

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



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto de minerales orgánicos en la dieta sobre el rendimiento y las
características de la canal de cerdos en finalización**

Estudiantes

David Emanuel López Barrientos

Felipe Martins Bertao

Asesores

Rogel Castillo, M.Sc.

Adela Acosta, 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 Anexos.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	10
Variables Medidas.....	11
Consumo Diario de Alimento (CDA).....	11
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	11
Rendimiento en Canal Caliente.....	11
Grasa Dorsal (cm).....	11
Área del Lomo (cm ²).....	11
Porcentaje de Carne Magra (%CM)	11
Resultados y Discusión.....	13
Ganancia Diaria de Peso	13
Consumo Diario de Alimento	14
Índice de Conversión Alimenticia.....	14
Rendimiento de Canal Caliente.....	16
Grasa Dorsal.....	16
Área de Lomo.....	17
Carne Magra.....	18
Conclusiones	19
Recomendaciones.....	20
Referencias.....	21
Anexos.....	24

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Efecto de la adición de minerales orgánicos con y sin adición ractopamina sobre la ganancia diaria de peso de cerdos en la etapa de finalización	13
Cuadro 2 Efecto de la adición de minerales orgánicos con y sin adición ractopamina sobre el consumo diario de alimento de cerdos en la etapa de finalización	14
Cuadro 3 Efecto de la adición de minerales orgánicos con y sin adición ractopamina sobre el índice de conversión alimenticia de cerdos en la etapa de finalización	15
Cuadro 4 Rendimiento en planta de procesamiento de cerdos de 168 días de edad suplementados con minerales orgánicos con y sin adición de ractopamina	17

Índice de Anexos

Anexo A Formulación de las raciones de cerdos en la etapa de finalización con la inclusión de los ... 24

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de minerales orgánicos (M.O.) con y sin ractopamina aplicado a la dieta de cerdos de engorde en etapa de finalización. El estudio se realizó en la unidad de ganado porcino y planta de cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, dividido en dos periodos de evaluación, 140-154 y 155-168 días de edad. Los tratamientos utilizados fueron un control negativo (sin minerales orgánicos ni ractopamina), uno con adición de M.O. y una dieta de M.O. más ractopamina. Se utilizaron 360 cerdos en la etapa de finalización de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc y sus cruzas. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba Duncan, con una probabilidad de $P \leq 0.05$. La variable ganancia diaria de peso (GDP) presentó diferencias ($P \leq 0.05$) en la etapa uno (856.22 g/día vs 877.92 g/día vs 1328.37 g/día) y acumulado (836.36 g/día vs 837.05 g/día vs 966.40 g/día) entre los tratamientos de Control, M.O. y M.O. más ractopamina, respectivamente. Además, se encontró diferencias ($P \leq 0.05$) en el índice de conversión alimenticia (ICA) (3.51 vs 3.57 vs 3.12) siendo los cerdos tratados con M.O. más ractopamina los que obtuvieron mejor rendimiento. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) para las variables consumo diario de alimento ($\bar{x} = 2972$ g), rendimiento de canal caliente ($\bar{x} = 72.8$ %), grasa dorsal ($\bar{x} = 2.04$ cm), área de lomo ($\bar{x} = 49.98$ cm²), corte magro ($\bar{x} = 53.68$ %).

Palabras clave: Aditivo nutricional, carne magra, engorde, levadura, razas, selenio.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the effect of organic minerals (OM) with and without ractopamine applied to the diet of fattening pigs in the finishing stage. The study was carried out in the swine unit and meat plant of the Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; divided into two evaluation periods, 140-154 and 155-168 days of age. The treatments used were a negative control (without organic minerals or ractopamine), one with the addition of OM and a diet of OM plus ractopamine. In this investigation 360 pigs were used in the finishing stage of the Yorkshire, Landrace, Duroc breeds and their crosses. A Randomized Complete Blocks (RCB) design was used, with three treatments and 10 repetitions per treatment. An analysis of variance (ANDEVA) and Duncan test were performed., with a probability of $P \leq 0.05$. The variable daily weight gain (GDP) presented differences ($P \leq 0.05$) in stage one (856.22 g/day vs 877.92 g/day vs 1328.37 g/day) and accumulated (836.36 g/day vs 837.05 g/day vs 966.40 g/day) between the Control, OM and OM plus ractopamine treatments, respectively. In addition, differences ($P \leq 0.05$) were found in the feed conversion ratio (FCR) (3.51 vs. 3.57 vs. 3.12), with the pigs treated with OM plus ractopamine being the ones that obtained the best performance. No differences ($P > 0.05$) were found for the variables daily feed consumption ($\bar{x} = 2972$ g), hot carcass yield ($\bar{x} = 72.8$ %), backfat ($\bar{x} = 2.04$ cm), loin area ($\bar{x} = 49.98$ cm²), lean cut ($\bar{x} = 53.68\%$).

Keywords: Breeds, fattening, lean meat, nutritional additive, selenium, yeast.

Introducción

La porcicultura es un sector sumamente importante para el mundo, ya que la carne de cerdo es considerada de alta calidad y rica en nutrientes beneficiosos para la salud, además la segunda mayor producida en el mundo luego de la carne de ave (OCDE y FAO 2020). Desde el comienzo del siglo 21 se han detectado tendencias y perspectivas sobre la producción y consumo de productos de origen animal (Delgado et al. 1999). Ello se ha debido a los cambios en los patrones de consumo derivados del aumento de ingresos en los países en desarrollo con economías de rápido crecimiento. Junto con el de las aves de corral, el porcino es el subsector pecuario de mayor crecimiento (FAO 2016).

El consumo de carne de cerdo en el mundo es contrastante, el mayor consumidor per cápita es Europa, se tiene un consumo promedio per cápita de 32 kg anualmente, en China de 30.3 kg, en Estados Unidos de 23.1 kg, en Canadá de 16.5 kg, en México de 12.3 kg, en Brasil de 11.4 (Secretaría de México y OCDE 2019).

En la última década los porcicultores están buscando alternativas para tecnificar sus producciones y dejar atrás el sistema tradicional, logrando mayor rentabilidad, tanto en aspectos de manejo de raza, adecuada nutrición, personal calificado, instalaciones y aspectos de higiene. En este sistema de explotación los animales se encuentran en un medio muy artificial, donde las condiciones de tipo técnico y económico hacen que el objetivo primario de la explotación sea el máximo rendimiento a bajo costo por animal presente (MERT 2012).

La adecuada nutrición de los cerdos es una de las prácticas de mayor importancia, ya que de ello depende la productividad y rentabilidad de la granja. En una unidad de producción comercial, la alimentación representa entre un 60% y un 70% de los costos de producción: la utilización eficiente de los recursos disponibles para la alimentación es por tanto esencial para la rentabilidad de este tipo de unidades (FAO 2014). Esta razón obliga a los productores a buscar opciones que brinden los mejores resultados y de manera eficiente los procesos de alimentación (Campabadal 2009).

Una de las alternativas que han optado los poricultores para aumentar la eficiencia de la alimentación es agregar aditivos en las dietas. En términos generales, el uso de aditivos en la dieta de cerdos, son sustancias o microorganismos que se adicionan en pequeñas cantidades a las dietas para mejorar las funciones y/o calidad de estas. Influyen positivamente en las características de la ración o de los productos animales (Labala 2013).

Los minerales han representado un pilar en la alimentación de todos los animales, desde tiempos muy antiguos en la historia de la porcicultura, se ha requerido el uso de estos para poder colaborar con el desempeño del crecimiento de los porcinos (Pimentel Agonizante et al. 2020).

Advantage[®] Terminación es un suplemento fabricado por la empresa Alltech[®]. Está elaborado con minerales orgánicos, con el propósito de promover el desarrollo de masa muscular. Está compuesto de seleniolevadura, cromolevadura, levadura de cerveza seca, harina de alga, ácido ascórbico y extracto seco de fermentación de *Aspergillus niger*.

El enfoque de la investigación es el uso de minerales orgánicos, los cuales forman parte de los aditivos nutricionales. Se llevará a cabo en cerdos de engorde al agregar a la dieta un suplemento de finalización que se compara con un promotor de crecimiento convencional (ractopamina) mezclado con minerales orgánicos.

El clorhidrato de ractopamina pertenece al grupo de las catecolaminas, el cual es un derivado de la familia de los β -adrenérgicos, que actúa incrementando el flujo sanguíneo, dando consigo una hipertrofia de las fibras musculares esqueléticas, un aumento de la síntesis proteica y una disminución en la degradación de la proteína muscular. Además, la ractopamina ejerce una activación directa para promover la hidrólisis de los triglicéridos y disminuye la síntesis de ácidos grasos, lo que provoca una menor acumulación de grasa (Orozco Orozco 2015).

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de minerales orgánicos en cerdos en las últimas cuatro semanas de finalización, evaluando parámetros como el consumo de alimento, ganancia diaria de peso e índice de conversión alimenticia, al igual que variables en la canal como rendimiento de la canal, grasa dorsal, área del lomo y porcentaje de carne magra.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, la cual está ubicada en el Valle del Río de Yeguaré, a 32 km al sureste de Tegucigalpa, Honduras, con una temperatura promedio de 24 °C, una precipitación promedio anual de 1100 mm y a una altura de 800 msnm. Los parámetros de calidad de la carne fueron medidos en la Planta de Cárnicos de Zamorano.

Se utilizaron 360 cerdos de las razas Landrace, Yorkshire, Duroc y sus cruces, los cuales fueron alojados en corrales con un área de 15 m² (3 × 5 m) con un promedio de 10-12 cerdos por corral, con piso de cemento, comederos de tolva y bebederos de chupete. Estos fueron asignados a los tratamientos según raza y peso, estableciendo cuatro unidades experimentales por semana. Todos los tratamientos recibieron antibióticos profilácticos en las semanas 14 a 16 de edad como parte del sistema de manejo. Se evaluaron los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1: cerdos de 140 a 168 días de edad, aproximadamente 80 kg de peso vivo inicial (PV), recibieron una dieta base sin minerales orgánicos (M.O.) y sin ractopamina (CONTROL).

Tratamiento 2: cerdos de 140 a 168 días de edad, aproximadamente 80 kg de peso vivo inicial (PV), recibieron una dieta con minerales orgánicos (M.O.) sin ractopamina

Tratamiento 3: cerdos de 140 a 168 días de edad, aproximadamente 80 kg de peso vivo inicial (PV), recibieron una dieta con minerales orgánicos (M.O.) y con ractopamina.

El ensayo se dividió en dos periodos de evaluación a partir de los 140 días de edad de los cerdos, la primera etapa fue de 14 días y la segunda en los siguientes 14 días, haciendo un total de 28 días de tratamiento. Los cerdos fueron pesados a los 140, 154 y 168 días.

Las dietas se formularon con los requisitos del National Research Council (NRC 2012) y fueron isocalóricas e isoproteicas para los tratamientos.

Variables Medidas

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Los cerdos se pesaron individualmente al inicio y al final de cada periodo de evaluación.

Consumo Diario de Alimento (CDA)

Se pesó el alimento ofrecido diariamente y al total de la suma de lo proporcionado se le restó el rechazo al final de cada etapa, el resultado obtenido se dividió por la cantidad total de cerdos por corral.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Para obtener el ICA se realizó la división del CDA entre GDP.

Rendimiento en Canal Caliente

Se determinó comparando el peso vivo del animal y el peso de la canal caliente (sin patas, vísceras y cabeza), expresado en porcentaje como lo indica la ecuación 1:

$$RCC (\%) = \frac{\text{peso canal caliente (kg)}}{\text{peso vivo (kg)}} \times 100 \quad [1]$$

Grasa Dorsal (cm)

Fue medida 24 horas después de la cosecha utilizando un pie de rey a la altura de la décima costilla.

Área del Lomo (cm²)

Se realizó la medición el área del músculo *Longissimus dorsi* a la altura de la décima costilla utilizando el método de la Universidad de Illinois (hoja cuadrículada), 24 horas después de cosecha.

Porcentaje de Carne Magra (%CM)

Se estimó el porcentaje de carne magra con la ecuación utilizada por la Planta de Cárnicos de Zamorano; la cual considera los valores de peso de la canal caliente (kg), área del lomo (cm²) y espesor de la grasa dorsal (cm) para determinar la cantidad de carne libre de grasa [2], dividiendo el resultado dentro del peso de la canal caliente (lb) [3].

Carne Libre de Grasa (kg)

$$\text{CLG} = 0.45359 \times \{8.588 + [1.025 * \text{Peso Canal Caliente (kg)}] + [0.4659 \times \text{Área Lomo (cm}^2)] - [21.896 \times \text{Grasa Dorsal (cm)}]\} \quad [2]$$

% Carne Magra

$$\% \text{CM} = \frac{\text{Carne libre de grasa (kg)}}{\text{Peso canal caliente (kg)}} * 100 \quad [3]$$

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar, con tres tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento. El análisis de los datos se realizó con un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias con la prueba Duncan, utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS®2013) con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

Ganancia Diaria de Peso

Se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) en la ganancia diaria de peso, tanto en la etapa uno como en el acumulado en los cerdos alimentados con ractopamina, comparados con el tratamiento control y M.O (Cuadro 1). Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con el estudio de Rosales Paniagua (2004), el cual reportó un incremento en la ganancia diaria de peso al añadir una dosis de 10 ppm de ractopamina en la dieta ofrecida.

Cuadro 1

Efecto de la adición de minerales orgánicos con y sin adición ractopamina sobre la ganancia diaria de peso de cerdos en la etapa de finalización

Tratamiento	Ganancia diaria de peso g/día		
	Etapa 1	Etapa 2 ^{NS}	Acumulado
Control	856.22 ^a	800.51	836.36 ^a
M.O.	877.92 ^a	793.04	837.05 ^a
M.O. + Ractopamina	1328.37 ^b	789.06	966.40 ^b
Probabilidad	0.008	0.570	0.006
CV%	33.01	19.57	9.64

Nota. CV (%): Coeficiente de variación. M.O.: Minerales orgánicos. ^{NS}: No hay diferencias significativas ($P > 0.05$). ^{a-b}: Medias seguidas de

letras distintas entre columnas indican diferencias entre los tratamientos ($P \leq 0.05$).

Se puede observar una tendencia a incrementar la ganancia diaria de peso en la primera etapa y en el acumulado de los cerdos alimentados con ractopamina, datos que concuerdan con los obtenidos por Guerra y Maldonado (2021), donde la adición de ractopamina en las primeras dos semanas representaron una mayor ganancia de peso en comparación con las dietas sin ractopamina. Mientras que en la etapa 2 los resultados son similares comparado con el control y M.O. Estos datos no concuerdan con los obtenidos por Reyes Bourdierd (2001) donde la adición de hidrocloreuro de ractopamina durante tres semanas, representa una diferencia en la ganancia diaria de peso entre el tratamiento y el testigo. En cambio, en la dieta con ractopamina también influye el efecto negativo en el tiempo que tiene la ractopamina donde los receptores β - agonista se desensibilizan por el uso de una dosis constante (Herr et al. 2002).

Consumo Diario de Alimento

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en el consumo diario de alimento entre Las dietas suplementadas en la investigación (Cuadro 2). Estos datos son contradictorios con Chica y Coyago (2018) quienes obtuvieron una diferencia de 279 g entre las dietas de M.O. y M.O. + ractopamina. Los resultados de esta investigación no concuerdan con Garay Lagos y Oliva Fuentes (2016) quienes encontraron una diferencia significativa en la etapa de finalización con una reducción de 543 g en cerdos alimentados con ractopamina comparado con un control, resultados que concuerdan con Carr et al. (2005) quienes implementaron ractopamina en la última etapa de engorde a una concentración de 10 ppm en cerdos de 111.8 kg de cosecha durante 28 días, obteniendo una reducción de 250 g en el consumo diario. Además, estos datos concuerdan con Cedeño Loor (2017) quien obtuvo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las dosis de 5, 10 y 15 ppm de ractopamina con un consumo promedio de 2.87 kg de alimento diario.

Cuadro 2

Efecto de la adición de minerales orgánicos con y sin adición ractopamina sobre el consumo diario de alimento de cerdos en la etapa de finalización

Tratamiento	Consumo diario de alimento g/día		
	Etapa 1 ^{NS}	Etapa 2 ^{NS}	Acumulado ^{NS}
Control	2976.27	2968.95	2938.4
M.O	3128.46	2806.63	2973.50
M.O + Ractopamina	3095.49	2873.68	3003.99
Probabilidad	0.8780	0.7701	0.7552
CV%	12.50	17.38	11.45

Nota. CV (%): Coeficiente de variación. M.O: Minerales orgánicos. ^{NS}: No hay diferencias significativas ($P > 0.05$).

Índice de Conversión Alimenticia

La inclusión de ractopamina mejoró el índice de conversión alimenticia ($P \leq 0.05$) en la primera etapa de finalización al igual que en el acumulado con respecto a la dieta de M.O. y la dieta control. El índice de conversión alimenticia en la primera etapa se redujo en un 23% usando una concentración de 10 ppm de ractopamina comparado con las otras dos dietas. Esto reduce el alimento consumido por el animal ya que con la misma cantidad de alimento la ractopamina ofrece un menor índice de

conversión alimenticia, lo que se traduce a una disminución de costos para el productor. El valor obtenido es similar al de Reyes Bourdier et al. (2003) quien probó diferentes concentraciones de ractopamina con diferentes pesos e indicó un índice de 3.1 en cerdos de 85 a 110 kg. Asimismo, se obtuvo un mejor resultado al reportado por Pañeda Macías (2002) quien registró un índice de 3.75, lo que significa que durante este experimento se obtuvo una mejor conversión alimenticia utilizando la fuente de mineral orgánico más ractopamina.

Cuadro 3

Efecto de la adición de minerales orgánicos con y sin adición ractopamina sobre el índice de conversión alimenticia de cerdos en la etapa de finalización

Tratamiento	Índice de conversión alimenticia		
	Etapa 1	Etapa 2 ^{NS}	Acumulado
Control	3.49 ^a	3.54	3.51 ^a
M.O	3.58 ^a	3.61	3.57 ^a
M.O + Ractopamina	2.75 ^b	3.72	3.12 ^b
Probabilidad	0.0002	0.8660	0.0500
CV%	11.90	21.45	11.99

Nota. CV (%): Coeficiente de variación. M.O: Minerales orgánicos. NS: No hay diferencias significativas ($P > 0.05$). ^{a-b}: Medias seguidas de letras distintas entre columnas indican diferencias entre los tratamientos ($P \leq 0.05$).

Según Villar (2020) la utilización de ractopamina en México genera una mayor utilidad al porcicultor en comparación a no utilizarla. Además, afirma que exportar carne de cerdo sin ractopamina a China es un negocio muy lucrativo, sin embargo, si no se llega a exportar esta carne, el productor estaría perdiendo un 30% de la utilidad en comparación con los que venden carne en México utilizando ractopamina en su producción. Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por Armstrong et al. (2004) quienes encontraron una mejora en ICA cuando los cerdos fueron alimentados con ractopamina a 5 ppm por un período de 20 días; esto se atribuye a un aumento en la disposición de proteína en el músculo, debido a la reorganización de la utilización de nutrimentos dentro el animal (Schinckel et al. 2001).

Rendimiento de Canal Caliente

Los resultados obtenidos indican que los minerales orgánicos, la ractopamina + M.O y el tratamiento control no presentan diferencias entre si ($P > 0.05$) en el rendimiento del canal caliente (Cuadro 4). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Chica y Coyago (2018) quienes no encontraron diferencias al suministrar minerales orgánicos con y sin adición de ractopamina en la dieta. Asimismo, estos datos coinciden con los de Reyes Bourdierd et al. (2003), quienes no obtuvieron diferencias en los tratamientos con las diferentes concentraciones de ractopamina. Resultados que concuerdan con Guerra y Maldonado (2021), los cuales indican que no hubo una diferencia significativa en rendimiento en canal. Además, concuerdan con los datos obtenidos por Reyes Bourdierd (2001) quien no encontró diferencias significativas en el rendimiento en canal con concentraciones de ractopamina de 0, 5 y 10 ppm. Datos que coinciden con los resultados encontrados por Martínez Gómez N et al. (2012), quien evaluó el efecto de levaduras enriquecidas con selenio y selenito de sodio en la dieta de cerdos en finalización y no encontró diferencias entre el peso de los cerdos cosechados.

Por otro lado, estos resultados son contradictorios a los obtenidos por Rosales Paniagua (2004), quien reporta un incremento de 1.1, 2 y 3.1% al adicionar a la dieta 5 ppm, 10 ppm y 5 + 10 ppm respectivamente comparado un control.

Grasa Dorsal

No se obtuvieron diferencias ($P > 0.05$) en la grasa dorsal de las canales de los cerdos que fueron alimentados con control, minerales orgánicos con y sin adición de ractopamina durante las cuatro semanas (Cuadro 4). Resultados que concuerdan con Chica y Coyago (2018) quienes no encontraron diferencias significativas al comparar el efecto de minerales orgánicos y minerales orgánicos + ractopamina, resultados que discrepan con Webster et al. (2007) en donde encontró resultados significativos al alimentar cerdos con lisina 1.2% y ractopamina 5 ppm en la etapa de finalización causaron una disminución en grasa dorsal del 6% con un peso de sacrificio de 108 kg.

Por otro lado, estos resultados discrepan de los obtenidos por Ochoa Ochoa (2017) quien adicionó 5 ppm de ractopamina y obtuvo 1.6 cm de espesor de grasa, una reducción de la deposición de grasa dorsal de 40.3% con relación a un control. Asimismo, Uttaro et al. (1993) reportaron reducciones de grasa dorsal de 7.9 y 15.3%, en cerdos tratados con 10 y 20 ppm a 107 y 125 kg.

Cuadro 4

Rendimiento en planta de procesamiento de cerdos de 168 días de edad suplementados con minerales orgánicos con y sin adición de ractopamina

Tratamiento	RCC (%) ^{NS}	GD (cm) ^{NS}	AL (cm ²) ^{NS}	CM (%) ^{NS}
Control	72.52	2.20	50.07	52.61
M.O	72.30	1.97	49.22	54.47
M.O + Ractopamina	73.59	1.96	50.66	53.98
Probabilidad	0.24	0.8829	0.4506	0.4903
CV%	6.36	32.36	26.83	9.17

Nota. CV (%): Coeficiente de variación; RCC: Rendimiento canal caliente; GD: Grasa dorsal (cm); AL: Área del lomo (cm²); CM: Corte magro

(%). ^{NS}: No hay diferencias significativas (P > 0.05).

Área de Lomo

No se obtuvo diferencia (P > 0.05) en el área de lomo (Cuadro 4). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Chica y Coyago (2018) quienes no encontraron diferencias entre los tratamientos de minerales orgánicos y minerales orgánicos + ractopamina. Igual, Burkett et al. (2009) no encontraron diferencias entre los tratamientos al suministrar dosis comerciales recomendadas de minerales orgánicos e inorgánicos. Se da el mismo caso con los resultados obtenidos por Guerra y Maldonado (2021), quienes evaluaron el efecto de la ractopamina sobre el desempeño productivo y la calidad de la carne de cerdo y no encontraron diferencia (P > 0.05) para esta variable.

Por otra parte, los valores de este estudio no concuerdan con los encontrados por Armstrong et al. (2004) quienes evidenciaron un incremento del área del lomo al alimentar con 10 y 20 ppm de ractopamina durante 27 días y 34 días con 5, 10 y 20 ppm. Al aumentar la concentración de ractopamina se puede prolongar el efecto que tiene este aditivo nutricional.

Carne Magra

No se mostraron diferencias ($P > 0.05$) en el porcentaje de carne magra (Cuadro 4). Las razas utilizadas en este experimento son de bajo contenido de grasa intermuscular, por lo cual el corte magro de la carne se mantuvo en los tres tratamientos. Estos datos concuerdan con Guerra y Maldonado (2021) los cuales obtuvieron un resultado similar de 53.02% con ractopamina y 52.61% con un control.

Estos datos son contradictorios con los de Reyes Bourdier et al. (2003) los cuales obtuvieron los mayores incrementos de carne magra con la adición de 5 y 10 ppm a 90 kg de peso vivo, por cada kilogramo de grasa en canal, aumentaron en 0.94 y 1.95 kg más de carne magra, en comparación con los controles al mismo peso, resultados que concuerdan con los de Bohrer et al. (2013) quienes obtuvieron diferencias significativas con 61.43% de carne magra al usar ractopamina y 1.10% más que el control.

Conclusiones

El uso de minerales orgánicos con inclusión de ractopamina en cerdos de engorde, aumentó la ganancia diaria de peso y mejoró el índice de conversión alimenticia durante las dos primeras semanas de tratamiento de los cerdos en etapa de finalización, sin mostrar efecto en el consumo de alimento.

El tratamiento de minerales orgánicos sin ractopamina obtuvo resultados similares en todas las variables comparado con la dieta control.

La adición de minerales orgánicos, solos o en combinación con hidrocloreuro de ractopamina, no afecta el rendimiento en canal caliente, la grasa dorsal, área del lomo y carne magra.

Recomendaciones

Medir los niveles de concentración de minerales en la carne.

Medir los niveles de minerales traza orgánicos en la excreción fecal de cerdos de engorde.

Evaluar diferentes niveles de inclusión de minerales orgánicos en cerdos en etapa de finalización.

Referencias

- Armstrong TA, Ivers DJ, Wagner JR, Anderson DB, Weldon WC, Berg EP. 2004. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. USA: [sin editorial]; [consultado el 28 de mar. de 2022]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15542471/>.
- Bohrer BM, Kyle JM, Boler DD, Rincker PJ, Ritter MJ, Carr SN. 2013. Meta-analysis of effects of ractopamine hydrochlorine on carcass cutability and primal yields of finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 91(2):1015–1023. doi:10.2527/jas.2012-5647.
- Burkett JL, Stalder KJ, Powers WJ, Bregendahl K, Pierce JL, Baas TJ, Bailey T, Shafer BL. 2009. Effect of Inorganic and Organic Trace Mineral Supplementation on the Performance, Carcass Characteristics, and Fecal Mineral Excretion of Phase-fed, Grow-finish Swine. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 22(9):1279–1287. English. <https://www.animbiosci.org/journal/view.php?doi=10.5713/ajas.2009.70091>. doi:10.5713/ajas.2009.70091.
- Campabadal C. 2009. Guía técnica para la alimentación de cerdos. Costa Rica: [sin editorial]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>.
- Carr SN, Ivers DJ, Anderson DB, Jones DJ, Mowrey DH, England MB, Killefer J, Rincker PJ, McKeith FK. 2005. The effects of ractopamine hydrochloride on lean carcass yields and pork quality characteristics. *Journal of Animal Science*. 83(12):2886–2893. eng. doi:10.2527/2005.83122886x.
- Cedeño Loo PV. 2017. Efecto de la ractopamina como aditivo de la alimentación de cerdos en la etapa de engorde. [Tesis]. República Dominicana: Universidad Tecnológica Equinoccial; [consultado 29/05/22]. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19966/1/9586_1.pdf.
- Chica E, Coyago J. 2018. Efectos de dos fuentes de minerales sobre el rendimiento y las características de la canal de los cerdos en crecimiento-finalización. Honduras: Escuela Agrícola Panamerica Zamorano; [consultado el 20 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6342/1/CPA-2018-T024.pdf>.
- Delgado CL, Rosegrant MW, Steinfeld H, Ehui SK, Courbois C. 1999. *Livestock to 2020: The next food revolution*. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute. 28 vol. ISBN: 0-89629-632-6. en; [consultado el 12 de ago. de 2021]. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/333>.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. *Cerdos y nutrición y los alimentos*. Internacional: FAO; [actualizado 2014; consultado 31 de septiembre del 2021]. https://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/AP_nutrition.html.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. *Cerdos y Nutrición*. Internacional: FAO; [actualizado 2016; consultado el 20 de nov. de 2021]. <https://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/pigs/home.html>.
- Garay Lagos ES, Oliva Fuentes ODJ. 2016. Efecto de dos programas de alimentación sobre el desempeño y calidad de canal en cerdos de engorde. Honduras: Escuela Agrícola Panamerica Zamorano, Zamorano; [consultado el 15 de feb. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5922/1/CPA-2016-T048.pdf>.

- Guerra c, Maldonado M. 2021. Efecto de la ractopamina sobre el desempeño productivo y la calidad de la carne de cerdo. Honduras: Escuela Agrícola Panamerica Zamorano; [consultado el 18 de oct. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/7062/3/CPA-2021-T055.pdf>.
- Herr C, Schinckel A, Walkins L, Weldon B, Richert B. 2002. Optimal PayleanTM Sequence (Step-up/Step-down) When Fed to Late-Finishing Swine. Estados Unidos: [sin editorial]; [actualizado 2019; consultado el 20 de mar. de 2022]. <https://www.ansc.purdue.edu/pork-archive/pubs/OptimalPayleanSequence.htm>.
- Labala J. 2013. Aditivos en Alimentación Porcina. Argentina: Universo Porcino; [consultado 30 de septiembre de 2021]. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/56-Aditivos_Alimentacion_Porcina.pdf.
- Martínez Gómez N, Domínguez López A, Morales Rosales EJ, Lugo J, Mariezcurrena Berasain MA, Mariezcurrena Berasain MD. 2012. Efecto de la levadura enriquecida con selenio y selenito de sodio en la dieta de cerdos en finalización sobre el contenido de grasa intramuscular y ácidos grasos. México: Universidad Autónoma de Yucatán; [consultado 29/05/22]. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93924483004>.
- [MERT] Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. 2012. Compendio Agropecuario 2012: Observatorio Agroambiental y Productivo. Bolivia: Editorial del Estado Plurinacional de Bolivia. ISBN: 978-99954-2-485-5. <https://www.ruralytierras.gob.bo/compendio2012/files/assets/downloads/publication.pdf>.
- [OCDE] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, [FAO] Food and Agriculture Organization of the united nations. 2020. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029. Francia, París: OECD. ISBN: 9789264418950.
- Ochoa Ochoa E. 2017. Evaluación de dos fuentes de Ractopamina en la dieta de finalización de cerdos. Honduras: Escuela Agrícola Panamerica Zamorano; [consultado el 21 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/818/1/T2456.pdf>.
- Orozco Orozco VM. 2015. Ventajas del uso de la Ractopamina en Cerdos. México: Porcultura.com; [actualizado el 12 de oct. de 2015; consultado el 15 de nov. de 2021]. <https://www.porcicultura.com/destacado/Ventajas-del-uso-de-la-Ractopamina-en-cerdos>.
- Pañeda Macías H. 2002. Ración diaria de alimento de cerdos en engorde. [sin lugar]: Ergomix; [actualizado el 12 de sep. de 2002; consultado el 17 de may. de 2022]. <https://www.engormix.com/porcicultura/foros/racion-diaria-alimento-cerdos-t371/>.
- Pimentel Agonizante E, Herradora Lozano M, Ramírez Hernández G. 2020. La participación de los minerales en la alimentación porcina. México: BM Editores; [actualizado 2020; consultado 4 de agosto de 2021]. <https://bmeditores.mx/porcicultura/la-participacion-de-los-minerales-en-la-alimentacion-porcina/>.
- Reyes Bourdierd RH. 2001. Efecto de la adición de Paylean[®] en la dieta de finalización en cerdo. Honduras: Escuela Agrícola Panamerica Zamorano; [consultado el 17 de mar. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1473/1/CPA-2001-T078.pdf>.
- Reyes Bourdierd RH, Castillo Ramírez RO, García C, Vélez M. 2003. Efecto de la adición de hidrocloreto de ractopamina Paylean en la dieta de matización en cerdos. Honduras: Escuela Agrícola Panamerica Zamorano; [consultado el 8 de dic. de 2021]. <https://revistas.zamorano.edu/index.php/CEIBA/article/view/364/355>.

- Rosales Paniagua E. 2004. Efecto de Paylean sobre el desempeño productivo y la calidad de la carne de cerdo. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; [consultado el 20 de abr. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1939/1/AGI-2004-T027.pdf>.
- Schinckel AP, Wang Y, Richert BT, Einstein ME, Herr C. 2001. Development of Models to Describe the Weekly Response of Ractopamine, When Constant or Variable Dietary Levels of Paylean® are Fed. USA: Purdue University; [consultado el 25 de mar. de 2022]. <https://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday01/1.pdf>.
- Secretaría de México, [OCDE] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. 2019. Estudio de Caso del Mercado de la Carne de Cerdo: Exámenes de mercado en México. México: [sin editorial]. 1 vol. ; [consultado 2021]. <https://www.oecd.org/daf/competition/market-examinations-mexico-pork-meat-market-web-esp.pdf>.
- Uttaro BE, Ball RO, Dick P, Rae W, Vessie G, Jeremiah LE. 1993. Effect of ractopamine Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. *Journal of Animal Science*; [consultado el 21 de may. de 2022]. (71(9):2439–2449.).
- Villar G. 2020. Producción sin Ractopamina, Evaluación técnica y económica. Internacional: Ergomix; [consultado el 18 de may. de 2022]. <https://www.engormix.com/MA-porcicultura/videos/evaluacion-tecnica-economicala-produccion->.
- Webster MJ, Goodband RD, Tokach MD, Nelssen JL, Dritz SS, Unruh JA, Brown KR, Real DE, Derouchey JM, Woodworth JC. 2007. Interactive Effects Between Ractopamine Hydrochloride and Dietary Lysine on Finishing Pig Growth Performance, Carcass Characteristics, Pork Quality, and Tissue Accretion. *The Professional Animal Scientist*; [consultado el 29 de may. de 2022]. 23(6):597–611. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1080744615310299>.

Anexos

Anexo A

Formulación de las raciones de cerdos en la etapa de finalización con la inclusión de los

Aditivos alimenticios

141-168 days	Costo/Lb ingrediente	T1: Control	T2: M.O	T3: M.O + Ractopamina	Costo de las dietas		
					T1: Control	T2: M.O	T3: M.O + Ractopamina
Maíz	5.5	61.56	61.53	61.48	338.55	338.42	338.14
Aceite de palma	11.5	2.5	2.5	2.5	28.75	28.75	28.75
Harina de soya	8	27.9	27.9	27.9	223.2	223.2	223.2
Carbonato de calcio	1.55	0.93	0.93	0.93	1.44	1.44	1.44
Fosfato monocálcico (biofos)	25	0.73	0.73	0.73	18.25	18.25	18.25
Lisina	47.27	0.44	0.44	0.44	20.8	20.8	20.8
Metionina	54.55	0.06	0.06	0.06	3.27	3.27	3.27
Treonina	36.36	0.085	0.085	0.085	3.09	3.09	3.09
Melaza	1.34	5	5	5	6.7	6.7	6.7
Sal	1.67	0.5	0.5	0.5	0.84	0.84	0.84
Premezcla vitaminas Paylean	85.45	0.3	0.3	0.3	25.64	25.64	25.64
(Ractopamina)	1023.86	0	0	0.05	0	0	51.19
Minerales Orgánicos (M.O)	219.1	0	0.025	0.025	0	5.48	5.48
TOTAL		100	100	100	670.53	675.87	726.78
				Costo/kg, Lps	14.75	14.87	15.99
				Costo/kg, \$	0.602	0.607	0.653
				24.5			