

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación

Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en el desempeño productivo de cerdos en crecimiento

Estudiante

Auki Rumiñahui Arotingo Túquerrez

Asesores

Rogel Castillo, M.Sc.

Yordan Martínez, D.Sc.

Honduras, junio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

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.....	4
Índice de Figuras	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos	11
Variables Evaluadas	12
Consumo Diario de Alimento (g).....	12
Ganancia Diaria de Peso (g)	12
Índice de Conversión Alimenticia.....	12
Uniformidad del Lote (%).....	12
Costos de Alimentación	13
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	13
Resultados y Discusión.....	14
Consumo Diario de Alimento (CDA).....	14
Ganancia Diaria de Peso (GDP)	15
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	16
Uniformidad de Lote	17
Costo de Alimentación.....	18
Conclusiones	20
Recomendaciones.....	21
Referencias.....	22

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Composición de las dietas evaluando diferentes niveles de inclusión de semolina de arroz en cerdos en etapa de crecimiento.	12
Cuadro 2. Consumo diario de alimento de cerdos en etapa de crecimiento (CDA) con tres niveles de inclusión de semolina de arroz en la dieta.	14
Cuadro 3. Ganancia Diaria de Peso para cerdos en crecimiento con la inclusión de semolina de arroz en la etapa de crecimiento.	16
Cuadro 4. Índice de conversión alimenticia para cerdos en etapa de crecimiento con inclusión de semolina de arroz.....	17
Cuadro 5. Uniformidad de camada de los cerdos al finalizar a etapa de crecimiento, a los 105 días de edad.	18
Cuadro 6. Costos de alimentación de cerdos en crecimiento, comparación de los costos de alimento/kg de peso ganado.	19

Índice de Figuras

Figura 1 Granja Porcina Educativa, EAP, Honduras, 2022	11
--	----

Resumen

El incremento de la industria porcina se debe en gran medida a la creciente demanda de carne de cerdo. La alimentación representa una gran parte de los costos de producción, por consiguiente, la mayoría ha optado por utilizar o sustituir el uso de granos básicos por alimentos alternativos en la dieta de cerdos. Con el objetivo de encontrar alternativas más económicas de alimentación, se evaluó la inclusión de varios niveles de semolina de arroz en el desempeño productivo de cerdos en crecimiento. Se evaluó el consumo de alimento (CDA), ganancia de peso diaria (GDP), índice de conversión alimenticia (ICA) y uniformidad. El experimento se realizó con 162 cerdos Yorkshire, Landrace, Duroc y sus cruces, se evaluaron cuatro tratamientos (T1:0% semolina, T2:10% semolina, T3:20% semolina, T4:30% semolina), con tres repeticiones por tratamiento. Se usó un diseño completamente al azar (DCA). No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) para ninguna variable medida entre los tratamientos experimentales, para la variable CDA la media general es de 1.75 kg/día, ganancia diaria de peso (GDP) 0.64 kg/día, índice de conversión alimenticia (ICA) 2.70 y en cuanto a la uniformidad de 8.67%, que es un valor que está dentro del rango óptimo. El tratamiento con 10 % de inclusión de semolina presentó la mejor relación de costo de alimentación por kilogramo de carne.

Palabras claves: alimentación, crecimiento, económico, producción, sustituir.

Abstract

The increase in the pig industry is largely due to increased demand for pork. Feed accounts for a large part of the production costs, therefore, most choose to use or replace the use of basic grains with alternative feeds in the pig diet. To find cheaper food alternatives, the inclusion of several levels of rice semolina in the productive performance of growing pigs was evaluated. Feed intake (CDA), daily weight gain (GDP), feed conversion rate (AAI), and uniformity were evaluated. The experiment was carried out with 162 Yorkshire pigs, Landrace, Duroc and their crosses, four treatments were evaluated (T1:0% semolina, T2:10% semolina, T3:20% semolina, T4:30% semolina), with three repetitions per treatment. A completely random design (DCA) was used. No differences were found ($P > 0.05$) for any variable measured between the experimental treatments, for the CDA variable the general mean is 1.75 kg/day, daily weight gain (GDP) 0.64 kg/day, feed conversion rate (AAI) 2.70 and for uniformity 8.67%, which is a value that is within the optimal range. Treatment with 10 % inclusion of semoline presented the best cost ratio of feeding per kilogram of meat.

Key words: feeding, growing, economic, production, substitute.

Introducción

La carne de cerdo es una de las más consumidas en el mundo, ocupando el segundo lugar en consumo después de la carne de pollo. La producción mundial de carne de cerdo en el 2018 se estima en 120,5 millones de toneladas, registrando un crecimiento del 0,6 por ciento con respecto a 2017 (FAO 2019).

La producción de carne de cerdo contribuye al desarrollo de la sociedad, generando empleos y garantizando la seguridad alimentaria. Dentro de los retos que tiene el porcicultor está la alimentación, ya que representa entre un 80 a 85% de los costos totales de producción (Campabadal 2009). Dentro de las etapas de producción, la alimentación de los cerdos después de los 70 días de edad es crítica, ya que representa el mayor volumen de consumo de alimento en estas etapas, por este motivo el tratar de buscar una alternativa para reemplazar las fuentes tradicionales de energía y proteína es de crucial importancia en la producción porcina (Kim S et al. 2021).

Al momento de formular las dietas para cerdos, es necesario tener en cuenta el rol que desempeñan los nutrientes principales en el desarrollo del animal; como son las proteínas que desarrollan el músculo, los carbohidratos que aportan material energético, sin olvidar el papel preponderante que juegan las vitaminas y minerales en el proceso alimentario de los cerdos. Es por esto por lo que la ciencia de la alimentación ha permitido conocer mejor las necesidades de los cerdos y los valores nutricionales de los diversos alimentos disponibles, a fin de producir mezclas más apropiadas al menor costo posible (Santos Cruz 2005).

La semolina de arroz es la capa exterior del grano de arroz, considerado un subproducto del proceso de la molienda, generalmente usado para alimentación animal. Se compone principalmente de pericarpio, aleurona, capa de subaleurona y germen, esta contiene cantidades favorables de nutrientes como proteína, grasas y fibras dietéticas, además contiene minerales como K, Ca, Mg y Fe (Sharif et al. 2014). Adicionalmente el producto contiene niveles superiores de proteína (12 -13%), lisina (0.50%) y metionina (0.20%) en comparación con el maíz. La semolina presenta algunas

limitaciones nutricionales, es por esto que el porcentaje de inclusión de este alimento alternativo debe ser bien empleado en las dietas dependiendo de la etapa (Campabadal 2009).

Los cerdos entre 70 a 105 días de edad están en una etapa de rápido crecimiento, especialmente con una alta deposición de músculo, por lo cual, la alimentación durante esta etapa debe ser de alta calidad. Por consiguiente, las dietas deben ser formuladas considerando fuentes de energía, proteínas, vitaminas, minerales y carbohidratos de alta calidad.

La semolina no solo se puede incorporar a la dieta de los cerdos por su menor costo, sino también por sus bondades y beneficio para la salud de estos; disminuye los biomarcadores inflamatorios en el suero sanguíneo y coadyuva en las funciones de la barrera intestinal, ayuda a controlar la diarrea, rotavirus y mejora la respuesta a la vacuna (Yang et al. 2014). Según Gomes et al. (2012) encontraron que la inclusión de hasta 200 g/kg de semolina de arroz en las dietas de cerdos después del destete no perjudicó el rendimiento y demostró ser económicamente viable.

Últimamente el arroz y sus derivados se están empleando en la alimentación de animales, debido a su alto contenido de almidón. El germen de arroz posee excelentes valores nutricionales como ingrediente alimentario para la dieta de cerdos (Malekian 2000), adicionalmente se menciona que puede brindarles beneficios terapéuticos para aquellos problemas gastrointestinales como diarrea, enfermedades inflamatorias del intestino y disfunción de la barrera intestinal (Watson et al. 2014). El almidón del arroz posee un mayor sabor, propiedades hipoalérgicas y una fácil digestibilidad y el tamaño de esas puede influir en su digestibilidad energética (Kaur L et al. 2007). En el caso particular del arroz blanco, posee valores de alimentación de hasta un 25% mayores que el salvado de arroz y un 12-15 % más altos que los del maíz (Moongngarm et al. 2012).

El arroz partido (BR) es usado como una excelente alternativa al maíz en la alimentación animal, debido a los valores similares de energía metabolizable y proteína cruda que poseen. Sin embargo, el arroz partido tiene un contenido de grasa más bajo, pero un contenido de almidón más alto que el maíz y una concentración muy baja de fibra (Che et al. 2012). Una de las ventajas de reemplazar el maíz por coproductos de arroz está relacionado con los bajos niveles de micotoxinas en

el grano, debido a que el maíz más comúnmente se ve afectado por una alta contaminación, debido principalmente a las aflatoxinas (Oliveira Carvalho et al. 2018).

De acuerdo con el estudio realizado por Oliveira Carvalho et al. (2018), menciona que el coproducto arroz partido (BR) se puede utilizar para cerdos de 15 a 30 kg de peso vivo hasta 640 g/kg de dieta sin cambiar el costo de esta. Sin embargo, la viabilidad económica dependerá de los precios de los ingredientes. La inclusión de arroz partido (BR) a niveles de 480 y 640 g/kg aumenta el costo por kg aumento de peso corporal, por consiguiente, se pueden utilizar en la alimentación de cerdos durante la fase inicial hasta 640 g/kg sin perjudicar el rendimiento.

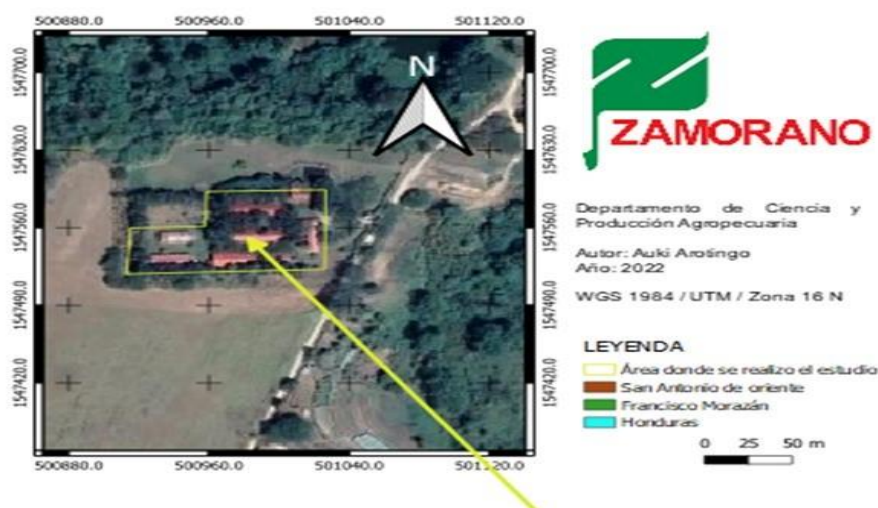
El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de cuatro niveles de inclusión de semolina de arroz en la dieta de cerdos en crecimiento sobre el consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso e índice de conversión alimenticia, al igual que, determinar el costo de alimentación con base en las dietas evaluadas.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en las instalaciones de la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Valle del río Yeguaré, a 32 km al Sureste de Tegucigalpa, municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. Localizada aproximadamente a 800 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 1100 mm y una temperatura anual promedio de 27 °C.

Figura 1

Granja Porcina Educativa, EAP, Honduras, 2022



Se utilizaron 162 cerdos de 70 a 105 días de edad, de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc y sus cruces, con un peso inicial promedio de 26.06 kg (± 3.33) con una media de 12- 14 cerdos por corral, a los que fueron asignados a los tratamientos; se ubicaron en corrales de 5 × 3 m, con pisos de cemento, bebederos automáticos tipo chupete y comederos de acero.

Se evaluaron cuatro niveles de inclusión de semolina de arroz en la dieta de cerdos en crecimiento:

Tratamiento 1: 0% de semolina de arroz en la dieta.

Tratamiento 2: 10% de semolina de arroz en la dieta.

Tratamiento 3: 20% de semolina de arroz en la dieta.

Tratamiento 4: 30% de semolina de arroz en la dieta.

Las dietas utilizadas se muestran en el Cuadro 1

Cuadro 1

Composición de las dietas evaluando diferentes niveles de inclusión de semolina de arroz en cerdos en etapa de crecimiento.

Ingredientes	0% Semolina	10% Semolina	20% Semolina	30% Semolina
	%	%	%	%
Maiz	61.13	51.15	42.23	35.59
Aceite	3.00	4.00	4.00	5.00
Semolina de arroz		10.00	20.00	30.00
Harina de Soya	29.80	29.00	27.90	26.40
Carbonato de Calcio	1.13	1.42	1.54	1.52
Biofos	0.94	0.28		
Lisina	0.15	0.21	0.28	0.35
Melaza	3.00	3.00	3.00	
Metionina	0.055	0.105	0.155	0.200
Sal comun	0.50	0.50	0.50	0.50
Treonina		0.04	0.10	0.15
Premezcla de minerales	0.30	0.30	0.30	0.30
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

VARIABLES EVALUADAS

Consumo Diario de Alimento (g)

El alimento se ofreció *ad libitum*, pesando diariamente lo proporcionado y el rechazo al final de la etapa de alimentación.

Ganancia Diaria de Peso (g)

Los cerdos se pesaron al inicio (70 días de edad) y al final la etapa de alimentación (105 días de edad).

Índice de Conversión Alimenticia

Se calculó dividiendo el consumo diario de alimento entre la ganancia diaria de peso.

Uniformidad del Lote (%)

Se realizó el cálculo para el peso final basado en el coeficiente de variación para los pesos finales.

Costos de Alimentación

Se determinaron los costos de alimentación de cada tratamiento, considerando el costo de los ingredientes utilizados en las dietas.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones; se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA), para las variables CDA, GDP e ICA, las variables porcentuales fueron transformadas con la función ArcSeno. Para analizar los datos se utilizó el programa "Statistical Analysis System" (SAS® versión 9.4).

Resultados y Discusión

Consumo Diario de Alimento (CDA)

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), teniendo un consumo promedio de 1.75 kg/día (Cuadro 2). Según menciona Campabadal (2009), el uso de semolina en un alto nivel puede ser contraproducente, debido al alto contenido de fibra que posee, lo cual genera un acelerado paso de los nutrientes a través del tracto gastrointestinal, que consecuentemente disminuyen la digestibilidad de los nutrientes. Adicionalmente, menciona que el promedio de consumo diario de alimento es de 2.0 kg/día, para cerdos con un peso promedio de 30 kg, tal como se aprecia en el Cuadro 2, los cuatro niveles de inclusión están dentro del rango óptimo de consumo en crecimiento.

Cuadro 2

Consumo diario de alimento de cerdos en etapa de crecimiento (CDA) con tres niveles de inclusión de semolina de arroz en la dieta.

Nivel de Inclusión de Semolina de Arroz	Consumo diario de alimento (CDA) ^{n.s}
	(kg/día)
0% Semolina	1.88 (± 0.11)
10% Semolina	1.71 (± 0.22)
20% Semolina	1.80 (± 0.16)
30% Semolina	1.63 (± 0.20)
Pr > F	0.40
C.V.	10.38

Nota. n.s: No son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

C.V.: Coeficiente de variación.

De acuerdo con la investigación de Nery Hurtado et al. (2010) donde evaluaron el rendimiento de cerdos alimentados con raciones que contienen subproductos de arroz durante la fase de crecimiento, menciona que, la fibra reduce el tiempo de exposición de los nutrientes a la superficie de absorción en el tracto gastrointestinal, lo que disminuyó de esta forma el aprovechamiento de estos. Estos autores indican que los alimentados con raciones conteniendo diferentes niveles de subproductos de arroz, sugieren que la reducción del consumo en las raciones resulta en menor

disponibilidad de nutrientes y de energía para obtener mayor ganancia de peso. En formulaciones balanceadas se recomienda un nivel máximo de inclusión del 20 % de semolina, siendo que valores superiores limitan la vida útil del alimento (Campos Granados y Arce Vega 2016). De acuerdo con Bentancour Zúniga (1999) menciona que, en la etapa de crecimiento con un nivel de inclusión de semolina del 50% en sustitución del maíz, no afectaron el consumo de alimento, el cual fue de 1.88 kg/día. Los cerdos alimentados con la dieta control presentaron un consumo más estable, esto podría darse debido a que las dietas de preinicio e inicio están formulados mayormente con maíz y prácticamente los cerdos están acostumbrados a consumir esa dieta, de acuerdo con el estudio realizado por Bentancour Zúniga (1999).

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

En el caso de este indicador productivo, los tratamientos no mostraron diferencias ($P > 0.05$) para la cual se obtuvo una ganancia diaria de peso promedio de 0.64 kg/día, tal como se muestra en el Cuadro 3. De acuerdo con datos más recientes del PIC (2016), se espera que las ganancias de peso para la etapa de crecimiento sea entre 0.3 a 0.8 kg/día, en este caso todos los tratamientos están dentro del rango estimado, debido a que la formulación de las dietas están ajustadas para cubrir con los requerimientos nutricionales del animal. De acuerdo con el experimento realizado por Hurtado et al. (2011), el consumo diario de ración y la ganancia diaria de peso en cerdos de crecimiento alimentados con raciones, en donde el maíz fue sustituido de forma parcial con subproductos de arroz, mostraron resultados estadísticamente semejantes en el experimento. De acuerdo con un estudio realizado por Vicente et al. (2008), informa que los cerdos alimentados con dietas a base de subproductos de arroz tuvieron mejores o ninguna diferencia en el rendimiento del crecimiento que los alimentados con las dietas a base de maíz, debido al tipo, la composición dietética y el método de procesamiento de los subproductos del arroz. Según, Casas et al. (2018), la inclusión de salvado de arroz no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento de los cerdos en las etapas de crecimiento y acabado, pero aumentó linealmente la ingesta diaria promedio de alimento y disminuyó la relación ganancia-alimento. De acuerdo con el presente estudio, ciertamente coincide con el hecho de que no

presenta ningún efecto sobre el rendimiento del cerdo, y así mismo se aprecia una leve disminución en cuanto a la relación ganancia-alimento. Oporta Mairena y Reyes Palacios (2019) consideran a la semolina como una buena fuente de alimentación para cerdos, aunque presenta limitaciones por sus niveles altos de fibra. En general, la inclusión de un nivel moderado de semolina de arroz en la dieta no influyó significativamente en el rendimiento de los cerdos.

Cuadro 3

Ganancia Diaria de Peso para cerdos en crecimiento con la inclusión de semolina de arroz en la etapa de crecimiento.

Nivel de Inclusión	Ganancia Diaria de peso (GDP) ^{n,s}
	(kg/día)
0% Semolina	0.70 kg (± 0.08)
10% Semolina	0.68 kg (± 0.13)
20% Semolina	0.65 kg (± 0.05)
30% Semolina	0.55 kg (± 0.03)
Pr > F	0.18
C.V	12.67

Nota. n.s: Diferencias no significativas ($P > 0.05$).

C.V.: Coeficiente de variación.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Para esta variable, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los diferentes niveles de inclusión, tal como se muestra en el Cuadro 4. Se obtuvo un ICA promedio de 2.74 para esta evaluación. De acuerdo con el estudio realizado por Tenório Fireman et al. (2000), que incluyeron 50% de semolina en la dieta de cerdos en etapas de crecimiento y finalización, no mostraron diferencias con la dieta comun de maíz y soya en cuanto a conversión alimenticia, pero el consumo de semolina fue menor, por consiguiente tiene que transcurrir mas tiempo para que alcance el peso vivo final; pero el bajo costo de la semolina justifica el rendimiento (Nery Hurtado et al. 2010). De igual manera, en el estudio efectuado por Bentancour Zúniga (1999) que incluyeron 0, 25, 50, 75, 100 (%) de semolina en la dieta de cerdos en etapa de crecimiento, no se encontraron diferencias significativas, donde el valor promedio fue de 3.44 para el dato del ICA. Conforme al estudio hecho

por Hurtado et al. (2011) obtuvo que los cerdos alimentados con raciones que contenían un 50 y 100 % de subproductos de arroz, la conversión alimenticia no tuvo influencia, sin embargo el valor ICA promedio dentro de ese ensayo fue de 2.49, menor al dato obtenido en el presente estudio.

Cuadro 4

Índice de conversión alimenticia para cerdos en etapa de crecimiento con inclusión de semolina de arroz

Nivel de Inclusión	Índice de Conversión (ICA) ^{n.s.}
	(kg/día)
0% Semolina	2.71 kg (± 0.23)
10% Semolina	2.52 kg (± 0.40)
20% Semolina	2.79 kg (± 0.33)
30% Semolina	2.96 kg (± 0.24)
Pr > F	0.25
C.V	9.02

Nota. n.s: Diferencias no significativas (P > 0.05).

C.V.: Coeficiente de variación.

Uniformidad de Lote

Se encontraron diferencias (P > 0.05) entre los tratamientos, el valor promedio del lote fue de 47.5 kg (±4.90) peso vivo, como se muestra en el Cuadro 5. Para determinar la variabilidad, se emplea la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV) son los más idóneas estadísticamente, según menciona, Patience et al. (2013). El CV es una medida relativa de la variabilidad expresada en porcentaje (Kaps y Lamberson 2004) que ayuda determinar cómo evoluciona la variabilidad del lote lo largo del tiempo. El coeficiente de variación determinó la variabilidad en el peso final de cada tratamiento, donde se obtuvo un menor porcentaje de variabilidad en el tratamiento de 30% de semolina con 0.70%, es decir, es el lote más homogéneo, en comparación al resto de tratamientos y un 18.03% de variabilidad para el tratamiento con 10% de inclusión de semolina, siendo el valor más alto dentro de nuestro estudio. Según menciona López Vergé (2018), los umbrales razonables de CV son de 20% al destete, del 12 al 15% a la salida de transición y del 10 al 12% antes de la primera salida a matadero. De acuerdo con nuestro estudio, se evidencia que nuestro valor promedio de variación

ciertamente está dentro del rango óptimo, debido a que para este experimento tenemos un CV de 8.67%; en caso contrario estos valores pueden superar el 50% en algunos casos (Botreau et al. 2007).

De acuerdo con nuestro estudio, sé que observar el tratamiento de 10% de inclusión es aquel que presento diferencias en cuanto a los pesos finales. Ciertamente no es el más homogéneo, pero este tratamiento presenta los cerdos con mayores pesos finales. De acuerdo Fels y Hoy (2013) encontraron diferencias en los pesos cuando el grupo estaba compuesto solamente por animales de una misma camada, sin embargo, cuando trabajaron con mezclas de camadas en grupos homogéneos o heterogéneos de peso, en el rendimiento de crecimiento.

La finalidad de la uniformidad del lote, desde la vista del porcicultor es brindarle información para que este pueda conocer y estimar que tan homogéneo es el peso de sus animales al finalizar la etapa. Ya que mientras mayor sea la uniformidad de lote esto representa una mayor una ganancia productiva, para el porcicultor.

Cuadro 5

Uniformidad de camada de los cerdos al finalizar a etapa de crecimiento, a los 105 días de edad.

Nivel de Inclusión de semolina de Arroz	Promedio de peso final (kg)	CV (%)
0%	49.10 (± 3.44)	7.01
10%	48.51 (± 8.75)	18.03
20%	48.42 (± 4.33)	8.94
30%	44.00 (± 0.31)	0.70
Promedio (\pm DE)	47.50 (± 4.90)	8.67
Pr < F	0.0089	

Nota. Medias con letras en común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

CV= coeficiente de variación; DE= desviación estándar

Costo de Alimentación

Los costos de alimentación por kg, al usar los niveles de inclusión de semolina de arroz en la etapa de crecimiento (70 días) prácticamente son similares, como se presenta en el Cuadro 6. El menor costo por kg de aumento de peso vivo lo obtuvo el tratamiento de 10% de semolina, debido a que el valor de ICA es más estable en comparación al resto de tratamientos que contienen semolina. Ciertamente, existe una mínima variación en el CDA en el tratamiento de 10%, con respecto a las

dietas con inclusión de 20 y 30%, que de cierta forma se ve expresado también en el ICA (2.52) y el GDP de 0.68 kg, que difiere mínimamente entre los tratamientos.

Cuadro 6

Costos de alimentación de cerdos en crecimiento, comparación de los costos de alimento/kg de peso ganado.

Nivel de Inclusión de Semolina de Arroz	Costo de dieta	Índice de Conversión (ICA)	Costo por kg de aumento de peso vivo (US \$)
	USD/kg	(kg/día)	
0%	0.452	2.71 (\pm 0.23)	1.22
10%	0.443	2.52 (\pm 0.40)	1.11
20%	0.433	2.79 (\pm 0.33)	1.20
30%	0.445	2.96 (\pm 0.24)	1.32

Nota. *Cambio =Lp 24.25/ 1.00 US\$ (Año 2021).

El menor costo por kg de aumento de peso vivo en cerdos en crecimiento se obtuvo con la dieta con 10% de inclusión de semolina de arroz (Cuadro 6). Al comparar la dieta con 10% de semolina con respecto al resto de tratamientos, resultó ser 0.21 USD más económico ganar un kilogramo de peso con esta dieta. El tratamiento más costoso tomando en cuenta los valores de ganancia diario de peso y valor del ICA es el de 30 % de inclusión, el cual es de 1.32 USD por kilogramo de peso ganado, es decir, presenta una diferencia de 0.28 USD con relación al tratamiento de 10% de inclusión de semolina, que resultar ser el más oportuno en el presente estudio.

Conclusiones

La inclusión de semolina de arroz en dietas de cerdos en etapa de crecimiento, no afectó el consumo diario de alimento, la ganancia diaria de peso, ni el índice de conversión alimenticia. Sin embargo, presento diferencia en la uniformidad del lote.

El tratamiento 10% de semolina presenta un menor costo de alimentación por kilogramo de peso ganado.

Recomendaciones

Evaluar el efecto de la inclusión de semolina de arroz en las siguientes etapas de producción, desarrollo y finalización.

Evaluar el uso de otros subproductos del arroz como harina de arroz, arroz partido, salvado de arroz y cascarilla de arroz, como alternativa más sostenible de producción.

Con base en los costos de alimentación, se recomienda alimentar a los cerdos en la etapa de crecimiento con semolina de arroz con un 10% de inclusión.

Referencias

- Bentancour Zúniga M. abr. 1999. Sustitución de niveles de maíz por semolina arroz en dietas de cerdos en etapa de crecimiento y engorde [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 34 p; [consultado el 5 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2595/1/CPA-1999-T021.pdf>.
- Botreau R, Veissier I, Butterworth A, Keeling L. 2007. Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. Animal Sciences Group, Wageningen University and Research Centre; [consultado el 5 de may. de 2022]. https://www.researchgate.net/profile/Isabelle-Veissier/publication/40105884_Definition_of_criteria_for_overall_assessment_of_animal_welfare/links/0912f5086cafe81def000000/Definition-of-criteria-for-overall-assessment-of-animal-welfare.pdf.
- Campabadal C, editor. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos. Costa Rica: Imprenta Nacional. 44 p. ; [consultado el 5 de may. de 2022]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>.
- Campos Granados CM, Arce Vega J. 2016. Sustitutos de maíz utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical [Revisión Literaria]*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 10(2):91. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/27327>. doi:10.15517/nat.v10i2.27327.
- Casas G, Overholt M, Dilger A, Boler D, Stein H. 2018. Effects of full fat rice bran and defatted rice bran on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *J Anim Sci*; [consultado el 10 de may. de 2022]. 96(6):2293–2309. <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/96/6/2293/4972702?redirectedFrom=fulltext>. doi:10.1093/jas/sky145.
- Che TM, Perez VG, Song M, Pettigrew JE. 2012. Effect of rice and other cereal grains on growth performance, pig removal, and antibiotic treatment of weaned pigs under commercial conditions. *J Anim Sci*. 90(13):4916–4924. eng. doi:10.2527/jas.2011-4916.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2019. Resumen de la evolución del mercado mundial de la carne en 2018. [sin lugar]: FAO; [consultado el 5 de may. de 2019]. https://www.3tres3.com/ultima-hora/fao-produccion-y-comercio-mundial-de-carne-de-cerdo-en-2018_40972/.
- Fels M, Hoy S. 2013. Einflüsse einer Gewichtssortierung von Aufzuchtferkeln auf Lebendmasseentwicklung, aggressive Auseinandersetzungen und Verletzungsgrad nach der Gruppierung [Effects of sorting weaner pigs by weight on growth performance, aggressive interactions and skin lesion score after mixing]. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*. 126(3-4):121–129. ger. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23540194/>.
- Gomes TR, Carvalho LE de, Freitas ER, Nepomuceno RC, Ellery E, Rufino R. 2012. Efeito da inclusão de farelo de arroz integral em rações para leitões de 21 a 42 dias de idade. *Archivos de Zootecnia*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 61(233):129–139. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/download/2949/1719>. doi:10.4321/S0004-05922012000100014.
- Hurtado V, Nobre R, Chiquiere J. 2011. Rendimiento de cerdos alimentados con raciones conteniendo subproductos de arroz, durante la fase de crecimiento. *Revista MVZ Córdoba*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 16(1):2372–2380. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682011000100013.

- Kaps M, Lamberson WR. 2004. Biostatistics for Animal Science. Wallingford Oxfordshire, Cambridge MA: CABI Pub. xiii, 445. ISBN: 0 85199 820 8; [consultado el 5 de may. de 2022]. https://www.academia.edu/8705674/Biostatistics_for_Animal_Science.
- Kaur L, Singh J, McCarthy OJ, Singh H. 2007. Physico-chemical, rheological and structural properties of fractionated potato starches. *Journal of Food Engineering*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 82(3):383–394. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877407001549>. doi:10.1016/j.jfoodeng.2007.02.059.
- Kim S, Cho JH, Kim HB, Song M. 2021. Rice as an alternative feed ingredient in swine diets. *Journal of Animal Science and Technology*. 63(3):465–474. eng. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8204006/>. doi:10.5187/jast.2021.e5.
- López Vergé S. 2018. Estudio y gestión de la variabilidad de peso vivo a lo largo del ciclo del porcino en condiciones comerciales [Tesis Doctorado]. España: Universitat Autònoma de Barcelona. 188 p; [consultado el 5 de may. de 2022]. <https://www.tdx.cat/handle/10803/665099>.
- Malekian F. ene. 2000. Lipase and lipoxygenase activity, functionality, and nutrient losses in rice bran during storage [Boletín]. USA: Louisiana State University. 69 p; [consultado el 5 de may. de 2022]. <https://digitalcommons.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1292&context=agexp>.
- Moongngarm A, Daomukda N, Khumpika S. 2012. Chemical Compositions, Phytochemicals, and Antioxidant Capacity of Rice Bran, Rice Bran Layer, and Rice Germ. *SciVerse ScienceDirect*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 2:73–79. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212670812000851?token=6E78CDC85CA91F308C9D1F2F7EF68C51F246D4DA4B6BA3AC2004C581A5BCC6C6B1FB40F18EE1FCE6E2A0064130208844&originRegion=us-east-1&originCreation=20220506163223>.
- Nery Hurtado VL, Ribeiro Nobre Soares, Rita da Trindade, Chiquieri Julien. 2010. Desempenho e características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações contendo subprodutos de arroz. *Zootecnia Tropical*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 28(1):43–49. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692010000100006&script=sci_abstract&tlng=pt.
- Oliveira Carvalho PL de, Costa Filho CDL, Piano Gonçalves LM, Pasquetti TJ, Perondi D, Diaz Huepa LM, Peñuela Sierra LM, Da Costa Oliveira S, Genova JL. 2018. Rice co-products in pig feed during the starter phase (15 to 30 kg). *Semina Ciências Agrárias*. 39(4):1695. doi:10.5433/1679-0359.2018v39n4p1695.
- Oporta Mairena MdC, Reyes Palacios BI. 2019. Ganancia de peso en cerdas (*Sus scrofa domesticus*) híbridos de levante para engorde, con cinco tipos de nutrición en la granja porcina la Trinidad. Municipio de Bluefields, RACCS-2018. Nicaragua: [sin editorial]. 54 p. ; [consultado el 5 de may. de 2022]. <http://repositorio.uraccan.edu.ni/1174/1/Ganancia%20de%20peso%20en%20cerdas%20%28Sus%20scrofa%20domesticus%29%20h%C3%ADbridos%20de%20levante%20para.pdf>.
- Patience JF, Engele K, Beaulieu AD, Gonyou H. 2013. Variation: Costs and consequences. *Advances in pork production*; [consultado el 6 de may. de 2022]. 15:257–266. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300946521>.
- PIC. 2016. Manual de especificaciones de nutrientes. USA. 63 p. https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/10/Nutrient-Specifications-Manual_2016_Spanish.pdf.
- Santos Cruz SL. may. 2005. Efecto de la adición de Nopal a la ración de cerdas lactantes [Tesis]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 56 p; [consultado el 5 de may. de 2022]. <http://>

repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/5924/T15005%20SANTOS%20CRUZ%2C%20SERGIO%20LUIS%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Sharif MK, Butt MS, Anjum FM, Khan SH. 2014. Rice bran: a novel functional ingredient. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 54(6):807–816. eng. doi:10.1080/10408398.2011.608586.
- Tenório Fireman FA, López J, Barbosa Kyonara A, Tenorio Fireman A. 2000. Desempenho e custo de suínos alimentados com dietas contendo 50% de farelo de arroz integral suplementados com fitase e/ou celulase. *Archivos latinoamericanos de producción animal.* 8(1):18–23. https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/download/228/221.
- Watson RR, Preedy VR, Zibadi S, editores. 2014. *Wheat and rice in disease prevention and health: Benefits, risks, and mechanisms of whole grains in health promotion.* Amsterdam: Elsevier/Academic Press. xviii, 557 pages, 16 unnumbered pages of plates. ISBN: 978-0-12-401716-0; [consultado el 6 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/OGORZUx>.
- Yang X, Wen K, Tin C, Li G, Wang H, Kocher J, Pelzer K, Ryan E, Yuan L. 2014. Dietary rice bran protects against rotavirus diarrhea and promotes Th1-type immune responses to human rotavirus vaccine in gnotobiotic pigs. *Clin Vaccine Immunol.* 21(10):1396–1403. eng. doi:10.1128/CVI.00210-14.