

Evaluation of vinasse as supplement in blood indicators in breeding sows

Evaluación de la vinaza como suplemento en indicadores sanguíneos de reproductoras porcinas

María C. González¹, Zoraya Rodríguez², Lorenza Hernández¹, R. Bocourt^{2†} and M. de J. Yero³

M. C. González: <https://orcid.org/0000-0002-1686-321X>

¹Universidad de las Tunas, Calle 28 No. 33, C.P. 177300

²Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

³Instituto de Investigaciones Porcinas, Carretera del Guatao, km 1, Punta Brava, La Lisa, La Habana, Cuba

Email: gonzalezborlet@gmail.com

In order to determine the effects of vinasse as a supplement during the last third of gestation and lactation in blood indicators of breeding sows, an experiment was carried out under production conditions, in the Unidad Empresarial de Base Porcino No.1, Jesús Menéndez municipality, in Las Tunas province. The vinasse used came from the “Antonio Guiteras Holmes” distillery, located in Las Tunas. An amount of 48 hybrid sows (Yorkshire/Landrace) were used, which had between four and five parturitions. They were distributed according to a completely randomized design in four treatments (12 animals per group). Control sows consumed industrial feed and three treatments supplemented with 2.4 %, 3.4 % and 4.6 % of vinasse, respectively. Each sow constituted an experimental unit. Hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hto) values of sows supplemented with vinasse were among the normal physiological parameters, with superior values that do not differ from each other, except in the 2.4% treatment, in which they did not differ from the control ($P < 0.0001$). In the final evaluation, the inclusion of 4.6% of vinasse showed the best results for both indicators ($P < 0.001$), with values of 12.82 g L^{-1} and 39.29 %, respectively. Leukocytes, neutrophils and lymphocytes proportionally increased to the level of the vinasse used. Total serum proteins increased with respect to control, regardless of vinasse level. It is concluded that the inclusion of up to 4.6 % of vinasse, as a supplement in the diet of breeding sows, during the last third of gestation and lactation, improves blood indicators and favors those associated with immunological activity.

Keywords: *sows, vinasse, hematology*

Several authors have studied feeding systems in breeding sows, ranging from traditional diets to the use of protein forages and sugar cane, without causing changes in blood cells of sows (Contino *et al.* 2008 and Sarria and Serrano 2008). However, it is known that currently pig production undergoes nutritional and environmental changes that cause stress in animals. This generates greater susceptibility to possible infections and negative effects that may occur in physiology and animal performance (Miranda *et al.* 2018).

Production of alcohol from sugar cane generates large amounts of vinasse, which becomes a pollutant of the environment when it is disposed (Santos *et al.* 2014). This residue, due to its physical-chemical characteristics, shows potentialities for use in animal feed (Scull *et al.* 2012), and as an additive for pigs

Para determinar los efectos de la vinaza como suplemento durante el último tercio de la gestación y la lactancia en indicadores hematológicos de las reproductoras porcinas, se desarrolló un experimento en condiciones de producción, en la Unidad Empresarial de Base Porcino No.1, del municipio “Jesús Menéndez”, en la provincia Las Tunas. La vinaza que se usó provenía de la destilería “Antonio Guiteras Holmes”, ubicada en Las Tunas. Se utilizaron 48 cerdas híbridas (Yorkshire/Landrace), que tenían entre cuatro y cinco partos. Se distribuyeron al azar, según diseño completamente aleatorizado en cuatro tratamientos (12 animales por grupo). Las cerdas del control consumieron pienso industrial y tres tratamientos suplementados con 2.4 %, 3.4 % y 4.6 % de vinaza, respectivamente. Cada cerda constituyó una unidad experimental. Los valores de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto) de las cerdas suplementadas con vinaza se encuentran entre los indicadores fisiológicos normales, con valores superiores que no difirieron entre sí, excepto en el tratamiento con 2.4 %, en el que no difirieron del control ($P < 0.0001$). En la evaluación final, la inclusión de 4.6 % de vinaza mostró los mejores resultados para ambos indicadores ($P < 0.001$), con valores de $12,82 \text{ g L}^{-1}$ y 39.29 %, respectivamente. Los leucocitos, neutrófilos y linfocitos se elevaron de manera proporcional al nivel de la vinaza utilizada. Las proteínas séricas totales se incrementaron con respecto al control, independientemente del nivel de vinaza. Se concluye que la inclusión de hasta 4.6 % de vinaza, como suplemento en la dieta de cerdas reproductoras, durante el último tercio de gestación y la lactancia, mejora los indicadores sanguíneos y favorece los indicadores asociados a la actividad inmunológica.

Palabras clave: *cerdas, vinaza, hematology*

Diversos son los autores que han estudiado los sistemas de alimentación en reproductoras porcinas, que comprenden desde dietas tradicionales hasta la utilización de forrajes proteicos y caña, sin que ocasionen modificaciones en las células sanguíneas de las cerdas (Contino *et al.* 2008 y Sarria y Serrano 2008). Sin embargo, es conocido que en la actualidad la producción porcina experimenta cambios nutricionales y ambientales que provocan estrés en los animales. Esto genera mayor susceptibilidad ante posibles infecciones y efectos negativos que puedan tener lugar en la fisiología y el comportamiento animal (Miranda *et al.* 2018).

La producción de alcohol a partir de la caña de azúcar genera grandes cantidades de vinaza, que al ser vertida se convierte en un contaminante del medio ambiente (Santos *et al.* 2014). Este residuo, por sus características físico-químicas, muestra potencialidades para su uso en

(Hidalgo *et al.* 2017).

Because of its composition, vinasse could also be used as a supplement (Hidalgo *et al.* 2009), since it has organic acids, yeasts, vitamins and minerals. Its use for the production of young animals decreased feeding costs and showed greater productive efficiency (Martínez *et al.* 2010). In addition, when used in animal feed, it increases resistance to stress and acts as a stimulant of the innate immune response (Rosentrater 2006). It is known that stress and bacterial infections are the cause of pathological processes that have an impact on blood conditions (Ayala *et al.* 2008) and affect the health of animals.

The objective of this study was to determine the effects of vinasse, used as a supplement, during the last third of gestation and lactation, on hematological indicators of sows in Las Tunas province.

Materials and Methods

The experimental study was carried out under production conditions, during the years 2012 and 2013, in the Unidad Empresarial de Base (UEB) Porcino No.1, of the Consejo Popular "Pueblo Viejo", in "Jesús Menéndez" municipality. This region is located north of Las Tunas province. It limits with the Atlantic to the north, borders Majibacoa municipality to the south, Holguín province to the east and Puerto Padre municipality to the west.

The vinasse used came from the "Antonio Guiteras Holmes" distillery, located in Puerto Padre municipality. This industry is located north of Las Tunas province. It borders the Atlantic to the north, and to the south with Majibacoa municipality. Jesús Menéndez municipality is located to the east, and Tunas and Manatí municipalities to the west.

Animals and experimental design. An amount of 48 hybrid breeding sows (Yorkshire x Landrace) during the last third of gestation and lactation were used. These were females that had between four and five parturitions. They were distributed at random, according to a completely randomized design in four treatments (12 animals per each). Control sows consumed industrial feed and three treatments supplemented with 2.4 %, 3.4 % and 4.6 % of vinasse, respectively. Each sow constituted an experimental unit.

Food, management and supplementation. All animals were subjected to equal management and feeding conditions. The food offered was industrial feed, from the Granma factory, which met the minimum requirements recommended by the NRC (1998) for the categories under study. Vinasse volume was calculated according to the total consumed dry matter to ensure the level proposed in the treatment.

Management of sows was carried out according to the Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina (IIP 2008). The facilities maintained the required sanitary conditions. Breeding sows were housed in

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 54, Number 1, 2020.

la alimentación animal (Scull *et al.* 2012) y como aditivo destinado a cerdos (Hidalgo *et al.* 2017).

Por su composición, la vinaza se podría utilizar también como suplemento (Hidalgo *et al.* 2009), ya que presenta ácidos orgánicos, levaduras, vitaminas y minerales. Su utilización para la producción de animales jóvenes disminuyó los costos de alimentación y mostró mayor eficiencia productiva (Martínez *et al.* 2010). Además, cuando se utiliza en la alimentación animal, incrementa la resistencia al estrés y actúa como estimulante de la respuesta inmune innata (Rosentrater 2006). Se sabe que el estrés y las infecciones bacterianas son la causa de procesos patológicos que repercuten en los cuadros hemáticos (Ayala *et al.* 2008) y afectan la salud del animal.

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de la vinaza, utilizada como suplemento, durante el último tercio de la gestación y la lactancia, en indicadores hematológicos de cerdas en la provincia Las Tunas.

Materiales y Métodos

El trabajo experimental se realizó en condiciones de producción, durante los años 2012 y 2013, en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Porcino No.1, del Consejo Popular "Pueblo Viejo", en el municipio "Jesús Menéndez". Esta región se encuentra ubicada al norte de la provincia Las Tunas. Tiene el Atlántico al norte, colinda con el municipio Majibacoa al sur y con la provincia de Holguín al este. El municipio de Puerto Padre se encuentra a su oeste.

La vinaza que se utilizó era procedente de la destilería "Antonio Guiteras Holmes", ubicada en el municipio Puerto Padre. Esta industria se encuentra al norte de la provincia Las Tunas. Limita con el Atlántico al norte, y al sur con el municipio Majibacoa. Al este tiene al municipio Jesús Menéndez, y a su oeste se encuentran los municipios Tunas y Manatí.

Animales utilizados y diseño experimental. Se emplearon 48 reproductoras híbridas (Yorkshire x Landrace) durante el último tercio de la gestación y la lactancia. Se trata de hembras que tenían entre cuatro y cinco partos. Se distribuyeron al azar, según diseño completamente aleatorizado en cuatro tratamientos (12 animales por cada uno). Las cerdas del control consumieron pienso industrial y tres tratamientos suplementados con 2.4 %, 3.4 % y 4.6% de vinaza, respectivamente. Cada cerda constituyó una unidad experimental.

Alimentación, manejo y suplementación. Todos los animales se sometieron a iguales condiciones de manejo y alimentación. La alimentación ofrecida fue pienso industrial, proveniente de la fábrica de Granma, que cumplía con los requerimientos mínimos recomendados por el NRC (1998) para las categorías en estudio. El volumen de vinaza se calculó según el total de materia seca consumido para que garantizar el nivel propuesto en el tratamiento.

El manejo de las cerdas se realizó según el Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina (IIP 2008). Las instalaciones mantuvieron las condiciones

individual cages. They had water at will, 24 hours a day, and photoperiod was controlled.

Experimental procedure. For blood sampling, animals were immobilized and 15 mL of blood was taken from the orbital sinus using a California type needle. From the sample, 10 mL were taken and deposited in test tubes without anticoagulant, according to the technique described by Banks (2000). Once the blood coagulated at room temperature, serum was separated by centrifugation. The remaining 5mL were deposited in a test tube with anticoagulant.

All determinations were performed in the laboratory of the Instituto de Medicina Veterinaria (IMV) of Las Tunas. Total serum proteins were determined by the methodology of Kred and Pedroso (1982). Hemoglobin was performed by the cyano-methemoglobin method, described by Carmona (2012) and the total white blood cell count, with the Neubauer chamber.

Hematocrit measuring was performed according to the method of Wintrobe (1971). The differential count of leukocytes on smears, stained by the Giemsa method, was also determined, according to Peralta (2018).

Statistical analysis. Data was processed using the statistical package Infostat, version 2.0 (Di Rienzo *et al.* 2012). Analysis of variance was performed, according to a completely randomized design. The differences between means were documented with the Duncan (1955) multiple range test.

Results and Discussion

During the experimental period, animals showed no clinical signs compatible with pathologies or clinical conditions that could influence the results of the metabolic profile. Table 1 shows the results of blood indicators, determined at the beginning and end of this study. All values are among the normal physiological parameters for the species and category, according to Kraft (1998), and coincide with those reported by Clark and Coofer (2008) for healthy sows (Hb 10-16g/L⁻¹ and Hto 30-45 %). This indicates that the inclusion of vinasse, during the last third of gestation and lactation, had no negative effect on the health of sows.

In the initial evaluation, Hb and Hto of sows supplemented with vinasse showed higher values, which did not differ from each other, except the treatment with 2.4 % inclusion, which showed values that did not differ from the control (P <0.001). In the final evaluation, the

sanitarias requeridas. Las cerdas se alojaron en jaulas individuales. Dispusieron de agua a voluntad, durante las 24 h del día. Se controló el fotoperíodo.

Procedimiento experimental. Para la toma de muestras para hematología, los animales se inmovilizaron y se les extrajo 15 mL de sangre del seno orbital mediante aguja tipo california. De la muestra, se tomaron 10 mL que se depositaron en tubos de ensayos sin anticoagulante, según la técnica descrita por Banks (2000). Una vez coagulada la sangre a temperatura ambiente, se separó el suero mediante centrifugación. Los 5mL restantes se depositaron en un tubo de ensayo con anticoagulante.

Todas las determinaciones se realizaron en el laboratorio del Instituto de Medicina Veterinaria (IMV) de Las Tunas. Las proteínas séricas totales se determinaron por la metodología de Kred y Pedroso (1982). La hemoglobina se realizó por el método de la ciano-metahemoglobina, descrito por Carmona (2012) y el conteo total de leucocitos, con la cámara de Neubauer.

La medición del hematocrito se realizó según el método de Wintrobe (1971). También se determinó el conteo diferencial de leucocitos sobre frotis, teñidos por el método de Giemsa, de acuerdo con lo referido por Peralta (2018).

Análisis estadístico. Los datos se procesaron mediante el paquete estadístico Infostat, versión 2,0 (Di Rienzo *et al.* 2012). Se realizó análisis de varianza, según diseño completamente aleatorizado. Las diferencias entre las medias se documentaron con la prueba de rangos múltiples de Duncan (1955).

Resultados y Discusión

Durante el período experimental, los animales no mostraron signos clínicos compatibles con patologías o condiciones clínicas que pudiesen influir en los resultados del perfil metabólico. La tabla 1 muestra los resultados de los indicadores sanguíneos, determinados al inicio y final de este estudio. Todos los valores se encuentran entre los parámetros fisiológicos normales para la especie y categoría según Kraft (1998) y coinciden con los informados por Clark y Coofer (2008) para cerdas sanas (Hb 10-16g/L⁻¹ y Hto 30-45 %). Esto indica que la inclusión de vinaza, durante el último tercio de la gestación y la lactancia, no tuvo efecto negativo en la salud de las cerdas.

En la evaluación inicial, la Hb y los Hto de las cerdas suplementadas con vinaza mostraron valores superiores, que no difirieron entre sí, excepto el tratamiento con 2.4 % de inclusión, que mostró valores que no difirieron del

Table 1. Values of blood indicators of sows with the inclusion of vinasse in the diet during lactation

Indicators	Normal values	Treatments				±SE and Sig
		Control	2.4%	3.4%	4.6%	
Hb, gL ⁻¹ (beginning)	9-17	12.17 ^a	12.20 ^{ab}	12.27 ^b	12.38 ^b	±0.08 P<0.001
(final)		12.79 ^a	12.79 ^a	12.80 ^a	12.82 ^b	±0.02 P<0.001
Hto,% (beginning)	32-50	37.14 ^a	37.17 ^{ab}	37.18 ^{bc}	37.21 ^c	±0.01 P=0.008
(final)		39.12 ^a	39.15 ^{ab}	39.18 ^b	39.29 ^c	±0.02 P<0.001

^{abcd}Different letters in the line indicate significant differences (P<0.05)

Hb: Hemoglobin, Hto: Hematocrit

inclusion of 4.6 % of vinasse showed the best results for both indicators ($P < 0.001$).

Hematological and biochemical parameters are not easily affected, although they are influenced by age, breed, season, as well as sex and nutritional and health status, along with stress (Douglas and Jane 2010). Increases in Hb and Hto values at the end of the experimental phase indicate that the use of this supplement in the diet, with 4.6 % of vinasse, improved the physiological conditions of sows. This result could suggest that a sow is better prepared for fetal Hb synthesis, which occurs at the end of gestation.

It is known that vitamin B12, folic acid and iron are stimulants of hematopoiesis. According to Flores *et al.* (2015) and Rodríguez (2017), vinasses, as residuals of the fermentation process, have high availability of these nutrients, especially minerals.

Notwithstanding the previous information, in this study, blood indicators showed lower values than those reported by Almaguel *et al.* (2012) for pigs fed with intermediate sugar cane molasses and cereal diet. This performance could be due to the fact that vinasse received a thermal treatment at 90-100 °C, at the end of the factory processing, which could inactivate part of the vitamins, and could negatively influence hematopoiesis.

Leukocytes and lymphocytes were proportionally elevated to the level of vinasse used (table 2). The results show greater immunological activity, associated with the action exerted by yeasts in the immune system (Cevallos *et al.* 2009).

control ($P < 0.001$). En la evaluación final, la inclusión de 4.6 % de vinaza mostró los mejores resultados para ambos indicadores ($P < 0.001$).

Los indicadores hematológicos y bioquímicos no se afectan con facilidad, aunque influyen en ellos la edad, raza, estación, así como el sexo y el estado nutricional y de salud, conjuntamente con el estrés (Douglas y Jane 2010). Los incrementos de los valores de Hb y Hto al final de la fase experimental indican que la utilización del suplemento en la dieta, con 4.6 % de vinaza, mejoró las condiciones fisiológicas de las cerdas. Este resultado podría sugerir que la cerda está mejor preparada para la síntesis de la Hb fetal, que se produce al final de la gestación.

Se conoce que la vitamina B12, el ácido fólico y el hierro son estimulantes de la hematopoyesis. Flores *et al.* (2015) y Rodríguez (2017), las vinazas, como residuales del proceso fermentativo, presentan elevada disponibilidad de estos nutrientes, sobre todo de los minerales.

No obstante a lo anterior, en este estudio, los indicadores sanguíneos mostraron valores inferiores a los informados por Almaguel *et al.* (2012) para cerdos alimentados con mieles intermedias de caña de azúcar y dieta de cereales. Este comportamiento se pudo deber a que la vinaza recibió tratamiento térmico a 90-100 °C, al final del procesamiento de la fábrica, lo que pudo inactivar parte de las vitaminas y pudo influir negativamente en la hematopoyesis.

Los leucocitos y linfocitos se elevaron de manera proporcional al nivel de vinaza empleada (tabla 2). Los resultados muestran mayor actividad inmunológica, asociada a la acción que ejercen las levaduras en el sistema

Table 2. Final leukogram of control sows, supplemented with growing levels of vinasse in the diet, during the last third of gestation and lactation

Indicators	Normal values	Control	Vinasse 2.4 %	Vinasse 3.4 %	Vinasse 4.6 %	±SE and Sig.
Leukocytes, %	9 ¹ -17	12.59 ^a	12.94 ^b	13.77 ^c	14.13 ^d	±0.01 P<0.001
Neutrophils, %	20-70	32.13 ^a	30.11 ^b	29.86 ^c	29.04 ^d	±0.02 P<0.001
Lymphocytes, %	35 - 75	55.45 ^a	55.97 ^a	57.81 ^b	59.69 ^c	±0.53 P<0.001
Total serum proteins, %	3 - 6	3.72 ^a	3.80 ^b	3.83 ^b	3.84 ^b	±0.02 P<0.001

^{abcd}Different letters in the same line indicate significant differences ($P < 0.05$)

Regarding the increase of neutrophils and lymphocytes, Almaguel *et al.* (2012) reported that, in pigs, this performance is due to the adaptation of the organism to the change of diet. Similar results were obtained by Miranda *et al.* (2018) in piglets supplemented with two microbial preparations during the first 42 d of age.

According to Church and Pond (1990), proteins should not exceed 6 %. In this experiment, they were increased with respect to control, regardless of vinasse level. Proteins include albumin, responsible for maintaining the osmotic balance, and globulins, which

inmunológico (Cevallos *et al.* 2009).

En relación con el incremento de los neutrófilos y linfocitos, Almaguel *et al.* (2012) informaron que en los cerdos este comportamiento se debe a la adaptación del organismo al cambio de dieta. Resultados similares obtuvieron Miranda *et al.* (2018) en lechones suplementados con dos preparados microbianos durante los primeros 42 d de edad.

Según Church y Pond (1990), las proteínas no deben sobrepasar 6 %. En este experimento, se incrementaron con respecto al control, independientemente del nivel de vinaza. Entre las proteínas se cuantifican las albúminas, encargadas

are synthesized in the endothelial reticulum system. The latter include gammas and immunoglobulins, which guarantee antibody production and influence on the modulation of innate and adaptive immune response (Milián 2009 and Ayala *et al.* 2012).

Although blood immunoglobulin concentrations were not determined, it can be inferred that, with the intake of the supplement, the immune system and health of sows were strengthened. González *et al.* (2019) determined that the inclusion of up to 4.6 % of vinasse, as a supplement in the diet of sows during the last third of gestation and lactation, improved the integrity of intestinal membranes, which showed greater height of villi and depth of crypts. These reforms of intestinal health favor the increase of digestive capacity. In addition, they make possible for an organ such as the spleen, associated to immune response, to show higher weight. All this favors the increase of available nutrients, capable of improving some biological functions of sows, thanks to the action of the supplement.

Conclusions

The inclusion of up to 4.6 % of vinasse, as a supplement in the diet of breeding sows, during the last third of gestation and lactation, improves blood indicators and favors those associated with immunological activity.

Acknowledgements

Thanks to technicians and researchers of the group of Applied Biostatistics, of the Institute of Animal Science, for their collaboration in the statistical processing of results.

de mantener el equilibrio osmótico, y las globulinas, que se sintetizan en el sistema retículo endotelial. Estas últimas incluyen a las gammas e inmunoglobulinas, que garantizan la producción de anticuerpos e influyen en la modulación de la respuesta inmune innata y adaptativa (Milián 2009 y Ayala *et al.* 2012).

Aunque no se determinaron las concentraciones de inmunoglobulinas en sangre, se puede inferir que con el consumo del suplemento se fortaleció el sistema inmune y la salud de las cerdas. González *et al.* (2019) determinaron que la inclusión de hasta 4.6% de vinaza, como suplemento en la dieta de cerdas durante el último tercio de gestación y la lactancia, mejoró la integridad de las membranas intestinales, que mostraron mayor altura de las vellosidades y profundidad de las criptas. Estas reformas en la salud intestinal propician el aumento de la capacidad digestiva. Además, hacen posible que un órgano como el bazo, asociado a la respuesta inmune, mostrara mayor peso. Todo esto favorece el aumento de nutrientes disponibles, capaces de mejorar algunas funciones biológicas de la cerda, gracias a la acción del suplemento.

Conclusiones

La inclusión de hasta 4.6 % de vinaza, como suplemento en la dieta de cerdas reproductoras, durante el último tercio de gestación y la lactancia, mejora los indicadores sanguíneos y favorece los asociados a la actividad inmunológica.

Agradecimientos

Se agradece a los técnicos e investigadores del grupo de Bioestadística Aplicada, del Instituto de Ciencia Animal, por su colaboración en el procesamiento estadístico de los resultados.

References

- Almaguel, González, R. E., Ly, J. & Cruz Martínez, E. 2012. "Índices bioquímicos en sangre de cerdos alimentados con mieles intermedias de caña de azúcar y una dieta de cereales". REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 13(6): 1–8, ISSN: 1695-7504.
- Ayala, L., Bocourt, R., Martínez, M., Castro, M. & Hernández, L. 2008. "Respuesta productiva, hematológica y morfométrica de un probiótico comercial en cerdos jóvenes". Cuban Journal of Agricultural Science, 42(2): 181-184, ISSN: 2079-3480.
- Ayala, L., Bocourt, R., Milián, G., Castro, M., Herrera, M., & Guzmán, J. 2012. "Evaluación de un probiótico basado en *Bacillus subtilis* y sus endosporas en la obtención de pulmones sanos de cerdos". Cuban Journal of Agricultural Science, 46(4): 391-394, ISSN: 2079-3480.
- Banks W. J. 1996. "Histología veterinaria aplicada". 2da Edición. Ed. El Manual Moderno México D.F., México, p. 11, ISBN: 9684266863.
- Carmona, E. E. 2012. "Valores de referencia del Laboratorio Clínico más empleados en Cuba. Año 2011". Gaceta Médica Espirituana, 13(2): 23, ISSN: 1608-8921.
- Cevallos, J.D., Villavecencio, M.A. & Giacometti, J.C. 2007. "Influencia de *Morinda citrifolia* en el perfil hematológico de *Sus scrofa*". Boletín Técnico, Serie Zoológica, 7(3): 62–71, ISSN: 1390-3004.
- Clark, S. G. & Coffey, N. 2008. "Normal hematology and hematologic disorders in potbellied pigs". Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice, 11(3): 569–582, ISSN: 1094-9194, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2008.03.003>.
- Contino, Y., Ojeda, F., Herrera, R., Altunaga, N., Pérez, G. & Moliner, J. L. 2008. "Comportamiento productivo de reproductoras porcinas alimentados con follaje fresco de *Morus alba*. I-Indicadores hematológicos y estructurales". REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 9(8): 1–14, ISSN: 1695-7504.
- Church, D. C. & Pond, W. E. 1990. "El aparato digestivo y la nutrición". En: Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales. 2da Ed. Editorial México: Noriega-Lemusa, México D.F., México, p.125, ISBN: 9681821734.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. 2012. InfoStat versión 2012.

- Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Available: <http://www.infostat.com.ar>.
- Weiss, D.J. & Wardrop, K.J. 2010. Schalm's Veterinary Hematology. 6th Ed. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Iowa, USA, 1206 p., ISBN: 978-0-8138-1798-9.
- Duncan, D. B. 1955. "Multiple Range and Multiple F Tests". Biometrics, 11(1): 1-42, ISSN: 0006341X, DOI: 10.2307/3001478.
- Flores L., Elías A. Proaño F. Granizo G. Medina Y. López S. & Herrera F. 2015. "Efecto de un preparado microbiano, un probiótico y un antibiótico comercial en el comportamiento productivo y en la salud de los cerdos en etapa posdestete". Cuban Journal of Agricultural Science, 49 (3): 357-365, ISSN: 2079-3480.
- González, M.C. 2019. "Efecto de la vinaza como suplemento en la alimentación de cerdas en el último tercio de la gestación y la lactancia". Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- Hidalgo, K., Bocourt, R., Mora, L. & Albelo, A. 2017. "Caracterización físico-química y microbiológica de la vinaza concentrada de destilería de alcohol". Cuban Journal of Agricultural Science, 51(4): 459-469, ISSN: 2079-3480.
- Hidalgo, K., Savón, L., Scull, I., Lezcano, P., García, R. & Rodríguez, B. 2009. "Vinasse in feed: Good for animal and environment". FeedTech, 13(5):18.
- Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP). 2008. Manual de procedimientos técnicos para la crianza porcina. 3ra Ed. Ed. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. 136 p.
- Kraft, H. 1998. "Hematología. Análisis químico clínico de sangre". In: Métodos de laboratorio clínico en medicina veterinaria de mamíferos domésticos. 1ra Ed. Ed. Acribia, S.A. España, 308 p., ISBN: 8420008451.
- Kredl, F. & Pedroso, Y.L. 1982. "Algunos métodos seleccionados de análisis bioquímicos en sangre, orina, plasma seminal y mucus cervical". La Habana: Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal. p 20
- Martínez, M., Castro, M., Savón, L., Ayala, L., Castañeda, J., Hernández, L. & Achan, J. 2010. "Effect of distiller's dried grain with solubles (DDGS) on the excretion of nutrient in growing pigs". Cuban Journal of Agricultural Science, 44(4): 379-381, ISSN: 2079-3480.
- Milián, G. 2009. "Obtención de cultivos de *Bacillus* spp y sus endosporas. Evaluación de su actividad probiótica en pollos (*Gallus gallus domesticus*)". PhD Thesis. Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- Miranda, J.E., Martín, A., Marrero, L.I. García, Y. & García-Díaz, J.R. 2018. "Evaluación de los cambios hematológicos en la sangre de lechones suplementados con dos preparados microbianos". Cuban Journal of Agricultural Science, 52(1):57-65, ISSN: 2079-3480.
- NRC. 1988. National Research Council. Nutrient Requirements of Swine. National Academy Press. Washington D.C. USA. 93 p.
- Peralta, D. 2018. "Efecto de un secuestrante de micotoxina sobre indicadores de salud y productivos en cerdos en crecimiento". PhD Thesis. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
- Rosentrater, K. A. 2006. "Understanding distillers grain storage, handling and flowability challenges". Distillers Grains Quarterly, 1(1): 18-21.
- Santos, S.C., Rosa, P.R.F., Sakamoto, I.K., Varesche, M.B.A. & Silva, E.L. 2014. "Hydrogen production from diluted and raw sugarcane vinasse under thermophilic anaerobic conditions". International Journal of Hydrogen Energy, 39(18): 9599-9610, ISSN: 0360-3199, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.04.104>.
- Sarria, P. & Serrano, C. 2010. "Valor nutricional para cerdos de la vinaza generada en la producción del alcohol carburante de caña de azúcar". Revista Computadorizada de Producción Porcina, 17(4): 310-315, ISSN: 1026-9053.
- Scull I., Savón L., Gutiérrez O., Valiño E., Orta I., Mora P.O., Orta H., Ramos Y., Mollineda A., Coto G. & Noda, A. 2012. "Physic-chemical composition of concentrated vinasse for their assessment in animal diets". Cuban Journal of Agricultural Science, 46(4): 385-389, ISSN: 2079-3480.
- Wintrobe, M.M. 1971. "Hematología clínica". 3ra Ed. Ed. Revolución. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 976 p.

Received: July 31, 2019

Accepted: October 22, 2019