



## Comportamiento productivo de cerdos Pelón Mexicano en iniciación alimentados con tres niveles de lisina en la dieta

Marleni Michelle Montiel-Pérez , Javier Germán Rodríguez-Carpena<sup>1,2</sup> ,  
Pablo Gómez-Montejo , Pedro de Jesús Deniz-González<sup>2</sup> , Agustín Ruíz-Flores ,  
Fernando Grageola-Nuñez<sup>3</sup> 

Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.

### Productive performance of Pelón Mexicano pigs in initiation fed with three levels of lysine in the diet

**Abstract.** The productive behavior of the Mexican Hairless pig fed with 100, 80 and 60 %Lys (T1, T2 and T3) of the dietary level of lysine recommended by the NRC for commercial pigs was studied. 12 piglets randomly distributed in three treatments were used, with an average initial weight of  $12.00 \pm 1.28$  kg. Each treatment had four repetitions, the experimental unit was a piglet. The animals were weighed every week from the beginning to the end of the experiment; when they reached 25 kg of live weight they were sacrificed. The variables evaluated were: live weight (LW<sub>n</sub>), feed intake (CDA<sub>n</sub>), daily weight gain (GDP<sub>n</sub>) and feed conversion (CA<sub>n</sub>), n=week from 1 to 7. The results were processed by ANOVA and Tukey when ( $p < 0.05$ ). By reducing the level of lysine included in the diet, most of the variables analyzed were not affected. The growth curves presented by the animals were similar, so they followed the same growth rate. The treatment effect was significant ( $P < 0.0198$ ) for CDA1 and PV3. This suggests that nutritional lysine requirements for growing Mexican Hairless pigs could be up to 60% of those specified by the NRC for improved pigs, without compromising their productive capacity at 25 kg.

**Keywords:** Creole pig, growth, nutrition, amino acids

**Resumen.** Se estudió el comportamiento productivo del cerdo Pelón Mexicano alimentado con 100, 80 y 60 %Lys (T1, T2 y T3) del nivel dietético de lisina recomendado por el NRC para cerdos comerciales. Se usaron 12 lechones distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos, con  $12.00 \pm 1.28$  kg de peso inicial promedio. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, la unidad experimental fue un lechón. Los animales se pesaron cada semana del inicio al final del experimento; cuando alcanzaron 25 kg de peso vivo se sacrificaron. Las variables evaluadas fueron: peso vivo (PV<sub>n</sub>), consumo de alimento (CDA<sub>n</sub>), ganancia diaria de peso (GDP<sub>n</sub>) y conversión alimenticia (CA<sub>n</sub>), n=semana de la 1 a la 7. Los resultados se procesaron por ANOVA y Tukey cuando ( $p < 0.05$ ). Al reducir el nivel de lisina incluido en la dieta no se afectaron la mayoría de las variables analizadas. Las curvas de crecimiento que presentaron los animales fueron similares, por lo que siguieron el mismo ritmo de crecimiento. El efecto de tratamiento fue significativo ( $P < 0.0198$ ) para CDA1 y PV3. Esto sugiere que los requerimientos nutricionales de lisina para cerdos Pelón Mexicano en crecimiento podrían ser hasta 60% de los especificados por el NRC para cerdos mejorados, sin comprometer su capacidad productiva a 25 kg.

**Palabras clave:** Cerdo criollo, crecimiento, nutrición, aminoácidos

<sup>1</sup> Autor para la correspondencia: [german.rc@uan.edu.mx](mailto:german.rc@uan.edu.mx)

<sup>2</sup> Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología (CENiTT). Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México.

<sup>3</sup> UAMVZ. Universidad Autónoma de Nayarit, Compostela, Nayarit, México

## Desempenho produtivo de porcos Pelón Mexicano em iniciação alimentados com três níveis de lisina na dieta

**Resumo.** Estudou-se o comportamento produtivo do porco mexicano sem pêlo alimentado com 100, 80 e 60% Lys (T1, T2 e T3) do nível dietético de lisina recomendado pelo NRC para suínos comerciais. Foram utilizados 12 leitões distribuídos aleatoriamente em três tratamentos, com peso médio inicial de  $12,00 \pm 1,28$  kg. Cada tratamento teve quatro repetições, a unidade experimental foi um leitão. Os animais foram pesados semanalmente do início ao fim do experimento; quando atingiram 25 kg de peso vivo foram sacrificados. As variáveis avaliadas foram: peso vivo (LW<sub>n</sub>), consumo de ração (CDA<sub>n</sub>), ganho de peso diário (GDP<sub>n</sub>) e conversão alimentar (CA<sub>n</sub>), n=semana de 1 a 7. Os resultados foram processados por ANOVA e Tukey quando ( $p < 0,05$ ). Ao reduzir o nível de lisina incluído na dieta, a maioria das variáveis analisadas não foi afetada. As curvas de crescimento apresentadas pelos animais foram semelhantes, portanto seguiram a mesma taxa de crescimento. O efeito do tratamento foi significativo ( $P < 0,0198$ ) para CDA1 e PV3. Isso sugere que os requisitos nutricionais de lisina para suínos mexicanos calvos em crescimento podem ser de até 60% daqueles especificados pelo NRC para suínos melhorados, sem comprometer sua capacidade produtiva de 25 kg.

**Palavras-chave:** porco crioulo, crescimento, nutrição, aminoácidos

### Introducción

Los cerdos criollos, especialmente el cerdo Pelón Mexicano (CPM) representa una población porcina endémica de las zonas costeras del país (Lemus y Alonso, 2005); además, el bajo nivel productivo del comparado con el de razas mejoradas, además de estar en peligro de extinción (FAO, 2001), no le permite competir con el volumen de producción necesario en la industria cárnica, por lo que se requieren opciones para mejorar el comportamiento productivo de esta raza. Debido a la falta de programas de conservación genética y programas técnicos para aprovechar este biotipo, una nutrición adecuada es uno de los factores que deben considerarse para este tipo de animales. Los avances nutricionales modernos implican un balance óptimo de aminoácidos en la dieta, su principal objetivo es satisfacer los requerimientos nutricionales, sobre todo los esenciales o limitantes. Entre estos están la lisina, abundante en la

proteína animal y poco presente en los granos (NRC,2012). Las necesidades de lisina dependen de genotipo, sexo, edad, peso, entre otros factores; sin embargo, solo se reportan requerimientos por etapas para cerdos mejorados, dejando de lado las necesidades nutricionales o limitaciones metabólicas de los cerdos criollos.

En el presente trabajo se estudió el comportamiento productivo del cerdo Pelón Mexicano alimentado con 60, 80 y 100%Lys del nivel dietético de lisina recomendado por el NRC (2012), mediante la evaluación del crecimiento y desarrollo a 25 kg de peso vivo por medio de evaluación de ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, y consumo de alimento para describir y comparar las curvas de crecimiento de acuerdo con el nivel de inclusión de lisina en la dieta, para determinar con cuál de estos niveles se obtiene el mejor comportamiento de los cerdos para estas variables.

### Materiales y Métodos

**Manejo de los animales.** Se usaron 12 lechones machos y hembras CPM con  $12,00 \pm 1,28$  kg de peso inicial, se alojaron en jaulas metabólicas con comederos de tolva y bebederos de chupón. Los cerdos recibieron agua fresca y limpia y alimento *ad libitum*. Previo a la fase experimental los lechones fueron adaptados, los animales destetados consumieron alimento balanceado comercial que cubrió los requerimientos según su etapa fisiológica de acuerdo con NRC (2012) hasta alcanzar 12.0 kg con el que inició el estudio. Las dietas se formularon con el comando Solver de Excel para cubrir y limitar los requerimientos nutricionales para cerdos de engorda comercial NRC (2012); los ingredientes utilizados fueron: maíz, pasta de soya, aminoácidos libres (lisina, metionina, treonina,

triptófano y valina) y una premezcla de minerales. Las dietas que se formularon tuvieron diferente nivel de lisina suplementada considerando porcentualmente el requerimiento establecido para cerdos de razas comerciales: T1=100%Lys, T2=80%Lys y T3=60%Lys. El rechazo diario de alimento se recolectó y pesó para obtener el alimento consumido por día por lechón, con estos datos se obtuvo el rendimiento productivo para todo el periodo y por semana.

**Variáveis de resposta.** Las variables de respuesta se obtuvieron por semana y para todo el periodo experimental. Para el periodo completo se analizó el peso al finalizar la etapa experimental (PF), la ganancia diaria de peso (GDP), el consumo de alimento (CT) y la

conversión alimenticia (CA). Semanalmente se obtuvo el peso vivo, consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. Las ecuaciones de cálculo para las variables productivas semanales fueron:  $GDP_n = (PV_f - PV_i) / d$  donde:  $GDP_n$ =ganancia diaria de peso en la semana  $n$ ,  $PV_f$ =peso vivo final,  $PV_i$ =peso vivo inicial,  $d$ =días transcurridos entre  $PV_i$  y  $PV_f$ .  $CDAn = Aof - ARE$  donde:  $CDAn$ =consumo diario de alimento en la semana  $n$ ,  $Aof$ =alimento ofrecido por día,  $ARE$ =alimento rechazado por día.  $CA_n = CDAn / (PV_f - PV_i)$  donde:  $CA_n$ =conversión alimenticia en la semana  $n$ ,  $CDAn$ =consumo de alimento,  $PV_i$  y  $PV_f$ , como se definieron previamente; en todas las ecuaciones,  $n$ =número de semana.

**Análisis estadístico.** El diseño experimental fue completamente al azar, tres tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental fue el lechón. El peso al inicio o final de la fase experimental se usó como covariable dependiendo de la variable de respuesta bajo

análisis. Primeramente, se usó un modelo para cada variable de estudio que incluyó la covariable, si ésta no fue significativa ( $p > 0.10$ ) se excluyó del modelo. Los análisis de varianza se hicieron con el procedimiento GLM de SAS v 9.4 (SAS, 2021). Cuando hubo diferencias significativas entre medias de tratamientos ( $p < 0.05$ ), éstas se compararon con la prueba Tukey. El modelo estadístico fue:

$$y_{ij} = \mu + T_i + \beta(PV) + e_{ij}$$

donde:  $y_{ij}$ =variable de respuesta de la  $j$ -ésima repetición del  $i$ -ésimo tratamiento,  $\mu$ =media poblacional,  $T_i$ =efecto fijo del  $i$ -ésimo tratamiento (60, 80 y 100% del requerimiento de lisina (NRC, 2012),  $\beta$ =coeficiente de regresión lineal de la covariable peso al inicio,  $PV$ =peso vivo del cerdo al inicio o al final de la fase experimental, y  $e_{ij}$ =error aleatorio asociado con la  $j$ -ésima medida de la variable de respuesta en el  $i$ -tratamiento, se asumió  $e_{ij} \sim \text{iiN}(0, s^2)$ .

## Resultados y Discusión

**Variables para todo el periodo.** El Cuadro 1 presenta los resultados del análisis de varianza y las medias de mínimos cuadrados. Puede observarse que no se encontraron efectos significativos ( $P > 0.05$ ) para peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y consumo total de alimento (CT) para la fase experimental completa.

**Cuadro 1.** Medias de mínimos cuadrados y errores estándar (MMC±EE) y nivel de significancia ( $Pr > F$ ) para tratamiento sobre peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y consumo total (CT), para toda la fase experimental en cerdos Pelón Mexicano en iniciación.

Tratamiento	MMC±EE			
	PF	GDP	CA	CT
T1	27.73±1.74	0.31±0.04	2.83±0.39	0.89±0.13
T2	27.18±1.51	0.30±0.03	2.84±0.34	0.83±0.12
T3	23.47±1.74	0.22±0.04	3.48±0.39	0.74±0.13
Pr>F	0.2294	0.2256	0.1812	0.9870

Al no mostrarse diferencias entre los tratamientos, indica que los animales tuvieron un desempeño productivo similar con cualquiera de los niveles de lisina probados, a pesar de observar diferencias numéricas en el PF entre los distintos tratamientos, estadísticamente no fueron significativas, esto pudo ser debido a las características genéticas (alta variabilidad) y metabólicas tan

heterogéneas que caracterizan a este tipo de razas (CPM). Conde-Aguilera et al. (2011) en investigación realizada con cerdo Ibérico de 10 a 25 kg de PV encontraron diferencias significativas para GDP y CA con 0.99, 0.88, 0.73, 0.62 g de lisina  $\text{MJ}^{-1}$  EM en la dieta. Estos autores observaron mejores parámetros productivos con la dieta al incrementar la adición de lisina. García et al. (2010)

observaron que cerdos híbridos en iniciación, alimentados con 0.285 y 0.569 kg de lisina  $100 \text{ kg}^{-1}$  de alimento no difirieron ( $P \geq 0.05$ ) en la GDP. Respecto a CT, Hurtado-Nery et al. (2012) reportan que el consumo diario de lisina se relaciona con el nivel creciente de lisina digestible en la dieta.

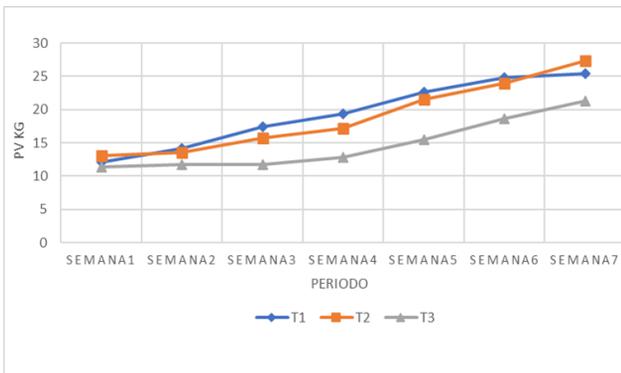
La Figura 1 muestra la evolución de los valores medios del PV en los tratamientos a lo largo del estudio, se observa una evolución semejante hasta la semana 6 entre T1 y T2, después de la cual ocurre una ligera desaceleración de crecimiento para T1; sin embargo, las diferencias entre tratamientos no fueron significativas ( $p > 0.2294$ ). También se observa una dife-

rencia clara de peso y velocidad de crecimiento para T3 en todo el periodo, siendo inferior desde el inicio, quizá debido a los problemas de salud presentados en las primeras semanas; no obstante, después de la semana 4 el crecimiento es lineal hasta el final, pero sin alcanzar el peso objetivo a la semana 7. Estas características de crecimiento no resultaron estadísticamente significativas

por lo que indica que los tratamientos no influyeron en el comportamiento productivo del CMP hasta los 25 kg de PV.

Aymerich *et al.* (2020) observaron una mejora lineal del crecimiento y la eficiencia de conversión del alimento en cerdos con bajo peso en comparación con los de mayor peso al aumentar la relación lisina digestible ileal estandarizada y energía neta. Torres (2009) señala para GDP y consumo, durante toda la fase experimental, que los cerdos de engorda alimentados con mayor densidad energética y cantidad de lisina crecen más eficientemente, es decir, una mayor GDP sin modificaciones significativas en el consumo de alimento.

**Variables medidas semanalmente.** No hubo diferencias significativas ( $P > 0.1042$ ) para el efecto de tratamiento en la mayoría de las variables de comportamiento productivo medidas por semana, de la 1 a la 7: peso vivo, consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de cerdos alimentados con tres niveles de lisina en la dieta (Cuadro 2). Sin embargo, CDA1 ( $P < 0.0198$ ) y PV3 ( $P < 0.0527$ ) fueron las únicas excepciones para este grupo de variables. Las medias de mínimos cuadrados y sus correspondientes errores estándar (MMC±EE) por tratamiento, se presentan en el Cuadro 3.



**Figura 1.** Curvas de crecimiento de cerdos Pelón Mexicano en etapa de iniciación alimentados con 100 (T1), 80 (T2) y 60% (T3) del requerimiento de lisina (NRC, 2012).

**Cuadro 2.** Nivel de significancia ( $Pr > F$ ) del efecto de tratamiento en las variables de comportamiento productivo medidas de la semana 1 a la 7 de cerdos Pelón Mexicano en iniciación alimentado con tres niveles de lisina en la dieta.

	Pr>F						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>PVn</b>	0.4251	0.1042	0.0527	0.1183	0.1759	0.2913	0.1103
<b>CDAn</b>	0.0198	0.3730	0.3883	0.6928	0.8380	0.9915	0.2600
<b>GDPn</b>	0.8308	0.6030	0.1791	0.7488	0.2867	0.4577	0.4668
<b>CAn</b>	0.3438	0.4143	0.4386	0.5751	0.7054	0.2839	0.3783

Peso vivo (PVn), consumo de alimento (CDAn), ganancia diaria de peso (GDPn) y conversión alimenticia (CAn)

**Cuadro 3.** Medias de mínimos cuadrados y errores estándar (MMC±EE) para consumo diario de alimento durante la semana 1 (CDA1) y peso de la semana 3 (PV3) por tratamiento, de cerdos Pelón Mexicano en iniciación alimentado con tres niveles de lisina en la dieta.

significativas. Para las variables en las cuales el efecto de tratamiento fue significativo CDA1, puede estar relacionado con la concentración de aminoácidos en la dieta, ya que se observó mayor alimento consumido para T3 con adición nula de lisina, y se observó un consumo de alimento menor para T1 con 100%Lys de adición de lisina, lo que concuerda con Carcò *et al.* (2017) y Schiavon *et al.* (2018) quienes observaron que los cerdos responden instintivamente a una reducción del contenido esencial de AA en la dieta modificando su comportamiento alimenticio para no repercutir en la eficiencia alimenticia. Figueroa *et al.* (2012) en cerdos Landrace×Yorkshire×Pietrain, que recibieron dietas bajas en proteína suplementados con lisina no encontraron efectos en el rendimiento productivo. Gutiérrez-Hernández *et al.* (2016) encontraron que al aumentar el contenido de lisina de 0.83 a 0.93% no hubo efecto en las variables productivas.

Tratamiento <sup>1</sup>	MMC±EE	
	CDA1	PV3
<b>T1</b>	3.39±0.13b	17.41±1.53a
<b>T2</b>	3.87±0.11a	15.73±1.33ab
<b>T3</b>	3.97±0.11a	11.75±1.33b

<sup>1</sup>T1, T2 y T3, corresponden al 100, 80, y 60% de inclusión de lisina en la dieta (NRC, 2012). Medias con diferente literal dentro de la misma columna son diferentes ( $P < 0.0527$ ).

El efecto de tratamiento en la semana 1, no afectó el rendimiento productivo, ambos tratamientos (T2 y T3) resultaron similares ya que las diferencias no fueron



Después de la primera semana de adaptación a la dieta no hubo diferencias significativas para el efecto de tratamiento en alimento consumido en las siguientes semanas hasta el fin de la fase experimental, esto podría deberse al frágil equilibrio nutricional en el que se encuentran los lechones después del destete y este fácilmente es alterado al ingerir demasiados nutrientes junto con la carencia de las enzimas para digerirlos. El resultado es generalmente un aumento de la actividad fermentante en el intestino grueso con la presencia de diarreas y del deterioro del comportamiento productivo en este periodo, debido a esto se observó que las curvas de consumo no fueron lineales en toda la etapa. Para el efecto significativo de tratamientos en PV3 ( $P < 0.0527$ ) se podría deducir que hubo crecimiento compensatorio relacionado con el consumo que tuvieron los animales en las semanas de adaptación a la dieta experimental en donde se ve reflejado el balance del consumo con la concentración de AA esenciales en la dieta, necesitando

mayor cantidad de alimento para ganar un kg de peso vivo.

Las diferencias entre tratamientos para determinar el nivel óptimo de lisina a incluir en dietas para el CPM hasta los 25 kg no fueron significativas. Esto probablemente se debe a que los valores de recomendación utilizados como referencia para cerdos de razas mejoradas, no fueron lo suficientemente extremos como para alterar o modificar el desempeño zootécnico del CPM del que hasta ahora poco se sabe. Otro factor que estaría por dilucidarse es considerar un peso mayor para el sacrificio de los animales y determinar si estas diferencias siguen siendo no significativas. Si el experimento se repitiera, también sería recomendable aumentar el número de repeticiones por tratamiento. El éxito de este tipo de investigaciones depende de las limitaciones genéticas que presenta el CPM, así como las condiciones ambientales y dietéticas que operan durante el periodo de crecimiento.

### Conclusiones

La reducción del nivel de lisina en la dieta no afectó significativamente el comportamiento productivo del CPM hasta los 25 kg de peso vivo. No puede concluirse categóricamente si los niveles utilizados de lisina fueron los adecuados para establecer el nivel óptimo de lisina

para el CPM en iniciación. Los resultados obtenidos sugieren que el requerimiento nutricional de lisina para el CPM en iniciación podría ser hasta 60 %Lys del especificado por el NRC para cerdos mejorados, sin comprometer su capacidad productiva.

### Literatura Citada

- Aymerich, P., Soldevila, C., Bonet, J., Gasa, J., Coma, J., and Solà-Oriol D. 2020. Increasing dietary lysine impacts differently growth performance of growing pigs sorted by body weight. *Animals*, 10(6), 1032. <https://doi.org/10.3390/ani10061032>.
- Carcò, G., dalla Bona, M., Carraro, L., Latorre, M. A., Fondevila, M., Gallo, L., and Schiavon, S. (2017). Influence of mild feed restriction and mild reduction in dietary amino acid content on feeding behaviour of group-housed growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 198, 27–35. doi: 10.1016/j.applanim.2017.09.020
- Conde-Aguilera, J. A., Aguinaga, M. A., Aguilera, J. F., and Nieto, R. (2011). Nutrient and energy retention in weaned Iberian piglets fed diets with different protein concentrations. *Journal of Animal Science*, 89(3), 754–763. doi:10.2527/jas.2010-3173
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2001). Boletín de información sobre recursos genéticos animales. Galal, S. y J. Boyazoglu (Eds.) FAO-UNEP. Roma, Italia.
- Figuroa, J. L., Estrada, J., Zamora, V., Cordero, J. L., Sánchez-Torres, M. T., Nieto, R., and Copado, J. M. F. (2012). Digestible lysine levels in low-protein diets supplemented with synthetic amino acids for nursery, growing, and finishing barrows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 51(1), 33-44. <http://hdl.handle.net/11019/321>
- García C. R. F., Malacara Á, O. E., Salinas C. J., Torres H. M., Fuentes R. J. M., y Kawas G. J. R. (2010). Efecto de la suplementación de lisina sobre la ganancia de peso y características cárnicas y de la canal en cerdos en iniciación. *Revista Científica*, 20(1), 53-66. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592010000100009&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000100009&lng=es&tlng=es)
- Gutiérrez-Hernández, S; Figuroa-Velazco, J; Sánchez-Torres-Esqueda, M. T; Hernández-Cázares, A. S; Cordero-Mora, J. L; Martínez-Aispuro, J. A. (2016). Lisina y treonina digestible en dietas para cerdos en crecimiento. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7, 33-41. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358643620004> Consultado el 12 de Julio de 2022.

- Hurtado-Nery, V. L., Nobre-Soares, R. D. T. D. R., y Sant'Anna-Lyra, M. (2012). Efecto de los niveles de lisina digestible sobre el rendimiento de cerdos en crecimiento de 45 a 70 kg de peso alimentados con raciones conteniendo subproductos de arroz. *Orinoquia*, 16(1), 39-45.
- Lemus, F.C. and Alonso, S. M. L. (2005). El cerdo Pelón Mexicano y otros cerdos criollos. Ed. UAN. Tepic, Nayarit. 168-193pp. ISBN: 968833064-7
- National Research Council (NRC). (2012). Nutrient Requirement of Swine. National Academy Press. 11th revised ed.
- Statistical Analysis System (SAS). 2021. SAS/STAT 9.4 User's Guide. Cary, N. C. USA: SAS Institute.
- Schiavon, S., M. Dalla Bona, G. Carcò, L. Carraro, L. Bunger, and L. Gallo. (2018). Effects of feed allowance and indispensable amino acid reduction on feed intake, growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *PLOS ONE*, 13(4), e0195645. doi:10.1371/journal.pone.0195645
- Torres, V. L. (2009). Incremento de energía y lisina en dietas de cerdos de cebo: rendimientos productivos, balance de nitrógeno y emisiones de amoníaco. Tesis de máster. Universidad politécnica de valencia. Valencia, España.
- Witte, D. P., Millis, M., McKeith, F. K. and Wilson, E. R. (2000). Effect of dietary lysine and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. *Journal of Animal Science*, 78, 1272-1276.