


Foto3. (Traslado)



Foto 4. (Lavado)



Foto5.(Carcasas)



Foto6. (Almacenamiento)



Foto7. (Traslado a laboratorio)

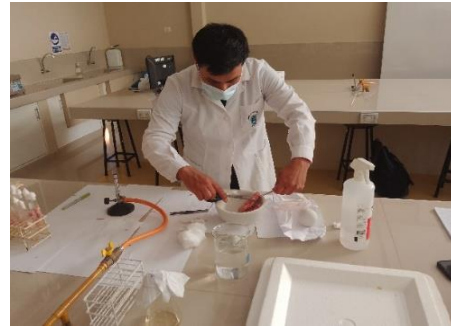


Foto8. (Muestras carne y piel)



Foto9. (Siembra en superficie)



Foto10. (Recuento de colonias)



Foto11. (Muestras liberación de microbiana)



Foto12.(siembra microbiana)



Foto13.(Incubación)



Foto14. Siembra microbiana



Foto15. (Observación microscópica)



Foto16.(Incubación siembra microbiana)

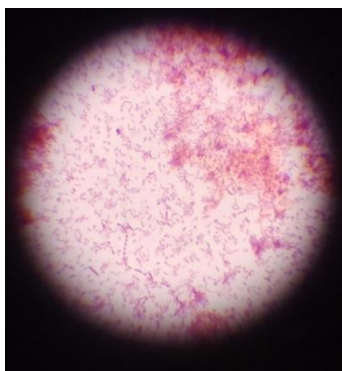


Foto17.Género: *Streptococcus* sp
Carne de cuy 30 y 70 días.

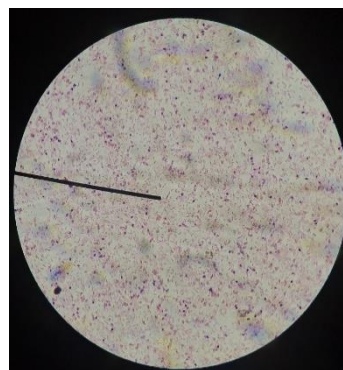


Foto18.Género: *bacillus* sp
Carne de cuy 30 y 70 días.

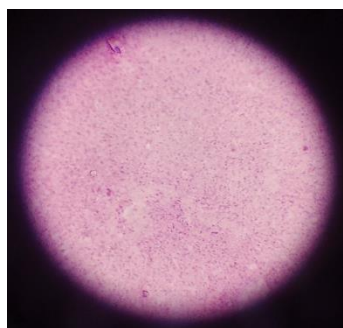


Foto19.Género: *Micrococcus* sp
Carne de cuy 70 días.

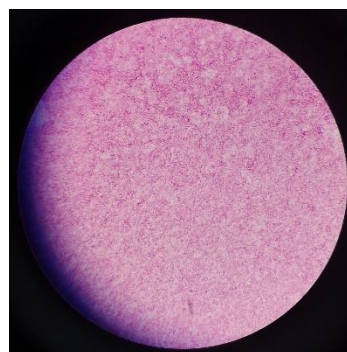


Foto20.Género: *Enterobacter* sp
Carne de cuy 70 días.

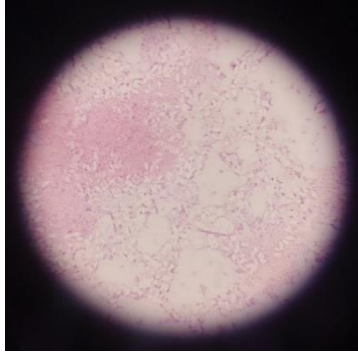


Foto21. Género: *Escherichia Coli sp*
(Carne de cuy 70 días.)

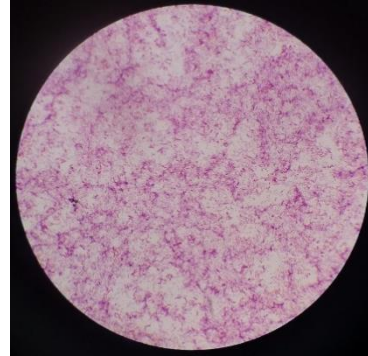


Foto22. Género: *Proteus sp*
(Carne de cuy 70 días.)

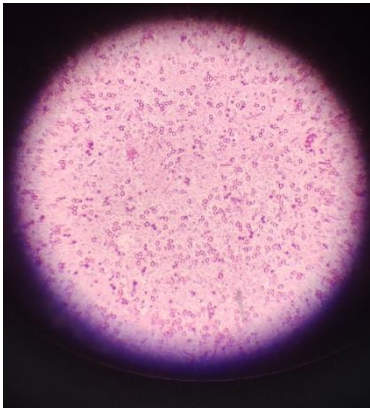


Foto23. Levaduras (forma ovoide).
Género: *Picchia sp* (Carne de cuy 70 días.)

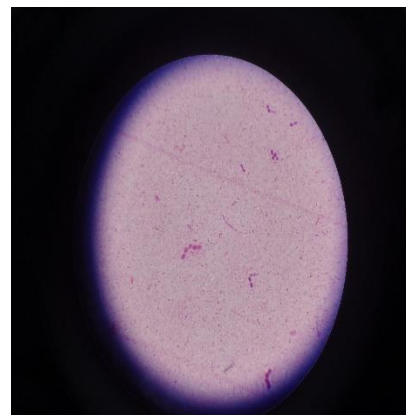


Foto24. Levadura (forma ovalada)
Género: *Picchia sp* (Carne de cuy 70 días.)

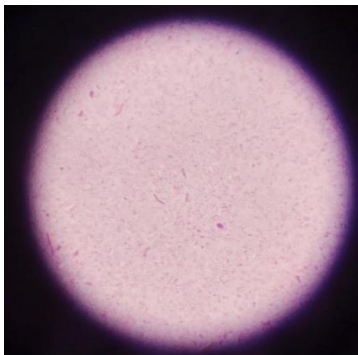


Foto25. Género: *Lactobacillus sp.*
(Carne de cuy 70 días.)



Foto26. Tesista