

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



Proyecto Especial de Graduación
Evaluación del uso del probiótico eMax® en la dieta en cerdos de engorde

Estudiantes

Dony Geandre Marcillo Vargas

Patricio Isai Peñarreta Calva

Asesores

Rogel Castillo, M.Sc.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, agosto 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Materiales y Métodos.....	11
Localización.....	11
Animales.....	11
Tratamientos.....	11
Tratamientos en el Engorde (de 70 a 168 días de edad)	11
Variables Analizadas	13
Ganancia Diaria de Peso (GDP)	13
Consumo Diario de Alimento (CDA) (g).....	13
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	13
Peso Final (kg)	13
Incremento de Peso (kg)	13
Peso Canal Caliente (kg).....	14
Rendimiento Canal Caliente (%)	14
Espesor de Grasa Dorsal (cm)	14
Área de Lomo (cm ²)	14
Corte Magro (%).....	14
Costos de Alimentación	14
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	14
Resultados y Discusión.....	16
Fase Crecimiento.....	16
Fase Desarrollo.....	17
Fase Final.....	19

Acumulado Engorde.....	21
Característica de la Canal.....	24
Costos de Alimentación del Engorde	25
Utilidad Sobre Costo de Alimentación e Ingresos.....	26
Conclusiones	28
Recomendaciones.....	29
Referencias.....	30

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Composición de las dietas de cerdos en la fase crecimiento (71 a 105 días de edad)	12
Cuadro 2 Composición de las dietas de cerdos en la fase desarrollo (105 a 140 días de edad)	12
Cuadro 3 Composición de las dietas de cerdos en la fase final (141 a 168 días de edad).....	13
Cuadro 4 Desempeño productivo de cerdos de 70 a 105 días de edad, con reducción de energía e inclusión de un probiótico (eMax®) en la dieta	17
Cuadro 5 Desempeño productivo de cerdos de 105 a 140 días de edad, con reducción de energía e inclusión de	19
Cuadro 6 Desempeño productivo de cerdos de 71 a 168 días de edad, con reducción de energía e inclusión de un probiótico (eMax®) en la dieta	21
Cuadro 7 Desempeño productivo de cerdos de 71 a 168 días de edad, con reducción de energía e inclusión de un probiótico (eMax®) en la dieta	23
Cuadro 8 Características de canal de cerdos de engorde con reducción de energía e inclusión de un probiótico.....	25
Cuadro 9 Costo de alimentación por fase de producción en cerdos de engorde por tratamiento evaluado.....	26
Cuadro 10 Utilidad sobre costos de alimentación en cerdos de engorde, por tratamiento evaluado.	27

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar un probiótico comercial (eMax[®]) en la dieta de los cerdos de engorde. Los tratamientos utilizados fueron: dieta normal, dieta normal con reducción energética al 4% e inclusión de probiótico, dieta con inclusión de salvado de trigo al 10%, dieta con inclusión de salvado de trigo al 10%, reducción energética al 4% e inclusión de probiótico; el probiótico se incluyó a razón de 100 g/tm. Se utilizaron 228 cerdos en la etapa de finalización de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc y sus cruza. Se utilizó un diseño de Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba Duncan, con una probabilidad de $P \leq 0.05$. El consumo de alimento fue menor para la dieta con salvado de trigo comparado con dieta normal con reducción energética en las etapas de crecimiento y desarrollo (2050 vs 1889 g/día y 2945 vs 2573 g/día, respectivamente), con igual comportamiento para la ganancia diaria de peso (832 vs 786 g/día, respectivamente) y sin diferencias en la etapa de final. En el desempeño acumulado el mayor consumo de alimento fue para la dieta normal con reducción energética comparado con dieta con salvado de trigo (2704 vs 2485 g/día) igual comportamiento para la ganancia diaria de peso (832 vs 786 g/día), el mejor ICA se obtuvo para la dieta normal comparado con la dieta salvado de trigo y reducción energética (3.19 vs 3.33). Con respecto a las características de canal, no existen diferencias en los tratamientos.

Palabras clave: Bacillus, enzimas, fibra, inclusión, porcinos, xilanasas.

Abstract

The objective of the study was to evaluate a commercial probiotic (eMax[®]) in the diet of fattening pigs. The treatments used were normal diet, normal diet with 4% energy reduction, inclusion of probiotic, diet with 10% wheat bran inclusion, diet with 10% wheat bran inclusion, 4% energy reduction, inclusion of probiotic; the probiotic was included at a rate of 100 g/mt. A total of 360 finishing pigs of Yorkshire, Landrace, Duroc breeds, and their crosses were used. A Completely Randomized Design (CRD) design was used, with four treatments and five replicates per treatment. An analysis of variance (ANOVA) and Duncan test were performed, with a probability of $P \leq 0.05$. Feed intake was lower for the diet with bran compared to normal diet with energy reduction in the growth and development stages (2050 vs 1889 g/day and 2945 vs 2573 g/day, respectively), with equal behavior for daily weight gain (832 vs 786 g/day, respectively) and no differences in the finishing stage. In the accumulated performance, the highest feed intake was for the normal diet with energy reduction compared to the wheat bran diet (2704 vs. 2485 g/day), the same behavior for daily weight gain (832 vs. 786 g/day), and the best FCR was obtained for the normal diet compared to the wheat bran diet and energy reduction (3.19 vs. 3.33). With respect to carcass characteristics, there were no differences between treatments.

Keywords: *Bacillus*, enzymes, fiber, inclusion, porcine, xylanases.

Introducción

La carne de cerdo es una de las que más se consumen a nivel mundial, ocupando el segundo lugar en consumo después de la carne de pollo. La producción mundial de carne de cerdo para el año 2023 alcanzaría 111 millones de toneladas, cifra que refleja un incremento frente al año 2022 (109.8 millones de toneladas (FAO 2022)).

La producción de carne de cerdo ayuda al desarrollo de la sociedad debido a su alta demanda, ya que promueve la generación de empleos dentro de la sociedad. Los porcicultores tienen planteado como reto garantizar la seguridad alimentaria del mundo, en este contexto la carne de cerdo aporta más del 35% del total de carnes producidas a nivel mundial para garantizar una mejor calidad de vida en la sociedad (FAOSTAT 2016).

La dieta de los cerdos es muy importante ya que dentro de los retos que tiene el porcicultor está la alimentación, la cual representa entre un 80 a 85% de los costos totales de producción (Campabadal 2009). Es importante recalcar que existe una variedad extensa de ingredientes que pueden ser utilizados al momento de formular la dieta y que estos varían según los requerimientos nutricionales para satisfacer las necesidades de los cerdos en las distintas etapas productivas siendo estas: agua, lípidos, carbohidratos, proteína, minerales y vitaminas (Mendez 2021).

Los cerdos con edades comprendidas entre los 70 y los 105 días permanecen en una fase de rápido crecimiento, especialmente de alta deposición muscular, por lo que, el consumo de pienso durante esta fase debe ser de gran calidad. Los cerdos tienen procesos fisiológicos que les ayudan a procesar y sintetizar mejor las proteínas y requerimientos que necesitan. Asimismo, los cerdos en crecimiento no tienen una capacidad significativa para digerir o fermentar fibra en el intestino grueso porque tienen un tracto digestivo subdesarrollado, al contrario de los adultos que sí pueden digerir fibra, pero la energía disponible de este proceso es baja (Guamán 2019). El intestino es un tubo dentro de la cavidad abdominal donde, por medio de la acción de enzimas, flora intestinal, secreciones hepáticas y pancreáticas, se realiza la digestión, y por último los nutrientes se absorben y los desechos son separados con la materia fecal (Armocida y Valette 2019).

De los subproductos con un alto índice de utilización en la alimentación porcina están los derivados del trigo, que aportan niveles de energía y proteína que son significativos para la dieta, además son muy aceptados por los productores debido a su bajo precio (Campabadal 2009). No obstante, este subproducto contiene altas cantidades de fibra represadas como polisacáridos no amiláceos (PNA), que es un factor no nutricional que obstaculiza la normal digestión y absorción de nutrientes. Además, los PNA se emplean en las dietas de monogástricos para disminuir los niveles de grasa corporal.

Las enzimas son moléculas de proteína que funcionan como catalizadores biológicos que aceleran los procesos de reacción química, tanto de origen endógeno como exógeno. Se implementan enzimas exógenas en los alimentos para animales para mejorar el aprovechamiento de los nutrientes contenidos en las materias primas utilizadas en el alimento, aumentando así la digestibilidad de los concentrados brindando resultados más beneficiosos por cada kilogramo suministrado a los animales y optimización en el sistema digestivo. La adición de enzimas en el pienso de los porcinos ha demostrado resultados claramente prometedores con potencial, siendo incluso una posible herramienta para reducir los requerimientos de nutrientes en las raciones (Varón 2021).

Un estudio con la enzima proteasa demuestra que se mejora la conversión alimenticia en los cerdos hasta la edad de 85 días de edad, disminuyendo los costos y aumentando la ganancia diaria de peso (Corona et al. 2009). El mecanismo de acción de las proteasas es la destrucción de los enlaces que unen a las distintas cadenas de aminoácidos, logrando facilitar la digestión y aprovechamiento de los distintos alimentos proteicos suplementados en la dieta.

La evidencia expuesta anteriormente, muestra que hay una gran cantidad de información científica publicada acerca de cómo afecta la suplementación alimenticia de enzimas exógenas sobre el rendimiento productivo y la digestibilidad de nutrientes en los cerdos, cuyos resultados varían notablemente entre sí, dificultando que los profesionales que se dedican a nutrición porcina puedan analizarla en su totalidad y aprovechar de una mejor manera (López 2011; Molinero 2010).

La industria está evaluando el uso de probióticos en cerdos de engorde, dentro de estos se encuentra eMax[®], el cual contiene *Bacillus* spp y enzimas exógenas tales como proteasas y xilanasas. La inclusión de cepas de *Bacillus* en los probióticos utilizados potencia su acción, ya que estos microorganismos tienden a estimular a la acción de las enzimas digestivas y control de la integridad intestinal, por ende, una mejor respuesta del sistema inmune y mayor rendimiento en los porcinos (Yue et al. 2020).

Las enzimas exógenas ayudan como reguladores de PNA que vienen integrados dentro de las dietas, además ayudan a tener una mejor digestibilidad en el cerdo. Asimismo, la proteasa como aditivo mejora la ganancia de peso y ayuda a tener mejor uniformidad dentro de la camada.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el uso del probiótico eMax[®] en cerdos de engorde sobre el consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, peso de la canal caliente, espesor de grasa dorsal, área de lomo y porcentaje de carne magra, así como determinar el costo de alimentación con base en las dietas evaluadas.

Materiales y Métodos

Localización

El ensayo se llevó a cabo en la Granja Porcina Educativa de Zamorano, ubicada en el municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Con una altura de 800 msnm, temperatura promedio de 26 °C, humedad relativa promedio de 55% y una precipitación promedio anual de 1100 mm. El ensayo se realizó entre los meses de julio y noviembre de 2022.

Animales

Se utilizaron 228 cerdos de las razas Landrace, Yorkshire, Duroc y encastes entre las tres razas. Durante el engorde se utilizaron tres fases de alimentación, crecimiento (70-105 días de edad), desarrollo (106-140 días de edad) y final (141-168 días de edad), los cuales se distribuyeron en 20 corrales de 15 m² con dimensiones de 3 × 5 m, cada repetición fue constituida por un corral, cada tratamiento constaba de cinco repeticiones haciendo un total de 20 corrales. El alimento y el agua se suministraron *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos de niple, respectivamente.

Tratamientos

Tratamientos en el Engorde (de 70 a 168 días de edad)

Tratamiento #1: Dieta normal (basada en maíz-soya y requerimientos de NRC 2012).

Tratamiento #2: eMax[®], misma dieta T1 con 4% de reducción de energía metabolizable, sin promotores de crecimiento, sin antibiótico.

Tratamiento #3: Dieta con subproducto (inclusión de salvado de trigo y requerimiento de NRC 2012) energía normal.

Tratamiento #4: eMax[®], dieta con subproducto (salvado de trigo) con 4% de reducción de energía metabolizable sin antibiótico.

eMax[®] se incluyó a razón de 100 g/tm.

Las dietas experimentales se presentan en los Cuadros 1, 2, 3.

Cuadro 1*Composición de las dietas de cerdos en la fase crecimiento (71 a 105 días de edad)*

Ingredientes	Maíz-Soya	Maíz-Soya red E+ eMax®	Subproducto	Subproducto red E + eMax®
Maíz	62.420	59.000	51.530	57.020
Aceite	2.000	1.000	4.500	1.000
Salvado de trigo			10.000	10.000
Harina de soya	29.500	30.300	28.000	27.000
Carbonato Ca	1.150	1.130	1.200	1.240
Biofós	0.920	0.940	0.730	0.680
Lisina	0.160	0.150	0.170	0.190
Metionina	0.050	0.060	0.065	0.055
Treonina			0.010	0.005
Melaza	3.000	6.610	3.000	2.000
Sal común	0.500	0.500	0.500	0.500
Vit. Cerdos	0.300	0.300	0.300	0.300
e-Max		0.010		0.010
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Cuadro 2*Composición de las dietas de cerdos en la fase desarrollo (105 a 140 días de edad)*

Ingredientes	Maíz-Soya	Maíz-Soya red E+ eMax®	Subproducto	Subproducto red E + eMax®
Maíz	72.430	66.780	62.920	64.810
Aceite	1.300	1.000	3.500	1.000
Salvado de trigo			10.000	10.000
Harina de soya	20.300	21.200	18.700	18.300
Carbonato Ca	1.040	1.020	1.110	1.110
Biofós	0.870	0.920	0.670	0.660
Lisina	0.250	0.240	0.260	0.270
Metionina	0.006	0.018	0.020	0.018
Treonina	0.005	0.010	0.020	0.020
Melaza	3.000	8.000	2.000	3.000
Sal común	0.500	0.500	0.500	0.500
Vit. Cerdos	0.300	0.300	0.300	0.300
e-Max		0.010		0.010
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Cuadro 3

Composición de las dietas de cerdos en la fase final (141 a 168 días de edad)

Ingredientes	Maíz-Soya	Maíz-Soya red E+ eMax®	Subproducto	Subproducto red E + eMax®
Maíz	72.500	66.840	68.870	68.760
Aceite	1.800	1.000	3.000	1.000
Salvado de trigo			10.000	10.000
Semolina de arroz	5.000	5.000		
Harina de soya	15.100	16.400	13.500	13.600
Carbonato Ca	1.090	0.930	1.030	1.020
Biofós	0.400	0.780	0.520	0.530
Lisina	0.280	0.240	0.270	0.270
Metionina	0.010			
Treonina	0.020	0.005	0.015	0.014
Melaza	3.000	8.000	2.000	4.000
Sal común	0.500	0.500	0.500	0.500
Vit. Cerdos	0.300	0.300	0.300	0.300
e-Max		0.010		0.010
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Variables Analizadas***Ganancia Diaria de Peso (GDP)***

Los cerdos fueron pesados al final de cada etapa del engorde (crecimiento, desarrollo y final).

Consumo Diario de Alimento (CDA) (g)

Como el suministro de alimento fue dado *ad libitum*, se pesó lo ofertado diariamente y el rechazo hasta el final de cada fase de alimentación.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Se obtuvo de la división del consumo diario de alimento entre la ganancia diaria de peso de los cerdos.

Peso Final (kg)

Al terminar el proceso de engorde de las etapas de crecimiento, desarrollo y final se pesaron los cerdos (kg) de forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo®.

Incremento de Peso (kg)

Se obtuvo mediante la resta del peso inicial y el final de cada etapa, se realizó de forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo®.

Peso Canal Caliente (kg)

Se pesó la canal del cerdo recién faenada, sin vísceras, patas ni cabeza, en una balanza de riel aéreo ubicada en la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Rendimiento Canal Caliente (%)

Se obtuvo dividiendo el peso de la canal caliente entre el peso vivo.

Espesor de Grasa Dorsal (cm)

Se midió a la décima costilla con un “pie de rey”, 24 horas después de la cosecha.

Área de Lomo (cm²)

Se midió a la décima costilla con un plástico transparente el contorno del músculo *Longissimus dorsi* y posteriormente se determinó el área con un planímetro.

Corte Magro (%)

Se determinó con base en las ecuaciones 1 y 2.

Carne Libre de Grasa (CLG)

$$(CLG) = 8.588 + (0.465 \times \text{peso CC lbs}) + (3.005 \times \text{área de lomo pulg}^2) -$$

$$1.896 \times \text{grasa dorsal pul}) \quad [1]$$

$$\text{Corte Magro} = \frac{CLG}{\text{Peso CC}} \times 100 \quad [2]$$

Costos de Alimentación

Se multiplicó el consumo de alimento por animal por el valor de cada kilogramo de alimento suministrado en todo el experimento.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANDEVA) de clasificación simple en un diseño totalmente aleatorizado, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por cada tratamiento. Antes de realizar el análisis de varianza se procedió a verificar la normalidad de los datos por la prueba de Kolmogorov-Smirnov y para la uniformidad de la varianza, la prueba de Bartlett, en los casos

necesarios se empleó la Dócima de Duncan (1955) para determinar las diferencias entre medias. Todos los análisis se realizaron con el software estadístico SAS v 9.4, con un nivel de significancia del 95%.

Resultados y Discusión

Fase Crecimiento

Respecto al consumo de alimento, los datos difieren entre sí ($P \leq 0.05$), evidenciando que se obtiene mejores resultados con el ST y se observa que el DN y ST-4%EM no difieren estadísticamente entre sus medias, lo cual concuerda con los experimentos realizados por Ndou et al. (2015) donde concluyeron que el uso de xilanasas dentro de las dietas de cerdos aumenta la digestibilidad de la fibra, por lo que, se obtiene un alto consumo del alimento y una alta ganancia de peso. De la misma forma, en un estudio realizado por Passos et al. (2015), se evidenció un decrecimiento de la viscosidad de las dietas empleadas, debido al uso de las xilanasas, lo cual concuerda con los datos expuestos, ya que el consumo fue alto en el segundo tratamiento. Según Patience et al. (2015), la suplementación con xilanasas en las dietas porcinas debería mejorar la digestibilidad de los nutrientes, la energía y posteriormente, el rendimiento del crecimiento al mejorar el aprovechamiento de los alimentos suplementados.

La ganancia de peso difiere ($P \leq 0.05$) siendo el DN-4%EM el que presenta los mejores resultados, comparado al ST que únicamente posee salvado de trigo y no posee reducción de energía, los resultados del DN y ST-4%EM no difieren entre sus medias. Al añadir xilanasas se mejora la digestibilidad y absorción de los nutrientes, mejorando el desempeño de los cerdos, lo que concuerda con un estudio de Olukosi et al. (2007), donde respalda los datos expuestos en el Cuadro 4.

Con lo que respecta al índice de conversión alimenticia, no presenta diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$). Esto concuerda con Sanchez (2015), quien evaluó el uso de una enzima exógena dentro de la dieta de cerdos en la etapa crecimiento donde no existen diferencias significativas de conversión alimenticia. Según estudios realizados por Fang et al. (2007), se evidenció que con uso de xilanasas y dietas a base de maíz, mejoró el rendimiento totalmente frente a los tratamientos que tienen otro cereal base en sus dietas.

En cuanto al peso final de etapa (kg), se obtuvo diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, teniendo un mejor peso final en el DN-4%EM, mientras que los tratamientos DN y ST-4%EM tuvieron

rendimientos que no difieren entre las medias de ambos y ST obteniendo un rendimiento menor. Con respecto al uso de probióticos, se observó un incremento de peso en la etapa de crecimiento, el uso de xilanasas en la dieta en comparación al tratamiento de control según los estudios realizados por Lazara et al. (2010), dando como resultado una mejor ganancia de peso en la etapa crecimiento.

Cuadro 4

Desempeño productivo de cerdos de 70 a 105 días de edad, con reducción de energía e inclusión de un probiótico (eMax®) en la dieta

Tratamientos	Consumo de alimento, g/cerdo/día	Ganancia de peso, g/cerdo/día	Índice de conversión alimenticia	Peso final de la etapa, kg	Incremento de peso en la etapa, kg
DN	2,050 ab	749 ab	2.73	55.47 b	26.56 b
DN-4%EM	2,208 b	823 b	2.69	57.39 c	28.48 c
ST	1,889 a	694 a	2.72	53.42 a	24.51 a
ST-4%EM	2,097 ab	747 ab	2.82	54.80 b	25.89 b
Probabilidad	0.0095	0.04	0.06	0.001	0.05
CV, %	8.75	9.06	6.38	2.07	8.6

Nota^{a, b, c} Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. DN: Dieta normal; DN-4%EM: Dieta Normal con reducción energética e inclusión de eMax; ST: dieta de Salvado de Trigo; ST-4%EM: dieta de Salvado con reducción energética e inclusión de eMax

En la variable de incremento de peso en la etapa (kg) se observó que usando el tratamiento de DN-4%EM se obtuvo el mayor valor, esto similar a los datos expuestos por Chiquieri et al. (2006), donde concluyeron que, al usar proteasas dentro de la dieta proporcionada durante la etapa de crecimiento, se obtiene un incremento frente a la dieta control. Por lo tanto, con lo referente al presente estudio, se consiguió una mejora en la digestibilidad y asimilación de nutrientes en la dieta, esto se refleja dentro del incremento de peso usando la estrategia de reducir la energía e implementar eMax® dentro de la dieta.

Fase Desarrollo

Dentro del consumo de alimento existen diferencias ($P \leq 0.05$), en donde el DN-4%EM es mejor tratamiento en comparación al ST que obtuvo el consumo más bajo y entre el DN, ST-4%EM son tratamientos que no tienen diferencias entre ellos. El menor consumo se obtuvo con el ST esto probablemente debido a la presencia de salvado de trigo en la dieta, concordando con lo dicho por

Grzeškowiak et al. (2023), quienes indican que la incorporación de componentes de fibra en las dietas completas de cerdos conducen a mayor llenado intestinal, es decir, un saciado por parte del animal.

El Cuadro 5 indica que no existen diferencias ($P > 0.05$) dentro de la ganancia de peso en la etapa. Según estudios de Martínez-Aispuro et al. (2016), se mostró que las dietas que contenían xilanasas en conjunto con el salvado de trigo no presentan diferencias estadísticas, y que se obtuvieron mejores pesos en la final de la etapa donde los cerdos no contenían salvado de trigo. Asimismo, según estudios realizados por Hanczakowska et al. (2012), el efecto de la misma xilanasa en cerdos de engorde donde al comienzo del período de engorde no se encontraba una ganancia de peso significativa, pero con una clara mejora en el período final de engorde, mientras que el efecto sobre la eficiencia alimenticia fue más claro en el primer período de alimentación. También los resultados del experimento se mantiene el rango recomendado por Castillo (2006) quien sugiere en esta etapa una GDP de 800 a 850 g, pero inferiores a 917 g según NRC (2012).

En el índice de conversión alimenticia se observaron diferencias entre tratamientos ($P \leq 0.05$), donde las dietas que presentaban la reducción energética (DN-4EM% y ST-4EM%) obtuvieron un índice de conversión alto en comparación a la dieta ST, por otra parte, la DN presentó una similitud con las demás dietas. El ST presentó el mejor ICA de la etapa de desarrollo, esto concordando con Yin et al. (2000) quienes encontraron que la adición de xilanasas a cerdos en desarrollo alimentados con dietas basadas en trigo o subproductos de trigo mejoró la digestibilidad de los nutrientes. Al contrario con los estudios realizados por Chiquieri et al. (2006), el uso de xilanasas y proteasas no se ve reflejado en el ICA debido a que la ganancia de peso fue similar en la etapa de desarrollo por lo que no existen diferencias significativas dentro de la dieta de control y la que incluía probiótico, lo que difiere de los datos en el proyecto.

Cuadro 5

Desempeño productivo de cerdos de 105 a 140 días de edad, con reducción de energía e inclusión de un probiótico (eMax®) en la dieta

Tratamientos	Consumo de alimento, g/cerdo/día	Ganancia de peso, g/cerdo/día	Índice de conversión alimenticia	Peso final de la etapa, kg	Incremento de peso en la etapa, kg
DN	2,823 ab	858	3.33 ab	84.4 b	30.03
DN-4%EM	2,945 b	806	3.52 b	87.4 c	28.23
ST	2,573 a	850	3.11 a	81.9 a	29.77
ST-4%EM	2,862 ab	795	3.59 b	83.2 ab	27.83
Probabilidad	0.04	0.72	0.001	0.05	0.76
CV, %	7.08	9.45	4.44	4.86	11.9

Nota^{a, b, c} Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. DN: Dieta normal; DN-4%EM: Dieta Normal con reducción energética e inclusión

de eMax; ST: dieta de Salvado de Trigo; ST-4%EM: dieta de Salvado con reducción energética e inclusión de eMax.

En el peso final de la etapa se observaron diferencias entre tratamientos ($P \leq 0.05$), teniendo los mejores rendimientos en el DN-4%EM, esto debido a que en la anterior etapa del experimento el DN-4%EM fue el tratamiento que obtuvo el mayor peso. No obstante, los tratamientos DN Y ST-4EM% no difieren entre sus medias, dando como referencia que al incluir el probiótico eMax® en dietas con salvado de trigo y con reducción de energía se obtienen resultados similares que las dietas convencionales. Lo anterior concuerda con lo expuesto por Balasubramanian et al. (2018), quienes usaron un probiótico multi específico y los cerdos respondieron de manera positiva al producto, reflejando una mejora en cuanto a las características productivas.

En cuanto al incremento de peso en la etapa, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$), esto debido a que la variable de GDP tampoco presentó diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$). Eso se debe a que ambas variables tienen una relación proporcional en la que, si una aumenta, la otra se ve favorecida al hacer la sumatoria de GDP al final de la etapa del experimento.

Fase Final

En el consumo de alimento en la fase final no se observaron diferencias entre de los tratamientos ($P > 0.05$). En esta etapa cerca entrar a la comercialización, los animales ya tienen todo su organismo desarrollado y en excelentes condiciones, lo que provoca que asimile la dieta de una mejor manera en su organismo y ayude a obtener una mejor calidad de carne (Balasubramanian et al.

2018). Los consumos obtenidos en esta fase son similares a los reportado por Castillo (2006), quien obtuvo consumos de entre 2800 a 3200 g de alimento por día.

Se puede observar que no existen diferencias ($P > 0.05$) en la ganancia de peso diaria. Según estudios realizados por Atakora et al. (2011), la adición de xilanasas en las dietas no afectan a la ganancia diaria de peso ni al consumo de alimentos en cerdos, lo cual concuerda con los datos expuestos en el Cuadro 6. Por otro lado, los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Castillo (2006), quien indica que los cerdos deberían tener una ganancia entre 900 y 950 g.

En el índice de conversión alimenticia se observó diferencias ($P \leq 0.05$), destacando el tratamiento control (DN) con un ICA 3.32, siendo mejor que los obtenidos por Valdés y Arcilla (2014), quienes reportaron un ICA de 3.49 para la dieta formulada con base en lo descrito por la NRC (2012). Asimismo, los resultados fueron mejores por los presentados por Genetiporc (2010), que indica una conversión alimenticia promedio para la fase de finalización de 3.39. Por otro lado, todos los tratamientos mostraron rendimientos inferiores a los estipulado por Castillo (2006), quien indicó que el ICA recomendado debe ser de 3.1, sin embargo, difieren de los resultados obtenidos por Ochoa Sánchez y Yeimi Evireida (2022), quienes donde compararon la respuesta productiva de cerdos utilizando distintos promotores de crecimiento y encontraron que, en la etapa de finalización, la utilización de probióticos da la mejor respuesta en cuanto al ICA, logrando un ICA de 2.946 respecto a la media de 3.385 del resto de tratamientos.

Para la variable peso final de la etapa si existe diferencias ($P \leq 0.05$). La suplementación de enzimas exógenas en el pienso ayuda a reducir los factores anti nutricionales y brinda una mejor digestibilidad, por lo tanto, una mayor eficiencia en el crecimiento (Kiarie et al. 2013), lo que concuerda con el incremento del peso de la etapa final. La adición de proteasas permite hidrolizar las proteínas con uniones de disulfuro y disminuyen el efecto sobre la mucosa intestinal, por lo que se obtiene un aumento en el consumo del alimento (Zuo et al. 2015). Asimismo, una mayor viscosidad reduce el acceso de enzimas en el sustrato, lo cual se ve reflejado dentro del peso final de la etapa,

donde al agregar las enzimas desde el principio de la etapa a los cerdos favorece a que se obtenga un mayor consumo de alimento y una mejor ganancia de peso final (Thacker 2005).

En cuanto al incremento de peso en la etapa no se observaron diferencias entre los tratamientos, por lo que en ganancia de peso tampoco se encontraron diferencias ($P > 0.05$). Una vez los cerdos desarrollan completamente su tracto digestivo, no se evidencian muchos cambios su peso, incrementa por igual con los tratamientos y estos tienen similares consumos y ganancia de peso en la etapa, esto apoyado en los estudios realizados Kim et al. (2021), donde observaron que la mayoría de incrementos de peso en la etapa se da en las primeras fases y en la etapa final todos los cerdos tienen datos relativamente similares que no varían.

Cuadro 6

Desempeño productivo de cerdos de 71 a 168 días de edad, con reducción de energía e inclusión de un probiótico (eMax®) en la dieta

Tratamientos	Consumo de alimento, g/cerdo/día	Ganancia de peso, g/cerdo/día	Índice de conversión alimenticia	Peso final de la etapa, kg	Incremento de peso en la etapa, kg
DN	2,992	894	3.32 a	107.4 b	24.14
DN-4%EM	3,034	880	3.60 b	110.4 c	23.75
ST	2,958	815	3.58 b	103.7 a	22.01
ST-4%EM	2,990	841	3.52 ab	106.2 b	22.72
Probabilidad	0.65	0.57	0.05	0.01	0.57
CV, %	13.21	10.34	9.6	17.8	20.8

Nota^{a, b, c} Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. DN: Dieta normal; DN-4%EM: Dieta Normal con reducción energética e inclusión de eMax; ST: dieta de Salvado de Trigo; ST-4%EM: dieta de Salvado con reducción energética e inclusión de eMax

Acumulado Engorde

En la variable de consumo de alimento diario se encontró diferencias ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos DN-4%EM y ST al contrario de los tratamientos de DN y ST-4EM% los cuales presentan similitud ($P > 0.05$) entre sí. Estos resultados obtenidos concuerdan con un estudio de Velasco et al. (2004), donde las dietas que tenían reducción energética presentaron un mayor consumo de alimento diario frente a las dietas que formularon según los requerimientos energéticos de la etapa en la que se encontraba el cerdo. Esto debido a que los cerdos tienen como prioridad suplir necesidades energéticas antes que cualquier otro requerimiento. Por otro parte, la adición de fibra a la dieta

reduce el consumo de alimento debido al alto contenido de polisacáridos no amiláceos (PNA), ya que tienen propiedades anti nutricionales (Noblet y Le Goff 2001). Asimismo, Reyes et al. (2012) no encontraron diferencias en el consumo diario de alimento entre las dietas con probióticos y las dietas estándar en la fase de engorde del experimento.

En cuanto a la ganancia de peso diario se encontró un comportamiento similar al del consumo, ya que las únicas diferencias ($P \leq 0.05$) se encuentran entre los DN-4EM% Y ST; mientras que el DN Y ST-4%EM presentan similitud en la variable ganancia de peso diaria a los otros dos tratamientos. Estos resultados son similares a los de un estudio realizado por Davis et al. (2008) donde la ganancia de peso fue superior cuando las dietas contenían *Bacillus* en comparación a dietas control durante el periodo general de crecimiento y finalización. Estos resultados son similares a los de van der Peet-Schwering et al. (2020), quienes reportaron que el uso de probióticos trae consigo una mejora en la ganancia de peso diario frente a la dieta control utilizada por ellos.

Para el índice de conversión alimenticia los mejores tratamientos fueron aquellos sin probióticos (DN y ST) siendo estos similares entre sí, aunque el DN-4%EM no mostró diferencia ($P > 0.05$) con los dos tratamientos anteriormente mencionado y presentó un ICA parecido al ST-4%EM. Donde sí se observó diferencia ($P \leq 0.05$) es en el ST-4%EM en comparación con los tratamientos sin probióticos. Los resultados obtenidos concuerdan con los de Jørgensen et al. (2016), quienes indican que, en la etapa de finalización del engorde con la utilización de probióticos con reducción energética, se tiene una respuesta negativa para el índice de conversión alimenticia. Asimismo, Goff et al. (2002) señalan que la digestibilidad de la fibra dietética y de derivados del maíz aumenta con el incremento del peso corporal del animal. En consecuencia, resulta en mejores ICA para dietas que contengan fibras en sus formulaciones.

El tratamiento con reducción energética e inclusión del probiótico (DN-4%EM) es el mejor de todos los tratamientos ($P \leq 0.05$) para la variable de peso final, esto debido a que es el destacado en las variables anteriormente mencionadas, ya que al tener una mayor ganancia de peso se favoreció para tener el mayor peso de los tratamientos.

Se encontró diferencias ($P \leq 0.05$) en la variable de incremento de peso total, únicamente entre los DN-4%EM y ST, siendo el tratamiento DN-4%EM el que presentó mayor incremento de peso, por otra parte, el tratamiento ST tuvo el menor incremento; los otros dos tratamientos presentaron incrementos de peso semejantes a los anteriormente mencionados. Los resultados expuestos son similares a los descritos por Ochoa Sánchez y Yeimi Evireida (2022), quienes suministraron probióticos a cerdos y obtuvieron mejores respuestas en ganancia total de peso en la fase de engorde, en comparación al peso total obtenidos por la dieta control. Por otra parte, como lo mencionaron Baker et al. (2021), los factores anti nutricionales de los PNA que se encuentran en los cereales, dependiendo del cereal, afectan en menor o mayor medida en la digestión y crecimiento del cerdo.

Cuadro 7

Desempeño productivo de cerdos de 71 a 168 días de edad, con reducción de energía e inclusión de un probiótico (eMax®) en la dieta

Tratamientos	Consumo de alimento, g/cerdo/día	Ganancia de peso, g/cerdo/día	Índice de conversión alimenticia	Peso final, kg	Incremento de peso total, kg
DN	2,629 ab	822 ab	3.19 a	107.4 b	79.73 ab
DN-4%EM	2,704 b	832 b	3.25 ab	110.4 c	80.72 b
ST	2,485 a	786 a	3.16 a	103.7 a	76.30 a
ST-4%EM	2,636 ab	791 ab	3.33 b	106.2 b	76.70 ab
Probabilidad	0.05	0.04	0.05	0.01	0.04
CV, %	4.04	3.39	2.47	17.8	3.39

Nota^{a, b, c} Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. DN: Dieta normal; DN-4%EM: Dieta Normal con reducción energética e inclusión de eMax; ST: dieta de Salvado de Trigo; ST-4%EM: dieta de Salvado con reducción energética e inclusión de eMax

Los resultados obtenidos son similares a los expuestos por Engrain (2017), los cuales indican que la inclusión del probiótico eMax® permite que las dietas con reducción energética y alta inclusión de ingredientes ricos en fibra, permitan tener rendimientos normales. De la misma manera, la inclusión de xilanasas en la dieta amortiza la reducción de energía en dietas con o sin salvado de trigo, mejorando la disponibilidad energética a los cerdos con el alimento alto en fibra debido a que las xilanasas actúan sobre los arabinosilanos que ocupan un gran porcentaje de lo PNA (Nortey et al. 2008). Además, las xilanasas y las beta-glucanasas mejoran la digestibilidad del pienso actuando sobre materias primas ricas en fibra más o menos digeribles (Gimenez Rico 2014).

Característica de la Canal

Como se aprecia en el Cuadro 8, se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre las canales de los tratamientos evaluados, dejando en claro en la inclusión de eMax® no afecta a las características de canal como: peso canal caliente (kg), rendimiento de canal (%), grasa dorsal (cm), área de lomo (cm^2), corte magro (%); ni tampoco la inclusión de salvado de trigo, logrando deducir que la inclusión de este subproducto con fibra no altera los parámetros anteriormente mencionados.

Con respecto al rendimiento de canal caliente, no hubo diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), los datos difieren a los obtenidos por Méndez (2012), donde se encontró que los animales cuyas dietas contengan probióticos, prebióticos o una mezcla de ambos, sus rendimientos de canal caliente deben ser menor a los de la dieta control. Al contrario de los resultados expuestos por Betancur et al. (2020), quienes obtuvieron mejores rendimientos de la canal caliente al usar un bio-preparado en comparación al usar antibióticos en la dieta control.

La grasa dorsal tampoco mostró diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), sin embargo, Martínez-Aispuro et al. (2017) encontraron que, tratamientos sin salvado de trigo y con adición las xilanasas, presentan incrementos en la grasa dorsal. Por otra parte, se esperaba que los tratamientos con la adición del salvado de trigo obtuvieran los resultados más bajos en cuanto espesor de grasa dorsal, esto apoyado en lo reportado por Castillo y Eusebio (1972), quienes probaron la eficiencia de la adición de salvado de trigo con una fuente proteica en los desempeños productivos de cerdos, y obtuvieron un espesor de 1.93 cm de grasa dorsal con dietas que contenían salvado de trigo más minerales.

En la variable área de lomo se presentó similitud entre todas las canales ($P > 0.05$), al contrario de los datos expuestos por Martínez-Aispuro et al. (2017), quienes indican que el uso de enzimas disminuyó el área del musculo *longissimus* final. Esto corroborado por un estudio de Quintero et al. (1996), donde las canales que fueron alimentadas con probióticos mostraron una disminución en el área de músculo *longissimus*, comparado con las canales donde sus dietas no contenían probióticos.

Para el porcentaje de corte magro (CM%) no se mostraron diferencias entre las canales evaluadas, estos resultaron difieren de los obtenidos en el experimento de Martínez-Aispuro et al. (2017), donde el CM% se vio afectado observándose una disminución de esta característica por el uso de enzimas más la disminución de energía en la dieta de los cerdos, mientras que, al suministrar salvado de trigo no se afecta esta variable. Según Campabadal (2009), el sistema ideal de alimentación es aquel que permita un máximo crecimiento de tejido magro y el desarrollo de una cantidad significativa pero no excesiva de reservas corporales, así como un excelente desarrollo de los huesos y el consumo ideal en la etapa de crecimiento es de 2 a 2.25 kg al día. Por otro lado, las dietas que contenían salvado de trigo demostraron que el adicionamiento de este subproducto tiene un efecto positivo en el CM% dando así canales más magras.

Cuadro 8

Características de canal de cerdos de engorde con reducción de energía e inclusión de un probiótico (eMax®) en la dieta

Tratamientos	Peso canal caliente, kg	Rendimiento canal caliente, %	Grasa dorsal, cm	Área de lomo, cm ²	Corte magro, %
DN	79.62	74.0	2.14	80.48	62.22
DN-4%EM	81.92	74.1	2.18	79.49	61.28
ST	76.63	73.4	1.90	77.38	63.63
ST-4%EM	78.17	74.3	1.92	75.75	62.45
Probabilidad	0.78	0.65	0.11	0.14	0.82
CV, %	25.7	20.3	29.56	11.97	15.2

Nota. DN: Dieta normal; DN-4%EM: Dieta Normal con reducción energética e inclusión de eMax; ST: dieta de Salvado de Trigo; ST-4%EM: dieta de Salvado con reducción energética e inclusión de eMax

Costos de Alimentación del Engorde

En el Cuadro 9, se presentan los costos de alimentación, basándose en la cantidad de alimento consumido en toda la etapa del engorde (71-168 días), del total de alimento suministrado por etapa de los tratamientos y el costo de producir un kilogramo de cada tratamiento. Se observa que la dieta DN-4EM% presentó el menor costo (\$/kg) en todas las fases, sin embargo, esta dieta dio el mayor costo total de alimentación en toda la fase del engorde esto, debido al alto consumo por parte de los animales. Por otra parte, la inclusión parcial de salvado de trigo en la dieta mostró costos elevados, en comparación de los demás tratamientos, siendo \$0.01 o \$0.02 mayor que los otros, pero esto lo

compensa debido al bajo consumo de esta dieta. Además, la dieta con inclusión de salvado, reducción de energía al 4% y la inclusión de eMax® presento valores similares a dieta control o hasta \$0.01 menor a esta, haciéndola la dieta con resultados más similares a la dieta control usada por la granja experimental.

Cuadro 9

Costo de alimentación por fase de producción en cerdos de engorde por tratamiento evaluado.

Tratamientos	Crecimiento			Desarrollo			Final			Total, \$
	Consumo kg	Costos \$/kg	Costos Fase, \$	Consumo kg	Costos \$/kg	Costos Fase, \$	Consumo kg	Costos \$/kg	Costos Fase, \$	
DN	72.5	0.63	45.68	99.90	0.61	60.94	80.1	0.59	47.26	153.87
DN-4%EM	76.6	0.62	47.49	99.40	0.59	58.65	85.5	0.58	49.59	155.73
ST	66.7	0.65	43.36	92.60	0.62	57.41	78.8	0.60	47.28	148.05
ST-4%EM	73.0	0.63	45.99	99.91	0.60	59.95	80.0	0.58	46.40	152.34

Nota. DN: Dieta normal; DN-4%EM: Dieta Normal con reducción energética e inclusión de eMax; ST: dieta de Salvado de Trigo; ST-4%EM:

dieta de Salvado con reducción energética e inclusión de eMax; Tasa de cambio 24.6915Lps = 1\$USD (Ficohsa 2023)

La alimentación llega a representar hasta un 70% de los costos total para la explotación porcícola, esta se ve influenciado mayormente por los precios de cereales y de las oleaginosas, por lo que se buscar optimizar las misma (Labala 2008). En los últimos años tanto Rusia como Ucrania representan alrededor de 30% y 20%, respectivamente, de las exportaciones de trigo y maíz de las exportaciones mundiales de los mismos, donde factores como la guerra influenciaron la subida de precios de estos (FAO 2022), por lo que, se deben buscar alternativas locales para reemplazar a las materias primas cuando factores adversos repercuten en los precios de estos.

Utilidad Sobre Costo de Alimentación e Ingresos

La rentabilidad de la canal de cerdo se puede observar en el Cuadro 11. Consta de la diferencia del ingreso bruto dado en dólares americanos menos el costo acumulado a 70 días de edad, adicional a esto el costo de alimento de cada tratamiento (Cuadro 10).

Aunque el DN-4EM% presentó mayor costo, también es el que mayor ingreso dio en la venta de canal, debido a que las canales presentan mayor peso en promedio entre los individuos de este tratamiento. Por otro parte el ST, aunque presentó menor costo de alimento este se vio afectado debido al poco peso que presentan las canales de este tratamiento obteniendo menos ingreso y

difieren en \$9.09 con el mejor tratamiento. Además, como se observó a lo largo del experimento, el tratamiento control y el tratamiento cuatro no mostraron diferencias significativas en cuanto a desempeño productivo y rendimiento de la canal, en la variable económica presenta una diferencia de \$3.06 de utilidad/alimento, lo que refleja una mejor rentabilidad del tratamiento control frente a los demás tratamientos, a excepción del tratamiento dos, el cual obtuvo los mejores valores económicos del experimento.

Cuadro 10

Utilidad sobre costos de alimentación en cerdos de engorde, por tratamiento evaluado.

Tratamientos	Costo acumulado a 70 días de edad, \$ (a)	Costo alimento, \$ (b)	Peso canal, kg (c)	Precio canal, \$/kg (d)	Ingreso bruto, \$ (e)	Utilidad/alimento, \$ (e-a-b)
DN	63.94	153.87	79.62	3.17	252.40	34.58
DN-4%EM	63.94	155.73	81.92	3.17	259.69	40.02
ST	63.94	148.05	76.63	3.17	242.92	30.93
ST-4%EM	63.94	152.34	78.17	3.17	247.80	31.52

Nota. DN: Dieta normal; DN-4%EM: Dieta Normal con reducción energética e inclusión de eMax; ST: dieta de Salvado de Trigo; ST-4%EM:

dieta de Salvado con reducción energética e inclusión de eMax.

Conclusiones

La inclusión del probiótico eMax[®] con reducción de energía en una dieta maíz-soya presenta un mejor consumo de alimento y mejor ganancia de peso comparado con el uso de salvado de trigo en la dieta, sin afectar la conversión alimenticia.

La mejor utilidad sobre costos de alimentación se obtuvo al utilizar eMax[®] con reducción de energía en la dieta.

El uso de eMax[®] no afectó a ninguna de las características de canal evaluadas.

Recomendaciones

Evaluar este proceso en la etapa de destete para observar si existen cambios en sus variables desde edades tempranas.

Emplear otro tipo de cereal como la semolina de arroz para comparar junto a los datos expuestos de este estudio.

Evaluar el proceso con diferentes concentraciones de eMax® y diferentes niveles de energía para observar el rendimiento.

Referencias

- Armocida A, Valette E. 2019. Salud intestinal del cerdo. [sin lugar]: Ventaco S.A; [actualizado el 4 de feb. de 2023; consultado el 4 de feb. de 2023]. <https://www.vetanco.com/es/wp-content/uploads/sites/3/2019/04/A.C.-SALUD-INSTESTINAL-DEL-CERDO.pdf>.
- Atakora JK, Moehn S, Sands JS, Ball RO. 2011. Effects of dietary crude protein and phytase–xylanase supplementation of wheat grain based diets on energy metabolism and enteric methane in growing finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 166-167:422–429. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.04.030.
- Baker JT, Duarte ME, Holanda DM, Kim SW. 2021. Friend or Foe? Impacts of Dietary Xylans, Xylooligosaccharides, and Xylanases on Intestinal Health and Growth Performance of Monogastric Animals. *Animals (Basel)*. 11(3). eng. doi:10.3390/ani11030609.
- Balasubramanian, Balamuralikrishnan, Sang In Lee, and In-Ho Kim. 2018. Inclusión de probióticos multiespecíficos en la dieta sobre el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de los nutrientes, los rasgos de calidad de la carne, la microbiota fecal y la puntuación de la diarrea en cerdos en crecimiento-acabado. *Italian Journal of Animal Science*. (100-106).
- Balasubramanian B, Lee S in, Kim I-H. 2018. Inclusion of dietary multi-species probiotic on growth performance, nutrient digestibility, meat quality traits, faecal microbiota and diarrhoea score in growing–finishing pigs. *Italian Journal of Animal Science*. 17(1):100–106. doi:10.1080/1828051X.2017.1340097.
- Betancur H, Rodríguez R, Martínez Y, Romero C, Rugeles C. 2020. La administración oral de un biopreparado con *Lactobacillus plantarum* CAM-6 mejoró el comportamiento productivo y el rendimiento de la canal de cerdos en crecimiento. *Revista de producción animal*; [consultado el 24 de feb. de 2023]. 32(2). https://www.researchgate.net/profile/Clara_Rugeles-P/publication/354171739_20LactobPlantarum_3482-Texto_del_articulo-8531-6-10-20200627/links/61291aeb0360302a00611c80/20LactobPlantarum-3482-Texto-del-articulo-8531-6-10-20200627.pdf.
- Campabadal. 2009. Guía Técnica para alimentación de cerdos; [consultado el 3 de feb. de 2023]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>.
- Castillo R. 2006. Producción de cerdos-manejo de lechones [texto]. Francisco Morazán: Universidad Agrícola Zamorano. https://biblioteca.unag.edu.hn/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=8520&shelfbrowse_itemnumber=18683.
- Chiquieri, J. M. S, Soares, R. T. R. N., Souza, J. C. D., Hurtado Nery, V. L., Ferreira, R. A., et al. 2006. Probiótico y prebiótico en la alimentación de cerdos en crecimiento y terminación. *Archivos de Zootecnia*; [consultado el 24 de feb. de 2023]. 305(308). <https://www.redalyc.org/pdf/495/49521112.pdf>.
- Davis ME, Parrott T, Brown DC, Rodas BZ de, Johnson ZB, Maxwell CV, Rehberger T. 2008. Effect of a Bacillus-based direct-fed microbial feed supplement on growth performance and pen cleaning characteristics of growing-finishing pigs. *J Anim Sci*. 86(6):1459–1467. eng. doi:10.2527/jas.2007-0603.
- Engrain. 2017. Optimizando la salud y performance en Aves mediante el uso de mayor cantidad de sub productos de molienda en la dieta. [sin lugar]. 18 p; [consultado el 24 de feb. de 2023]. <https://www.iaom.org/wp-content/uploads/02engrainla17.pdf>.

- Fang ZF, Peng J, Liu ZL, Liu YG. 2007. Responses of non-starch polysaccharide-degrading enzymes on digestibility and performance of growing pigs fed a diet based on corn, soya bean meal and Chinese double-low rapeseed meal. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 91(7-8):361–368. eng. doi:10.1111/j.1439-0396.2006.00664.x.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2022. Porcicultura mundial: Primeras estimaciones del USDA para 2023. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 13 de feb. de 2023; consultado el 13 de feb. de 2023]. https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/porcicultura-mundial-primeras-estimaciones-del-usda-para-2023_14533/.
- Gimenez Rico R. 2014. Review of the use of enzymes in pig nutrition. Implementation and profitability depending on the diets. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 24 de feb. de 2023]. https://www.pig333.com/articles/review-of-the-use-of-enzymes-in-pig-nutrition_8347/.
- Goff G, van Milgen J, Noblet J. 2002. Influence of dietary fibre on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. *Anim. Sci*. 74(3):503–515. doi:10.1017/S1357729800052668.
- Grzeškowiak Ł, Saliu E-M, Martínez-Vallespín B, Aschenbach JR, Brockmann GA, Fulde M, Hartmann S, Kuhla B, Lucius R, Metges CC, et al. 2023. Dietary fiber and its role in performance, welfare, and health of pigs. *Anim Health Res Rev*; [consultado el 9 de mar. de 2023]. 1–29. eng. <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/4C978F54EDB5921318812C4BBE14EBE0/S1466252322000081a.pdf/dietary-fiber-and-its-role-in-performance-welfare-and-health-of-pigs.pdf>. doi:10.1017/S1466252322000081.
- Guamán A. 2019. Composición química y digestibilidad de nutrientes del banano orito (*Mussa acuminata* AA) ensilado en cerdos de crecimiento Landrace x Duroc x Pietrian [Tesis]. Ecuador: Universidad Estatal Amazónica; [consultado el 4 de feb. de 2023]. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/587/1/T.AGROP.B.UEA.1108.pdf>.
- Jorge Castillo B., José A. Eusebio. 1972. Eficiencias de combinaciones salvado de trigo-fuente proteica para cerdos en crecimiento y acabado. *Rev. Med. Vet. Zoot*. 34(1-2):17–24. es. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remevz/article/view/94394>.
- Jørgensen JN, Laguna JS, Millán C, Casabuena O, Gracia MI. 2016. Effects of a *Bacillus* -based probiotic and dietary energy content on the performance and nutrient digestibility of wean to finish pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 221:54–61. doi:10.1016/j.anifeedsci.2016.08.008.
- Kiarie E, Romero LF, Nyachoti CM. 2013. The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry. *Nutr Res Rev*. 26(1):71–88. eng. doi:10.1017/S0954422413000048.
- Kim YJ, Lee JH, Kim TH, Song MH, Yun W, Oh HJ, Lee JS, Kim HB, Cho JH. 2021. Effect of low protein diets added with protease on growth performance, nutrient digestibility of weaned piglets and growing-finishing pigs. *J Anim Sci Technol*. 63(3):491–500. eng. doi:10.5187/jast.2021.e49.
- Labala J. 2008. Optimizando costos de alimentación. *Universo Porcino: Vetifarma S.A*; [actualizado el 9 de mar. de 2023; consultado el 9 de mar. de 2023]. http://www.universoporcino.com/articulos/nutricion_porcina_optimizando_costos_de_alimentacion.html.
- Lazara A, Bocourt R, Castro M, Dihigo L, Hernández L, García E. 2010. El rol de los probioticos en indicadores morfométricos de organos internos en cerdos en crecimiento. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*; [consultado el 22 de feb. de 2023]. 17(1). http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCPP171/171_04artLAYala.pdf.

- Martínez-Aispuro JA, Figueroa-Velazco JL, Cordero-Mora JL, Sánchez Torres-Esqueda MT, Martínez-Aispuro M. 2017. Dietas para cerdos en iniciación incluyendo salvado de trigo y adicionadas con xilanasas. *Ecosist. Recur. Agropec.* 4(10):73. https://www.researchgate.net/publication/317107300_Dietas_para_cerdos_en_iniciacion_incluyendo_salvado_de_trigo_y_adicionadas_con_xilanasas. doi:10.19136/era.a4n10.996.
- Mendez K. 2021. Estudio del jugo de caña (*Saccharum officinarum*), como alternativa de fuente energética en dietas para cerdos en la etapa de crecimiento [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo; [consultado el 4 de feb. de 2023]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10319/E-UTB-FACIAG-MVZ-000052.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ndou SP, Kiarie E, Agyekum AK, Heo JM, Romero LF, Arent S, Lorentsen R, Nyachoti CM. 2015. Comparative efficacy of xylanases on growth performance and digestibility in growing pigs fed wheat and wheat bran- or corn and corn DDGS-based diets supplemented with phytase. *Animal Feed Science and Technology.* 209:230–239. doi:10.1016/j.anifeedsci.2015.08.011.
- Noblet J, Le Goff G. 2001. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs. *Animal Feed Science and Technology.* 90(1-2):35–52. doi:10.1016/S0377-8401(01)00195-X.
- Nortey TN, Patience JF, Sands JS, Trottier NL, Zijlstra RT. 2008. Effects of xylanase supplementation on the apparent digestibility and digestible content of energy, amino acids, phosphorus, and calcium in wheat and wheat by-products from dry milling fed to grower pigs. *J Anim Sci.* 86(12):3450–3464. eng. doi:10.2527/jas.2007-0472.
- Ochoa Sánchez YE. 2022. Respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización utilizando tres distintos promotores de crecimiento [Tesis]. Mexico: Universidad Autonoma de la ciudad de Mexico. spa. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/137672>.
- Passos AA, Park I, Ferket P, Heimendahl E von, Kim SW. 2015. Effect of dietary supplementation of xylanase on apparent ileal digestibility of nutrients, viscosity of digesta, and intestinal morphology of growing pigs fed corn and soybean meal based diet. *Anim Nutr.* 1(1):19–23. eng. doi:10.1016/j.aninu.2015.02.006.
- Patience JF, Rossoni-Serão MC, Gutiérrez NA. 2015. A review of feed efficiency in swine: biology and application. *J Anim Sci Biotechnol.* 6(1):33. eng. doi:10.1186/s40104-015-0031-2.
- Quintero A, Huerta N, Parra N, Rincón E, Arangun J. 1996. Vista de Efectos de probióticos y sexo sobre el crecimiento y características de la canal de cerdos. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 24 de feb. de 2023; consultado el 24 de feb. de 2023]. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14238/14217>.
- Sanchez E. 2015. Uso de un fermentado de manzana y una enzima exogena en dietas para cerdo de engorde [Tesis]. México: Universidad Autónoma de Chihuahua. 48 p; [consultado el 10 de feb. de 2023]. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38476139/4-libre.pdf?1439577469=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUSO_DE_UN_FERMENTADO_DE_MANZANA_Y_UNA_EN.pdf&Expires=1676063375&Signature=XTYqpxS-fayLuz~-n73o4hv7S132tKy2oZvfbJuEGXOS6sFvsZEUmQIDV48wG2j8j35BdefDIcqbFsqrqH1Wvarj93-01JJdWEj9fFnofA38VxcDXEGUjgHHu2gWJcIX9v9J8PkaKZe~5rzx6D43xkw93gSXNtNx33AzPkD-BBM8CcUZxBSxAtnUjmyRAYXppCoqJI0yUoGzffuzKGvQeX-jA128py-aQ3aBq8Lp~jdR6SthnHk69YwETdSKMo009ATG4KZ0-zVReokRpvBXZ3gofKBSsjUL46X~QB3hIcas7makASWj-cS1441HCSpPLkmOhAhwfDa4TEk5s-mg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.

- Thacker PA. 2005. Effect of Xylanase and Protease on the Performance of Growing-Finishing Pigs Fed Corn-Based Diets. *Journal of Applied Animal Research*. 28(1):17–23. doi:10.1080/09712119.2005.9706781.
- Valdés K, Arcilla L. 2014. Comparación de dos niveles nutricionales en cerdos de engorde [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 19 p; [consultado el 10 de mar. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/39cb9ec4-8551-402b-935f-4e72bf78515f/content>.
- van der Peet-Schwering C, Verheijen R, Jørgensen L, Raff L. 2020. Effects of a mixture of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus subtilis* on the performance of growing-finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 261:114409. doi:10.1016/j.anifeedsci.2020.114409.
- Varón Y. 2021. Aspectos históricos, estado actual y futuro de las enzimas en alimentación de cerdos: Una revisión sistemática [Tesis]. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia; [consultado el 4 de feb. de 2023]. http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/2021_aspectos_historicos_estado_actual.pdf.
- Yin Y-L, McEvoy J, Schulze H, Hennig U, Souffrant W-B, McCracken KJ. 2000. Apparent digestibility (ileal and overall) of nutrients and endogenous nitrogen losses in growing pigs fed wheat (var. Soissons) or its by-products without or with xylanase supplementation. *Livestock Production Science*. 62(2):119–132. doi:10.1016/S0301-6226(99)00129-3.
- Yue S, Li Z, Hu F, Picimbon J-F. 2020. Curing piglets from diarrhea and preparation of a healthy microbiome with *Bacillus* treatment for industrial animal breeding. *Sci Rep*. 10(1):19476. eng. doi:10.1038/s41598-020-75207-1.
- Zuo J, Ling B, Long L, Li T, Lahaye L, Yang C, Feng D. 2015. Effect of dietary supplementation with protease on growth performance, nutrient digestibility, intestinal morphology, digestive enzymes and gene expression of weaned piglets. *Anim Nutr*. 1(4):276–282. eng. doi:10.1016/j.aninu.2015.10.003.