

Effects of a microbial preparation, a probiotic and commercial antibiotic on the productive performance and pigs health in post-weaning period

Efectos de un preparado microbiano, un probiótico y un antibiótico comercial en el comportamiento productivo y en la salud de los cerdos en etapa posdestete

L. Flores¹, A. Elías², F. Proaño¹, G. Granizo¹, Yolaine Medina², Sandra López¹, F. Herrera² and W. Caicedo³

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Panamericana Sur km. 1 1/2, Riobamba, Ecuador

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

³Universidad Estatal Amazónica, Km 2 ½ Vía a Napo, Pastaza, Ecuador

Email: luisgerardofloresmancheno@yahoo.es

To measure the influence of a Stafac (Virginiamycin at 2%, 1 kg.t⁻¹) commercial antibiotic, a ML 100 E (1kg.t⁻¹) commercial probiotic and a (15 mL.kg LW⁻¹) microbial preparation in the productive performance and health of post weaning pigs, an experiment by a complete randomized design, with three treatments and four repetitions was conducted. A total of 120 barrow pigs were used, from Landrace x Large White cross, with Belga x Pietrain sire at finishing stage, of 28d of age, 6.85 kg average weight and ± 0.25 kg. In pigs feed concentrates to those that the microbial preparation was added, the higher final weight and the best gain of total weight and daily (P < 0.05): 25.85 kg, 18.97 kg and 440.75 g was determined, respectively. The most efficient values, as feed conversion, protein and energy, were obtained in the treatment to which the microbial preparation 1.66 kg DM.kg LW⁻¹, 347.35 g.kg LW⁻¹ of CP and 22.71 MJ.kg LW⁻¹ was added, respectively. The less digestive problems presence (number of diarrhea) was registered in the group of animals fed with concentrate plus microbial preparation, with incidence of 13. With the addition of the microbial preparation, at 15 mL.kg LW⁻¹, it can improve the concentrates nutritional quality and obtain better productive and health parameters in post-weaning pigs, without using antibiotics.

Key words: *microbial preparation, commercial antibiotic, post-weaning pigs, whey*

Introduction

The antibiotics or antimicrobial have played an important function in the growth and development of the pork industry for more than 50 years. Its effectiveness, in terms of influencing in the growth rate increases, when improving food use and reduces mortality result of clinic illnesses, is well documented (Cromwell 2002). However, worries related with the bacterial strains development increase at present time, potentially resistant to antibiotics, that are related to the genes that influences in human health (Heo *et al.* 2012). Recently the current politicians about the use of antimicrobials in European Union and its effect on animal production have been checked. State and federal proposals have also been formulated, guided to restrict or drastically reduce the antimicrobials used as feed additives

Para medir la influencia de un antibiótico comercial Stafac (Virginiamicina al 2 %, 1 kg.t⁻¹), un probiótico comercial ML 100 E (1kg.t⁻¹) y un preparado microbiano (15 mL.kg PV⁻¹) en el comportamiento productivo y en la salud de cerdos postdestete, se condujo un experimento mediante diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Se utilizaron 120 cerdos castrados, del cruce Landrace x Large White, con padre finalizador Blanco Belga x Pietrain, de 28 d de edad, 6.85 kg de peso promedio y ± 0.25 kg. En los cerdos alimentados con concentrados a los que se agregó el preparado microbiano, se determinó el mayor peso final y la mejor ganancia de peso total y diaria (P < 0.05): 25.85 kg, 18.97 kg y 440.75 g, respectivamente. Los valores más eficientes, en cuanto a conversión alimentaria, proteína y energía, se obtuvieron en el tratamiento al que se adicionó el preparado microbiano: 1.66 kg MS.kg PV⁻¹, 347.35 g.kg PV⁻¹ de PB y 22.71 MJ.kg PV⁻¹, respectivamente. La menor presencia de problemas digestivos (número de diarreas) se registró en el grupo de animales alimentados con concentrado más preparado microbiano, con incidencia de 13. Con la adición del preparado microbiano, a razón de 15 mL.kg PV⁻¹, se puede mejorar la calidad nutricional de los concentrados y obtener mejores indicadores productivos y de salud en cerdos en posdestete, sin utilizar antibióticos.

Palabras clave: *preparado microbiano, antibiótico comercial, cerdos posdestete, suero de leche*

Introducción

Los antibióticos o antimicrobianos han desempeñado una función importante en el crecimiento y desarrollo de la industria porcina desde hace más de 50 años. Su eficacia, en cuanto a que inciden en el aumento de la tasa de crecimiento, al mejorar la utilización del alimento y reducir la mortalidad producto de enfermedades clínicas, está bien documentada (Cromwell 2002). Sin embargo, en la actualidad aumentan las preocupaciones relacionadas con el desarrollo de cepas bacterianas, potencialmente resistentes a los antibióticos, que están asociadas a los genes que influyen en la salud humana (Heo *et al.* 2012). Recientemente se han revisado las políticas actuales acerca del uso de antimicrobianos en la Unión Europea y su efecto en la producción animal. También se han formulado

in United States (Clark *et al.* 2012).

The probiotics has consolidated as one of the natural alternatives to the use of antibiotics promoters of growth in animals, because they do not produce collateral effects and produce better digestibility, gain in weight and higher index of alimentary conversion (Gutiérrez *et al.* 2013). Probiotics, as live microbial additives, provides benefits to the animal health, because they improve their microbial intestinal balance. Its application in the feeding of weaning sucking piglets has allowed improving the zootechnical parameters alimentary conversion, final liveweight gain and immune response (Jurado *et al.* 2013). Vitafert has been developed in Cuba and applied on feeding different animal species and categories (Elías y Herrera 2008)

In Ecuador, there have been used microbial preparation with excellent probiotic activity, based on whey, sugar cane juice and pigs feces as bio-accelerated. These, being rich products in organic and lactic acids and yeasts, improved the bio-preparation quality (Díaz 2011).

The objectives of this research were characterize chemical and microbiological, the microbial preparation, to compare the nutrients content of experimental diets and to evaluate the productive performance and health during the post-weaning period.

Materials and Methods

Experiment location. The experiment was developed in the Biotechnology and Animal Nutrition laboratories and in the Academic Pork Unit, belonging to Cattle Sciences Faculty (CSF) of the Chimborazo Higher Polytechnic School, in Ecuador (CHHPS).

Experimental period 1. Preparation and characterization of the microbial preparation. This period lasted nine days. In plastic tanks, of 220 L capacity, fresh whey, molasses, urea, mineral salt and water were mixed, according to Diaz (2013) recommendations (table 1).

The whey was taken from the CSF industrial dairy, CHHPS. The molasses contained 85 Brix degrees. The urea contained 46% of nitrogen. The mineral salt was composed by 9% of calcium and 10% of phosphorous. Both were obtain in commercial way. The human consumption water was used and it was two hours rest before its use.

propuestas estatales y federales, encaminadas a restringir o reducir drásticamente los antimicrobianos usados como aditivos para piensos en Estados Unidos (Clark *et al.* 2012).

Los probióticos se han consolidado como una de las alternativas naturales al uso de los antibióticos promotores de crecimiento en animales, pues no generan efectos colaterales y producen mejor digestibilidad, ganancia en peso y mayor índice de conversión alimentaria (Gutiérrez *et al.* 2013). Los probióticos, como aditivos microbianos vivos, aportan beneficios a la salud del animal, pues mejoran su equilibrio microbiano intestinal. Su aplicación en la alimentación de los lechones de destete ha permitido mejorar los parámetros zootécnicos conversión alimentaria, ganancia de peso vivo final y respuesta inmune (Jurado *et al.* 2013). En Cuba se ha desarrollado y puesto en práctica en la alimentación de diferentes especies y categorías de animales denominado Vitafert (Elías y Herrera 2008).

En Ecuador, se han utilizado preparados microbianos con excelente actividad probiótica, basados en suero de leche, guarapo y heces de cerdos como bioacelerantes. Estos, al ser productos ricos en ácidos orgánicos, lácticos y levaduras, mejoraron la calidad de los biopreparados (Díaz 2011).

Los objetivos de esta investigación fueron caracterizar, química y microbiológicamente, el preparado microbiano, comparar el contenido de nutrientes de las dietas experimentales y evaluar el comportamiento productivo y la salud durante el período posdestete.

Materiales y Métodos

Localización del experimento. El experimento se desarrolló en los laboratorios de Biotecnología y Nutrición Animal y en la Unidad Académica Porcina, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, en Ecuador (ESPOCH).

Etapas experimentales 1. Elaboración y caracterización del preparado microbiano. Esta etapa abarcó nueve días. En tanques plásticos, con capacidad para 220 L, se mezcló suero fresco de leche, melaza, urea, sal mineral y agua, según recomendaciones de Díaz (2013) (tabla 1).

El suero de leche se tomó de la quesería industrial de la FCP, ESPOCH. La melaza contenía 85 grados Brix. La urea contenía 46 % de nitrógeno. La sal mineral estaba compuesta por 9 % de calcio y 10 % de fósforo. Ambas se adquirieron de forma comercial. El agua que

Table 1. Raw matters for the microbial preparation production

Ingredients	%
Fresh whey	33
Molasses	20
Urea	1
Mineral salt	1
Water	45

Díaz (2011)

The mixture components were homogenized and were stayed with hermetic cover during 96h, at room temperature. For the product characterization, five samples were taken (200 mL). There were determined pH (WPA portable potentiometer); organic acids content, according to the technique propose by Erwin *et al.* (1961) and microorganisms recount: lactic bacteria, fungi and yeasts, according with Merck (2005) procedure.

For the microbial preparation, the statistic descriptive was used; the Infostat (2012) program was specifically applied.

Experimental period 2. Comparison of diets nutrients content. This period lasted 30 d. A concentrate in which was considered as basic diet (table 2) the one that maintain the same raw matter for the post-weaning period was formulated, due to the animals nutritional requirements, according NRC (1998). Table 3 shows the nutritional contribution of the diet

To estimate the nutritional influence that may cause the addition of the microbial preparation made by Diaz (2013), regarding the addition of an antibiotic cited by Cromwell (2001) and a probiotic referred by Allen *et al.* (2013), laboratory analysis were carried out for three treatments:

se utilizó fue la de consumo humano y se mantuvo dos horas en reposo antes de su utilización.

Los componentes de la mezcla se homogenizaron y se mantuvieron con tapa hermética durante 96 h, a temperatura ambiente. Para la caracterización del producto, se tomaron cinco muestras (200 mL). Se les determinó pH (potenciómetro portátil marca WPA); contenido de ácidos orgánicos, según la técnica propuesta por Erwin *et al.* (1961) y recuento de microorganismos: bacterias lácticas, hongos y levaduras, de acuerdo con el procedimiento de Merck (2005).

Para la caracterización del preparado microbiano, se utilizó la estadística descriptiva, específicamente se aplicó el programa Infostat (2012).

Etapas experimental 2. Comparación del contenido de nutrientes de las dietas. Esta etapa tuvo una duración de 30 d. Se formuló un concentrado en el que se consideró como dieta base (tabla 2) la que mantuvo las mismas materias primas para la etapa posdestete, debido a los requerimientos nutricionales de los animales, según NRC (1998). La tabla 3 muestra los aportes nutricionales de la dieta.

Para estimar la influencia nutricional que podría provocar la adición del preparado microbiano elaborado por Díaz (2013), con respecto a la adición de un

Table 2. Raw matters used in the concentrate

Ingredients	%
National maize	35.00
National fines	5.00
Wheat bran	9.81
Soybean meal	35.15
Fish meal	2.00
LD Methionine	0.38
L Lysine	0.38
Palm kernel	5.00
Molasses	2.00
Palm oil	2.88
Calcium carbonate	0.50
Dicalcium phosphate	1.10
Sodium chloride	0.50
Pecutrin® ¹	0.30

¹Mineral and vitamin pre-mixture of commercial use (Ecuaquímica 2000)

Table 3. Nutritional contribution of the diet on dry base (DB)

Nutrient	Contribution
CP,%	20.9
Lysine,%	1.20
Methionine,%	0.62
Tryptophan,%	0.22
Calcium,%	0.72
Phosphorus,%	0.72
Ether extract,%	3.79
Fiber,%	8.21
Metabolizable energy, MJ.kg ⁻¹	13.67

1- Concentrate + commercial antibiotic (Stafac is the trademark for Virginiamicina)

2- Concentrate + commercial probiotic (ML100 E). The commercial probiotic (More Yeast 100 E) is a combination of yeast culture with live cells of *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus subtilis* and digestive enzymes (proteases, lipases, amylases and cellulases).

3- Basic concentrate + microbial preparation (15 mL.kg LW⁻¹)

All treatments were subjected to proximal analysis, according to AOAC (2005). The *in vitro* digestibility of crude protein was determined by pancreatine pepsin technique (Dierick *et al.* 1985) and true protein, according to Bernstein (1983). For the comparison of the nutrients content of experimental diets, means of each treatments were used, after analyzing the five samples.

Experimental period 3. Evaluation of productive indexes in fattening pigs. The initial weight, final weight, total weight gain, daily weight gain, dry matter conversion, protein conversion and energy conversion were evaluated, according to the treatments conception of the second stage.

Experimental procedure. A total of 120 barrows pigs were used, Landrace-Large White x Belga-Pietrain cross, of 28d of age, with 6.85 kg ± 0.25 kg. Each experimental unit was composed of 10 pigs, housed in 2 x 2.25 m collective pens, with density of a pig for 0.45 m². The animals received three experimental treatments. The food was offered every 24h during the morning 8:00 a.m. The water was *ad libitum* in nipple waterers.

Statistical analysis. For productive performance the co- variable analysis in the variables final weight, total weight gain, daily weight gain, dry matter conversion, protein conversion and energy conversion was carried out. The initial weight was took as concomitant variable, which not influence in the mentioned variables, that is why variance analysis according to totally randomized design was carried out, according InfoStat (2012), with three treatments and four repetitions per treatment. Duncan (1955) test for (P < 0.05) was applied when it was necessary.

The theoretical suppositions of the variance analysis for number of diarrheas variable were analyzed. Shapiro and Wilk (1965) test for errors normality was used. The Levene (1960) test for the homogeneity variance that fulfill this suppositions was applied, which was not necessary to carry out its transformation (\sqrt{x}) by the statistical Software StatSoft, Inc. (2003). Later on, variance analysis was made, according to initially foreseen design.

Results and Discussion

The microbial preparation had 3.8 of pH, after 96 h of fermentation. The lactic acid content was of

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 49, Number 3, 2015
antibiótico citado por Cromwell (2001) y un probiótico referido por Allen *et al.* (2013), se realizaron análisis de laboratorio para tres tratamientos:

1- Concentrado + antibiótico comercial (Stafac es la marca registrada para la Virginiamicina)

2- Concentrado + probiótico comercial (ML 100 E). El probiótico comercial (More Yeast 100 E) es una combinación de cultivos de levadura con células vivas de *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus subtilis* y enzimas digestivas (proteasas, lipasas, amilasas y celulasas).

3- Concentrado base + preparado microbiano (15 mL.kg PV⁻¹)

Todos los tratamientos se sometieron a análisis proximal, según AOAC (2005). La digestibilidad *in vitro* de la proteína cruda se determinó mediante la técnica pepsina pancreatina (Dierick *et al.* 1985) y la proteína verdadera, según Bernstein (1983). Para la comparación del contenido de nutrientes de las dietas experimentales, se utilizaron las medias de cada uno de los tratamientos, luego del análisis de las cinco muestras.

Etapas experimental 3. Evaluación de índices productivos en cerdos de ceba. Se evaluó el peso inicial, peso final, ganancia de peso total, ganancia de peso diaria, conversión de materia seca, conversión de proteína y conversión de energía, según la concepción de los tratamientos de la segunda etapa.

Procedimiento experimental. Se utilizaron 120 cerdos castrados, cruce Landrace-Large White x Belga-Pietrain, de 28 d de edad, con 6.85 kg ± 0.25 kg. Cada unidad experimental se compuso de 10 cerdos, alojados en corrales colectivos de 2 x 2.25 m, con densidad de un cerdo por 0.45 m². Los animales recibieron tres tratamientos experimentales. El alimento se ofreció cada 24 h durante la mañana 8:00 a.m. El agua se ofreció *ad libitum* en bebederos tipo tetina.

Análisis estadístico. Para el comportamiento productivo se realizó análisis de covariable en las variables peso final, ganancia de peso total, ganancia de peso diaria, conversión de materia seca, conversión de proteína y conversión de energía. Se tomó como variable concomitante el peso inicial, que no influyó en las variables citadas, por lo que se realizó análisis de varianza según diseño completamente aleatorizado, según InfoStat (2012), con tres tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Se aplicó la dócima de Duncan (1955) para (P < 0.05) cuando fue necesario.

Se analizaron los supuestos teóricos del análisis de varianza para la variable número de diarreas. Se utilizó la dócima de Shapiro y Wilk (1965) para la normalidad de los errores. La dócima de Levene (1960) se aplicó para la homogeneidad de varianza que cumplió con dichos supuestos, por lo que no fue necesario realizar su transformación (\sqrt{x}) mediante el Software estadístico StatSoft, Inc. (2003). Posteriormente, se hizo análisis de varianza, según diseño inicialmente previsto.

Resultados y Discusión

El preparado microbiano tuvo pH de 3.8, luego de

0.122 mg.mL⁻¹, that of propionic 0.00367 mg.mL⁻¹ and that of butyric 0.00037 mg.mL⁻¹. The titratable acidity as lactic acid was of 3.26 %. The dry matter content, total nitrogen, protein and ammoniac, was of 21.23, 1.383, 0.953 and 10.184 %, respectively. That of CP, 8.64 %.

There was total absence of totals salmonellas and coliforms. The molds and yeasts content was in 384 x 10³ ufc.mL⁻¹, 8.9 Brix degrees, and that of acid lactic bacteria 43.12 x 10³ ufc.mL⁻¹.

When comparing the microbial preparation with a biological lactic bacteria (mixed culture of *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus termophilus*), developed on a substrate that was elaborated by means of the homogenization of a mixture composed by final molasses, dry torula yeast and water, certain similarity was found. The bacteria concentration in the final product was between 10⁸ and 10⁹ ufc.mL⁻¹ (Rodríguez *et al.* 2009).

The results of comparing the nutritious value of the experimental diets are showed in table 4. The humidity higher value was obtained with the inclusion of the microbial preparation. The commercial antibiotic showed higher DM content (P < 0.05). In relation to other treatments, the lower DM content was obtained by the microbial preparation addition, possibly due to the DM content of this latter, that was lower (21.23 %). Added to this, mainly, the hydrolytic activity of lactic acid bacteria and yeasts with CO₂ and H₂O production, as there were informed in other foods Asku *et al.* (2004), Nkosi (2009) and Weinberg *et al.* (2009).

The higher values in the ash content were obtained with the microbial preparation, followed by the commercial antibiotic and probiotic. The reduction in NFE was directly related with the dispersion effect produced by the crude protein increase (CP) (table 4). Likewise, true protein reached its higher value with the microbial preparation, in which, join to the aforementioned hydrolytic effect, was could produce the

96 h de fermentación. El contenido de ácido láctico fue de 0.122 mg.mL⁻¹, el de propionico 0.00367 mg.mL⁻¹ y el de butírico 0.00037 mg.mL⁻¹. La acidez titulable como ácido láctico fue de 3.26 %. El contenido de materia seca, nitrógeno total, proteico y amoniacal, fue de 21.23, 1.383, 0.953 y 10.184 %, respectivamente. El de PB, de 8.64 %.

Hubo ausencia total de salmonelas y coliformes totales. El contenido de mohos y levaduras estuvo en 384 x 10³ ufc.mL⁻¹, grados Brix 8.9, y el de bacterias ácido lácticas 43.12 x 10³ ufc.mL⁻¹.

Al comparar el preparado microbiano con uno biológico de bacterias lácticas (cultivo mixto de *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus termophilus*), desarrollado en un substrato que se elaboró mediante la homogenización de una mezcla compuesta por miel final, levadura torula seca y agua, se encontró cierta similitud. La concentración de bacterias en el producto final estuvo entre 10⁸ y 10⁹ ufc.mL⁻¹ (Rodríguez *et al.* 2009).

En la tabla 4 se muestran los resultados de la comparación del valor nutritivo de las dietas experimentales. El mayor valor de humedad se obtuvo con la inclusión del preparado microbiano. El antibiótico comercial presentó mayor contenido (P < 0.05) de MS. En relación con otros tratamientos, el menor contenido de MS se obtuvo por la adición del preparado microbiano, debido posiblemente al contenido de MS de este último, que fue bastante bajo (21.23 %). A ello se une, fundamentalmente, la actividad hidrolítica de las bacterias ácido lácticas y levaduras con producción de CO₂ y H₂O, según informaron en otros alimentos Asku *et al.* (2004), Nkosi (2009) y Weinberg *et al.* (2009).

Los mayores valores en el contenido de cenizas se obtuvieron con el preparado microbiano, seguido del antibiótico comercial y el probiótico comercial. La reducción en ELN estuvo relacionada directamente con el efecto de dispersión producido por el aumento en proteína bruta (PB) (tabla 4). Asimismo, la proteína verdadera alcanzó su valor más alto con el preparado microbiano, en el cual, unido al efecto hidrolítico antes mencionado, se pudo producir la síntesis de proteína,

Table 4. Comparison of nutritious values of experimental diets according to treatments.

Indicators	Treatments		
	Commercial antibiotic	Commercial probiotic	Microbial preparation
Humidity,%	10.89	11.83	25.15
Dry matter,%	89.11	88.17	74.85
Ashes,%	9.02	8.42	9.44
Protein,%	24.09	25.13	28.73
Fat,%	6.31	6.29	6.03
Fiber,%	6.84	6.26	6.31
NFE, %	53.74	53.90	49.49
True protein,%	23.00	24.12	26.70
CP digestibility, %	76.13	80.27	81.87

protein synthesis, due to the microbial growth. To this respect, Elías *et al.* (1990) showed that the efficiency for the true protein synthesis in the soluble carbohydrates conversion (contents in the NFE) was of 0.6 units.

The concentrate plus commercial antibiotic, followed by the commercial probiotic and microbial preparation, was the one with higher fat content. As for the crude fiber content, the highest percent corresponded to the commercial antibiotic, followed by the microbial preparation and the commercial probiotic.

Regarding the variation obtained in the CP digestibility, table 4 shows that the most efficient value was for the concentrate plus the microbial preparation, followed by the concentrate plus the probiotic and the commercial antibiotic. The digestibility of the concentrate plus the microbial preparation increased in 1.6 regarding the concentrate plus probiotic and in 5.74 percentiles in relation to the commercial antibiotic. This reflects the enzymatic activity of the microbial preparation, according to that informed by Díaz (2013).

Productive performance. The results obtained during the experiment regarding the final weight are showed in table 5. It was verified that there were significant differences ($P < 0.05$) between the microbial preparation and the remaining treatments. The treatment with the inclusion of microbial preparation produced weight difference of 3.38 kg of LW regarding the probiotic group, and 3.36 kg in relation to the concentrate plus commercial antibiotic.

Regarding the total weight gain and the daily weight gain, significant differences ($P < 0.05$) occurred during the experimental period (28-70 d)

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 49, Number 3, 2015 debido al crecimiento microbiano. Al respecto, Elías *et al.* (1990) demostraron que la eficiencia para la síntesis de proteína verdadera en la conversión de carbohidratos solubles (contenidos en el ELN) fue de 0.6 unidades.

El concentrado más antibiótico comercial, seguido del probiótico comercial y del preparado microbiano, fue el que tuvo mayor contenido de grasa. En cuanto al contenido de fibra bruta, el por ciento más alto correspondió al antibiótico comercial, seguido del preparado microbiano y del probiótico comercial.

Con respecto a la variación en la digestibilidad de la PB obtenida, la tabla 4 muestra que el valor más eficiente fue para el concentrado más el preparado microbiano, seguido del concentrado más el probiótico y el antibiótico comercial. La digestibilidad del concentrado más el preparado microbiano aumentó en 1.6 con respecto al concentrado más probiótico y en 5.74 percentiles con relación al antibiótico comercial. Esto refleja la actividad enzimática del preparado microbiano, según lo informado por Díaz (2013).

Comportamiento productivo. En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos durante el experimento con respecto al peso final. Se constató que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el preparado microbiano y los tratamientos restantes. El tratamiento de inclusión de preparado microbiano produjo diferencia de peso de 3.38 kg de PV con respecto al grupo del probiótico, y de 3.36 kg con relación al concentrado más antibiótico comercial.

En lo que se refiere a la ganancia de peso total y a la ganancia de peso diaria, se produjeron diferencias

Table 5. Productive performance of Landrace x Large White pigs with sires at finishing stage Blanco Belga x Pietrain when comparing an antibiotic, commercial probiotic with microbial preparation 15mL.kg LW⁻¹

Indicators	Treatments			SE (±) and Signif.
	Commercial antibiotic	Commercial probiotic	Microbial preparation	
Initial weight, kg	6.86	6.87	6.88	0.03 P = 0.8862
Final weight, kg	22.49 ^a	22.46 ^a	25.85 ^b	0.15 P < 0.0001
Total weight gain, kg	15.64 ^a	15.59 ^a	18.97 ^b	0.15 P < 0.0001
Daily weight gain, g	363.5 ^a	362.75 ^a	440.75 ^b	6.96 P < 0.0001
Dry matter intake, kg.d ⁻¹	0.69	0.68	0.73	
Protein intake, g.d ⁻¹	166.22	170.08	209.72	
Energy intake, MJ.d ⁻¹	13.80	14.7	14.99	
DM conversion, kg.kg LW ⁻¹	1.90 ^b	1.89 ^b	1.66 ^a	0.01 P < 0.0001
CP conversion, g.kg LW ⁻¹	397.23 ^b	394.00 ^b	347.35 ^a	3.70 P < 0.0001
Energy conversion, MJ.kg LW ⁻¹	25.98 ^b	25.77 ^b	22.71 ^a	57.8204 P < 0.0001

^{ab}Values with non common letters in the same line differ at $P < 0.05$ (Duncan 1955)

between the microbial preparation treatment and that of antibiotic and probiotic, without existing divergences between these last two, with daily LW gain above 77.25 and 78 g.

In the variables daily dry matter intake, daily protein intake and daily energy intake, it was not carried out statistical analysis because there was not intra-treatments variability. Only the each treatment means were presented. The higher dry matter, protein and energy intake was for the microbial preparation. In table 5 is highlight that the best dry matter, protein and energy conversion was achieved with the microbial preparation addition. There were significant differences ($P < 0.05$) in relation to the commercial probiotic and antibiotic.

The obtained results in the experimental period agree with researches carried out by other authors, when increasing the daily mean gain (DMG) with the use of bacterial culture and yeasts (Prieto *et al.* 2014). In pigs, the sea *B. pumillus* strain is a fiable probiotic to be use in weaned pigs and shows its potential for its application as alternative in feeding, specifically to replace antibiotics. Tabasum *et al.* (2014) indicated that the supplementation of the diet with probiotics based on *Lactobacillus* possibility affects in weight gain and food intake, while the conversion index improved by probiotics based on *Bacillus*. Suo *et al.* (2012) determined better values for daily weight gain and alimentary conversion by *Lactobacillus plantarum* ZJ316 effect.

The number of diarrheas in the 43 d of study is showed in table 6. Significant differences between treatments were showed. The lower number of diarrhea corresponded to the treatment which the microbial

significativas ($P < 0.05$) durante el período experimental (28-70 d) entre el tratamiento del preparado microbiano y el de antibiótico y probiótico, sin existir divergencias entre estos dos últimos, con ganancia diaria de PV por encima de 77.25 y 78 g.

En las variables consumo diario de materia seca, consumo diario de proteína y consumo diario de energía, no se realizó análisis estadístico porque no hubo variabilidad intratratamientos. Solo se presentaron las medias de cada tratamiento. El mayor consumo de materia seca, proteína y energía fue para el preparado microbiano. En la tabla 5 se destaca que la mejor conversión de materia seca, proteína y energía se logró con la adición del preparado microbiano. Existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) con relación al probiótico y antibiótico comercial.

Los resultados obtenidos en el período experimental concuerdan con investigaciones realizadas por otros autores, al incrementar las ganancias medias diarias (GMD) con la utilización de cultivos bacterianos y levaduras (Prieto *et al.* 2014). En cerdos, la cepa de *B. pumillus* marina es un probiótico seguro para su uso en cerdos destetados y muestra su potencial para su aplicación como alternativa en la alimentación, específicamente para reemplazar los antibióticos. Tabasum *et al.* (2014) indicaron que la suplementación de la dieta con probióticos basados en *Lactobacillus* incide positivamente en la ganancia de peso y el consumo de alimento, mientras que el índice de conversión mejoró por probióticos basados en *Bacillus*. Suo *et al.* (2012) determinaron mejores valores para ganancia diaria de peso y conversión alimentaria por efecto de *Lactobacillus plantarum* ZJ316.

En la tabla 6 se muestra el número de diarreas en los 43 d de estudio. Se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El número más bajo de diarreas

Table 6. Diarrheas performance per treatment

Indicators	Treatments			SE (\pm) and Signif.
	Commercial antibiotic	Commercial probiotic	Microbial preparation	
Number of diarrheas	30.75 ^c	23.00 ^b	13.00 ^a	1.70 P = 0.0002

^{a,b,c} Different letters indicate significance differences for ($P < 0.05$)

preparation was added.

For the number of deaths indicator, a variance analysis could not carried out, since there was not intra-treatments variability. In the treatments in those that there was a great number of diarrhea deaths were caused. The results of this research coincide with the informed by Alonso and Cacique (2002), whose explained that enteric illnesses decrease the daily weight gain and the alimentary conversion, they increase the mortality, wastes number and animals with lower weights to the average. Also, they do not favor the increase in weight. Vrotniakienė and Jatkauskas (2013) stated that the animals treated with probiotics were able to defend against *E.coli* and diarrheas. Also, they produced higher

correspondió al tratamiento al que se le adicionó el preparado microbiano.

Para el indicador número de muertes, no se pudo realizar un análisis de varianza, ya que no hubo variabilidad intratratamientos. En los tratamientos en los que hubo mayor cantidad de diarreas se produjeron muertes. Los resultados de este estudio coinciden con los informados por Alonso y Cacique (2002), quienes plantearon que las enfermedades entéricas disminuyen la ganancia diaria de peso y la conversión alimentaria, incrementan la mortalidad, el número de desechos y de animales con pesos inferiores al promedio. Además, no favorecen el incremento en peso.

Vrotniakienė y Jatkauskas (2013) manifestaron que

growth rate and alimentary efficiency regarding to those that were not treated. Büsing and Zeyner (2014) showed that the *E. faecium*, DMS 10663 and NCIMB 10415 probiotics, control diarrheas and the sucking piglets yield. According to Suo *et al.* (2012), the diarrheas percent of sucking piglets decrease 7.06 % with the use of an antibiotic at 2.17 %, due to the effect of the *L. plantarum* ZJ316 use.

It is possible that the results obtained in this research are directly related with the use of probiotics in pigs diets. During the first stages of life, these have beneficial effects on the improvement of the nutrients absorption in the small intestine, which is reflected in better zootechnical parameters and in diarrheas decrease, as Cortés and Gómez (2011) refers.

The obtained results in the experimental period agree with other authors that used bacterial cultures. Rodríguez *et al.* (2009) obtained better results in growth pigs, when using a *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus termophilus* biological preparation. Pérez (2008) considered that the inclusion of yogurt mixed strain (*Lactobacillus bulgaricus*/*Streptococcus thermophilus*) for piglets under commercial pork production conditions improve the productive parameters of pigs at 70d of age. Roján (2009) found better response when evaluating the effect of a biological active product (Vitafert) on productive indicators and of health in pork pre- fattening.

It is concluded that the microbial preparation, when having organic acids of short chain, lactic acid bacteria and yeasts, improve the concentrates nutritional value, increase the CP digestibility, besides to improve the productive parameters and decrease the number of diarrhea in pigs during the pot- weaning period.

From these results, it is recommended to continue the research about the action of this microbial preparation in other pigs categories, especially in fattening.

los animales tratados con probióticos fueron capaces de defenderse contra *E.coli* y diarreas. Además, produjeron mayor tasa de crecimiento y eficiencia alimentaria con respecto a los que no se trataron. Büsing y Zeyner (2014) manifestaron que los probióticos *E. faecium*, DMS 10663 y NCIMB 10415, controlaron las diarreas y el rendimiento de los lechones. Según Suo *et al.* (2012), el por ciento de diarreas de lechones disminuye 7.06 % con el uso de un antibiótico a 2.17 %, debido al efecto de la utilización *L. plantarum* ZJ316.

Es posible que los resultados obtenidos en este estudio se relacionen directamente con la utilización de probióticos en la dieta de cerdos. Durante las primeras etapas de vida, estos tienen efectos benéficos en el mejoramiento de la absorción de nutrientes en el intestino delgado, lo que se refleja en mejores parámetros zootécnicos y en la disminución de diarreas, según refieren Cortés y Gómez (2011).

Los resultados obtenidos en el período experimental concuerdan con investigaciones de otros autores que utilizaron cultivos bacterianos. Rodríguez *et al.* (2009) obtuvieron mejores resultados en cerdos en crecimiento, al utilizar un preparado biológico de *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus termophilus*. Pérez (2008) consideró que la inclusión de una cepa mixta de yogurth (*Lactobacillus bulgaricus*/*Streptococcus thermophilus*) para cerditos en condiciones de producción porcina comercial mejora los parámetros productivos de los cerdos a los 70 d de edad. Roján (2009) encontró mejor respuesta al evaluar el efecto de un producto biológicamente activo (Vitafert) en indicadores productivos y de salud en preceba porcina.

Se concluye que el preparado microbiano, al tener ácidos orgánicos de cadena corta, bacterias ácido lácticas y levaduras, mejora el valor nutricional de los concentrados, aumenta la digestibilidad de la PB, además de mejorar los parámetros productivos y disminuir la cantidad de diarreas en cerdos durante el período posdestete.

A partir de estos resultados, se recomienda continuar la investigación acerca de la acción de este preparado microbiano en otras categorías de cerdos, en especial en ceba.

References

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis 18 th Edition. Ed. Assoc. Off. Agric. Anal. Chem. Inc. Gaithersburg, MD. USA.
- Aksu, T., Baytok, E. & Bolat, D. 2004. Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. Small Ruminant Res. 55:249
- Allen, H., Levine, U., Looft, T., Bandrick, M. & Casey, T. 2013. Treatment, promotion, commotion: antibiotic alternatives in food-producing animals. Trends Microbiology 21: 114
- Alonso, M. & Cacique, S. 2002. Diarrea en sus lechones. Animal Health. Available: <http://www.info@ppca.com.ve>. [Consulted: November 17, 2014]
- Bernstein, J. 1983. Análisis de alimento. Eds. Wintra, A.L. y Wintro, K.B. Tomo I. Ed. Pueblo y Educación. 84 pp.
- Büsing, K. & Zeyner, A. 2014. Effects of oral *Enterococcus faecium* strain DSM 10663 NCIMB 10415 on diarrhea patterns and performance of sucking piglets. Wageningen Academic Publishers 6: 41
- Clark, S., Daly, R., Jordán, E., Lee, J., Mathew, A. & Ebner, P. 2012. The future of biosecurity and antimicrobial use in livestock production in the United States and the role of extension. J. Anim. Sci. 90:2861
- Cortés, L. & Gómez, F. 2011. Eficiencia de microorganismos (EM) en el mejoramiento del sistema digestivo de cerdos en fase pre levante. Spei Domus. 7: 31
- Cromwell, G.L. 2001. Antimicrobial and promicrobial agents. In: Swine Nutrition. 2nd. Ed. A.J. Lewis and L.L. Shoulthorn, ed. CRC Press. Boca Raton, FL. p.421
- Cromwell, GL. 2002. Why and how antibiotics are used in swine production. Anim Biotechnol. 13:7
- Díaz, B. 2011. Aprovechamiento biotecnológico de residuos agroindustriales para alimentación de animales zootécnicos. Rev.

- Colombiana de Ciencias Pecuarias 4:145
- Díaz, B. 2013. Nutritional and economical efficiency of three biosilages from agroindustrial wastes in beef cattle. Cuban J. Agric. Sci. 47:143
- Dierick, M.A., Decuyper, J. & Henderichx, H. 1985. Protein digestion in pig measured *in vivo*. In: Proceedings of the 3rd International Seminar on Digestive Physiology in the Pig. Eds. A. Just, H.Jorgensen y J. Fernández . p. 239
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1
- Ecuacuímica. 2.000. Pecutrin® saborizado. Minerales + Vitaminas A, D3, E. Suplemento mineral más vitaminas ADE. Registro: 1AB-630-AGROCALIDAD. Available: <http://www.ecuacuimica.com/pdf_ganaderia/Pecutrin.pdf> [Consulted: February, 2015]
- Eliás, A. & Herrera, F. R. 2008. Producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con empleo de Microorganismos Benéficos Activados (MEBA)-Vitafer. Instituto de Ciencia Animal. p. 5-13
- Eliás, A., Lezcano, O., Lezcano, P., Cordero, J. & Quintana, L. 1990. A review on the development of a protein sugar cane enrichment technology through solid state fermentation (Saccharina). Cuban J. Agric. Sci. 24:1
- Erwin, E., Marco G. & Emery, E. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. J. Dairy Sci. 44:1768
- Gutiérrez, L., Montoya, O. & Vélez, J. 2013. Probióticos: Una alternativa de producción limpia y de reemplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. Producción + Limpia 8:135
- Heo, J., Opapeju, F., Pluske, J., Kim, J., Hampson, D. & Nyachoti, C. 2012. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhea without using in-feed antimicrobial compounds. J. Animal Physiology and Animal Nutrition 97: 207
- INFOSTAT. 2012. Di Rienzo, J., Casanoves F., Balzarini, M., Gonzalez L., Tablada, M. & Robledo, C. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Versión 1.0 para Windows.
- Jurado, H., Pazmiño, S. & Benavidez, V. 2013. Evaluación del efecto probiótico de *Lactobacillus plantarum* en la alimentación de lechones en fase de pre ceba como una alternativa del uso de antibióticos. Rev. Investigación Pecuaria. 2:55
- Levene, H. 1960. Robust tests for the equality of variance. Contributions to Probability and Statistics. Stanford University Press. p 278
- Merk 2005. Catálogo de productos, técnicas y servicios en medios de cultivo para microbiología. Alemania. p 45
- Nkosi, B.D., Meeske, R., Palic, D., Langa, T., Leeuro, K.J. & Gtoenewald, J.B. 2009. Effects of ensiling whole crop maize with bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability, and growth performance of lambs. Anim. Feed. Sci. Tech. 154:193
- NRC. 1998. Nutrient Requirement of Domestic Animal. Nutrient Requirement of swine. Nat. Acad. Sci. Washington. D.C. p.85
- Peréz, Y. 2008. Evaluación del efecto probiótico de una cepa mixta de yogurt (*Lactobacillus bulgaricus*/ *Streptococcus thermophilus*) para cerditos en condiciones de producción porcina comercial. Rev. Computarizada de Producción Porcina. 15:4
- Prieto, M., O' Sullivan, L., Pin, S., McLoughlin, P., Hughes, H., O'Donovan, Rea, M., Kent, R., Kent, R., Cassidy, J., Gardiner, G. & Lawlor, P. 2014. Evaluation of the Efficacy and Safety of a Marine-Derived Bacillus Strain for Use as an In-Feed Probiotic for Newly Weaned Pigs. PLoS ONE. 9:1-12
- Rodríguez, J., Carmenate, M., Hernández, J., Guerra, A., Calero, I., Álvarez, J., Martín, E. & Suárez, M. 2009. Evaluación del suministro de un preparado biológico de *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus termophilus* en cerdos en crecimiento. Revista Computarizada de Producción Porcina 16:54
- Roján, L. 2009 Efecto de un producto biológicamente activo (Vitafer) en indicadores productivos y de salud en preceba porcina. Master. Thesis. Instituto de Ciencia Animal.
- Shapiro, S. & Wilk, B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples), Biometrika 52:602
- StatSoft, Inc. 2003. STATISTICA (data analysis software system), version 7.
- Suo, Che., Yin, Y., Wang, X., Lou, X., Song, D., Wang, X. & Gu, Q. 2012. Effects of *Lactobacillus plantarum* ZJ316 on pig growth and pork quality. BMC Veterinary Res. 8:89
- Tabasum, S., Hoon, J., Mun, H. & Yang, Ch. 2014. Evaluation of Lactobacillus and Bacillus-based probiotics as alternatives to antibiotics in enteric microbial challenged weaned piglets. African J. Microbiology Res. 8:96
- Vrotniakienė, V. & Jatkauskas, J. 2013. Effects of probiotics dietary supplementation on diarrhea incidence, fecal shedding of *Escherichia coli* and growth performance in post-weaned piglets. Veterinarija Ir Zootechnika 62: 81
- Weinberg, Z., Shatz, O., Chen, Y., Yosef, E., Nikbahat, M., Ben Ghedalia, D. & Miron, J. 2009. Effect of lactic acid bacteria inoculants on *in vitro* digestibility of wheat and corn silages. J. Dairy Sci. 90: 4754

Received: November 19, 2014