



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

**Evaluación de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta de cerdos en la etapa de
recría**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autor

Willians Antonio Aznaran Ferrer

Asesor

Dr. Felix Esteban Airahuacho Bautista

Huacho – Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria Industrias Alimentarias y Ambiental

/ Escuela zootecnia

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACION
Willians Antonio Aznaran Ferrer	76675917	05/12/2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRE	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Félix Esteban Airahuacho Bautista	40769786	0000-0001-7484-0449
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSTGRADO- MAESTRIA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRE	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Carlomagno Ronald Velásquez Vergara	08471692	0000-0001-7707-4591
M(o) Hilario Noberto Pujada Abad	15603577	0000-0003-45939-6774
Mg. Sc. Ángel Gerardo Vásquez Requena	46579737	0000-0001-7034-5133

Willians Antonio Aznaran Ferrer

Evaluación de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta de cerdos en la etapa de recría

 Quick Submit

 Quick Submit

 Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3059992307

Fecha de entrega

29 oct 2024, 4:21 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

29 oct 2024, 4:36 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Tesis_Enzimas_Cerdos_-_Aznaran_-_TURNITIN_2.pdf

Tamaño de archivo

1.8 MB

72 Páginas

19,462 Palabras

97,426 Caracteres



Página 2 of 82 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3059992307

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

▸ Bibliografía

Exclusiones

▸ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

19%  Fuentes de Internet

5%  Publicaciones

9%  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

Ante todo, a mi mamá, por todo el sacrificio que ha tenido para poder llegar a concluir mi etapa universitaria y ahora profesional guiándome en cada paso que doy, a mi familia por darme todo su apoyo en todas las etapas que estoy teniendo en mi vida, con su paciencia, consejos y estabilidad emocional en cada momento. A la vez todos los valores que me han enseñado como el respeto, la igualdad y sobre todo la honestidad para ser mejor como ser humano. A mi Papito Luis que sé que desde el cielo se sentirá muy orgulloso de la persona que soy, lo cual sé que siempre guía y cuida mi camino día tras día.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por hoy en día estar donde estoy permitiendo concluir satisfactoriamente con mis estudios, de igual manera a mi familia por seguir aconsejándome como siempre lo hacen para seguir adelante. Al Ing. Aníbal Gonzales Tito, por permitirme elaborar mi proyecto de investigación en su granja, a sus padres, el señor Goyo y la señora Meche, por todos los momentos que me hablaban para nunca caer, a su hermano Manuel que hoy en día no se encuentra con nosotros en este mundo que fue gran ayuda en mis actividades, a Don Manuelito con el compartí momentos de risas y arduo trabajo, al Dr. Félix Airahuacho y al Ing. Hilario Pujada, por el asesoramiento y el seguimiento en cuanto al trabajo de investigación para poder culminar con un buen proyecto.

INDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE	1
INDICE DE TABLAS.....	3
INDICE DE FIGURAS.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1. Descripción de la realidad problemática	7
1.2. Formulación del Problema	8
1.2.1. Problema general	8
1.2.2. Problemas específicos	8
1.3. Objetivos de la investigación.....	9
1.3.1. Objetivo general	9
1.3.2. Objetivos específicos.....	9
1.4. Justificación de la Investigación	9
1.5. Delimitación del Estudio	10
1.6. Viabilidad del Estudio	10
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Antecedentes de la Investigación	11
2.2. Bases Teóricas.....	13
2.2.1. El estrés del destete	13
2.2.2. Fisiología digestiva del cerdo lactante	14
2.2.3. Efecto de las enzimas exógenas en el cerdo después del destete	15
2.2.4. Los microorganismos intestinales y los probióticos en el cerdo lactante	16
2.2.5. Integridad de la barrera intestinal durante el destete	18
2.2.6. Uso del piso cama profunda y jaulas con rejilla de plástico	20
2.3. Definición de términos básicos	22
2.4. Hipótesis de investigación	22
2.4.1. Hipótesis General.....	22
2.4.2. Hipótesis Específicos alternativas	22
2.5. Operacionalización de las variables	23

CAPITULO III METODOLOGIA	24
3.1. Gestión del experimento	24
3.1.1. Ubicación.....	24
3.1.2. Características del área experimental.....	24
3.1.3. Tratamientos.....	25
3.1.4. Diseño experimental	27
3.1.5. Variable por evaluar	27
3.1.6. Conducción del experimento	28
3.2. Técnicas para el procesamiento de la información	29
CAPITULO IV RESULTADOS	30
4.1. Rendimiento productivo	30
4.2. Incidencia de diarrea	33
4.3. Retribución económica.....	35
CAPITULO V DISCUSIONES	37
5.1. Rendimiento productivo	37
5.2. Incidencia de diarrea	38
5.3. Retribución económica.....	39
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
6.1. Conclusiones.....	41
6.2. Recomendaciones	41
CAPITULO VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
CAPITULO VIII ANEXOS.....	52
8.1. ANEXO 1. Peso corporal hembras.....	52
8.2. ANEXO 2. Peso corporal machos.....	53
8.3. ANEXO 3. Consumo de alimento entre machos y hembras	54
8.4. ANEXO 4. Consumo de alimento entre hembras y machos	54
8.5. ANEXO 5: Análisis estadístico peso corporal – Hembras.....	55
8.6. ANEXO 6: Análisis estadístico peso corporal – Machos	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	23
Tabla 2. Dietas experimentales basales	26
Tabla 3. Efecto simple y factorial de la instalación y AEP sobre el peso corporal de los lechones hembras desde el destete hasta los 70 días de edad.	30
Tabla 4. Efecto simple y factorial de la instalación y AEP sobre el peso corporal de los lechones machos desde el destete hasta los 70 días de edad.	31
Tabla 5. Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de los cerdos desde el destete hasta los 70 días de edad.....	33
Tabla 6. Efecto de la adición del AEP sobre la retribución económica en cerdos desde el destete hasta los 70 días de edad.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Actividad de la enzima proteasa propuesta por SYNCRA® SWI.....	16
Figura 2. Efectos negativos del estrés del destete en la salud intestinal de los cerdos (Según Wei et al., 2021).....	19
Figura 3. Ubicación del sitio experimental (Según POWER, 2023).	24
Figura 4. Galpón con corral de cama profunda (4A) y galpón con jaulas con piso de rejilla de plástico (4B).....	25
Figura 5. Peso corporal de hembras (5A) y machos (5B) desde el destete hasta los 70 días de edad por efecto factorial del tipo de instalación más el AEP.....	32
Figura 6. Incidencia de diarrea en los cerdos desde el destete hasta los 70 días de edad considerando el factor piso de las instalaciones.	34
Figura 7. Incidencia de diarrea en reproductores desde el destete hasta los 70 días de edad considerando el factor AEP.....	35

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de la inclusión de un aditivo proteasa con probiótico (AEP) sobre el rendimiento productivo de cerdos mantenidos en jaula o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad. **Metodología:** Lechones destetados de 21 días de edad, entre machos (n: 48, peso: 6.3 ± 1.9 kg) y hembras (n: 50, peso: 6.4 ± 1.7 kg), fueron distribuidos en un diseño factorial 2 x 2 (AEP x instalación). Se elaboraron dietas basales para las etapas de crecimiento (de 22 a 35 d, de 36 a 49 d y de 50 a 70 d) al que se adicionó, según correspondía, 0.01% del aditivo comercial basado en proteasa más *Bacillus*. El suministro de alimento fue restringido. **Resultados:** En las hembras, la instalación, pero no el AEP tuvo efecto sobre el peso corporal a los 49 y 70 días ($p < 0.01$). En los machos, la instalación tuvo efecto sobre el peso a los 49 y 70 días ($p < 0.01$), el AEP mostró un efecto significativo ($p < 0.04$) a los 70 días de edad. A los 70 días, existe un efecto significativo de la interacción entre AEP y la instalación ($p = 0.05$). La instalación, pero no el AEP, influyó sobre la ganancia de peso ($p < 0.01$) a los 49, 70 días y durante todo el experimento, observándose conversiones, numéricamente, más eficientes en jaula. La instalación y el AEP influyeron sobre la incidencia de diarrea ($p < 0.05$). **Conclusión:** La inclusión del AEP mejoró el peso corporal y la ganancia de peso en jaula con rejilla de plástico. La incidencia de diarrea disminuyó con la inclusión de AEP y en rejilla de plástico de 22 a 35 días, mientras que, en las dos últimas etapas, la diarrea fue menor o nula con la inclusión de AEP pero en cama profunda.

Palabras claves: Lechón destetado, cama profunda, incidencia de diarrea.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of the inclusion of a protease-based probiotic additive (PPA) on the productive performance of pigs kept in cages or deep bedding from weaning to 70 days of age. **Methodology:** Weaned piglets at 21 days of age, between males (n: 48, weight: 6.3 ± 1.9 kg) and females (n: 50, weight: 6.4 ± 1.7 kg), were distributed in a 2 x 2 factorial design (PPA x facility). Basal diets were developed for the growth stages (from 22 to 35 d, from 36 to 49 d and from 50 to 70 d) to which 0.01% of the commercial additive based on protease plus Bacillus was added, as appropriate. The feed supply was restricted. **Results:** In females, facility, but not AEP, had an effect on body weight at 49 and 70 days ($p < 0.01$). In males, facility had an effect on weight at 49 and 70 days ($p < 0.01$), AEP showed a significant effect ($p < 0.04$) at 70 days of age. At 70 days, there was a significant interaction effect between AEP and facility ($p = 0.05$). Facility, but not AEP, influenced weight gain ($p < 0.01$) at 49, 70 days and throughout the experiment, with numerically more efficient feed conversions observed in cages. Facility and AEP influenced the incidence of diarrhea ($p < 0.05$). **Conclusion:** The inclusion of AEP improved body weight and weight gain in cages with plastic grids. The incidence of diarrhea decreased with the inclusion of AEP and plastic grid from 22 to 35 days, while in the last two stages, diarrhea was less or absent with the inclusion of AEP but in deep bedding.

Keywords: Weaned piglet, deep bedding, incidence of diarrhea.

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La industria porcina, busca constantemente aditivos que reduzcan los costos de alimentación y aumente la liberación de nutrientes de los ingredientes en el intestino delgado (Nguyen et al., 2019). La harina de soya es el principal ingrediente fuente de proteína y aminoácidos en la nutrición de los cerdos. Sin embargo, la presencia de factores antinutricionales en la soya como los inhibidores de proteasas y alergenicos en la soya, sumado al tracto digestivo en desarrollo de los lechones, no acostumbrado a digerir proteína de origen vegetal, reducen la disponibilidad de la proteína y pueden conllevar a cuadros diarreicos.

Ante esta situación, se viene utilizando enzimas exógenas en las dietas de los lechones con la finalidad de mejorar la disponibilidad de nutrientes y reducir los costes de alimentación (Nguyen et al., 2019). La proteasa exógena puede mejorar la digestibilidad de la proteína en cerdo y modificar el sitio de digestión de la proteína a segmentos intestinales más proximales (Cowieson & Roos 2016). Estudios recientes reportan que la utilización de proteasas en las dietas porcinas mejora el desarrollo intestinal y la salud de los cerdos destetados al romper los complejos unidos a proteínas con otros factores antinutricionales afectando positivamente la digestibilidad de los nutrientes y el crecimiento de los cerdos (Min et al., 2019). Min et al. (2019) observaron que la inclusión de proteasa en la dieta mejora la ganancia de peso y el índice de conversión del alimento de cerdos. Asimismo, Guggenbuhl et al. (2012) al evaluar una proteasa en una dieta base maíz -soya de lechones destetados, observaron aumento significativo de la digestibilidad de aminoácidos indispensables después de 29 días de evaluación.

La cama profunda o slats utilizada en la producción porcina, desde 1950, se comenzó a sustituir la cama de paja por las rejillas (Philippe et al., 2007). En la actualidad, se está regresando al sistema de cama de paja, debido principalmente, a la presión del público consumidor que exige productos alimenticios provenientes de sistemas productivos con conciencia de bienestar animal e impacto medioambiental (Wang et al., 2011b). El uso de camas profundas ha ido en aumento, ya que facilita y reduce el coste de la gestión de residuos, mejora el confort físico del suelo y funciona como una motivación y salida crucial para los comportamientos de exploración (Tuytens, 2005). Según Brandt et al. (2022) los suelos macizos permiten una gran conducción de calor hacia abajo en el suelo, reduciendo el calentamiento por parte de los

animales cuando están tumbados sobre él; sin embargo, los pisos de rejilla conducen mejor el calor al suelo debido a que la convección y la radiación de las rejillas generan un gradiente de temperatura significativo en las rejillas.

1.2. Formulación del Problema

Según los enunciados de la descripción de la realidad problemática, la presente investigación planteo lo siguiente:

1.2.1. Problema general

¿La inclusión de un aditivo proteasa con probiótico en la dieta influyen sobre el rendimiento productivo de cerdos mantenidos en jaula con piso de slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad?

1.2.2. Problemas específicos

¿La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta influyen sobre el peso corporal de cerdos mantenidos en jaula o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad?

¿La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta influyen sobre la ganancia de peso diario de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad?

¿La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta influyen sobre la conversión alimenticia en cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad?

¿La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta influyen sobre la incidencia de diarrea en cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad?

¿La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta influyen sobre la retribución económica en cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la inclusión de un aditivo proteasa más probiótico sobre el rendimiento productivo de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

1.3.2. Objetivos específicos

Evaluar la inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta, sobre el peso corporal de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

Evaluar la inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta, sobre la ganancia de peso diario de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

Evaluar la inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta, sobre la conversión alimenticia de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

Evaluar la inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta, sobre la incidencia de diarrea de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

Evaluar la inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta, sobre la retribución económica de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

1.4. Justificación de la Investigación

Justificación social: Las proteínas de origen vegetal son digeridas en el tracto digestivo del cerdo, siendo excretadas en las heces y orina, descomponiéndose luego en el medio ambiente como amoníaco, nitrato y nitrito (Sutton et al., 1999). Las investigaciones han demostrado que las proteasas pueden aumentar la utilización digestiva de proteínas y aminoácidos, reduciendo

así las emisiones de nitrógeno (Nguyen et al., 2018), por tanto reducir la contaminación del medio ambiente.

Justificación teórica: La diarrea en lechones destetados puede estar asociado a los niveles de proteína dietaria (Pluske et al., 2002). Según Yin et al. (2021), altos niveles de proteína en la dieta causa diarrea a los lechones a través de la alteración de la morfología intestinal, disminuyendo los parámetros relacionados con el estado inflamatorio intestinal basal y activando la señalización NF- kappa B para inducir la inflamación intestinal. Por lo tanto, la adición de proteasa exógena en la dieta de cerdos post destete mejoraría las tasas de digestión de las proteínas. Con respecto a los probióticos, se viene demostrando que ayudan a a mantener el equilibrio de la microbiota intestinal y tienen un efecto similar al de los antibióticos sobre los microorganismos patógenos de los cerdos (Denkova et al., 2017), previniendo la diarrea, el síndrome del intestino irritable y la inmunomodulación (Ali et al., 2023).

Justificación practica: La industria alimentaria ofrece múltiples alternativas de productos nutricionales y veterinarias para el disminuir el estrés de los cerdos posterior al destete. La presente investigación evaluará un aditivo comercial que aporta enzimas proteolíticas y probiótico del tipo *Bacillus* en la dieta de cerdos destetados, en condiciones de campo, bajo condiciones de jaula con piso rejilla de plástico y cama profunda.

1.5.Delimitación del Estudio

El experimento se realizó en las instalaciones de la granja comercial AGROCORPORACION GONTI E.I.R.L. Se utilizo lechones destetados hasta los 70 días de edad. Los lechones utilizados fueron de la línea Camborough®, que es un cruce de Large White y Landrace, desarrollado por la Pig Improvement Company (PIC®) (Roesel et al., 2016). La investigación se realizó entre los meses de agosto del 2022 y enero del 2023.

1.6.Viabilidad del Estudio

La ejecución del presente estudio es viable, cuenta con los recursos disponibles, humano y financiero que se requieren. La granja comercial puso a disposición los animales y el alimento. Asimismo, se contó con asesoría permanente de docentes investigadores especializados en el área de nutrición animal, que permitió alcanzar los objetivos de la investigación en el tiempo previsto según el cronograma.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Munezero y Kim (2022) determinaron el impacto de diferentes niveles de proteína cruda (PC) en dietas suplementadas con proteasa sobre el crecimiento de cerdos destetados ([Landrace × Yorkshire] × Duroc) durante 5 semanas. Los tratamientos fueron, Fase 1: T0: Dieta basal (DB) o control (20,60% PC); T1: DB - 0,30% PC; T2: DB - 0,30% PC + 0,05% proteasa; T3: DB - 0,50% PC + 0,05% proteasa. Fase 2: T0: DB (18,9% PC), T1: DB - 0,30% PC, T2: DB - 0,30% PC + 0,05% proteasa; T3: DB - 0,50% PC + 0,05% proteasa. La adición de proteasa a las dietas con bajo contenido en PC aumentó el índice de conversión, el peso corporal, la ganancia diaria de peso y la ingesta diarias de alimentos en los cerdos jóvenes durante la fase 1. Sin embargo, la conversión alimenticia tendió a aumentar a lo largo del experimento, pero no cambió durante la fase 2, mientras que el peso corporal, la ganancia de peso diario y el consumo de alimento permanecieron sin cambios a lo largo de la fase 2 y en general.

Zhu et al. (2022) evaluaron los efectos de diferentes niveles de proteasa sobre el rendimiento productivo de lechones destetados. Los lechones (Duroc × Landrace × Yorkshire) de 28 días de edad y peso inicial de 6,55 kg fueron alimentados con diferentes niveles de proteasa (0, 150, 300 o 600 mg/kg de dieta) durante 28 d. La adición de proteasa no tuvo un efecto significativo sobre el crecimiento, y la adición de 300 mg/kg de proteasa aumentó la digestibilidad intestinal aparente de los nutrientes y la digestibilidad ileal aparente de los aminoácidos, mientras que la adición de 150 mg/kg y 600 mg/kg de proteasa no tuvo un efecto significativo sobre la digestibilidad. La digestibilidad de la materia seca, la materia orgánica, la proteína bruta y la energía mostró una tendencia creciente y luego decreciente con el aumento de la concentración de proteasa. La adición de 300 y 600 mg/kg de proteasa disminuyó el pH duodenal y aumentó la altura de las vellosidades duodenales. La adición de proteasa aumentó las actividades de la tripsina y la quimotripsina yeyunales y las proteínas de las uniones estrechas de las mucosas duodenal y yeyunal de los lechones. En el presente estudio, la cantidad de adición adecuada fue de 150-300 mg/kg.

Park et al. (2020) evaluaron los efectos de la proteasa sobre el crecimiento de lechones destetados a los 28 días (7,06 kg de peso inicial). Los tratamientos fueron: T0: dieta basal (DB) de maíz y harina de soja con 25% PC, T1: DB baja en PC (22.5%), y T3; DB baja en PC + 0,02% proteasa. La proteasa utilizada contenía 75.000 unidades/g de proteasa derivada de

Nocardiosis prasina producida en *Bacillus licheniformis*. Los cerdos fueron alimentados con los tratamientos durante 6 semanas. Los cerdos del T1 y T3 presentaron un mayor peso corporal, ganancia media diaria y relación ganancia/alimento durante todo el periodo experimental. Asimismo, mostraron mayores digestibilidades para la MS, PC o energía. Además, los cerdos del T1 presentaron una mayor relación entre la altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas. La adición de proteasa disminuyó la frecuencia de diarrea durante las dos primeras semanas tras el destete.

Yu et al. (2020), utilizó cerdas de 25 días de edad y 7,5 kg de peso, para evaluar los efectos de la proteasa en dietas con distintos niveles de harina de soja sobre el crecimiento, la incidencia de diarrea y la actividad de las enzimas digestivas. La proteasa en las dietas normal y baja en torta de soja aumentó la ganancia de peso diario y disminuyó la conversión alimenticia de 1 a 14 d. La tasa de diarrea se redujo significativamente por los niveles de torta de soja y proteasa. La suplementación de proteasa en dietas normales y con bajo nivel de torta de soja aumentó la digestibilidad de los nutrientes, así como la digestibilidad de la mayoría de los aminoácidos. En conclusión, la suplementación con proteasa en una dieta baja en torta de soja podría complementar en parte los aminoácidos digestibles de los lechones

Caldara et al. (2014) realizaron un estudio para seleccionar el sistema de suelo más adecuado para el engorde de cerdos con condiciones tropicales. Los aspectos considerados en el análisis fueron: viabilidad económica, ambiente térmico y aéreo de la cría, comportamiento animal, rendimiento y estado de salud. Los insumos utilizados en el cálculo se basaron en los resultados de un ensayo de campo con tres tratamientos: suelo de hormigón entero, cama de café y cascarilla de arroz, y cama profunda de virutas de madera. Cuando se tuvo en cuenta el sistema de suelo, los criterios más significativos fueron la viabilidad económica (0,31) y el rendimiento global de los cerdos (0,31), lo que condujo a una clasificación final de la selección del lecho profundo de café y cascarilla de arroz (1°), suelo de hormigón (2°) y virutas de madera (3°). Por el contrario, cuando se consideró el bienestar animal, el criterio más decisivo fue el estado de salud (0,32), seguido de los parámetros fisiológicos (0,25) y el comportamiento (0,23), lo que condujo a una clasificación final de la cama de café y cascarilla de arroz (1ª), virutas de madera (2ª) y suelo de hormigón (3ª). Los resultados indican que la cama profunda de café y cascarilla de arroz es la mejor opción tanto para el ganadero como para los cerdos en crecimiento.

Wang et al. (2011a) compararon el impacto medioambiental de un sistema de fermentación de cama profunda para cerdos en crecimiento y acabado con un sistema de suelo totalmente

emparrillado. En la sala con suelo de rejilla, el estiércol de los cerdos se retiraba manualmente dos veces al día, mientras que en la sala de yacija profunda fermentada no se retiraba estiércol. El rendimiento de los cerdos no fue significativamente diferente entre los tipos de suelo. Hubo diferencias significativas tanto en las concentraciones de NH_3 como en las emisiones según el tipo de suelo. Las emisiones de NH_3 de los cerdos criados en el suelo de rejilla y en la cama profunda fermentada fueron de 8,82 y 2,16 $\text{g d}^{-1} \text{cerdo}^{-1}$, respectivamente. Las emisiones aumentaron del primer periodo al segundo unas 4,9 veces en el caso del NH_3 con suelo totalmente emparrillado y 1,1 veces en el caso del NH_3 con yacija profunda fermentada. Hubo diferencias significativas en la concentración de olor.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. El estrés del destete

El destete es la fase más estresante en la vida productiva del cerdo (Torres-Pitarch et al., 2017). El destete en la producción porcina intensiva se realiza entre el día 21 y 28 de edad (Varley y Wiseman, 2001). Este período y los dos meses siguientes son los de mayor riesgo en la vida de un cerdo, especialmente para la salud gastrointestinal (Marchetti et al., 2023). Los lechones son separados de su madre, mezclados con otros lechones y trasladados a un nuevo alojamiento (Campbell et al., 2013), además experimentan un cambio drástico en la composición de su dieta (Cambian de una dieta líquida (20% MS) a un pienso seco compuesto), la forma de ésta y cómo se les ofrece (Torres-Pitarch et al., 2017).

Según van Kempen et al. (2023):

Los cerdos recién destetados suelen comer alrededor del nivel de mantenimiento durante la primera semana después del destete, pero ganan peso debido al edema, y no a la acumulación de proteínas o tejido adiposo. Por lo tanto, un aumento de peso positivo en esta primera semana después del destete no debe interpretarse como saludable. Este edema está causado por el síndrome de realimentación al que los lechones parecen muy sensibles, agravado por dietas con un alto índice glucémico, es decir, que contienen carbohidratos de rápida digestión. Por lo tanto, las dietas para lechones recién destetados deben formularse para minimizar la carga glucémica, mientras que los aminoácidos, minerales y vitaminas deben proporcionarse para controlar la salud, no el aumento de peso. (p. 1).

2.2.2. Fisiología digestiva del cerdo lactante

La lactosa es una fuente de energía apetecible y fácilmente digerible antes del destete, pero su digestibilidad disminuye después del destete debido a una reducción de la actividad de la lactasa endógena en los lechones (Zhao et al., 2021). La lactosa es un disacárido presente en la leche y es la principal fuente de carbohidratos para los mamíferos lactantes (Zhao et al., 2021). Una parte de la lactosa de la dieta es fermentada por bacterias, como *Lactobacillus*, en el estómago, produciendo ácido láctico y cantidades mínimas de acetato, que mantienen la acidez gástrica en los lechones lactantes (Suiryanrayna & Ramana, 2015).

La lactasa pertenece a un grupo de disacaridasas intestinales ubicadas en el borde en cepillo del intestino delgado (Zhao et al., 2021), que muestra su máxima actividad en la parte proximal del yeyuno y disminuye progresivamente hacia el íleon (Montgomery et al., 2007). La lactasa hidroliza la lactosa en azúcares monosacáridos, glucosa y galactosa, que luego están disponibles para su absorción (Vente-Spreuwenberg et al., 2003).

McDonald et al.(2010) explica la actividad enzimática en cerdo lactante de la siguiente manera:

El estómago del lechón, inicialmente, produce una cantidad limitada de ácido clorhídrico y pepsinógeno, pero secreta quimosina, que actúa a pH 3,5 para romper los enlaces peptídicos entre la fenilalanina y la metionina en la caseína. La quimosina coagula la leche, evitando así inundar de nutrientes el intestino delgado. A medida que el lechón se desarrolla, aumenta la secreción de pepsinógeno y ácido clorhídrico. La actividad de la lactasa alcanza un máximo en la primera semana de vida y luego disminuye lentamente durante la tercera o cuarta semana. La actividad de la maltasa aumenta a partir de la cuarta semana, mientras que la sacarasa alcanza un nivel constante entre las semanas 4 y 8. La actividad de la α -amilasa está presente desde el nacimiento, pero permanece baja hasta aproximadamente las 4 semanas de edad. (p. 164).

Durante la permanencia con su madre, el lechón toma más de 20 pequeñas raciones al día de leche materna, mientras que al destete su dieta es predominantemente de origen vegetal y se alimenta en forma seca ad-libitum (Pluske, 2016). Según Marchetti et al. (2023), el cambio de dieta (de leche a dieta sólida vegetal) acompañado de una aceleración de la maduración tanto morfológica como enzimática de la mucosa intestinal de los lechones, puede empeorar la digestión y la absorción.

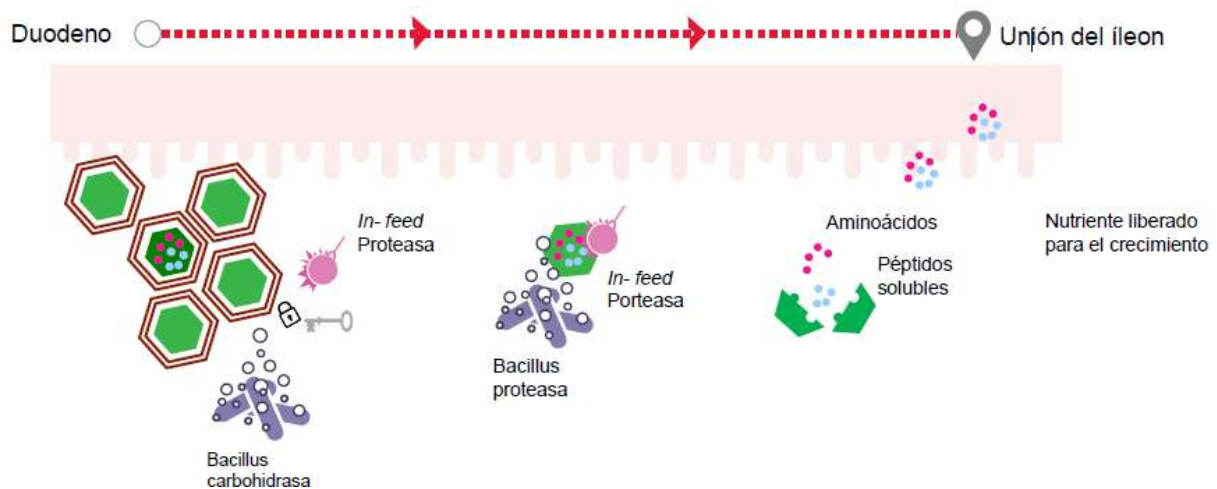
Después del destete, las actividades de las enzimas en el borde en cepillo de la mucosa intestinal, como las disacaridasas, proteasas y lipasas, cambian drásticamente debido al cambio en la dieta (Xiong et al., 2019), disminuyendo su actividad, lo que sería la causa importante de diarrea en lechones destetados (Marion et al., 2005). Según Lindemann et al. (1986), en el caso de la lipasa y la quimotripsina, la recuperación de los niveles previos al destete aún no es evidente ni siquiera a las dos semanas después. Además, la fosfatasa alcalina, una enzima clave asociada con la función de digestión y absorción intestinal, que ayuda a aumentar la tasa de absorción y transporte de nutrientes, disminuye significativamente su actividad en el intestino delgado en lechones (Yang et al., 2014), lo que indicaba que el estrés del destete tiene efectos adversos sobre la digestión intestinal y la función de absorción (Tang et al., 2022). McDonald et al. (2010) considera lo siguiente:

Las actividades enzimáticas son de especial importancia cuando los lechones se crían con dietas de destete temprano. Las mezclas para el destete temprano suelen incluir una alta proporción de productos lácteos en polvo que contienen lactosa. Para el destete posterior, a las 3-4 semanas, se incluyen cereales cocidos en la dieta, ya que el almidón crudo no se digiere completamente en el intestino delgado y pasa al intestino grueso, donde las bacterias lo fermentan, provocando diarrea. (p. 164).

2.2.3. Efecto de las enzimas exógenas en el cerdo después del destete

Las enzimas exógenas, tienen potencial para mejorar la ingesta de alimento y el crecimiento tras el destete, en reemplazo de los antibióticos promotores de crecimiento. La suplementación de enzimas exógenas en las dietas de lechones, reduce el impacto negativo del destete y aumentar la digestibilidad de los componentes no lácteos en la dieta post-destete (Torres-Pitarch et al., 2017). Según Torres-Pitarch et al. (2017), la alimentación con enzimas exógenas ayuda a digerir la compleja matriz de ingredientes no lácteos presentes en la dieta del lechón tras el destete (Figura 1) y cubre el vacío hasta que la capacidad de secreción de enzimas endógenas del cerdo como la α -amilasa, proteasas y lipasas haya tenido tiempo de desarrollarse.

Figura 1. Actividad de la enzima proteasa propuesta por SYNCRA® SWI



Nota: (<https://animalnutrition.iff.com/syncra-swi>)

Szabó et al. (2023) menciona que las enzimas exógenas actúan sobre los sustratos no digeridos, reduciendo los sustratos para la fermentación de la microbiota intestinal. Se han propuesto dos mecanismos para la influencia de las enzimas alimentarias en la microbiota intestinal: la reducción de un sustrato no digerido y la producción de oligosacáridos de cadena corta con posibles propiedades prebióticas (Kiarie et al., 2013). Además, las enzimas alimentarias mejoran la salud intestinal al reducir la viscosidad intestinal debido a los polisacáridos solubles sin almidón, que retardan la digestión, aumentar la difusión de las enzimas digestivas y aumentar las secreciones de proteínas intestinales endógenas (Szabó et al., 2023). Estos efectos aumentarán la disponibilidad de sustrato para la proliferación microbiana en la parte inferior del intestino (De Lange et al., 2010).

2.2.4. Los microorganismos intestinales y los probióticos en el cerdo lactante

En los lechones recién nacidos, la secreción de ácido en el estómago es baja (Zhao et al., 2021). La principal fuente de acidez del estómago proviene de la fermentación bacteriana de la lactosa en ácido láctico y acetato (Kidder y Manners, 1980). Una parte de la lactosa fluiría hacia el intestino delgado y será hidrolizada por la lactasa endógena y utilizada como fuente de energía (Montalto et al., 2006). Además, muchas bacterias en el tracto gastrointestinal de los cerdos expresan actividad β -galactosidasa que les permite utilizar la lactosa y producir ácido láctico y AGV mediante fermentación (Gänzle y Follador, 2012), que son beneficiosas para el intestino delgado donde proliferan bifidobacterias y Lactobacillus, especialmente en un ambiente sano y sin desafíos (Zhao et al., 2021).

En el tracto intestinal porcino existe una gran cantidad de microorganismos, que junto a sus metabolitos contribuyen a la inmunidad de la mucosa intestinal, lo cual es de gran importancia para la salud del huésped (Peng et al., 2021). Los estudios han demostrado que los desequilibrios en la flora intestinal provocan una translocación bacteriana y comprometer la función de la barrera intestinal, afectando la salud del cuerpo (Peng et al., 2021). Según Gresse et al. (2017) después del destete, la diversidad microbiana y el número de bacterias *Lactobacillus* disminuyen, mientras se incrementan *Clostridium spp.*, *Prevotella spp.* y *Escherichia coli*.

La fase de rápido crecimiento que presentan los lechones se relaciona con un mayor requerimiento proteico, aunque su capacidad intestinal para digerirla está disminuida, que es un escenario ideal para la proliferación de la flora bacteriana patógena que provoca la diarrea (Marchetti et al., 2023). De Lange et al. (2010) mencionan que niveles elevados de proteínas en la dieta, permite la proliferación de una flora bacteriana productora de toxinas capaces de alterar la barrera intestinal. La reducción de *Lactobacilli* beneficiosos que acompañan la maduración del intestino del cerdo y las variaciones en el efecto tampón del pH debido a la fermentación de proteínas, permiten que el ambiente intestinal sea más susceptible a la aparición de patógenos oportunistas, como especies de *Bacteroides* y *Clostridium* (Macfarlane & Macfarlane, 2012).

Según Marchetti et al. (2023), esta alteración implica:

La colonización del epitelio intestinal por microorganismos patógenos; la aceleración de la producción de enterocitos que, al ser inmaduros, tienen una actitud más exudativa que absorbente; y una mayor facilidad para atravesar la barrera celular por toxinas bacterianas específicas (enfermedad del edema). Además, niveles elevados de proteínas favorecen la producción de amoníaco y ácidos grasos de cadena ramificada, que es sustrato para la proliferación de la flora bacteriana patógena, mientras que los niveles bajos de proteínas favorecen la producción de ácidos grasos de cadena corta, principalmente ácido butírico, que favorece la proliferación de la flora bacteriana beneficiosa (p. 2).

Los probióticos intestinales son microorganismos activos beneficiosos para la salud del huésped (Gou et al., 2022). Se plantean tres efectos reguladores de los probióticos sobre la diarrea postdestete de los lechones: 1) los probióticos modulan el microbiota intestinal aumentando la diversidad y la resistencia a los microorganismos patógenos (Su et al., 2022); 2) los probióticos excluyen competitivamente a los patógenos, observándose abundancia

relativa de *Lactobacillus* o *Bifidobacterium spp.* y disminución de *Escherichia coli*, (Su et al., 2022) y 3) El aumento de ácidos grasos de cadena corta mediado por probióticos en el intestino contribuye a la defensa frente a la invasión microbiana patógena mediante la regulación a la baja del pH del tracto gastrointestinal, y mejora la función de barrera intestinal mediante el suministro de energía a las células epiteliales intestinales (D'Souza et al., 2017). Los ácidos grasos de cadena corta se producen a un ritmo mayor en el intestino de lechones destetados cuando se agregan bacterias del ácido láctico (*Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii* y *Enterococcus faecalis*) en sus intestinos (Wang et al., 2021).

La dieta es el factor más importante que afecta la composición de los microorganismos intestinales. La fibra de maíz contiene lignina vegetal, hemicelulosa, celulosa y otros componentes estructurales que los cerdos por sí solos no pueden digerir (Peng et al., 2021). Estos nutrientes ingresan al intestino y la microbiota del colon los fermenta hasta convertirlos en moléculas biodisponibles (Wang et al., 2019). Algunos probióticos aerobios (como *Bacillus subtilis*) consumen rápidamente oxígeno al entrar en el intestino, creando un entorno anaerobio que inhibe el crecimiento de patógenos aerobios en el intestino (Han et al., 2012). La inflamación intestinal causada por la diarrea posdestete a menudo aumenta el oxígeno en el intestino del lechón, proporcionando condiciones adecuadas para la proliferación de anaerobios facultativos, como *Escherichia coli* (Wei et al., 2017).

2.2.5. Integridad de la barrera intestinal durante el destete

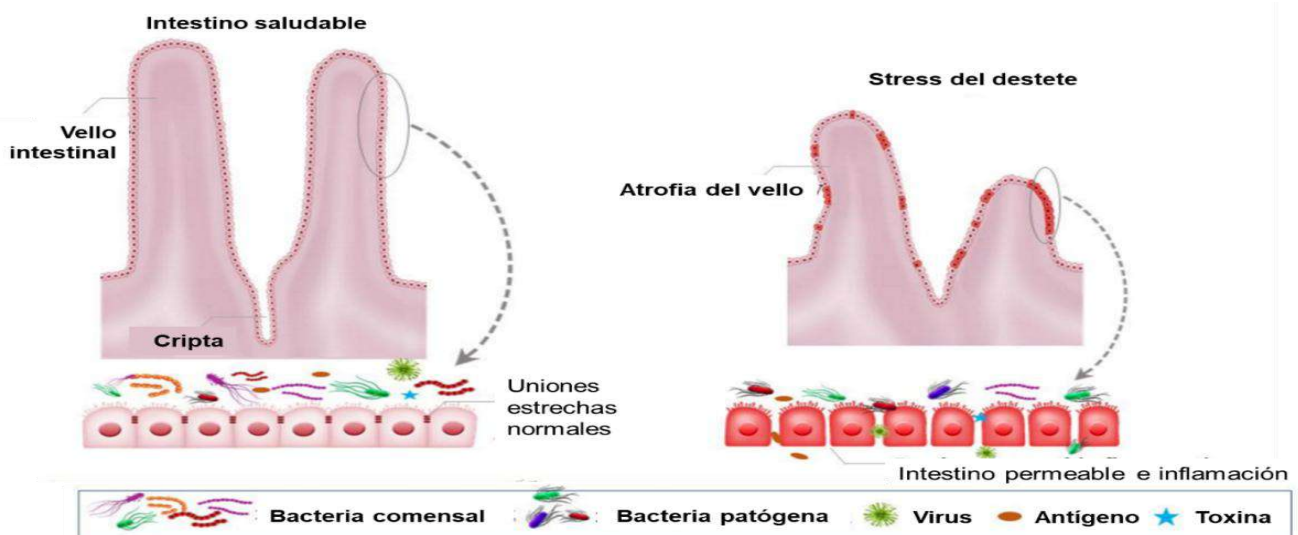
La anorexia asociada al destete es el principal factor responsable de las alteraciones estructurales del intestino delgado, está asociada con cambios en las actividades de las enzimas digestivas intestinales (Wang et al., 2019). Con respecto a la barrera intestinal, Gou et al. (2022) menciona lo siguiente:

La barrera intestinal es una estructura que evita que sustancias nocivas, como bacterias y endotoxinas, penetren en la pared intestinal y entren en los tejidos, órganos y la microcirculación. Puede separar los microbios colonizadores de los tejidos sistémicos y prevenir la invasión de bacterias patógenas. Condiciones patológicas como shock, trauma, estrés e inflamación dañan la barrera intestinal en diversos grados, agravando la enfermedad primaria (p. 1).

El intestino es el lugar principal para la digestión y absorción de nutrientes, actúan como barrera selectiva, evitando la entrada de sustancias nocivas exógenas en el sistema circulatorio, y permiten al mismo tiempo la absorción selectiva de nutrientes, incluidos electrolitos y agua (Tang et al., 2022). La integridad de la estructura intestinal es la garantía de la digestión y absorción de nutrientes de los lechones (Tang et al., 2022). La morfología intestinal, incluida la altura de las vellosidades (VH), la profundidad de las criptas (CD) y la relación entre la altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas (VCR) reflejan el estado de salud y absorción de la función intestinal (Tang y Xiong, 2022). Según Tang et al. (2022), el destete precoz provoca daños morfológicos intestinales en los lechones, como una mayor profundidad de la cripta, una menor altura de las vellosidades, una reducción del VCR y un menor peso relativo intestinal; por lo que, si se busca maximizar la producción porcina, es necesario reducir los cambios fisiológicos en el intestino delgado causados por el estrés del destete.

Según Wei et al. (2021), un intestino sano alberga una comunidad muy diversa de bacterias comensales y posee una función de barrera que ayuda a impedir que los microbios patógenos entren en el organismo. El estrés generado por el destete conllevará a una menor diversidad de la microbiota y un intestino permeable, permitiendo que bacterias patógenas, toxinas y antígenos nocivos ingresen en el huésped y causen enfermedades (Figura 2).

Figura 2. Efectos negativos del estrés del destete en la salud intestinal de los cerdos (Según Wei et al., 2021)



2.2.6. Uso del piso cama profunda y jaulas con rejilla de plástico

La industria porcina ha crecido en los últimos años, sin embargo, este crecimiento agrava los problemas ambientales, especialmente en regiones donde la densidad animal ya es alta y donde las emisiones de gases de efecto invernadero (Amaral et al., 2021), así como las descargas de desechos líquidos y sólidos por unidad de área, ya han alcanzado niveles críticos (de Azevedo Frigo et al., 2017).

El creciente interés por el bienestar de los animales de granja ha dado lugar al desarrollo de sistemas de producción alternativos para el ganado porcino. Al respecto, Ludwiczak et al. (2021), menciona:

El alojamiento al aire libre permite a los cerdos mostrar libremente sus comportamientos naturales, que es la ventaja más significativa de este tipo de alojamiento frente a los sistemas de alojamiento en interiores. Entre los diversos sistemas de interior, el piso de cama hecha de diferentes materiales, especialmente paja, promueven patrones de comportamiento apropiados en los cerdos, pero también puede provocar trastornos respiratorios. Sin embargo, la literatura indica que ninguno de los sistemas de alojamiento es perfecto y cada uno tiene algunos efectos negativos sobre el bienestar, el manejo y la seguridad alimentaria. (p. 1).

Se presume ampliamente que el suministro de paja en los sistemas de producción animal es beneficioso para el bienestar de los animales (Tuyttens, 2005).

Según Amaral et al. (2021), el uso del compostaje puede ser una solución eficaz si se respeta los requisitos de aireación y las proporciones del sustrato. A este sistema se le conoce como cría porcina en cama profunda, caracterizado por el mantenimiento de los animales sobre una cama de sustrato que permite la absorción de residuos externos, favoreciendo el compostaje in situ (Amaral et al., 2021). El sistema confiere la posible ventaja de aumentar el bienestar animal (Caldara et al., 2012), influyendo sobre el comportamiento animal promoviendo una mayor interacción entre los animales, lo que resulta en una reducción de las estereotipias (Mkwanazi et al., 2019).

La cama suministrada para lechones, como las cáscaras de maní, madera fresca, mazorcas de maíz, papel triturado, entre otros, son subóptimos (Ludwiczak et al., 2021). Aunque los

sistemas de cama profunda basados en paja parecen ser favorables al bienestar, no están exentos de problemas de bienestar y salud (Ludwiczak et al., 2021). Caldara et al. (2012), al evaluar el comportamiento y rendimiento productivo de cerdos en suelo de hormigón, cama profunda con virutas de madera, y cama profunda con cáscaras de café no se observó ningún efecto sobre los parámetros de rendimiento. Sin embargo, el uso de cama profunda benefició el comportamiento de los lechones en la fase de crecimiento y redujo el comportamiento competitivo entre los individuos. Para los cerdos, la paja tiene efectos positivos para su comportamiento y bienestar. En comparación con los suelos descubiertos, la paja mejora el confort del suelo (menos resbaladizo y duro) y, excepto en temperaturas elevadas, aumenta el confort térmico mediante una mejor capacidad de control del microclima por parte de los propios cerdos (Tuyttens, 2005). Según Tuyttens (2005), el uso de paja y cama profunda también presenta considerables desventajas. Estos incluyen, por ejemplo, mayores costos de producción (por ejemplo, debido al costo de la paja en sí, mayor mano de obra y/o instalaciones para almacenar paja).

A partir de 1970, las jaulas de malla de plástico empezaron a ser utilizados en la crianza de cerdos (Hessler y Lehner, 2011). Los suelos con una serie de huecos para dejar pasar el estiércol (suelos de rejilla) son habituales en la industria porcina ya que permiten una gestión eficiente de los desechos porcinos (Chou et al., 2019). El suelo de rejilla es utilizado ampliamente en muchas porquerizas, debido a que tiene la capacidad de ventilar (Tabase et al., 2020). Según Ye et al. (2007), los pisos de rejilla con un foso de purín debajo del suelo se utilizan a menudo en las naves porcinas. Las heces y la orina caen a través de los huecos del suelo de rejilla, que se limpian con agua. Además, este sistema de instalación genera menos emisiones de amoníaco (Aarnink et al., 1997).

Scott et al. (2006), al comparar sistema de piso de rejilla y alojamiento con camas de paja descubrieron que los cerdos criados en suelos de rejilla tenían una mayor incidencia de cojera y mordeduras de cola y sufrían bursitis más grave en comparación con los cerdos criados en un sistema de camas de paja. Sin embargo, en cama de paja, los cerdos tenían más problemas respiratorios y una mayor incidencia de síndrome de emaciación multisistémica posdestete en comparación con los cerdos criados en suelo de rejilla. Además, se observaron algunas diferencias en la actividad conductual entre los grupos.

2.3. Definición de términos básicos

Factores antinutricionales: Componentes biológicos presentes en los alimentos que reducen la utilización de nutrientes o la absorción de alimentos, lo que conduce a un deterioro de las funciones gastrointestinales y del rendimiento metabólico (Ram et al., 2020).

Proteasa: Grupo de enzimas proteolíticas cuya función principal es catalizar la hidrólisis de los enlaces peptídicos que unen los aminoácidos en una cadena polipeptídica con alta selectividad de secuencia y capacidad catalítica (Dubey, 2017).

Cama profunda: Método natural de cría de cerdos, consiste en colocar a los cerdos sobre una yacija con una mezcla de serrín, cáscara de arroz, etc., en la que los residuos porcinos se convierten en abono in situ (Philippe et al., 2007).

Jaula con rejilla: Alternativa de piso a la cama de paja. Facilitan la limpieza, pero aumentan las emisiones de amoníaco (Brandt et al., 2022).

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis General

HGn: La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta NO influyen sobre el rendimiento productivo de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

HGa: La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta SI influyen sobre el rendimiento productivo de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

2.4.2. Hipótesis Específicas alternativas

HEa1: La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta SI influyen sobre el peso corporal de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

HEa2: La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta SI influyen sobre la ganancia de peso diario de cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

HEa3: La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta SI influyen sobre la conversión alimenticia en cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

HEa4: La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta SI influyen sobre la incidencia de diarrea en cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

HEa5: La inclusión de un aditivo proteasa más probiótico en la dieta SI influyen sobre la retribución económica en cerdos mantenidos en jaula con piso slats o cama profunda desde el destete hasta los 70 días de edad.

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Función	Tipo de variable	Indicador	Índice
X1: Proteasa exógena	Independiente	CT. Continua	0.02% proteasa	%
X2: Tipo de cama de corral	Independiente	CT. Discreta	Cama profunda o rejilla	
Y1: Peso corporal		CT. Continua	Promedio	kg
Y2: Ganancia de peso diario		CT. Continua	Promedio	g
Y3: Conversión alimenticia	Dependiente	CT. Continua	Promedio	g/g
Y4: Incidencia de diarrea		CT. Continua	Número de casos	%
Y5: Retribución económica		CT. Continua	Promedio de utilidad económica	Soles/. Kg

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1.Gestión del experimento

3.1.1. Ubicación

El experimento se realizó en la empresa Agrocorporación GONTI E.I.R.L 976X+7M, en el anexo San José 15175, distrito de Pativilca, provincia de Barranca, Región Lima. La investigación fue realizada entre los meses de Agosto del 2022 y Enero 2023.

Las coordenadas geográficas del sitio de investigación, -10.6389 latitud, -77.7011 longitud y 50 m de altitud (Figura 3, Prediction Of Worldwide Energy Resource [POWER], 2023).

Figura 3. Ubicación del sitio experimental (Según POWER, 2023).



3.1.2. Características del área experimental

La investigación fue ejecutada en los galpones de recría, que contaba con jaulas con piso de rejilla de plástico e instalaciones con piso de cama profunda de pajilla de arroz. Estaban cubiertos con mantas que permitían regular la temperatura y la ventilación. Las jaulas o corrales

contaban con comederos para alimento seco y también para la papilla, además de bebederos de pezón. Las características generales de las instalaciones evaluadas se muestran en la Figura 4.

Figura 4. Galpón con corral de cama profunda (4A) y galpón con jaulas con piso de rejilla de plástico (4B).



3.1.3. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron representados por dos factores:

Factor aditivo enzima más probiótico (AEP):

Dieta basal más enzima con probiótico.

Dieta basal sin enzima ni probiótico.

Factor instalación:

Jaula piso rejilla de plástico.

Cama profunda.

Las dietas fueron formuladas utilizando el programa de formulación al mínimo costo Mixit-2, basado en las recomendaciones nutricionales de Rostagno et al. (2017). Se formuló una dieta

basal en base a maíz y torta de soya, complementada con aceite, fuentes de minerales y corrector de microminerales y vitaminas (Tabla 2).

Tabla 2. *Dietas experimentales basales*

Ingredientes	Dietas basales		
	22 a 35 d	36 a 49 d	50 a 70 d
Maíz	46.22	47.72	63.02
Suero de leche 74	24.50	20.00	3.00
Torta soya 46	13.00	18.00	26.00
Palbio 50 RD	6.00	5.00	3.00
Plasma bovino	5.00	4.00	
Aceite de soya	3.00	3.00	2.00
Lisina HCl	0.50	0.50	0.40
Carbonato de calcio	0.41	0.41	1.00
Fosfato dicálcico	0.30	0.30	0.50
DL- metionina	0.25	0.25	0.12
L-treonina	0.11	0.10	0.07
Corrector vit-min	0.25	0.25	0.20
Sal	0.09	0.10	0.43
SYNCRA SWI 201 ON TOP	0.02	0.02	0.02
Contenido nutricional			
Materia seca, %	89.67	89.47	88.27
EM, Mcal/kg	3.43	3.42	3.37
Proteína cruda, %	20.02	20.82	19.55
Lisina dig., %	1.30	1.42	1.29
M+C dig., %	0.34	0.36	0.51
Metionina dig., %	0.19	0.25	0.25
Treonina dig., %	0.51	0.57	0.61
Triptófano dig., %	0.13	0.12	0.18
Extracto etéreo, %	5.29	5.35	4.90
Fibra cruda, %	1.61	1.68	2.26
ELN, %	36.49	39.07	52.29
Ca, %	0.77	0.75	0.92
P disp., %	0.53	0.50	0.42
Na, %	0.60	0.50	0.27
Lactosa	18.13	14.80	2.22

Todas las dietas incluyeron 0.12% de colina 60 y 0.15% de secuestrante de micotoxinas (Bonicox). Además, todas las dietas incluyeron 0.10% de butirato sódico, con excepción de la dieta de 50 a 70 días.

A la dieta basal se adicionó el aditivo a base de la enzima proteasa con probiótico en la dosis de 0.02% (un kg de enzima por tonelada de alimento). El aditivo comercial utilizado fue el SYNCRA SWI 201 TPT (Marca IFF Danisco), empleada en la dieta de aves y cerdos, y que tiene la siguiente composición:

Células de Bacillus: 1.5E+09 ufc/g

Proteasa (UIB N° EC 3.4.21.62): 50 000.00 U/g

3.1.4. Diseño experimental

La investigación fue experimental. Los lechones recién destetados fueron distribuidos en un diseño factorial 2x2, con dos tipos de dieta (con y sin enzima) y dos tipos de instalación (jaula de piso rejilla de plástico y cama profunda). Para el peso corporal, cada lechón represento la unidad experimental. Para el consumo de alimento y conversión alimenticia, se contó con siete camadas (cuatro camadas recibieron el aditivo enzima y tres camadas recibieron dietas sin enzima). El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

El modelo es

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Para :

$$i = 1, \dots, a$$

$$j = 1, \dots, b,$$

$$k = 1, \dots, n$$

Donde:

μ es el efecto medio global.

α_i es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel i del factor A (dieta).

β_j el efecto incremental sobre la media causado por el nivel j del factor B (instalación).

$(\alpha\beta)_{ij}$ el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel i del factor A (dieta) y el nivel j del factor B (instalación).

ε_{ijk} el término de error

3.1.5. Variable por evaluar

Peso corporal: Registradas al inicio del experimento y final de cada etapa de crecimiento.

Ganancia de peso: Fue estimada de la diferencia entre el peso final (70 días de edad) menos el peso inicial (después del destete).

Conversión alimenticia: Fue estimada dividiendo el consumo de alimento total y la ganancia de peso.

Incidencia de diarrea: La salud de los lechones se controló diariamente. La incidencia de la diarrea fue detectada visualmente observando cambios de comportamiento, trastornos diarreicos y muertes.

Retribución económica: Se determinó a partir del ingreso bruto y el costo de alimentación en la etapa evaluada (destete hasta los 70 días de edad).

Retribución económica $T(i) = \text{Ingreso } T(i) - \text{Egreso } T(i)$;

Dónde,

Ingresos: Peso final a los 70 días (en Kg) por el precio (S/.) por kg de lechón.

Egresos: Costo total (S/.) de la alimentación por lechón.

3.1.6. Conducción del experimento

Los animales fueron destetados a los 22 días. Según el programa establecido por la granja, al destete, los animales fueron vacunados para circovirus.

El suministro de alimento fue dos veces por día (8:00 y 17:30 h). La presentación física del alimento fue granulada.

La etapa de evaluación fue desde el destete hasta los 70 (22 a 70 días). Esta etapa es conocida como la etapa de recria que consta de tres fases:

La fase 1 comienza desde el destete hasta los 35 días de edad. Según el programa de alimentación, el consumo de alimento referencial fue de 4.5 kg por animal.

La fase 2 fue desde los 36 hasta los 49 días de edad. Según el programa de alimentación, el consumo de alimento referencial fue de 9 kg por animal. En esta etapa se vacunó contra el cólera porcino.

La fase 3 fue desde los 50 hasta los 70 días de edad, también conocido como la bajada. Según el programa de alimentación, el consumo de alimento referencial fue de 23 kg por animal.

3.2. Técnicas para el procesamiento de la información

El peso corporal fue analizado con el análisis de covarianza, utilizando el peso inicial como covariable y la prueba de post-hoc de Tukey a un nivel de significancia del 5%. Los datos del consumo de alimento y conversión alimenticia fueron presentados utilizando la estadística descriptiva. El índice de la diarrea fue analizado con la prueba de Fisher. Todos los análisis estadísticos y las figuras fueron realizadas con el software estadístico R.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. Rendimiento productivo

La tabla 3 muestra el peso corporal de hembras desde el destete hasta los 70 días de edad. Analizando el efecto simple de los factores, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas para el peso corporal a los 49 y 70 días de edad por efecto de la instalación ($p < 0.01$), pero no por efecto del AEP ($p > 0.05$). Analizando la interacción de ambos factores, el análisis estadístico encontró diferencias estadísticas significativas para el peso corporal ($p = 0.02$) a los 70 días de edad. Las hembras en jaulas con rejilla de plástico que consumieron dietas con el AEP mostraron los mayores pesos corporales, mientras que las hembras mantenidas en corrales con cama profunda, tanto las que consumieron dietas con o sin el AEP, mostraron los peores pesos corporales (Figura 5). Los pesos corporales fueron ajustados por el peso corporal inicial.

Tabla 3. Efecto simple y factorial de la instalación y AEP sobre el peso corporal de los lechones hembras desde el destete hasta los 70 días de edad.

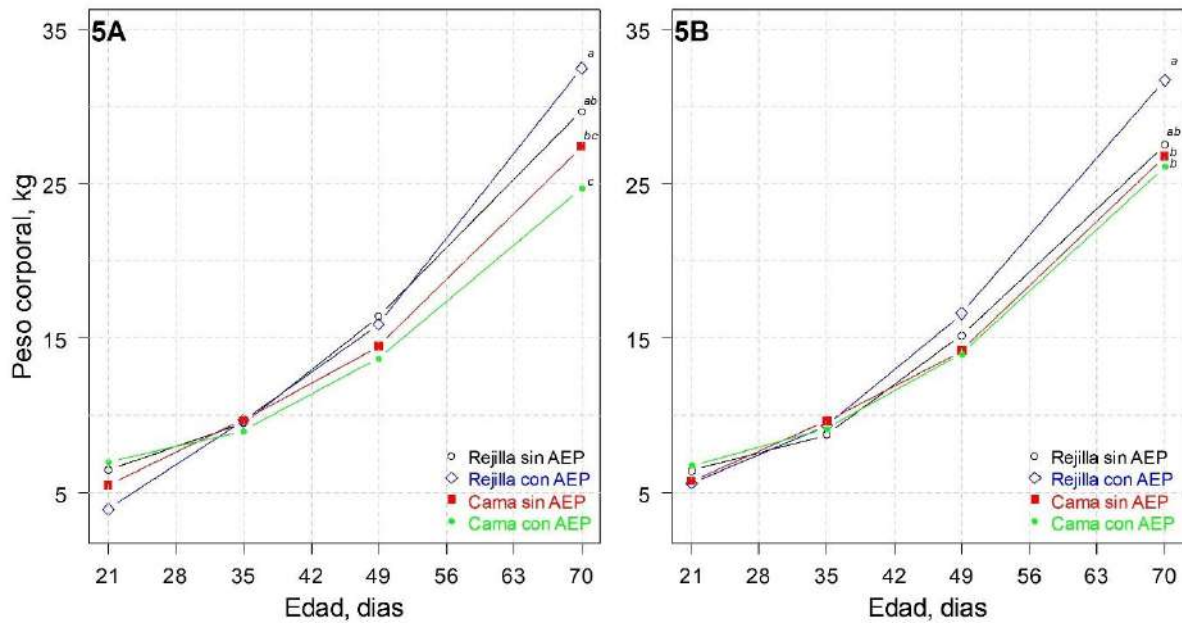
Tratamientos	N	Peso corporal, kg			
		22 d	35 d	49 d	70 d
Efecto simple					
Jaula rejilla	24	6.05 ± 0.42	9.51 ± 0.21	16.30 ± 0.34 ^a	30.10 ± 0.71 ^a
Cama profunda	33	6.51 ± 0.30	9.23 ± 0.15	14.00 ± 0.24 ^b	25.70 ± 0.51 ^b
Dieta con AEP	32	6.65 ± 0.34	9.08 ± 0.17	14.00 ± 0.33	25.80 ± 0.67
Dieta sin AEP	25	6.05 ± 0.34	9.57 ± 0.17	15.60 ± 0.33	28.60 ± 0.67
Factorial 2 x 2					
Rejilla con AEP	10	3.93 ± 0.90	9.68 ± 0.52	15.90 ± 0.86	32.50 ± 1.70 ^a
Rejilla sin AEP	14	6.50 ± 0.42	9.50 ± 0.22	16.40 ± 0.37	29.70 ± 0.61 ^{ab}
Cama con AEP	22	7.02 ± 0.33	8.98 ± 0.19	13.70 ± 0.31	24.70 ± 0.61 ^c
Cama sin AEP	11	5.48 ± 0.47	9.69 ± 0.26	14.50 ± 0.43	27.40 ± 0.86 ^{bc}
Probabilidad	<i>Covariable PC 22 d</i>		< 0.001	< 0.001	< 0.001
	<i>AEP</i>		0.406	0.233	0.934
	<i>Instalación</i>		0.435	< 0.001	< 0.001
	<i>Instalación x AEP</i>		0.210	0.816	0.022

La tabla 4 muestra el peso corporal de machos desde el destete hasta los 70 días de edad. Analizando el efecto simple de los factores, el análisis estadístico encontró diferencias estadísticas altamente significativas para el peso corporal a los 49 y 70 días de edad por efecto de la instalación ($p < 0.01$), mientras que el AEP mostró un efecto significativo ($p < 0.04$) a los 70 días de edad. Analizando la interacción de ambos factores, el análisis estadístico encontró diferencias estadísticas significativas para el peso corporal ($p = 0.007$) a los 70 días de edad. Los machos en jaulas con rejilla de plástico que consumieron dietas con el AEP mostraron los mayores pesos corporales, mientras que los machos mantenidos en corrales con cama profunda, tanto las que consumieron dietas con o sin el AEP, mostraron los peores pesos corporales (Figura 5). Los pesos corporales fueron ajustados por el peso corporal inicial.

Tabla 4. Efecto simple y factorial de la instalación y AEP sobre el peso corporal de los lechones machos desde el destete hasta los 70 días de edad.

Tratamientos	N	Peso corporal, kg			
		22 d	35 d	49 d	70 d
Efecto simple					
Jaula rejilla	27	6.06 ± 0.40	9.00 ± 0.18	15.80 ± 0.32 ^a	29.30 ± 0.65 ^a
Cama profunda	25	6.47 ± 0.38	9.29 ± 0.18	14.00 ± 0.31 ^b	26.30 ± 0.62 ^b
Dieta con AEP	32	6.33 ± 0.36	9.22 ± 0.17	14.90 ± 0.34	28.10 ± 0.65 ^a
Dieta sin AEP	20	6.19 ± 0.43	9.06 ± 0.20	14.80 ± 0.40	27.20 ± 0.77 ^b
Factorial 2 x 2					
Rejilla con AEP	14	5.60 ± 0.60	9.34 ± 0.28	16.60 ± 0.47	31.70 ± 0.89 ^a
Rejilla sin AEP	13	6.42 ± 0.53	8.75 ± 0.24	15.20 ± 0.41	27.50 ± 0.77 ^{ab}
Cama con AEP	18	6.74 ± 0.45	9.15 ± 0.20	14.00 ± 0.35	26.10 ± 0.66 ^b
Cama sin AEP	7	5.77 ± 0.72	9.64 ± 0.33	14.20 ± 0.56	26.80 ± 1.05 ^b
Probabilidad	<i>Covariable PC 22 d</i>		<0.001	<0.001	<0.001
	<i>AEP</i>		0.849	0.201	0.044
	<i>Instalación</i>		0.196	<0.001	<0.001
	<i>Instalación x AEP</i>		0.053	0.084	0.007

Figura 5. Peso corporal de hembras (5A) y machos (5B) desde el destete hasta los 70 días de edad por efecto factorial del tipo de instalación más el AEP.



La tabla 5 muestra la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de los cerdos, hembras y machos, a los 35, 49 y 70 días de edad, así como la ganancia de peso total, desde el destete hasta los 70 días. El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas significativas para la ganancia de peso a partir de los 36 días de edad por efecto de la instalación ($p < 0.05$) pero por la inclusión de AEP. Los cerdos mantenidos en jaulas con piso rejilla de plástico mostraron mayores ganancias de peso comparado con los mantenidos en cama profunda. La estadística descriptiva muestra, numéricamente, conversiones alimenticias más eficientes a partir de los 36 días de edad en los cerdos que se mantuvieron en jaulas con rejilla y que consumieron dietas con AEP. El consumo de alimento fue restringido, por lo que se observa consumos iguales en todas los tratamientos.

Tabla 5. Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de los cerdos desde el destete hasta los 70 días de edad.

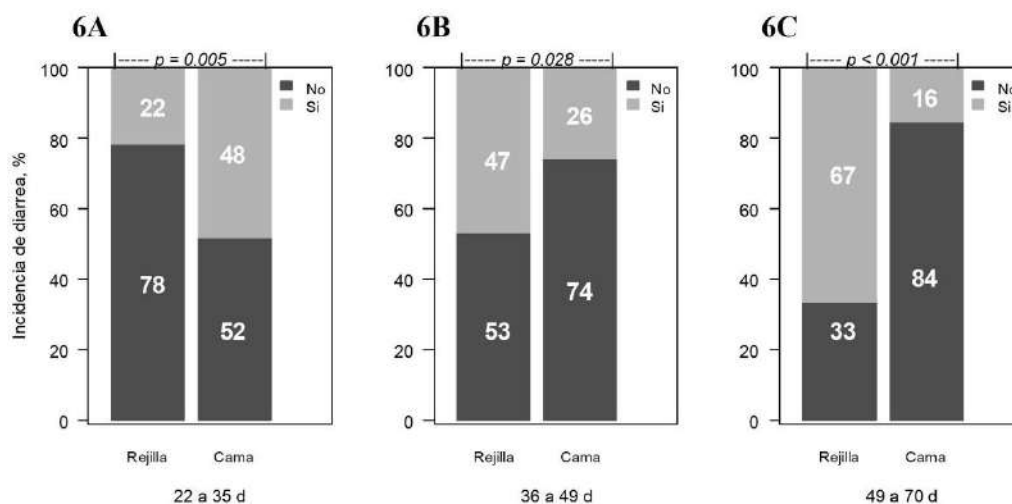
Tratamientos	Edad			
	35 d	49 d	70 d	Total
Ganancia de peso				
Rejilla con AEP	2.86 ± 0.26	6.46 ± 0.36	14.5 ± 0.67 ^a	23.8 ± 1.11 ^a
Rejilla sin AEP	2.86 ± 0.18	6.78 ± 0.25	12.9 ± 0.46 ^b	22.6 ± 0.77 ^b
Cama con AEP	2.89 ± 0.15	5.08 ± 0.21	12.1 ± 0.38 ^a	20.0 ± 0.63 ^a
Cama sin AEP	3.15 ± 0.22	4.32 ± 0.31	12.1 ± 0.57 ^b	19.5 ± 0.94 ^b
<i>Probabilidad</i>				
<i>AEP</i>	0.54	0.44	0.16	0.33
<i>Instalación</i>	0.44	<0.001	0.003	0.001
Consumo de alimento				
Rejilla con AEP	4.70 ± 0.12	9.02 ± 0.01	23.0 ± 0.01	36.7 ± 0.10
Rejilla sin AEP	4.61 ± 0.12	9.01 ± 0.01	23.0 ± 0.01	36.6 ± 0.10
Cama con AEP	4.52 ± 0.12	9.00 ± 0.01	23.0 ± 0.01	36.5 ± 0.10
Cama sin AEP	4.50 ± 0.16	9.00 ± 0.02	23.0 ± 0.01	36.5 ± 0.15
Conversión alimenticia				
Rejilla con AEP	1.64	1.40	1.59	1.54
Rejilla sin AEP	1.61	1.33	1.78	1.62
Cama con AEP	1.56	1.77	1.90	1.83
Cama sin AEP	1.43	2.08	1.90	1.87

4.2. Incidencia de diarrea

La figura 6 muestra la incidencia de diarrea del destete a los 35 días (figura 6A), de 36 a 49 días (Figura 6B) y de 50 a 70 días de edad (6C). El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas significativas en la incidencia de la diarrea ($p < 0.05$) por efecto de la instalación. Desde el destete hasta los 35 días, los lechones mantenidos en jaulas con piso de rejilla

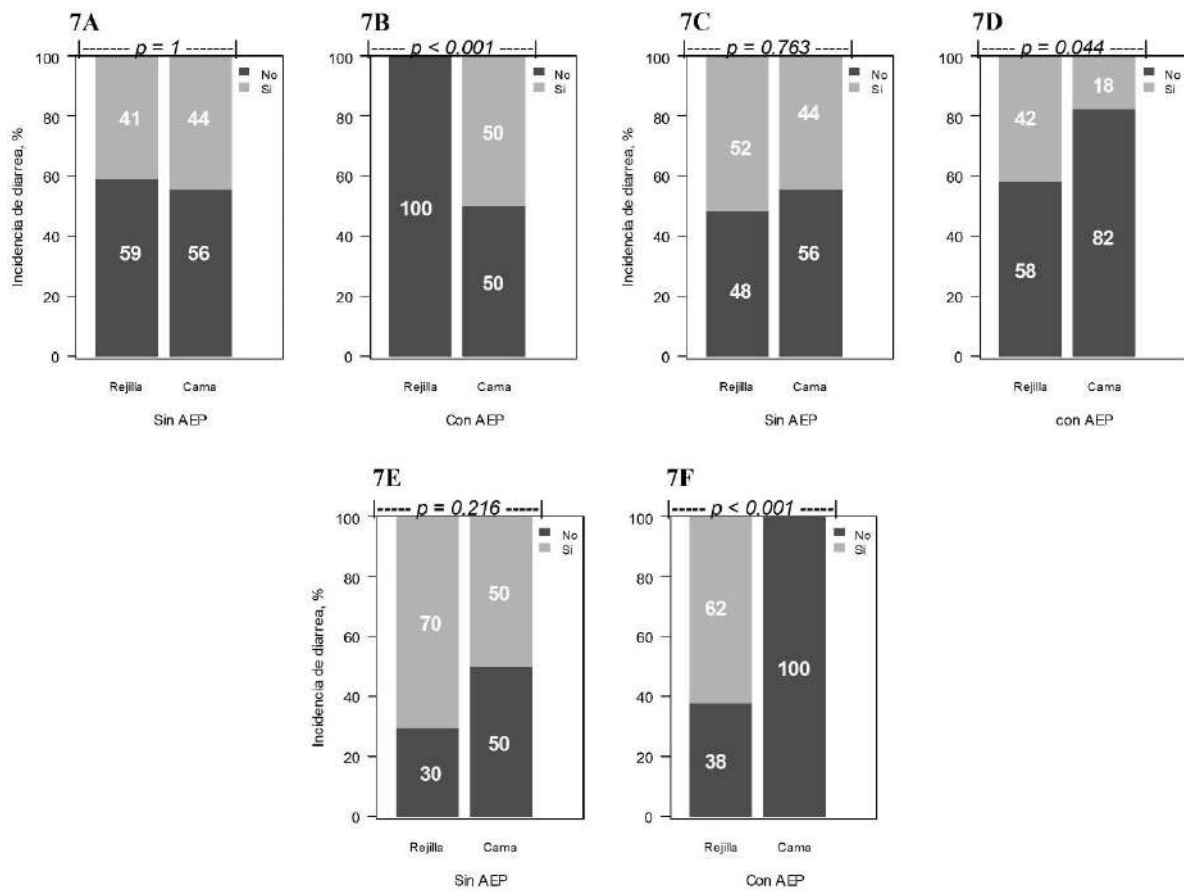
mostraron menor incidencia de diarrea, sin embargo, desde los 36 hasta los 70 días, la incidencia de diarrea fue mayor comparado con los mantenidos en piso de cama profunda.

Figura 6. Incidencia de diarrea en los cerdos desde el destete hasta los 70 días de edad considerando el factor piso de las instalaciones.



La figura 7 muestra la incidencia de diarrea desde el destete a los 35 días (Figura 7A-B), desde los 36 a 49 días (Figura 7C-D) y desde los 50 a 70 días de edad (7E-F). El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas significativas en la incidencia de la diarrea ($p < 0.05$) por efecto de la inclusión del AEP en la dieta. Desde el destete hasta los 35 días de edad, la incidencia de diarrea fue similar tanto en rejilla y cama profunda cuando los lechones consumían dietas sin la inclusión de AEP (Figura 7A), mientras que no hubo incidencia de diarrea en los lechones que consumieron dietas con la inclusión de AEP (Figura 7B). Desde los 36 hasta los 49 días, cuando los animales consumieron dietas sin la inclusión del AEP, la incidencia de diarreas fue similar tanto en rejillas como en cama profunda (Figura 7C), mientras que, cuando se incluyó el AEP, la incidencia de diarrea fue menor en los animales que se mantuvieron en corrales de cama profunda (Figura 7D). Asimismo, desde los 50 hasta los 70 días de edad, cuando los animales consumieron dietas sin la inclusión del AEP, la incidencia de diarreas fue similar tanto en rejillas como en cama profunda (Figura 7E), mientras que, cuando se incluyó el AEP, no hubo incidencia de diarrea en los animales que se mantuvieron en corrales de cama profunda (Figura 7F).

Figura 7. Incidencia de diarrea en reproductores desde el destete hasta los 70 días de edad considerando el factor AEP.



4.3. Retribución económica

La tabla 6 muestra la retribución económica de cerdos que consumieron dietas con AEP según su crianza en piso de rejilla de plástico o cama profunda, desde el destete hasta los 70 días de edad. Considerando solo las jaulas con piso slats, la retribución económica fue 4% mayor cuando se incluyó AEP. Del mismo modo, comparando solo en cama profunda, la retribución económica fue de 100 y 98% sin y con AEP, respectivamente. Comparando todos los tratamientos, sin considerar el factor AEP e instalación, y tomando como referencia a los mantenidos en rejilla sin AEP, la retribución económica en cama profunda fue solo del 61 y 63% cuando se incluyó o no AEP en la dieta.

Tabla 6. Efecto de la adición del AEP sobre la retribución económica en cerdos desde el destete hasta los 70 días de edad.

Rubro	Rejilla		Cama profunda	
	Sin AEP	Con AEP	Sin AEP	Con AEP
Ingreso				
Ganancia de peso, kg	22.6	23.8	19.5	20.0
Precio por kg PV, 70 d	12.0	12.0	12.0	12.0
Ingreso bruto, S/	271.2	285.6	234.0	240.0
Egreso				
Consumo de alimento				
22 a 35 d, kg	4.6	4.7	4.5	4.5
Precio por kg, S/	7.50	7.66	7.50	7.66
36 a 49 d, kg	9.0	9.0	9.0	9.0
Precio por kg, S/	6.00	6.16	6.00	6.16
50 a 70 d, kg	23.0	23.0	23.0	23.0
Precio por kg, S/	4.50	4.66	4.50	4.66
Egreso bruto, S/	192.1	198.7	191.3	197.2
Retribución económica, S/.				
Ingreso por kg peso vivo	3.5	3.6	2.2	2.1
Porcentaje Relativo %				
<i>Según el piso de crianza</i>	<i>100</i>	<i>104</i>	<i>100</i>	<i>98</i>
General	100	104	63	61

¹ Precio de venta referencial: S/. 12.00 por kg de peso vivo

² Precio del AEP: S/. 160.00 por kg (dosis: 1 kg por tonelada de alimento)

CAPITULO V DISCUSIONES

5.1. Rendimiento productivo

La adición de proteasas al alimento de animales jóvenes puede favorecer la digestión y absorción de nutrientes (Zhang et al., 2014). Según Hedemann & Jensen (2004), la adición de enzimas exógenas en dietas para no rumiantes se realiza con la finalidad de minimizar los efectos antinutricionales y maximizar la utilización de nutrientes porque el sistema digestivo y la secreción y actividad de las enzimas digestivas de los no rumiantes jóvenes son inmaduros e insuficientes para utilizar completamente los nutrientes de forma eficiente. En el presente estudio, la inclusión de enzima en la dieta de cerdos mantenidos en jaulas con piso de rejilla mejoró el peso corporal a los 70 días de edad tanto en hembras como en machos, sin embargo, este efecto positivo no fue observado cuando los animales se mantuvieron en corrales con cama profunda.

Algunas investigaciones reportan efectos positivos de la adición de proteasa a la dieta de lechones destetados, sin embargo, no mencionan las características de las instalaciones. Munezero y Kim (2022), al evaluar el efecto de proteasas exógenas en dietas de cerdos con diferentes niveles de proteína, observaron que su inclusión en dietas bajas en proteína cruda mejoró el peso corporal y la ganancia de peso diario durante 0 a 14 días posterior al destete, pero no influyó sobre la fase 2 (de 15 a 35 días posterior al destete) y tampoco durante toda la investigación. Asimismo, Park et al. (2020) observaron mejora del peso corporal y la ganancia de peso diario desde el destete (28 d) hasta los 70 días de edad en cerdos alimentados con bajo contenido de proteína pero suplementado con proteasa. Sin embargo, Yu et al. (2020), al suplementar proteasa en dietas bajas en proteína no mejoró la ganancia de peso diario comparado con dietas con nivel de proteína normal.

Numéricamente, la eficiencia de la conversión alimenticia fue más eficiente en los cerdos que consumieron dietas con enzimas y mantenidos en jaulas de piso con rejilla de plástico. Estos resultados coinciden con las de Munezero y Kim (2022), quienes observaron conversiones alimenticias más eficientes en los cerdos que consumieron dietas bajas en proteína, pero suplementadas con enzimas proteasas en la fase 1, sin embargo, la eficiencia de la conversión alimenticia tendió a aumentar durante todo el experimento, pero no se vio afectado durante la fase 2. Asimismo, Park et al. (2020) observaron mejora de la eficiencia de conversión

alimenticia desde el destete (28 d) hasta los 70 días de edad en cerdos alimentados con bajo contenido de proteína pero suplementado con proteasa.

Existen algunas investigaciones que no encontraron efectos positivos de la inclusión de enzimas exógenas sobre la eficiencia de la conversión alimenticia. Zhu et al. (2022) no encontraron efecto significativo sobre el peso corporal y ganancia de peso diario al incluir proteasas exógenas en lechones destetados de 28 a 56 días de edad. Asimismo, Yu et al. (2020), reportaron menor eficiencia de conversión alimenticia en dietas con bajo nivel de proteína y suplementado con proteasa.

5.2. Incidencia de diarrea

El intestino saludable es una estructura que evita que sustancias nocivas, como bacterias y endotoxinas entren a los tejidos y órganos del animal (Gou et al., 2022). Condiciones patológicas como el estrés pueden dañar la barrera intestinal conduciendo a trastornos digestivos como la diarrea (Zhang et al., 2014). Según Munezero y Kim (2022), la incidencia de la diarrea en lechones destetados aumenta debido a un sistema inmunológico inmaduro y una capacidad secretora de enzimas limitada. La adición de proteasa en la dieta puede suplir la deficiencia de secreción de enzimas digestivas endógenas de los lechones destetados, mejorar la digestión y absorción de nutrientes y reducir la tasa de diarrea (Zuo et al., 2015).

En el presente estudio, considerando el factor instalación, en los lechones de 22 a 35 d, la incidencia de diarrea fue menor en aquellos mantenidos en jaulas con piso slats. Sin embargo, de 36 a 49 d y 50 a 70 d, los lechones mantenidos en cama profunda presentaron incidencias de diarrea entre 26 y 16%, respectivamente, y que fueron menores comparados con los mantenidos en rejilla. Considerando la inclusión de AEP, en el presente estudio, en todas las etapas evaluadas, cuando los lechones consumieron dietas sin AEP, la incidencia de diarrea fue similar tanto en rejilla como en cama profunda. Cuando los lechones, de 22 a 35 d, consumieron dietas con AEP y se mantuvieron en rejilla mostraron menor incidencia de diarrea comparado con aquellos que se mantuvieron en cama profunda. Sin embargo, de 36 a 49 d, los lechones mantenidos en cama profunda y que consumieron AEP mostraron menor incidencia de diarrea. Asimismo, de 50 a 70 d, mientras los lechones alimentados con AEP y mantenidos en rejillas presentaban una incidencia de diarrea de 62%, en comparación a los criados en cama profunda no presentaron casos de diarrea.

Las mayores incidencias de diarrea observados en las dos últimas fases en las jaulas de rejilla se deberían a una falta de confort térmico. Durante las noches, la temperatura en el galpón descendía hasta los 15°C. Yu et al. (2021) observaron que la baja temperatura aumentaba el consumo de alimento diario y la incidencia de diarrea de los lechones desde el destete (21 días) hasta los 42 días de edad. La menor incidencia de diarrea en los corrales de cama profunda se debería al mejor confort térmico. Según Corrêa et al. (2009), los sistemas de cama profunda son utilizados especialmente durante las fases de crecimiento y engorde debido a que facilitan la eliminación de desechos. Sin embargo, otra de las ventajas sería a la producción de calor durante la fase termófila, en la que la temperatura en el interior de la cama puede ser superior a 40°C durante más de 90 días (Tiquia, 2005).

Wang et al. (2011a) no observaron diferencias significativas para la ganancia de peso cuando compararon diferentes tipos de piso, reportando ganancias diarias de peso entre 0.74 y 0.73 kg para los cerdos (de 36 kg de peso corporal inicial y evaluados durante 42 días) mantenidos en piso rejilla y cama profunda, respectivamente. En el presente estudio, los beneficios de suplementar proteasas exógenas no se visualizaron cuando se alimentaron a los cerdos mantenidos en corrales de cama profunda.

La inclusión de proteasa en la dieta de lechones podría reducir la diarrea mejorando la digestibilidad de la proteína, que reduce la llegada de proteína en el intestino grueso (Yu et al., 2020). Yu et al. (2020) observaron disminución en la tasa de diarrea en dietas con bajo nivel de proteína, así como cuando se suplementó con proteasa exógena. Zhu et al. (2022), al agregar diferentes dosis de proteasa no encontró diferencias significativas en la tasa de diarrea de los lechones, pero, comparado con el grupo de control, la suplementación de 300 y 600 mg/kg de proteasa redujo la tasa de diarrea de los lechones destetados en diferentes grados y en diferentes etapas.

5.3. Retribución económica

Cuando se añadió AEP, el precio de las dietas se incrementó en 0.16 céntimos. Según el tipo de piso de la instalación de crianza, y tomando de referencia a los cerdos que no consumieron dietas con AEP, se observa un 4% más y un 2% menos de retribución económica cuando consumen dietas con AEP y son mantenidos en piso rejilla o cama profunda, respectivamente. La retribución económica disminuye hasta un 39% cuando los cerdos son mantenidos en cama profunda comparado con los de piso rejilla.

El suministro de alimento en el presente estudio fue restringido, es decir basado en un programa de alimentación establecido por la granja comercial. Por ello, la menor retribución económica de los cerdos mantenidos en cama profunda se relacionan con el menor peso corporal observado. El menor rendimiento de los cerdos en cama profunda se debería al aumento del gasto energético asociado con mayores niveles de actividad (Chaiwang et al., 2021), debido a que se incrementa la motivación de búsqueda de alimento en el sustrato (Hötzel et al., 2009). Además, podría haber una disminución en el consumo de alimento en los cerdos criados en corrales con camas. El alimento caído fuera del comedero no sería aprovechado por estar contaminado con material del suelo (Chaiwang et al., 2021).

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La inclusión del AEP mejoró el peso corporal en instalaciones piso rejilla de plástico, pero no en cama profunda.
- La inclusión del AEP mejoró la ganancia de peso entre los 35 y 70 días de edad, y durante todo el experimento en los cerdos que se mantuvieron en piso con rejilla de plástico.
- La inclusión de AEP, numéricamente, mejoró la eficiencia de conversión alimenticia en piso rejilla de plástico, pero no en cama profunda.
- De 22 a 35 días, la incidencia de diarrea disminuye con la inclusión de AEP y en el piso con rejilla de plástico. En las dos últimas etapas, la incidencia de diarrea es menor o nula con la inclusión de AEP pero en cama profunda.
- La retribución económica mejora en 4% cuando se incluye AEP y en piso con rejilla de plástico, mientras que disminuye hasta en 39% cuando se incluye AEP y en cama profunda.

6.2. Recomendaciones

- Utilizar AEP en la dieta de lechones de 22 a 70 días en condiciones de piso rejilla de plástico.
- Evaluar la inclusión de AEP en piso rejilla de plástico de 36 a 70 días de edad, con diferentes manejos del control de temperatura ambiental.

CAPITULO VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aarnink, A. J. A., Swierstra, D., Van den Berg, A. J., & Speelman, L. (1997). Effect of type of slatted floor and degree of fouling of solid floor on ammonia emission rates from fattening piggeries. *Journal of agricultural engineering research*, 66(2), 93-102. <https://doi.org/10.1006/jaer.1996.0121>
- Ali, M. S., Lee, E. B., Hsu, W. H., Suk, K., Sayem, S. A. J., Ullah, H. A., ... & Park, S. C. (2023). Probiotics and postbiotics as an alternative to antibiotics: An emphasis on pigs. *Pathogens*, 12(7), 874.
- Amaral, P. I., Campos, A. T., Esteves, R. D. C., Esteves, G. F., Yanagi, T., & Leite, M. E. (2021). Behavioral responses of pigs finished in deep bedding and conventional bed systems. *Engenharia Agrícola*, 41(1), 25-33.
- Brandt, P., Grønvig, M., Rong, L., Zhang, G., Gautam, K. R., Kristensen, J. K., & Bjerg, B. (2022). The effect of floor cooling on respiration rate and distribution of pigs in the pen. *Livestock Science*, 257, 104832. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104832>
- Caldara, F. R., Garcia, R. G., Almeida Paz, I. C. D. L., Naeaes, I. D. A., dos Santos, R. D. K. S., & Foppa, L. (2014). Assessing the most suitable floor system for growing-finishing piggery under tropical conditions using the analytic hierarchy process. *Italian Journal of Animal Science*, 13(1), 2830. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.2830>
- Caldara, F. R., Rosa, P. S., Ferreira, R. A., Reis, N. M. D. O., Nääs, I. D. A., Paz, I. C., ... & Ferreira, V. M. D. S. (2012). Behavior, performance and physiological parameters of pigs reared in deep bedding. *Engenharia Agrícola*, 32, 38-46.
- Campbell, J. M., Crenshaw, J. D., & Polo, J. (2013). The biological stress of early weaned piglets. *Journal of animal science and biotechnology*, 4(1), 19.
- Chaiwang, N., Bunmee, T., Arjin, C., Wattanakul, W., Krutthai, N., Mekchay, S., & Sringarm, K. (2021). Effect of deep bedding floor and fermented feed supplement on productive performance, carcass, meat quality and fatty acid profile of crossbred pigs. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 479-488.

- Chou, J. Y., Drique, C. M., Sandercock, D. A., D'Eath, R. B., & O'Driscoll, K. (2019). Rearing undocked pigs on fully slatted floors using multiple types and variations of enrichment. *Animals*, 9(4), 139.
- Corrêa, É. K., Bianchi, I., Ulguim, R. D. R., Corrêa, M. N., Gil-Turnes, C., & Lucia Júnior, T. (2009). Effects of different litter depths on environmental parameters and growth performance of growing finishing pigs. *Ciência Rural*, 39, 838-843.
- Cowieson, A. J., & Roos, F. F. (2016). Toward optimal value creation through the application of exogenous mono-component protease in the diets of non-ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 331-340. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.04.015>
- de Azevedo Frigo, K. D., Feiden, A., Sampaio, S. C., Alberton, G. C., Schneider, L. T., Bonassa, G., ... & Santos, R. F. (2017). Treatments and utilization of swine waste in Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 12(8), 542-549.
- De Lange, C. F. M., Pluske, J., Gong, J., & Nyachoti, C. M. (2010). Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livestock Science*, 134(1-3), 124-134.
- De Lange, C. F. M., Pluske, J., Gong, J., & Nyachoti, C. M. (2010). Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livestock Science*, 134(1-3), 124-134.
- Denkova, R., Goranov, B., Teneva, D., Denkova, Z., & Kostov, G. (2017). Antimicrobial activity of probiotic microorganisms: Mechanisms of interaction and methods of examination. *Antimicrobial research: Novel bioknowledge and educational programs*, 1, 201-12.
- D'Souza, W. N., Douangpanya, J., Mu, S., Jaeckel, P., Zhang, M., Maxwell, J. R., Rottman, J. B., Labitzke, K., Willee, A., Beckmann, H., Wang, Y., Li, Y., Schwandner, R., Johnston, J. A., Towne, J. E., & Hsu, H. (2017). Differing roles for short chain fatty acids and GPR43 agonism in the regulation of intestinal barrier function and immune responses. *PLoS one*, 12(7), e0180190. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180190>

- Dubey, S. (2017). Studies on HIV-1 Protease and its Inhibitors. In *Viral Proteases and Their Inhibitors* (pp. 221-261). Academic Press.
- Gänzle, M. G., & Follador, R. (2012). Metabolism of oligosaccharides and starch in lactobacilli: a review. *Frontiers in microbiology*, *3*, 340. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00340>
- Gou, H. Z., Zhang, Y. L., Ren, L. F., Li, Z. J., & Zhang, L. (2022). How do intestinal probiotics restore the intestinal barrier?. *Frontiers in microbiology*, *13*, 929346. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.929346>
- Gresse, R., Chaucheyras-Durand, F., Fleury, M. A., Van de Wiele, T., Forano, E., & Blanquet-Diot, S. (2017). Gut Microbiota Dysbiosis in Postweaning Piglets: Understanding the Keys to Health. *Trends in microbiology*, *25*(10), 851–873. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2017.05.004>
- Guggenbuhl, P., Waché, Y., & Wilson, J. W. (2012). Effects of dietary supplementation with a protease on the apparent ileal digestibility of the weaned piglet. *Journal of animal science*, *90 Suppl 4*, 152–154. <https://doi.org/10.2527/jas.53835>
- Han, G. Q., Xiang, Z. T., Yu, B., Chen, D. W., Qi, H. W., Mao, X. B., Chen, H., Mao, Q., & Huang, Z. Q. (2012). Effects of different starch sources on *Bacillus* spp. in intestinal tract and expression of intestinal development related genes of weanling piglets. *Molecular biology reports*, *39*(2), 1869–1876. <https://doi.org/10.1007/s11033-011-0932-x>
- Hedemann, M. S., & Jensen, B. B. (2004). Variations in enzyme activity in stomach and pancreatic tissue and digesta in piglets around weaning. *Archives of animal nutrition*, *58*(1), 47–59. <https://doi.org/10.1080/00039420310001656677>
- Hessler, J., & Lehner, N. (Eds.). (2011). *Planning and designing research animal facilities*. Academic Press.
- Hötzel, M. J., Lopes, E. J. C., De Oliveira, P. A. V., & Guidoni, A. L. (2009). Behaviour and performance of pigs finished on deep bedding with wood shavings or rice husks in summer. *Animal Welfare*, *18*(1), 65-71.

- Kiarie, E., Romero, L. F., & Nyachoti, C. M. (2013). The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry. *Nutrition research reviews*, 26(1), 71–88. <https://doi.org/10.1017/S0954422413000048>
- Kidder, D. E., & Manners, M. J. (1980). The level of distribution of carbohydrases in the small intestine mucosa of pigs from 3 weeks of age to maturity. *The British journal of nutrition*, 43(1), 141–153. <https://doi.org/10.1079/bjn19800073>
- Lindemann, M. D., Cornelius, S. G., el Kandelgy, S. M., Moser, R. L., & Pettigrew, J. E. (1986). Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. *Journal of animal science*, 62(5), 1298–1307. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6251298x>
- Ludwiczak, A., Skrzypczak, E., Składanowska-Baryza, J., Stanisz, M., Ślósarz, P., & Racewicz, P. (2021). How housing conditions determine the welfare of pigs. *Animals*, 11(12), 3484.
- Macfarlane, G. T., & Macfarlane, S. (2012). Bacteria, colonic fermentation, and gastrointestinal health. *Journal of AOAC International*, 95(1), 50-60.
- Marchetti, R., Faeti, V., Gallo, M., Pindo, M., Bochicchio, D., Buttazzoni, L., & Della Casa, G. (2023). Protein Content in the Diet Influences Growth and Diarrhea in Weaning Piglets. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(5), 795. <https://doi.org/10.3390/ani13050795>
- Marion, J., Petersen, Y. M., Romé, V., Thomas, F., Sangild, P. T., Le Dividich, J., & Le Huërou-Luron, I. (2005). Early weaning stimulates intestinal brush border enzyme activities in piglets, mainly at the posttranscriptional level. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 41(4), 401–410. <https://doi.org/10.1097/01.mpg.0000177704.99786.07>
- McDonald, P., Edwards, L., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., & Wilkinson, R. (2010). *Animal Nutrition*. Recuperado de <http://gohardanehco.com/wp-content/uploads/2014/02/Animal-Nutrition.pdf>
- Min, Y., Choi, Y., Choe, J., Kim, Y., Jeong, Y., Kim, D., Kim, J., Jung, H., & Song, M. (2019). Effects of dietary mixture of protease and probiotics on growth performance, blood

- constituents, and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Journal of animal science and technology*, 61(5), 272–277. <https://doi.org/10.5187/jast.2019.61.5.272>
- Mkwanazi, M. V., Ncobela, C. N., Kanengoni, A. T., & Chimonyo, M. (2019). Effects of environmental enrichment on behaviour, physiology and performance of pigs - A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(1), 1–13. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0138>
- Montalto, M., Curigliano, V., Santoro, L., Vastola, M., Cammarota, G., Manna, R., Gasbarrini, A., & Gasbarrini, G. (2006). Management and treatment of lactose malabsorption. *World journal of gastroenterology*, 12(2), 187–191. <https://doi.org/10.3748/wjg.v12.i2.187>
- Munezero, O., & Kim, I. H. (2022). Effects of protease enzyme supplementation in weanling pigs' diet with different crude protein levels on growth performance and nutrient digestibility. *Journal of animal science and technology*, 64(5), 854–862. <https://doi.org/10.5187/jast.2022.e51>
- Nguyen, D. H., Lee, S. I., Cheong, J. Y., & Kim, I. H. (2018). Influence of low-protein diets and protease and bromelain supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood urine nitrogen, creatinine, and faecal noxious gas in growing–finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 98(3), 488–497.
- Nguyen, D. H., Upadhaya, S. D., Lei, X. J., Yin, J., & Kim, I. H. (2019). Influence of dietary protease supplementation to corn–soybean meal-based high-and low-energy diets on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, and gas emission in growing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 99(3), 482–488.
- Park, S., Lee, J. J., Yang, B. M., Cho, J. H., Kim, S., Kang, J., Oh, S., Park, D. J., Perez-Maldonado, R., Cho, J. Y., Park, I. H., Kim, H. B., & Song, M. (2020). Dietary protease improves growth performance, nutrient digestibility, and intestinal morphology of weaned pigs. *Journal of animal science and technology*, 62(1), 21–30. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.1.21>
- Peng, J., Tang, Y., & Huang, Y. (2021). Gut health: The results of microbial and mucosal immune interactions in pigs. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, 7(2), 282–294. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.01.001>

- Philippe, F. X., Laitat, M., Canart, B., Vandenheede, M., & Nicks, B. (2007). Comparison of ammonia and greenhouse gas emissions during the fattening of pigs, kept either on fully slatted floor or on deep litter. *Livestock Science*, *111*(1-2), 144-152.
- Pluske, J. R. (2016). Invited review: aspects of gastrointestinal tract growth and maturation in the pre-and postweaning period of pigs. *Journal of animal science*, *94*(suppl_3), 399-411.
- Pluske, J. R., Pethick, D. W., Hopwood, D. E., & Hampson, D. J. (2002). Nutritional influences on some major enteric bacterial diseases of pig. *Nutrition research reviews*, *15*(2), 333-371.
- Prediction Of Worldwide Energy Resource. (26 de agosto del 2023). *POWER / Data Access Viewer*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Ram, S., Narwal, S., Gupta, O. P., Pandey, V., & Singh, G. P. (2020). Anti-nutritional factors and bioavailability: Approaches, challenges, and opportunities. *Wheat and barley grain biofortification*, 101-128.
- Rostagno, H.; Teixeira, I.; Hannas, M.; Donzele, J.; Sakomura, N.; Guilherme, F.; Saraiva, A.; Teixeira M.; Rodrigues, P.; Oliveira, R.; Toledo, S. y Oliveira, C. (2017). Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimento y requerimientos nutricionales. Trad por Sandra Salguero. 4 ed. Viçosa, Brasil. <https://eliasnutri.files.wordpress.com/2018/09/tablas-brasilec3b1as-aves-y-cerdos-cuarta-edicion-2017-11.pdf>.
- Scott, K., Chennells, D. J., Campbell, F. M., Hunt, B., Armstrong, D., Taylor, L., ... & Edwards, S. A. (2006). The welfare of finishing pigs in two contrasting housing systems: Fully-slatted versus straw-bedded accommodation. *Livestock Science*, *103*(1-2), 104-115.
- Su, W., Gong, T., Jiang, Z., Lu, Z., & Wang, Y. (2022). The Role of Probiotics in Alleviating Postweaning Diarrhea in Piglets From the Perspective of Intestinal Barriers. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, *12*, 883107. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.883107>

- Suiryanrayna, M. V., & Ramana, J. V. (2015). A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. *Journal of animal science and biotechnology*, 6, 1-11.
- Sutton, A. L., Kephart, K. B., Verstegen, M. W., Canh, T. T., & Hobbs, P. J. (1999). Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. *Journal of animal science*, 77(2), 430–439. <https://doi.org/10.2527/1999.772430x>
- Szabó, C., Kachungwa Lugata, J., & Ortega, A. D. S. V. (2023). Gut Health and Influencing Factors in Pigs. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(8), 1350. <https://doi.org/10.3390/ani13081350>
- Tabase, R. K., Bagci, O., De Paepe, M., Aarnink, A. J., & Demeyer, P. (2020). CFD simulation of airflows and ammonia emissions in a pig compartment with underfloor air distribution system: Model validation at different ventilation rates. *Computers and electronics in agriculture*, 171, 105297.
- Tang, X., & Xiong, K. (2022). Intrauterine Growth Retardation Affects Intestinal Health of Suckling Piglets via Altering Intestinal Antioxidant Capacity, Glucose Uptake, Tight Junction, and Immune Responses. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2022, 2644205. <https://doi.org/10.1155/2022/2644205>
- Tang, X., Xiong, K., Fang, R., & Li, M. (2022). Weaning stress and intestinal health of piglets: A review. *Frontiers in immunology*, 13, 1042778. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1042778>
- Tiquia S. M. (2005). Microbiological parameters as indicators of compost maturity. *Journal of applied microbiology*, 99(4), 816–828. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2005.02673.x>
- Torres-Pitarch, A., Hermans, D., Manzanilla, E. G., Bindelle, J., Everaert, N., Beckers, Y., ... & Lawlor, P. G. (2017). Effect of feed enzymes on digestibility and growth in weaned pigs: A systematic review and meta-analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 233, 145-159.
- Tuytens, F. A. M. (2005). The importance of straw for pig and cattle welfare: a review. *Applied animal behaviour science*, 92(3), 261-282.

- Tuytens, F. A. M. (2005). The importance of straw for pig and cattle welfare: a review. *Applied animal behaviour science*, 92(3), 261-282.
- van Kempen, T. A. T. G., Hulshof, T. G., Gerrits, W. J. J., & Zijlstra, R. T. (2023). Review: The amazing gain-to-feed ratio of newly weaned piglets: sign of efficiency or deficiency?. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 17(11), 100987. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100987>
- Varley, M.A.; Wiseman, J. *The Weaner Pig: Nutrition and Management*; CABI Publishing: Wallingford, UK, 2001.
- Vente-Spreeuwenberg, M. A., Verdonk, J. M., Verstegen, M. W., & Beynen, A. C. (2003). Villus height and gut development in weaned piglets receiving diets containing either glucose, lactose or starch. *The British journal of nutrition*, 90(5), 907–913. <https://doi.org/10.1079/bjn2003981>
- Vermeij, I., Enting, J., & Spoolder, H. A. M. (2009). Effect of slatted and solid floors and permeability of floors in pig houses on environment, animal welfare and health and food safety: a review of literature. <https://edepot.wur.nl/1600>
- Wang, D., Zeng, Z., Piao, X., Li, P., Xue, L., Zhang, Q., Han, X., Zhang, H., Dong, B., & Kim, S. W. (2011b). Effects of keratinase supplementation of corn-soybean meal based diets on apparent ileal amino acid digestibility in growing pigs and serum amino acids, cytokines, immunoglobulin levels and loin muscle area in nursery pigs. *Archives of animal nutrition*, 65(4), 290–302. <https://doi.org/10.1080/1745039x.2011.586140>
- Wang, K., Wei, B., Zhu, S., & Ye, Z. (2011a). Ammonia and odour emitted from deep litter and fully slatted floor systems for growing-finishing pigs. *Biosystems engineering*, 109(3), 203-210.
- Wang, L., Yan, S., Li, J., Li, Y., Ding, X., Yin, J., Xiong, X., Yin, Y., & Yang, H. (2019). Rapid Communication: The relationship of enterocyte proliferation with intestinal morphology and nutrient digestibility in weaning piglets. *Journal of animal science*, 97(1), 353–358. <https://doi.org/10.1093/jas/sky388>

- Wang, X. L., Liu, Z. Y., Li, Y. H., Yang, L. Y., Yin, J., He, J. H., Hou, D. X., Liu, Y. L., & Huang, X. G. (2021). Effects of Dietary Supplementation of *Lactobacillus delbrueckii* on Gut Microbiome and Intestinal Morphology in Weaned Piglets. *Frontiers in veterinary science*, 8, 692389. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.692389>
- Wei, H. K., Xue, H. X., Zhou, Z. X., & Peng, J. (2017). A carvacrol-thymol blend decreased intestinal oxidative stress and influenced selected microbes without changing the messenger RNA levels of tight junction proteins in jejunal mucosa of weaning piglets. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 11(2), 193–201. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001397>
- Wei, X., Tsai, T., Howe, S., & Zhao, J. (2021). Weaning Induced Gut Dysfunction and Nutritional Interventions in Nursery Pigs: A Partial Review. *Animals : an open access journal from MDPI*, 11(5), 1279. <https://doi.org/10.3390/ani11051279>
- Xiong, X., Tan, B., Song, M., Ji, P., Kim, K., Yin, Y., & Liu, Y. (2019). Nutritional Intervention for the Intestinal Development and Health of Weaned Pigs. *Frontiers in veterinary science*, 6, 46. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00046>
- Yang, C., Zhu, X., Liu, N., Chen, Y., Gan, H., Troy, F. A., 2nd, & Wang, B. (2014). Lactoferrin up-regulates intestinal gene expression of brain-derived neurotrophic factors BDNF, UCHL1 and alkaline phosphatase activity to alleviate early weaning diarrhea in postnatal piglets. *The Journal of nutritional biochemistry*, 25(8), 834–842. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2014.03.015>
- Ye, Z., Li, B., Cheng, B., Chen, G., Zhang, G., Shi, Z., ... & Xi, L. (2007). A concrete slatted floor system for separation of faeces and urine in pig houses. *Biosystems Engineering*, 98(2), 206-214.
- Yin, L., Li, J., Wang, M., Wang, Q., Li, J., Ding, N., ... & Yin, Y. (2021). Dietary high protein-induced diarrhea and intestinal inflammation by activation of NF-κB signaling in piglets. *Animal Nutrition*, 7(4), 1070-1077.
- Yu, J., Yu, G., Yu, B., Zhang, Y., He, J., Zheng, P., ... & Chen, D. (2020). Dietary protease improves growth performance and nutrient digestibility in weaned piglets fed diets with different levels of soybean meal. *Livestock Science*, 241, 104179.

- Zhang, G. G., Yang, Z. B., Wang, Y., Yang, W. R., & Zhou, H. J. (2014). Effects of dietary supplementation of multi-enzyme on growth performance, nutrient digestibility, small intestinal digestive enzyme activities, and large intestinal selected microbiota in weanling pigs. *Journal of animal science*, *92*(5), 2063–2069. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6672>
- Zhao, J., Zhang, Z., Zhang, S., Page, G., & Jaworski, N. W. (2021). The role of lactose in weanling pig nutrition: a literature and meta-analysis review. *Journal of animal science and biotechnology*, *12*(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00522-6>
- Zhu, Q., Wang, Y., Liu, Y., Yu, B., He, J., Zheng, P., ... & Yu, J. (2022). Effects of a Novel Protease on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Intestinal Health in Weaned Piglets. *Animals*, *12*(20), 2803.

CAPITULO VIII ANEXOS

8.1. ANEXO 1. Peso corporal hembras

Tratamientos	Instalación	Peso destete	F1	F2	F3
Sin enzima	Rejilla plástico	6.0	8.7	16.4	29.5
Sin enzima	Rejilla plástico	5.5	7.4	14.0	25.0
Sin enzima	Rejilla plástico	5.8	7.4	14.0	27.5
Sin enzima	Rejilla plástico	6.9	11.2	19.9	37.5
Sin enzima	Rejilla plástico	5.0	8.6	15.8	28.0
Sin enzima	Rejilla plástico	6.4	11.2	18.3	32.5
Sin enzima	Rejilla plástico	8.2	11.6	18.8	32.5
Sin enzima	Rejilla plástico	7.9	13.2	21.2	35.5
Sin enzima	Rejilla plástico	5.3	6.3	11.3	22.5
Sin enzima	Rejilla plástico	8.3	12.4	20.2	35.0
Sin enzima	Rejilla plástico	8.5	10.9	19.0	34.0
Sin enzima	Rejilla plástico	4.6	7.1	12.2	23.0
Sin enzima	Rejilla plástico	6.2	9.8	16.4	28.5
Sin enzima	Rejilla plástico	6.4	9.9	16.3	30.5
Sin enzima	Cama profunda	3.9	6.1	10.0	19.4
Sin enzima	Cama profunda	3.4	7.0	11.0	22.9
Sin enzima	Cama profunda	7.5	10.7	15.2	28.6
Sin enzima	Cama profunda	8.7	12.6	18.8	33.4
Sin enzima	Cama profunda	7.2	10.4	14.2	28.0
Sin enzima	Cama profunda	3.9	6.5	11.2	21.5
Sin enzima	Cama profunda	5.4	7.8	12.1	22.7
Sin enzima	Cama profunda	8.3	12.1	18.0	31.9
Sin enzima	Cama profunda	2.8	4.9	6.8	16.0
Sin enzima	Cama profunda	4.6	8.4	13.1	25.7
Sin enzima	Cama profunda	4.5	7.4	11.4	23.7
Con enzima	Rejilla plástico	2.4	4.1	8.1	16.5
Con enzima	Rejilla plástico	6.2	10.1	17.4	39.0
Con enzima	Rejilla plástico	3.2	5.4	9.2	21.5
Con enzima	Cama profunda	9.0	12.0	17.8	34.5
Con enzima	Cama profunda	8.1	11.3	18.2	27.5
Con enzima	Cama profunda	7.7	10.3	15.2	31.0
Con enzima	Cama profunda	8.7	11.0	16.3	26.0
Con enzima	Cama profunda	7.2	9.0	13.2	22.0
Con enzima	Cama profunda	7.3	12.0	18.4	33.5
Con enzima	Cama profunda	5.6	7.9	12.5	22.0
Con enzima	Cama profunda	4.9	6.7	11.3	22.5
Con enzima	Cama profunda	6.3	9.0	14.1	26.5
Con enzima	Cama profunda	4.9	6.9	9.6	19.0
Con enzima	Cama profunda	5.7	8.4	11.7	23.5
Con enzima	Cama profunda	4.8	7.4	11.8	21.0
Con enzima	Cama profunda	6.5	9.1	14.5	25.5
Con enzima	Cama profunda	8.9	12.0	18.4	32.4
Con enzima	Cama profunda	7.5	10.5	16.8	28.8
Con enzima	Cama profunda	8.2	11.4	16.4	28.6
Con enzima	Cama profunda	6.3	8.6	12.9	24.0
Con enzima	Cama profunda	5.6	7.2	11.2	22.0
Con enzima	Cama profunda	7.1	11.9	17.3	28.9
Con enzima	Cama profunda	9.0	12.4	18.1	30.9
Con enzima	Cama profunda	7.7	11.3	16.6	28.1
Con enzima	Cama profunda	7.4	10.7	16.4	27.5

8.2. ANEXO 2. Peso corporal machos

Tratamientos	Instalación	Peso destete	F1	F2	F3	
Sin enzima	Rejilla plástico	4.1		5.1	10.7	21.5
Sin enzima	Rejilla plástico	3.3		4.7	9.7	16.5
Sin enzima	Rejilla plástico	4.7		7.1	13.2	22.5
Sin enzima	Rejilla plástico	7.5		11.6	20.0	37.5
Sin enzima	Rejilla plástico	6.3		8.1	15.6	30.0
Sin enzima	Rejilla plástico	9.0		11.5	19.5	35.0
Sin enzima	Rejilla plástico	8.6		9.6	16.4	30.5
Sin enzima	Rejilla plástico	8.0		10.5	17.4	32.0
Sin enzima	Rejilla plástico	7.2		10.7	17.1	30.0
Sin enzima	Rejilla plástico	6.2		10.0	16.1	28.0
Sin enzima	Rejilla plástico	5.6		8.2	13.7	25.0
Sin enzima	Rejilla plástico	6.5		9.2	15.5	24.5
Sin enzima	Rejilla plástico	6.5		9.7	16.0	29.0
Sin enzima	Cama profunda	7.1		10.4	15.6	29.5
Sin enzima	Cama profunda	2.1		4.7	7.4	15.9
Sin enzima	Cama profunda	4.5		7.3	11.0	21.4
Sin enzima	Cama profunda	7.1		10.7	14.7	26.5
Sin enzima	Cama profunda	7.3		10.4	16.4	29.7
Sin enzima	Cama profunda	4.1		8.8	11.9	25.7
Sin enzima	Cama profunda	8.2		11.0	16.2	29.9
Con enzima	Rejilla plástico	7.7		11.2	20.1	35.5
Con enzima	Rejilla plástico	6.8		10.5	20.0	36.5
Con enzima	Rejilla plástico	5.9		9.0	17.9	33.0
Con enzima	Rejilla plástico	4.0		5.5	10.7	21.0
Con enzima	Rejilla plástico	2.9		5.0	9.2	22.0
Con enzima	Rejilla plástico	3.7		6.1	10.2	21.0
Con enzima	Rejilla plástico	5.8		8.1	14.3	29.0
Con enzima	Rejilla plástico	5.9		8.6	16.2	30.0
Con enzima	Rejilla plástico	6.7		11.3	18.7	37.0
Con enzima	Rejilla plástico	6.7		10.1	17.1	35.0
Con enzima	Rejilla plástico	6.0		9.7	15.0	28.0
Con enzima	Rejilla plástico	6.0		9.9	15.9	29.0
Con enzima	Rejilla plástico	5.0		8.1	13.2	25.0
Con enzima	Rejilla plástico	5.5		9.1	14.0	26.5
Con enzima	Cama profunda	6.5		10.2	16.2	30.0
Con enzima	Cama profunda	3.0		6.8	8.4	20.5
Con enzima	Cama profunda	6.9		11.0	18.0	30.0
Con enzima	Cama profunda	8.0		10.8	17.5	32.5
Con enzima	Cama profunda	6.9		10.8	16.7	28.0
Con enzima	Cama profunda	7.4		10.5	18.3	31.0
Con enzima	Cama profunda	9.6		14.2	20.9	37.5
Con enzima	Cama profunda	8.6		11.5	16.7	30.5
Con enzima	Cama profunda	3.6		5.6	9.6	19.0
Con enzima	Cama profunda	5.7		6.6	10.5	20.5
Con enzima	Cama profunda	3.6		5.5	8.8	21.5
Con enzima	Cama profunda	8.3		11.0	16.5	26.0
Con enzima	Cama profunda	8.1		11.6	16.1	28.5
Con enzima	Cama profunda	6.4		8.7	13.0	24.0
Con enzima	Cama profunda	6.2		8.5	13.2	27.5
Con enzima	Cama profunda	5.6		7.8	10.8	23.0
Con enzima	Cama profunda	5.8		8.9	14.5	26.6
Con enzima	Cama profunda	11.0		14.7	20.3	34.7

8.3. ANEXO 3. Consumo de alimento entre machos y hembras

Dieta	Instalación	F1	F2	F3	Total	
Sin enzima	Rejilla plástico		4.57	9.01	23.00	36.58
Sin enzima	Rejilla plástico		4.66	9.01	23.03	36.69
Sin enzima	Cama profunda		4.50	9.00	23.00	36.50
Con enzima	Rejilla plástico		4.50	9.05	23.00	36.55
Con enzima	Rejilla plástico		4.89	9.00	23.00	36.89
Con enzima	Cama profunda		4.50	9.00	23.01	36.51
Con enzima	Cama profunda		4.55	9.00	23.01	36.55

8.4. ANEXO 4. Consumo de alimento entre hembras y machos

Fases de crecimiento	Casos de diarrea	Sin AEP		Con AEP		Jaula rejilla	Cama profunda
		Jaula rejilla	Cama profunda	Jaula rejilla	Cama profunda		
Fase I (22 a 35 d)	No	16	10	24	20	40	30
	Si	11	8	0	20	11	28
Fase II (36 a 49 d)	No	13	10	14	33	27	43
	Si	14	8	10	7	24	15
Fase III (50 a 70 d)	No	8	9	9	40	17	49
	Si	19	9	15	0	34	9

8.5. ANEXO 5: Análisis estadístico peso corporal – Hembras

Efecto simple instalación F1 (22 a 35 días)

ANCOVA - Peso F1

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Instalacion	0.872	1	0.872	1.17	0.284
Peso dest	222.406	1	222.406	299.37	< .001
Residuos	34.918	47	0.743		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
4.42	1	48	0.041

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.971	0.249

Medias Marginales Estimadas

Instalacion

Medias Marginales Estimadas – Instalacion

Instalacion	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
Rejilla plástico	9.51	0.210	9.09	9.93
Cama profunda	9.23	0.150	8.92	9.53

Efecto simple instalación F2 (36 a 49 días)

ANCOVA - Peso F2

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Peso dest	457.4	1	457.44	236.5	< .001
Instalacion	61.0	1	61.02	31.5	< .001
Residuos	90.9	47	1.93		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
1.77	1	48	0.190

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
0.973			0.306

Medias Marginales Estimadas
Instalacion

Medias Marginales Estimadas – Instalacion

Instalacion	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
Rejilla plástico	16.3	0.339	15.6	17.0
Cama profunda	14.0	0.243	13.5	14.5

Efecto simple instalación F3 (50 a 70 días)

ANCOVA - Peso F3

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Peso dest	903	1	902.84	107.8	< .001
Instalacion	216	1	216.40	25.8	< .001
Residuos	393	47	8.37		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
1.34	1	48	0.253

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.957	0.064

Medias Marginales Estimadas
Instalacion

Medias Marginales Estimadas – Instalacion

Instalacion	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
Rejilla plástico	30.1	0.706	28.7	31.5
Cama profunda	25.7	0.505	24.6	26.7

Efecto simple enzima F1

ANCOVA - Peso F1

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	p
Dieta	2.85	1	2.853	4.07	0.049
Peso dest	224.42	1	224.419	320.24	< .001
Residuos	32.94	47	0.701		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
1.38	1	48	0.246

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.965	0.146

Medias Marginales Estimadas

Dieta

Medias Marginales Estimadas – Dieta

Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
Con enzima	9.08	0.169	8.74	9.42
Sin enzima	9.57	0.169	9.23	9.90

Efecto simple enzima F2

ANCOVA - Peso F2

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	p
Dieta	29.4	1	29.39	11.3	0.002
Peso dest	449.2	1	449.18	172.3	< .001
Residuos	122.6	47	2.61		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
0.940	1	48	0.337

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.972	0.271

Medias Marginales Estimadas

Dieta

Medias Marginales Estimadas – Dieta

Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
Con enzima	14.0	0.326	13.3	14.7
Sin enzima	15.6	0.326	14.9	16.2

Efecto simple enzima F3

ANCOVA - Peso F3

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	p
Dieta	94.9	1	94.9	8.67	0.005
Peso dest	880.7	1	880.7	80.38	< .001
Residuos	514.9	47	11.0		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
0.230	1	48	0.634

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.887	< .001

Medias Marginales Estimadas

Dieta

Medias Marginales Estimadas – Dieta

Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
Con enzima	25.8	0.667	24.4	27.1
Sin enzima	28.6	0.667	27.2	29.9

Factorial dieta por instalación F1

ANCOVA - Peso F1

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Instalacion	0.437	1	0.437	0.620	0.435
Dieta	0.496	1	0.496	0.703	0.406
Peso dest	188.469	1	188.469	267.023	< .001
Instalacion * Dieta	1.139	1	1.139	1.614	0.210
Residuos	31.762	45	0.706		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
2.53	3	46	0.069

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.963	0.123

Medias Marginales Estimadas

Dieta * Instalacion

Medias Marginales Estimadas - Dieta * Instalacion

Instalacion	Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
				Inferior	Superior
Rejilla plástico	Con enzima	9.68	0.522	8.63	10.73
	Sin enzima	9.50	0.225	9.04	9.95
Cama profunda	Con enzima	8.98	0.187	8.61	9.36
	Sin enzima	9.69	0.263	9.16	10.22

Factorial dieta por instalación F2

ANCOVA - Peso F2

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Instalacion	30.014	1	30.014	15.6416	< .001
Dieta	2.806	1	2.806	1.4622	0.233
Peso dest	366.070	1	366.070	190.7776	< .001
Instalacion * Dieta	0.105	1	0.105	0.0548	0.816
Residuos	86.347	45	1.919		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
0.589	3	46	0.625

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.980	0.564

Medias Marginales Estimadas

Dieta * Instalacion

Medias Marginales Estimadas - Dieta * Instalacion

Instalacion	Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
				Inferior	Superior
Rejilla plástico	Con enzima	15.9	0.860	14.2	17.7
	Sin enzima	16.4	0.371	15.7	17.2
Cama profunda	Con enzima	13.7	0.308	13.1	14.3
	Sin enzima	14.5	0.433	13.6	15.4

Factorial dieta por instalación F3

ANCOVA - Peso F3

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Instalacion	175.7589	1	175.7589	23.33286	< .001
Dieta	0.0522	1	0.0522	0.00694	0.934
Peso dest	886.6332	1	886.6332	117.70493	< .001
Instalacion * Dieta	42.5466	1	42.5466	5.64827	0.022
Residuos	338.9705	45	7.5327		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
3.15	3	46	0.034

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.962	0.107

Pruebas Post Hoc

Comparaciones Post Hoc - Instalacion * Dieta

Comparación				Diferencia de Medias	EE	gl	t	P _{Tukey}
Instalacion	Dieta	Instalacion	Dieta					
Rejilla plástico	Con enzima	- Rejilla plástico	Sin enzima	2.80	1.869	45.0	1.50	0.447
		- Cama profunda	Con enzima	7.76	1.871	45.0	4.15	< .001
		- Cama profunda	Sin enzima	5.13	1.832	45.0	2.80	0.036
	Sin enzima	- Cama profunda	Con enzima	4.96	0.948	45.0	5.23	< .001
		- Cama profunda	Sin enzima	2.33	1.137	45.0	2.05	0.185
		- Cama profunda	Sin enzima	-2.63	1.090	45.0	2.41	0.089

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

Medias Marginales Estimadas

Dieta * Instalacion

Medias Marginales Estimadas - Dieta * instalación

Instalación	Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
				Inferior	Superior
Rejilla plástico	Con enzima	32.5	1.705	29.1	35.9
	Sin enzima	29.7	0.735	28.2	31.2
Cama profunda	Con enzima	24.7	0.611	23.5	26.0
	Sin enzima	27.4	0.858	25.6	29.1

8.6. ANEXO 6: Análisis estadístico peso corporal – Machos

ANCOVA - Peso F1

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Peso dest	225.401	1	225.401	291.25	< .001
Instalacion	0.996	1	0.996	1.29	0.263
Residuos	34.826	45	0.774		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
0.0388	1	46	0.845

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.983	0.696

Medias Marginales Estimadas

Instalacion

Medias Marginales Estimadas – Instalacion

Instalacion	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
C.PROFUNDA	9.29	0.176	8.94	9.65
Slat	9.00	0.184	8.63	9.37

Efecto simple instalación F2

ANCOVA - Peso F2

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Peso dest	489.0	1	488.97	210.3	< .001
Instalacion	36.7	1	36.72	15.8	< .001
Residuos	104.6	45	2.33		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
0.126	1	46	0.724

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.972	0.303

Medias Marginales Estimadas

Instalacion

Medias Marginales Estimadas – Instalacion

Instalacion	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
C.PROFUNDA	14.0	0.306	13.4	14.7
Slat	15.8	0.319	15.2	16.4

Efecto simple instalación F3

ANCOVA

ANCOVA - Peso F3

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Peso dest	1005	1	1004.61	104.6	< .001
Instalacion	105	1	104.61	10.9	0.002
Residuos	432	45	9.60		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
3.52	1	46	0.067

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.978	0.505

Medias Marginales Estimadas

Instalacion

Medias Marginales Estimadas – Instalacion

Instalacion	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
C.PROFUNDA	26.3	0.622	25.1	27.6
Slat	29.3	0.648	28.0	30.6

Efecto simple dieta F1

ANCOVA - Peso F1

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	p
Peso dest	230.322	1	230.322	291.747	< .001
Dieta	0.296	1	0.296	0.375	0.544
Residuos	35.526	45	0.789		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
0.484	1	46	0.490

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.987	0.865

Medias Marginales Estimadas

Dieta

Medias Marginales Estimadas – Dieta

Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
CONTROL	9.06	0.199	8.66	9.46
ENZIMA	9.22	0.168	8.88	9.56

Efecto simple dieta F2

ANCOVA - Peso F2

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	p
Peso dest	464.9928	1	464.9928	148.0888	< .001
Dieta	0.0622	1	0.0622	0.0198	0.889
Residuos	141.2982	45	3.1400		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
6.98	1	46	0.011

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.982	0.663

Medias Marginales Estimadas

Dieta

Medias Marginales Estimadas - Dieta

Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
CONTROL	14.8	0.396	14.0	15.6
ENZIMA	14.9	0.335	14.2	15.6

Efecto simple dieta F3

ANCOVA - Peso F3

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Peso dest	938.93	1	938.93	80.104	< .001
Dieta	9.32	1	9.32	0.795	0.377
Residuos	527.46	45	11.72		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
2.73	1	46	0.105

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.970	0.244

Medias Marginales Estimadas

Dieta

Medias Marginales Estimadas - Dieta

Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
CONTROL	27.2	0.766	25.7	28.8
ENZIMA	28.1	0.647	26.8	29.4

Factorial machos dieta x instalación F1

ANCOVA - Peso F1

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Dieta	0.0273	1	0.0273	0.0369	0.849
Instalacion	1.2746	1	1.2746	1.7217	0.196
Peso dest	225.3472	1	225.3472	304.4013	< .001
Dieta * Instalacion	2.9205	1	2.9205	3.9451	0.053
Residuos	31.8327	43	0.7403		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
0.697	3	44	0.559

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.965	0.156

Medias Marginales Estimadas

Dieta * Instalacion

Medias Marginales Estimadas - Dieta * Instalacion

Instalacion	Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
				Inferior	Superior
C.PROFUNDA	Sin enzima	9.64	0.327	8.98	10.30
	Con enzima	9.15	0.205	8.74	9.56
Slat	Sin enzima	8.75	0.239	8.27	9.24
	Con enzima	9.34	0.276	8.79	9.90

Factorial machos dieta x instalación F2

ANCOVA - Peso F2

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Dieta	3.66	1	3.66	1.68	0.201
Instalacion	35.14	1	35.14	16.16	< .001
Peso dest	489.28	1	489.28	224.96	< .001
Dieta * Instalacion	6.81	1	6.81	3.13	0.084
Residuos	93.52	43	2.17		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
2.07	3	44	0.117

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.986	0.837

Medias Marginales Estimadas

Dieta * Instalacion

Medias Marginales Estimadas - Dieta * Instalacion

Instalacion	Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
				Inferior	Superior
C.PROFUNDA	Sin enzima	14.2	0.561	13.1	15.3
	Con enzima	14.0	0.352	13.3	14.7
Slat	Sin enzima	15.2	0.409	14.4	16.0
	Con enzima	16.6	0.473	15.7	17.6

Factorial machos dieta x instalación F3

ANCOVA - Peso F3

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Dieta	33.2	1	33.17	4.32	0.044
Instalacion	105.0	1	105.03	13.67	< .001
Peso dest	1064.2	1	1064.18	138.49	< .001
Dieta * Instalacion	62.7	1	62.72	8.16	0.007
Residuos	330.4	43	7.68		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
0.728	3	44	0.541

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.988	0.906

Pruebas Post Hoc

Comparaciones Post Hoc - Dieta * Instalacion

Comparación				Diferencia de Medias	EE	gl	t	pTukey
Dieta	Instalacion	Dieta	Instalacion					
Sin enzima	Rejilla plástico	- Sin enzima	Cama profunda	0.656	1.31	43.0	0.502	0.958
		- Con enzima	Rejilla plástico	-4.254	1.18	43.0	-3.607	0.004
		- Con enzima	Cama profunda	1.381	1.01	43.0	1.365	0.528
	Cama profunda	- Con enzima	Rejilla plástico	-4.910	1.37	43.0	-3.593	0.004
		- Con enzima	Cama profunda	0.725	1.25	43.0	0.579	0.938
		- Con enzima	Cama profunda	5.635	1.12	43.0	5.026	< .001

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

Medias Marginales Estimadas

Dieta * Instalacion

Medias Marginales Estimadas - Dieta * Instalacion

Instalacion	Dieta	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
				Inferior	Superior
Rejilla plástico	Sin enzima	27.5	0.769	25.9	29.0
	Con enzima	31.7	0.889	29.9	33.5
Cama profunda	Sin enzima	26.8	1.054	24.7	28.9
	Con enzima	26.1	0.661	24.8	27.4