

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“EVALUACIÓN DEL USO DE UN PEPTIDO DERIVADO DE
LEVADURA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN DIETAS
PREINICIADORAS DE LECHONES”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

KRYSTEL ANGELA ALCAZAR QUISPE

LA MOLINA, PERÚ

2022

Document Information

Analyzed document	TSP 2022- KRYSTEL ALCAZAR QUISPE (VERSIÓN FINAL).docx (D157012623)
Submitted	2023-01-26 15:03:00
Submitted by	Carmen Hortensia Alvarez Sacio
Submitter email	chas@lamolina.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	chas.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Sanidad Animal_MilenaLadines.pdf Document Sanidad Animal_MilenaLadines.pdf (D140135558)	 3
SA	Tamay- Restriccion proteica.docx Document Tamay- Restriccion proteica.docx (D135724089)	 1
SA	Tesis José Humberto Hidalgo Loor.docx Document Tesis José Humberto Hidalgo Loor.docx (D111609353)	 1
SA	Cevallos - Estrategias nutricionales para las diarreas post-destete en cerdos..docx Document Cevallos - Estrategias nutricionales para las diarreas post-destete en cerdos..docx (D148493133)	 4
W	URL: https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.6977 Fetched: 2023-01-26 16:02:00	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

"EVALUACIÓN DE UN PÉPTIDO DERIVADO DE LEVADURA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN DIETAS PREINICIADORAS DE LECHONES"

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA

KRYSTEL ANGELA ALCAZAR QUISPE

LA MOLINA, PERÚ 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

"EVALUACIÓN DE UN PÉPTIDO DERIVADO DE LEVADURA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN DIETAS PREINICIADORAS DE LECHONES"

Presentado por: KRYSTEL ANGELA ALCAZAR QUISPE

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

----- Presidente Primer

miembro Mg.Sc. Enrique Alvarado Malca Mg.Sc. Víctor Vergara Rubín

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“EVALUACIÓN DEL USO DE UN PEPTIDO DERIVADO DE
LEVADURA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN DIETAS
PREINICIADORAS DE LECHONES”**

Presentado por: **KRYSTEL ANGELA ALCAZAR QUISPE**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

Presidente
Mg.Sc. Enrique Alvarado Malca

Primer miembro
Mg.Sc. Víctor Vergara Rubín

Segundo Miembro
Ph.D. Nataly Bernuy Osorio

Asesora
Ing. Carmen Alvarez Sacio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA

ACTA DE SUSTENTACION

FZ/003.22 TSP



Trabajo de Suficiencia Profesional presentado por la Bachiller en Ciencias Zootecnia **ALCAZAR QUISPE KRYSTEL ANGELA**, titulado **"EVALUACIÓN DEL USO DE UN PEPTIDO DERIVADO DE LEVADURA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN DIETAS PREINICIADORAS DE LECHONES"**, oídas las respuestas y observaciones formuladas, la declaramos **APROBADA**, con el calificativo de **SOBRESALIENTE**, en consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTA** por el Consejo de Facultad y recibir el título de **INGENIERO ZOOTECNISTA**, de conformidad con lo estipulado por el Art. 89° del Estatuto de la Universidad y el Art. 150° del Reglamento General de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

La Molina, 29 de noviembre de 2022

Mg.Sc. Enrique Alvarado Malca
Presidente

Mg.Sc. Víctor Vergara Rubin
Miembro

Ph.D. Nataly Bernuy Osorio
Miembro

Ing° Carmen Alvarez Sacio
Asesora

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis abuelos Calixto y Rosa, mis padres Jorge y Rosa por su amor, esfuerzo y sacrificio, a mis hermanos Nadia, George, Heidi por ser mi ejemplo de superación, a José por su amor y comprensión y a Mía por ser un angelito en nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros, Carmen Álvarez, Julio Concha Andia, Enrique Alvarado Malca, por su apoyo incondicional para culminar esta etapa académica.

Al Ingeniero José Alfredo López Coronado por ser la persona que con sus sabios consejos y ánimos me ayudó de principio a fin a seguir adelante.

A la empresa PROFEED dirigida por la Ingeniera Dora Romero Sáenz, por las facilidades brindadas para esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problemática	1
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Uso de preiniciadores en lechones	3
2.2. Uso de la colistina como promotor de crecimiento	4
2.3 Péptidos	5
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	7
3.1 Experiencia	7
3.1.1 Pilares de la producción.....	7
3.1.2 Efecto del alimento en la crianza.....	8
3.1.3 Antibióticos en los preiniciadores	9
3.2 Aportes	10
3.2.1 Ensayo 1: Comparación del alimento preiniciador Profeed versus el Control, en UNALM.....	11
3.2.2 Ensayo 2: Comparación del alimento preiniciador Profeed versus el Control, en una granja comercial.....	12
3.2.3 Ensayo 3: Prueba en UNALM sobre la viabilidad del uso de Citrocin en reemplazo del sulfato de colistina	14

3.2.4 Ensayo 4: Prueba en granja comercial sobre la viabilidad del uso de Citrocin como promotor de crecimiento.....	15
3.3 Análisis de la contribución	16
3.4 Beneficios	199
3.4.1 Beneficios para el productor.....	20
3.4.2 Beneficios para la marca Profeed	20
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1 Ensayo 1: Comparación del alimento preiniciador Profeed versus el Control, en UNALM	21
4.2 Ensayo 2: Comparación del alimento preiniciador Profeed versus el Control, en una granja comercial	23
4.3 Ensayo 3: Prueba en UNALM sobre la viabilidad del uso de Citrocin en reemplazo del sulfato de colistina	25
4.4 Prueba de campo 4: Prueba en granja comercial sobre la viabilidad del uso de Citrocin en reemplazo del sulfato de colistina	27
V.CONCLUSIONES	29
VI.RECOMENDACIONES.....	30
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

INDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1. Características nutricionales del alimento Profeed por fases desde el destete hasta los 50 días.</u>	11
<u>Tabla 2. Programa de alimentación, rango de peso y consumo de alimento por fase</u>	17
<u>Tabla 3. Parámetros productivos de la línea genética PIC.</u>	18
<u>Tabla 4. Beneficios para el productor y para la empresa Profeed.</u>	19
<u>Tabla 5. Parámetros productivos obtenidos al destete y a los días 28 de edad con los preiniciadores Profeed versus el Control.</u>	22
<u>Tabla 6. Parámetros productivos y económicos obtenidos con el alimento preiniciador Profeed y Control en ensayo 2.</u>	24
<u>Tabla 7. Parámetros productivos y económicos obtenidos al día 35 usando preiniciadores con sulfato de colistina y Citrocin en el ensayo 3.</u>	26
<u>Tabla 8. Parámetros productivos y económicos obtenidos con el alimento preiniciador Profeed y Control en ensayo 4.</u>	28

INDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO 1. Análisis de varianza para peso al destete en ensayo 1</u>	35
<u>ANEXO 2. Análisis de varianza para peso a los 28 días en ensayo 1</u>	35
<u>ANEXO 3. Análisis de varianza para ganancia de peso en ensayo 1</u>	36
<u>ANEXO 4. Análisis de varianza para peso al destete en ensayo 2</u>	36
<u>ANEXO 5. Análisis de varianza para peso a los 50 días en ensayo 2</u>	37
<u>ANEXO 6. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso en ensayo 2</u>	37
<u>ANEXO 7. Análisis de varianza para peso al destete en ensayo 3</u>	38
<u>ANEXO 8. Análisis de varianza para peso a los 35 días en ensayo 3</u>	38
<u>ANEXO 9. Análisis de varianza para la ganancia de peso a los 35 días en ensayo 3</u>	39
<u>ANEXO 10. Análisis de varianza para la ganancia de peso total en ensayo 3</u>	39
<u>ANEXO 11. Análisis de varianza para el peso al destete en ensayo 4</u>	40
<u>ANEXO 12. Análisis de varianza para el peso a los 35 días en el ensayo 4</u>	40

RESUMEN

La experiencia como ejecutivo técnico comercial especializado en alimentos preiniciadores para lechones consistió en realizar pruebas experimentales para lanzar un preiniciador bajo la marca Profeed al mercado y evaluar el uso del péptido antimicrobiano Citrocin en reemplazo del sulfato de colistina. Las pruebas se llevaron a cabo en las instalaciones de la Unidad Experimental de Cerdos de la Universidad Nacional Agraria La Molina y en granjas comerciales que presentaban reto sanitario tales como síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) y problemas de mortalidad en las primeras semanas. Los resultados indicaron que el alimento preiniciador Profeed era competitivo frente a otra marca comercial, ya que se obtuvo mayores valores para el peso corporal y la ganancia diaria de peso al evaluarse en granjas, logrando tener un menor costo por kilogramo de lechón producido. Por otro lado, el péptido antimicrobiano Citrocin pudo reemplazar al sulfato de colistina como promotor de crecimiento del alimento preiniciador, ya que en una prueba no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en el peso corporal y ganancia diaria de peso, e incluso se observó un menor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia con el uso de Citrocin. En la prueba en granja comercial, se determinó que el uso de Citrocin arrojó mejores resultados en cuanto a peso corporal y ganancia diaria de peso en comparación a un alimento Control, lo que repercutió en un menor costo por kilogramo de peso vivo de lechón para el preiniciador Profeed que contiene Citrocin. En base a los resultados obtenidos se recomienda el uso de Citrocin como promotor de crecimiento en reemplazo del sulfato de colistina en dietas preiniciadoras de lechones.

Palabras claves: Alimentación, lechones, péptidos, citrocin

ABSTRACT

The professional experience as a commercial technical executive specialized in piglet pre-starter feeds consisted of conducting experimental tests to launch a Profeed brand pre-starter on the market and evaluating the use of the antimicrobial peptide Citrocin in replacement of colistin sulfate. Tests were carried out in the facilities of the "Unidad Experimental de Cerdos" of the Universidad Nacional Agraria La Molina and in commercial farms that manifested sanitary challenges such as PRRS+ and mortality problems in the first weeks. Results indicate that the Profeed pre-starter feed was competitive against a pre-starter feed of a competitive brand since the weights and daily weight gain were higher when the Profeed pre-starter was used in commercial farms. Therefore, a lower cost per kilogram of piglet produced was obtained. On the other hand, the antimicrobial peptide Citrocin was able to replace the colistin sulfate as a growth promoter in pre-starter feeds since no significant differences were observed in weights and daily weight gain between the two growth promoters. Also, a lower feed consumption and better feed conversion was observed in the group of piglets that received the Profeed pre-starter with Citrocin. In commercial farms, it was observed that the use of the Profeed pre-starter with Citrocin yielded better results in terms of weight and daily weight gain than a Control feed which resulted in a lower cost per kilogram of piglet. Based on the results obtained, the use of Citrocin is recommended as a growth promoter to replace colistin sulfate in piglet pre-starter diets.

Keywords: Feeding, piglets, peptides, citrocin

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática

Para obtener la máxima rentabilidad económica, las crianzas porcinas hacen uso de un sistema intensivo de producción que demanda de buena genética, buen manejo del ambiente, agua, alimento, estado sanitario, condición del animal, así como del uso de insumos de alta calidad, que garanticen un buen desempeño productivo. La etapa de recría requiere de una dieta altamente digestible y asimilable por el tracto digestivo incompleto que presentan, ya que el desarrollo del tracto gastrointestinal del lechón sufre una serie de modificaciones por la inclusión de una dieta sólida con respecto a una dieta líquida en la etapa de lactación. Por tanto, en esta etapa el lechón es susceptible a patógenos presentes en el medio ambiente.

Las empresas de fabricación de alimentos por muchos años han venido haciendo uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) a dosis sub-terapéuticas con el objetivo de mejorar el crecimiento, eficiencia alimenticia y la salud del animal. Incluso en las dietas preiniciadoras se ha hecho uso de los APC, siendo muy empleado el sulfato de colistina para garantizar un efecto protector frente a bacterias Gram negativas. La colistina tiene un efecto desestabilizador de la estructura de lipopolisacáridos de la membrana lipídica que aumenta la permeabilidad y conlleva a la muerte celular (Rhouma et al., 2016), de este modo, se evita que el animal se afecte por la inmunocompetencia bacteriana y pueda obtener mejoras en sus resultados productivos como una buena ganancia de peso y bajo índice de conversión alimenticia; sin embargo, su uso ha sido prohibido a nivel mundial, siendo los países europeos los primeros en plantear esta prohibición en el año 2006 (Maron et al., 2013)

El Citrocin es un péptido lazo conformado por 19 aminoácidos proveniente del *Citrobacter pasteurii* y *Citrobacter braakii* con potencial antimicrobiano frente a la *Escherichia coli* (Cheung-Lee et al., 2019). Sin embargo, en la actualidad no existen estudios publicados sobre el uso y efectividad de este péptido en dietas comerciales como APC en reemplazo de la

colistina. Por lo expuesto, en este estudio se evaluaron los parámetros productivos que se generan en lechones destetados hasta los 35 días suministrándoles una dieta preiniciadora que incluyó Citrocin en reemplazo de la colistina.

1.2 Objetivo general

Evaluar un péptido derivado de levadura como promotor de crecimiento en dietas preiniciadoras de lechones en el periodo posdestete.

1.3 Objetivos específicos

1. Determinar parámetros productivos en lechones alimentados con el preiniciador Profeed y compararlos con los obtenidos con un preiniciador comercial.
2. Evaluar el uso del péptido Citrocin como reemplazo del sulfato de colistina en el preiniciador Profeed, a través de la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y retribución económica del alimento.
3. Evaluar a nivel comercial la introducción de nuevos preiniciadores que contienen el péptido Citrocin

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Uso de preiniciadores en lechones

El uso de preiniciadores en cerdos no es nuevo en el campo zootécnico, ya en los años 50, los preiniciadores eran alimentos con 80 a 90 % de productos lácteos que se usaban con la finalidad de destetar rápido al lechón (Strum & Dinusson, 1954). Hoy en día, los preiniciadores son alimentos que a expensas del costo usan ingredientes de alta calidad como arroz, cereales procesados y fuentes de proteína animal para mejorar el consumo, la digestibilidad, el crecimiento y la palatabilidad (Berrocoso et al., 2012). Además, la cantidad que se suministre y sus materias primas cumplen un rol fundamental en la maduración del tracto gastrointestinal (Reis de Souza et al., 2012), e incluso, en la etapa post-destete, el uso de estos ayuda a mantener el peso de los lechones aun cuando estos manifiestan diarreas (González Moreno et al., 2014). Estos alimentos se usan a tempranas edades: desde el destete con 21 días hasta el día 50 de edad; asimismo, se suministran *ad libitum* y en forma peletizada.

La investigación actual en el campo de preiniciadores se centra en reducir la incidencia de diarreas de la etapa post-destete y mejorar el crecimiento. Se ha encontrado que el uso moderado de fuentes de fibra como las cascarillas de avena y el uso de cereales procesados térmicamente reducen la incidencia de diarreas (Mateos et al., 2006, 2007). No obstante, se ha reportado que el uso de probióticos o de ingredientes de alta calidad como maíz procesado con calor, harina de pescado y lactosa en la dieta preiniciadora no tienen efecto sobre el crecimiento del lechón (Berrocoso et al., 2012; Jørgensen et al., 2016). A pesar de ello, el uso de promotores de crecimiento sigue teniendo notoriedad dado que el interés actual de la industria es usar promotores que no generen resistencia.

2.2. Uso de la colistina como promotor de crecimiento

Entre los años 2000 y 2010, el uso de la colistina a nivel mundial fue generalizado, siendo usado para prevenir y tratar enfermedades infecciosas, así como para promover el crecimiento en animales (Liu & Liu, 2018). En Europa fue prohibido como antibiótico promotor de crecimiento (APC) en el año 2006, ya que el uso de antibióticos en pequeñas dosis y por periodos prolongados está relacionado a la resistencia antibiótica (Maron et al., 2013). La resistencia a la colistina en animales por lo general es baja, aunque en Asia se encontró una alta prevalencia (Kempf et al., 2016), lo que conllevó a la prohibición de su uso en China en el 2016 (Walsh & Wu, 2016). En el Perú se detectaron casos de *Pseudomona aeruginosa* y *Klebsiella pneumoniae* resistente a colistina en seres humanos (Naomi-Matsuoka et al., 2020; Zarate et al., 2021). Incluso, se ha encontrado *Escherichia coli* resistente a antibióticos en pollos vendidos al público en mercados de la zona periurbana de Lima (Murray et al., 2021). Esta evidencia sumada a otros estudios descriptivos y transversales donde se reportaron pacientes positivos al gen resistente a *Escherichia coli* (gen *mcr-1*), y *Klebsiella pneumoniae* (gen *mcr-13*) fue determinante para prohibir el uso, en Perú, del principio activo a la colistina o sus sales derivadas para el consumo animal mediante la resolución directoral N.º 0091-2019-MINAGRI-SENASA-DIAIA titulada: “Prohíbe la importación, comercialización, fabricación o elaboración de productos veterinarios que contengan el principio activo colistina (Polimixina E) o cualquiera de sus sales.

Debido a la prohibición de este APC, se han buscado nuevas alternativas que no generen resistencia en la salud humana y animal, pero al mismo tiempo permitan lograr buenos resultados productivos. Rhouma et al. (2017) refieren diversas estrategias para reemplazar al uso de la colistina en cerdos, entre ellas está el uso de aditivos en la dieta, tales como óxido de zinc, ácidos orgánicos, prebióticos, probióticos, plasma porcina deshidratado, virus bacteriófagos, anticuerpos específicos de la yema de huevo y péptidos antimicrobiales.

2.3 Péptidos

Los péptidos antimicrobiales son producidos por bacterias, insectos, anfibios y mamíferos, así como por síntesis química, y son considerados como un nuevo agente antimicrobiano por sus propiedades naturales y no generar resistencia (Wang et al., 2016). El modo de acción de los péptidos antimicrobiales puede ser a nivel de la membrana celular o a nivel intracelular. A nivel de la membrana celular, Xiao et al. (2015) señalan que hay péptidos que forman poros en la membrana, otros que se comportan como un detergente que alteran la estructura de la membrana, y otros que se comportan como agregados que se adhieren a la membrana por los que salen iones y moléculas grandes. Los mismos autores indican, que hay péptidos antimicrobiales capaces de matar a la célula interactuando con el ADN, ARN y proteínas, pero sin tocar a la membrana celular.

Los péptidos antimicrobiales tendrían aplicación en la nutrición porcina, ya que tienen actividad antimicrobiales e inmunomodulador que promueve la digestibilidad de nutrientes y la salud (Wang et al., 2016). El uso de péptidos antimicrobiales (combinación de lactoferrina, cecropina, defensina y plectasina) a razón de dos a tres gramos por kilogramo de alimento tuvo efectos benéficos sobre el crecimiento de lechones destetados y mejoró la tasa de supervivencia al reducir la incidencia de diarreas (Xiong et al., 2014). Lo mismo sostiene Yoon et al. (2012) con la adición de péptidos sintéticos AMP-A3, que también mejora la digestibilidad aparente del tracto, y tiene beneficios sobre la morfología, microbiota intestinal y fecal; por estas razones, los autores sostienen que es un potencial reemplazo a los antibióticos.

Dentro de los péptidos antimicrobiales se tienen a los péptidos lazo que son péptidos cíclicos con buena estabilidad y resistencia a las proteasas gracias a su estructura que contienen residuos de aminoácidos y una cola peptídica C-terminal lineal enhebrada a través del anillo que le da la estructura de lazo (Kaweewan et al., 2018). El Citrocin es un péptido lazo conformado por 19 aminoácidos proveniente de *Citrobacter pasteurii* y *Citrobacter braakii* con potencial

antimicrobiano frente a la *Escherichia coli* (Cheung-Lee et al., 2019). Sin embargo, en la actualidad no existen estudios publicados sobre el uso y efectividad de este péptido en dietas comerciales como APC en reemplazo de la colistina.

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Experiencia

La experiencia como ejecutivo técnico comercial en el rubro de alimentos preiniciadores ha permitido observar de manera directa el efecto de factores externos dentro de la crianza que impactan en los costos de producción y que perjudican a los productores. El alimento, por ejemplo, debe estar bien formulado y mantener los requerimientos de la especie, además de considerar el uso de ingredientes de buena calidad; ya que el alimento define la respuesta productiva en ambientes controlados y debe garantizar buenos efectos productivos; sin embargo, los factores genéticos, ambientales, sanitarios, manejo, personal, etc. repercuten indirectamente en los resultados. Es por ello por lo que para la introducción de preiniciadores Profeed, se realizaron evaluaciones experimentales bajo condiciones óptimas y controladas y evaluaciones de campo en granjas con retos sanitarios y otros factores.

3.1.1 Pilares de la producción

El manejo está dado por tres pilares que sumados logran un buen desempeño productivo en todas las especies. El primero trata del ambiente, que se puede definir como el espacio físico en donde se alojan los animales comerciales de acuerdo con las especificaciones de las líneas, razas o variedades a criar, considerando la temperatura, densidad (m² / animal), horas luz, intensidad o color de luz, niveles de oxígeno y CO₂, velocidad de aire, entre otros. El segundo pilar trata del agua, actualmente considerado como un nutriente más ya que los organismos vivos están constituidos por más de un 60% de agua molecular y este nutriente delimita las reacciones químicas dentro del organismo para su desarrollo y desempeño productivo.

El tercer pilar trata del alimento, el cual es la suma de insumos que se emplean en la formulación para lograr que sus nutrientes cubran según especie, edad, niveles productivos, etc. los requerimientos nutricionales que le permitan a la especie el desarrollo fisiológico, inmunológico, estructural y productivo adecuado. Este tercer pilar, en el caso de porcinos, es el principal dentro de los costos de producción, ya que representa el 65 a 70 % de éste.

Se ha observado que estos tres pilares llevados de manera óptima dentro de una crianza garantizan un buen desempeño productivo y dentro de los tres la investigación está centrada en la alimentación debido al impacto que genera dentro de los costos de producción.

3.1.2 Efecto del alimento en la crianza

El alimento debe estar formulado de tal forma que cubra los requerimientos de la especie dentro de un periodo productivo específico y los ingredientes empleados para su elaboración deben ser de alta calidad y tener una buena digestibilidad para ser digeridos y absorbidos de manera eficiente, ya que una buena absorción de nutrientes permite que el animal cuente con un buen desarrollo epitelial e inmunológico. Sin embargo, y en contraposición, las dietas cuyos insumos carecen de calidad generan, en campo, problemas entéricos, intoxicaciones, baja en consumos, disparidad de lotes, entre otros, generando así una disbacteriosis que termina afectando la inmunidad del animal y por ende desencadena un mal desempeño productivo.

Las dietas preiniciadoras son dietas de alto costo y representan aproximadamente el cinco por ciento del total de consumo de alimento durante toda su vida. Existen muchas investigaciones que manifiestan el efecto positivo de mantener dietas preiniciadoras para lograr reducir los días en lograr el peso requerido para la saca, mejorando con ello las conversiones y los costos de producir un kilogramo de carne. En trabajos de campo con

preiniciadores, se ha visto este efecto en muchos criadores que lograron alcanzar pesos óptimos con buena conformación del animal. Sin embargo, aún hay dudas en los clientes sobre si el gasto que implica usar un alimento caro en las primeras etapas puede ayudarlos a mejorar su productividad. En función a ello, se realizaron pruebas para poder demostrar este efecto a nivel experimental y comercial, considerando las condiciones de manejo de cada granja, generando datos que puedan proyectar a los resultados esperados. Una vez obtenido estos datos se realizaron charlas de sensibilización a los criadores, abordando temas como la importancia de usar un preiniciador y costos de producir un kg de carne para poder mejorar sus ingresos.

3.1.3 Antibióticos en los preiniciadores

Los criadores desean que un preiniciador no genere problemas entéricos o heces sueltas para poder confiar en que les pueda generar resultados positivos, es así como una manera de identificar un buen preiniciador es contar con insumos de calidad y una dieta balanceada que no genere dichos problemas entéricos, además de lograr buenos pesos al destete y final de recría.

Actualmente, la industria de fabricación de alimento balanceado para animales en nuestro país ha normalizado el uso de antibióticos como una estrategia para evitar problemas entéricos en los lechones; y esto ha conllevado que muchas granjas cuenten con pocas alternativas de medicación por su alta resistencia a varios antibióticos, generando la sobredosificación y un problema de salud pública. Por ello, se está incrementando el uso de promotores de crecimiento no antibióticos en las dietas preiniciadoras para minimizar la presencia de bacterias gram negativas y gram positivas, mejorando con ello la salud intestinal, una buena absorción de nutrientes y la maduración del intestino del lechón.

Como parte de la investigación de desarrollar preiniciadores inocuos, se realizaron pruebas para reemplazar a la colistina, introduciendo un péptido antimicrobial (citrocin), el cual no generaba resistencia por su estructura química y su modo de acción dentro del organismo.

3.2 Aportes

El aporte realizado fue desarrollar diversas pruebas de campos con diferentes productores para evaluar la viabilidad del uso de preiniciadores en lechones y proveer de una alternativa que reemplace al sulfato de colistina como lo es el péptido Citrocin. Las características nutricionales del alimento preiniciador Profeed utilizado en los ensayos se presentan en la Tabla 1.

En cuanto a su presentación comercial, es un alimento peletizado, con tamaño de partícula de 2 mm ó 1/8" de diámetro y con un % finos menor a 10%, envasado en sacos de polipropileno (de primer uso) de 25 kilogramos. Asimismo, en lo concerniente a calidad microbiológica del alimento, se garantiza la ausencia de salmonella sp./25g.

Tabla 1. Características nutricionales del alimento Profeed por fases desde el destete hasta los 50 días

Aporte nutricional	Profeed 1 21 - 35 días	Profeed 2 36 - 42 días	Profeed 3 43 - 50 días
Humedad, % Max.	13.50	13.50	13.50
Proteína Cruda, % Min.	22.00	20.00	19.00
Fibra, % Max.	4.00	4.00	5.5
Grasa, % Min.	2.50	2.50	2.80
Calcio, %	0.80	0.79	0.71
Fósforo disponible, %	0.45	0.40	0.37

3.2.1 Ensayo 1: Comparación del alimento preiniciador Profeed versus el Control, en UNALM

Para lanzar al mercado nacional un alimento preiniciador, se requieren datos que muestren el beneficio productivo del alimento, y que estos se comparen frente al alimento de la competencia. La expectativa era que el alimento funcionase igual o mejor que la competencia, en tanto, de funcionar igual, el trabajo de marketing del alimento debía realizarse en función al precio.

Se llevó a cabo una prueba de campo en las instalaciones de la Unidad Experimental de Cerdos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se utilizaron 32 lechones de cruce comercial de ambos sexos, destetados a los 21 días de edad y divididos en cuatro jaulas. Se evaluaron dos tratamientos con 2 repeticiones, de tal forma que 16 lechones recibieron el alimento Profeed y 16 lechones recibieron otro alimento comercial (Control). Ambos alimentos contaban con sulfato de colistina como promotor de crecimiento. Se emplearon las instalaciones del área de recría que cuenta con jaulas elevadas de pisos slat, con comederos lineales de siete bocas y 2 bebederos tipo niple.

La prueba de alimentación duró 7 días, desde el día 21 hasta el día 28 de edad. En este tiempo, el consumo de agua y alimento fue *ad libitum*. Al final de la prueba, se determinó el peso vivo, la ganancia de peso, y el coeficiente de variación (CV). No se midió el consumo de alimento.

Para el análisis estadístico de los pesos al destete (iniciales), el peso a los 28 días y ganancia diaria de peso, se empleó el Diseño Completamente al Azar. Siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$y_i = \mu + \tau_i + \varepsilon_i$$

Donde:

y_i	Variable respuesta
μ	media poblacional
τ_i	efecto del tratamiento i
ε_i	Error experimental

3.2.2 Ensayo 2: Comparación del alimento preiniciador Profeed versus el Control, en una granja comercial

Para poder validar la información obtenida en el ensayo 1, se realizaron pruebas en granjas comerciales, ubicadas en la Región Lima, con problemas sanitarios y lotes con alta desuniformidad, factores que permitieron retar al alimento. Los alimentos preiniciadores Profeed y Control tenían sulfato de colistina como promotor de crecimiento. Las granjas presentaban retos sanitarios como PRRS+ y problemas de mortalidad en las primeras semanas. De estas pruebas se ha seleccionado la que involucró mayor número de animales. En la granja

seleccionada se trabajó con lotes completos, provenientes del destete de una semana, asignándose 248 animales al grupo Control y 251 al grupo Profeed. El galpón de recría contaba con jaulas elevadas con pisos de slats, comederos de cuatro bocas dobles y chupones para el suministro de agua.

En la granja seleccionada, de acuerdo a las coordinaciones realizadas con el criador la prueba abarcó desde el destete (21 días) hasta los 50 días de edad, empleándose lotes completos con coeficientes de variabilidad superiores a 10%, por ello se tomaron dos pesos, uno al destete y otro al final de la prueba al día 50, además, el consumo de alimento fue registrado por cantidad de sacos consumidos durante el periodo de la prueba. El consumo de alimento se presenta como un dato puntual por cada grupo de animales, y por tanto no fue sujeto a comparación estadística.

Para el análisis estadístico de los pesos al destete (iniciales) y el peso a los 50 días, se empleó el Diseño Completamente al Azar. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$y_i = \mu + \tau_i + \varepsilon_i$$

Donde:

y_i	Variable respuesta
μ	media poblacional
τ_i	efecto del tratamiento i
ε_i	Error experimental

3.2.3 Ensayo 3: Prueba en UNALM sobre la viabilidad del uso de Citrocin en reemplazo del sulfato de colistina

Ante la prohibición nacional de usar sulfato de colistina como promotor de crecimiento en dietas balanceadas para animales de granja, el tercer aporte consistió en evaluar la viabilidad productiva del uso de un péptido lazo (Citrocin) en reemplazo del sulfato de colistina. En la prueba, se esperaba que con el uso de Citrocin, los pesos y ganancia de peso de lechones fuesen iguales o mejores que con el uso de sulfato de colistina.

El producto denominado Citrocin fue incluido en la dieta en reemplazo de colistina dentro de la formula a la misma dosis y en el mismo estado físico (polvo). Ambas pruebas fueron llevadas a cabo con el alimento Profeed teniendo como variación el APC utilizado.

Se utilizaron 36 lechones de cruce comercial de ambos sexos, destetados a los 21 días de edad y divididos en cuatro jaulas. Se evaluaron dos tratamientos con 2 repeticiones, de tal forma que 18 lechones recibieron el alimento Profeed que contenía 50 gramos de Citrocin por tonelada y 18 lechones recibieron el alimento Profeed que contenía 50 gramos de sulfato de colistina por tonelada (Control). Se emplearon las instalaciones del área de recría que cuenta con jaulas elevadas de pisos slat, con comederos lineales de siete bocas y 2 bebederos tipo niple. Se determinaron pesos y ganancia diaria de peso a los 35 días de edad.

Para el análisis estadístico de los pesos al destete (iniciales), el peso a los 35 días, y ganancia diaria de peso, se empleó el Diseño Completamente al Azar. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$y_i = \mu + \tau_i + \varepsilon_i$$

Donde:

y_i	Variable respuesta
μ	media poblacional
τ_i	efecto del tratamiento i
ε_i	Error experimental

Se reporta además el consumo de alimento y retribución económica obtenido a los 35 días de edad. Estos parámetros se reportan como datos puntuales por cada grupo y no fueron sujetos a comparación estadística.

3.2.4 Ensayo 4: Prueba en granja comercial sobre la viabilidad del uso de Citrocin como promotor de crecimiento.

Esta prueba tuvo por objetivo determinar la viabilidad del uso del preiniciador Profeed con promotor de crecimiento Citrocin frente a otro alimento comercial, el cual consideraba dentro de sus APC alguno que no fuera la colistina. Se emplearon lechones recién destetados (21 días) y se evaluó hasta los 35 días. La prueba fue realizada en una granja comercial de la Región Lima en el 2021 que presentaba retos sanitarios como PRRS+ y problemas de mortalidad en las primeras semanas.

De acuerdo a las coordinaciones con el criador, la prueba se llevó a cabo en lotes completos con coeficientes de variabilidad superiores a 10%. Se utilizaron 531 animales alojados en galpones de recría, los cuales contaban con jaulas elevadas con pisos de slats, comederos de cuatro bocas dobles y chupones para el suministro de agua. Se tomaron dos pesos, uno al destete y otro al final de la prueba (día 35), así como el consumo de alimento que fue registrado por cantidad de sacos consumidos durante el periodo de la prueba. El consumo de alimento, la ganancia de peso total promedio y el índice de conversión alimenticia se presentan como un dato puntual por cada grupo de animales, y por tanto no fue sujeto a comparación estadística.

Para el análisis estadístico de los pesos al destete (iniciales), el peso a los 35 días se empleó el Diseño Completamente al Azar. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$y_i = \mu + \tau_i + \varepsilon_i$$

Donde:

y_i	Variable respuesta
μ	media poblacional
τ_i	efecto del tratamiento i
ε_i	Error experimental

3.3 Análisis de la contribución

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas de campo se utilizaron para garantizar a los productores que las dietas preiniciadoras de Profeed son seguras en uso y presentan buenos resultados productivos. Además, se aseguró la viabilidad del preiniciador como alimento apto para lechones. Se consideraron otros factores adicionales como saborizantes y atractantes que fueron evaluados dentro de las pruebas usando tiempo y midiendo los consumos, logrando con ello garantizar la aceptación del alimento como primer paso, posterior a ello se evaluó la presencia de disturbios gastroentéricos, que inicialmente fueron reforzados con antibióticos intramusculares para evitar complicaciones en el desempeño del animal. De esta manera se lograron hacer los ajustes en los puntos críticos identificados y posterior a ello las dietas fueron reformuladas para las siguientes pruebas de campo. Con todas estas pruebas previas se garantizó que las dietas sean seguras y puedan lograr buenos resultados en granjas sin problemas y en granjas con problemas sanitarios.

Las dietas validadas en campo junto a los resultados productivos obtenidos pudieron ser tomados para establecer programas de alimentación (Tabla 2) que permitan brindar a los criadores información sobre lo obtenido en campo y una proyección en cuanto a los costos del programa. Asimismo, esto permitió generar fichas técnicas para poder evidenciar el trabajo realizado y llevarlo a los criadores en las visitas de campo de introducción del producto.

Tabla 2. Programa de alimentación, rango de peso y consumo de alimento por fase

Fase de alimentación	Rango de días de consumo	Rango de peso (Kg.)	Consumo de alimento (Kg.)
Profeed 1	21-35	5.4 -8.9	4.0
Profeed 2	36-42	8.9 -11.7	3.5
Profeed 3	43-50	11.7-14.9	5.0

En este periodo de introducción de los preiniciadores, se invitó a criadores a realizar pequeñas pruebas comparando el alimento Profeed con el alimento que empleaban cotidianamente en las mismas condiciones de manejo y retos sanitarios y con ello se obtuvo la respuesta a nivel comercial de los preiniciadores Profeed frente a otros alimentos comerciales. Asimismo, se hizo una comparación tomando como estándar parámetros productivos de la línea comercial PIC que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros productivos de la línea genética PIC

Etapa	Edad de vida (días)	Peso (kg)	Ganancia diaria de peso (kg)	Conversión alimenticia
Peso nacimiento	0	1.4	---	---
Destete	21	5.9	---	---
Fase 1	28	7.3	0.190	1.05
Fase 2	35	9.50	0.313	1.14
Fase 3	50	15.86	0.458	1.27
Fase 4	70	29.90	0.738	1.46

Adaptado de PIC (2019)

Estas pruebas de campo permitieron que los criadores comprobaran las ventajas del alimento Profeed, respecto a otros alimentos comerciales, en cuanto al peso, conversión de alimento y uniformidad del lote, además de la mejor conformación ósea que los animales mostraban en los lotes que consumían alimento Profeed.

Dentro del paquete de venta, se ofrece al criador, beneficios post venta, tales como: asesorías, análisis de materias primas, formulación de dietas en las siguientes etapas, análisis del estado sanitario de su granja, además de visitas técnicas periódicas para poder acompañarlos durante el crecimiento de sus animales. Todo ello se permitió estar más cerca del cliente y apoyarlo en sus necesidades dentro del proceso productivo para su fidelización con la marca Profeed. Estos servicios adicionales permitieron atraer nuevos clientes por referencias.

Finalmente, estas pruebas y el reconocimiento en el mercado como línea de preiniciadores para cerdos, permitió a la empresa diversificar sus productos, no solo abastecer el mercado con alimento para las etapas iniciales, sino también alimentos especializados para otras etapas como

verracos, gestación o lactación. Además de diversificar en otras especies como postura, patos, gallos de pelea entre otros. Con ello se ha conseguido posicionar a Profeed como una marca preiniciadora en el mercado nacional y atender a clientes en todo el Perú.

3.4 Beneficios

La contribución realizada por medio de pruebas de campo permitió obtener beneficios tanto para el productor como para la empresa, los cuales se indican en la Tabla 4.

Tabla 4. Beneficios para el productor y para la empresa Profeed

Productor	Empresa
Mejorar la producción	Incremento de la cartera de clientes
Mantener resultados estables	Incremento del volumen de venta
Obtener animales con mejor conformación	Reconocimiento en el mercado de la marca
Menor disparidad de los lotes de lechones	Mayores ingresos para la empresa
Menor mortalidad en la etapa posdestete	Nuevas alternativas de promotores

Elaboración propia

3.4.1 Beneficios para el productor

El productor describe una mejora en su producción al contar con animales sanos, sin problemas entéricos y con buenos consumos. Mencionan que los resultados se van manteniendo en todos sus lotes sin tener animales afectados y lotes disparejos. Los productores coinciden en que sus animales están bien conformados desde pequeños indicando: *“Todos están gorditos y aunque estén chicos están llenitos”*, además de observar una buena conformación ósea, lo que permite presentar más lotes parejos. La incidencia de mortalidad al destete es algo que valora el criador y refuerza con el alimento Profeed ya que observa baja mortalidad de sus lechones en los primeros días postdestete.

III.4.2 Beneficios para la marca Profeed

Para la empresa Profeed esta contribución ha generado un reconocimiento como marca en el mercado de preiniciadores, teniendo mejores volúmenes de venta y una cartera de clientes más extendida. Esto ha permitido llegar a varias regiones del país y reforzar las dietas que permitan ser más versátiles en todas las regiones. Se pudo lograr contar con un promotor con mejor respuesta que la colistina, y que además genera mejoras en los resultados y garantiza mayores ingresos, abriendo con ello un sinfín de posibilidades de promotores de crecimiento que no generen resistencia y se fundamenten en mejorar la salud pública.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Ensayo 1: Comparación del alimento preiniciador Profeed versus el Control, en UNALM

En la tabla 5, se muestran los pesos promedios, ganancia diaria de peso y coeficientes de variación obtenidos en el ensayo. Los resultados muestran que no existe diferencia estadística significativa entre el peso a los 28 días y ganancia diaria de peso de los lechones alimentados con el alimento control y el preiniciador Profeed ($P > 0.05$). Comparando los pesos obtenidos a los 28 días, tanto con el preiniciador Profeed y el preiniciador control, con el estándar de la línea PIC, se puede observar que son superiores a éste. Además, el coeficiente de variación indica que con el alimento Profeed hubo una mejora en la uniformidad en 4.7%, mientras que con el alimento Control desmejoró en 0.20%, esto es un buen indicativo para definir que una ventaja del alimento es la mejora en la homogeneidad del lote.

Los resultados indican que el preiniciador Profeed se presenta como una buena alternativa en el rubro de alimentos preiniciadores para lechones, ya que los parámetros productivos obtenidos son similares a los obtenidos por el preiniciador control. Sin embargo, el alimento aún tiene espacio de mejora en lo que respecta a la uniformidad de los lotes. La mayor uniformidad con respecto al alimento Control probablemente se deba a los ingredientes, su calidad, formulación y al proceso de producción.

Tabla 5. Parámetros productivos obtenidos al destete y a los días 28 de edad con los preiniciadores Profeed versus el Control

Parámetro	Profeed (n = 16)	Control (n = 16)
Peso al destete (kg)	6.33 ^a	6.58 ^a
Peso a los 28 días (kg)	7.61 ^a	8.09 ^a
Ganancia diaria de peso (kg)	0.18 ^a	0.22 ^a
CV al destete (%)	22.00	22.30
CV 28 días (%)	15.30	22.50

^a: Letras iguales en la misma fila indican que no hay diferencias significativas entre los grupos con nivel de significancia del 5%

4.2 Ensayo 2: Comparación del alimento preiniciador Profeed versus el Control, en una granja comercial

Los resultados obtenidos en los parámetros productivos se presentan en la tabla 6, se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los pesos a los 50 días de edad y ganancia diaria de peso de los lechones alimentados con el preiniciador Profeed y el preiniciador Control, obteniendo los animales alimentados con el preiniciador Profeed los mejores parámetros productivos. Al comparar los pesos obtenidos a los 50 días, con ambos alimentos, con el peso estándar de la línea comercial PIC, se observa que el peso promedio de los lechones alimentados con el preiniciador Profeed lo supera en 300 gramos, mientras que el peso promedio de los lechones que recibieron el alimento control tiene un peso inferior al estándar (330 gramos menos).

En la tabla 6, también podemos observar que el programa de alimentación por lechón hasta el día 50 de edad con el alimento Profeed tuvo una retribución económica 4.22 % superior al alimento control. Esto se debe a que con el preiniciador Profeed se obtiene un mayor peso a los 50 días. En cuanto a la uniformidad del lote, ambos fueron similares; sin embargo, se observó que para ambos preiniciadores hubo una desmejora (2.77% con el preiniciador Profeed y 5.03% con el alimento control). Es posible que esta desmejora se debiera a los problemas sanitarios y de manejo que atravesaba la granja comercial; refrendando con ello que el preiniciador Profeed genera un refuerzo a nivel nutricional e inmunitario para que los cerdos puedan enfrentar factores externos y evitar bajas abruptas en el rendimiento productivo.

Tabla 6. Parámetros productivos y económicos obtenidos con el alimento preiniciador Profeed y Control en ensayo 2

INGRESOS		
Parámetro	Profeed (n = 251)	Control (n = 248)
Peso al destete (kg)	6.92 ^a	6.89 ^a
Peso a los 50 días (kg)	16.16 ^a	15.53 ^b
CV al destete (%)	13.32	11.65
CV 50 días (%)	16.09	16.68
Ganancia total promedio	9.24	8.64
Conversión alimenticia	1.31	1.33
Precio / kg animal	40.00	40.00
Ingreso total / animal	646.40	621.20
EGRESOS		
Consumo de alimento promedio	12.15	11.46
Costo / Kg de alimento	3.69	3.84
Costo del programa de alimentación (soles por animal)	44.88	44.05
RETRIBUCION ECONOMICA DEL ALIMENTO		
Total ganancia neta:		
INGRESOS -EGRESOS	601.52	577.15
% RELATIVO	104.22	100

^{a-b}: Letras diferentes en la misma fila indican que hay diferencias significativas entre los grupos con nivel de significancia del 5 %

4.3 Ensayo 3: Prueba en UNALM sobre la viabilidad del uso de Citrocin en reemplazo del sulfato de colistina

En la tabla 7, se presentan los pesos, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y retribución económica obtenidos en el ensayo 3. No hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los pesos, a los 35 días de edad, ni entre las ganancias diarias de peso de los lechones que recibieron alimento con sulfato de colistina o con Citrocin. Estos resultados permiten inferir que el citrocin es una buena alternativa para reemplazar al sulfato de colistina como promotor de crecimiento, además los cerdos que recibieron alimento con Citrocin tuvieron un menor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia que el grupo que consumía alimento con sulfato de colistina, siendo esto similar a lo reportado por Xiong et al. (2014). Estos investigadores observaron mejoras sobre el crecimiento de lechones destetados y reducción de incidencias de diarreas logrando una mayor supervivencia de lechones usando péptidos antimicrobiales a razón de 3 gramos por kilogramo de alimento. Según Yoon et al. (2012), esta mejora puede deberse a que el uso de péptidos sintéticos mejora la digestibilidad aparente del tracto digestivo y tiene beneficios sobre la morfología y la microflora intestinales y fecal. Con respecto al coeficiente de variación, se observa que el grupo que recibió alimento con sulfato de colistina mantuvo el mismo coeficiente de variación durante el transcurso de la prueba, mientras que en el grupo que recibió alimento con Citrocin se observó una disminución del coeficiente de variación. Asimismo, la retribución económica del alimento por lechón hasta los 35 días fue superior en 4.34% cuando se usó Citrocin en el alimento frente al uso de la colistina en el alimento Profeed .

Tabla 7. Parámetros productivos y económicos obtenidos al día 35 usando preiniciadores con sulfato de colistina y Citrocin en el ensayo 3

INGRESOS		
Parámetro	Profeed + Citrocin (n = 18)	Profeed + Colistina (n = 18)
Peso al destete (kg)	5.98 ^a	5.59 ^a
Peso a los 35 días (kg)	10.25 ^a	10.03 ^a
CV al destete (%)	21.78	21.01
CV 35 días (%)	19.63	21.93
Ganancia total promedio	4.27 ^a	4.44 ^a
Conversión alimenticia	1.44	1.79
Precio / kg animal	40	40
Ingreso total / animal	410.00	401.20
EGRESOS		
Consumo de alimento promedio	4.20	5.49
Costo / Kg de alimento	5.64	5.64
Costo del programa de alimentación (soles por animal)	23.69	30.96
RETRIBUCION ECONOMICA DEL ALIMENTO		
Total ganancia neta:		
INGRESOS -EGRESOS	386.31	370.24
% RELATIVO	104.34	100

^{a-b}: Letras diferentes en la misma fila indican que hay diferencias significativas entre los grupos con nivel de significancia del 5 %

4.4 Prueba de campo 4: Prueba en granja comercial sobre la viabilidad del uso de Citrocin en reemplazo del sulfato de colistina

En la Tabla 8 se presentan los pesos, ganancia diaria de peso y retribución económica obtenidos en el ensayo 4. E puede observar que existe diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los pesos a los 35 días de edad de los lechones que recibieron alimento con sulfato de colistina o con Citrocin, siendo la respuesta favorable al alimento Profeed con Citrocin frente al Control. Este resultado demuestra que el promotor de crecimiento Citrocin mantiene un efecto benéfico sobre el peso de lechones en granjas comerciales con reto sanitario. La existencia de diferencias significativas en el ensayo 4, y no en el ensayo 3, puede deberse al tamaño de muestra utilizado. En el ensayo 3 se utilizaron 18 animales por grupo, y en el ensayo 4 de 260 a 271 por grupo. Es sabido que el p-valor está sesgado por el tamaño de muestra dado que, a mayor tamaño de muestra, mayor probabilidad de que la prueba indique diferencias significativas (Thiese et al., 2016). Al analizar el coeficiente de variabilidad, observamos que el del lote de lechones que recibió el preiniciador Profeed con Citrocin disminuyó en 2%, mientras que en el lote control se mantuvo en el mismo nivel. La retribución económica del alimento por lechón hasta los 35 días fue superior en 13% en el lote de lechones que recibió el preiniciador Profeed con Citrocin frente al grupo Control.

Tabla 8. Parámetros productivos y económicos obtenidos con el alimento preiniciador Profeed y Control en ensayo 4

INGRESOS		
Parámetro	Profeed + Citrocin (n = 271)	Control (n = 260)
Peso al destete (kg)	7.33 ^a	7.33 ^a
Peso a los 35 días (kg)	10.66 ^a	9.32 ^b
CV al destete (%)	21.78	21.01
CV 35 días (%)	19.63	21.93
Ganancia total promedio	3.30	1.99
Conversión alimenticia	1.26	1.80
Precio / kg animal	40	40
Ingreso total / animal	426.40	372.80
EGRESOS		
Consumo de alimento promedio	4.15	3.58
Costo / Kg de alimento	5.64	5.18
Costo del programa de alimentación (soles por animal)	23.40	18.54
RETRIBUCION ECONOMICA DEL ALIMENTO		
Total ganancia neta:		
INGRESOS -EGRESOS	403.00	354.26
% RELATIVO	113.76	100

^{a-b}: Letras iguales en la misma fila indican que no hay diferencias significativas entre los grupos con nivel de significancia del 5%

V. CONCLUSIONES

1. Los parámetros productivos de los lechones alimentados con el preiniciador Profeed son mejores que los obtenidos con otro preiniciador comercial.
2. El uso del péptido Citrocin a razón de 50 g/TM en dietas preiniciadoras Profeed no mostró diferencias estadísticamente significativas frente al sulfato de colistina, en lo referente a ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia.
3. La retribución económica del alimento en todos los ensayos fue mayor al emplear el preiniciador Profeed, con o sin inclusión del péptido citrocin..

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de citrocin en dietas preiniciadoras de lechones.
2. Evaluar diferentes niveles de inclusión de Citrocin en dietas preiniciadoras y su efecto en la respuesta productiva y disturbios gastroentéricos de lechones.
3. Evaluar a nivel comercial el uso de Citrocin en etapas de crecimiento y acabado.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berrocoso, J. D., Serrano, M. P., Cámara, L., Rebollar, P. G., & Mateos, G. G. (2012). Influence of diet complexity on productive performance and nutrient digestibility of weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, *171*(2–4), 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.10.013>
- Cheung-Lee, W. L., Parry, M. E., Jaramillo Cartagena, A., Darst, S. A., & Link, A. J. (2019). Discovery and structure of the antimicrobial lasso peptide citrocin. *Journal of Biological Chemistry*, *294*(17), 6822–6830. <https://doi.org/10.1074/jbc.RA118.006494>
- González Moreno, A., Carvajal González, C. A., & Hurtado Nery, V. L. (2014). Evaluación de algunos parámetros productivos al destete en lechones lactantes con diferentes dietas. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, *5*(1), 189–200. <https://doi.org/10.22579/22484817.648>
- Jørgensen, J. N., Laguna, J. S., Millán, C., Casabuena, O., & Gracia, M. I. (2016). Effects of a *Bacillus* -based probiotic and dietary energy content on the performance and nutrient digestibility of wean to finish pigs. *Animal Feed Science and Technology*, *221*, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.08.008>
- Kaweewan, I., Hemmi, H., Komaki, H., Harada, S., & Kodani, S. (2018). Isolation and structure determination of a new lasso peptide specialicin based on genome mining. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, *26*(23–24), 6050–6055. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2018.11.007>
- Kempf, I., Jouy, E., & Chauvin, C. (2016). Colistin use and colistin resistance in bacteria from animals. *International Journal of Antimicrobial Agents*, *48*(6), 598–606. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2016.09.016>
- Liu, Y., & Liu, J.-H. (2018). Monitoring Colistin Resistance in Food Animals, An Urgent Threat. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, *16*(6), 443–446. <https://doi.org/10.1080/14787210.2018.1481749>

- Maron, D., Smith, T., & Nachman, K. (2013). Restrictions on antimicrobial use in food animal production: an international regulatory and economic survey. In *Global Health* (Vol. 9, pp. 48–58).
- Mateos, G. G., López, E., Latorre, M. A., Vicente, B., & Lázaro, R. P. (2007). The effect of inclusion of oat hulls in piglet diets based on raw or cooked rice and maize. *Animal Feed Science and Technology*, *135*(1–2), 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.07.006>
- Mateos, G. G., Martín, F., Latorre, M. A., Vicente, B., & Lázaro, R. (2006). Inclusion of oat hulls in diets for young pigs based on cooked maize or cooked rice. *Animal Science*, *82*(1), 57–63. <https://doi.org/10.1079/ASC20053>
- Murray, M., Salvatierra, G., Dávila-Barclay, A., Ayzanoa, B., Castillo-Vilcahuaman, C., Huang, M., Pajuelo, M. J., Lescano, A. G., Cabrera, L., Calderón, M., Berg, D. E., Gilman, R. H., & Tsukayama, P. (2021). Market Chickens as a Source of Antibiotic-Resistant *Escherichia coli* in a Peri-Urban Community in Lima, Peru. *Frontiers in Microbiology*, *12*. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.635871>
- Naomi-Matsuoka, A., Vargas, M., Ymaña, B., Soza, G., & Pons, M. J. (2020). Resistencia a colistina en cepas de *Klebsiella pneumoniae* multidrogorresistente del período 2015- 2018 en un hospital materno perinatal de Lima, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, *37*(4), 716–720. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.374.5422>
- PIC. (2019). *Manual de Destete-Venta*. <https://latam.pic.com/wp-content/uploads/sites/19/2019/01/Manual-de-Destete-Venta-2019.pdf>
- Reis de Souza, T., Mariscal, G., Escobar, K., Aguilera, A., & Magné, A. (2012). Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Veterinaria México*, *43*(2).
- Rhouma, M., Fairbrother, J. M., Beaudry, F., & Letellier, A. (2017). Post weaning diarrhea in pigs: risk factors and non-colistin-based control strategies. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *59*(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s13028-017-0299-7>

- Strum, G., & Dinusson, W. (1954). Pig profits. In *North Dakota Agricultural College and U.S. Department of Agriculture Cooperating* (pp. 1–6). https://library.ndsu.edu/ir/bitstream/handle/10365/7830/a-212_1954.pdf?sequence=1
- Thiese, M. S., Ronna, B., & Ott, U. (2016). P value interpretations and considerations. *Journal of Thoracic Disease*, 8(9), E928–E931. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.08.16>
- Walsh, T., & Wu, Y. (2016). China bans colistin as a feed additive for animals. In *Lancet Infectious diseases* (Vol. 16, p. 1102).
- Wang, S., Zeng, X., Yang, Q., & Qiao, S. (2016). Antimicrobial Peptides as Potential Alternatives to Antibiotics in Food Animal Industry. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(5), 603. <https://doi.org/10.3390/ijms17050603>
- Xiao, H., Shao, F., Wu, M., Ren, W., Xiong, X., Tan, B., & Yin, Y. (2015). The application of antimicrobial peptides as growth and health promoters for swine. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0018-z>
- Xiong, X., Yang, H. S., Li, L., Wang, Y. F., Huang, R. L., Li, F. N., Wang, S. P., & Qiu, W. (2014). Effects of antimicrobial peptides in nursery diets on growth performance of pigs reared on five different farms. *Livestock Science*, 167, 206–210. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.04.024>
- Yoon, J. H., Ingale, S. L., Kim, J. S., Kim, K. H., Lee, S. H., Park, Y. K., Kwon, I. K., & Chae, B. J. (2012). Effects of dietary supplementation of antimicrobial peptide-A3 on growth performance, nutrient digestibility, intestinal and fecal microflora and intestinal morphology in weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 177(1–2), 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.06.009>
- Zarate, M., Barrantes Salinas, D., Cuicapuza, D., Velasquez, J., Fernández, N., Salvatierra, G., & Tamariz, J. (2021). Frecuencia de resistencia a la colistina en *Pseudomonas aeruginosa*: primer reporte en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 38(2), 308–312. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.6977>

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de varianza para peso al destete en ensayo 1

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	0.5034	0.5034	0.25	0.6181
Error	29	57.474	1.9818		
Total	30	57.9774			

ANEXO 2. Análisis de varianza para peso a los 28 días en ensayo 1

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	1.7868	1.7868	0.79	0.3805
Error	29	65.3267	2.2526		
Total	30	67.1135			

ANEXO 3. Análisis de varianza para ganancia de peso en ensayo 1

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	0.0081	0.0081	0.76	0.3903
Error	29	0.3086	0.0106		
Total	30	0.3167			

ANEXO 4. Análisis de varianza para peso al destete en ensayo 2

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	0.117	0.117	0.16	0.6923
Error	497	370.9068	0.7463		
Total	498	371.0238			

ANEXO 5. Análisis de varianza para peso a los 50 días en ensayo 2

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	49.3307	49.3307	7.32	0.0071
Error	497	3349.1161	6.7387		
Total	498	3398.4468			

ANEXO 6. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso en ensayo 2

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	0.0532	0.0532	5.84	0.016
Error	497	4.5308	0.0091		
Total	498	4.584			

ANEXO 7. Análisis de varianza para peso al destete en ensayo 3

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	1.3689	1.3689	1.62	0.2117
Error	34	28.7224	0.8447		
Total	35	30.0913			

ANEXO 8. Análisis de varianza para peso a los 35 días en ensayo 3

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	0.4534	0.4534	0.26	0.6137
Error	34	59.3854	1.7466		
Total	35	59.8388			

ANEXO 9. Análisis de varianza para la ganancia de peso a los 35 días en ensayo 3

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	0.0118	0.0118	2.29	0.1397
Error	34	0.2611	0.0077		
Total	35	0.2786			

ANEXO 10. Análisis de varianza para la ganancia de peso total en ensayo 3

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	0.0013	0.0013	0.5	0.4842
Error	34	0.0864	0.0025		
Total	35	0.0877			

ANEXO 11. Análisis de varianza para el peso al destete en ensayo 4

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	0.0001	0.0001	0	0.9938
Error	529	793.7281	1.5		
Total	530	793.7282			

ANEXO 12. Análisis de varianza para el peso a los 35 días en el ensayo 4

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-valor	P-valor
Tratamiento	1	71.5964	0.0001	16.73	<.001
Error	158	676.3359	4.2806		
Total	159	747.9323			
