

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



Proyecto Especial de Graduación

**Reducción de proteína cruda en la dieta y su efecto en el desempeño y  
la excreción de nitrógeno en cerdos de engorde**

Estudiantes

Carlos Horacio Hernández López

Elder Audeni Lainez Cruz

Asesores

Rogel Castillo, M.Sc.

Yordan Martínez, D.Sc

Honduras, agosto 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ROGEL CASTILLO**

Director 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
Resultados y Discusión.....	12
Consumo Diario de Alimento (g/cerdo/día) .....	12
Ganancia Diaria de Peso (g/cerdo/día) .....	13
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	14
Peso Final (kg).....	16
Nitrógeno Excretado.....	16
Conclusiones .....	18
Recomendaciones.....	19
Referencias .....	20
Anexos .....	23

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Consumo diario de alimento (g/día) en cerdos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína cruda (PC), en dos etapas de alimentación.....	12
Cuadro 2 Ganancia diaria de peso (g/cerdo/día) en cerdos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína cruda (PC), en dos etapas de alimentación.....	14
Cuadro 3 Índice de conversión alimenticia en cerdos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína cruda (PC), en dos etapas de alimentación.....	15
Cuadro 4 Peso final (Kg) y contenido de nitrógeno excretado en las heces de cerdos. ....	16

**Índice de Anexos**

Anexo A Composición de dietas experimentales utilizadas.....	23
Anexo B Perfiles nutricionales de las dietas.....	24

## Resumen

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Granja Porcina Educativa de Zamorano, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la reducción de proteína cruda en la dieta, sobre el desempeño productivo de los cerdos de engorde. Se utilizaron 180 cerdos entre machos y hembras de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc y sus cruces, desde la etapa de desarrollo (106 días de edad) hasta la cosecha (161 días de edad). En el análisis estadístico se usó el Diseño Bloques Completos al Azar (BCA), se compararon tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos los tratamientos se dividieron en tres: una dieta control (utilizado en la granja porcina), dieta control 1% de reducción en la proteína cruda y dieta control 2% de reducción en la proteína cruda. Las variables analizadas fueron: consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP), índice de conversión alimenticia (ICA), peso final y contenido de nitrógeno en heces. No se presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, en las variables consumo diario de alimento, índice de conversión alimenticia, peso final y contenido de nitrógeno en las heces en ninguna etapa. Por otra parte, se encontró diferencia ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos para la variable ganancia diaria de peso, donde en la etapa de desarrollo el tratamiento PC-1% obtuvo una mayor ganancia. Los resultados también muestran que en la etapa de finalización el tratamiento PC-2% mejoró la ganancia de peso significativamente.

*Palabras clave:* Contenido proteico, heces, rendimiento animal.

## Abstract

The study was carried out in the facilities of the Educational Hog production unit of Zamorano, the objective of this study was to evaluate the effect of the reduction of crude protein in the diet, on the productive performance of the fattening pigs. 180 pigs, between males and females of the Yorkshire, Landrace, Duroc breeds and their crosses were used, from the development stage (106 days of age) to harvest (161 days of age). In the statistical analysis, the Random Complete Blocks Design (RCB) was used; three treatments and three repetitions per treatment were compared. The treatments were a control diet (used in the pig farm), a control diet 1% reduction in crude protein and a control diet 2% reduction in crude protein. The variables analyzed were: daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG), feed conversion index (FCR), final weight and nitrogen content in feces. There were no differences ( $P > 0.05$ ) between the treatments, in daily food consumption, food conversion index, final weight and nitrogen content in the feces at any stage. On the other hand, a difference ( $P \leq 0.05$ ) was found between the treatments for variable daily weight gain, where in the development stage the PC-1% treatment obtained a greater gain. The results also show that in the completion stage the PC-2% treatment significantly improved weight gain.

*Keywords:* Animal performance, faeces, protein content.

## Introducción

La producción de carne de cerdo en el 2019 sufrió un gran descenso, esto debido a la peste porcina africana (PPA) afectando directamente a China, sin embargo sigue siendo de las más consumida a nivel mundial, los niveles de consumo varían en cada región, debido al aumento económico en los países y oferta de otras carnes como la de res y el pollo (FAO 2020). La producción porcina es muy eficiente, y su carne se considera de excelente calidad, por el valor proteico, vitaminas y minerales, por esta razón, es conveniente para los porcicultores y la salud de los consumidores. Actualmente los consumidores no solo buscan un alimento agradable al gusto, sino también que sea saludable y que genere un beneficio nutricional y, además, exigen que su carne tenga un tratamiento seguro, ético y saludable desde el inicio de la cadena de producción (Barrios Martínez 2020).

La cría de cerdos es una actividad muy rentable, si se establece un excelente plan de manejo que incluya sanidad, reproducción, genética y nutrición. La alimentación de los cerdos debe ser eficiente, para cubrir todos los requerimientos nutricionales para alcanzar altos rendimientos, debido que la alimentación representa entre un 65% a un 70% de los costos totales de producción (Paulino 2017). Por esta razón es importante que los porcicultores adquieran ciertos conceptos importante sobre la alimentación eficiente de los cerdos, para la formulación de dietas estrictamente balanceadas para cada etapa del desarrollo porcino.

La composición nutricional de las dietas se divide en proteínas, lípidos, minerales, vitaminas y energía. Por lo tanto, se debe hacer una adecuada selección de las fuentes alimenticias, para abaratar los costos y, además, producir un efecto saludable en los cerdos al tener alimento de buena calidad (INATEC 2016). Sin embargo, no todos los nutrientes son retenidos en los animales y se eliminan en las excretas. Los niveles de proteínas influyen en las emisiones de nitrógenos que favorece la contaminación, por esta razón, se recomienda reducir los niveles de proteínas en las dietas (Den Hartog y Sijtsma 2007).

Se estima que, del total de nitrógeno ingerido, más del 70% se excreta en los purines, en forma de urea, y luego cierta parte pasa a amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) que es la forma en que se pierde en la atmósfera. Los resultados de un estudio indica que, al reducir cada unidad porcentual en proteína cruda en una dieta, se puede reducir aproximadamente un 8% de pérdida total de nitrógeno en las excretas, además, disminuye un 15% de las emisiones de amonio. De esta manera se tiene mayor rentabilidad de alimento y una producción porcina más sustentable (Anindo et al. 2015).

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la reducción de proteína cruda en la dieta de los cerdos, sobre la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y la cantidad de nitrógeno excretado en cerdos de engorde.

## Materiales y Métodos

Este estudio se realizó entre los meses de agosto y noviembre de 2020, en las instalaciones de la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Francisco Morazan a 30 km de Tegucigalpa, Honduras, con una elevación de 800 msnm, con una precipitación media anual de 1200 mm y una temperatura promedio anual 24 °C.

Se utilizaron 180 cerdos (machos y hembras), de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc y sus cruces, desde la etapa de desarrollo hasta la cosecha. Los cerdos se alimentaron *ad libitum* durante las distintas etapas de alimentación: desarrollo (106 a 140 días de edad) y final (141 a 161 días de edad).

Se evaluaron tres tratamientos:

Tratamiento 1: dieta control (utilizado en la granja porcina).

Tratamiento 2: dieta control 1% de reducción en la proteína cruda.

Tratamiento 3: dieta control 2% de reducción en la proteína cruda.

Se prepararon dietas iso energéticas y se mantuvieron los mismos niveles de aminoácidos en todos los tratamientos, según los requerimientos de la National Research Council (NRC 2012).

Se evaluaron las siguientes variables:

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Los cerdos se pesaron al inicio del experimento y al final de cada etapa de alimentación.

Consumo Diario de Alimento (CDA)

El alimento se ofreció *ad libitum*, se pesó lo ofrecido diariamente y así mismo el rechazo.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Se obtuvo a partir del consumo diario de alimento entre la ganancia de peso.

Peso Final

Se pesó cada cerdo al final del experimento, al día de cosecha.

### Contenido de N en Heces

Se colectó una muestra en cada corral, durante la fase de engorde y el contenido de nitrógeno se midió en el Laboratorio de Suelos de Zamorano, utilizando el método Kjeldahl.

Se utilizó un diseño Bloques Completos al Azar (BCA), con tres tratamientos y tres repeticiones para cada tratamiento, considerando cada corral como una unidad experimental. Además, el análisis estadístico se realizó con análisis de varianza (ANDEVA) y se clasificaron los tratamientos con las pruebas múltiples de medias de Duncan con un nivel de significancia de ( $P \leq 0.05$ ) en el programa Statistical Analysis System.

## Resultados y Discusión

### Consumo Diario de Alimento (g/cerdo/día)

En las etapas de desarrollo y finalización no se encontró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, para la variable consumo diario de alimento (Cuadro 1). Al comparar los tres tratamientos de las dietas en la etapa de desarrollo, se observó que la dieta control tuvo el mayor consumo, esto debido que los cerdos regulan su consumo, para cubrir sus necesidades de aminoácidos y al adicionar aminoácidos sintéticos hay una disminución en la ingesta, por este motivo no solo se debe tomar en cuenta el porcentaje de proteína de las materias prima, sino el contenido de aminoácidos, para cubrir las necesidades de mantenimiento y crecimiento corporal. El consumo diario en promedio durante la etapa de desarrollo fue de 2,497.5 g, el cual es superior a los presentados por Agosto (2017) al evaluar variaciones de los niveles de proteína y lisina en las con un consumo de 2100 g. Adicionalmente, estos datos concuerdan con los presentados por Contreras (2016) ) al observar un mayor consumo de alimento en la dieta baja en proteína sin adición de lisina, en comparación con las dietas bajas en proteínas con adición de 0.11% y 0.23% de lisina sintética.

### Cuadro 1

*Consumo diario de alimento (g/día) en cerdos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína cruda (PC), en dos etapas de alimentación.*

Tratamientos	Desarrollo (ns)	Finalización (ns)
Control	2594.3	2305.1
PC-1%	2455.7	2326.4
PC-2%	2442.6	2821.1
CV, %	9.3	16.1
Probabilidad	0.6987	0.3102

*Nota.* ns: No se encuentran diferencia entre los tratamientos ( $P > 0.05$ )

CV: Coeficiente de variación

PC-1%: Reducción 1% de proteína

PC-2%: Reducción 2% de proteína

En la etapa de finalización se obtuvo un consumo promedio de 2,484.2 g. Pero con la reducción de proteína incremento el consumo de alimento, siendo la reducción del 2% PC la de mayor consumo en esta etapa, esto podría estar influenciado por una falta de balance energético, porque si existiera una disminución de energía, aumenta el consumo de alimento en los cerdos para cubrir sus necesidades energéticas. Por otra parte, González et al. (2016) obtuvo un consumo promedio de 2,600 g y asegura que al utilizar 12.8 y 11.3% PC con adición de aminoácidos sintéticos no se afectan las variables productivas. Asimismo, esto concuerda con Saraiva et al. (2014) al no presentar cambios en el consumo de alimento de los cerdos en finalización con dietas bajas en proteína cruda y diferente contenido de energía neta. En general el consumo no fue afectado debido que al suplementar aminoácidos sintéticos en dietas bajas en proteína promueve la salud intestinal y alcanza la composición ideal de aminoácidos, por lo tanto, la reducción de proteína no afecta el consumo de alimento en los cerdos.

#### **Ganancia Diaria de Peso (g/cerdo/día)**

Se encontró diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en ambas etapas en la ganancia diaria de peso entre los tratamientos (Cuadro 2). Se observó en la etapa de desarrollo el tratamiento PC-1% obtuvo una ganancia superior en comparación al tratamiento control y PC-2%. Los promedios de esta etapa son aceptables ya que, según Campabadal (2009) el rango sugerido es de 700-800 g/día. Sin embargo, los resultados de Apple et al. (2017) reportan que, al reducir los niveles de proteína cruda en la dieta y el reemplazo de aminoácidos cristalinos, la ganancia de peso no es afectada y que a medida se reduce el nivel de proteína la ganancia diaria de peso disminuye linealmente sin diferencia ( $P > 0.05$ ).

En la etapa de finalización los tratamientos control y PC-1% fueron superados significativamente por el tratamiento PC-2% con un promedio de 991.4 g/día, esto quiere decir que la reducción de proteína influyo positivamente en la ganancia de peso en la última etapa. Este valor es superior al alcanzado por Benítez et al. (2015) quienes establecen un rango de 791 a 950 g/día. Por otra parte, los resultados obtenidos fueron diferentes a los presentados por Vidal et al. (2010), quienes

afirman que es posible reducir hasta 4.5 puntos porcentuales de proteína cruda en la dieta con suplementación de aminoácidos, con ganancia diaria de 1,002 g en esa etapa.

## Cuadro 2

*Ganancia diaria de peso (g/cerdo/día) en cerdos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína cruda (PC), en dos etapas de alimentación.*

Tratamientos	Desarrollo *	Finalización *
Control	772.9 <sup>b</sup>	708.8 <sup>b</sup>
PC-1%	956.5 <sup>a</sup>	695.1 <sup>b</sup>
PC-2%	741.5 <sup>b</sup>	991.4 <sup>a</sup>
CV, %	32.1	29.4
Probabilidad	0.0008	<0.0001

Nota. \*: Números con letras diferentes en la misma columna indican diferencias ( $P \leq 0.05$ )

CV: Coeficiente de variación

PC-1%: Reducción 1% de proteína

PC-2%: Reducción 2% de proteína

En la etapa de desarrollo se encuentra un equilibrio aceptable al reducirle PC - 1% demostrando que el cerdo en esta etapa necesita más proteína que en la etapa de finalización, debido a que aquí el cerdo consume más energía. En la etapa de finalización se requiere menos proteína debido a que aquí el consumo de energía es menor que en la etapa de desarrollo, es por eso que el tratamiento PC -2% es altamente significativo. Los aminoácidos suplementados en dietas de baja proteína juegan un papel importante, pues si se encuentra el equilibrio correcto entre proteína y aminoácidos, los rendimientos no se ven afectados y son positivos, por lo tanto, el resultado obtenido es aceptable.

## Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, para el índice de conversión alimenticia en ninguna etapa (Cuadro 3). Se observa en la etapa de desarrollo que el tratamiento PC-2% tuvo un índice más próximo al tratamiento control, pero fue el tratamiento PC-1% quien presentó el mejor índice alimenticio, entonces, al reducir la proteína y aumentar el nivel de lisina y treonina en

la dieta mejoró el índice en esta etapa. Los resultados muestran en promedio un índice de 3.11 en la etapa de desarrollo, sin embargo, este hallazgo es superado por los encontrado por Pires et al. (2016) con un índice de 2.59 en la evaluación de dos niveles de proteína, adicionalmente, Ruiz et al. (2017) reportan una disminución en la eficiencia alimenticia, al evaluar la restricción de proteína cruda asociados con niveles bajos de lisina, metionina + cistina, treonina y triptófano, debido al desbalance de los aminoácidos.

### Cuadro 3

*Índice de conversión alimenticia en cerdos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de proteína cruda (PC), en dos etapas de alimentación.*

Tratamientos	Desarrollo (ns)	Finalización (ns)
Control	3.47	3.26
PC-1%	2.70	3.39
PC-2%	3.18	2.86
CV, %	19.97	12.27
Probabilidad	0.3959	0.3283

Nota. ns: No se encuentran diferencia entre los tratamientos ( $P > 0.05$ )

CV: Coeficiente de variación

PC-1%: Reducción 1% de proteína

PC-2%: Reducción 2% de proteína

La etapa de finalización resultó en promedio un índice de 3.17 cuyos datos concuerdan con Figueroa Velasco et al. (2004) quienes evaluaron la respuesta productiva de cerdos de finalización alimentados con dietas bajas en proteína y baja energía con promedio de 3.5. Así mismo, esto datos concuerdan con Zhao et al. (2019) quienes redujeron 3.5 puntos porcentuales de proteína cruda con distintos niveles de energía neta y no afecta el índice de conversión alimenticia. A menor índice de conversión alimenticia, mayor es la eficiencia del animal para transformar alimento consumido en peso vivo, por lo tanto, en la etapa de desarrollo se obtuvo que el índice de conversión alimenticia fue más eficiente para el tratamiento de PC -1% y en la etapa de terminación, el tratamiento más eficaz fue PC -2%.

### Peso Final (kg)

No se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos en el peso final (Cuadro 4). El peso promedio encontrado en la etapa de finalización fue de 91.03 kg, valor similar a 91.4 kg establecido por Ball et al. (2013) quienes evaluaron el efecto de proteína cruda y lisina disponible en el rendimiento del cerdo, sin encontrar diferencia. Por otra parte, Estrada (2011) presentó mejores resultados al agregar diferentes porcentajes de lisina y ractopamina en dietas bajas en proteína, con un promedio de 103 kg de peso, adicionalmente, Martínez (2009) no encontró diferencias entre dietas bajas de proteína adicionadas con aceite linoleico conjugado o aceite de soya acidulado con peso promedio de 94 kg.

### Cuadro 4

*Peso final (Kg) y contenido de nitrógeno excretado en las heces de cerdos.*

Tratamientos	Peso Final (ns)	N (%) (ns)
Control	90.7	3.93
PC-1%	91.2	3.87
PC-2%	91.2	3.99
CV, %	2.69	3.28
Probabilidad	0.9676	0.5837

*Nota.* ns: No se encuentran diferencia entre los tratamientos ( $P > 0.05$ )

CV: Coeficiente de variación

PC-1%: Reducción 1% de proteína

PC-2%: Reducción 2% de proteína

### Nitrógeno Excretado

No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en la cantidad de nitrógeno excretado por los cerdos (Cuadro 4), la reducción de dos niveles de proteína en la dieta, no alteró el contenido de nitrógeno excretado en las heces. Esto datos coinciden con los presentados por Anindo et al. (2015) quienes evaluaron el balance de nitrógeno, emisiones de amonio de cerdos alimentados con dietas bajas en proteínas con valor de 3.5 sin encontrar diferencia significativa. Asimismo, Wang et al. (2020) no encontraron efecto en la excreción fecal de nitrógeno, al evaluar distintos niveles de proteína con suplementación con N –carbamilglutamato. Sin embargo, Jha y Berrocoso (2016) afirman que la

manera de reducir el contenido de nitrógeno en las heces, es mediante la reducción en el contenido de proteína cruda en la dieta, lo que no concuerda con lo encontrado en el presente estudio. Pero la cantidad de nitrógeno en las heces también depende de la digestibilidad del nitrógeno, al mismo tiempo por el contenido de fibra digestible como no digestible, edad y genotipo de los cerdos (García 2013).

## Conclusiones

La reducción de proteína en las dietas no presentó diferencias en el peso final, excreción de nitrógeno, consumo de alimento ni la conversión alimenticia en ninguna etapa de desarrollo y finalización.

La disminución del nivel de proteína en las dietas favoreció la ganancia diaria de peso en la etapa de desarrollo al tratamiento de reducción de 1% de proteína y en finalización el tratamiento de reducción de 2% de proteína.

Al reducir los niveles de proteína en las dietas utilizadas no se encontró una disminución en la excreción de nitrógeno en las heces.

## Recomendaciones

Incluir los tratamientos desde la etapa de post-destete hasta finalización para evaluar el desempeño productivo del cerdo.

Aumentar los niveles de reducción de proteína manteniendo constante la lisina estandarizada y energía.

Evaluar la aplicación de reducción de proteína en la dieta con uso de la enzima proteasa para determinar el efecto sobre la excreción de nitrógeno.

## Referencias

- Agosto MA. jun. 2017. Estudio del efecto de diferentes niveles nutricionales sobre el crecimiento y la calidad de la carne en cerdos y la eficiencia reproductiva en hembras de reposición [Tesis de Doctorado]. Argentina: Universidad Nacional de la Plata.
- Anindo H, Ellis M, Braña D, Evan S, Cuarón JA. 2015. Balance de nitrógeno, emisión de amonio y olores de cerdos alimentados con dietas bajas en proteína. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*; [consultado el 22 de may. de 2021]. 6(2):119–136. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242015000200001&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242015000200001&lng=es).
- Apple JK, Maxwell CV, Bass BE, Yancey JWS, Payne RL, Thomson J. 2017. Efectos de la reducción de los niveles de proteína cruda en la dieta y el reemplazo con aminoácidos cristalinos sobre el rendimiento del crecimiento, la composición de la canal y la calidad del cerdo fresco de los cerdos en finalización alimentados con clorhidrato de ractopamina. *J Anim Sci*. 95(11):4971–4985. doi:10.2527/jas2017.1818.
- Ball MEE, Magowan E, McCracken KJ, Beattie VE, Bradford R, Gordon FJ, Robinson MJ, Smyth S, Henry W. 2013. The effect of level of crude protein and available lysine on finishing pig performance, nitrogen balance and nutrient digestibility. *Asian-Australas J Anim Sci*. 26(4):564–572. eng. doi:10.5713/ajas.2012.12177.
- Barrios Martínez P. 2020. El consumo de carne de cerdo y sus beneficios nutricionales. México: Porcicultura; [consultado el 1 de feb. de 2020]. <https://cutt.ly/qm8cIP1>.
- Benítez A, Gómez A, Hernández J, Navarrete R, Moreno L. 2015. Evaluación de parámetros productivos y económicos en la alimentación de porcinos en engorda. *Abanico veterinario*; [consultado el 22 de may. de 2021]. 5:36–41. es. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-61322015000300036&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322015000300036&nrm=iso).
- Campabadal C. 2009. Guía Técnica para Alimentación de Cerdos. Costa Rica: FITTACORI; [consultado el 22 de may. de 2021]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>.
- Contreras A. 2016. Comportamiento productivo y composición nutricional de la carne de cerdos alimentados con dietas bajas en proteína con diferentes niveles de lisina en etapa de finalización [Tesis]. México: Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; [consultado el 22 de may. de 2021]. <https://cutt.ly/Km8vy7H>.
- Den Hartog L, Sijtsma R. 2007. Estrategias nutricionales para reducir la contaminación ambiental en la producción porcina. Madrid: FEDNA; [consultado el 17 de nov. de 2020]. Curso de especialización. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/81-CAP\\_II.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/81-CAP_II.pdf).
- Estrada J. 2011. Adición de ractopamina a dietas con baja proteína formuladas con tres niveles de lisina digestible para cerdos en engorda [Tesis]. México: Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas; [consultado el 23 de may. de 2021]. <https://1library.co/document/myjdpqgmy-adicion-ractopamina-dietas-proteina-formuladas-niveles-digestible-engorda.html>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. Resumen de la evolución del mercado mundial de carne en 2019. Italia: Organización de las Naciones Unidas para

- la Alimentación y la Agricultura; [consultado el 15 de jun. de 2021]. [https://www.3tres3.com/ultima-hora/fao-resumen-de-la-evolucion-del-mercado-mundial-de-carne-en-2019\\_44846/](https://www.3tres3.com/ultima-hora/fao-resumen-de-la-evolucion-del-mercado-mundial-de-carne-en-2019_44846/).
- Figuroa Velasco JL, Cervantes-Ramírez M, Cuca-García JM, Méndez-López M. 2004. Respuesta de cerdos en crecimiento y finalización a dietas con baja proteína y energía. *Agrociencia*. 38(4):383–394.
- García H. 2013. Modificación de la calidad del nitrógeno en dietas para cerdos de engorde: efectos sobre los parámetros productivos y las emisiones de amoníaco del purín [Tesis de Máster]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38007/Tesina%20Hugo%20Garc%C3%ADa%20Miralles.pdf?sequence=1>.
- González M, Figuroa JL, Vaquera H, Sánchez-Torres MT, Ortega ME, Copado JM, Martínez JA. 2016. Metaanálisis del efecto de dietas bajas en proteína y adicionada con aminoácidos sintéticos para cerdos machos castrados en finalización. *Arch. med. vet.* 48(1):50–58. doi:10.4067/S0301-732X2016000100007.
- INATEC. 2016. Nutrición Animal. Instituto Nacional Tecnológico. Nicaragua: INATEC; [consultado el 26 de ene. de 2021]. <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>.
- Jha R, Berrocoso JF. 2016. Fermentación de fibras dietéticas y proteínas en el intestino de los cerdos y sus efectos interactivos sobre la salud intestinal y el medio ambiente: una revisión. *Ciencia y tecnología de la alimentación animal*. 212:18–26. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840115300766?via%3DIhub>. doi:10.1016/j.anifeedsci.2015.12.002.
- Martínez M. 2009. Dietas bajas en proteína adicionadas con ácido linoleico conjugado o aceite de soya acidulado para cerdos en engorda [Tesis]. México: Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. <https://1library.co/document/wyeeg2ey-dietas-proteina-adicionadas-linoleico-conjugado-aceites-acidulado-engorda.html>.
- [NRC] National Research Council. 2012. Nutrient requirements of swine. Washington, D.C: National Academies Press. ISBN: 0309224233; [consultado el 23 de feb. de 2021].
- Paulino J. 2017. Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización. República Dominicana: Engomix; [consultado el 22 de may. de 2021]. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/nutricion-cerdos-crecimiento-finalizacion-t40548.htm>.
- Pires VMR, Madeira MS, Dowle AA, Thomas J, Almeida AM, Prates JAM. 2016. Increased intramuscular fat induced by reduced dietary protein in finishing pigs: effects on the longissimus lumborum muscle proteome. *Mol Biosyst.* 12(8):2447–2457. eng. doi:10.1039/c6mb00213g.
- Ruiz I, Stoll P, Kreuzer M, Boillat V, Spring P, Bee G. 2017. Impacto de la restricción de aminoácidos y PC de 20 a 140 kg de peso corporal en el rendimiento y la dinámica en la deposición de proteínas y lípidos en el cuerpo vacío de cerdos enteros, castrados y hembras. *Animal*. 11(3):394–404. eng. doi:10.1017/S1751731116001634.
- Saraiva A, Donzele JL, Miranda RF, Silva FC, Teixeira ML, Santos FdA, Haese D. 2014. Net energy for 60- to 120-kg pigs fed low-crude protein diets. *Ciencia Rural*. 44(9):1632–1638. doi:10.1590/0103-8478cr20131136.
- Vidal, Fontes DO, Silva F, Vasconcellos C, Silva MA, Kill JL, Souza L. 2010. Efecto de reducción de proteína cruda y suplementación de aminoácidos para cerdos machos castrados, de 70 a 100 kg. *Archivo Brasileño de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 62(4):914–920. doi:10.1590/S0102-09352010000400022.

Wang Y, Han S, Zhou J, Li P, Wang G, Yu H, Cai S, Zeng X, Johnston LJ, Levesque CL, et al. 2020. Efectos del nivel de proteína cruda en la dieta y la suplementación con N -carbamilglutamato sobre la digestibilidad de los nutrientes y la actividad de las enzimas digestivas del yeyuno en cerdos en crecimiento. *J Anim Sci.* 98(4). doi:10.1093/jas/skaa088.

Zhao Y, Tian G, Chen D, Zheng P, Yu J, He J, Mao X, Yu B. 2019. Efectos de los diferentes niveles de proteína dietética y energía neta sobre el rendimiento del crecimiento, el balance de nitrógeno y las características fecales de los cerdos en crecimiento y finalización. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 48:1–12. doi:10.1590/rbz4820180021.

## Anexos

### Anexo A

*Composición de dietas experimentales utilizadas.*

	Desarrollo			Finalización		
	Control	1%	2%	Control	1%	2%
MAIZ	70.94	72.69	75.000	75.67	78.039	80.28
ACEITE	1.3	1.3	1.300	1.3	1.3	1.3
HAR./SOYA	21.85	20	17.500	17.4	14.9	12.5
CARBONATO Ca	1.04	1.04	1.040	0.95	0.95	0.95
BIOFOS	0.87	0.89	0.930	0.7	0.74	0.77
TREONINA	-----	0.01	0.048	-----	0.001	0.04
LISINA	0.2	0.26	0.340	0.18	0.27	0.35
MELAZA	3	3	3.000	3	3	3

## Anexo B

### *Perfiles nutricionales de las dietas.*

Nutrientes	Control	Desarrollo		Control	Finalización	
		1%	2%		1%	2%
Materia Seca	90	90	90	90	90	90
Proteína	15.5	14.5	13.5	13.5	12.5	11.5
EM CERDOS	3300 Kcal/Kg					
Ca	0.59	0.59	0.59	0.52	0.52	0.52
P total	0.52	0.52	0.52	0.47	0.47	0.47
Lisina	0.97	0.97	0.97	0.84	0.84	0.84
Met+Cist	0.57	0.57	0.57	0.5	0.5	0.5
Treonina	0.64	0.64	0.64	0.56	0.56	0.56
Triptofano	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15	0.15