



Mortalidad por colibacilosis y salmonelosis en crías y precebas porcinas en una unidad especializada

Mortality Due to Colibacillosis and Salmonellosis in Litters and Pre-Fattening Pigs on a Swine Farm

Guillermo Barreto Argilagos ^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-0963-0733>

Herlinda de la C. Rodríguez Torrens ¹ <https://orcid.org/0000-0002-1964-6640>

Roberto Vázquez Montes de Oca ¹ <https://orcid.org/0000-0003-0854-3635>

Yilenia Junco Pichardo ² <https://orcid.org/0000-0003-0602-9878>

¹ Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Cuba.

² Unidad Empresarial Básica Charles Morell, Camagüey. Cuba.

Auto para la correspondencia (email) guillermo.barreto@reduc.edu.cu

RESUMEN

Antecedentes: La colibacilosis y la salmonelosis figuran entre las enfermedades catastróficas en las producciones porcinas. Esta investigación tuvo como objetivo comparar la mortalidad ocasionada por ambas enfermedades en crías y precebas porcinas de una unidad especializada.

Métodos: Se utilizaron los datos correspondientes a muertes y envíos de muestras al laboratorio debidos a colibacilosis y salmonelosis, contemplados en el libro de registros de la unidad durante tres años (2017-2019). Las variables estudiadas fueron: enteropatías (salmonelosis y colibacilosis), categorías (precebas y crías) y mortalidad. Se comparó la mortalidad por cada una de las combinaciones de etiologías y categorías, utilizando la técnica de comparación de dos proporciones.

Resultados: La proporción de mortalidad total por colibacilosis resultó altamente significativa ($p < 0,001$) y superior a la debida a salmonelosis. Resultado que se mantuvo al particularizar el comportamiento en crías y precebas. En ambas enfermedades las crías fueron las más afectadas.

Como citar (APA)

Barreto Argilagos, G., Rodríguez Torrens, H., Vázquez Montes de Oca, R., & Junco Pichardo, Y. (2020). Mortalidad por colibacilosis y salmonelosis en crías y precebas porcinas en una unidad especializada. *Revista de Producción Animal*, 32(1).



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

Conclusiones: La elevada mortalidad debida a colibacilosis y salmonelosis pudo estar asociada a la ausencia de un plan de vacunación, un oportuno diagnóstico y la adopción de medidas alternativas que estimulen la respuesta inmune y/o al menos contribuyan al establecimiento y estabilidad de la microbiota intestinal en crías y precebas.

Palabras clave: *Escherichia coli*, infecciones, *Salmonella*, cerdos (Fuente: MeSH)

ABSTRACT

Background: colibacillosis and salmonellosis are two of the catastrophic diseases in swine production. The aim of this research was to compare mortality caused by both diseases in litters and pre-fattening pigs on a swine farm.

Methods: the data recorded on the farm for three years (2017-2019) in relation to the deaths and samples sent to the labs due to colibacillosis and salmonellosis, were used in this study. The variables included were enteropathies (salmonellosis and colibacillosis), categories (pre-fattening and litters), and mortality. The proportions of mortality were compared in all the etiology and category combinations, according to the comparison of two proportions technique.

Results: the proportion of total mortality due to colibacillosis was highly significant ($p < 0.001$), higher than salmonellosis. This result remained following thorough examination of the behavior of litters and pre-fattening pigs. The litters were more affected by the two diseases.

Conclusions: The high mortality caused by colibacillosis and salmonellosis might have been associated to the absence of a vaccination scheme, timely diagnostic, and the adoption of alternative measures to promote immune response and/or at least contribute to the establishment and stability of the intestinal microbiota of litters and pre-fattening pigs.

Key words: *Escherichia coli*, infections, probiotics, *Salmonella*, pigs (Source: MeSH)

Recibido: 12/2/2020

Aceptado: 4/3/2020;

INTRODUCCIÓN

La producción porcina requiere especialistas veterinarios con conocimiento y las habilidades prácticas necesarias para el correcto desempeño de esa labor. Existen explotaciones que, en aras de un mayor rendimiento económico, no satisfacen los requerimientos mínimos básicos. En tales casos, múltiples enteropatógenos, a los que están expuestos estos animales desde el nacimiento, encuentran la brecha para afectar a las categorías más sensibles: crías y precebas (Gui-Yan *et al.*, 2019; Rodríguez *et al.*, 2020). Dos de los principales agentes bacterianos involucrados son *Escherichia coli*, en sus diversos patotipos, algunos de los cuales son zoonóticos (Shah, Aziz, Zakaria, Lin y Goni, 2018) y *Salmonella* (Barba-Vidal *et al.*, 2018).

El patotipo enterotoxigénico de *E. coli* (ECET) ocasiona grandes pérdidas económicas a la industria porcina, acaparando el protagonismo en la generalidad de lo publicado. La mayoría de

las ECET involucradas en las colibacilosis neonatales expresan fimbrias F4, F5, F6 (antiguamente designadas K88, K99 y 987P, respectivamente) o F41. Mientras que las responsables de este síndrome en precebas portan F4 o F18ac (Kanengoni *et al.*, 2017; Luppi, 2017). No obstante, otros patotipos participan en el fenómeno analizado, destacando en las diarreas postdestete: *E.coli* enteropatógenicas (ECEP) y *E.coli* productoras de toxina Shiga (ECST), también denominadas verotoxigénicas (ECVT). Ambas, por su dosis infectiva tan baja, constituyen un serio problema de salud pública (Gui-Yan *et al.*, 2019).

Estos patotipos, al igual que otros tres que no se detallan (Shah *et al.*, 2018), poseen factores de virulencia y de colonización particulares, de ahí que los métodos para su identificación difieran. Tarea que se ha ido complejizando ya que, la presión selectiva del entorno y las colaboraciones de estas poblaciones en *biofilms* para una subsistencia exitosa (Barreto *et al.*, 2016a, b), han conllevado a que cada vez con mayor frecuencia se aíslen cepas híbridas ECET/ECST, tanto en casos de diarreas neonatales como pos destete (Gui-Yan *et al.*, 2019).

Las salmonelosis septicémicas en cerdos son ocasionadas mayormente por *Salmonella* serovar Choleraesuis y, en menor grado, por *Salmonella* serovar Typhimurium. En los cuadros diarreicos por lo general se invierte su orden. También constituyen una importante causa de pérdidas en la producción porcina por concepto de tratamientos e incumplimientos con los compromisos asociados a ventas de carne y subproductos. En los Estados Unidos se refieren pérdidas anuales en el orden de los 100 millones de dólares. Otros serovares causantes de diarreas son Derby, Heidelberg, Dublin y Enteritidis (Binh, Nghiem y Giang, 2017). Todos son una frecuente causa de salmonelosis no tifoidea en humanos, siendo Typhimurium el de mayor riesgo zoonótico por su elevada invasividad. En diversos países desarrollados representan la segunda causa de enfermedades transmitidas por alimentos (Rodríguez, Barreto, Bertot y Vázquez, 2013; Campos, Mourão, Peixe y Antunes, 2019).

Todo lo expuesto motivó esta investigación que tuvo como objetivo comparar el comportamiento de la salmonelosis y la colibacilosis en crías y precebas en una unidad especializada porcina de Camagüey.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una unidad especializada porcina de Camagüey. Se utilizaron los datos correspondientes a muertes y envíos de muestras al laboratorio contemplados en su libro de registros durante tres años (enero de 2014 a diciembre de 2016). Las variables estudiadas fueron: enteropatías (salmonelosis y colibacilosis), categorías (precebas y crías) y mortalidad. Se compararon las proporciones de mortalidad por cada una de las combinaciones de etiología y categorías, utilizando la técnica de comparación de dos proporciones en el software Minitab 16 (2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período analizado hubo una marcada afectación de la masa porcina debida a mortalidades por colibacilosis y salmonelosis; la proporción de muertes debidas a la primera enteropatía fue significativamente ($p < 0,001$) superior (**Tabla 1**).

Tabla 1. Proporción de mortalidad total por colibacilosis y salmonelosis

Etiología	Muertos	N	Proporción	Diferencia	IC (95 %)
Colibacilosis	2863	3813	0,751 ^a	0,501	(0,482- 0,521)
Salmonelosis	950	3813	0,249 ^b		

Leyenda: letras diferentes implican diferencia significativa ($Z = 50,65$ P-Valor = 0,000)

Como puntualizan *Acquisition Services Directorate And Risk Management Agency* (2015), ambas figuran entre las enfermedades catastróficas del cerdo en Estados Unidos. En relación a las colibacilosis, señalan que su agente etiológico, además de diarrea puede provocar el edema del cerdo en animales adultos. En los síndromes diarreicos participan múltiples serotipos. La magnitud en las pérdidas reproductivas, mortalidad, y atrasos en el crecimiento son variables. Las salmonelosis, debidas a *Salmonella* serovar Choleraesuis y *S.* serovar Typhimurium, son causas de retardos del crecimiento y mortalidad ocasional entre los animales en crecimiento. Valoración que subordina a estas últimas al daño característico de las colibacilosis, como se ha observado en los resultados obtenidos.

En investigaciones realizadas en torno al complejo fenómeno de las diarreas en las producciones porcinas y sus agentes causales, *E. coli*, por lo general supera a *Salmonella*, tanto en frecuencia de presentación como en mortalidad (Ruiz *et al.*, 2016). Resultado tal vez condicionado por el hecho de que esta especie, a ese arsenal genético propio de las bacterias gramnegativas que condiciona la adaptabilidad y resistencia al entorno, suma particularidades patogénicas que han propiciado su diferenciación en patotipos, seis de ellos entéricos, como ya se ha mencionado (Bai *et al.*, 2019). Todos con elevadísima versatilidad para colonizar el intestino de mamíferos y aves (Shah *et al.*, 2018).

La colibacilosis, en ambas categorías, tuvo un efecto sobre la mortalidad significativamente mayor ($p < 0,001$) al debido a salmonelosis; en ambas enfermedades las crías resultaron las más afectadas (**Tabla. 2**).

Tabla 2. Muertes por categorías y etiologías

Combinaciones	Muertes o eventos	N o ensayos	Proporción	Diferencias	IC (95 %)	Z	P
Crías - colibacilosis	1695	2199	0,1771 ^a	-0,542	(-0,566, -0517)	-42,73	0,000
Crías - salmonelosis	504		0,229 ^b				
Preceba - olibacilosis	1168	1614	0,724 ^a	-0,447	(-0,478, -0,416)	-28,42	0,000
Preceba - salmonelosis	446		0,276 ^b				
Colibacilosis - crías	1695	2863	0,592 ^a	0,184	(0,159,	14,17	0,000

Colibacilosis - precebas	1168		0,408 ^b		0,021)		
Salmonelosis - crías	504	950	0,531 ^a	0,061	(0,016, 0,106)	2,67	0,008
Salmonelosis - precebas	446		0,469 ^b				

Legenda: letras diferentes implican diferencia significativa ($p < 0,001$)

En referencia a este síndrome entérico baste recordar que múltiples fimbrias (F4, F5, F6 y F41) posibilitan la adhesión de cepas de ECET a receptores de los enterocitos en el caso de las crías, en tanto sólo dos (F4 y F18ac) facilitan este tipo de enlace en precebas (Luppi, 2017). Detalle que, sumado a la inmadurez inmunológica, podría explicar por qué la proporción de muertes fue superior en los animales en sus primeras semanas de vida. Aunque se trata de un fenómeno multifactorial en el que deficiencias en el manejo zootécnico y otras medidas pueden igualar (Rodríguez *et al.*, 2020), e incluso invertir, los niveles de mortalidad en estas categorías (Gui-Yan *et al.*, 2019).

Los elementos de incertidumbre expuestos en el párrafo anterior también resultan válidos a lo constatado en la proporción de muertes provocadas por salmonelosis. Si bien, por lo general, se asume que las mayores afectaciones ocasionadas por este enteropatógeno ocurren a continuación del destete, favorecidas por el estrés, alteración de la microbiota intestinal, calidad de los piensos y factores particulares de virulencia del agente etiológico (Knetter *et al.*, 2015), no se pueden obviar otros factores que inciden desde la primera semana de vida de las crías. En tal sentido vale puntualizar que las cerdas primíparas, luego de una semana, liberan al entorno un 38,4 % de *Salmonella*, porcentaje que asciende al 51,6 % en aquellas con 2-5 partos. En tiempos lluviosos los valores de expulsión de este agente oscilan entre 37,5 % y 71,4 % por lo que constituyen una importante fuente de infección para las crías (Binh, Nghiem y Giang, 2017).

El control de ambas enfermedades descansa en la aplicación de medidas de control sanitario y la antibioterapia ante la aparición de los brotes diarreicos. Variante, esta última, que más que solución ha contribuido a potenciar la antibiorresistencia en los agentes etiológicos comprometidos (Barreto *et al.*, 2016b; Zhang *et al.*, 2019); también a favorecer la selección de cepas con una virulencia incrementada (Barreto *et al.*, 2016a).

Lamentablemente, esta es la realidad que se confronta al abordar las enteropatías en las explotaciones porcinas, en particular las estabuladas (Barreto, Rodríguez, Bertot y Delgado, 2015; Vega-Cañizares *et al.*, 2018), lo cual lejos de enfrentar la causa, trata de controlar su efecto. Para nada se tiene en cuenta la necesidad de propiciar el establecimiento de una microbiota adecuada durante la etapa de cría, tampoco de ayudar a restablecer la misma al destete, así como emplear opciones de alimentos que favorezcan el rápido restablecimiento de las microvellosidades tan dañadas en ese momento (Barreto *et al.*, 2015; Missotten, Michiels, Degroote y de Smet, 2015; Dou *et al.*, 2017; Lépine *et al.*, 2019; Mukhopadhyaya, O'Doherty & Sweeney, 2019).

Durante las décadas de los 80 y 90, se prestó una gran atención al estudio de la colibacilosis, su prevención y control, con énfasis en la provincia de Camagüey. El desarrollo de la vacuna

VACOLI constituyó un hito, con excelentes resultados en las unidades donde se aplicó. Otro momento relevante fue la puesta a punto y aplicación de AuBIODOT–ECET, primero en su tipo, basado en un panel de anticuerpos monoclonales contra fimbrias F4, F5, F6 y F41, capaz de detectar ECET a partir de exudados rectales en las propias unidades en solo 45 minutos (Campal, 2009). En las salmonelosis, el establecimiento del tipo de serovar a partir de los aislamientos de humanos, animales y alimentos posibilitó una aproximación más real al comportamiento de esta enfermedad y su epidemiología en esas décadas (Sedrés, Hernández, Barreto y Mayo, 1993; Hernández, Barreto y Guevara, 1994; Rodríguez, Barreto, Sedrés, Bertot, Martínez y Guevara, 2011 a, b). En la medida que avanza el nuevo milenio, cada vez más, ambos diagnósticos obedecen a criterios clínicos y anatomopatológicos; impreciso el primero, tardío el segundo.

Aunque no existen fuentes donde se aclare oficialmente las limitantes que motivaron la Realmente, los estudios bioquímicos y serológicos tradicionales, aunque efectivos en su momento, resultaban trabajosos y demorados; los basados en fimbrias y enterotoxinas, muy variables en las primeras y dependientes de técnicas agresivas a los animales y/o de laboratorios muy especializados las segundas (Barreto, 2007; Campal, 2009).

Vale entonces considerar lo realizado en otros escenarios, no siempre privilegiados por el desarrollo. Además de aplicar variantes contemporáneas, han simplificado los procedimientos para el estudio de brotes diarreicos. El muestreo se reduce a las heces frescas depositadas en el piso, lo cual, además de simplificar y agilizar ese paso, contribuye a un diagnóstico colectivo de la situación. Con el auxilio de qPCR (*Quantitative Polymerase Chain Reaction*) amplifican los genes de virulencia propios de enteropatógenos presentes en dicha muestra (Weber *et al.*, 2017).

Como colofón de lo analizado podría señalarse que, dada la carencia de vacunas para prevenir ambas enteropatías, así como métodos de diagnósticos precisos y rápidos, una opción para reducir el impacto negativo de las mismas sería el empleo de alternativas encaminadas a lograr la estabilidad de la microbiota de los cerdos en las dos etapas críticas analizadas (Missotten *et al.*, 2015). El uso de probióticos ha tenido respuestas muy satisfactorias en UEB del país (Vega-Cañizares *et al.*, 2018). Otra variante, más simple y acorde a cualquier sistema de producción porcina, tan efectiva como la anterior, es el uso de microorganismos autóctonos multipropósito en la dieta y tratamiento del agua de consumo de estos animales (Rodríguez *et al.*, 2013; Barreto *et al.*, 2015; Polyorach *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

Las enteropatías (colibacilosis y salmonelosis) son una causa importante y frecuente de mortalidad en los sistemas intensivos de crianza porcina. La proporción de muertes por colibacilosis fue significativamente mayor ($p < 0,001$) a la salmonelosis en crías y precebas, siendo las primeras las más afectadas por ambos enteropatógenos. Su elevada afectación puede

estar asociada a la ausencia de un plan de vacunación, un oportuno diagnóstico y la adopción de medidas preventivas que estimulen la respuesta inmune de los animales y contribuyan al establecimiento y estabilidad de una microbiota intestinal adecuada.

REFERENCIAS

- Acquisition Services Directorate and Risk Management Agency.* (2015). Study on Swine Catastrophic Disease. Final Report for Acquisition Services Directorate and Risk Management Agency. *Agralytica.* 333. [Northhttps://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&act=8&ved=2ahUKEwjHh4Cvi8znAhVJuVkKHcA4CTMQFjABegQIARAB&url=https%3A%2F%2Flegacy.rma.usda.gov%2Fpubs%2F2015%2Fswinedisease.pdf&usg=AOvVaw0kg_R-fYjprvq5otjulOHa](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&act=8&ved=2ahUKEwjHh4Cvi8znAhVJuVkKHcA4CTMQFjABegQIARAB&url=https%3A%2F%2Flegacy.rma.usda.gov%2Fpubs%2F2015%2Fswinedisease.pdf&usg=AOvVaw0kg_R-fYjprvq5otjulOHa)
- Bai, X., Zhang, J., Ambikan, A., Jernberg, C., Ehricht, R., Scheutz, F., ... & Matussek, A. (2019). Molecular Characterization and Comparative Genomics of Clinical Hybrid shiga toxin-producing and enterotoxigenic *Escherichia coli* (stx_C/etx_C) strains in Sweden. *Scientific reports*, 9(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42122-z>
- Barba-Vidal, E., Buttow Roll, VF., Garcia Manzanilla, E., Torrente, C., Moreno Muñoz, JA., & Perez, JF. (2017) Blood parameters as biomarkers in a *Salmonella* spp. disease model of weaning piglets. *PLoS ONE*, 12(10), e0186781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186781>
- Barreto, G. (2007). *Escherichia coli*, últimos 122 años. *Rev. Prod. Anim.*, (NÚMERO ESPECIAL), 55-67.
- Barreto, G., Rodríguez, H., Bertot, A., Delgado, R. (2015). Microorganismos autóctonos multipropósitos (MAM) para el control y prevención de la colibacilosis neonatal porcina. *Rev. Prod. Anim.*, 27(2), 16-19.
- Barreto, G., Rodríguez, H., & Barreto, H. (2016a). Comportamiento *in vitro* de *Escherichia coli* enterotoxigénica ante concentraciones crecientes de cobre. *Rev. Prod. Anim.*, 28(1), 42-46. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202016000100007
- Barreto, G., Rodríguez, H., & Barreto, H. (2016b). Antibiorresistencia en *Escherichia coli* enterotoxigénica inducida *in vitro* con cobre. *Rev. Prod. Anim.*, 28(1), 34-38. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S222479202016000100006&script=sci_arttext&tlng=en
- Binh, DX., Nghiem, NM., & Giang, DTH. (2017). Prevalence and Virulence of *Salmonella* Bacteria Causing Salmonellosis in Post Weaning Pigs at Swine Farms in Bac Giang Province, Vietnam. *SOJ Vet Sci.*, 4(1), 1-12.

https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://pdfs.semanticscholar.org/f14a/2d5c7ba5f0068e29c6c69332414d4026fcf7.pdf&hl=es&sa=T&oi=gsb-gga&ct=res&cd=0&d=7209175076968068876&ei=tcRwXpLwFJOBmAHnu4GoBQ&scisig=AAGBfm16MH81KdmuztPYtFJQZzyvWN8zHQ

- Campal, A. (2009). Panel de anticuerpos monoclonales anti- fimbrias como herramienta para la detección de *Escherichia coli* enterotoxigénicas en porcinos. Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. CENSA. 31 de julio de 2009.
- Campos, J., Mourão, J., Peixe, L., & Antunes, P. (2019). Non-typhoidal *Salmonella* in the Pig Production Chain: A Comprehensive Analysis of Its Impact on Human Health. *Pathogens*, 8(1), 19. DOI:10.3390/pathogens8010019
- Dou, S., Gadonna-Widehem, P., Rome, V., Hamoudi, D., Rhazi, L., & Lakhal, L. (2017). Characterisation of Early-Life Fecal Microbiota in Susceptible and Healthy Pigs to Post-Weaning Diarrhoea. *PLoS ONE.*, 12(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169851>
- Gui-Yan, Y., Liang, G., Jin-Hui, S., Yao-Hong, Z., Lian-Guo, J., & Jiu-Feng. (2019). Frequency of Diarrheagenic Virulence Genes and Characteristics in *Escherichia coli* Isolates from Pigs with Diarrhea in China. *Microorganisms*, 7(9), 308. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7090308>
- Hernández, RI., Barreto, G., & Guevara, G. (1994). Serotipos de *Salmonella* presentes en Camagüey-Cuba durante el quinquenio 1987-91. *Rev. Prod. Anim.*, 8(2), 164-168. https://www.researchgate.net/publication/331997574_Serogrupos_de_Salmonella_en_alimentos_y_coprocultivos
- Kanengoni, AT, Thomas, R., Gelaw, AK., & Madoroba, E. (2017). Epidemiology and characterization of *Escherichia coli* outbreak on a pig farm in South Africa. *FEMS Microbiology Letters*, 364(3). <https://academic.oup.com/femsre/article-abstract/40/4/437/21-97819>
- Knetter, S. M., Bearson, S. M., Huang, T. H., Kurkiewicz, D., Schroyen, M., Nettleton, D., ... & Wannemuehler, M. J. (2015). *Salmonella* enterica serovar Typhimurium-infected pigs with different shedding levels exhibit distinct clinical, peripheral cytokine and transcriptomic immune response phenotypes. *Innate immunity*, 21(3), 227-241. <https://search.proquest.com/openview/8ed0503866d9e5844517d10a74780a85/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y#page=139>
- Lépine, AFP., Konstanti, P., Borewicz, K., Resink, JW., de Wit, NJ., & de Vos, P. (2019). Combined dietary supplementation of long chain inulin and *Lactobacillus acidophilus* W37 supports oral vaccination efficacy against *Salmonella typhimurium* in piglets. *Scientific Reports*, 9:18017, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54353-1>

- Luppi, A. (2017). Swine enteric colibacillosis: diagnosis, therapy and antimicrobial resistance. *Porcine Health Management.*, 3(16), 1-18. <https://porcinehealth-management.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40813-017-0063-4>
- Missotten, JA., Michiels, J., Degroote, J., & De Smet, S. (2015). Fermented liquid feed for pigs: an ancient technique for the future. *Journal of animal science and biotechnology*, 6(1), 4. <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/2049-1891-6-4>
- Mukhopadhyaya, A., O'Doherty, JV., & Sweeney, T. (2019). A combination of yeast beta-glucan and milk hydrolysate is a suitable alternative to zinc oxide in the race to alleviate post-weaning diarrhoea in piglets. *SCIenTIFIC REpORTS*, 9:616. DOI:10.1038/s41598-018-37004-9
- Polyorach, S., Wanapat, M., Pongchompu, O., Cherdthong, A., Gunun, P., Gunun, N., and S. Kang. (2018). Effect of fermentation using different microorganisms on nutritive values of fresh and dry cassava root. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 13:128-135. <https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=ajava.2018.128.135>
- Rodríguez, H., Barreto, G., Sedrés, M., Bertot, J., Martínez, S., Guevara, G. (2011a). Los alimentos de origen porcino: vehículos predominantes en las salmonelosis camagüeyanas. *Rev. Prod. Anim.*, 23(2), 109-112. <https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA466297628&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=02586010&p=AONE&sw=w>
- Rodríguez, H., Sedrés, M., Barreto, G., Guevara, G., Bertot, J., Martínez, S. (2011b). Serogrupos de *Salmonella* en alimentos y coprocultivos. *Rev. Prod. Anim.*, 23(2), 121-124. <https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA466297642&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=02586010&p=AONE&sw=w>
- Rodríguez, H., Barreto, G., Bertot, J., & Vázquez, R. (2013). Microorganismos eficientes como promotores del crecimiento en cerdos hasta el destete/efficient microorganisms as growth promoters in pigs to weaning. *Revista electrónica de Veterinaria*, 14(9). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090913.html>
- Rodríguez, H., Barreto, G., Lapinet, A., Vázquez, R., Montejo, I., & Contino, Y. (2020). Causas que afectan la producción en una unidad empresarial de base porcina camagüeyana, categorías implicadas. *Rev. Prod. Anim.*; (en edición).
- Ruiz, VLA., Bersano, JG., Carvalho, AF., Catroxo, MHB., Chiebao, DP., & Gregori, F. (2016). Case-control study of pathogens involved in piglet diarrhea. *BMC Research Notes*; 9:22. DOI 10.1186/s13104-015-1751-2

- Sedrés, M., Hernández, R.I., Barreto, G., & J. Mayo. (1993). Aislamiento y serotipaje de *Salmonella* spp. en productos cáarnicos procedentes de cerdos clínicamente sanos. *Rev. Prod. Anim.*, 7(3): 121-124.
- Shah, M. K., Aziz, S. A., Zakaria, Z., Lin, L. C., & Goni, M. D. (2018). A Review on pathogenic *Escherichia coli* in Malaysia *Adv. Anim. Vet. Sci.*, 6(2), 95-107.
- Vega-Cañizares, E., Pérez-Ruano, M., Armenteros-Amaya, M., Hernández-García, J. E., Rodríguez-Fernández, J. C., & Valdez-Paneca, G. (2018). Eficacia de un probiótico sobre *Escherichia coli* K88 en cerdos. *Revista de Salud Animal*, 40(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2018000100006
- Weber, N. R., Nielsen, J. P., Hjulsgaard, C. K., Jorsal, S. E., Haugegaard, S., Hansen, C. F., & Pedersen, K. S. (2017). Comparison of bacterial culture and qPCR testing of rectal and pen floor samples as diagnostic approaches to detect enterotoxigenic *Escherichia coli* in nursery pigs. *Preventive veterinary medicine*, 143, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.05.009>
- Zhang, B., Ku, X., Yu, X., Sun, Q., Wu, H., Chen, F., ... & He, Q. (2019). Prevalence and antimicrobial susceptibilities of bacterial pathogens in Chinese pig farms from 2013 to 2017. *Scientific reports*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45482-8>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: HRT, GBA, RVM, YJP; análisis e interpretación de los datos: GBA, HRT, RVM; redacción del artículo: GBA, HRT.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.