



## Evaluación de dos niveles de lisina en dietas de iniciación para cerdos Pelón Mexicano y su efecto en canal y carne

Javier G. Rodríguez-Carpena<sup>1</sup>  , Marleni M. Montiel-Pérez<sup>2</sup>  ,  
Pedro J. Deniz-González  , Agustín Ruíz-Flores<sup>2</sup>  , Fernando Grageola-Nuñez<sup>3</sup>  ,  
Elena Luna-Castañeda  

Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología (CENiTT).  
Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México.

## Evaluation of two levels of lysine in starter diets for Pelón Mexicano pigs and their effect on carcass and meat

**Abstract.** In the present investigation, the effect on the quality of the carcass and meat of growing Mexican Hairless pigs fed with the inclusion of 100 and 80 % of the lysine requirements recommended by the NRC (2012) in the diet was evaluated. Eight piglets of  $12 \pm 1.28$  kg of the Mexican Hairless breed were used, distributed completely at random in two treatments (T100 and T80) with the covariate effect of slaughter weight, which consisted of balanced diets fulfilling 100 or 80 % of the requirements of lysine established by the NRC. When they reached a live weight of 25 kg, they were slaughtered in a municipal slaughterhouse and the main parameters used to determine the quality of the carcass and meat were evaluated. The treatment effect did not show statistically significant differences ( $p > 0.05$ ) for most of the variables except for the b\* color value and Hue tone. Reducing up to 80% of the amount of lysine recommended by the NRC for commercial pigs in the diet does not affect the quality of the carcass and meat in growing Mexican Hairless pigs.

**Keywords:** creole pigs, nutrition, meat quality, aminoacids

**Resumen.** En la presente investigación se evaluó el efecto en la calidad de la canal y carne de cerdos Pelón Mexicano en crecimiento alimentados con la inclusión del 100 y 80 % de los requerimientos de lisina recomendados por el NRC (2012) en la dieta. Se utilizaron 8 lechones de  $12 \pm 1.28$  kg de raza Pelón Mexicano de distribuidos completamente al azar en dos tratamientos (T100 y T80) con efecto de covariable el peso al sacrificio, que consistieron en dietas balanceadas cumpliendo el 100 o el 80 % de los requerimientos de lisina establecidos por el NRC. Cuando alcanzaron un peso vivo de 25 kg, fueron sacrificados en rastro y se evaluaron los principales parámetros utilizados para determinar la calidad de la canal y carne. El efecto del tratamiento no mostró diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) para la mayoría de las variables a excepción del valor de color b\* y el tono Hue. Reducir en la dieta hasta un 80% de la cantidad de lisina recomendada por el NRC para cerdos comerciales, en los cerdos Pelón Mexicano en crecimiento no se afecta la calidad de la canal y carne.

**Palabras clave:** Cerdos criollos, nutrición, calidad carne, aminoácidos

## Avaliação de dois níveis de lisina em dietas iniciais para suínos Pelón Mexicano e seu efeito na carcaça e na carne

Resumo. Na presente investigação, avaliou-se o efeito sobre a qualidade da carcaça e da carne de suínos mexicanos sem pêlo em crescimento alimentados com a inclusão de 100 e 80% dos requisitos de lisina recomendados pelo NRC (2012) na dieta. Foram utilizados oito leitões de  $12 \pm 1,28$  kg da raça Pelón Mexicano, distribuídos totalmente ao acaso em dois

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

<sup>2</sup> Departamento. Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.

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

tratamentos (T100 e T80) com efeito covariável do peso de abate, que consistiu em dietas balanceadas atendendo 100 ou 80% das exigências de lisina estabelecida pelo NRC. Ao atingirem o peso vivo de 25 kg, foram abatidos no abate e avaliados os principais parâmetros utilizados para determinar a qualidade da carcaça e da carne. O efeito do tratamento não apresentou diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) para a maioria das variáveis, exceto para o valor de cor  $b^*$  e tom Hue. Reduzir até 80% da quantidade de lisina recomendada pelo NRC para suínos comerciais na dieta não afetou a qualidade da carcaça e da carne em suínos Mexicanos Pelados em crescimento.

**Palavras-chave:** Porco crioulo, nutrição, qualidade da carne, aminoácidos

## Introducción

Los cerdos Criollos y dentro de estos, el cerdo Pelón Mexicano (CPM), representan una población porcina endémica de las costas y el sureste mexicano. Ser un animal omnívoro le permite transformar y engordar con diversos productos y subproductos, como los residuos domésticos generados en el núcleo familiar o algunos subproductos agrícolas considerados de bajo valor nutricional; por ello, su crecimiento al igual que su reproducción y productividad son inferiores cuando se comparan con las razas comerciales (Lemus *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2020).

En este sentido, aunque no hayan tenido selección genética que le permita optimizar al máximo el aprovechamiento de los nutrientes de las dietas y convertirlos en parámetros productivos deseables, también son animales que tienen necesidades nutricionales propias que deben cubrir un equilibrio energético-proteico-mineral-vitaminico adecuados conforme a sus estados fisiológicos, pero que deben ser menores a las de cerdos mejorados (Lemus *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2020; Hernández *et al.*, 2020).

En las características de la canal y carne de los cerdos influye una serie de factores. Unos de tipo endógeno como la raza, el sexo y la edad, y otros exógenos como la

nutrición. Una parte importante en la nutrición animal es el balance de aminoácidos. Su principal objetivo es satisfacer los requerimientos nutricionales y, en esto, juegan un rol muy importante, sobre todo los esenciales o limitantes; es decir, los que el animal debe ingerir en su alimento ya que no los puede producir a partir de otros en cantidad suficiente para cubrir sus requerimientos (Gutiérrez-Hernández *et al.*, 2016; Schiavon *et al.*, 2018).

Entre estos está la lisina, abundante en la proteína animal, y poco presente en los granos (NRC, 2012). Las necesidades de lisina dependen del genotipo, sexo, edad, peso, entre otras, pero también dependen de la concentración energética y el consumo de alimento. Por lo tanto, la inclusión de lisina recomendada por cada etapa productiva impacta en un buen crecimiento y desarrollo muscular; además que en conjunto con otros aminoácidos forma parte de hormonas, enzimas, órganos y tejidos como los músculos (Gutiérrez-Hernández *et al.*, 2016; Schiavon *et al.*, 2018; Armas, 2021).

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto en la calidad de la canal y carne de cerdos Pelón Mexicano en crecimiento alimentados con la inclusión del 100 y 80 % de los requerimientos de lisina recomendados por el NRC (2012) en la dieta.

## Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la Unidad de Producción Porcina de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit, México. Se utilizaron 8 lechones de cerdo Pelón Mexicano con peso inicial de  $12.00 \pm 1.28$  kg, que fueron alojados en jaulas individuales con comedero de tolva y bebedero de chupón. El alimento y agua fue administrado *ad libitum*, pero se pesó diario lo ofrecido y el rechazado.

Después del destete, los animales se alimentaron con una dieta comercial balanceada de iniciación. Una vez alcanzado el peso inicial, se procedió a alimentarlos con dietas que contenían distintos niveles de inclusión de lisina (T100, cubriendo el 100% y T80, el 80% de la recomendación de lisina por el NRC (2012) para cerdos de razas comerciales (Tabla 1). Se debe tomar en cuenta,

que la cantidad de los otros aminoácidos esenciales que fueron agregados a cada dieta, se hizo el balanceo considerando cubrirlos al 100% conforme al requerimiento de cada uno de ellos.

Los animales se pesaron semanalmente y cuando alcanzaron 25 kg de peso vivo, se sacrificaron en el rastro municipal de Compostela, Nayarit conforme a los lineamientos establecidos por la norma oficial Mexicana (NOM-033-SAG/ZOO-2014).

Para evaluar la calidad de la canal se registraron al sacrificio: el peso de la canal caliente, kg; el rendimiento de canal en porcentaje [ $\text{Rendim} = (\text{PesoCanal}/\text{PesoVivo}) \times 100$ ]; largo de canal (del borde anterior de la sínfisis

pública hasta el borde anterior de la primera costilla); grasa dorsal medida entre la 10ª y 11ª costilla, mm; grasa abdominal total retirada de la canal, kg; grasa subcutánea total una vez separada de la canal, kg; longitud del lomo (largo de lomo desde la cabeza del lomo a la última vértebra lumbar, cm; área del ojo de la chuleta ancho y alto, esto es la profundidad del músculo *Longissimus dorsi* a la altura de la 10ª y 11ª costilla por medio de un vernier, mm. Además se registró el peso de los siguientes cortes primarios: pierna izquierda y derecha, peso del lomo, espaldillas, costillares y peso del espinazo.

Las variables analizadas para determinar la calidad de la carne se realizaron en el músculo *Longissimus dorsi* a los 45 min y a las 24 h *postmortem*, capacidad de retención de agua (CRA) por diferencia de peso de un trozo de carne que fue puesta en refrigeración durante 24 h; pH y temperatura en el lomo, medido mediante un potenciómetro portátil con electrodo de cuchilla marca Hanna, modelo HI99163; color instrumental del lomo por medio de un colorímetro Minolta modelo CR-410 utilizando las coordenadas L\*, a\*, b\*, Cromo y Hue del sistema CIELab, promediando tres mediciones colorimétricas efectuadas dentro del área central del ojo de la chuleta, de una misma cara.

El diseño experimental fue completamente al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones por cada uno y considerando como efecto de covariable el peso al sacrificio, mediante un análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SAS ver 9.0 (SAS, 2002). Cuando se encontraron diferencias estadísticas significativas para el

efecto de tratamiento ( $p < 0.05$ ), se procedió a realizar una comparación de contrastes.

**Tabla 1.** Ingredientes, niveles de inclusión de aminoácidos y composición química de las dietas experimentales.

Ingredientes	Inclusión de lisina*	
	%	
	100	80
Maíz, %	71.75	72.08
Soya, %	24.2	24.2
Lisina, %	0.6	0.27
Metionina, %	0.12	0.12
Treonina, %	0.2	0.2
Triptófano, %	0.03	0.03
Valina, %	0.1	0.1
Minerales, %	3	3
Composición química <sup>1</sup>		
MS, %	87.52	88.3
Cenizas, %	4.08	4.89
EE, %	4.04	3.41
Proteína, %	18.1	17.73
F.C., %	1.55	1.57

\*Conforme a la recomendación diaria de lisina, por el NRC (2012) para cerdos de razas comerciales; <sup>1</sup>Porcentaje calculado por el balanceo; MS, materia seca; EE, extracto etéreo, FC, fibra cruda.

## Resultados

**Calidad de la canal:** En la Tabla 2, se muestran los promedios ajustados y el nivel de significancia para el efecto de tratamiento en las características relacionadas con la calidad de la canal y cortes primarios de los cerdos Pelón Mexicano en la etapa de crecimiento, donde se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) en todas las variables analizadas.

**Calidad de la carne:** En la Tabla 3 se presentan las medias de mínimo cuadrados y su error estándar para las tres principales variables (capacidad de retención de agua,

pH y color de la carne) utilizadas para determinar la calidad de la carne. Las diferencias entre los dos niveles de lisina evaluados no fueron significativas ( $p > 0.05$ ) en la mayoría de las variables analizadas; sin embargo, se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.0122$  y  $p < 0.0088$ ) en las variables de color b\* y el tono (Hue) del lomo a las 24 horas *postmortem*, respectivamente; donde los valores más altos se presentaron en el lomo de los animales que consumieron el nivel más bajo de lisina en la dieta (cubriendo solo el 80% del requerimiento recomendado por la NRC).

**Tabla 2.** Medias de mínimos cuadrados para las variables de calidad de la canal de cerdos Pelón Mexicano en iniciación con dos distintos niveles de lisina en la dieta.

Variable	% Lisina		EE	Valor de p
	100	80		
PCa, kg	11.358	11.261	0.446	0.8779
Rendim, %	41.394	41.281	0.910	0.9586
LCanal, cm	45.646	44.540	0.690	0.3865
GDo, mm	10.784	13.034	0.712	0.8203
Gab, kg	0.168	0.176	0.019	0.6497
GSub, kg	4.162	3.945	0.544	0.3735
LLom, cm	38.887	39.584	0.473	0.2424
ALomAnch, mm	61.127	62.311	0.138	0.7238
ALomAlt, mm	24.066	25.680	0.678	0.7128
<b>Cortes primarios</b>				
PPierIzq, kg	1.657	1.649	0.075	0.8648
PPierDer, kg	1.637	1.594	0.065	0.6964
PLom, kg	1.571	1.663	0.115	0.7895
PEspal, kg	2.334	2.329	0.078	0.9614
PCost, kg	3.238	3.105	0.163	0.2859
PEspzo, kg	0.933	0.922	0.031	0.8344

EE, error estándar; PCa, peso de la canal caliente; Rendim, rendimiento; LCanal, largo de la canal; GDo, grasa dorsal; Gab, grasa abdominal; GSub, grasa subcutánea; LLom, largo del lomo; ALomAnch, área del lomo a lo ancho; ALomAlt, área del lomo a lo alto; PPierIzq, peso de pierna izquierda; PPierDer, peso de pierna derecha; PLom, peso de lomos; PEspal, peso de espaldillas; Cost, peso de los costillares; PEspzo, peso del espinazo.

**Tabla 3.** Medias de mínimos cuadrados para las variables de calidad de la carne de cerdos Pelón Mexicano en iniciación con dos distintos niveles de lisina en la dieta.

Variable	% Lisina		EE	Valor de p
	100	80		
CRA 0-24 h, %	3.770	2.412	0.597	0.3006
pHLom 45 min	6.333	6.510	0.136	0.5708
pHLom 24 h	5.690	5.662	0.025	0.6380
Color L*, 45 min	51.07	50.065	1.261	0.7302
Color a*, 45 min	15.436	15.162	0.283	0.6747
Color b*, 45 min	3.770	3.837	0.286	0.9194
Color C*, 45 min	15.900	15.665	0.270	0.7063
Color h, 45 min	13.803	14.170	1.076	0.8834
Color L*, 24 h	55.010	55.207	0.582	0.8840
Color a*, 24 h	15.780	15.732	0.166	0.9022
Color b*, 24 h	4.953 b	7.255 a	0.538	0.0122
Color C*, 24 h	16.540	17.420	0.274	0.1149
Color h, 24 h	17.423 b	24.577 a	1.640	0.0088

EE, error estándar; CRA, capacidad de retención de agua; pHLom, pH del lomo. Color C, croma o saturación; Color h, Hue o tono.

## Discusión

### Calidad de la canal

Al analizar el rendimiento que tuvieron los animales con las variables relacionadas con el engrasamiento de la canal, no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) al reducir hasta un 20 % el nivel de inclusión de lisina en la dieta de acuerdo con lo recomendado por la NRC (2012) para cerdos de razas mejoradas. Resultados similares reportan Ramos-Canche *et al.* (2020b) para hembras de CPM con una metodología semejante a la del presente estudio. Contrario a lo reportado por Cline *et al.* (2000) y Gutiérrez-Hernández *et al.* (2016) donde los animales que consumieron dieta con los niveles más altos de lisina digestible, presentaron valores numéricos más altos de grasa dorsal para cerdos híbridos.

Al no encontrar diferencias por el efecto de la reducción del nivel de lisina en la dieta de cerdos Pelón Mexicano durante la etapa de crecimiento, para las variables que se toman de referencia para evaluar la calidad de los cortes primarios, se pudiera atribuir a que a las edades y peso en que se sacrificaron los animales de esta investigación, no alcanzaron a ser diferentes por su nivel de madurez, ya que al encontrarse en pleno desarrollo, los nutrientes de la dieta son aprovechados para alcanzar el crecimiento óptimo y no logran acumular nutrientes suficientes para desarrollar una hipertrofia muscular. Resultados similares reportan Ramos-Canche *et al.* (2020a) quienes reportan pesos similares de cortes primarios para las dietas con mayor y menor concentración de proteína. Corroborando que estas variables se encuentran directamente relacionadas con la velocidad de crecimiento y que los requerimientos nutricionales son distintos a los de razas comerciales. Esto probablemente sugiere que los niveles utilizados no fueron lo suficientemente extremos como para alterar o modificar el desempeño zootécnico del CPM que hasta ahora se conoce.

### Calidad de la carne

Para el grupo de indicadores fisicoquímicos que ocurren durante el cambio de músculo a carne *postmortem* (45 min), pH, capacidad de retención de agua y mediciones de color sobre el lomo resultan estadísticamente similares en los dos tratamientos probados en este estudio por lo que no se pueden establecer criterios que dictaminen un

efecto negativo al reducir un 20 % el nivel de lisina recomendado. Para la clasificación de color se observó en ambos una buena apariencia ( $a^*$ ) que va de rosa a rojizo con buena luminosidad ( $L^*$ ) e intensidad de pigmentación (Croma), principales características deseables en la carne. Al analizar los valores finales de estos indicadores fisicoquímicos en la carne fría, los resultados obtenidos contrastan con los obtenidos por Auqui (2014) quien reporta para cerdos autóctonos de la raza Chato Murciano valores de las coordenadas  $L^*$  y  $a^*$  que corresponden con la carne roja-oscura, característica típica de este tipo de razas. De la misma manera, el color de la carne no se vio afectado por el peso del animal, no observándose diferencias significativas para dichas coordenadas.

En el color de la carne a las 24 h *postmortem*, solamente se observó un incremento del valor de  $b^*$  (color amarillo) y por consecuencia del tono del color del lomo en los animales que consumieron 20% menos de la cantidad recomendada de lisina. Lo que resulta significativo corresponde a mayor indicio de amarillo  $b^*$  y por consecuente mayor tonalidad Hue, que pudiera atribuirse a la presencia de diferentes perfiles de la grasa en la muestra siendo mayor para *T80*, característica no determinante sobre la calidad de los tratamientos. En este sentido, en el mismo estudio de Auqui (2014), el también reportó que el valor de  $b^*$  fue superior pero en animales más pesados lo cual lo atribuyó al mayor contenido de grasa intramuscular, unido a la heterogeneidad en la distribución de esta, pudiendo ser la causa de esa diferencia. Galián *et al.* (2005) encontraron resultados similares, estos autores mencionan que el genotipo y sistema de explotación influye en esta raza la cual tiende a depositar diferente contenido de grasa a la carne y por lo tanto, el color de la carne puede variar.

Con los resultados obtenidos, se puede establecer un precedente sobre los requerimientos nutricionales de lisina para este tipo de cerdos en crecimiento, además, estos estudios dependen de las limitaciones genéticas de los cerdos criollos, y deben dar la pauta para establecer las condiciones ambientales y nutricionales que requieren estos animales durante su periodo de crecimiento.

## Conclusiones

Los resultados similares obtenidos en el rendimiento y calidad de la canal sugieren que los requerimientos nutricionales de lisina para cerdos Pelón Mexicano en

crecimiento podrían reducirse hasta un 80 % de los especificados por el NRC para cerdos mejorados, sin comprometer su capacidad productiva.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Nayarit por el financiamiento del proyecto "Rescate genético de la variabilidad de cerdos criollos y continuación con la producción de carne con calidad diferenciada, de CPM alimentado con subproductos de aguacate"

**Conflicto de intereses:** Los autores manifiestan que no existe ningún tipo de conflicto de intereses.

## Literatura Citada

- Armas, J. 2021. Los aminoácidos en la nutrición animal. PRONACA. Disponible en: <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/212aminoacidos-nutricion-anima> Consultado el 17 de enero de 2023.
- Auqui, S. S. M. 2014. Estrategias productivas y alimentarias para mejorar la calidad de la canal y de la carne de Chato Murciano. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. España.
- Cline, T. R., G. L. Cromwell, T. D. Crenshaw, R. C. Ewan, C. R. Hamilton, A. J. Lewis, D. C. Mahan, L. L. Southern. 2000. Further assessment of the dietary requirements of finishing gilts. *Journal of Animal Science*, 78:987-992. DOI: 10.2527/2000.784987x
- Galián, M., C. Martínez, M. J. Periago, G. Ros, B. Peinado, A. Poto. 2005. Descripción de la composición mineral y otros parámetros de calidad del músculo longissimus dorsi del cerdo Chato Murciano en pureza y cruzado con cerdo Large White, en condiciones de explotación outdoor. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 21:127-138. <https://revistas.um.es/analesvet/article/view/2801/2741>
- Gutiérrez-Hernández, S., J. L. Figueroa-Velasco, M. T. Sánchez-Torres-Esqueda, A. S. Hernández-Cázares, J. L. Cordero-Mora, J. A. Martínez-Aispuro. 2016. Lisina y treonina digestible en dietas para cerdos en crecimiento. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(7):33-41. <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v3n7/v3n7a4.pdf>
- Hernández, A. A., M. C. A. García, M. A. M. García, O. J. R. Ortíz, V. A. C. Sierra, F. S. Morales. 2020. El sistema de producción del cerdo criollo sin pelo (Cerdo Pelón Mexicano) en la Península de Yucatán. *Nova Scientia*, 12(24). <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2234>
- Lemus F., C., H. M. Becerril, R. D. Mota. 2005. Nutrición y Crecimiento. En: Lemus F. C., y Alonso S. Ma. L. (Eds.). *El Cerdo Pelón Mexicano y otros Cerdos Criollos*. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nay. 1: 142-167.
- NRC (National Research Council). 2012. Nutrient Requirement of Swine. National Academy Press, 11th revised edition. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13298/nutrient-requirements-of-swine-eleventh-revised-edition>
- NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. 26 de Agosto de 2015. P1-37. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015#gsc.tab=0)
- Ramos-Canché, M. E., E. Aguilar-Urquizo, A. J. Chay-Canul, Á. T. Piñero-Vázquez, P. A. Velázquez-Madrado, M. A. Magaña Magaña, J. R. Sanginés-García. 2020a. Dietary levels of energy and protein on productive performance and carcass traits of growing female Mexican hairless pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 259. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114269>
- Ramos-Canché, M. E., M. A. Magaña-Magaña, E. Aguilar-Urquizo, A. Pech-Zapata, A. T. Piñero-Vázquez, V. M. Toledo-López, J. R. Sanginés-García. 2020b. Óptimos económicos en la cría del cerdo Pelón Mexicano: Propuesta de integración para cadena productiva. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(1). <https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2302>
- Rodríguez, C. J. G. (2020). ¿La diversidad genética criolla porcina debe ser conservada? *Porcicultura.com*. Disponible en: [https://www.porcicultura.com/destacado/¿La-diversidad-genetica-criolla-porcina-debe-ser-conservada\\_](https://www.porcicultura.com/destacado/¿La-diversidad-genetica-criolla-porcina-debe-ser-conservada_). Consultada el 02 de noviembre de 2022.
- Schiavon, S., M. Dalla Bona, G. Carcò, L. Carraro, L. Bungler, 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
- SAS (Statistical Analysis System). 2002. SAS/STAT 9.0 User's Guide. Cary, N. C. USA: SAS Institute.