

RESPUESTA PRODUCTIVA DE PORCINOS (PIETRAIN × LANDRACE) ALIMENTADOS CON UNA DIETA COMPUESTA DE HARINA DE MAÍZ Y GIRASOL (66:34) FRENTE A UN CONCENTRADO COMERCIAL

PRODUCTIVE RESPONSE OF PIGS (PIETRAIN × LANDRACE) FED WITH A DIET COMPOSED OF CORN AND SUNFLOWER MEAL (66:34) VERSUS A COMMERCIAL CONCENTRATE

Carlos Sánchez Álvarez
Zootecnista, Universidad Nacional Abierta y a Distancia
<https://orcid.org/0000-0002-4223-3537>
carsanchez39@hotmail.com

Anaiane Pereira Souza
Zootecnista, MSc, PhD, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
<https://orcid.org/0000-0003-3646-8249>
anaianesouza@unifesspa.edu.br

Julián Andrés Castillo Vargas
Químico, MSc, PhD, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Universidade Federal Rural da Amazônia
<https://orcid.org/0000-0001-5163-5127>
andres.castillo@unad.edu.co

RESUMEN

Contextualización: la alimentación representa entre el 60 y 70% de los costos de un sistema de producción animal.

Vacio del conocimiento: se hace necesario el diseño de estrategias nutricionales de bajo costo y directamente en la propiedad para superar esta limitación.

Propósito del estudio: el objetivo de este trabajo fue comparar las respuestas productivas de un concentrado experimental compuesto por harina de maíz y harina girasol (66:34) y la de un concentrado comercial, para la alimentación de cerdos en crecimiento.

Metodología: fueron usados diez (10) machos castrados y cruzados Pietrain × Landrace de 12 kg de peso vivo inicial, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en grupos de 5 animales como sigue: grupo I: animales sometidos a una dieta control (DC, uso de concentrado comercial), grupo II: animales sometidos a una dieta experimental (DE, concentrado formado por 66% de harina de maíz y 34% de harina de girasol, preparado directamente en la propiedad). La comparación entre tratamientos se realizó a través de un modelo completamente al azar usando el paquete estadístico SAS, con un nivel de significancia de 0.05.

Resultados y conclusiones: no se encontró diferencia significativa entre la dieta comercial (DC) y la experimental (DE) para el peso vivo (PV) inicial medio (DC = 12.2 vs DE = 12.1 kg; P = 0.388); sin embargo, si hubo diferencia para el PV final medio (DC = 65.5 vs DE = 62.9 kg; P < 0.01) y consumo diario de alimento (DC = 2.12 vs DE = 2.08 kg/día). El PV presentó una dinámica de aumento semejante entre las dos dietas en función del tiempo. Hubo diferencia estadística entre las dietas mencionadas para la ganancia diaria de peso (DC = 0.393 vs DE = 0.383 kg/día; P = 0.022), pero no para el índice de conversión alimentar (DC = 5.39 vs DE = 5.43; P = 0.545) entre los dos grupos de tratamientos. Por lo tanto, considerando los resultados anteriores, se puede concluir que el uso de una relación harina de maíz: harina de girasol (66:34) no genera respuestas productivas iguales o superiores a la alternativa comercial.

Palabras clave: alimento alternativo y económico; ganancia de peso vivo; monogástrico; peso vivo

ABSTRACT

Contextualization: feeding represents between 60 and 70% of the costs of an animal production system.

Knowledge gap: it is necessary to design nutritional strategies of low cost and directly on farm to overcome this limitation.

Purpose: the objective of this study was to compare the productive responses of an experimental concentrate composed of cornmeal and sunflower meal (66:34) and a commercial concentrate, for feeding of growing pigs.

Methodology: Ten (10) castrated and crossed Pietrain × Landrace males of 12 kg initial live weight were randomly distributed in groups of 5 animals as follows: group I: the animals were subjected to a control diet (DC, use of commercial concentrate), group II: the animals were subjected to an experimental diet (DE, concentrate composed of 66% cornmeal and 34% sunflower seed, and prepared in farm). The comparison between treatments was conducted using a completely randomized design by the SAS statistical package and the significance level adopted was $P < 0.05$.

Results and conclusions: we found no difference between the commercial (DC) and the experimental (DE) diets for the mean of initial live weight (LW) (DC = 12.2 vs DE = 12.1 kg; $P = 0.388$); however, there was a difference for the final LW (DC = 65.5 vs DE = 62.9 kg; $P < 0.01$) and the daily feed intake (DC = 2.12 vs DE = 2.08 kg/day). The LW showed a similar dynamic of increase for the two diets as a function of time. There was a significant difference between the aforementioned diets for daily weight gain (DC = 0.393 vs DE = 0.383 kg/day; $P = 0.022$), but not for the feed conversion index (DC = 5.47 vs DE = 5.49; $P = 0.748$) between the two treatments. Therefore, considering the aforementioned results, it can be concluded that the use of a ratio of corn meal: sunflower meal (66:34) does not yield equal or superior productive responses to the commercial alternative.

Keywords: alternative and economical feed; live weight; live weight gain; monogastric

1. INTRODUCCIÓN

El perfil de aumento de peso vivo (PV) en función de la edad, ganancia diaria de peso (GDP), consumo (CA) e índice de conversión alimentar (ICA) de porcinos en crecimiento, son indicadores importantes en la producción animal y se constituyen como punto orientador para el diseño de estrategias encaminadas a su maximización (NRC, 2012). Éstos, son afectados directamente por factores genéticos, sanitarios, de manejo y nutricionales (Garcia et al., 2012). En particular, el factor nutricional, está fuertemente asociado a la digestibilidad y composición nutricional de las materias primas que conforman el alimento (FAO, 2019).

En la producción porcina moderna, la alimentación representa entre el 60% y 70% de los costos de producción (FAO, 2019). Por otro lado, la alimentación porcina comúnmente se basa en el uso de concentrados comerciales, los cuales muchas veces son de alto costo, lo que, en diversas ocasiones, disminuye la rentabilidad del sistema, en especial para el pequeño productor. Frente a esto, el uso de materias primas locales en alimentación porcina, puede ser una excelente alternativa para elaborar concentrados, al reducir los costos asociados a la nutrición. Un ejemplo de materias primas alternativas es la harina de girasol (subproducto del procesamiento de la semilla de girasol), la cual posee un 30% de proteína bruta (suplemento proteico), como también la harina de maíz, el cual aporta cantidades significativas de carbohidratos de fácil degradación (suplemento energético; NRC (2012)).

Estas materias primas son de fácil acceso en diversas propiedades rurales a lo largo de todo el territorio colombiano. Por tanto, su uso en proporciones adecuadas en raciones para cerdos, podría disminuir los costos en sistemas de producción porcina aumentando correspondientemente su rentabilidad. De esta forma, el objetivo de este trabajo fue comparar las respuestas productivas de un concentrado experimental compuesto por harina de maíz y harina girasol (66:34) y la de un concentrado comercial, para la alimentación de cerdos en crecimiento.

2. METODOLOGÍA

Localización

El experimento fue realizado en la ciudad de Plato (Magdalena - Latitud: 9.783, Longitud: -74.78° 46' 59" Norte, 74° 46' 59" Oeste) durante los meses de octubre de 2018 a febrero de 2019. La temperatura ambiental durante todo el experimento estuvo en un rango entre 36 a 40°C. Todos los procedimientos realizados en este experimento, estuvieron de acuerdo a los lineamientos establecidos por el Comité de Ética para la Experimentación con Animales – CEEA (Ley Colombiana No. 84/1989).

Animales y fases experimentales

Se utilizaron diez (10) machos castrados y cruzados Pietrain × Landrace de aproximadamente 12 kg de PV inicial, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en grupos de 5 animales para conformar los siguientes tratamientos: (1) Tratamiento Control (alimentación con concentrado comercial (marca no reportada conforme derechos de propiedad industrial) más suplemento de suero de leche (1 kg por administración); Dieta Comercial; DC) y (2) Tratamiento Experimental (alimentación con concentrado formado por 66% de harina de maíz y 34% de harina de girasol más suplemento de suero de leche (1 kg por administración); Dieta Experimental; DE).

Procedimientos y tratamientos

Los animales fueron alojados en corrales provistos con techo de zinc y paredes de madera. Los bebederos utilizados, eran tipo chupo y los comederos individuales, eran de plástico, tipo canoa.

La DC, consistió en pellets del concentrado comercial (marca no reportada por protección a la propiedad industrial) etapa de levante (de los 12 a los 30 kg PV) y etapa de ceba (de los 30 a los 60 kg PV) (Tabla 1)

Tabla 1. Composición nutricional de concentrados usados en la DC (reportado por el fabricante).

Tipo de concentrado	Parámetro	Valor (%)
Concentrado Comercial ¹ , levante	Proteína (Mín)	16.0
	Grasa (Min)	3.0
	Humedad (Máx)	13.0
	Fibra (Máx)	7.0
	Ceniza (Máx)	9.0
	Proteína (Mín)	14.0
Concentrado Comercial, ceiba	Grasa (Min)	3.0
	Humedad (Máx)	13.0
	Fibra (Máx)	8.0
	Ceniza (Máx)	9.0

¹La marca comercial no es reportada por razones de propiedad industrial

El balanceo de la DE, fue realizado de acuerdo con los requerimientos nutricionales de los mismos a partir de la raza, edad, nivel de producción y peso de cada uno (NRC, 2012) y considerando análisis nutricionales desarrollados de acuerdo con los lineamientos establecidos por el AOAC (2007) y tablas FEDNA (2017), (Tabla 2). La DE consistió en pellets de concentrado, formados por 66% de harina de girasol (fuente proteica) y 34% de harina de maíz (fuente energética). Para su preparación, se usó harina de girasol (preparada a partir de la semilla de girasol desengrasada con temperatura, deshidratada al sol y molida; procedimiento realizado en la propiedad) harina de maíz (preparada a partir de los granos de maíz deshidratados al sol y molidos; procedimiento realizado en la propiedad), las cuales fueron mezcladas y homogeneizadas en tanques plásticos de 250 litros, por espacio de dos horas, para posteriormente el material resultante ser pasado a través de una peletizadora.

Las dietas (Tabla 2) fueron suministradas para cada animal individualmente en los horarios de la mañana (08:00 h) y la tarde (17:00 h) (1 kg por día por animal) más 1 kg suero de leche por día, por animal, hasta que los cerdos llegaron a 25 kg de peso vivo (PV). Desde los 25 hasta los 40 kg PV se suministraron 2 kg de ración por día (mismas horas de mañana y tarde), más 1 kg suero de leche por día, por animal. Finalmente, de los 40 a los 60 kg PV, se suministraron 3 kg de ración por día, más 1 kg suero de leche por día, por animal, en los mismos horarios estipulados en los anteriores intervalos de PV.

Tabla 2. Composición nutricional de dietas e ingredientes usados en la DE.

Ingrediente	Parámetro	Valor (% en base seca)
Grano de maíz	Humedad	13.6
	Cenizas	1.10
	Proteína bruta	7.30
	Extracto etéreo	3.30
	Fibra bruta	2.10
	Almidón	63.8
Harina de girasol	Humedad	9.60
	Cenizas	6.40
	Proteína bruta	36.0
	Extracto etéreo	1.10
	Fibra bruta	18.2
	Almidón	1.80
Suero ¹	Humedad	4.50
	Cenizas	8.60
	Proteína bruta	12.5
	Extracto etéreo	0.90
	Fibra bruta	0.00
	Almidón	0.00

¹Fuente: Autores con base en FEDNA (2017)

Cálculos y análisis estadísticos

Se calculó la GDP, ICA y el CA, para cada animal, durante el periodo de tiempo de ejecución del experimento. Para el cálculo de la GDP, se usó el siguiente modelo matemático: $Y = \text{Peso vivo (PV; kg)}$; $X = \text{tiempo (días)}$: $Y = \text{GDP} * X$. Por otro lado, el ICA se calculó mediante la siguiente ecuación: $\text{ICA} = \text{CA (kg/día)}/\text{GDP (kg/día)}$. El CA fue calculado mediante la diferencia de alimento ofrecido y consumido por animal.

La comparación entre tratamientos se realizó usando un modelo completamente al azar, descrito por la siguiente ecuación (Hair et al., 2014):

$$Y_{ijk} = \mu + T_j + \varepsilon_{ijk},$$

donde μ , es la media de los tratamientos (DC y DE), T_j , es el efecto de los tratamientos (efecto fijo) y ε_{ijk} , es el error experimental (efecto aleatorio). Los datos fueron analizados usando el PROC MIXED de SAS (Versión 9.4). La normalidad de los errores fue verificada usando el PROC UNIVARIATE de SAS y la prueba de Shapiro-Wilk. Adicionalmente, la homogeneidad de varianzas fue verificada usando los gráficos de residuos estudentizados generados por la opción `plot=(RESIDUALPANEL(UNPACK))` del PROC MIXED. Diferencias entre tratamientos fueron consideradas al $P < 0.05$ de significancia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de una DE compuesta por harina de maíz y de girasol en proporción fija (66:34), frente a una DC, sobre el desempeño productivo de cerdos Pietran x Landrace de los 12 a los 60 kg PV.

Se evidenció diferencia significativa entre la DC y la DE ($P < 0.01$) para el PV final medio, donde los animales sometidos a la DC presentaron un valor mayor de PV final medio que aquellos sometidos a la DE (Tabla 3). Estas diferencias entre tratamientos para el PV final se encuentran de acuerdo con lo propuesto por Acosta et al. (2006) y Aguilar (2017), quienes también obtuvieron PV finales superiores cuando porcinos eran alimentados con concentrado, frente a dietas alternativas. Este resultado es esperado, considerando que la DC además de

suplir los requerimientos de energía y proteína para crecimiento de los cerdos, contiene en su formulación aminoácidos (ej: metionina, lisina y treonina) y minerales (ej: Ca, P e microminerales) sintéticos para atender sus respectivos requerimientos. Por otro lado, la DE se centró esencialmente en balancear los requerimientos de energía y proteína, dado que se busca que su uso sea en locales con bajos recursos de tecnificación. El balanceamiento adecuado de nutrientes que no producen energía, pero actúan como mediadores de su producción (ej: minerales y vitaminas), además del atendimento de los requerimientos de proteína y energía, favorece la deposición de grasa y proteína, aumentando así el PV de cerdos en producción (NRC, 2012).

Tabla 3. Análisis estadístico de las variables productivas analizadas para la DC y DE.

	Tratamiento	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	P - valor
PV inicial	DC	12.2	12.0	12.5	0.21	0.388
	DE	12.1	12.0	12.3	0.12	
PV final	DC	65.5	64.5	66.5	0.93	<0.001
	DE	62.9	62.5	63.0	0.22	
CA	DC	2.12	2.08	2.15	0.03	0.019
	DE	2.08	2.06	2.10	0.01	
GDP	DC	0.393	0.382	0.402	0.0069	0.022
	DE	0.383	0.376	0.376	0.0044	
ICA	DC	5.39	5.30	5.58	0.11	0.545
	DE	5.43	5.36	5.51	0.06	

PV = Peso vivo (kg); CA = consumo de alimento (kg/día); GDP = ganancia de peso (kg/día);

ICA = Índice de conversión alimentar. **Fuente:** Autores.

Contrario a la diferencia antes mencionada, se observó una dinámica semejante de aumento do PV en función del tiempo para los animales sometidos a las dos dietas evaluadas (Figura 1). Este resultado se encuentra de acuerdo con Manu y Baidoo, (2020) quienes sugieren que, bajo condiciones favorables, los cerdos en etapa de crecimiento aumentan su peso corporal, a medida que aumenta la edad. Adicionalmente, está claramente asociado con la fisiología animal. Los procesos de partición de la energía proveniente de la dieta, en donde ésta es depositada como lípidos y proteína, son afectados por la edad (NRC, 2012).

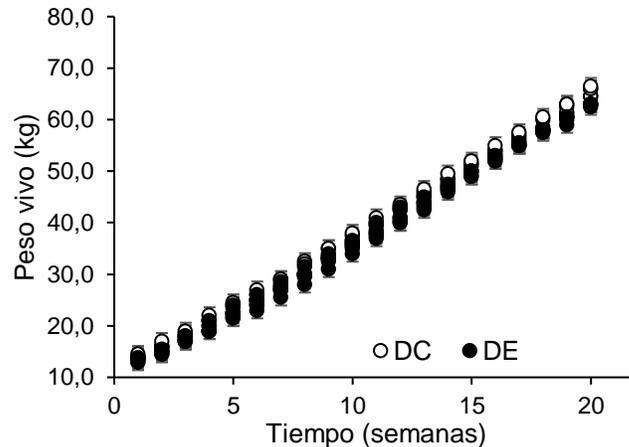


Figura 1. Perfil de peso vivo en función del tiempo, de cerdos alimentados con la dieta comercial (DC) y experimental (DE). **Fuente:** Autores.

Se observó que el valor medio de CA para los animales sometidos a la DC fue diferente al de la DE ($P = 0.019$), siendo el de la DC fue 40 g/día superior al de la DE (Tabla 3). Esta diferencia numérica para el CA entre DC y DE, podría estar asociada al hecho de que los ingredientes utilizados en la DE presentan una alta digestibilidad (Posada et al., 2006; Valadares et al., 2020), posiblemente semejante, aunque no igual a la de los ingredientes de la DC. Además, también podría deberse a que la forma física y tamaño de partícula de las dos dietas (pellets) era semejante, lo que favorece una potencial semejanza en la dinámica digestiva de las dos dietas (Manu y Baidoob, 2020).

Finalmente, se presentó diferencia significativa entre las dietas mencionadas para la GDP ($P = 0.022$), siendo esta de 10 g/d entre dietas. Por otro lado, el ICA ($P = 0.545$) no fue afectado por los tratamientos (Tabla 3). Esto indica que la DE propuesta, no genera una respuesta productiva igual o superior a la DC, sin embargo, sus respuestas productivas son muy próximas cuantitativamente, lo cual se puede deber a que la harina de girasol es una excelente fuente proteica (alto valor de proteína bruta) y la harina de maíz, una excelente fuente energética (alto valor de carbohidratos no fibrosos = almidón; NRC (2012)), posibilitando una deposición de grasa y proteína en tejidos en animales alimentados con la DE semejante a los que lo fueron con la DC.

Desde el punto de vista económico, el costo de producción de la DE fue 37% inferior al de la DC (Tabla 4). Así, el costo total para producir 1 kg de DE fue de \$0.2128 mientras que el costo para comprar y transportar 1 kg de DC fue de \$0.3392.

Tabla 4. Valor neto para producir en la propiedad 1 kg de DE (66% de harina de maíz y 34% harina de girasol) y para comprar y transportar a la propiedad 1 kg de DC.

Costos asociados	Dieta	
	experimental (\$/kg) ^{1,2}	Dieta comercial (\$/kg) ^{1,2}
Ingredientes		
harina de maíz	0.0896	-
harina de girasol	0.0451	-
Mano de obra y uso de equipos (molino y peletizador)	0.0723	-
Costo de energía	0.0058	-
Valor del producto comercial y transporte a la propiedad	-	0.3392
Valor total (kg)	0.2128	0.3392

¹Valores en dólares (según su cotización actual en el mercado)

²Valores tomados directamente de los registros contables de la propiedad donde se ejecutó el experimento. **Fuente:** Autores.

4. CONCLUSIONES

El uso de la relación harina de maíz: harina de girasol (66:34) no genera respuestas productivas iguales o superiores frente a la alternativa comercial evaluada. Sin embargo, debido a la similitud cuantitativa de sus parámetros productivos (aumento de peso vivo en función del tiempo, ganancia de peso, índice de conversión alimentar), esta proximidad para los parámetros mencionados entre la dieta experimental y la comercial, sugiere la necesidad de desarrollar estudios adicionales evaluando la respuesta productiva de diferentes relaciones harina de girasol: harina de maíz frente a alternativas comerciales del mercado, dada la potencialidad y viabilidad económica de la semilla de girasol y del grano de maíz, como también su disponibilidad en campo. El uso de este tipo

de alternativas (elaboración del alimento en la propiedad), puede traer como principal beneficio, mayores ingresos para el productor porcino y adicionalmente, mejor calidad de vida para su núcleo familiar, lo que se traduce en desarrollo para su comunidad y región.

LITERATURA CITADA

Acosta, E., Ribera, S., Botero, R., y Taylor R. (2006). Evaluación de tres raciones alternativas para la sustitución del concentrado comercial en el engorde de cerdos. *Tierra tropical*, 2(2), 97-104.

Aguilar, R. (2017). *Inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (Manihot esculenta Crantz) en cerdos en desarrollo y su efecto sobre el comportamiento productivo y morfometría del tracto gastrointestinal* (tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

García, A., De Loera, Y., Yagüe, A., Guevara, J., y García, C. (2012). Alimentación Práctica Del Cerdo. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, (1), 21-50. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCCV.2012.v6.n1.38718

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. y Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis*, Edinburg, UK: Pearson Education Limited.

Manu, H., y Baidoob, S. K. (2020). Chapter 17 - Nutrition and feeding of swine. En: W. Fuller, G. Bazer, L. Cliff, y W. Gouyao. (Ed.), *Animal Agriculture, Sustainability, Challenges and Innovations* (pp. 299-313). Cambridge, USA: Academic Press.

Nutrient Requirements of Swine (2012). 11th rev ed. Washington, USA: The National Academic Press.

Official Methods of Analysis. (2007). 18th Edition, Association of Official Analytical chemists, Gaithersburg, USA: AOAC International.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2019). Cerdo y nutrición y los alimentos. Recuperado de: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/AP_nutrition.html

Posada, S. L., Mejía, J., Noguera, R., Cuan, M. M., y Murillo, L. M. (2006). Evaluación productiva y análisis microeconómico del maní forrajero perenne (*Arachis pintoi*) en un sistema de levante-ceba de porcinos en confinamiento. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 19(3), 259-269.

Revisión de las Normas FEDNA de Composición y Valor Nutritivo de Alimentos para la Fabricación de Piensos Compuestos (2017). 4ta Ed. FEDNA, Madrid: España. Recuperado de <http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>

Valadares Filho, S. C., Machado, P. A. S., Chizzotti, M. L. (2020). *CQBAL 4.0: Brazilian Tables of Feed Composition for Ruminant*. Recuperado de www.ufv.br/cqbal