



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

TEMA:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN PROBIÓTICO A BASE DE *Yucca schidigera* EN CERDOS PARA REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES DE EXCRETAS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Médica Veterinaria otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

Autoras:

Estrella Judith Cando Duy
Delia Jasmin Masabanda Bayas

Tutor:

Dr. Edison Riviño Ramón Curay. MSc..

GUARANDA – ECUADOR 2025

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN PROBIÓTICO A BASE DE *Yucca schidigera* EN CERDOS PARA REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES DE EXCRETAS

REVISADO Y APROBADO POR:



.....
Dr. Edison Rivelino Ramón Curay. MSc.

TUTOR



.....
Dr. Isidro Favian Bayas Morejon. PhD.

PAR LECTOR



.....
Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva. MSc.

PAR LECTOR



DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.

ESCRITURA N°20250201004P00829

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:
DELIA JASMIN MASABANDA BAYAS Y
ESTRELLA JUDITH CANDO DUY
CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIAS

P.A.

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy lunes a los ocho días del mes de septiembre del año dos mil veinticinco, ante mi DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, las señoritas DELIA JASMIN MASABANDA BAYAS Y ESTRELLA JUDITH CANDO DUY, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianas, mayores de edad, de estado civil solteras, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliada la primera en la parroquia en la parroquia La Magdalena, cantón Chimbo y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve nueve cuatro uno tres nueve tres ocho tres y con correo electrónico demasabanda@mailes.ueb.edu.ec; y la segunda en la parroquia Cañar, cantón Cañar, provincia Cañar y de paso por este cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho siete cero nueve seis cuatro cero cuatro; y, con correo electrónico escando@mailes.ueb.edu.ec, hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a los cuales obtengo las certificaciones biométricas del Registro Civil. Las comparecientes me autorizan de conformidad con el artículo setenta y cinco de la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles, a la obtención e impresión del Registro Personal Único cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, que incorporo a la presente escritura. Además, me facultan de conformidad con el artículo sesenta y seis, numeral diecinueve de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con el artículo ocho, de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, a declarar y dar un tratamiento legítimo a sus datos personales en el presente instrumento público y además a petición expresa de las comparecientes adjunto sus documentos personales como son cédulas de ciudadanía y certificados de votación, mismos que agrego a esta escritura como habilitantes. Advertidas las comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidas por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidas sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotras: DELIA JASMIN MASABANDA BAYAS Y ESTRELLA JUDITH CANDO DUY, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN PROBIÓTICO A BASE DE *Yucca schidigera* EN CERDOS PARA REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES DE EXCRETAS. Autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de lo que contiene la obra, con fines estrictamente académicos o de investigación expuestos en el mismo. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Medicas Veterinarias, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellas se afirman y ratifican en la aceptación de todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy fe.

SRTA. DELIA JASMIN MASABANDA BAYAS.
C.C. 0902577318

SRTA. ESTRELLA JUDITH CANDO DUY.
C.C. 035014843-3

DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA



CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Nosotras, Estrella Judith Cando Duy, con CI: 0350148433, y Delia Jasmin Masabanda Bayas, con CI: 0202577318, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Estrella Judith Cando Duy

AUTORA

CI: 0350148433



Delia Jasmin Masabanda Bayas

AUTORA

CI: 0202577318



Dr. Edison Rivelino Ramón Curay. MSc.

TUTOR

CI: 1102812607



9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Este logro es el reflejo de su amor, paciencia y dedicación, siempre les estaré agradecida por creer en mí y en cada paso que tuve que dar en este camino. A mis padres, JOSÉ CANDO Y NARCISA DUY, a ustedes papá y mamá por alentarme a seguir adelante, a mis hermanas y hermano, por haber estado a mi lado en cada paso durante el trayecto de mis estudios, gracias por estar conmigo siempre, los quiero mucho aunque hemos pasado momentos difíciles nunca me han dejado sola siempre han estado ayudándome y brindándome su apoyo, les quedo eternamente agradecida, este logro alcanzado se los dedico a ustedes.

Estrella Judith Cando Duy

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este logro a Dios por siempre darme fuerzas para continuar, mostrándome que su tiempo siempre es el más perfecto, por darme la sabiduría necesaria a lo largo de mi carrera universitaria. A mis padres, por su amor incondicional y por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por su apoyo constante y esfuerzos, por inculcarme grandes valores que me han acompañado en todos los aspectos de mi vida. A mis hermanos y hermanas por acompañarme con cariño, risas y palabras de aliento, gracias por ser parte fundamental de mi vida los admiro y estoy muy orgullosa de ustedes.

Les dedico este triunfo a ustedes, que han sido mi motivo para seguir adelante y nunca rendirme.

Delia Jasmin Masabanda Bayas

AGRADECIMIENTO

A mi familia especialmente a mis padres, (JOSÉ CANDO Y NARCISA DUY) les agradezco profundamente su amor incondicional, su esfuerzo, el apoyo constante y la confianza puesta en mí ha sido el motor que me permitió cumplir este sueño. A mis hermanas y hermano; Ligia, Joseph, Sheila, Wayumin, Cindy, Sadi por sus palabras de motivación, por su presencia y cariño, gracias por ser mi pilar en los momentos difíciles. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A mi amiga y compañera de tesis Delia Masabanda y su familia muy agradecida con el destino por permitir haber compartido esta etapa de mi vida con ustedes, gracias también por tu dedicación y esfuerzo puesto para llevar a cabo este proyecto.

A mi tutor de tesis, Dr. Edison Rivelino Ramon Curay, cuya experiencia, paciencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su guía no solo me proporcionó claridad académica, sino también motivación en momentos de duda. Su confianza puesta en nosotras nos ha impulsado a seguir adelante y superar los desafíos.

A mis amigos y compañeros, gracias por su compañía y apoyo en los momentos de estrés y alegría. Ustedes fueron mi red de contención y su amistad me ayudó a mantener el ánimo en los momentos más duros. Cada uno de ustedes contribuyó a que este proceso fuera más llevadero y significativo.

A todos, gracias por ser parte de este viaje.

Estrella Judith Cando Duy

AGRADECIMIENTO

A DIOS por acompañarme en cada paso de mi vida, por darme salud, la claridad mental y la perseverancia necesaria para superar los desafíos, por iluminar mis decisiones aun cuando dude y por sostenerme en los momentos más difíciles.

A mis padres MANUEL MASABANDA y MARIA BAYAS gracias por ser mi ejemplo constante de trabajo, responsabilidad y generosidad, desde que era niña me enseñaron con su vida diaria lo que significa luchar con dignidad por los sueños, levantarse ante las caídas y mantener la fe cuando todo parece salir mal. Sus consejos han sido mi motor en los momentos más difíciles incluso cuando yo dudaba me impulso a seguir adelante y a no rendirme jamás.

A mis hermanos/@ JHOMAYRA, BRYAN, JONATHAN, ELSA, gracias por siempre estar ahí, no solo en los momentos alegres, sino especialmente en los más difíciles, gracias por su cariño incondicional y por hacerme sentir que no estaba sola, desde sus bromas que me hicieron reír en medio del cansancio hasta las conversaciones profundas que me devolvieron la claridad cuando sentía que perdía el rumbo. En especial agradezco su presencia sé que hubo momentos en los que estuve ausente absorbida por los estudios, las prácticas, los exámenes y las responsabilidades de la carrera, gracias por comprender mis silencios, mis ausencias y mis cambios de humor

A mi amiga y compañera de tesis ESTRELLA CANDO, quien fue mucho más que una compañera de universidad, gracias por tu cariño y confianza, por las palabras de aliento cuando más las necesitaba y por estar presente siempre con una sonrisa y el consejo justo. A mi tutor de tesis Dr. RIVELIÑO RAMÓN por su invaluable guía, paciencia y constante apoyo durante todo el proceso. Su experiencia y compromiso académico fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Masabanda Bayas Delia Jasmin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VII
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA.....	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Fisiología de cerdo.....	6
2.2. Crecimiento y desarrollo fisiológico.....	6
2.3. Requerimientos nutricionales en cerdos en crecimiento	7
2.4. Sistema digestivo	13
2.5. Probióticos	13
2.6. Generalidades	13
2.7. Probióticos en dietas	14
2.8. Probióticos en cerdos	14
2.10. Generalidades	15
2.11. Uso en la producción porcina.....	16
2.12. Composición de excretas porcinas y tasa de excreción.....	18
2.13. Olor de las excretas en porcinos.....	18
2.14. Concentración del amoníaco en excretas de cerdos	19
2.15. Dióxido de carbono en excretas de cerdos	20
2.16. Excreción de nutrientes en excretas porcinas.....	20
2.17. Generación de gases y acumulación de minerales	21
2.18. Hemograma.....	21
2.19. Leucocitos	22
2.20. Neutrófilos	22
2.21. Linfocitos	22

2.22. Eosinófilos	23
2.23. Monocitos	23
2.24. Basófilos	23
2.25. Eritrocitos	23
2.26. Hemoglobina.....	23
2.27. Hematocrito	24
2.28. Hemoglobina corpuscular media (HCM).....	24
2.29. Concentración de hemoglobina corpuscular media (CMHC).....	24
2.30. Volumen corpuscular medio (VCM)	24
2.31. Bioquímica sanguínea	24
2.32. Alanina aminotransferasa (ALT)	24
2.33. Gamma glutamil transpeptidasa (GGT).....	25
2.34. Fosfatasa alcalina (ALP).....	25
2.35. Amilasa	25
2.36. Lipasa.....	25
2.37. Proteínas	26
2.38. Glucosa	26
2.39. Urea.....	26
2.40. Ácido úrico.....	26
2.41. Creatinina.....	27
2.42. Proteínas totales	27
2.43. Albúmina	27
2.44. Bilirrubina.....	27
2.45. Colesterol.....	27
2.46. Triglicéridos.....	28
CAPÍTULO III.....	29
3. MARCO METODOLÓGICO	29
3.1. Ubicación y características de la investigación.....	29
3.2. Metodología	29
3.3. Material en estudio.....	29
3.4. Tratamientos	30
3.5. Tipo de diseño experimental o estadístico	30

3.6. Manejo de la investigación	30
3.7. Métodos de evaluación.....	31
3.8. Análisis de datos	33
CAPÍTULO IV	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	34
4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	61
CAPÍTULO V	62
5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	62
6. CONCLUSIONES	62
7. RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS		
N°	Detalle	Pág.
1.	Requerimientos nutricionales para cerdos en crecimiento	7
2.	Composición química de los ingredientes más utilizados	8
3.	Composición nutricional de los principales suplementos proteicos	9
4.	Clasificación taxonómica de <i>Yucca schidigera</i>	16
5.	Tratamientos	30
6.	Análisis de varianza	33
7.	Peso inicial	35
8.	Peso final de los cerdos	37
9.	Ganancia de peso	39
10.	Conversión alimenticia	41
11.	Emisión de amoníaco (NH ₃)	43
12.	Emisión de dióxido de carbono (CO ₂)	45
13.	pH de las excretas	46
14.	Colesterol	47
15.	Triglicéridos	49
16.	Urea	51
17.	Glucosa	53
18.	Aspartato aminotransferasa (AST)	54
19.	Alanina aminotransferasa (ALT)	56
20.	Hemoglobina	58
21.	Glóbulos rojos	59
22.	Plaquetas	60

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Peso inicial de los cerdos	35
2.	Peso final de los cerdos	37
3.	Ganancia de peso de los cerdos	39
4.	Conversión alimenticia de los cerdos	41
5.	Emisión de amoníaco (NH ₃)	43
6.	Emisión de dióxido de carbono (CO ₂)	45
7.	Ph de las excretas	46
8.	Colesterol en muestra sanguínea en los cerdos	47
9.	Triglicéridos en muestra sanguínea en los cerdos	49
10.	Urea en muestra sanguínea en los cerdos	51
11.	Glucosa en muestra sanguínea en los cerdos	53
12.	Aspartato aminotransferasa en muestra sanguínea en los cerdos	54
13.	Alanina aminotransferasa en muestra sanguínea en los cerdos	56
14.	Hemoglobina en muestra sanguínea en los cerdos	57
15.	Glóbulos rojos en muestra sanguínea en los cerdos	59
16.	Plaquetas en muestra sanguínea en los cerdos	60

ÍNDICE DE ANEXOS
Detalle

- | N° | |
|-----------|---------------------------------------|
| 1. | Mapa de ubicación de la investigación |
| 2. | Resultados de análisis de laboratorio |
| 3. | Base de datos |
| 4. | Fotografías |
| 5. | Glosario de términos técnicos |

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la comunidad Ilambulo Central, parroquia La Magdalena perteneciente al cantón Chimbo, provincia de Bolívar a 2748 msnm donde se evaluó los efectos de la suplementación con probiótico de *Yucca schidigera* a dos niveles (5 g y 10 g) sobre parámetros productivos, metabólicos y hematológicos en cerdos en crecimiento. Los resultados obtenidos indicaron que, para la mayoría de los indicadores, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, evidenciando estabilidad fisiológica y hematológica en los animales. El peso inicial y final mostró variaciones influenciadas por la homogeneidad de los grupos; sin embargo, la suplementación no promovió incrementos significativos en el crecimiento corporal ni afectó la eficiencia alimenticia, manteniéndose la conversión alimenticia dentro de parámetros normales. En relación con el metabolismo nitrogenado, se observó que los tratamientos con *Yucca schidigera* redujeron significativamente la concentración de amoníaco, lo que sugiere un efecto positivo en la disminución de gases contaminantes y coincide con la acción de las saponinas presentes en la planta. Los parámetros bioquímicos, incluyendo ALT, AST, glucosa, colesterol y triglicéridos, se mantuvieron dentro de los rangos fisiológicos referenciales, indicando que la suplementación no comprometió la función hepática ni la homeostasis energética. Asimismo, los indicadores hematológicos como hemoglobina, eritrocitos y plaquetas se mantuvieron estables, sin evidencias de anemia, trombocitopenia o trombocitosis. Estos resultados confirman que la administración de *Yucca schidigera* no afecta negativamente la salud metabólica ni hematológica de los cerdos, y puede contribuir a la reducción de la producción de amoníaco, favoreciendo condiciones más sostenibles de manejo ambiental. En conclusión, la suplementación con *Yucca schidigera* se presenta como segura para la salud y el metabolismo de los animales, sin impactos negativos en su rendimiento productivo.

Palabras Claves: gases contaminantes, producción porcina, *Yucca schidigera*

SUMMARY

This research was carried out in the Ilambulo Central community, La Magdalena parish, belonging to the Chimbo canton, Bolívar province, at 2,748 meters above sea level, where the effects of *Yucca schidigera* probiotic supplementation at two levels (5 g and 10 g) were evaluated on productive, metabolic, and hematological parameters in growing pigs. The results obtained indicated that, for most of the indicators, no significant differences were observed between treatments, showing physiological and hematological stability in the animals. Initial and final weight showed variations influenced by the homogeneity of the groups; however, supplementation did not promote significant increases in body growth nor did it affect feed efficiency, with feed conversion remaining within normal parameters. Regarding nitrogen metabolism, it was observed that treatments with *Yucca schidigera* significantly reduced ammonia concentration, suggesting a positive effect on the reduction of polluting gases, which coincides with the action of the saponins present in the plant. Biochemical parameters, including ALT, AST, glucose, cholesterol, and triglycerides, remained within reference physiological ranges, indicating that supplementation did not compromise liver function or energy homeostasis. Likewise, hematological indicators such as hemoglobin, erythrocytes, and platelets remained stable, with no evidence of anemia, thrombocytopenia, or thrombocytosis. These results confirm that the administration of *Yucca schidigera* does not negatively affect the metabolic or hematological health of pigs and may contribute to reducing ammonia production, favoring more sustainable environmental management conditions. In conclusion, supplementation with *Yucca schidigera* is safe for animal health and metabolism, with no negative impacts on productive performance.

Keywords: polluting gases, pig production, *Yucca schidigera*

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La producción porcina es una de las principales actividades ganaderas a nivel mundial, tanto por su importancia en la alimentación como por su contribución económica. Sin embargo, este sector también enfrenta serios desafíos ambientales debido a la emisión de gases contaminantes como amoníaco y dióxido de carbono, los cuales agravan el cambio climático y deterioran la calidad del aire (Basheer et al., 2024).

Según la FAO (2021), la ganadería en general es responsable del 14.5% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, con la producción porcina desempeñando un papel clave debido a la mala gestión de desechos en los sistemas intensivos.

En el contexto nacional, Ecuador no está exento de esta problemática. La cría intensiva de cerdos en el país ha experimentado un crecimiento considerable en los últimos años, impulsada por la demanda interna de carne de cerdo. Este aumento de la producción ha traído consigo un incremento proporcional en la cantidad de excretas y emisiones de gases contaminantes, afectando no solo al medio ambiente, sino también a las comunidades cercanas a las granjas porcinas (Fuentes, 2020).

A nivel de la provincia de Bolívar, las granjas suelen estar ubicadas en áreas cercanas a pequeñas comunidades, donde las emisiones de amoníaco y otros gases afectan directamente la salud de los residentes y el bienestar de los animales. Además, la contaminación de suelos y fuentes de agua cercana debido al vertido inadecuado de las excretas genera un ciclo de impactos ambientales que repercute en la calidad de vida de las poblaciones rurales (Lemay & Chimbo, 2020).

Una de las alternativas que ha despertado interés en la comunidad científica es el uso de aditivos naturales en la alimentación animal. Entre estos aditivos, el extracto de *Yucca schidigera* ha mostrado potencial para reducir las emisiones de gases y mejorar la calidad de las excretas. La *Yucca schidigera* es una planta originaria del suroeste de Estados Unidos y del norte de México, conocida por sus propiedades saponinas y compuestos fenólicos que poseen efectos beneficiosos en la salud digestiva y en la reducción de olores y emisiones de gases. (Leyton & Gómez, 2020)

El extracto de yuca puede influir en el microbiota intestinal de los cerdos, favoreciendo una fermentación más eficiente y reduciendo la producción de gases malolientes. Además, las saponinas presentes en el extracto tienen la capacidad de unirse al amoníaco, disminuyendo su volatilización y, por ende, su concentración en el ambiente (Cedillo, 2019).

Se espera que la inclusión de este aditivo en la dieta porcina no solo contribuya a la reducción de la emisión de gases contaminantes, sino que también mejore las condiciones de bienestar animal y la sostenibilidad de la producción porcina. La investigación se centrará en medir las concentraciones de NH_3 y CO_2 en las instalaciones de cría, así como en analizar las características fisicoquímicas de las excretas.

1.2. PROBLEMA

La producción porcina representa una actividad económica de gran relevancia en numerosos países, incluida Ecuador. Sin embargo, enfrenta importantes desafíos relacionados con el manejo de desechos y la emisión de gases contaminantes, como amoníaco provenientes de las excretas de cerdos en crecimiento. Estas emisiones tienen un impacto negativo tanto en el medio ambiente, al contribuir al cambio climático y la contaminación atmosférica, como en la salud animal y humana, al generar condiciones insalubres y desagradables en los entornos productivos.

El manejo inadecuado de estos desechos incrementa los riesgos ambientales y compromete la sostenibilidad de la producción porcina, que se caracteriza por generar grandes volúmenes de excretas con un alto contenido de compuestos volátiles nocivos. Este problema plantea la necesidad de implementar estrategias efectivas y sostenibles para mitigar el impacto ambiental y promover el bienestar tanto de los animales como de las personas involucradas en esta actividad.

Entre las alternativas emergentes, el uso de *Yucca schidigera*, conocida por sus propiedades como aditivo natural y probiótico, ha demostrado ser una herramienta prometedora en la mitigación de gases contaminantes en sistemas pecuarios. Estudios previos han evidenciado su capacidad para reducir emisiones de gases como el amoníaco y el metano, mejorando la calidad de los desechos y favoreciendo un ambiente más saludable. Sin embargo, la aplicación de este enfoque en sistemas de producción porcina intensiva en Ecuador es aún limitada (Álvarez, 2020).

Ante esta situación, surge la necesidad de evaluar el efecto del probiótico a base de *Yucca schidigera* en la reducción de emisiones contaminantes provenientes de las excretas de cerdos en crecimiento. Tal investigación contribuiría no solo al desarrollo de estrategias sostenibles para el manejo de desechos porcinos, sino también al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental y el bienestar animal en la producción porcina del país.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de un probiótico a base de *Yucca schidigera* en cerdos para reducción de gases contaminantes de excretas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de amoníaco y dióxido de carbono en las instalaciones de cría de cerdos antes y después de la inclusión del probiótico de *Yucca schidigera* en la dieta de los animales.
- Estimar la variación del pH, en excretas de cerdos alimentados con y sin el probiótico de *Yucca schidigera*.
- Establecer el impacto del probiótico *Yucca schidigera* en el perfil bioquímico y hemático de cerdos.

1.4. HIPÓTESIS

H₀: El uso del probiótico a base de *Yucca schidigera* en cerdos no tiene un efecto significativo en la reducción de gases contaminantes de excretas.

H₁: El uso del probiótico a base de *Yucca schidigera* en cerdos tiene un efecto significativo en la reducción de gases contaminantes de excretas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fisiología de cerdo

2.2. Crecimiento y desarrollo fisiológico

El crecimiento y desarrollo fisiológico de los cerdos en crecimiento es un proceso regulado principalmente por la interacción entre la genética y la nutrición. En los últimos años, se ha puesto un énfasis particular en la mejora de la eficiencia de la conversión alimenticia y la reducción de la deposición de grasa durante las primeras etapas de crecimiento (Bastianelli & Sauvant, 2021).

Al optimizar la relación entre energía y aminoácidos en la dieta, se puede maximizar el desarrollo muscular, mejorando el rendimiento productivo sin incrementar el porcentaje de grasa corporal. (Kwak et al., 2021). Los cerdos jóvenes presentan una mayor sensibilidad a la calidad proteica de la dieta, requiriendo una proporción adecuada de aminoácidos esenciales, como la lisina, para garantizar un crecimiento óptimo (Mun et al., 2022).

Por otro lado, se ha observado que el ambiente juega un papel crucial en el desarrollo fisiológico de los cerdos, interactuando directamente con la dieta para influir en el ritmo de crecimiento. Estudios más recientes destacan que factores como la temperatura ambiente y la densidad poblacional en los corrales pueden alterar la eficiencia alimenticia y el metabolismo energético de los cerdos (Wang et al., 2020).

Además, los autores recomiendan adaptar las dietas a las condiciones ambientales, incrementando la concentración energética durante períodos de estrés térmico para mitigar los efectos negativos en el desarrollo fisiológico. Esto resalta la importancia de considerar tanto factores nutricionales como ambientales en el manejo del crecimiento de los cerdos en sistemas de producción intensiva (Noblet et al., 2022).

2.3. Requerimientos nutricionales en cerdos en crecimiento

Los cerdos en crecimiento tienen necesidades nutricionales específicas que dependen de factores como la raza, genética, sexo, estado de salud, y la etapa de desarrollo. Una dieta adecuada es crucial para maximizar el rendimiento y garantizar una correcta conversión alimenticia, que influye directamente en la ganancia de peso y la salud general del animal. Proveer una dieta que cubra estas necesidades es esencial para evitar deficiencias que puedan reducir la eficiencia productiva y aumentar los costos de producción (Murcia et al., 2021).

Tabla 1

Requerimientos nutricionales para cerdos en crecimiento

Requerimiento	5 a 10 kg	10 a 20 kg	20 a 50 kg
ED (kcal/kg)	3.4	3.4	3.4
PB, %	23.7	20.9	18.0
Lis, %	1.3	1.2	1.1
Met, %	0.6	0.5	0.5
Tre, %	3.7	1.9	1.8
Trip, %	1.1	1.0	1.0
Ca, %	0.8	0.8	0.7
P, %	0.7	0.7	0.6
P disp., %	0.4	0.3	0.3
Na, %	0.3	0.3	0.2
Cl, %	0.6	0.6	0.5
K, %	0.3	0.3	0.3
Cu, mg	6.0	6.0	5.0
Mn, mg	4.0	4.0	3.0
Se, mg	0.3	0.3	0.2
Zn, mg	100.0	100.0	100.0
Fe, mg	100.0	100.0	100.0
I2, mg	0.4	0.4	0.4
Vitamina A (UI)	2200.0	1750.0	1500.0
Vitamina E (UI)	16.0	11.0	11.0
Vitamina D (UI)	10.0	10.0	10.0
Vitamina K (mg)	1.5	1.5	1.5
Vitamina B6 (mg)	1.5	1.5	1.5
Vitamina B12 (µg)	17.5	10.0	10.0

Fuente: (Murcia et al., 2021)

- **Energía**

La energía es el componente más importante de la dieta de los cerdos en crecimiento, ya que determina la capacidad del animal para realizar todas sus funciones biológicas, incluyendo el crecimiento, la reproducción y el mantenimiento del organismo. La energía proviene principalmente de los carbohidratos, grasas y, en menor medida, de las proteínas (Shurson et al., 2021). Se mide en términos de energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) o energía neta (EN). La energía digestible es la cantidad de energía que el animal puede absorber después de la digestión, mientras que la energía metabolizable es la energía que queda después de que se restan las pérdidas por la producción de orina y gases. La energía neta es la que se destina directamente al mantenimiento y producción, siendo la más precisa para determinar las necesidades energéticas de los cerdos (Zhang et al., 2021).

Tabla 2

Composición química de los ingredientes más utilizados

Ingredientes	ED	PB	Lis	Met	Tre	Trip	Ca	P	P disp.
	(Kcal/kg)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Harina de soja	3.5	43.8	2.8	0.7	1.7	0.7	0.2	0.6	0.4
Harina de soya	3.5	35	2.4	0.6	1.6	0.6	0.2	0.6	0.3
Poroto de soja	3.4	37	2.6	0.6	1.5	0.5	0.2	0.6	0.3
Harina de girasol	3.5	26	1.5	0.5	1.2	0.3	0.5	0.8	0.3
Harina de carne y hueso	3.2	50	2.5	0.7	1.7	0.3	7	4	2
Harina de sangre	3.6	87.6	8	1.6	6	1.2	0.3	0.3	0.2
Harina de pescado	3.2	66	4.5	1.5	2.7	0.5	5	3	2
Suero de queso deshidratado	3.3	13	1	0.2	0.8	0.2	0.9	0.8	0.5

Fuente: (Fan et al., 2022)

Una deficiencia de energía en la dieta afecta negativamente el crecimiento y la conversión alimenticia, mientras que un exceso puede llevar a un aumento innecesario de la grasa corporal. Es esencial equilibrar la energía de la dieta con las necesidades específicas de los cerdos, que varían según la edad, el peso y el estado de desarrollo del animal. Los alimentos ricos en almidón, como el maíz y otros

cereales, son una fuente común de energía en las dietas porcinas. También se pueden añadir grasas o aceites vegetales para aumentar la densidad energética de las raciones sin aumentar significativamente el volumen de alimento, lo que mejora la eficiencia alimenticia y permite un mejor crecimiento en los cerdos (Rodriguez et al., 2020).

- **Proteína**

Las proteínas son esenciales en la dieta de los cerdos en crecimiento porque proporcionan los aminoácidos necesarios para la síntesis de tejidos y el crecimiento muscular. Aunque los cerdos pueden sintetizar algunos aminoácidos de manera interna, otros, conocidos como aminoácidos esenciales, deben ser suministrados a través de la dieta. Entre estos aminoácidos esenciales se incluyen la lisina, metionina, treonina y triptófano, que son fundamentales para el crecimiento y la reparación de los tejidos. Las fuentes de proteína vegetal, como la harina de soja, son comúnmente utilizadas en la alimentación de cerdos debido a su elevado contenido de aminoácidos esenciales, lo que asegura un aporte proteico adecuado (Fan et al., 2022).

Tabla 3

Composición nutricional de los principales suplementos proteicos

Ingredientes	ED	PB	Lis	Met	Tre	Trip	Ca	P	P disp.
	(Kcal/kg)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Harina de soja	3.5	43.8	2.8	0.7	1.7	0.7	0.2	0.6	0.4
Harina de soya	3.5	35	2.4	0.6	1.6	0.6	0.2	0.6	0.3
Poroto de soja	3.4	37	2.6	0.6	1.5	0.5	0.2	0.6	0.3
Harina de girasol	3.5	26	1.5	0.5	1.2	0.3	0.5	0.8	0.3
Harina de carne y hueso	3.2	50	2.5	0.7	1.7	0.3	7	4	2
Harina de sangre	3.6	87.6	8	1.6	6	1.2	0.3	0.3	0.2
Harina de pescado	3.2	66	4.5	1.5	2.7	0.5	5	3	2
Suero de queso deshidratado	3.3	13	1	0.2	0.8	0.2	0.9	0.8	0.5

Fuente: (Fan et al., 2022)

Un suministro insuficiente de proteínas o de los aminoácidos esenciales puede comprometer el crecimiento de los cerdos, disminuir la conversión alimenticia y

llevar a problemas metabólicos. Además, los cerdos tienen una capacidad limitada para almacenar proteínas, por lo que una deficiencia a corto plazo puede tener un impacto negativo considerable. Por otro lado, un exceso de proteínas también puede ser perjudicial, ya que aumenta la excreción de nitrógeno en las heces y la orina, lo que contribuye a la contaminación ambiental. Por lo tanto, es crucial ajustar el nivel de proteínas de acuerdo con los requerimientos específicos del cerdo en crecimiento para garantizar un desarrollo saludable y eficiente (Hill, 2022).

- **Suplementos proteicos de origen vegetal**

Los suplementos proteicos de origen vegetal son ampliamente utilizados en la alimentación porcina, ya que proporcionan una fuente rica de aminoácidos esenciales a un costo relativamente bajo. La harina de soja es el suplemento más comúnmente utilizado debido a su alto contenido proteico y su excelente perfil de aminoácidos. Otros suplementos, como la harina de girasol o la harina de colza, también pueden ser utilizados, aunque generalmente tienen un menor contenido de lisina, uno de los aminoácidos esenciales más críticos para el crecimiento de los cerdos. Estos suplementos proteicos son subproductos de la industria de extracción de aceites y, a menudo, requieren tratamientos térmicos para eliminar factores anti nutricionales, como inhibidores de la tripsina, que pueden afectar negativamente la digestibilidad de las proteínas (Gaillard et al., 2020).

El uso de estos suplementos permite formular dietas más equilibradas y eficientes para los cerdos en crecimiento, asegurando que se satisfagan sus necesidades proteicas sin recurrir a fuentes más costosas de origen animal. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los suplementos vegetales pueden variar en calidad y digestibilidad, por lo que es esencial llevar a cabo un control riguroso para garantizar que el alimento cumple con los requisitos nutricionales del animal. Además, la combinación de diferentes fuentes proteicas vegetales puede mejorar la calidad general de la proteína en la dieta, compensando posibles deficiencias de ciertos aminoácidos en ingredientes individuales (Wilson et al., 2020).

- **Suplementos proteicos de origen animal**

Los suplementos proteicos de origen animal, como la harina de carne y hueso, proporcionan una fuente adicional de proteínas y minerales esenciales en la dieta de los cerdos en crecimiento. Estos suplementos contienen niveles relativamente altos de calcio y fósforo, que son cruciales para el desarrollo óseo, además de proteínas de buena calidad. Sin embargo, su uso puede estar limitado debido a restricciones de seguridad alimentaria y a posibles problemas digestivos si se incluyen en cantidades excesivas (Pomar et al., 2021).

Si bien los suplementos proteicos de origen animal tienen un alto valor biológico y mejoran la eficiencia de la conversión alimenticia, su uso debe ser cuidadosamente controlado para evitar problemas de salud en los animales y posibles contaminaciones. En muchos sistemas de producción, se utilizan en niveles moderados (5-10%) para aportar nutrientes clave, como el fósforo y calcio, sin exceder los niveles recomendados (Shurson et al., 2021).

- **Minerales**

Los minerales son componentes esenciales de la dieta de los cerdos y desempeñan un papel clave en la formación de los huesos, la función enzimática, y la regulación de los fluidos corporales. Minerales como el calcio, fósforo, sodio, potasio, y zinc son cruciales para el correcto crecimiento y desarrollo de los cerdos en crecimiento. El calcio y el fósforo, por ejemplo, son esenciales para el desarrollo de huesos fuertes y sanos, y su deficiencia puede resultar en problemas óseos, como raquitismo o deformaciones. Por otro lado, minerales como el zinc y el cobre son importantes para el funcionamiento enzimático y el sistema inmune (Zhai et al., 2022).

El equilibrio de minerales en la dieta es crítico, ya que tanto la deficiencia como el exceso pueden tener efectos adversos sobre la salud del animal. La suplementación de minerales debe basarse en los requerimientos específicos de los cerdos en cada etapa de crecimiento. Los cerdos tienen una capacidad limitada para almacenar algunos minerales, por lo que es esencial suministrar una cantidad constante a través

de la dieta. Además, algunos minerales pueden interactuar entre sí y afectar su absorción; por ejemplo, un exceso de calcio puede reducir la absorción de zinc, lo que podría provocar deficiencias secundarias (Stas et al., 2024).

- **Vitaminas**

Las vitaminas se dividen en dos grupos: las vitaminas liposolubles, que incluyen las vitaminas A, D, E y K, y las vitaminas hidrosolubles, como las del complejo B y la vitamina C. Las vitaminas liposolubles se almacenan en los tejidos grasos y en el hígado, y son necesarias para funciones críticas como la visión (vitamina A), la absorción de calcio y fósforo (vitamina D), la protección contra el estrés oxidativo (vitamina E), y la coagulación sanguínea (vitamina K). Los cerdos deben obtener estas vitaminas a través de su dieta, ya que no pueden sintetizarlas en cantidades suficientes para satisfacer sus necesidades diarias (Sampath et al., 2023).

Por su parte, las vitaminas hidrosolubles no se almacenan en grandes cantidades en el cuerpo, lo que significa que deben ser suministradas regularmente. Estas vitaminas juegan un papel crucial en el metabolismo energético, la formación de glóbulos rojos y el funcionamiento del sistema nervioso. La deficiencia de vitaminas hidrosolubles puede provocar problemas de salud como anemia, crecimiento lento, o trastornos neurológicos. Las dietas comerciales para cerdos suelen estar enriquecidas con las vitaminas necesarias para garantizar que los animales reciban una cantidad adecuada y constante (Shastak & Pelletier, 2023).

- **Agua**

El agua es el nutriente más esencial en la dieta de los cerdos, representando hasta el 75% del peso corporal de un animal. El agua desempeña múltiples funciones vitales, como la regulación de la temperatura corporal, la digestión, la absorción de nutrientes y la eliminación de desechos. La cantidad de agua que necesitan los cerdos varía según factores como la edad, el clima y la composición de la dieta. Los cerdos en crecimiento requieren entre 1 y 1.5 litros de agua por cada kilogramo de alimento seco consumido. Una hidratación adecuada es crucial para mantener el bienestar de los animales y evitar problemas como el estrés por calor o la

deshidratación, que pueden comprometer el crecimiento y la productividad (Sudharsan et al., 2021).

2.4. Sistema digestivo

- **Boca y glándulas salivales:** Los cerdos tienen glándulas salivales que producen saliva, la cual contiene enzimas como la amilasa que inicia la digestión de carbohidratos.
- **Estómago:** El estómago de los cerdos es monogástrico, lo que significa que tiene una sola cámara. Segrega ácido clorhídrico y enzimas proteolíticas como la pepsina para descomponer las proteínas.
- **Intestino delgado:** Aquí ocurre la mayor parte de la digestión y absorción de nutrientes. Está dividido en tres partes: duodeno, yeyuno e íleon. Las enzimas pancreáticas y biliares ayudan en la digestión de grasas, proteínas y carbohidratos.
- **Intestino grueso:** Compuesto por el ciego, colon y recto. Es responsable de la absorción de agua y la formación de las heces. También alberga una microbiota diversa que ayuda en la fermentación de fibras y otros componentes no digeridos (Lemay & Chimbo, 2020)

2.5. Probióticos

2.6. Generalidades

Los probióticos mantienen un equilibrio entre las diferentes especies de bacterias que componen la microbiota intestinal y los metabolitos producidos por ellas, siendo influenciados por factores nutricionales, ocasionando que un género u otro sea dominante en función de ellas y de cuál al mismo tiempo afecta la salud (Finlay, 2020).

Estos son microorganismos que se manejan como promotores del crecimiento, ayudan a mejorar el rendimiento, reducen enfermedades y suplen el uso de antibióticos para tratar diversas enfermedades, a pesar de que tiene algunas ventajas, no se considera su uso como un sustituto en la producción porcina, su falta

de información e investigación ha incidido a que no exista lineamientos técnicos sobre su adecuado uso (Núñez, 2022).

Los efectos observados en los animales dependen de diversos factores, como la especie de microorganismo utilizada, la especie destinada, la edad y el estado de la flora del tracto gastrointestinal que existía antes del inicio de la administración de probióticos (Medina, 2023).

2.7. Probióticos en dietas

El uso en los animales constituye una nueva tecnología que muestra efectos favorables cuando se proporcionan en la alimentación, estos resultados van desde una mejor salud a través de un mejor funcionamiento del sistema inmunológico, hasta una mayor ganancia de peso, además de demostrar que es un suplemento que puede ser manejado desde el pre- destete con el potencial de reducir la lactación en esta etapa y producir cambios en la microflora de todo el sistema digestivo conduciendo a un aumento de la producción de leche y carne (Medina, 2023).

La inclusión de mezclas de probióticos en la dieta tiene un efecto positivo en las variables de peso final, tasa de crecimiento específica, tasa de crecimiento absoluta, incremento de peso, ganancia de peso y tasa de vida porcentual, pero no hay diferencias en lo que respecta eficiencia y conversión alimenticias (Mesías, 2021).

La alimentación con probióticos ayuda a corregir y reducir todos los riesgos de desequilibrios que puedan estar asociados con la microbiota presente en el intestino, los cuales pueden ser suministrados por medio de cepas y mezclándose a su vez con piensos tradicionales a diario sin discriminar entre animales (Fabino et al., 2020).

2.8. Probióticos en cerdos

El uso de probióticos en la producción porcina ha demostrado una mayor eficiencia, control de enfermedades, mejorando el rendimiento y mayores ganancias; en estudios realizados en diferentes etapas de la producción porcina se ha evidenciado que reduce costos y es más rentable, considerándose una alternativa al uso de

antibióticos en la crianza de cerdos donde se considera el *Lactobacillus* spp. como el probiótico más utilizado en la producción porcina (Núñez, 2022).

El utilizarlos ayuda a disminuir las diarreas en lechones lactantes, por la acción benéfica que ejercen en los mecanismos de defensa del organismo, para lograr un mejor aprovechamiento de este es importante implementar una continua limpieza y desinfección de la zona pues hace que el uso de los probióticos en la dieta de lechones mejore su desarrollo integral (Colmenares, 2021).

Los probióticos en general pueden lograr reducciones significativas en los recuentos bacterianos, particularmente *E. coli* K88, donde se puede apreciar que los mejores resultados se consiguen a los 14 días de ser administrados, considerando la aplicación de probióticos como colaboradores directos para mejorar la salud y los parámetros bioproducidos en cerdos de la categoría cría.

El uso en cerdos tiene un gran potencial como alternativas a los antibióticos promotores del crecimiento en las dietas de esta especie; sin embargo, las cepas probióticas no lo conforman una sola entidad si no que existen diferentes cepas, incluso la misma especie, pueden tener diferentes efectos metabólicos, afecta la actividad y el sistema inmunológico del huésped, por lo que es importante estudiar los efectos de las especies y diferentes cepas individualmente (Medina, 2023).

2.9. *Yucca schidigera*

2.10. Generalidades

La *Yucca schidigera* es una planta que se da en los desiertos, especialmente en Estados Unidos y México. Su nombre común es Mojave Yuca la planta puede alcanzar una altura de 4 a 5 metros, con o sin ramas, las hojas varían de 31 a 105 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho, tiene flores globosas de color blanco o cremoso y en su base son de color púrpura. El extracto de *Yucca schidigera* es un aditivo natural utilizado en la alimentación animal, especialmente en la dieta de cerdos, para mejorar la salud intestinal y reducir los olores de las excretas (Muñoz, 2020).

2.10.1. Clasificación taxonómica de *Yucca schidigera*

Tabla 4.

Taxonomía de Yucca schidigera

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Asparagaceae
Género	<i>Yucca</i>
Especie	<i>Y. schidigera</i>

Fuente: (Muñoz, 2020)

2.10.2. Composición química de *Yucca schidigera*

La *Yucca schidigera* es una planta del desierto que se ha utilizado en diversas áreas, particularmente en la producción animal, debido a sus propiedades químicas y funcionales, especialmente por su contenido de saponinas. Estos compuestos son metabolitos secundarios que la planta produce como respuesta al estrés biótico y que ofrecen diversas propiedades biológicas y funcionales, incluyendo actividad antimicrobiana, antioxidante y antiparasitaria (Grijalva et al., 2021).

La composición química de *Y. schidigera* se caracteriza por la presencia predominante de saponinas esteroidales, principalmente del tipo espirostano y furostano, las cuales se encuentran en diversas partes de la planta como raíces, hojas y rizomas. Estas saponinas, además de su actividad biológica, presentan propiedades emulsionantes y tensoactivas, lo que las hace útiles en diversas aplicaciones agroindustriales y farmacéuticas (Góngora et al., 2023).

2.11. Uso en la producción porcina

En el ámbito de la producción porcina, los extractos de *Y. schidigera* se han utilizado principalmente como aditivos en los piensos. Su inclusión ha demostrado tener efectos positivos en la salud intestinal de los cerdos, mejorando la absorción de nutrientes y reduciendo la producción de gases amoniacales y otros compuestos nocivos en las excretas de los animales. Esto contribuye a una mejor digestibilidad y un ambiente más saludable en los sistemas de producción intensiva, disminuyendo

los problemas relacionados con las emisiones de gases contaminantes (Durán et al., 2022).

El uso de extractos ricos en saponinas de *Y. schidigera* puede mejorar la inmunidad y la eficiencia del sistema digestivo en los cerdos. Las propiedades hipocolesterolémicas y antioxidantes de las saponinas ayudan a regular los niveles de colesterol y mejorar la salud general de los animales, lo que se traduce en una mayor eficiencia en la conversión alimenticia y en la producción (Coello, 2019).

Finalmente, diversos estudios sugieren que la inclusión de estos extractos en la dieta porcina no solo mejora el rendimiento de los animales, sino que también tiene efectos positivos en la calidad de la carne producida, reduciendo los niveles de grasa y mejorando su textura y sabor. Esto hace que *Y. schidigera* sea un componente valioso en la nutrición animal, particularmente en la industria porcina. (De la Rosa et al., 2021)

2.11.1. Probiótico de *Yucca schidigera*

El probiótico de *Yucca schidigera* en la dieta animal se ha empleado para mejorar la productividad, pues se considera que tiene beneficios positivos en el crecimiento, en la salud, y en la reducción gastrointestinal y fecal de los niveles de amoníaco, en el control de olores y gases, principalmente de amoníaco y sulfuro de hidrógeno, además de control de protozoarios. Sin embargo, en los últimos años se ha utilizado ampliamente en la avicultura para mejorar el metabolismo de los animales y reducción de la producción de gases en las instalaciones (De la Rosa et al., 2021).

2.11.2. Beneficios del probióticos de *Yucca schidigera*

- **Reducción de olores:** Las saponinas presentes en el extracto ayudan a reducir la producción de amoníaco y otros compuestos volátiles responsables del mal olor en las excretas.

- **Mejora de la salud intestinal:** El extracto tiene propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias que pueden mejorar la salud intestinal de los cerdos, lo que puede conducir a una mejor absorción de nutrientes y una menor excreción de nitrógeno.
- **Aumento del rendimiento animal:** Al mejorar la digestibilidad de la dieta y la salud intestinal, el extracto de *Yucca schidigera* puede contribuir a un mejor crecimiento y eficiencia alimenticia en los cerdos. (Briseno, 2022)

2.12. Composición de excretas porcinas y tasa de excreción

Según Aquino (2021), la cantidad de desechos que producen los cerdos varía según factores como la edad, la cantidad de alimento y agua consumidos, el sexo, la etapa productiva, el estado de salud y la información genética. Se estima que los lechones, cerdos recién destetados y hembras lactantes eliminan aproximadamente el 8% de su peso corporal diariamente. Los cerdos en fase de crecimiento y finalización eliminan alrededor del 7%, mientras que los sementales, hembras gestantes y vacías, así como los animales con acceso limitado a alimento, eliminan cerca del 3% de su peso corporal.

Las excretas de los cerdos están compuestas principalmente por una mezcla de heces y orina, junto con componentes no digeridos de la dieta, secreciones, productos endógenos, bacterias del tracto gastrointestinal inferior y desechos de procesos fisiológicos. Además, estas excretas contienen diversos compuestos orgánicos e inorgánicos, así como aditivos alimenticios, cuya presencia depende de la composición de la dieta (Muñoz, 2020).

2.13. Olor de las excretas en porcinos

El olor asociado con la producción animal suele ser considerado ofensivo. Se ha investigado recientemente cómo la composición de la dieta influye en los productos de excreción que generan olores. Este olor se produce por la descomposición anaeróbica de los componentes alimenticios no digeridos, y se define por los factores FIDO: Frecuencia (cantidad de tiempo que el olor está presente), Intensidad (lo fuerte del olor), Duración (el tiempo que se percibe el olor) y

Ofensividad (lo desagradable del olor). La intensidad del olor se considera la variable principal para determinar su impacto. Los principales componentes del olor incluyen amoníaco, aminos, sulfuros, ácidos grasos volátiles, indoles, escatoles, fenoles, alcoholes y carbonilos (Landín, 2019).

El olor de las excretas porcinas es un problema significativo en la producción animal, y es causado por una variedad de compuestos volátiles que se liberan durante la descomposición de la materia orgánica en las heces y la orina. Estos olores son frecuentemente considerados desagradables y pueden afectar la calidad del aire y el bienestar tanto de los animales como de los trabajadores y las comunidades circundantes (Soto & Valencia, 2020).

2.14. Concentración del amoníaco en excretas de cerdos

El amoníaco en las excretas de cerdos es un compuesto que se forma a partir de la descomposición de la urea y otros compuestos nitrogenados presentes en la orina y las heces. Este proceso ocurre principalmente a través de la actividad bacteriana en condiciones anaeróbicas. El amoníaco es conocido por su olor penetrante y puede tener efectos negativos tanto en la salud animal como en el medio ambiente (Nieto & Salamanca, 2019).

En altas concentraciones, el amoníaco puede causar irritación en los ojos, las vías respiratorias y la piel de los animales, así como también afectar a los trabajadores de las granjas. Además, la liberación de amoníaco en el aire contribuye a la contaminación atmosférica y puede provocar problemas ambientales como la acidificación del suelo y del agua, y la eutrofización de cuerpos de agua. La gestión adecuada de las excretas y la optimización de la dieta de los cerdos son estrategias clave para reducir la producción de amoníaco. Por ejemplo, ajustar la cantidad de proteína en la dieta para que se adapte mejor a las necesidades de los animales puede disminuir la excreción de nitrógeno y, por ende, la formación de amoníaco (Fernando & Feuchter, 2019).

2.15. Dióxido de carbono en excretas de cerdos

El dióxido de carbono (CO₂) en las excretas de cerdos se genera principalmente a través de la respiración microbiana durante la descomposición de la materia orgánica. Este proceso ocurre tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas. Aunque el CO₂ no es tan potente como el metano en términos de su efecto invernadero, su acumulación y liberación en grandes cantidades contribuyen al cambio climático (Landín, 2019).

En el contexto de las granjas porcinas, la gestión adecuada de las excretas es crucial para controlar las emisiones de CO₂. Prácticas como la compostación controlada, la digestión anaeróbica y la utilización de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono pueden ayudar a reducir la liberación de dióxido de carbono al ambiente (Leyton & Gómez, 2020).

2.16. Excreción de nutrientes en excretas porcinas

La excreción de nutrientes en las excretas de cerdos es un aspecto crucial de la gestión ambiental en la producción porcina. Los principales nutrientes excretados incluyen nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). El nitrógeno, derivado de la descomposición de proteínas en la dieta, se excreta principalmente en forma de urea en la orina y como compuestos orgánicos en las heces. Este nutriente puede contribuir a la contaminación del agua a través de la lixiviación de nitratos y a la emisión de gases como amoníaco y óxidos de nitrógeno. El fósforo, excretado principalmente en las heces, puede causar eutrofización en cuerpos de agua si no se maneja adecuadamente. La digestibilidad del fósforo en la dieta suele ser baja, lo que aumenta su excreción. El potasio se excreta tanto en la orina como en las heces, y aunque su impacto ambiental es menor comparado con el nitrógeno y el fósforo, puede contribuir a la salinización del suelo (Muñoz, 2020).

La composición de la dieta es un factor clave que influye en la excreción de nutrientes; dietas más balanceadas y digestibles pueden reducir la cantidad de nutrientes excretados. Otras estrategias para mitigar la excreción de nutrientes incluyen la optimización de la dieta y el uso de aditivos como la fitasa para mejorar la digestibilidad del fósforo. La gestión adecuada de las excretas, mediante prácticas

como la compostación y la digestión anaeróbica, también es fundamental para minimizar el impacto ambiental (Nieto & Salamanca, 2019).

2.17. Generación de gases y acumulación de minerales

La generación de gases y la acumulación de minerales en las granjas porcinas están influenciadas por varios factores interrelacionados. Estos incluyen la composición de la dieta, el manejo de excretas, las condiciones ambientales y el estado de salud de los animales. La dieta es un factor determinante, ya que una alimentación rica en proteínas y fósforo puede aumentar la producción de amoníaco y otros gases nocivos durante la descomposición de las excretas. Los componentes no digeridos de la dieta, como el nitrógeno y el fósforo, contribuyen a la formación de gases y la acumulación de minerales en el suelo y el agua circundante.

El manejo de las excretas es otro factor. Las prácticas deficientes, como el almacenamiento prolongado de estiércol en condiciones anaeróbicas, favorecen la producción de gases como el metano, el sulfuro de hidrógeno y el dióxido de carbono. La descomposición anaeróbica, en particular, es un proceso clave en la generación de estos gases, ya que las bacterias metanogénicas prosperan en entornos sin oxígeno y convierten los compuestos orgánicos en metano. (Soto & Valencia, 2020)

Las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, influyen significativamente en la tasa de descomposición de las excretas y, por ende, en la generación de gases. Altas temperaturas y niveles de humedad pueden acelerar la descomposición microbiana, aumentando la producción de gases. Además, la compactación del suelo debido al pisoteo de los cerdos puede limitar la penetración del oxígeno, creando condiciones más favorables para la descomposición anaeróbica y la acumulación de minerales.

2.18. Hemograma

Es un perfil de pruebas realizado sobre la sangre y el plasma. Los estudios empleados para describir la cantidad y la calidad de los elementos celulares en la sangre y en el plasma, varía según el laboratorio. El hemograma ofrece la estimación del número de hematíes (eritrocitos, leucocitos, plaquetas). El número

de hematíes se estima mediante recuentos, valoración del contenido de hemoglobina, hematocrito y proteínas totales (Casco, 2020).

2.19. Leucocitos

Los leucocitos son células sanguíneas de la serie blanca: neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos. Participan en la defensa del organismo frente a distintos agentes infecciosos como bacterias, virus, hongos y otros, se dividen por su granulación (Chacón, 2024).

- **Granulocitos:** tienen gránulos en su citoplasma (neutrófilos, eosinófilos, basófilos).
- **Agranulocitos:** no tienen granulaciones en su citoplasma (linfocitos y monocitos).

2.20. Neutrófilos

La principal función de los neutrófilos es el de fagocitar bacterias y pequeñas partículas de materia, funciona como parte de la primera línea de defensa. Los neutrófilos tienen un núcleo lobulado y segmentado, comprenden de 60 al 90% del número de leucocitos, los gránulos de su protoplasma se tiñen con los colorantes neutros, son fagocitos y se forman en la médula ósea (Rodas, 2021).

2.21. Linfocitos

Su función es reconocer las sustancias extrañas al organismo (antígenos), guardar la memoria de su paso y luchar contra ellas de dos maneras. De la inmunidad humoral son responsables los linfocitos B y de la inmunidad celular los linfocitos T. Los linfocitos de la sangre periférica pueden originarse tanto en la médula ósea como en el timo. A diferencia de los granulocitos y de los monocitos que se mueven de forma unidireccional de la médula ósea hacia los tejidos, los linfocitos sanguíneos recirculan en ambos sentidos. El patrón de movimiento es de sangre a los ganglios linfáticos, a la linfa, y de vuelta a la sangre. Los linfocitos circulantes son células de vida larga con esperanzas de vida de meses a años (Rodas, 2021).

2.22. Eosinófilos

Son células que participan como mediadores en los procesos inflamatorios y alérgicos, como como parasiticidas y detoxificantes. Se producen en la medula ósea. Son células grandes de color rojo, que reaccionan ante problemas relacionados con alergias o irritaciones en el sistema respiratorio. Una variación por debajo de lo normal solo sale al principio de un problema, cuando los eosinófilos han salido de la sangre para ir al tejido afectado, y no ha pasado suficiente tiempo para producir más (Martinez, 2024).

2.23. Monocitos

Su función es de fagocitosis y remoción de partículas extrañas, sintetizan factores de complemento y participan en las reacciones inmunes. Se encuentran en menor proporción en el recuento diferencial, se forma en la medula ósea, se liberan a la circulación donde permanecen un corto tiempo y después entran a los tejidos para convertirse en macrófagos fijos o libres (Martinez, 2024).

2.24. Basófilos

Son leucocitos que produce la medula ósea a partir de los hemo citoblastos indiferenciados y tienen una vida media de 10 a 12 días. Tienen la función de formar factores mediadores de inflamación y producir heparina (Casco, 2020).

2.25. Eritrocitos

Los eritrocitos son los principales responsables del transporte de oxígeno, que va unido a la hemoglobina. El transporte se hace posible siempre y cuando los eritrocitos se encuentren intactos y lleven hemoglobina unidos a ellos, la hemoglobina que es liberada tras la hemolisis de los eritrocitos es menos adecuada para el transporte de oxígeno (Chacón, 2024).

2.26. Hemoglobina

Esta es una sustancia por la cual los eritrocitos transportan el oxígeno a los tejidos (Casco, 2020).

2.27. Hematocrito

Es el parámetro que mide en porcentaje todos los elementos celulares de la sangre (leucocitos, plaquetas y hematíes) (Martinez, 2024).

2.28. Hemoglobina corpuscular media (HCM)

Indica el peso de la hemoglobina por eritrocito. Es el índice eritrocitario de menor importancia. Se obtiene bien utilizando contadores celulares automáticos o bien aplicando la siguiente formula: $HMC = Hb \times 10 / n^{\circ} \text{ hematíes}$ (Rodas, 2021).

2.29. Concentración de hemoglobina corpuscular media (CMHC)

Indica la relación entre el peso de la hemoglobina y el volumen de glóbulos rojos. Junto con el VCM es el índice eritrocitario de mayor importancia desde el punto de vista clínico. Se calcula utilizando contadores automáticos o bien multiplicando la hemoglobina por cien dividiendo el resultado por el hematocrito. Se mide en gramos/decilitros (gr/dl) (Chacón, 2024).

2.30. Volumen corpuscular medio (VCM)

Da información sobre el volumen o “tamaño” medio de los eritrocitos expresado en fentolitros (fl) (Casco, 2020).

2.31. Bioquímica sanguínea

2.32. Alanina aminotransferasa (ALT)

Enzima localizada en el citoplasma hepatocelular. Enzima primariamente encontrada en el citoplasma del hepatocito, que se “derrama” en la sangre cuando hay daño de la membrana celular. Los bajos niveles en eritrocitos o musculo esquelético pueden causar aumentos mínimos (poco significativos) en los procesos hemolíticos o con daño muscular, respectivamente (Martinez, 2024).

2.33. Gamma glutamil transpeptidasa (GGT)

GGT es una enzima que se encuentra predominantemente en la membrana en muchos órganos parenquimatosos. Sin embargo, actividades apreciables solo se encuentran en riñón, páncreas, hígado, bazo e intestino delgado. A pesar de que la GGT en las células de los túbulos renales tienen una actividad mucho mayor que en el páncreas y en el hígado, las indicaciones clínicas para la determinación en suero de la GGT han sido hasta ahora exclusivamente en enfermedades hepatobiliares (Chacón, 2024).

2.34. Fosfatasa alcalina (ALP)

La ALP se encuentra en hígado, hueso, intestino, riñones y placenta. No obstante, las renal e intestinal raramente contribuyen al incremento en los niveles séricos y las principales causas de incremento de ALP sérica son la colestasis, inducción por fármacos, hormonas y aumento de actividad osteoblástica (Casco, 2020).

2.35. Amilasa

Enzima participante en la hidrólisis de carbohidratos complejos (almidones); se mide la concentración sérica. Se suelen usar métodos espectrofotométricos; los “reactivos secos” se emplean con menor regularidad (Martinez, 2024).

La amilasa es una enzima citoplasmática presente en altos niveles en el páncreas, el intestino y el hígado. Actúa catabolizando almidones complejos. El Ca^{++} es un cofactor requerido. Se elimina mediante las vías urinarias (Rodas, 2021).

2.36. Lipasa

La lipasa pancreática actúa sobre sustratos insolubles emulsionados y requiere un activador, la colipasa, para hidrolizar los triglicéridos o monoglicéridos en ácidos grasos y diglicéridos o monoglicéridos. El páncreas es el origen de la mayor parte de la lipasa circulante, por lo que su medida presenta un gran interés en el diagnóstico de la pancreatitis aguda (Martinez, 2024).

2.37. Proteínas

Se clasifican en:

- **Hiperproteinemia**

Son los valores de proteínas aumentados, sus causas son la formación de anticuerpos y las deshidrataciones (Chacón, 2024).

- **Hipoproteinemia**

Son los valores de proteínas disminuidos, sus causas pueden ser deficiente alimentación con proteínas, inanición, trastornos renales y hepáticos (Casco, 2020).

2.38. Glucosa

Los niveles de glucosa en la sangre reflejan las condiciones nutricionales, emocionales y endocrinas del sujeto. Después de la comida aumenta, lo que se llama, “hiperglucemia alimentaria” en animales monogástricos, pero no en los rumiantes.

Principal tipo de azúcar que contiene la sangre, la forma de adquirirla es mediante los alimentos que ingerimos y es la principal fuente de energía. Un nivel alto de glucosa (la hiperglucemia) puede ser una señal de diabetes (Rodas, 2021).

2.39. Urea

La urea es un compuesto orgánico relativamente simple producida por los mamíferos en el hígado como producto final del catabolismo de las proteínas. Es una de las sustancias más difusibles en el cuerpo y se encuentra en todos los líquidos del cuerpo. La urea se puede alterar debido posibles daños renales (Martinez, 2024).

2.40. Ácido úrico

El ácido úrico en los mamíferos es el metabolito final del catabolismo de las bases púricas. Niveles altos de ácido úrico están asociados a patología renal por retención de productos nitrogenados, asociándose en estos casos a valores también altos de

urea y de creatinina (Martinez, 2024).

2.41. Creatinina

La creatinina se encuentra en el cuerpo principalmente en la forma de fosfato de alta energía. En los músculos es fuente de energía. En animales jóvenes en crecimiento se encuentra en mayores cantidades (Rodas, 2021).

2.42. Proteínas totales

Los principales contribuyentes a la presión osmótica del plasma sanguíneo son los iones y en una pequeña proporción las proteínas. Sin embargo, la baja constante de la presión osmótica de las proteínas es vital para el mantenimiento del sistema cardiovascular. Se distinguen dos grandes grupos de proteínas: las albuminas y las globulinas (Casco, 2020).

2.43. Albúmina

Sintetizada en el hígado opera manteniendo la presión oncótica y como transporte de iones, bilirrubina, tiroxina y otros compuestos. Para la medición de la albumina sérica, por lo general se utiliza en método espectrofotométrico (Chacón, 2024).

2.44. Bilirrubina

Pigmento resultante de la degradación del hem de la hemoglobina (y, en menor extensión de otros compuestos que contienen porfirina).

Durante la desintegración de los glóbulos rojos (ya sea por senescencia o hemolisis patológica), el hem es desdoblado en hierro y protoporfirina; entonces, la protoporfirina es convertida en biliverdina, y luego en bilirrubina sin conjugar, sobre todo en los macrófagos del bazo, la médula ósea y el hígado (Martinez, 2024).

2.45. Colesterol

El colesterol es una sustancia hidrófoba, insoluble en medio acuoso y por tanto insoluble en plasma sanguíneo. El colesterol se sintetiza sobre todo en el hígado, pero también en la piel, intestino, glándulas suprarrenales, el ovario, el testículo, el riñón y el pulmón. Todas las sustancias que en el organismo producen ácido acético

pueden ser precursoras del colesterol (ácidos grasos, glucosa, algunos aminoácidos, etc.) (Rodas, 2021).

2.46. Triglicéridos

Los triglicéridos o triglicéridos, llamados también grasas neutras, son ésteres de la glicerina o glicerol y ácidos grasos, que constituyen reservas de energía en los mamíferos. Los ácidos grasos que más corrientemente se encuentra en la naturaleza formando ésteres con la glicerina son los 16 y 18 átomos de carbono. En la actualidad los métodos utilizados se basan en la cuantificación de su contenido en glicerol. Al igual que en el colesterol, podemos considerar dos tipos de métodos: los químicos y los enzimáticos (Casco, 2020).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad Ilambulo Central, parroquia La Magdalena perteneciente al cantón Chimbo, provincia de Bolívar.

- **Situación geográfica y climática**

Altitud	2748 msnm
Latitud	01° 41' 33" S
Longitud	79° 05' 00" W
Temperatura máxima	16 °C
Temperatura mínima	10 °C
Temperatura media anual	14 °C
Humedad relativa media anual	65%
Precipitación media anual	1200 mm

Fuente: (PDOT GAD Chimbo, 2022)

- **Zona de vida**

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida según Leslie Holdridge (1978) el sitio del experimento corresponde a bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

3.2. Metodología

3.3. Material en estudio

- 21 cerdos
- Probiótico de *Yucca schidigera*

3.3.2. Factores en estudio Factor A: Cerdos

A1: 21 cerdos

Factor B: Dosis probiótico de *Yucca schidigera*

B1: Testigo absoluto

B2: 5 g de probiótico de *Yucca schidigera*

B3: 10 g de probiótico de *Yucca schidigera*

3.4. Tratamientos

Tabla 5

Tratamientos

Tratamiento	Código	Detalle
T1	A1B1	Testigo absoluto
T2	A1B2	5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>
T3	A1B3	10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>

3.5. Tipo de diseño experimental o estadístico

Para la presente investigación se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con siete repeticiones.

3.6. Manejo de la investigación

- **Limpieza y desinfección del lugar de la investigación**

El espacio de investigación fue limpiado y desinfectado minuciosamente antes de iniciar el experimento. Se utilizó un rociador tipo bomba para aplicar una solución de amonio cuaternario en una dosis de 10 ml por litro de agua. Este proceso garantizó un entorno higiénico y libre de patógenos para los cerdos.

- **Construcción de las unidades experimentales**

Se construyeron corrales individuales para alojar a los 21 animales. Cada corral

estuvo hecho de concreto y ladrillo, con puertas de fierro y una cubierta para proteger a los cerdos de las inclemencias del clima. Cada unidad experimental incluyó: un comedero individual, un dispensador de agua.

- **Selección de animales para la investigación**

Se seleccionaron cerdos de la misma raza y edad para asegurar uniformidad. Previo al inicio del tratamiento, se extrajeron muestras de sangre de la vena de cada animal para un análisis de laboratorio inicial. En esta fase también se completó la historia clínica de cada cerdo, incluyendo: nombre o identificación, sexo, edad, raza, peso inicial, temperatura corporal, condición corporal, frecuencia cardíaca y respiratoria.

- **Alimentación y administración del tratamiento**

Todos los cerdos recibieron la misma cantidad de alimento balanceado, asegurando que no haya diferencias nutricionales entre los grupos. El probiótico de *Yucca schidigera* fue administrado a través del alimento, una estrategia que minimiza el desperdicio y asegura el consumo uniforme del tratamiento.

- **Agua**

El agua es esencial para los cerdos ya que desempeñan un papel importante en el organismo del animal.

- **Toma de datos**

Los datos correspondientes a cada variable se recolectaron sistemáticamente durante toda la investigación. Estos registros fueron almacenados en fichas específicas para cada cerdo y procesados al final del estudio para su análisis e interpretación.

3.7. Métodos de evaluación

- **Peso inicial (PI)**

Al inicio de la investigación, se midió el peso de los cerdos al momento de ser asignados a los tratamientos experimentales. Para ello, se registró el peso individual

de cada animal utilizando una balanza electrónica de precisión, obteniendo los datos en kilogramos.

- **Peso final (PF)**

Al concluir la investigación, se midió el peso de los cerdos mediante el registro individual del peso de cada animal con una balanza electrónica de precisión, obteniendo los valores en kilogramos.

- **Ganancia de peso (GP)**

La ganancia de peso se calculó restando el peso promedio de los cerdos de la semana anterior al peso promedio de la semana actual, aplicando la fórmula:

$$GP = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

- **Concentración de gases (CG)**

Se realizó un monitoreo semanal de las concentraciones de NH₃ y CO₂ en el aire de las instalaciones donde se alojan los cerdos. Esto se llevó a cabo utilizando sensores portátiles especializados y una bomba manual con tubos detectores específicos para cada gas, registrando las mediciones en partes por millón (ppm).

- **pH de las excretas (pHE)**

El pH de las excretas se analizó semanalmente mediante la recolección de muestras frescas de las mismas. Las mediciones se realizaron con un medidor de pH portátil con electrodos diseñados para semisólidos, registrando los datos inmediatamente después de la recolección.

- **Análisis bioquímicos y hematológicos**

Al inicio y al final de la investigación, se extrajeron muestras de sangre de los cerdos para realizar análisis bioquímicos y hematológicos. Estas muestras fueron enviadas a un laboratorio especializado para determinar los niveles de indicadores clave relacionados con la salud y el metabolismo de los animales. 10⁹/L

3.8. Análisis de datos

El análisis de datos se lo realizó en el programa estadístico R Studio, en donde se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ANOVA) según el siguiente detalle:

Tabla 6

Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	C.M.E.*
Repeticiones (r-1)	6	$f^2e + 3 f^2$ bloques
Tratamientos (t-1)	2	$f^2e + 7 \theta^2 t$
Error experimental (t-1) (r-1)	12	f^2e
Total (t x r) – 1	20	

*Cuadrados medios esperados

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios entre los tratamientos

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Resultados del análisis de varianza Tabla 7

Análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% de las variables evaluadas

Variable	T1: Testigo absoluto		T2: 5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>		T3: 10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>		Media general (%)	C.V.
VARIABLES PRODUCTIVAS								
Peso inicial (*)	24.08±2.52	A	18.62±1.47	B	19.15±2.17	B	20.62	11.09
Peso final (*)	45.71±1.79	A	42.57±2.22	AB	41.85±2.85	B	43.38	5.81
Varianza de peso (NS)	21.63±2.41	A	23.95±2.46	A	22.70±1.80	A	22.76	10.90
Conversión alimenticia (NS)	2.08±0.23	A	1.87±0.18	A	1.97±0.15	A	1.97	10.68
EMISIÓN DE GASES Y pH								
Amoníaco (NH ₃) (*)	8.28±0.72	A	5.38±1.92	B	5.54±2.66	B	6.40	21.42
Dióxido de carbono (CO ₂)	11.45±1.44	A	6.61±2.44	B	6.93±3.51	B	8.33	21.75
(*) pH de las excretas (*)	8.92±0.44	A	7.14±1.14	B	7.07±1.13	B	7.71	8.64
ANÁLISIS BIOQUÍMICO Y HEMATOLÓGICO								
Colesterol (NS)	543.0±45.25	A	568.5±14.84	A	598.0±11.31	A	569.83	4.95
Lípidos (NS)	0.80±0.43	A	0.42±0.08	A	0.49±0.04	A	0.57	45.43
Urea (C)	4.84±0.07	A	2.93±0.02	A	2.95±0.02	B	3.57	1.34
Glucosa (NS)	5.45±0.63	A	5.53±0.18	A	5.50±0.08	A	5.49	7.01
AST (NS)	16.5±2.12	A	29.0±2.82	A	28.5±4.94	A	24.66	14.23
ALT (*)	56.5±3.53	B	63.5±0.70	AB	65.5±0.70	A	61.83	3.43
Hemoglobina (NS)	126±0.00	A	132±0.00	A	126±9.89	A	128	4.46
Glóbulos rojos (NS)	7.08±0.01	A	7.51±0.36	A	7.20±0.38	A	7.26	4.17
Plaquetas (NS)	469.5±70.00	A	414.0±4.24	A	416.5±136.47	A	433.33	20.44

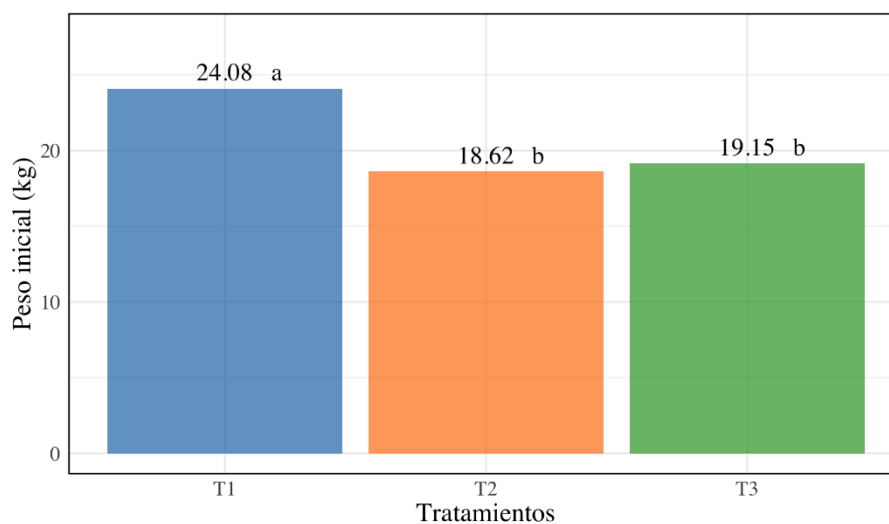
Nota: Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$); NS = No Significativo ($p > 0.05$); * = Significativo ($p < 0.05$); * = Altamente significativo ($p < 0.01$); C.V. = coeficiente de variación

Tabla 7
Peso inicial

Tratamientos		*
T1 (Testigo)	24.08	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	18.62	B
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	19.15	B
Media general	20.62	
C.V. (%)	11.09	

Figura 1

Peso inicial de los cerdos



Nota: Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

De acuerdo a los datos obtenidos en el peso inicial se determinó que existió diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados según la prueba de Tukey al 5% evidenció que el tratamiento T1 (Testigo absoluto) con 24.08 ± 2.52 kg presentó un peso inicial significativamente mayor en comparación con T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 18.62 ± 1.47 kg y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 19.15 ± 2.17 kg. Esta falta de homogeneidad inicial debe considerarse al momento de interpretar los efectos del tratamiento durante el ensayo.

Cabe destacar que los valores obtenidos para T2 y T3 son consistentes con los reportados por Jeon et al. (2024) en su investigación denominada “Efecto de la temperatura ambiente en el rendimiento del crecimiento, las características de la canal y la calidad de la carne de los cerdos”, quienes registraron pesos iniciales en el rango de 18.52 a 18.84 kg en condiciones similares, lo que valida la confiabilidad de los datos experimentales para estos tratamientos.

La diferencia observada en el peso inicial entre los tratamientos responde principalmente a la variabilidad biológica de los animales y a la falta de homogeneidad en la conformación de los grupos experimentales, más que a un efecto directo del probiótico evaluado. Por esta razón, es fundamental considerar este factor al interpretar los resultados, ya que un mayor peso inicial puede conferir ventajas en el crecimiento posterior y, por ende, influir en la respuesta productiva final atribuida a los tratamientos.

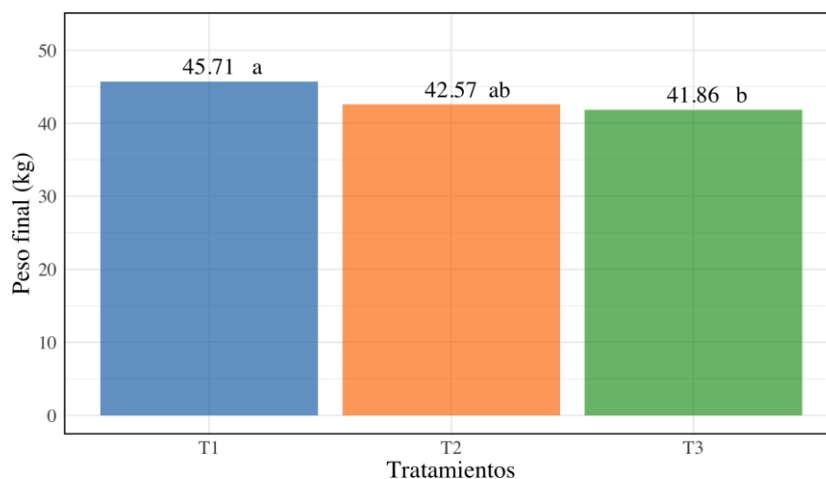
Tabla 8

Peso final de los cerdos

Tratamientos		*
T1 (Testigo)	45.71	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	42.57	AB
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	41.85	B
Media general	43.38	
C.V. (%)	5.81	

Figura 2

Peso final de los cerdos



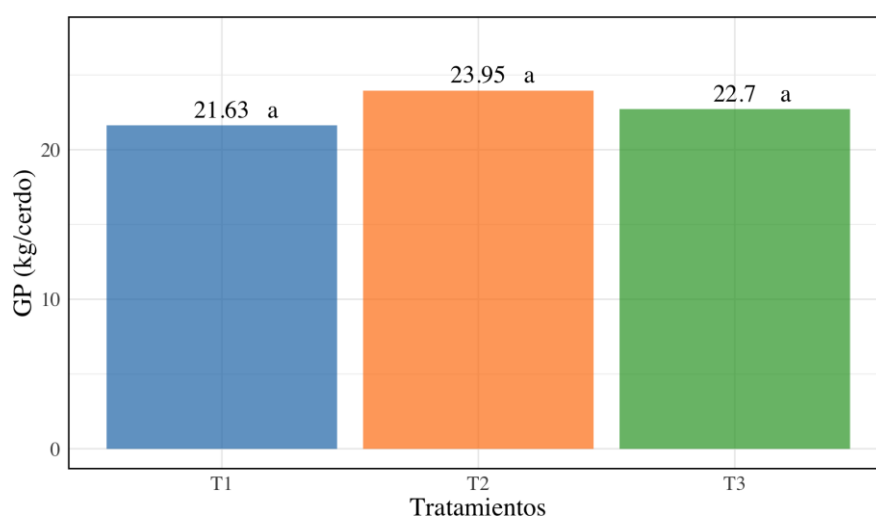
Mediante el análisis de varianza se determinaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. La media general fue de 43,38 kg y el coeficiente de variación de 5,81 %, lo que evidencia una baja dispersión de los datos y, por tanto, una adecuada confiabilidad de los resultados. Según la prueba de Tukey al 5%, el tratamiento T1 (testigo absoluto) alcanzó un peso final significativamente superior ($45,71 \pm 1,79$ kg) en comparación con T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*), que registró $41,85 \pm 2,85$ kg, mientras que T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) obtuvo un valor intermedio ($42,57 \pm 2,22$ kg). Este resultado se encuentra influenciado por el mayor peso inicial observado en T1, lo que debe considerarse en la interpretación de los efectos de los tratamientos.

La suplementación con *Yucca schidigera* no generó un incremento en el peso final respecto al grupo testigo, lo que sugiere que, bajo las condiciones evaluadas, la

adición del probiótico no mejora el crecimiento corporal de los animales. Asimismo, los valores obtenidos fueron inferiores a los reportados por Jeon et al. (2024), quienes informaron pesos finales entre 51,01 y 52,17 kg. Esta diferencia puede atribuirse a factores como el sistema de alimentación, la genética de los animales y la duración del periodo de evaluación.

Tabla 9*Ganancia de peso*

Tratamientos	NS	
T1 (Testigo)	21.63	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	23.95	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	22.70	A
Media general	22.76	
C.V. (%)	10.90	

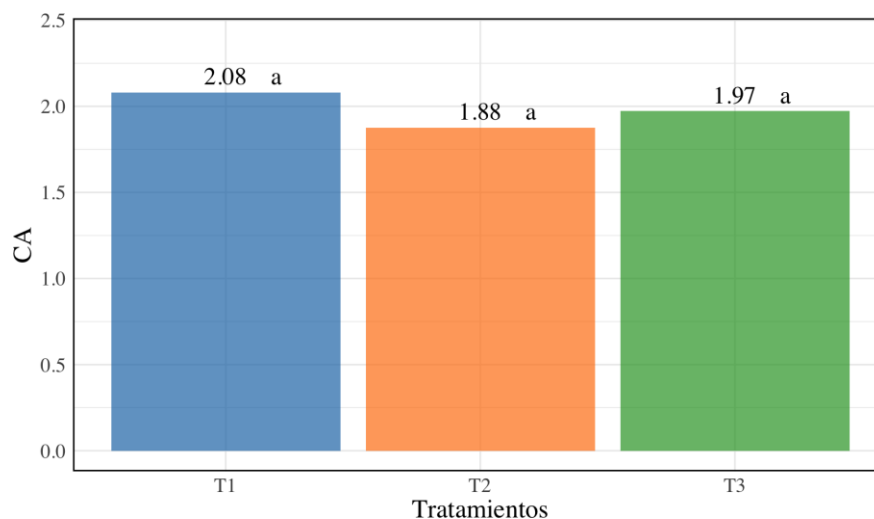
Figura 3*Ganancia de peso de los cerdos*

De acuerdo con el análisis de varianza, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos evaluados. La media general fue de 22,76 kg, con un coeficiente de variación de 10,90 %, lo que evidencia una baja dispersión de los datos y, por ende, una adecuada consistencia en las mediciones. La prueba de Tukey al 5 % confirmó que T1 (testigo absoluto) con $21,63 \pm 2,41$ kg/cerdo, T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $23,95 \pm 2,46$ kg/cerdo y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $22,70 \pm 1,80$ kg/cerdo presentaron ganancias de peso estadísticamente similares, lo cual indica que la inclusión del probiótico no influyó de manera significativa en el crecimiento de los animales. No obstante, a pesar de la ausencia de efecto atribuible al tratamiento, las ganancias de peso observadas en el presente estudio fueron superiores a las reportadas por Rondón et al. (2020) en su investigación “Efecto probiótico de PROBIOLACTIL®,

SUBTILPROBIO® y su mezcla en indicadores productivos y de salud de cerdos en crecimiento”, quienes registraron valores comprendidos entre 18,22 y 19,42 kg/cerdo. Esta diferencia pone de manifiesto la eficiencia del sistema de manejo y alimentación empleado en la presente investigación, incluso sin la intervención del aditivo.

Tabla 10*Conversión alimenticia*

Tratamientos	NS	
T1 (Testigo)	2.08	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	1.87	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	1.97	A
Media general	1.97	
C.V. (%)	10.68	

Figura 4*Conversión alimenticia de los cerdos*

Nota: Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

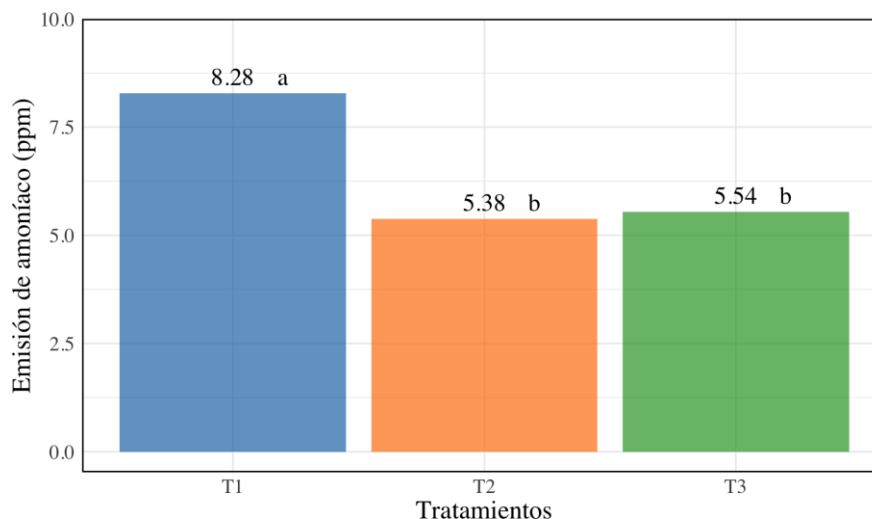
El análisis de varianza no detectó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos evaluados. La media general fue de 1,97, con un coeficiente de variación de 10,68 %, lo que indica una baja dispersión de los datos y, por ende, una adecuada confiabilidad en las mediciones. La prueba de Tukey al 5 % corroboró que T1 (testigo absoluto) con $2,08 \pm 0,23$, T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $1,87 \pm 0,18$ y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $1,97 \pm 0,15$ presentaron valores estadísticamente similares de conversión alimenticia, lo que evidencia que la inclusión del probiótico no comprometió la eficiencia alimenticia de los animales.

Los valores obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango reportado por

Amán (2024) en su investigación titulada “*Valoración de probiótico (Lactotech) en el rendimiento productivo de cerdos en la etapa de finalización en la granja Novapork*”, donde se registraron conversiones alimenticias entre 2,01 y 2,52 en condiciones similares. Esta coincidencia respalda la validez de los resultados obtenidos y refuerza la conclusión de que la suplementación con *Yucca schidigera* no altera de manera negativa el desempeño alimenticio de los cerdos.

Tabla 11*Emisión de amoníaco (NH₃)*

Tratamientos		*
T1 (Testigo)	8.28	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	5.38	B
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	5.54	B
Media general	6.40	
C.V. (%)	21.42	

Figura 5*Emisión de amoníaco (NH₃)*

Nota: Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

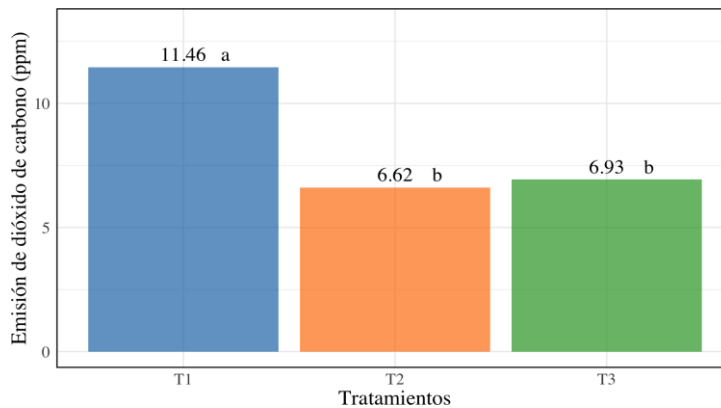
El análisis de varianza evidenció diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos. La media general fue de 6.40 ppm, con un coeficiente de variación de 21.42 %, lo que refleja una variabilidad relativamente elevada en los datos. De acuerdo con la prueba de Tukey al 5 %, el tratamiento T1 (testigo absoluto) alcanzó concentraciones de amoníaco significativamente superiores (8.28 ± 0.72 ppm) en comparación con T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 5.38 ± 1.92 ppm y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 5.54 ± 2.66 ppm, los cuales presentaron diferencias estadísticas entre sí. Este resultado demuestra que la suplementación con *Yucca schidigera* contribuyó a la reducción en la producción de este gas contaminante.

El efecto observado puede atribuirse a la acción de las saponinas presentes en *Yucca*

schidigera, las cuales actúan como agentes moduladores al reducir los compuestos nitrogenados mediante la inhibición de la actividad enzimática responsable de la descomposición del nitrógeno en las excretas. Este comportamiento coincide con lo reportado por Jeon et al. (2024), quienes documentaron concentraciones de amoníaco entre 7,99 y 8,10 ppm, valores cercanos a los registrados en el grupo testigo del presente estudio.

Tabla 12*Emisión de dióxido de carbono (CO₂)*

Tratamientos		*
T1 (Testigo)	11.45	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	6.61	B
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	6.93	B
Media general	8.33	
C.V. (%)	21.75	

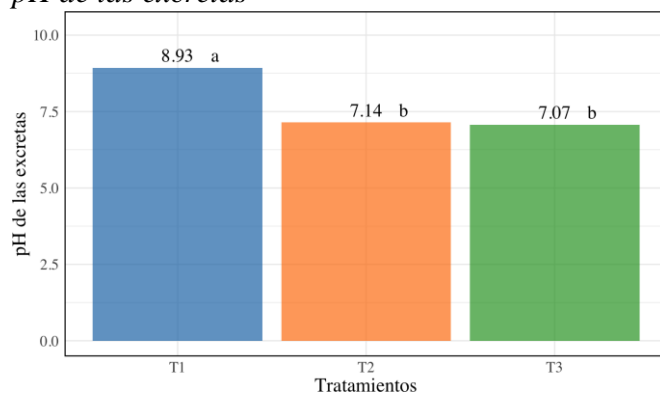
Figura 6*Emisión de dióxido de carbono (CO₂)*

De acuerdo al análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos. La media general fue de 8.33 ppm, con un coeficiente de variación de 21.75 %, lo cual refleja una variabilidad relativamente alta. La prueba de Tukey mostró que T1 (Testigo absoluto) con 11.45 ± 1.44 ppm presentó una emisión significativamente mayor de CO₂ en comparación con T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 6.61 ± 2.44 ppm y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 6.93 ± 3.51 ppm. Esto demuestra el efecto positivo del probiótico en la disminución de gases de origen fecal.

Soto (2023), en su investigación sobre tecnologías para la reducción de gases, menciona que *Yucca schidigera* es un extracto vegetal con capacidad para mitigar emisiones de gases nocivos como amoníaco, metano y CO₂, atribuible a su acción sobre procesos microbiológicos en el estiércol y su capacidad para ligar compuestos nitrogenados, reduciendo su volatilización.

Tabla 13*pH de las excretas*

Tratamientos	pH	*
T1 (Testigo)	8.92	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	7.14	B
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	7.07	B
Media general	7.71	
C.V. (%)	21.75	

Figura 7*pH de las excretas*

El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos. La media general fue de 7.71 y el coeficiente de variación fue de 8.64 %, lo que indica una variabilidad controlada.

Según la prueba de Tukey al 5%, el tratamiento T1 (Testigo absoluto) con 8.92 ± 0.44 mostró un pH significativamente más alto en comparación con T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 7.14 ± 1.14 y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 7.07 ± 1.13 , que no difirieron entre sí. Esta reducción en la alcalinidad de las excretas está relacionada con la menor volatilización de gases como el amoníaco en los tratamientos con probiótico.

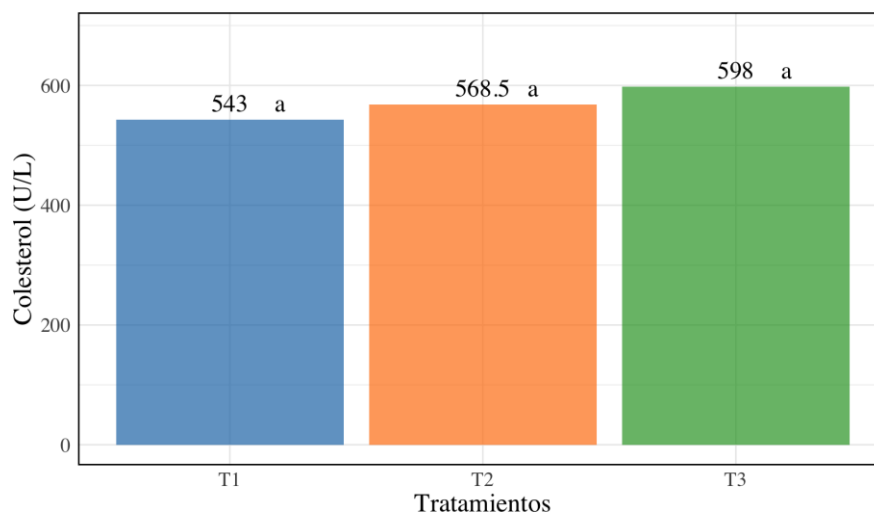
Este efecto coincide con lo reportado por Lee et al. (2023), donde se ha demostrado que los compuestos bioactivos presentes en *Yucca schidigera*, particularmente las saponinas, contribuyen a reducir la emisión de gases contaminantes mediante la inhibición de enzimas responsables de la descomposición del nitrógeno en las excretas.

Tabla 14
Colesterol

Tratamientos	Colesterol	NS
T1 (Testigo)	543.0	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	568.5	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	598.0	A
Media general	569.83	
C.V. (%)	4.952	

Figura 8

Colesterol en muestra sanguínea en los cerdos



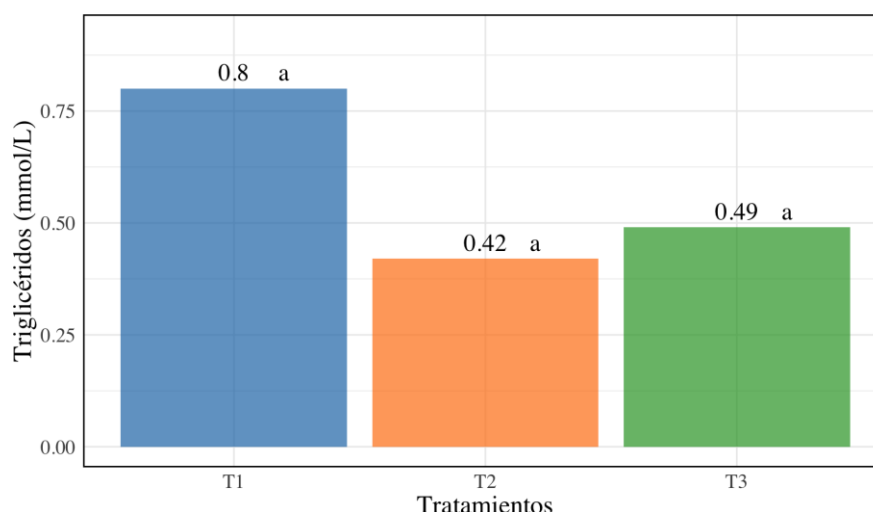
Nota: Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

El análisis de varianza no evidenció diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. La media general fue de 569,83 U/L, con un coeficiente de variación de 4,95 %, lo que indica una baja dispersión de los datos y, por tanto, una adecuada confiabilidad en las mediciones. Según la prueba de Tukey al 5 %, T1 (testigo absoluto) con $543,0 \pm 45,25$ U/L, T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $568,5 \pm 14,84$ U/L y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $598,0 \pm 11,31$ U/L presentaron valores estadísticamente similares, lo que confirma que la suplementación con el probiótico no tuvo efecto sobre el perfil lipídico. Todos los tratamientos se mantuvieron dentro del rango fisiológico referencial (575–1200 U/L), aunque T1 se ubicó ligeramente por debajo del límite inferior.

Los valores obtenidos en este estudio superan los reportados por Rodas (2021), quien registró concentraciones entre 595,95 y 661,87 U/L. Esto reafirma la estabilidad metabólica de los animales durante el ensayo, y permite concluir que la inclusión de *Yucca schidigera* no alteró el perfil lipídico, manteniéndose todos los tratamientos dentro de parámetros fisiológicos considerados normales.

Tabla 15*Triglicéridos*

Tratamientos	Triglicéridos	*
T1 (Testigo)	0.80	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	0.42	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	0.49	A
Media general	0.57	
C.V. (%)	45.43	

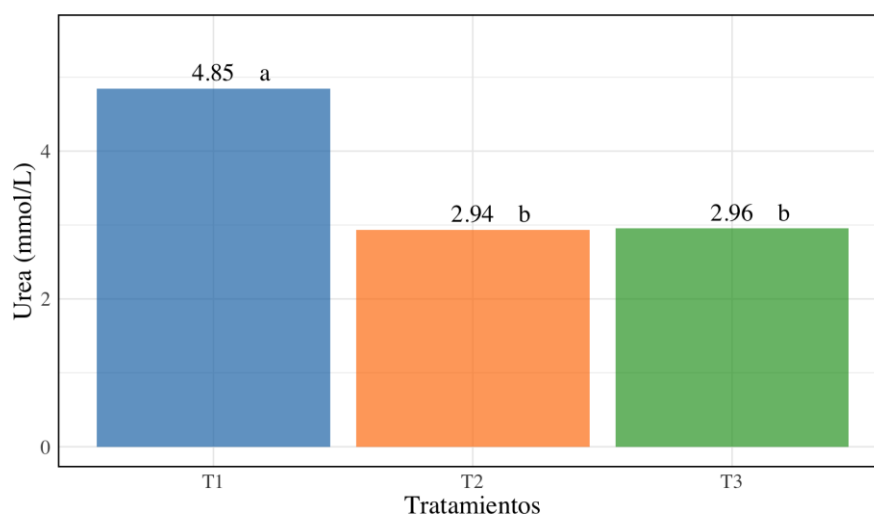
Figura 9*Triglicéridos en muestra sanguínea en los cerdos*

De acuerdo con el análisis de varianza, no se evidenciaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. La media general fue de 0,57 mmol/L y el coeficiente de variación de 45,43 %, lo que refleja una alta variabilidad en los datos. Según la prueba de Tukey al 5 %, T1 (testigo absoluto) con $0,80 \pm 0,43$ mmol/L, T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $0,42 \pm 0,08$ mmol/L y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $0,49 \pm 0,04$ mmol/L mostraron valores estadísticamente similares. Todos los registros se encontraron dentro del rango referencial de 0,24 a 1,83 mmol/L, lo que indica un metabolismo lipídico fisiológicamente normal en los animales evaluados.

Asimismo, los resultados se encuentran dentro del rango reportado por Rodas (2021) en su investigación “Determinación de valores referenciales en hemograma y química sanguínea en porcinos machos aparentemente sanos en condiciones de altitud”, donde se documentaron valores entre 0,79 y 2,11 mmol/L. Esta coincidencia valida la normalidad metabólica observada en el presente estudio y permite concluir que la suplementación con *Yucca schidigera* no modificó las concentraciones lipídicas, manteniendo la estabilidad del metabolismo en todos los tratamientos.

Tabla 16*Urea*

Tratamientos	Urea	*
T1 (Testigo)	4.84	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	2.93	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	2.95	B
Media general	3.57	
C.V. (%)	1.34	

Figura 10*Urea en muestra sanguínea en los cerdos*

El análisis de varianza evidenció diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos. La media general fue de 3.57 mmol/L, con un coeficiente de variación de 1.34 %, lo que refleja uniformidad en los datos.

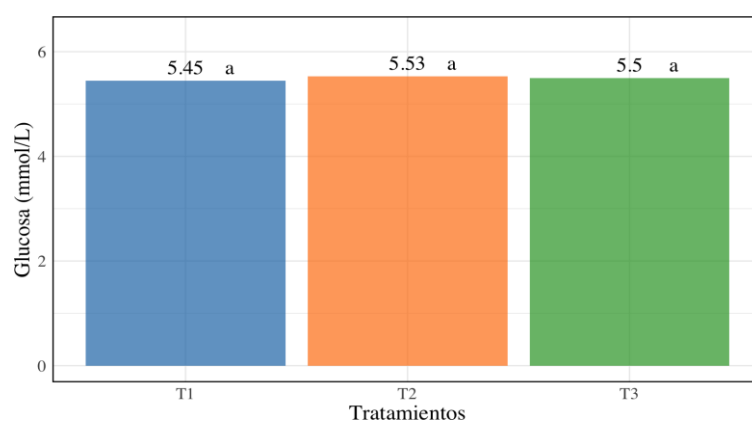
La prueba de Tukey al 5% determinó que T1 (Testigo absoluto) con 4.84 ± 0.07 mmol/L presentó niveles significativamente mayores en comparación con T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 2.93 ± 0.02 mmol/L y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 2.95 ± 0.02 mmol/L, que no difirieron entre sí. Todos los tratamientos estuvieron dentro del rango fisiológico referencial de 2.10 a 10.70 mmol/L, aunque la reducción en T2 y T3 sugiere una mejor eficiencia proteica y

menor excreción nitrogenada.

La reducción en los niveles de nitrógeno ureico observada en T2 y T3 refleja una mayor eficiencia en la utilización proteica y una menor excreción nitrogenada, lo cual contribuye a mejorar el metabolismo nitrogenado y reduce el impacto ambiental de los desechos nitrogenados. Estos resultados concuerdan con los valores reportados por Pardo (2022), quien registró niveles entre 3.14 y 4.85 mmol/L.

Tabla 17*Glucosa*

Tratamientos	G	NS
T1 (Testigo)	5.45	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	5.53	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	5.50	A
Media general	5.49	
C.V. (%)	7.01	

Figura 11*Glucosa en muestra sanguínea en los cerdos*

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. La media general fue de 5,49 mmol/L, con un coeficiente de variación de 7,01 %, lo que refleja una baja dispersión de los datos y, por tanto, una adecuada confiabilidad en las mediciones. Según la prueba de Tukey al 5 %, T1 (testigo absoluto) con $5,45 \pm 0,63$ mmol/L, T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $5,53 \pm 0,18$ mmol/L y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $5,50 \pm 0,08$ mmol/L presentaron niveles estadísticamente similares. Todos los valores se mantuvieron dentro del rango fisiológico referencial (3,33–9,00 mmol/L), sin evidencia de hipoglucemia ni hiperglucemia.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Rodas (2021), quien registró valores entre 5,20 y 6,71 mmol/L, lo que confirma la estabilidad metabólica de los animales durante el ensayo. En este contexto, la suplementación con *Yucca schidigera* no alteró los niveles de glucosa plasmática, manteniendo la homeostasis energética en todos los tratamientos.

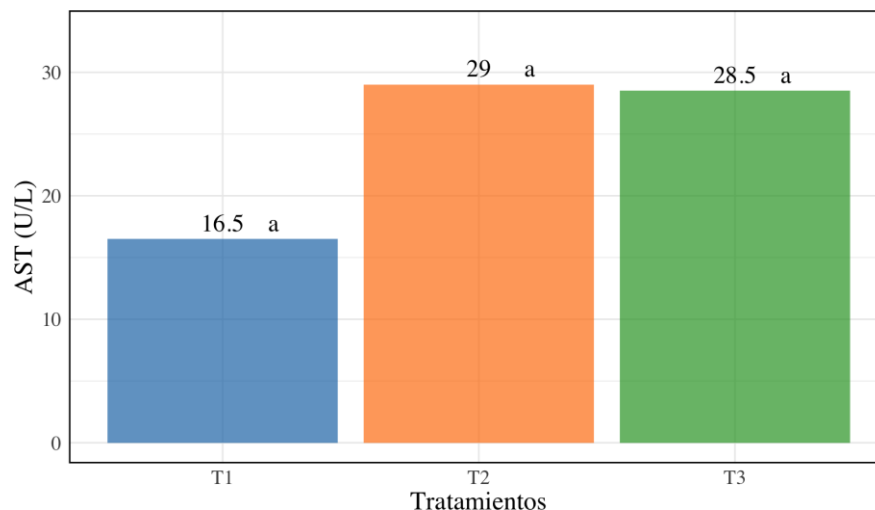
Tabla 18

Aspartato aminotransferasa (AST)

Tratamientos	AST	NS
T1 (Testigo)	16.5	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	29.0	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	28.5	A
Media general	24.66	
C.V. (%)	14.23	

Figura 12

Aspartato aminotransferasa en muestra sanguínea en los cerdos



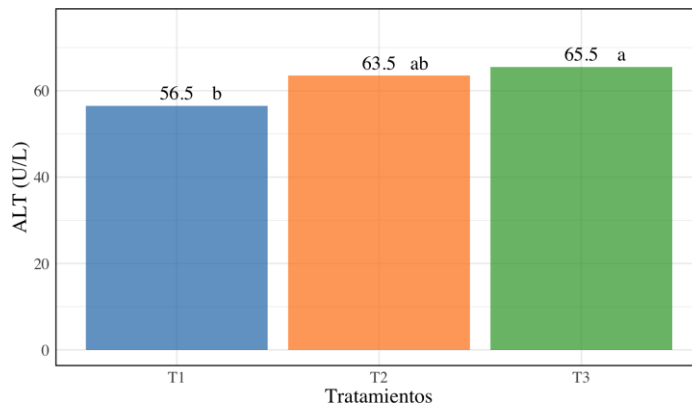
De acuerdo con el análisis de varianza, no se evidenciaron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. La media general fue de 24,66 U/L, con un coeficiente de variación de 14,23 %, lo que indica una dispersión moderada de los datos. Según la prueba de Tukey al 5 %, T1 (testigo absoluto) con $16,5 \pm 2,12$ U/L, T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $29,0 \pm 2,82$ U/L y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $28,5 \pm 4,94$ U/L no mostraron diferencias significativas entre sí. Todos los tratamientos se ubicaron dentro del rango fisiológico referencial (16–90 U/L), lo cual sugiere la ausencia de afectación hepática.

Los valores registrados en este estudio se encuentran dentro del rango reportado por Pardo (2022) en su investigación “Comparación de la suplementación de hierro en

lechones por vía oral e intramuscular y su respuesta en la bioquímica sanguínea”, quien informó concentraciones entre 25,57 y 36,22 U/L. Esto confirma el estado metabólico saludable de los animales y destaca que la suplementación con *Yucca schidigera* no generó alteraciones en los parámetros hepáticos evaluados, manteniendo la integridad funcional del hígado.

Tabla 19*Alanina aminotransferasa (ALT)*

Tratamientos	Urea	NS
T1 (Testigo)	56.5	B
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	63.5	AB
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	65.5	A
Media general	3.43	
C.V. (%)	14.23	

Figura 13*Alanina aminotransferasa en muestra sanguínea en los cerdos*

El análisis de varianza evidenció diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. La media general fue de 61,83 U/L, con un coeficiente de variación de 3,43 %, lo que refleja homogeneidad en los datos. Según la prueba de Tukey al 5 %, T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $65,5 \pm 0,70$ U/L presentó un valor significativamente mayor en comparación con T1 (testigo absoluto) con $56,5 \pm 3,53$ U/L, mientras que T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $63,5 \pm 0,70$ U/L no mostró diferencias respecto a los otros grupos.

A pesar de estas diferencias estadísticas, todos los tratamientos se mantuvieron dentro del rango referencial (0–95 U/L), sin evidenciar alteraciones clínicas. Los niveles registrados superan ligeramente los reportados por Jeon et al. (2024), quienes documentaron valores entre 49,00 y 50,17 U/L, lo que podría atribuirse a variaciones en el manejo o a características específicas de los animales. Estos resultados indican que la suplementación con *Yucca schidigera* incrementó los niveles de ALT dentro de parámetros normales, sin comprometer la función hepática.

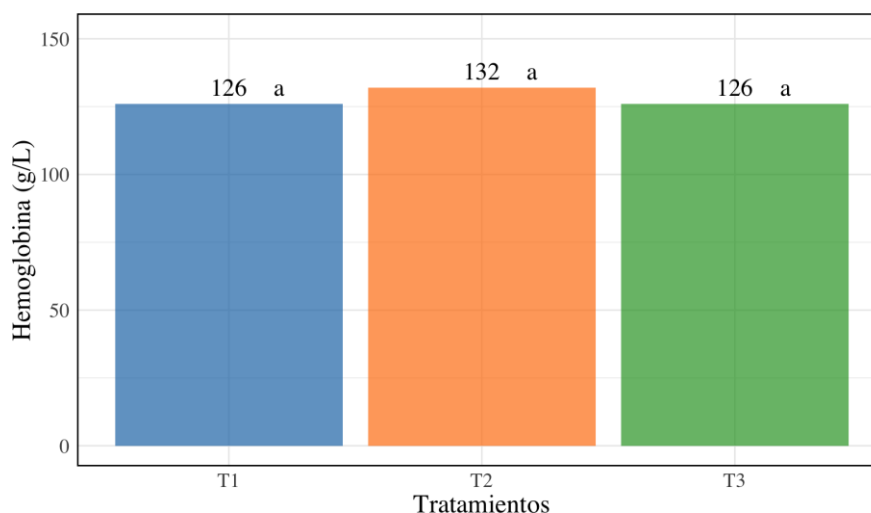
Tabla 20

Hemoglobina

Tratamientos	Hemoglobina	NS
T1 (Testigo)	126	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	132	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	126	A
Media general	128	
C.V. (%)	4.46	

Figura 14

Hemoglobina en muestra sanguínea en los cerdos



Mediante el análisis de varianza no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$). La media general fue de 128 g/L, con un coeficiente de variación de 4.46 %, reflejando homogeneidad en los datos.

La prueba de Tukey al 5% señaló que T1 (Testigo absoluto) con 126 ± 0.00 g/L, T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 132 ± 0.00 g/L y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con 126 ± 9.89 g/L tuvieron niveles similares. Todos los valores se encontraron dentro del rango fisiológico de 99 a 165 g/L, lo que indica una adecuada oxigenación sanguínea y estado nutricional.

Los resultados obtenidos se encuentran por debajo del rango reportado por Rodas (2021), quien registró valores entre 148.70 y 183.00 g/L. A pesar de esta diferencia,

no se observaron signos clínicos de anemia ni hipoxia, lo que confirma la estabilidad hematológica durante el estudio, en donde, la suplementación con *Yucca schidigera* mantuvo niveles normales de hemoglobina, asegurando una adecuada capacidad de transporte de oxígeno.

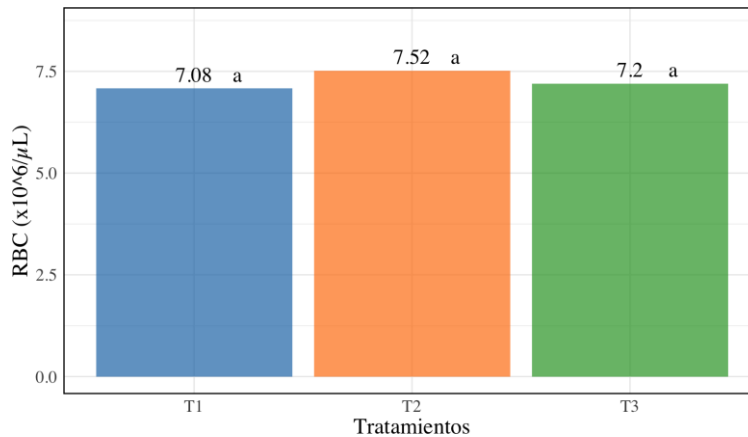
Tabla 21

Glóbulos rojos

Tratamientos	Glóbulos rojos	NS
T1 (Testigo)	7.08	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	7.51	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	7.20	A
Media general	7.26	
C.V. (%)	4.17	

Figura 15

Glóbulos rojos en muestra sanguínea en los cerdos



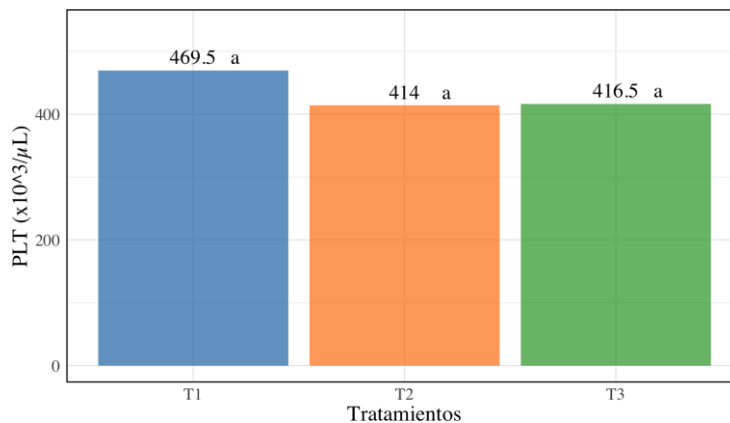
De acuerdo con el análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos. La media general fue de $7,26 \times 10^6/\mu\text{L}$, con un coeficiente de variación de 4,17 %, lo que refleja homogeneidad en los datos.

Según la prueba de Tukey al 5 %, T1 (testigo absoluto) con $7,08 \pm 0,01 \times 10^6/\mu\text{L}$, T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $7,51 \pm 0,36 \times 10^6/\mu\text{L}$ y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $7,20 \pm 0,38 \times 10^6/\mu\text{L}$ mostraron valores estadísticamente similares. Todos los tratamientos se mantuvieron dentro del rango fisiológico referencial ($5-9,5 \times 10^6/\mu\text{L}$), lo que indica un proceso normal de eritropoyesis.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango reportado por Jeon et al. (2024), quienes registraron concentraciones entre $6,75$ y $7,14 \times 10^6/\mu\text{L}$, confirmando la estabilidad hematológica de los animales durante el ensayo. Esto evidencia que la suplementación con *Yucca schidigera* no alteró la concentración de glóbulos rojos, manteniendo la integridad del sistema hematopoyético.

Tabla 22*Plaquetas*

Tratamientos	Plaquetas	NS
T1 (Testigo)	469.5	A
T2 (5 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	414.0	A
T3 (10 g de probiótico de <i>Yucca schidigera</i>)	416.5	A
Media general	433.3	
C.V. (%)		20.44

Figura 16*Plaquetas en muestra sanguínea en los cerdos*

El análisis de varianza no evidenció diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos, con una media general de $433,33 \times 10^3/\mu\text{L}$ y un coeficiente de variación de 20,44 %, lo que indica una dispersión moderada de los datos. Según la prueba de Tukey al 5 %, T1 (testigo absoluto) con $469,5 \pm 70,00 \times 10^3/\mu\text{L}$, T2 (5 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $414,0 \pm 4,24 \times 10^3/\mu\text{L}$ y T3 (10 g de probiótico de *Yucca schidigera*) con $416,5 \pm 136,47 \times 10^3/\mu\text{L}$ presentaron conteos similares, todos dentro del rango fisiológico de $200\text{--}700 \times 10^3/\mu\text{L}$, sin riesgo de trombocitopenia ni trombocitosis. Aunque los valores fueron inferiores a los reportados por Rodas (2021), quienes registraron entre $539,00$ y $758,70 \times 10^3/\mu\text{L}$, no se observaron signos clínicos de alteraciones plaquetarias, lo que confirma la estabilidad hematológica de los animales y evidencia que la suplementación con *Yucca schidigera* no afectó la función plaquetaria.

4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en esta investigación permitieron comprobar que la inclusión del probiótico a base de *Yucca schidigera* en la dieta de cerdos tiene un efecto significativo en la reducción de gases contaminantes generados a partir de las excretas, particularmente el amoníaco (NH_3) y el dióxido de carbono (CO_2). Los tratamientos que incluyeron el probiótico (T2 y T3) mostraron concentraciones significativamente menores de estos gases en comparación con el grupo testigo (T1), lo cual evidencia el impacto ambiental positivo del aditivo. Asimismo, la disminución del pH en las excretas de los animales tratados también respalda este efecto, ya que una menor alcalinidad favorece la reducción en la volatilización del amoníaco, reforzando los beneficios del probiótico sobre la calidad ambiental del entorno de cría. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, que afirma: “El uso del probiótico a base de *Yucca schidigera* en cerdos tiene un efecto significativo en la reducción de gases contaminantes de excretas.”

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

- La suplementación con *Yucca schidigera* a niveles de 5 g y 10 g contribuyó significativamente a la disminución de amoníaco (NH_3) y dióxido de carbono (CO_2) en las instalaciones, en comparación con el grupo testigo. Asimismo, se observó una reducción en la alcalinidad de las excretas (pH), lo que evidencia un efecto positivo del probiótico en la mitigación de gases contaminantes y en la mejora de las condiciones ambientales del sistema de producción porcina.
- Los cerdos suplementados con *Yucca schidigera* presentaron una reducción significativa en los niveles de urea sanguínea, lo que sugiere una mejor eficiencia en el aprovechamiento de la proteína dietaria y menor excreción nitrogenada. Los parámetros bioquímicos (colesterol, triglicéridos, glucosa, AST y ALT) se mantuvieron dentro de rangos fisiológicos normales, confirmando que la suplementación no afectó negativamente la función hepática ni el metabolismo energético.
- Los indicadores hematológicos (hemoglobina, glóbulos rojos y plaquetas) se mantuvieron dentro de rangos normales sin evidencias de anemia, trombocitopenia o alteraciones en la eritropoyesis. En cuanto a los parámetros productivos (peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia), no se observaron diferencias significativas atribuibles al probiótico, lo que demuestra que la inclusión de *Yucca schidigera* es segura para la salud de los animales, pero no mejora de manera directa el rendimiento productivo bajo las condiciones evaluadas.

7. RECOMENDACIONES

- Promover el uso de *Yucca schidigera* como aditivo natural en la alimentación porcina, dado su efecto positivo en la reducción de gases contaminantes como el amoníaco y el dióxido de carbono, sin comprometer el rendimiento productivo ni la salud de los animales.
- Implementar el probiótico en sistemas de producción intensiva, especialmente en instalaciones con problemas de ventilación o acumulación de gases, como una estrategia para mejorar el bienestar animal y las condiciones ambientales del galpón.
- Explorar diferentes dosis y formas de aplicación del probiótico, así como su combinación con otros aditivos naturales, con el objetivo de optimizar su eficacia tanto en aspectos ambientales como productivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. (2020). *El impacto del extracto de yuca sobre la emisión de gases invernadero en rumiantes* (Tesina para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Amán, K. (2024). *Valoración de probiótico (lactotech) en el rendimiento productivo de cerdos en la etapa de finalización en la granja Novapork* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Aquino, K. S. (2021). *Manejo de excretas de origen porcino en la comuna San Pedro, parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Basheer, S., Wang, X., Farooque, A., Nawaz, R., Pang, T., & Neokye, E. (2024). A review of greenhouse gas emissions from agricultural soil. *Sustainability*, 16(11), 99.
- Bastianelli, D., & Sauvant, D. (2021). Modelling the mechanisms of pig growth. *Livestock Production Science*, 51(2), 11.
- Briseño, E. (2022). *Beneficios de extracto de Yucca schidigera*. Mountainside Orgánicos.
- Casco, J. (2020). *Evaluación de un lactoreemplazante comercial en la prevención de diarreas en lechones de la unidad de producción porcina-UTA* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato.
- Cedillo, I. (2019). *Efectos de la inclusión alimenticia del extracto de Yucca schidigera sobre parámetros productivos en cerdas* (Tesis de pregrado). Universidad de Guadalajara.
- Chacón, G. (2024). *Hemograma y bioquímica en ganado porcino - Esos grandes desconocidos*. PorciForum.
- Coello, G. (2019). *Diseño de un biodigestor para la producción de biogás a partir de la Yucca schidigera* (Tesis de grado). Tecnológico Nacional de México.
- Colmenares, C. (2021). *Validación de eficacia del uso de probióticos como herramienta para la disminución de diarrea en lechones del campo experimental de la USAM*.
- De la Rosa, J., Ponce, B., Reyes, N., Vega, V., Zepeda, A., & Martínez, V. (2021). Helminths of the Wild Boar (*Sus scrofa*) from Units of Conservation Management and Sustainable Use of Wildlife Installed in the Eastern Economic Region of

- Mexico. *Animals*, 11(1), 98.
- Durán, A., Calle, J., Butrón, D., Pérez, A., Macías, F., & Simonet, A. (2022). Steroidal saponins with plant growth stimulation effects: *Yucca schidigera* as a commercial source. *Plants*, 11(23), 3378.
- Fabino, R., Dias, T., Oliveira, F., Custodio, J., Curcino, L., Carvalho, B., Ícaro, R., & Sayuri, E. (2020). Evaluación in vitro de hongos ruminales como probióticos para ovinos en una dieta alta en granos.
- Fan, M., Kerr, B., Trabue, S., Yin, X., Yang, Z., & Wang, W. (2022). Wine nutrition and environment. In *Sustainable swine nutrition*.
- FAO. (2021). *Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership: Guidelines for assessment of environmental performance of pig supply chains in response to climate change*. FAO.
- Fernando, R., & Feuchter, A. (2019). *Ión de gas metano en una granja porcina*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Finlay, C. (2020). *Efectos de los probióticos, prebióticos y simbióticos sobre la microbiota intestinal*.
- Fuentes, G. (2020). *Manejo de las excretas de cerdos y las alternativas de mitigación al impacto ambiental* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo.
- Gaillard, C., Brossard, L., & Dourmad, J. (2020). Improvement of feed and nutrient efficiency in pig production through precision feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 268.
- Giamouri, E., Zisis, F., & Mitsopoulou, C. (2023). Sustainable strategies for greenhouse gas emission reduction in small ruminants farming. *Sustainability*, 14(2), 3311.
- Góngora, G., Lizardi, J., López, Y., & López, M. (2023). Métodos de extracción, funcionalidad y bioactividad de saponinas de *Yucca*: una revisión. *Biotecnia*, 25(1), 158-165.
- Grijalva, N., Jiménez, I., Mariscal, S., Zamorano, L., & Valenzuela, E. (2021). Effects of ferulic acid supplementation on growth performance, carcass traits and histochemical characteristics of muscle fibers in finishing pigs. *Animals*, 11(8), 2455.
- Hill, G. (2022). Minerals and mineral utilization in swine. In *Sustainable swine nutrition* (pp. 11).

- Jeon, K., Song, M., Lee, J., Oh, H., Song, D., Chang, S., & Cho, J. (2024). Effects of single and complex probiotics in growing-finishing pigs and swine compost. *Journal of Animal Science and Technology*, 66(4), 763.
- Kwak, M., Tan, P., Oh, J., Chae, K., & Eun, J. (2021). The effects of multispecies probiotic formulations on growth performance, hepatic metabolism, intestinal integrity, and fecal microbiota in growing-finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 274.
- Landín, D. G. (2019). *Tecnologías disponibles para reducir el potencial contaminante de las excretas de granjas porcícolas*.
- Lee, M., Choi, Y., Bayo, J., Bugenyi, A. W., Kim, Y., & Heo, J. (2023). Effects of administration of prebiotics alone or in combination with probiotics on in vitro fermentation kinetics, malodor compound emission and microbial community structure in swine. *Fermentation*, 9(8), 716.
- Lemay, M., & Chimbo, B. (2020). *Caracterización fenotípica y sistemas de producción en los cerdos criollos del cantón Guaranda provincia Bolívar* (Tesis de grado). Universidad Estatal de Bolívar.
- Leyton, J., & Gómez, I. (2020). *Evaluaciones del uso de productos en extracto de Yucca schidigera para el control de amoníaco en explotaciones avícolas*. *Plumazos*, 45, 52.
- Martínez, C. (2024). *Parámetros hematológicos en cerdos criollos según categoría y sexo en un sistema de crianza extensivo altoandino, Chiara Ayacucho* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Medina, N. (2023). Efecto del uso de probióticos en el concentrado de cerdas gestantes para la prevención de colibacilosis en lechones en el cantón Balsas, San Roquito (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja). Repositorio digital Universidad Nacional de Loja <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26428/1/Nathaly%20Jackeline%20Medina%20Jaramillo.pdf>
- Mesías, C. (2021). Efecto de mezclas probióticas en dieta sobre la respuesta productiva y química sanguínea en juveniles de vieja colorada (*Cichlasoma festae*) (Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo). Repositorio digital Universidad Técnica Estatal de Quevedo

<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6163/1/T-UTEQ-297.pdf>

Mun, H., Rathnayake, D., Dilawar, M., & Jeong, M. (2022). Effect of ambient temperature on growth performances, carcass traits and meat quality of pigs. *Journal of Applied Animal Research*, 50(1), 103-108. doi: <https://doi.org/10.1080/09712119.2022.2032084>

Muñoz, V. (2020). Uso de extracto de *Yucca schidigera* en dietas para cerdos y su efecto en la concentración de gases en el ambiente y en excretas (Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Metropolitana).

Murcia, V., Savio, M., Cora, F., & Beneitez, A. (2021). Principios básicos de nutrición porcina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Anguil: INTA.

Nieto, B., & Salamanca, O. (2019). Efecto de la adición de un neutralizante de amoníaco sobre los parámetros productivos de cerdos en etapa de levante (Tesis de pregrado, Universidad de la Salle).

Noblet, J., Labussière, E., Renaudeau, D., & Van Milgen, J. (2022). Energy and energy metabolism in swine. *Sustainable Swine Nutrition*, 33. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119583998.ch3>

Núñez, S. (2022). Utilización de probióticos en la crianza de cerdos en etapa de engorde (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo). Repositorio digital Técnica de Babahoyo

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11398/E-UTB-FACIAG-MVZ000078.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pardo, H. (2022). Comparación de la suplementación de hierro en lechones por vía oral e intramuscular y su respuesta en la bioquímica sanguínea (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala). Repositorio digital Universidad Técnica de Machala

https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/21052/1/Trabajo_Titulacion_1136.pdf

Pérez, H., Anrango, G., & Villagrán, D. (2021). Biogeographic Determination (life zones) in the Province of Pichincha. *Ecuad. Sci. J*, 5(3), 239-261. doi:<https://doi.org/10.46480/esj.5.3.158>

- Pomar, C., Andretta, I., & Remus, A. (2021). Feeding strategies to reduce nutrient losses and improve the sustainability of growing pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 112121. doi: <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.742220>
- Rodas, D. (2021). Determinación de valores referenciales en hemograma y química sanguínea en porcinos machos aparentemente sanos en condiciones de altitud (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana). Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20677/1/UPS-CT009222.pdf>
- Rodrigues, L., Wellington, M., & Sands, J. (2020). Characterization of a swine model of birth weight and neonatal nutrient restriction. *Current Developments in Nutrition*, 6(4), 111. doi: <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa116>
- Rondón, Ana J., Socorro, Marvelys, Beruvides, A., Milián, Grethel, Rodríguez, Marlen, Arteaga, Fátima, & Vera, R. (2020). Efecto probiótico de PROBIOLACTIL®, SUBTILPROBIO® y su mezcla en indicadores productivos y de salud de cerdos en crecimiento. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(3), 345-354.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802020000300345&lng=es&tlng=es.
- Sampath, V., Sureshkumar, S., Seok, W., & Kim, I. (2023). Role and functions of micro and macro-minerals in swine nutrition: A short review. *Journal of Animal Science and Technology*, 3(65), 479–489. doi: <https://doi.org/10.5187/jast.2023.e9>
- Shastak, Y., & Pelletier, W. (2023). Review: Vitamin A supply in swine production: Current science and practical considerations. *Applied Animal Science*, 5(39), 289-305. doi: <https://doi.org/10.15232/aas.2023-02409>
- Shurson, G., Hung, Y., & Jang, J. (2021). Measures matter. Determining the true nutri-physiological value of feed ingredients for swine. *Animals*, 1259. doi: <https://doi.org/10.3390/ani11051259>
- Shurson, G., Hung, Y., Jang, J., & Urriola, P. (2021). Measures matter— Determining the true nutri-physiological value of feed ingredients for swine. *Animals*, 11(5), 1259.

doi:<https://doi.org/10.3390/ani11051259>

Soto, E. P., & Valencia, A. G. (2020). Gestión ambiental de olores.

Soto, M. (2022). Utilización de dispositivos de membrana para la captura de las emisiones de amoníaco procedentes de deyecciones de ganado porcino y avícola.

Stas, E., De Rouchey, J., Goodband, R., & Tokach, M. (2024). Nutritional guide to feeding wheat and wheat co-products to swine: A review. *Translational Animal Science*. doi: <https://doi.org/10.1093/tas/txae106>

Sudharsan, V., Parajuli, R., Scott, E., Canter, T., & Lim, t. (2021). Dairy and swine manure management – Challenges and perspectives for sustainable treatment technology. *Science of the Total Environment*, 778, 146319. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146319>

Wang, M., Yang, C., & Xang, Q. (2020). The growth performance, intestinal digestive and absorptive capabilities in piglets with different lengths of small intestines. *Animal*, 14(6), 1196-1203. doi:<https://doi.org/10.1017/S175173111900288X>

Wilson, M., Niraula, S., & Cortus, E. (2020). Nutrient characteristics of swine manure and wastewater. *Animal manure: Production, characteristics, environmental concerns, and management*, 111. doi: <https://doi.org/10.2134/asaspecpub67.c6>

Zhai, H., Adeola, O., & Liu, J. (2022). Phosphorus nutrition of growing pigs. *Animal Nutrition*, 9, 127-137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.01.010>

Zhang, Q., Hou, Y., Bazer, F., He, W., Posey, E., & Wu, G. (2021). Mino acids in swine nutrition and production. *Amino acids in nutrition and health*, 1285, 113. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-54462-1_6

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2. Resultados de análisis de laboratorio

seamaty®				seamaty®			
C.V. ANIMAL PLANET				C.V. ANIMAL PLANET			
RESULTADOS				RESULTADOS			
Dueño:		0627595		Dueño:		30605	
Animal:		T3		Animal:		T3	
ID Médico:		120		ID Médico:		116	
ID Muestra:		6		ID Muestra:		2	
AGEGroup:		Adulto		AGEGroup:		Adulto	
Animal:		Cerdo		Animal:		Cerdo	
Tipo de muestra:		Plasma		Tipo de muestra:		Sangre total	
ID Operador:				ID Operador:			
Lab:				Lab:			
Lote reactivos:		9250711		Lote reactivos:		9250711	
ID Rotor:		019809250711		ID Rotor:		019809250711	
ID Máquina:		121003013		ID Máquina:		121003013	
Ver:		V1.00.01.21/1.00.01.50		Ver:		V1.00.01.21/1.00.01.50	
Hora prueba:		2025-05-26 17:54		Hora prueba:		2025-05-26 16:53	
Ensayo	Resultado	Ref	Unidad	Ensayo	Resultado	Ref	Unidad
ALB	35.2	22.3-45.3	g/L	ALB	41.2	22.3-45.3	g/L
TP	65.2	49.0-80.0	g/L	TP	68.3	49.0-80.0	g/L
GLOB	30.0	14.0-52.0	g/L	GLOB	27.1	14.0-52.0	g/L
A/G	1.17			A/G	1.52		
TB	1.9	0.0-7.7	umol/L	TB	1.0	0.0-7.7	umol/L
GGT	24	16-86	U/L	GGT	35	16-86	U/L
AST	25	16-90	U/L	AST	32	16-90	U/L
ALT	65	0-95	U/L	ALT	66	0-95	U/L
ALP	182	64-576	U/L	ALP	111	64-576	U/L
TBA	42.27		umol/L	TBA	13.50		umol/L
AMY	2424	450-3594	U/L	AMY	3110	450-3594	U/L
LPS	22		U/L	LPS	19		U/L
LDH	606	575-1200	U/L	LDH	550 L	575-1200	U/L
CK	482	50-3531	U/L	CK	> 4000 H	50-3531	U/L
Crea	113.0	44.0-186.0	umol/L	Crea	116.2	44.0-186.0	umol/L
UA	< 10.00		umol/L	UA	< 10.00		umol/L
UREA	2.97	2.10-10.70	mmol/L	UREA	2.94	2.10-10.70	mmol/L
U/C	26	11-126		U/C	25	11-126	
GLU	5.44	3.33-9.00	mmol/L	GLU	5.56	3.33-9.00	mmol/L
TC	3.27	0.00-4.74	mmol/L	TC	2.19	0.00-4.74	mmol/L
TG	0.46	0.24-1.83	mmol/L	TG	0.52	0.24-1.83	mmol/L
TCO2	17.4	8.0-23.7	mmol/L	TCO2	18.1	8.0-23.7	mmol/L
Ca	2.47	1.83-2.85	mmol/L	Ca	2.53	1.83-2.85	mmol/L
PHOS	2.96	1.61-3.45	mmol/L	PHOS	3.04	1.61-3.45	mmol/L
Interpretación de reporte				CK>Límite de detección, por favor vuelva a probar después de la dilución.			
Interpretación de reporte				Interpretación de reporte			

Informe de prueba

Animal: Puerco

Secuencia No. 4 No. de muestra: 0627500

Nombre: T1

Muestra:

Sexo: Edad: 1 año os

Tipo de muestra: Sangre completa

Test Hora: 05/26/2025 15:59

Item	Resultado	Referencia	Nota
WBC	15.6 $10^9/L$	11-22	
LYM	5.3 $10^9/L$		
MDM	0.7 $10^9/L$		
GRAN	9.6 $10^9/L$		
LYM%	33.8 %		
MD%	4.2 %		
GRAN%	62 %		
RBC	7.07 $10^{12}/L$	5-9.5	
HGB	126 g/L	99-165	
MCHC	317 g/L	300-380	
MCH	17.9 pg	17-22	
MCV	56.3 fL	51-68	
RDWCV	13.5 %	14-19	L
RDWSD	36.2 fL	35-56	
HCT	39.8 %	32-50	
PLT	420 $10^9/L$	200-700	
MPV	6.5 fL	6-12	
PDW	13.7 fL	10-18	
PCT	0.275 %	0.1-0.5	
P-LCR	6.3 %	13-43	L

U

B

C

R

B

C

P

L

T

Informe de prueba

Animal: Puerco

Secuencia No. 5 No. de muestra: 0627500

Nombre: T1

Muestra:

Sexo: Edad: 1 año os

Tipo de muestra: Sangre completa

Test Hora: 05/26/2025 16:02

Item	Resultado	Referencia	Nota
WBC	15.4 $10^9/L$	11-22	
LYM	6 $10^9/L$		
MDM	0.9 $10^9/L$		
GRAN	8.5 $10^9/L$		
LYM%	38.7 %		
MD%	5.6 %		
GRAN%	55.7 %		
RBC	7.09 $10^{12}/L$	5-9.5	
HGB	126 g/L	99-165	
MCHC	317 g/L	300-380	
MCH	17.7 pg	17-22	
MCV	56 fL	51-68	
RDWCV	14.2 %	14-19	
RDWSD	37.9 fL	35-56	
HCT	39.7 %	32-50	
PLT	519 $10^9/L$	200-700	
MPV	7.1 fL	6-12	
PDW	15.8 fL	10-18	
PCT	0.366 %	0.1-0.5	
P-LCR	7.6 %	13-43	L

U

B

C

R

B

C

P

L

T

Fecha de impresión: 05/26/2025

Animal: Puerro
 Sexo: M
 Nombre: T2
 Maestro:
 Edad: 1 a 6 m
 Tipo de muestra: Sangre completa
 Test Hora: 05/26/2025 15:49

Item	Resultado	Referencia	Nota
WBC	16.5 $10^9/L$	11-22	
LYM	8.4 $10^9/L$		
MID	0.7 $10^9/L$		
GRAN	7.4 $10^9/L$		
LYM%	51.1 %		
MID%	4.3 %		
GRAN%	44.6 %		
RBC	7.26 $10^{12}/L$	5-9.5	
HGB	132 g/L	99-165	
MCH	32 g/L	300-380	
MCHC	18.2 g/L	17-22	
MCV	56.3 fL	51-68	
RDWCV	14 %	14-19	
RDWSD	37.3 fL	35-56	
HCT	46.9 %	32-50	
PLT	111 $10^9/L$	200-700	
MPV	6.9 fL	6-12	
PDW	17.1 fL	10-18	
PCT	0.285 %	0.1-0.5	
P-LCR	8 %	13-17	
U			
B			
C			
R			
B			
C			
P			
L			
T			

Animal: Puerro
 Sexo: M
 Nombre: T2
 Maestro:
 Edad: 1 a 6 m
 Tipo de muestra: Sangre completa
 Test Hora: 05/26/2025 16:06

Item	Resultado	Referencia	Nota
WBC	21.9 $10^9/L$	11-22	
LYM	10.6 $10^9/L$		
MID	1 $10^9/L$		
GRAN	10.3 $10^9/L$		
LYM%	48.3 %		
MID%	4.6 %		
GRAN%	47.1 %		
RBC	7.77 $10^{12}/L$	5-9.5	
HGB	132 g/L	99-165	
MCH	319 g/L	300-380	
MCHC	17 g/L	17-22	
MCV	53.1 fL	51-68	
RDWCV	13.6 %	14-19	L
RDWSD	33.9 fL	35-56	L
HCT	41.3 %	32-50	
PLT	117 $10^9/L$	200-700	
MPV	7.3 fL	6-12	
PDW	22.9 fL	10-18	H
PCT	0.392 %	0.1-0.5	
P-LCR	12.4 %	13-17	L
U			
B			
C			
R			
B			
C			
P			
L			
T			

Fecha de Impresión: 05/26/2025

Informe de pruebas
 Animal: Puerco
 Secuencia No. 12 No. de muestras: 2000
 Nombre: T3
 Maestro:
 Sexo: Edad: 1 a6 or
 Tipo de muestra: Sangre completa
 Test Hora: 05/26/2025 15:52

Item	Resultado	Referencia	Nota
WBC	12.3 $10^9/L$	11-22	
LYM	4.6 $10^9/L$		
MDW	0.6 $10^9/L$		
GRAN	7.1 $10^9/L$		
LYM%	37.5 %		
MDW%	4.5 %		
GRAN%	58 %		
RBC	6.93 $10^{12}/L$	5-9.5	
HGB	119 g/L	99-165	
MCH	165 g/L	300-380	
MCH	17.2 pg	17-22	
MCV	56.1 fL	51-68	
RBCCV	12.9 %	14-19	L
RBCSD	31.9 fL	35-56	L
HCT	39.1 %	32-50	
PLT	513 $10^9/L$	200-700	
MPV	6.5 fL	6-12	
PDW	13.1 fL	10-18	
PCT	0.335 %	0.1-0.5	
P-LCB	5.4 %	13-43	L

U
 B
 C
 B
 B
 C
 P
 L
 T
 Fecha de Ingreso: 05/26/2025

Informe de pruebas
 Animal: Puerco
 Secuencia No. 13 No. de muestras: 627595
 Nombre: T3
 Maestro:
 Sexo: Edad: 1 a6 or
 Tipo de muestra: Sangre completa
 Test Hora: 05/26/2025 15:56

Item	Resultado	Referencia	Nota
WBC	15.9 $10^9/L$	11-22	
LYM	2.1 $10^9/L$		
MDW	0.3 $10^9/L$		
GRAN	12.9 $10^9/L$		
LYM%	13.4 %		
MDW%	5.9 %		
GRAN%	80.7 %		
RBC	7.47 $10^{12}/L$	5-9.5	
HGB	133 g/L	99-165	
MCH	320 g/L	300-380	
MCH	17.8 pg	17-22	
MCV	95.5 fL	51-68	
RBCCV	14 %	14-19	
RBCSD	37.2 fL	35-56	
HCT	41.5 %	32-50	
PLT	320 $10^9/L$	200-700	
MPV	7 fL	6-12	
PDW	13.1 fL	10-18	
PCT	0.23 %	0.1-0.5	
P-LCB	10.2 %	13-43	L

U
 B
 C
 B
 B
 C
 P
 L
 T
 Fecha de Ingreso: 05/26/2025

Anexo 3. Base de datos

T	R	PI	PF	GP	AC	CA	NH3	CO2	PHE
T1	R1	23.36	47	23.64	44.54	1.88	9.57	13.08	9.5
T1	R2	25.32	46	20.68	44.54	2.15	7.5	10.57	9
T1	R3	24.77	43	18.23	44.54	2.44	7.9	13.12	8.5
T1	R4	28.55	48	19.45	44.54	2.29	8.67	11.45	8.5
T1	R5	22.09	47	24.91	44.54	1.79	7.78	9.56	8.5
T1	R6	23.81	45	21.19	44.54	2.10	8.67	10.08	9.5
T1	R7	20.68	44	23.32	44.54	1.91	7.89	12.34	9
T2	R1	17.59	39	21.41	44.54	2.08	8.23	10.22	8.5
T2	R2	18.04	41	22.96	44.54	1.94	6.5	9.21	8.5
T2	R3	18.2	46	27.8	44.54	1.60	6.6	6.46	8
T2	R4	18.73	42	23.27	44.54	1.91	4.4	6.44	6.5
T2	R5	21.86	43	21.14	44.54	2.11	3.78	6.32	6.5
T2	R6	17.82	44	26.18	44.54	1.70	2.59	4.33	6
T2	R7	18.09	43	24.91	44.54	1.79	5.59	3.34	6
T3	R1	19.32	42	22.68	44.54	1.96	9.99	13.22	9
T3	R2	18.61	41	22.39	44.54	1.99	7.49	10.2	8
T3	R3	16.5	37	20.5	44.54	2.17	6.89	6.78	7.5
T3	R4	18.05	40	21.95	44.54	2.03	4.83	5.11	6
T3	R5	19.05	45	25.95	44.54	1.72	3.14	4.98	6.5
T3	R6	23.59	45	21.41	44.54	2.08	2.78	4.76	6.5
T3	R7	18.95	43	24.05	44.54	1.85	3.68	3.47	6

T	LDH	TG	U	GLU	AST	ALT	HGB	RBC	PLT
T1	575	1.11	4.79	5.9	18	59	126	7.07	420
T1	511	0.49	4.9	5	15	54	126	7.09	519
T2	558	0.48	2.92	5.4	31	63	132	7.26	411
T2	579	0.36	2.95	5.66	27	64	132	7.77	417
T3	590	0.52	2.94	5.56	32	66	119	6.93	513
T3	606	0.46	2.97	5.44	25	65	133	7.47	320

Anexo 4. Fotografías



Limpieza del corral



Pintada del corral



Llegada de cerdos al corral



Llegada de cerdos al corral



Medición de dosis de *Yucca hidigera*



Preparación de alimento con tratamiento



Mezcla del alimento



Recolección de heces



Medición de dióxido de carbono



Medición de amoniaco



Recolección de heces



Desparasitación de los cerdos



Medición de pH de las heces



Medición de pH de las heces



Recolección de muestras de sangre



acción de muestras de sangre



Visita de campo



Visita de campo

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Aditivos alimentarios: Sustancias añadidas a la dieta de los animales para mejorar su salud, crecimiento y productividad.

Bioactivos: Compuestos presentes en las plantas que tienen efectos beneficiosos en la salud y el metabolismo de los animales.

Cerdos en crecimiento: Cerdos en una etapa de desarrollo antes de alcanzar el tamaño y peso óptimos para el mercado o la reproducción.

Concentración de gases: Medición de la cantidad de gases, como amoníaco (NH₃) y sulfuro de hidrógeno (H₂S), presentes en el ambiente o emitidos por los animales.

Control de olores: Reducción de los olores desagradables producidos por las excretas animales, principalmente amoníaco y sulfuro de hidrógeno.

Detoxificantes: Son compuestos que ayudan a eliminar o neutralizar toxinas del cuerpo. Los detoxificantes pueden actuar en órganos como el hígado, los riñones o el sistema digestivo para reducir el impacto de sustancias nocivas sobre la salud.

Enzimas: Son proteínas que actúan como catalizadores biológicos, acelerando las reacciones químicas dentro de las células y los organismos. Las enzimas son esenciales para procesos como la digestión, la síntesis de moléculas y la degradación de desechos.

Excretas: Desechos sólidos y líquidos producidos por los animales, comúnmente conocidos como heces y orina.

Extracto de *Yucca schidigera*: Sustancia obtenida de la planta *Yucca schidigera*, conocida por sus propiedades beneficiosas, incluyendo la reducción de olores y gases en la producción animal.

Inflamación: Es una respuesta biológica del sistema inmunológico a una lesión, infección o irritación. La inflamación tiene como objetivo eliminar el agente causante y promover la reparación del tejido dañado. Se caracteriza por enrojecimiento, calor, hinchazón y dolor en el área afectada.

Inmunidad: Es la capacidad del organismo para resistir o defenderse de agentes patógenos, como bacterias, virus, hongos, y otros microorganismos. La inmunidad puede ser innata (presente desde el nacimiento) o adquirida (desarrollada a lo largo de la vida tras la exposición a patógenos).

Plasma: Es la parte líquida de la sangre, compuesta principalmente por agua, proteínas, electrolitos, nutrientes, desechos y hormonas. El plasma transporta las células sanguíneas y desempeña un papel clave en la coagulación, el equilibrio ácido-base y la distribución de nutrientes.

Productividad animal: Medida del rendimiento de los animales en términos de crecimiento, salud y eficiencia alimentaria.

Protozoarios: Microorganismos unicelulares que pueden afectar la salud de los animales y que pueden ser controlados mediante aditivos como el extracto de *Yucca schidigera*.

Sangre: Es un fluido vital compuesto por plasma, células sanguíneas (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) y otras sustancias. La sangre tiene varias funciones esenciales, como transportar oxígeno, nutrientes y hormonas, defender el cuerpo contra infecciones y regular la temperatura corporal.