

Efectos de la utilización de enzimas α -amilasa y lipasa sobre el desempeño productivo de lechones recién destetados

Effects of the use of α -amylase and lipase enzymes on the productive performance of recently weaned piglets

Guido Arnaldo Portillo^{1*} , Juan Eusebio Renaut Aquino¹  y Elva Estefani Silva Mazacotte¹ 

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Filial San Pedro del Ycuamandyyú. San Pedro del Ycuamandyyú, Paraguay.

RESUMEN

Durante el destete los lechones presentan baja capacidad digestiva por la limitada secreción de las enzimas encargadas de digerir alimentos afectando el desempeño productivo de los mismos, con lo que resulta necesario suplementar con enzimas de manera exógena. Para esto, 12 lechones machos enteros mestizos de razas no definidas recién destetados fueron empleados con el objetivo de evaluar los efectos de la utilización de enzimas α -amilasa y lipasa sobre el desempeño productivo. Se utilizó el diseño experimental de bloques aleatorizados, con tres tratamientos (T1: testigo, T2: α -amilasa y T3: Lipasa) y cuatro repeticiones. Los datos fueron sometidos a ANAVA y las medias comparadas por el test de Duncan ($p < 0,05$). Fue verificado que los lechones suplementados con α -amilasa y Lipasa presentaron mayores ganancias de peso (GPV y GDP) durante el ensayo, al igual que para la GPV total y la GDP promedio y en el CDA se destacaron en el segundo y tercer periodo (30 y 45 días) y en el CDA promedio; mientras que en la CA solo se destacaron en los dos periodos iniciales (15 y 30 días) y en la CA promedio, mientras que en la evaluación realizada a los 45 días, los tratamientos presentaron comportamientos similares para esta variable. Se concluye que es eficaz la adición de enzimas α -amilasa y lipasa en la alimentación de lechones destetados pues mejoran el consumo de alimento, la conversión alimentaria y consecuentemente la ganancia de peso y se recomienda suministrar hasta los 30 días post destete.

Palabras-claves: lechones destetados, desempeño, suplementación, α -amilasa, Lipasa.

ABSTRACT

During weaning, piglets have low digestive capacity due to the limited secretion of the enzymes responsible for digesting feed, affecting their productive performance, making it necessary to supplement with enzymes exogenously. For this, twelve non-castrated recently weaned and undefined breeds' male piglets were used with the objective of evaluating the effects on productive performance of the use of α -amylase and lipase enzymes. The experimental design of randomized blocks was used, with three treatments (T1: control, T2: α -amylase and T3: Lipase) and four repetitions. The data were submitted to ANAVA and the means were compared by Duncan's test ($p < 0.05$). It was verified that the piglets supplemented with α -amylase and Lipase presented greater weight gains (LWG and DWG) during the trial, as well as for the total LWG and the average DWG and in the DFI they stood out in the second and third period (30 and 45 days) and in the average DFI; while in the FC they only stood out in the two initial periods (15 and days) and in the average FC, while in the evaluation carried out at 45 days, the treatments presented similar behaviors for this variable. It is concluded that the addition of α -amylase and lipase enzymes in the feeding of weaned piglets is effective as they improve feed consumption, feed conversion and consequently weight gain and it is recommended to supply up to 30 days post-weaning.

Key words: weaned piglets, performance, supplementation, α -amylase, Lipase.

***Autor para correspondencia:**
guidoarnaldo@gmail.com

Conflicto de interés:
Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Licencia:
Artículo publicado en acceso abierto con una licencia Creative Commons CC-BY

Contribución de autoría:
Todos los autores realizaron contribuciones sustanciales en la concepción y diseño de este estudio, al análisis e interpretación de datos, a la revisión del manuscrito y la aprobación de la versión final. Todos los autores asumen la responsabilidad por el contenido del manuscrito.

Historial:
Recibido: 15/02/2019;
Aceptado: 02/09/2021

Periodo de Publicación:
Julio-Diciembre de 2021

INTRODUCCION

El destete es posiblemente la etapa más estresante en la vida productiva del cerdo (Torres-Pitarch et al., 2017). Durante esta fase la capacidad digestiva de los lechones se reduce drásticamente a consecuencia de los cambios del ambiente y por la sustitución de la dieta láctea por la sólida (Scandolera et al., 2005, Montagne et al., 2007) y continúa aproximadamente una semana post-destete (Prenna, 2016).

Los lechones recién destetados normalmente son alimentados con dietas ricas en almidón, lípido y proteína de origen vegetal (Pluske, 2016) los cuales pueden provocar alteraciones metabólicas y fisiológicas en la mucosa intestinal por el bajo desarrollo que ésta presenta en esta etapa, lo que provoca estrés digestivo y disminuye el consumo de alimentos (Lozano y Manrique, 2014).

Además de esto, la secreción de las enzimas digestivas principalmente la α -amilasa y la lipasa son limitadas en esta fase (Daposa, 2002), afectando la capacidad digestiva y absorción del almidón y lípido presentes en los alimentos (Souza, Landín, Escobar-García, Aguilera Barreuro y Magné-Barrón, 2012) y por más que las dietas estén bien formuladas, es difícil que cubran las exigencias energéticas de los lechones (Barroca, 2011) y consecuentemente se reduce el desempeño productivo (Scandolera, et al., 2005; Barros, Oliveira, Gewehr y Nunes, 2014).

De esta manera es necesario buscar estrategias para mejorar la digestión de los carbohidratos y lípidos con lo que la adición de la α -amilasa y lipasa a la dieta de manera exógena se vuelven alternativas interesantes ya que en varios estudios se han demostrado mejorías en la digestibilidad y consecuentemente el desempeño productivo de lechones en recría suplementados con estas enzimas (Rodrigues, Freitas, Fialho, Silva y Gonçalves, 2002; Pascoal y Silva, 2005; Freitas, 2011).

En base a lo expuesto se realizó esta investigación para evaluar los efectos de la utilización de enzimas α -amilasa y lipasa sobre el desempeño productivo de lechones recién destetados.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el área de porcicultura de la Facultad de Ciencias Agrarias, Filial San Pedro (latitud 24°04' S, longitud 57°05' W y altura 90 m.s.n.m), entre septiembre y octubre de 2016. El periodo experimental duró 45 días, el cual estuvo subdividido en tres periodos de 15 días.

Las condiciones generales del clima de la zona durante la ejecución del experimento fueron las siguientes: temperatura media 24,5 °C, humedad relativa del aire 50% y una precipitación de 90,5 mm, de acuerdo a los datos proveídos por la Dirección de Meteorología e Hidrológica de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (Paraguay).

Se utilizaron 12 lechones machos enteros mestizos (razas no definidas) destetados a los 30 días de edad con peso inicial promedio de 6,14±1,64 kg provenientes de distintas camadas. Se utilizó el diseño experimental de bloques aleatorizados, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Cada animal constituyó la unidad experimental (UE). Los tratamientos utilizados fueron: T1 (testigo), T2 (α -amilasa) y T3 (Lipasa).

Los animales fueron pesados individualmente con ayuno de 12 horas e identificados con caravanas. Además fueron desparasitados con Levamisol vía subcutánea con dosis de 1 mL por cada 20 kg de peso vivo. Posteriormente fueron alojados individualmente en boxes individuales con área de 0,5 m x 1 m con piso de concreto y techos de chapa zinc. Cada box fue equipado con comedero de madera y bebedero de tipo chupón.

La dieta utilizada en la alimentación de los animales fue elaborada con insumos disponibles en la zona (Tabla 1) y se formuló con el programa PPRF (Programa Práctico para Formulación de Raciones) desarrollado por Garcia-Neto (2014) de acuerdo a las necesidades nutricionales de la categoría según Rostagno et al. (2005). La dosis utilizada de las enzimas fue de 0,05% por kilogramo de ración conforme a la recomendación de Pan y Piao (2002).

Tabla 1. Formula de la ración balanceada utilizada en la alimentación de los animales utilizados en el experimento.

Ingredientes	Proporción (%)
Maíz molido	64,00
Aceite de soja	2,00
Harina de sangre	4,00
Harina de soja	25,00
Calcáreo dolomítico	0,60
Leche en polvo	2,00
Sal común	0,50
Premix vitaminas y minerales ⁽¹⁾	0,35
Fosfato Bicálcico	1,55
Total	100,00
Valores nutricionales calculados	
Energía Metabolizable (kcal/kg)	3310,50
Proteína Bruta (%)	20,16
Calcio (%)	0,60
Fósforo (%)	0,33
Lisina digestible (%)	1,02
Metionina digestible (%)	0,27

⁽¹⁾ Niveles de garantía por kg de producto: calcio: 76,26 g/kg; fósforo: 42 g/kg; Zinc: 6.701 mg/kg; cobre: 211 mg/kg; Fe: 7000 mg/kg; cobalto: 85 mg/kg, manganeso: 700 mg/kg; Iodo: 15 mg/kg; vitamina A: 500.000 UI/kg; vitamina D3: 100.000 UI/kg; vitamina B1: 1.100 mg/kg; vitamina B2: 1.700 mg/kg, vitamina B6: 1.100 mg/kg; vitamina K: 550 mg/kg.

La cantidad de balanceado suministrada diariamente fue conforme a la recomendación de la National Research Council (NRC, 1998) para lechones recién destetados y se ajustó a medida que crecieron.

El ofrecimiento fue realizado en dos ocasiones (50% a las 7:00 am y el resto a las 17:00 pm). La limpieza de cada box se realizó antes de cada suministro de las raciones.

Una vez iniciado el experimento, las mediciones de los pesos fueron realizadas cada 15 días (en total tres mediciones) con previo ayuno de 12 horas. Las variables estudiadas en esta investigación y de cómo se midieron cada una se describen a continuación:

Ganancia de peso vivo (GPV, kg): se determinó mediante la diferencia de peso inicial y final de los lechones en cada periodo de evaluación.

Ganancia de peso vivo total (kg): se determinó mediante la sumatoria de todas las GPV registradas en los tres periodos de evaluación.

Ganancia diaria de peso (GDP, g/día): se estableció de la relación entre la diferencia de peso inicial y final de los animales divididos por la duración de cada periodo experimental en días.

Consumo diario de alimento (CDA, g/día): se determinó promediando el consumo de los lechones registrado durante 15 días consecutivo y la operación se repitió en las etapas subsecuentes. Para esto, los alimentos fueron pesados diariamente y suministrados a cada animal y si había sobrante del día anterior fueron recolectados y pesados nuevamente para determinar el consumo real y los datos fueron anotados en una planilla de control.

Consumo promedio del periodo experimental (g): esta variable se determinó promediando los consumos de alimentos registrados en cada fase experimental.

Conversión alimentaria (CA, g/g): consiste en la cantidad del alimento ingerido que el animal logra transformar en carne y se calculó mediante la relación entre el consumo promedio diario de alimentos registrados en cada fase experimental y la ganancia diaria de peso observadas en la misma etapa de evaluación.

Conversión alimentaria promedio (g/g): consiste en la conversión promedio general registrada durante el ensayo y se calculó mediante la relación entre el consumo promedio de alimentos observado durante el experimento y la ganancia diaria de peso promedio del periodo experimental.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza mediante el Test de "F" y las medias fueron comparadas entre sí mediante el Test de Duncan al 5% de probabilidad de error, utilizándose el paquete estadístico InfoStat® (Di Rienzo et al., 2013).

El modelo matemático utilizado para los análisis estadísticos fue la siguiente: $Y_{ij} = \mu + \alpha_{ij} + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$, en donde: Y_{ij} : es la variable dependiente, μ : es la media general, α_{ij} : es el efecto de los tratamientos, β_{ij} : es el efecto de los bloques y ϵ_{ij} : es el error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los resultados observados en la Tabla 2, existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en todos los periodos de evaluación como así también para la ganancia de peso total, así como en la ganancia diaria promedio.

Tabla 2. Ganancia de peso vivo (GPV) y ganancia diaria de peso (GDP) por periodo de los lechones de acuerdo a los tratamientos utilizados.

Variables	Tratamientos			D.S. ¹	Valor P
	Testigo	α -amilasa	Lipasa		
GPV, kg					
A los 15 días	2,64 ^B	3,90 ^A	4,04 ^A	0,77	0,016
A los 30 días	3,36 ^B	4,65 ^A	3,98 ^B	0,66	0,006
A los 45 días	5,61 ^B	6,91 ^A	6,19 ^{AB}	0,67	0,073
Total	11,61 ^B	15,46 ^A	14,20 ^A	1,83	0,005
Variables	Tratamientos			D.S. ¹	Valor P
	Testigo	α -amilasa	Lipasa		
GDP, g/día					
A los 15 días	176 ^B	260 ^A	269 ^A	50,52	0,003
A los 30 días	224 ^B	310 ^A	265 ^B	44,90	0,005
A los 45 días	374 ^B	447 ^A	413 ^B	46,64	0,023
Promedio	258 ^B	344 ^A	316 ^{AB}	38,25	0,011

(^{A;B;C}) Medias con letras distintas en las filas difieren entre sí por la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

¹ D.S.: Desvío Estándar

En el primer periodo de evaluación, los tratamientos con α -amilasa y Lipasa presentaron comportamientos similares y en media incrementaron en 34% la GPV y la GDP con relación al testigo, de igual forma en la ganancia de peso total y ganancia diaria promedio incrementaron en media 22%; respectivamente. En las etapas subsecuentes, la α -amilasa se destacó ante los demás tratamientos mejorando la GPV y la GDP en 21% (a los 30 días) y 15% (a los 45 días) con relación al testigo y al tratamiento con Lipasa los cuales tuvieron comportamientos similares.

De acuerdo a los comportamientos observados en ambas variables, se podría afirmar que la inclusión de las enzimas en la alimentación de lechones destetados promueve mejoría en la ganancia de peso. Este efecto podría atribuirse a que al utilizar enzimas como suplemento, se puede reducir la síntesis endógena en un 40%, lo que disminuye el gasto proteico para dicha síntesis en un 25% (García, 1998) lo que promueve en el animal una mayor deposición proteica en los tejidos musculares y de esta forma se justificaría las mayores ganancias de peso de los lechones suplementados en esta investigación.

Por otro lado, al comparar los comportamientos de ambas enzimas, la α -amilasa tuvo mayor destaque que la Lipasa. Esto podría deberse a que la dieta utilizada en el estudio contiene en mayor proporción ingredientes ricos en carbohidratos (maíz) y en menor cantidad ingredientes de fuentes lipídicas (Tabla 1). O sea la principal fuente de energía de la dieta fue el almidón.

Teixeira et al. (2005) observaron respuestas similares a los de ésta investigación en la ganancia de peso con la utilización de enzimas exógenas (proteasa, α -amilasa y celulasa) en la alimentación de lechones recién destetados. Por otra parte, Nery, Lima, Melo

y Tadeu Fialho (2000) y Teixeira et al. (2003) no observaron diferencias estadísticas en los resultados para estas variables, al incluir enzimas exógenas (α -amilasa, Lipasa, proteasa, entre otras) en la alimentación de lechones en crecimiento.

Los valores del consumo de ración (Tabla 3) demuestran que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en las mediciones realizadas a los 30 y 45 días, como también en el consumo promedio, en donde la adición de las enzimas α -amilasa y Lipasa incrementaron el consumo en 19% (segundo periodo); 17% (tercer periodo) y 15% (consumo promedio) en comparación al testigo, mientras que a los 15 días, los tratamientos presentaron resultados similares.

La nula influencia de los tratamientos a los 15 días podría atribuirse a los efectos combinados de estrés por la separación de la madre, cambio de la dieta líquida a la sólida y capacidad digestiva reducida durante el destete (Scandolera et al., 2005; Montagne et al., 2007) con lo que no consumieron de manera satisfactoria. Este efecto también fue corroborado por Portillo y Renaut (2012) en lechones recién destetados, afirmando que una vez superada esta fase, los lechones normalizan el consumo, que según Barros et al. (2014), esto suele ocurrir entre 10 y 14 días post-destete.

Éste hecho se reflejó a partir del segundo periodo de éste ensayo (30 días), donde ya se constató efectos de los tratamientos utilizados (enzimas exógenas), ya que la adición de estas enzimas puede potencializar la actividad de las enzimas endógenas (Freitas 2011), incrementando la tasa de digestión de almidones y lípidos de los alimentos (Piovesan, Oliveira y Gewehr, 2011; Moura, 2011) y consecuentemente, aumentar el consumo de alimento por el incremento de la digestibilidad de las dietas (Rocha, 2009).

Tabla 3. Consumo diario de alimento (CDA) y conversión de alimento (CA) por periodo de los lechones de acuerdo a los tratamientos utilizados.

Variables	Tratamientos			D.S. ¹	Valor P
	Testigo	α -amilasa	Lipasa		
CDA, g/día					
A los 15 días	359	375	388	39,48	0,657
A los 30 días	503,52 ^B	593,91 ^A	604,82 ^A	63,22	0,036
A los 45 días	723,65 ^B	830,41 ^A	867,74 ^A	82,90	0,040
Promedio	528,82 ^B	599,61 ^A	619,64 ^A	47,11	0,006
Variables	Tratamientos			D.S. ¹	Valor P
	Testigo	α -amilasa	Lipasa		
CA, g/g					
A los 15 días	1,98 ^A	1,47 ^B	1,30 ^B	0,37	0,009
A los 30 días	2,32 ^A	1,87 ^B	2,09 ^B	1,41	0,030
A los 45 días	1,80	1,82	1,88	1,78	0,968
Promedio	2,03 ^A	1,72 ^B	1,76 ^B	0,18	0,047

(^A; ^B; ^C) Medias con letras distintas en las filas difieren entre sí por la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

¹ D.S.: Desvío Estándar

Para la conversión alimentar (Tabla 3), existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en las mediciones realizadas a los 15 y 30 días, como también en la CA promedio, en donde la inclusión de las enzimas α -amilasa y Lipasa mejoraron la conversión en 30% y 15%; respectivamente, mientras que a los 45 días los tratamientos presentaron comportamientos similares.

Las mejorías observadas en la CA durante los primeros dos periodos con la utilización de las enzimas exógena podría deberse a que estos aditivos potencializan las acciones de la α -amilasa salival y Lipasa sublingual incrementando la digestión a nivel bucal de almidones y lípidos respectivamente (Santos, Mascarenhas y Oliveira, 2016; Sbardella, 2011).

En este caso, los lechones suplementados podrían ingerir en mayor proporción alimentos pre digeridos y de esta manera potenciar la digestión ocurrida a nivel intestinal por acción de la α -amilasa y Lipasa pancreática (Harper, Rodwell y Mayes, 1994; Cunningham, 2002), promoviendo mayor tasa de digestión y absorción de nutrientes para traducirlos posteriormente en ganancias de pesos, lo que puede justificar las mayores ganancias presentadas por los lechones suplementados en este estudio (Tabla 2).

Por otra parte, la menor CA observada en los lechones del testigo en el primer y segundo periodo (15 y 30 días) podría deberse a que tuvieron baja capacidad de sintetizar α -amilasa con lo que no pudieron digerir eficazmente los carbohidratos presentes en la dieta (Nery, Lima, Melo y Tadeu Fialho, 2000). Mientras que la producción de Lipasa normalmente se reduce durante la fase posterior al destete y consecuentemente disminuye la capacidad digestiva de lípidos (Jensen, Jensen y Jakobsen, 1997).

En cuanto al efecto observado en el tercer periodo (a los 45 días) puede ser explicado por el incremento constante de la producción de α -amilasa y Lipasa en los lechones a partir de la cuarta semana de edad (Nery et al. 2000; Mc Donald, Edwards, Greenhalgh y Morgan, 2002), con lo que ya habrían alcanzado la capacidad máxima de producción y secreción en este periodo del estudio de acuerdo a la curva de producción enzimática de Kidder y Manners (1978) con lo que ya no sería eficiente incluirlos como suplemento.

CONCLUSIÓN

La adición de enzimas exógenas promueve mayores ganancias de pesos en los lechones recién destetados, en donde la α -amilasa fue la que presentó más destaques para esta variable con relación a la Lipasa y al testigo de la investigación.

En cuanto al consumo de alimento se observa mejoría en los valores a partir del segundo periodo de evaluación (a los 30 días) en los tratamientos que recibieron las enzimas α -amilasa y Lipasa.

Con relación a la conversión de alimentos se constató que las enzimas adicionadas en la alimentación mejoraron los valores de esta variable hasta la segunda etapa de evaluación (hasta los 30 días).

Es recomendable la adición de enzimas α -amilasa

y lipasa en la alimentación de lechones destetados hasta los 30 días post destete para mejorar el consumo de alimento, la conversión alimentar y por ende la ganancia de peso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barroca, C. (2011). *Aditivos em dietas de leitões de 21 a 49 dias de idade*. (Disertacao M.Sc. em Zootecnia). Vicosa, Brasil : Universidade Federal de Vicosa, 73 p.
- Barros, P. C., Oliveira, V., Gewehr, C. E. & Nunes, R. V. (2014). Efeito da adição de enzimas na digestibilidade total aparente de dietas para leitões desmamados. *Semina: Ciências Agrárias*, 35 (4), 2211-2218.
- Cunningham, J. G. (2002). *Tratado de Fisiologia Veterinária*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 579 p.
- Daposa, C. (2002). Alimentación nitrogenada del lechón. *Producción animal*, 181, 39-50.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. (2013). *InfoStat versión 2013*. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en: <http://infostat.com.ar>
- Freitas, B. V. (2011). *Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões*. (Dissertação de Mestrado). Pirassununga, São Paulo: Universidade de São Paulo, 60 p.
- Garcia - Neto, M. (2014). *Programa Prático para Formulação de Rações (PPFR)*. Disponible en: <http://www.fmva.unesp.br/ppfr>
- Garcia, E. R. M. (1998). *Utilização de enzimas em rações com farelo de soja e soja integral extrusada para frangos de corte*. (Dissertação Mestrado em Zootecnia). Maringá, UEM : Universidade Estadual de Maringá, 59 p.
- Harper, H., Rodwell, V. & Mayes, P. (1994). Digestão e absorção no trato gastrointestinal. In J. Atheneu (Ed.). *Bioquímica*. 254-272 p.
- Jensen, M. S., Jensen, S. K. & Jakobsen, K. (1997). Development of digestive enzymes in pigs with emphasis on lipolytic activity in the stomach and pancreas. *Journal of Animal Science*, 75, 437-445.
- Kidder, D. E. & Manners, M. J. (1978). *Digestion in the Pig*. Scientechical, Bristol. 201p.
- Lozano, J. L. & Manrique, P. T. (2014). Evaluación de dos sistemas de alimentación en lechones en etapa de precebo. (Tesis de Grado Zootecnia). Bogotá, CO : Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Salle, 56 p.
- Mc Donald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D. & Morgan, C. A. (2002) *Nutrición Animal*. 6^{ta} ed. Zaragoza, ES: Acribia, 142-144.
- Montagne, L., Boudry, G., Favier, C., Le Huërou-Luron, I., Lallès, J. P. & Sève, B. (2007). Main intestinal markers associated with the changes in gut architecture and function in piglets after weaning. *British Journal of Nutrition*, 97 (1), 45-57.
- Moura, G. S. (2011). *Uso do complexo enzimático Sólid State Fermentation (SSF) em rações para tilápia do nilo*. (Tese de Doutorado). Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 63 p.
- National Research Council (1998). *Nutrients requirements of swine*. 10 ed. Washington,

- D.C.: National Academy Science, 189 p.
- Nery, V. L. H., Lima, J. A. F., Melo, R. C. A. & Tadeu Fialho, E. (2000). Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29 (3), 794-802.
- Pan, B., L. I. & Piao, X. (2002). Effect of dietary supplementation with 8-Galactosidase preparation and stachyose on growth performance, nutrient digestibility and intestinal bacterial populations of piglets. *Archives of Animal Nutrition*, 56 (5), 327-337.
- Pascoal, L. A. F. & Silva, L. P. G. (2005). Adição de enzimas exógenas nas dietas de leitões desmamados. *Revista Eletrônica Nutritime*, 2 (6), 273-283.
- Piovesan, V., Oliveira, V. & Gewehr, C. E. (2011). Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. *Ciência Rural, Santa Maria*, 41 (11), 2014-2019.
- Pluske, J. R. (2016). Invited review: Aspects of gastrointestinal tract growth and maturation in the pre- and postweaning period of pigs. *Journal of Animal Science*, 94 (3), 399-411.
- Portillo, G. A. & Renaut, J. E. (2012). Efecto de la edad de destete sobre el crecimiento inicial de lechones en confinamiento. *Investigación Agraria*, 14(1), 57-61.
- Prenna, G. (2016). *Evaluación del desempeño de lechones de 21 a 36 días de vida con raciones conteniendo proteasa*. (Trabajo Final Especialización en Nutrición Animal). La Plata, AR: FCV – UNP : Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de la Plata, 22 p.
- Rocha, L. O. da. (2009). *Suínos na fase de creche alimentados com rações extrusadas com ou sem flavorizantes: desempenho e digestibilidade*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, BR, Goiás: UFG – EV, 56 p.
- Rodrigues, P. B., Freitas, R. T. F., Fialho, E. T. Silva, H. & Gonçalves, T. (2002). Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 1 (2), 91-100.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., de Oliveira, R. F., Lopes, D. C., ..., Euclides, R. F. (2005). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, Departamento de Zootecnia, 186 p.
- Santos, L. S., Mascarenhas, A. G. & Oliveira, H. F. (2016). Fisiologia digestiva e nutrição pós desmame em leitões. *Revista Eletrônica Nutritime, Viçosa*, 13 (1), 4570-4584.
- Sbardella, M. (2011). Óleo de arroz na alimentação de leitões recém-desmamados. Piracicaba, São Paulo: Universidade de São Paulo, 101 p.
- Scandolera, A. J., Thomaz, M. C., Kronka, R. N., Fraga, A. L., Budiño, F. E. L., Robles-Huaynate, R. A., ..., Cristani, J. (2005). Efeito de fontes protéicas na dieta sobre a morfologia intestinal e o desenvolvimento pancreático de leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34 (6), 2355-2368.
- Souza, T. C. de, Landín, G. M., Escobar-García, K., Aguilera-Barreyro, A. & Magné-Barrón, A. (2012). Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Vet. Méx.*, 43 (2), 155-173.
- Teixeira, A. O., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Donzele, J., Costa, I. R., de Oliveira, R. F. M., ..., de Souza, A. V. (2003). Efeito de dietas simples e complexas sobre a morfo- fisiologia gastrintestinal de leitões até 35 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32 (4), 926-934.
- Teixeira, A. O., Lopes, D. C., Ferreira, V. P., Pena, S., Nogueira, E. T., Moreira, J. A., ..., Nery, L. R. (2005). Utilização de enzimas exógenas em dietas com diferentes fontes e níveis de proteína para leitões na fase de creche. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34 (3), 900-906.
- Torres-Pitarch, A., Hermans, D., Manzanilla, E. G., Bindelle, J., Everaert, N., Beckers, Y. & Lawlor, P. G. (2017). Effect of feed enzymes on digestibility and growth in weaned pigs: A systematic review and meta-analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 233, 145-159.