

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación

**Evaluación del efecto del prebiótico MFeed® con relación al
desempeño productivo de lechones destetados**

Estudiante

Emilia Gabriela Estrada González

Asesores

Rogel Castillo, M.Sc.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, junio 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	11
Ubicación del Estudio.....	11
Recurso Animal	11
Alojamiento.....	11
Alimentación	11
Tratamientos.....	11
Variables Evaluadas	11
Análisis Estadístico y Diseño Experimental.....	12
Resultados y Discusión.....	13
Consumo Diario de Alimento.....	13
Ganancia Diaria de Peso	14
Conversión Alimenticia	15
Peso Final	16
Conclusiones	18
Recomendaciones.....	19
Referencias.....	20
Anexos.....	23

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Consumo diario de alimento (g/día/lechón) de lechones desde el día 28 al 70 de edad, suplementados con prebiótico MFeed®.....	13
Cuadro 2 Ganancia diaria de peso (g/día/lechón) de lechones desde el día 28 al 70 de edad, suplementados con prebiótico MFeed®.....	14
Cuadro 3 Conversión alimenticia de lechones desde el día 28 al 70 de edad, suplementados con prebiótico MFeed®.....	15
Cuadro 4 Peso final de lechones (kg) a los 36, 49 y 70 días de edad, suplementados con prebiótico MFeed®.....	17

Índice de Anexos

Anexo A Dietas ofrecidas de 28 a 36 días de edad.	23
Anexo B Dietas ofrecidas de 37 a 49 días de edad.	24
Anexo C Dietas ofrecidas de 50 a 70 días de edad.	25
Anexo D Ingredientes de MFeed®	26

Resumen

La presente evaluación se realizó en la granja porcina educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, con el objetivo de conocer el efecto de MFeed® como modulador natural de la flora intestinal en parámetros productivos en lechones destetados. Los tratamientos fueron distribuidos mediante un diseño completamente al azar (DCA). Los datos fueron analizados por medio de una prueba T de Student utilizando el programa estadístico: "Statistical Analysis System" (SAS), tomando valores con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Se utilizaron 128 lechones de las razas: Yorkshire y F1 ($\frac{1}{2}$ Yorkshire, $\frac{1}{2}$ Landrace). Se evaluaron dos tratamientos: T1 alimento complementado con antibiótico (mezcla de tiamulina, clortetraciclina y colistina) y T2 alimento complementado con modulador natural MFeed® sin antibiótico, la alimentación fue ofrecida *ad libitum* dividida en tres fases: 28 a 36, 37 a 49 y 50 a 70 días de edad. La evaluación dio una diferencia ($P \leq 0.05$) en el consumo de alimento únicamente para la fase de 50 a 70 días de edad. Se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en ganancia de peso obteniendo un promedio de 421.18 g y 362.1 g/día/lechón para T1 y T2, respectivamente. Para la variable de conversión alimenticia no se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos para ninguna de las fases. Por último, para la variable peso final se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, obteniendo como resultado un promedio de 27.15 y 23.09 kg/lechón para T1 y T2, respectivamente en la fase de 50 a 70 días de edad. La evaluación dio como resultado un comportamiento similar del consumo de alimento, la ganancia de peso y el peso final en las primeras dos fases de alimentación, mientras que para la tercera fase y en el acumulado, el tratamiento con antibióticos presenta mejor desempeño que el tratamiento con prebiótico MFeed®. Los lechones tienen un índice de conversión alimenticia similar en ambos tratamientos en todas las fases de alimentación. El uso de prebióticos busca reducir el uso de los antibióticos en la suplementación de lechones destetados.

Palabras clave: Alternativa a los antibióticos, digestión, microbiota, modulador natural, salud intestinal.

Abstract

The present evaluation was carried out at the educational swine farm of the Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, with the objective of determining the effect of MFeed® as a natural modulator of the intestinal flora on productive parameters in weaned piglets. The treatments were distributed using a completely randomized design (CRD). The data were analyzed by means of a Student's t-test using the Statistical Analysis System (SAS), taking values with a significance level of $P \leq 0.05$ to indicate significant differences. A total of 128 piglets of the breeds: Yorkshire and F1 ($\frac{1}{2}$ Yorkshire, $\frac{1}{2}$ Landrace) were used. Two treatments were evaluated: T1 feed supplemented with antibiotic (mixture of tiamulin, chlortetracycline and colistin) and T2 feed supplemented with natural modulator MFeed® without antibiotic, the feed was offered *ad libitum* divided into three phases: 28 to 36, 37 to 49 and 50 to 70 days of age. The evaluation gave a difference ($P \leq 0.05$) in feed intake only for the 50 to 70 days of age phase. Difference ($P \leq 0.05$) was found in weight gain obtaining an average of 421.18 g and 362.1 g/day/piglet for T1 and T2, respectively. For the feed conversion variable, no difference ($P > 0.05$) was found between treatments for any of the phases. Finally, for the final weight variable, a difference ($P \leq 0.05$) was found between treatments, resulting in an average of 27.15 and 23.09 kg/piglet for T1 and T2, respectively in the phase from 50 to 70 days of age. The evaluation resulted in a similar behavior of feed intake, weight gain and final weight in the first two feeding phases, while for the third phase and cumulative, the antibiotic treatment shows better performance than the MFeed® prebiotic treatment. Piglets have a similar feed conversion rate in both treatments in all feeding phases. The use of prebiotics aims to reduce the use of antibiotics in the supplementation of weaned piglets.

Keywords: Alternative to antibiotics, digestion, microbiota, natural modulator, intestinal health.

Introducción

La crianza de cerdos ha buscado ser cada vez más productiva y busca incrementar el crecimiento y el peso del animal por medio de una alimentación eficiente, por lo que se ha puesto en práctica diferentes actividades, suplementaciones y tratamientos que han permitido cumplir el objetivo (National Research Council 2012), además, la porcicultura considera las demandas del consumidor que no incluyen solamente la calidad y beneficios del consumo del alimento sino, el consumidor ha incluido su preocupación por el bienestar animal (Campion 2013). Esto ha provocado que los criadores de ganado porcino busquen alternativas más naturales y amigables para mejorar las condiciones en cada etapa de la crianza.

Se sabe que en la porcicultura se realizan diferentes manejos según la edad del animal, pasando por diferentes etapas. El destete es considerado una de las etapas más críticas y un punto clave para determinar la vida productiva del cerdo debido a que se somete a varios estresores como el cambio de alimento, transporte y ambiente nuevo, en este hecho, el lechón se enfrenta a múltiples alteraciones que desafían la integridad intestinal.

De Souza et al. (2012) aseguran que en el destete ocurren cambios morfológicos y funcionales del tracto gastrointestinal que pueden causar trastornos en el consumo de alimento y alteraciones en el proceso digestivo, impidiendo que el animal pueda cubrir sus requerimientos de proteína y energía, lo que dificulta su crecimiento inicial, así mismo, Costa (2022) asegura que es en el destete en donde ocurre el cambio más radical de la microbiota intestinal.

Para el tratamiento de los lechones, productos como antibióticos han sido utilizados exitosamente en la crianza convencional por largos períodos de tiempo, pero muchas veces ha provocado el desarrollo de resistencia por parte de las poblaciones microbianas, teniendo como resultado un impacto negativo reflejado en el bienestar animal, además de afecciones al humano y al ambiente (Barton 2014). Autores como Barton (2014) y Jayalaskshmi et al. (2017) aseguran que mientras exista exposición constante a los antibióticos, puede haber transferencia de organismos resistentes y genes asociados a los residuos de los antibióticos, causando un impacto en la salud

humana, además, Jayalaskhmi et al. (2017) agrega que, incluso la excreta y orina animal incurre en la contaminación ambiental al aportar variadas pero significantes concentraciones de residuos de antibióticos debido a su incompleta absorción.

Hevia (2018) afirma que en respuesta a los efectos negativos y a las legislaciones que, son cada vez más restrictivas, ha surgido variedad de investigaciones sobre alternativas antimicrobianas con el fin de mejorar la microbiota intestinal y reducir el uso de antibióticos en la suplementación animal. Para ello, se ha propuesto la ingestión de microbios (probióticos) y proporcionar sustratos, llamados prebióticos, para alimentarlos y estimular su crecimiento (Amadei y Swann 2022) para así mejorar la salud gastrointestinal y cumplir con las exigencias del mercado, ya que se sabe que existe una relación directa entre mejor digestión y mejores resultados productivos (Correa 2021). En este contexto, está el uso de alternativas naturales como extractos vegetales, ácidos orgánicos y el uso de arcillas que ha ido en auge a través de los años, siendo importantes en rubros: científicos, veterinarios y médicos.

Para contrarrestar los efectos en el sistema gastrointestinal, es importante mantener un cuidado adecuado del mismo, principalmente proporcionando a los lechones en su etapa más susceptible, un balance de la microbiota para obtener resultados benéficos de crecimiento y rendimiento del cerdo. Para la evaluación se utilizó una alternativa natural bajo la marca MFeed® que actúa como un prebiótico influyendo en la modulación de la microbiota intestinal; para ello, es importante mencionar que las extracciones de algas se destacan como suplemento en la alimentación animal debido principalmente a que contienen compuestos que exhiben potencial prebiótico para apoyar el crecimiento de probióticos en el intestino del huésped al consumirlos (Patel et al. 2021); además de su aporte como fuente de proteína, Valdés y Blanco (2008) mencionan que son antibacterianas, antivirales y depurativas, lo que favorece la eliminación de residuos y toxinas, mejorando el tránsito intestinal. Por su parte, las arcillas actúan como agentes adsorbentes, siendo este uno de los métodos para controlar micotoxinas y evitar sus efectos tóxicos en el organismo del animal, además de eso, el cobre juega un rol importante con acción bacteriolítica.

Los objetivos de la evaluación fueron evaluar el efecto del prebiótico MFeed® en lechones al destete, sobre el consumo de alimento, ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia y peso final de los lechones.

Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio

El estudio se realizó en la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en Valle del río Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente del departamento Francisco Morazán en el período comprendido entre noviembre del año 2022 y enero del año 2023.

Recurso Animal

Se utilizaron 128 lechones, desde los 28 hasta los 70 días de edad, de las razas: Yorkshire y F1 ($\frac{1}{2}$ Yorkshire, $\frac{1}{2}$ Landrace).

Alojamiento

Dentro de la granja, los lechones se albergaron en la unidad de destete en corrales de 1 × 3 metros con ocho lechones por corral, equipados con bebederos, comederos de tolva y piso suspendido ranurado de plástico.

Alimentación

La alimentación fue ofrecida *ad libitum*, dividida en tres fases: 28 a 36 días, 37 a 49 días y 50 a 70 días de edad.

Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos.

Tratamiento 1; alimento complementado con antibiótico (mezcla de tiamulina, clortetraciclina y colistina), a razón de 2 kg/tm.

Tratamiento 2; alimento complementado con prebiótico MFeed[®], sin antibiótico, a razón de 2 kg/tm.

Variables Evaluadas

Consumo de alimento (g/día/cerdo); se pesó el alimento suministrado en cada etapa y el rechazo al final de cada etapa de alimentación.

Ganancia diaria de peso (g/día/cerdo); se pesaron los lechones a inicio y final de cada fase de alimentación.

Índice de conversión alimenticia; se obtuvo mediante la relación de consumo diario de alimento sobre la ganancia diaria de peso.

Peso final (kg); se realizó pesaje de cada lechón al final de cada fase.

Análisis Estadístico y Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos y ocho repeticiones por tratamiento, considerando cada corral como una unidad experimental. Se realizó una prueba de T de Student utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS) con nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

Consumo Diario de Alimento

Las diferencias obtenidas no fueron significativas ($P > 0.05$) para el resultado en las primeras dos etapas de alimentación (de 28 a 49 días de edad), ni en el consumo acumulado entre los tratamientos (Cuadro 1), encontrando diferencia ($P \leq 0.05$) en la fase de 50 a 70 días de edad en donde el grupo suplementado con antibióticos presentó un consumo de 293.96 g más que el tratamiento suplementado con MFeed®.

Cuadro 1

Consumo diario de alimento (g/día/lechón) de lechones desde el día 28 al 70 de edad, suplementados con prebiótico MFeed®.

Tratamiento	Fases de alimentación (días de edad)			
	28-36	37-49	50-70	Acumulado
T1 Control	300.22 ±16.15	600.76 ±40.31	1075.10 ±28.60	658.69 ±24.40
T2 MFeed®	272.36 ±22.05	623.85 ±58.76	781.14 ±75.41	559.12 ±56.08
Probabilidad	0.8297	0.198	0.0269	0.1735

Campabadal (2009) afirma que el consumo de alimento es el parámetro más crítico ya que está afectado por gran cantidad de factores que incluye condiciones ambientales y, de este dependerán en gran parte, los rendimientos productivos; así mismo, Quiles (2009) asegura que son numerosos los factores que afectan al consumo voluntario o apetito y que se debe tener en cuenta que la mayoría de estos factores están interrelacionados.

Campabadal (2009) expone que, en general, los promedios de consumo de las fases 1, 2 y 3 son de 300, 600 y 900 g/día/lechón respectivamente, mientras que Águila (2022b) comparte que el promedio de consumo diario de alimento debería ser 255, 433 y 778 g/día/cerdo si los pesos finales para cada etapa están cerca de 9.8, 14.9 y 25 kg, respectivamente. Los resultados demostraron que los animales suplementados MFeed® son relativamente similares en las primeras dos etapas a los promedios de Campabadal y muestran una ventaja sobre el promedio presentado por Águila (2022b) el cual contempla similitud con el peso final obtenido en cada etapa.

Autores mencionan que en experimentos, los animales que consumen aluminosilicatos en sus dietas, generalmente no han producido efectos relevantes en el consumo de alimento independientemente de su inclusión en la dieta (Prvuloviæ et al. 2009; Méndez 2012; Carmona 2020), sin embargo, investigaciones aseguran que el cobre, que está presente en la formulación de MFeed®, actúa en el incremento en consumo de alimento (Pérez et al. 2011; Zhu et al. 2011; Espinosa et al. 2017). Para esta variable, no se obtuvo el resultado esperado de una diferencia a favor de MFeed® comparado con el tratamiento suplementado con antibiótico.

Ganancia Diaria de Peso

Se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos para la variable ganancia de peso en la etapa de 50 a 70 días de edad y en el acumulado (Cuadro 2) mientras que las primeras dos fases (28 a 36 y 37 a 49) no presentaron diferencia significativa.

Cuadro 2

Ganancia diaria de peso (g/día/lechón) de lechones desde el día 28 al 70 de edad, suplementados con prebiótico MFeed®.

Tratamiento	Fases de alimentación (días de edad)			
	28-36	37-49	50-70	Acumulado
T1 Control	240.95 ±19.50	375.19 ±36.00	647.41 ±13.10	421.18 ±18.11
T2 MFeed®	192.46 ±20.31	403.54 ±29.81	490.29 ±18.19	362.1 ±16.98
Probabilidad	0.2525	0.1895	0.002	0.0374

La sinergia entre los componentes del producto MFeed® promete mejorar la absorción de nutrientes y la incorporación del cobre permite una mejora en la eficiencia alimenticia; y por lo tanto, ganancia media diaria (Palomo 2022), sin embargo, los resultados no se mostraron en favor para el tratamiento con modulador natural MFeed®. Estos resultados difieren a los datos presentados por el grupo Olmix en el que obtuvieron diferencia significativa a favor del producto MFeed® en la última fase.

En comparación a los resultados del estudio realizado por Giler y Ruiz (2021) en donde compararon la alimentación con antibióticos a la alimentación complementada con zeolita (otro

aluminosilicato con composición similar a la de las arcillas) obteniendo un promedio de ganancia diaria de peso de 239.8 g/día/lechón para el día 36, la presente evaluación obtuvo un promedio de ganancia diaria de peso menor solamente con una diferencia de 23.1 g/día/lechón.

Para Duque (2016) la ganancia de peso determina si un programa de alimentación está o no funcionando en una granja comercial y se puede detectar desde la aceptación del alimento. Con base en ello, los resultados obtenidos para la ganancia de peso se pueden relacionar a los datos de consumo ya que se puede observar una relación directa entre mayor consumo, mayor ganancia de peso.

Conversión Alimenticia

Autores han dado a conocer que la inclusión de aluminosilicatos mejora significativamente la conversión alimenticia (Chan 2009; Carmona 2020; Ochoa 2022) y, principalmente el cobre (Zea y Vílchez 2014) sin embargo, para esta evaluación no se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos para ninguna de las fases (Cuadro 3).

Cuadro 3

Conversión alimenticia de lechones desde el día 28 al 70 de edad, suplementados con prebiótico MFeed®.

Tratamiento	Fases de alimentación (días de edad)			
	28-36	37-49	50-70	Acumulado
T1 Control	1.41 ±0.10	1.62 ±0.06	1.66 ±0.04	1.56 ±0.03
T2 MFeed®	1.47 ±0.06	1.53 ±0.04	1.59 ±0.13	1.53 ±0.08
Probabilidad	0.829	0.629	0.476	0.7046

Campabadal (2009) indica que la conversión alimenticia se utiliza para determinar la eficiencia con que un alimento está siendo utilizado por el animal. Al comparar los resultados obtenidos con la investigación de Giler y Ruiz (2021) en la que evalúan un tratamiento con zeolita, se encontró que en esta evaluación, para ambos tratamientos los resultados son mayores a los 36 días de edad, pero, comparando los resultados con el estudio de Mancilla y Mendoza (2022) para las dos etapas finales (37 a 49 y 50 a 70 días de edad) en general, para los resultados obtenidos en esta evaluación, la conversión alimenticia fue mejor.

Debe considerarse que el deterioro de la conversión alimenticia, independientemente de su dieta, es algo normal y lógico a medida que el cerdo crece, a pesar de que consume más alimento por día, también aumentan sus necesidades nutrimentales y energéticas (Águila 2020). Además, se debe recordar que los lechones tienden a presentar estrés por diferentes factores que afectan su desempeño productivo, Campabadal (2016) asegura que el ambiente social influye sobre los rendimientos productivos de los animales, por ejemplo, cuando se presenta conducta agresiva implica un mayor gasto energético, afectando el índice de conversión (Beltrán 2010). Para esta evaluación, los índices obtenidos superan el valor promedio de 1.2 y 1.388 para los días 36 y 49 respectivamente pero, se presenta un mejor índice para MFeed®, menor al promedio 1.655 para el día 70 que comparte Águila (2022b).

Peso Final

Se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos para la variable peso final medido a los 70 días de edad (Cuadro 4), sin embargo, los pesajes para el día 36 y el día 49 de edad, no presentaron diferencia ($P > 0.05$).

El grupo suplementado con antibióticos estuvo dentro del rango óptimo de peso de lechones esperado (25-30 kg) a los 70 días que propone Castillo (2006) y se acerca al peso propuesto (29.1 kg) por Águila (2022a).

Para el peso final, se observó una diferencia de 4.056 kg entre los tratamientos, siendo un resultado negativo para el prebiótico MFeed®. Este resultado difiere con los reportados por el grupo Olmix respecto a un estudio en el que se ofreció alimento con adición de este producto en el cual presentó una mejora en el peso vivo a los 70 días, obteniendo una diferencia de 1.3 kg a favor.

Borbón (2019) comenta que de existir algún problema, solamente podrá ser visualizado por el productor, haciendo un análisis comparativo con otras granjas ya que, como en este caso, la eficiencia en el incremento de peso por el consumo de alimento, se refleja en la ganancia de peso total, es decir, generalmente, los datos mantienen una secuencia y relación estrecha en donde el nivel de consumo y aprovechamiento indicará el peso final.

Cuadro 4

Peso final de lechones (kg) a los 36, 49 y 70 días de edad, suplementados con prebiótico MFeed®.

Tratamiento	Fechas de pesaje (días de edad)		
	36	49	70
T1 Control	8.7 ±0.55	13.5 ±0.95	27.1 ±1.18
T2 MFeed®	7.5 ±0.61	12.8 ±0.98	23.1 ±1.19
Probabilidad	0.247	0.7294	0.0389

Según Ravindran (2010), el objetivo de usar productos, ya sea como suplemento o aditivo, es influir favorablemente en: características de los piensos, reducir impactos negativos en el ambiente, mejorar el estado de salud de los animales mediante la regulación de la microbiota para así mejorar la digestibilidad y aprovechamiento de los alimentos que, para esta evaluación se esperaba ver reflejado en parámetros productivos evaluados.

Se conoce los antibióticos y aditivos prebióticos pueden actuar como promotores de crecimiento, mismos que al ser incorporados en pequeñas cantidades en la dieta (sin variar considerablemente su composición) consiguen acelerar el crecimiento del animal, lo que debería reflejarse en un aumento de su peso y talla (Ochoa 2022). Investigaciones aseguran que el adicionar aluminosilicatos, algas o cobre en una dieta animal, mejoran parámetros productivos por la mejor absorción de nutrientes, mediante el bienestar y mejora de la microbiota intestinal (Pérez et al. 2011; Bikker et al. 2016; Espinosa et al. 2017; Carmona 2020; Palomo 2022). Pueda que el efecto del complemento MFeed® sea favorable para la salud y bienestar general del animal y presente beneficios a largo plazo en parámetros productivos, pero, para esta evaluación no se obtuvo resultados significativamente positivos o relevantes para el tratamiento complementado con MFeed® para las variables en las etapas evaluadas.

Conclusiones

El consumo de alimento, la ganancia de peso y el peso final se comportaron de forma similar en las primeras dos fases de alimentación, mientras que de 50 a 70 días y en el acumulado, el tratamiento con antibióticos presentó un mejor desempeño que el tratamiento con MFeed®.

Los lechones presentaron un índice de conversión alimenticia similar en ambos tratamientos en todas las fases de alimentación.

Recomendaciones

Evaluar la salud intestinal al finalizar programa de alimentación, teniendo en cuenta los mismos tratamientos para comprobar el efecto bacteriolítico al valorar directamente *Escherichia coli* determinando la cantidad de unidades formadoras de colonia de una muestra de intestino delgado.

Evaluar la incidencia de diarreas durante el programa de alimentación.

Realizar otros estudios con diferentes niveles de inclusión del prebiótico MFeed® en la dieta de lechones destetados.

Evaluar el desempeño productivo de los cerdos, desde el destete hasta engorde, utilizando prebiótico MFeed®.

Referencias

- Águila R. 2020. La incomprendida conversión alimenticia. Los Porcicultores y su Entorno; [consultado el 3 de feb. de 2023]. 20(130). ISSN: 2395-8545. <https://www.porcicultura.com/destacado/La-incomprendida-conversion-alimenticia>.
- Águila R. 2022a. Tablas de crecimiento del cerdo (1). Puntos críticos para la interpretación del Peso: Edad. Los Porcicultores y su Entorno; [consultado el 10 de feb. de 2023]. 22(133). ISSN: 2395-8545. <https://www.porcicultura.com/destacado/tablas-de-crecimiento-del-cerdo-1-puntos-criticos-para-la-interpretacion-del-peso-edad>.
- Águila R. 2022b. Tablas de crecimiento del cerdo (4). Edad y conversión alimenticia. México: Porcicultura.com; [consultado el 18 de feb. de 2023]. <https://www.porcicultura.com/destacado/tablas-de-crecimiento-del-cerdo-4-edad-y-conversion-alimenticia>.
- Amadei A, Swann J. 2022. Manipulating the microbiome: The impact of prebiotics, probiotics, and postbiotics on health and disease. [sin lugar]: Science; [actualizado el 7 de mar. de 2023; consultado el 7 de mar. de 2023]. <https://www.science.org/content/webinar/manipulating-microbiome-impact-prebiotics-probiotics-and-postbiotics-health-and-disease>.
- Barton MD. 2014. Impact of antibiotic use in the swine industry. *Current Opinion in Microbiology*; [consultado el 12 de oct. de 2022]. 19:9–15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369527414000642>. doi:10.1016/j.mib.2014.05.017.
- Beltrán GE. 2010. Factores que afectan los procesos de alimentación y nutrición del cerdo neonato y destetado. [sin lugar]: Los Porcicultores y su Entorno.
- Bikker P, Jongbloed AW, van Baal J. 2016. Dose-dependent effects of copper supplementation of nursery diets on growth performance and fecal consistency in weaned pigs¹. *J Anim Sci*. 94(suppl_3):181–186. doi:10.2527/jas.2015-9874.
- Borbón J. 2019. Relación entre la alimentación y la ganancia de peso en el pre-cebo porcino bajo un modelo de regresión lineal en una producción porcina [Tesis de maestría]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 70 p; [consultado el 11 de feb. de 2023]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77116/75073612.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Campabadal C. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos. Costa Rica: Imprenta Nacional. 44 p. ; [consultado el 9 de feb. de 2023]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>.
- Campabadal C. 2016. Factores de manejo que afectan los rendimientos de los cerdos. San José, Costa Rica: Costa Rica; [actualizado 2016; consultado el 2 de feb. de 2023]. 22 p. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5166287.pdf>.
- Campion D. 2013. Calidad de la carne porcina según el sistema de producción [Trabajo final de grado]. Argentina: Pontificia Universidad Católica Argentina; [consultado el 5 de feb. de 2023]. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/455>.
- Carmona J. 2020. Inclusión de diferentes niveles de secuestrante de micotoxinas en dietas para pollos de engorda [Tesis]. Puebla, México: Universidad Autónoma de Puebla; [consultado el 18 de feb. de 2023]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/10117>.
- Chan J. 2009. Efectos de la adición de zeolita en la dieta de cerdos en finalización sobre el comportamiento productivo [Tesis]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 52 p; [consultado el 18 de feb. de 2023]. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/>

123456789/6080/

EFFECTOS%20DE%20LA%20ADICION%20DE%20ZEOLITA%20EN%20LA%20DIETA%20DE%20CERDOS%20EN%20FINALIZACION%20SOBRE%20EL%20COMPORTAMIENTO%20PRODUCTIVO.pdf?sequence=1.

- Correa N. 2021. Ayudas diagnósticas en la medicina de los animales de producción: Parte I. Colombia, USA: [sin editorial]; [consultado el 28 de ene. de 2023]. <https://biotecno-v.com.co/ayudas-diagnosticas-en-la-medicina-de-los-animales-de-produccion-parte-i/>.
- Costa M. 2022. Microbiota y producción porcina - La microbiota en el destete - Parte 4. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 31 de ene. de 2023]. https://www.3tres3.com/latam/articulos/microbiota-y-produccion-porcina-la-microbiota-en-el-destete-parte-4_14759/?utm_source=newsletters333&utm_medium=email&utm_campaign=La+web+en+3+minutos-13850&xemail=aWRtPTEzODUwJmlkdT02Mzc5JnQ9ZGNmNDA1ODRiYmM4MWU5ZjhmNTdmOG E1N2E3ZDNjOWM%3D.
- De Souza T, Mariscal G, Escobar K, Aguilera A, Barrónt A. 2012. Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Veterinaria México*; [consultado el 8 de feb. de 2023]. 43(2):155–173. ISSN: 0301-5092. <https://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v43n2/v43n2a7.pdf>.
- Duque M. 2016. Evaluación del uso de la zeolita sobre la ganancia de peso y enfermedades gastrointestinales en producciones porcícolas [Monografía]. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 141 p; [consultado el 9 de feb. de 2023]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13906/53894762.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Espinosa C, Fry R, Usry J, Stein H. 2017. Copper hydroxychloride improves growth performance and reduces diarrhea frequency of weanling pigs fed a corn-soybean meal diet but does not change apparent total tract digestibility of energy and acid hydrolyzed ether extract. *J Anim Sci*. 95(12):5447–5454. eng. doi:10.2527/jas2017.1702.
- Giler E, Ruiz A. 2021. Uso de zeolita en dietas de lechones en etapa de destete [Proyecto especial de graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 24 p; [consultado el 3 de feb. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0fbbfaa5-8aa1-4c79-b5ba-a4cafae6d7e3/content>.
- Hevia R. 2018. Microbiota digestiva del cerdo: determinación del patrón en condiciones de salud y enfermedad [Tesis]. España: Universidad de León. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=216004>.
- Jayalaskhmi K, Paramasivam M, Sasikala M, Tamilam TV, Sumithra A. 2017. Review on antibiotic residues in animal products and its impact on environments and human health. *Journal of Entomology and Zoology Studies*; [consultado el 22 de oct. de 2022]. 5(3):1446–1451. <https://www.entomoljournal.com/archives/2017/vol5issue3/PartT/5-3-133-778.pdf>.
- Mancilla P, Mendoza A. 2022. Uso de zeolita en dietas para lechones de 36 a 70 días de edad [Proyecto especial de graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 19 p; [consultado el 9 de feb. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/370a0505-a13a-44f6-b55a-25db7812b427/content>.
- Méndez B. 2012. Utilización de zeolita en la alimentación de cerdos, pollos de engorda y ovinos para disminuir la emisión de N al ambiente [Tesis]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 74 p; [consultado el 15 de feb. de 2023]. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/>

- handle/123456789/6300/
T19859%20MENDEZ%20ARGUELLO%2C%20BULMARO%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- National Research Council. 2012. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. Washington, D.C.: National Academies Press. ISBN: 9780309224239. en.
- Ochoa Y. 2022. Respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización utilizando tres distintos promotores de crecimiento [Tesis]. México: Universidad Autónoma del Estado de México. 85 p; [consultado el 17 de feb. de 2023]. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/137672/TESIS%20YEIMI%20EVIREIDA%20OCHOA%20S%2C%81NCHEZ.docx.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Palomo A. 2022. DPP 2022 (3 de 3): Funcionalidad del microbioma intestinal: An exploratory analysis of the effect of copper oxide on the gut microbiota of weaned piglets. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 15 de feb. de 2023; consultado el 15 de feb. de 2023]. https://www.3tres3.com/latam/articulos/dpp-2022-3-de-3-funcionalidad-del-microbioma-intestinal_14380/.
- Patel A, Singhanian R, Awasthi M, Varjani S, Bhatia S, Tsai M-L, Hsieh S-L, Chen C-W, Dong C-D. 2021. Emerging prospects of macro- and microalgae as prebiotic. *Microb Cell Fact.* 20(1). eng. <https://microbialcellfactories.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12934-021-01601-7>. doi:10.1186/s12934-021-01601-7.
- Pérez V, Waguespack A, Bidner T, Southern L, Fakler T, Ward T, Steidinger M, Pettigrew J. 2011. Additivity of effects from dietary copper and zinc on growth performance and fecal microbiota of pigs after weaning. *J Anim Sci.* 89(2):414–425. eng. doi:10.2527/jas.2010-2839.
- Prvulović D, Kosarić S, Popović M, Grubor-Lajsić G. 2009. Efecto de los aluminosilicatos hidratados dietéticos en el crecimiento y los indicadores sanguíneos de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*; [consultado el 18 de feb. de 2023]. 43(1). ISSN: 0034-7485. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015398011.pdf>.
- Quiles A. 2009. Factores que influyen en el consumo de pienso y conversión en el cebo. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 2 de feb. de 2023]. https://www.3tres3.com/latam/articulos/factores-que-influyen-en-el-consumo-de-pienso-y-conversion-en-el-cebo_10847/.
- Ravindran V. 2010. Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. En: Rebollar PG, de Blass C, Mateos GG, editores. XXVI Curso Especialización FEDNA: Avances Nutrición y Alimentación Animal. [sin lugar]: FEDNA. p. 3–26 (vol. 8); [consultado el 17 de feb. de 2023]. https://www.fundacionfedna.org/publicaciones_2010?order=title&sort=asc.
- Valdés Y, Blanco M. 2008. Algas, aliadas en el pasado y sustento para el futuro. *Chemical Technology.* 28(3):46–50. ISSN: 0041-8420. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543757005>.
- Zea O, Vílchez C. 2014. Efecto de la suplementación con fuentes de cobre sobre el comportamiento productivo, morfometría intestinal y nivel de cobre hepático en pollos de carne. *Rev Inv Vet Perú*; [consultado el 2 de mar. de 2023]. 25(1):16–28. ISSN: 1609-9117. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v25n1/a02v25n1.pdf>.
- Zhu D, Yu B, Ju C, Mei S, Chen D. 2011. Effect of high dietary copper on the expression of hypothalamic appetite regulators in weanling pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 20(1):60–70. doi:10.22358/jafs/66158/2011.

Anexos

Anexo A

Dietas ofrecidas de 28 a 36 días de edad.

Dieta Control		Dieta con MFeed®	
Materia prima	% de inclusión	Materia prima	% de inclusión
Maiz	52.97	Maiz	52.97
N. NURSING 2®	23.10	N. NURSING 2®	23.10
Torta de Soya 47%	18.64	Torta de Soya 47%	18.64
Aceite Palma	4.00	Aceite Palma	4.00
Carbonato de calcio fino	0.69	Carbonato de calcio fino	0.69
sal de mar	0.40	sal de mar	0.40
Mezcla de antibióticos	0.20	MFeed®	0.20

Anexo B

Dietas ofrecidas de 37 a 49 días de edad.

Dieta Control		Dieta con MFeed®	
Materia prima	% de inclusión	Materia prima	% de inclusión
Maiz	59.69	Maiz	59.69
Torta de Soya 47%	25.65	Torta de Soya 47%	25.65
N. NURSING 3®	8.80	N. NURSING 3®	8.80
Aceite Palma	4.18	Aceite Palma	4.18
Carbonato de calcio fino	0.98	Carbonato de calcio fino	0.98
sal de mar	0.50	sal de mar	0.50
Mezcla de antibióticos	0.20	MFeed®	0.20

Anexo C

Dietas ofrecidas de 50 a 70 días de edad.

Dieta Control		Dieta con MFeed®	
Materia prima	% de inclusión	Materia prima	% de inclusión
Maíz	60.50	Maíz	60.50
Torta de Soya 47%	30.27	Torta de Soya 47%	30.27
N. NURSING 4®	4.18	N. NURSING 4®	4.18
Aceite Palma	3.32	Aceite Palma	3.32
Carbonato de calcio fino	0.99	Carbonato de calcio fino	0.99
sal de mar	0.53	sal de mar	0.53
Mezcla de antibióticos	0.20	MFeed®	0.20

Anexo D*Ingredientes de MFeed®*Premezcla MFeed®Ingredientes

Bentonita

Tierra de diatomeas (kieselgur)

Clinoptilolita

Sulfato de cobre

Algas

Levaduras

Mezcla de aromatizantes