

Effects of a commercial antibiotic and a microbial preparation on the productive performance and pigs health during fattening

Efectos de un antibiótico comercial y un preparado microbiano en el comportamiento productivo y en la salud de los cerdos durante la ceba

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 (Virginiamicina at 2%, 1 kg.t⁻¹) commercial antibiotic regarding to a microbial preparation in the productive performance and diarrheas occurrence during pig fattening, an experiment by a completely randomized design was conducted, with three treatments and four repetitions: T1) concentrate, T2) concentrate + commercial antibiotic, T3) concentrate + microbial preparation. A total of 120 barrow males were used, from Landrace x Large White cross, with Belga x Pietrain White sire, of 71 d of age, 28.62kg average weight \pm 2.66 kg. It was determined that, for final weight, with the concentrate plus the microbial preparation 98.41 kg of LW was obtained. This value was higher to that of the concentrate plus antibiotic and to the concentrate. For the daily weight gain and final weight gain, the best values corresponded to the concentrate plus microbial preparation, with 712.6 g and 69.84 kg respectively, which were above of the obtained for the concentrate plus antibiotic and the concentrate. In food conversion there were not significant differences between treatments. The group of animals fed with concentrate plus microbial preparation had lower number of diarrheas, with 9.25 of incidence. With the addition of this microbial preparation, better productive parameters and of health in pig fattening can be obtained, without using antibiotics.

Key words: *microbial preparation, commercial antibiotic, fattening pig, whey*

Introduction

In Ecuador are used antibiotics in pig feeding that, in other countries, are considered in disuse because their application can create resistance to certain pathogenic bacteria. This not only reduces the number of antimicrobials available in the industry to control bacterial infections, but this resistance increases risks for human health.

Vondruskova *et al.* (2010) suggested that the continuous use of antibiotics may contribute to the bacteria reservoir resistant to drugs, able to transfer this property to pathogenic bacteria in animals and humans. The probiotics has consolidated as one of the natural alternatives to the use of growth promoters antibiotics, because they do not generate collateral effects and produce better digestibility, weight gain and higher food conversion index (Gutiérrez *et al.* 2013).

Para medir la influencia de un antibiótico comercial Stafac (Virginiamicina al 2%, 1 kg.t⁻¹) con respecto a un preparado microbiano en el comportamiento productivo y ocurrencia de diarreas durante la ceba porcina, se condujo un experimento mediante un diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos y cuatro repeticiones: T1) concentrado solo, T2) concentrado más antibiótico comercial, T3) concentrado más preparado microbiano. Se utilizaron 120 machos castrados, del cruce Landrace x Large White, con padre Blanco Belga x Pietrain, de 71 d de edad, 28.62 kg de peso promedio \pm 2.66 kg. Se determinó que, para el peso final, con el concentrado más el preparado microbiano se obtuvo 98.41 kg de PV. Este valor resultó superior al del concentrado más antibiótico y al del concentrado solo. Para la ganancia de peso diaria y ganancia de peso final, los mejores valores correspondieron al concentrado más preparado microbiano, con 712.6 g y 69.84 kg respectivamente, que estuvieron por encima de los obtenidos para el concentrado más antibiótico y el concentrado solo. Para la conversión alimentaria y conversión de proteína, los valores más eficientes correspondieron al concentrado más preparado microbiano, con 3.24 y 540.97 g.kg PV⁻¹ de proteína bruta (PB), respectivamente. En la conversión de energía no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. El grupo de animales alimentados con concentrado más preparado microbiano tuvo menor número de diarreas, con incidencia de 9.25. Con la adición de este preparado microbiano, se pueden obtener mejores parámetros productivos y de salud en ceba porcina, sin utilizar antibióticos.

Palabras clave: *preparado microbiano, antibiótico comercial, ceba porcina, suero de leche*

Introducción

En el Ecuador se utilizan en la alimentación porcina antibióticos que, en otros países, se consideran en desuso porque su aplicación puede crear resistencia a determinadas bacterias patógenas. Esto no solo reduce el número de antimicrobianos disponibles en la industria para el control de infecciones bacterianas, sino que esta resistencia incrementa los riesgos para la salud humana.

Vondruskova *et al.* (2010) sugirieron que el uso continuo de antibióticos puede contribuir al reservorio de bacterias resistentes a los fármacos, capaces de transferir esta propiedad a bacterias patógenas en animales y humanos. Los probióticos se han consolidado como una de las alternativas naturales ante el uso de los antibióticos promotores de crecimiento, pues no generan efectos colaterales y producen

Giang *et al.* (2011) manifested that by means of the appropriate combination of *Bacillus*, *Saccharomyces* probiotics strains and acid lactic bacteria, positive effects on growth, food conversion and nutrients digestibility in fattening pigs were verified.

Elias and Herrera (2008) informed of the obtaining and use of a product with probiotic activity, achieved from a simple biotechnological process, rich in lactobacillus, yeasts, organic acids of short carbonated chains and low pH. This product is able to controlling the *E. coli* development, reduce diarrheas incidence in animals and increase the liveweight gain.

In Ecuador there have been used microbial preparations with excellent probiotic activity, based on whey, sugar cane juice and pigs feces as bioaccelerants. These preparations, when been products rich in organic acids, acid lactic bacteria and yeasts, improve the biopreparations quality (Díaz 2011).

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

Materials and Methods

The experiment was developed in the Biotechnology and Animal Nutrition laboratories and in the Academic Pork Unit, of Cattle Sciences Faculty (CSF) from Chimborazo Higher Polytechnic School, in Ecuador (CHHPS) and it consisted on three stages:

Stage 1. Preparation and characterization of a microbial preparation. It lasted nine days. In plastic tanks (220L capacity) fresh whey, molasses, urea, mineral salt and water were mixed, according to Diaz (2011) recommendations, in percentages that are shown in (table 1).

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

mejor digestibilidad, ganancia en peso y mayor índice de conversión alimentaria (Gutiérrez *et al.* 2013).

Giang *et al.* (2011) manifestaron que mediante la combinación adecuada de cepas probióticas de *Bacillus*, *Saccharomyces* y bacterias ácido lácticas, se constataron efectos positivos en el crecimiento, conversión alimentaria y digestibilidad de nutrientes en cerdos en engorde.

Elías y Herrera (2008) informaron de la obtención y uso de un producto con actividad probiótica, logrado a partir de un proceso biotecnológico sencillo, rico en lactobacilos, levaduras, ácidos orgánicos de cadenas carbonadas cortas y bajo pH. Este producto es capaz de controlar el desarrollo de *E. coli*, reducir la incidencia de diarreas en los animales y aumentar la ganancia de peso vivo.

En Ecuador se han utilizado preparados microbianos con excelente actividad probiótica, basados en suero de leche, jugo de caña de azúcar y heces de cerdos como bioaccelerantes. Estos preparados, al ser productos ricos en ácidos orgánicos, bacterias ácido lácticas y levaduras, mejoran la calidad de los biopreparados (Díaz 2011).

Los objetivos de este estudio fueron caracterizar química y microbiológicamente el preparado microbiano, comparar el contenido de nutrientes de las dietas experimentales y evaluar el comportamiento productivo y de diarreas durante la etapa de ceba en cerdos.

Materiales y Métodos

El experimento se desarrolló en los laboratorios de Biotecnología y Nutrición Animal y en la Unidad Académica Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Ecuador (ESPOCH) y constó de tres etapas:

Etapa 1. Preparación y caracterización de un preparado microbiano. Tuvo una duración de 9 d. En tanques plásticos (capacidad de 220 L) se mezcló suero fresco de leche, melaza, urea, sal mineral y agua, según las recomendaciones de Díaz (2011), en porcentajes que se muestran en la tabla 1.

El suero de leche se tomó de la quesería industrial de la FCP, ESPOCH. La melaza contenía 85 grados Brix. La urea se adquirió en forma comercial y contenía 46 % de nitrógeno. La sal mineral también se obtuvo comercialmente y estuvo compuesta por 9 % de calcio y 10 % de fósforo. El agua utilizada fue la de consumo humano y se mantuvo dos horas en reposo antes de su

Table 1. Raw matters for the microbial preparation production

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

The mixture was homogenized and it was covered during 96h. For the product characterization five samples were taken (200 mL) by means of the pH determination (WPA portable potentiometer) and the organic acids content, according to Erwin *et al.* (1961) technique. It was also included the microorganisms recount: aerobics, mesophiles, lactic bacteria, coliforms, fungi and yeasts, according to Merck (2005) procedure. For the microbial preparation characterization the descriptive statistic was used, according Infostat (2012).

Stage 2. Comparison of nutrients content of the experimental diets. It lasted 30 d. A concentrate that was considered as basic diet was formulated (table 2). This one maintained the same raw matters, but it was different in their percentages for growth and fattening period, due to the animals nutritional requirements, according to NRC reports (1998).

Table 3 shows the nutritional contribution of the experimented diets in the growing and fattening periods.

utilización.

La mezcla se homogenizó y se tapó durante 96 h. Se tomaron cinco muestras (200 mL) para la caracterización del producto mediante la determinación del pH (potenciómetro portátil marca WPA) y el contenido de ácidos orgánicos, según la técnica de Erwin *et al.* (1961). También se incluyó el recuento de microorganismos: aerobios, mesófilos, bacterias lácticas, coliformes, hongos y levaduras, según el procedimiento propuesto por Merck (2005). Para la caracterización del preparado microbiano se utilizó la estadística descriptiva, según Infostat (2012).

Etapas 2. Comparación del contenido de nutrientes de las dietas experimentales. Tuvo una duración de 30 d. Se formuló un concentrado que se consideró como dieta base (tabla 2). Este mantuvo las mismas materias primas, pero fue diferente en sus porcentajes para la etapa de crecimiento y engorde, debido a los requerimientos nutritivos de los animales, según informes de la NRC (1998).

La tabla 3 muestra el aporte nutricional de las dietas experimentadas en las etapas de crecimiento y ceba.

Table 2. Concentrates composition in dry base, %

Ingredients	Growing	Fattening
Hard maize	43.56	57.05
Rice powder	7.06	4.31
Wheat bran	13.83	9.49
Soybean meal	26.57	20.67
Fish meal	0.00	0.15
LD Methionine	0.30	0.25
L Lisyne	0.35	0.24
Palm kernel	0.94	0.51
Molasses	1.76	2.89
Palm oil	3.00	2.23
Calcium carbonate	1.6	1.38
Dicalcium phosphate	0.20	0.00
Sodium chloride	0.50	0.50
Pecutrin® ¹	0.33	0.33

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

Table 3. Nutritional contribution of the diets for growing and fattening periods

Nutrients	Contribution	
	Growing	Fattening
Crude protein, %	18.20	15.68
Lysine, %	0.95	0.75
Methioning, %	0.54	0.46
Triptofano, %	0.17	0.14
Calcium, %	0.60	0.50
Phosphorus, %	0.60	0.50
Ether extract, %	3.02	2.25
Crude fiber, %	9.19	11.50
Metabolizable energy, MJ/kg	13.28	13.44

To estimate the nutritional influence that may cause the addition of the microbial preparation made by Díaz *et al.* (2013), regarding the addition of an antibiotic cited by Cromwell (2001), laboratory analysis were carried out for three treatments: basic concentrate, basic concentrate + microbial preparation (15 mL.kg LW⁻¹) and basic concentrate + antibiotic (Stafac®; or Virginiamicina, in 1 kg.t⁻¹ doses).

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

Stage 3. Evaluation of productive indexes in fattening pigs. The initial weight, final weight, total and daily weight gain, dry matter conversion, protein conversion and energy conversion from the same conception of the treatments of stage 2 were evaluated.

A total of 120 barrows pigs from Landrace-Large White x Belga-Pietrain cross were used, of 71 d of age, of 28.62 kg LW ± 2.66 kg. Each experimental unit was composed of 10 pigs housed in 3 x 3.33 m collective pens; with density of a pig/m². The food was offered every 24 h during the morning (8:00 a.m.).

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 taken as concomitant variable, which not influence in the mentioned variables. That is why; variance analysis according to totally randomized design was carried out, according to InfoStat (2012), with three treatments and four repetitions per treatment. Duncan (1955) test for P < 0.05 was applied in necessary cases.

The theoretical suppositions of the variance analysis for number of diarrheas variable were analyzed Shapiro Wilk (1965) test for errors normality was used. The Levene (1960) test for the homogeneity variance that fulfills these suppositions was applied. That is why, it 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.

To measure the microbial preparation effect on the liver, pancreas and spleen weight of fattening pigs, a total of 12 pigs from Landrace-Large White x Belga-Pietrain cross were used. These animals were taken at random from the fattening pens, at 169d of age. The relative weight of these organs was calculated by the quotient between the weight of these organs and the final weight of the animals. Variance analysis was carried out, according to totally randomized design, for three treatments, with four repetitions per treatment. Duncan (1955) test for P < 0.05 was applied.

Para estimar la influencia nutricional que podría provocar la adición del preparado microbiano elaborado por Díaz *et al.* (2013), con respecto a la adición de un antibiótico citado por Cromwell (2001), se realizaron análisis de laboratorio para tres tratamientos: concentrado base, concentrado base + preparado microbiano (15 mL.kg PV⁻¹) y concentrado base + antibiótico (Stafac®; o Virginiamicina, en dosis de 1 kg.t⁻¹).

Se sometió a todos los tratamientos 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 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 de analizar cinco muestras.

Etapas 3. Evaluación de índices productivos en cerdos de ceba. Se evaluó el peso inicial, peso final, ganancia de peso total y diaria, conversión de materia seca, de proteína y de energía desde la misma concepción de los tratamientos de la fase 2.

Se utilizaron 120 machos castrados del cruce Landrace-Large White x Belga-Pietrain, de 71 d de edad, de 28.62 kg PV ± 2.66 kg. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 10 cerdos alojados en corrales colectivos, de 3 x 3.33 m, con densidad de un cerdo/m². El alimento se ofreció cada 24 h durante la mañana (8 a.m.).

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, de proteína y de energía. Se tomó como variable concomitante el peso inicial, que no influyó en las variables mencionadas. Por ello, se realizó análisis de varianza según diseño completamente aleatorizado, de acuerdo con InfoStat (2012), con tres tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Se aplicó la dócima de Duncan (1955) para P < 0.05 en los casos necesarios.

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. Para la homogeneidad de varianza, se aplicó la dócima de Levene (1960) que cumplió con dichos supuestos. Por ello, no fue necesario realizar su transformación (\sqrt{x}) mediante el Software estadístico StatSoft, Inc. (2003). Luego, se realizó análisis de varianza según el diseño inicialmente previsto.

Para medir el efecto del preparado microbiano en el peso del hígado, páncreas y bazo de cerdos en ceba, se utilizaron 12 cerdos del cruce Landrace-Large White x Belga-Pietrain, 169 d de edad. Para calcular el peso relativo de los órganos se dividió el peso del órgano entre el peso final de los animales. Se realizó análisis de varianza, según diseño completamente aleatorizado, para tres tratamientos, con cuatro repeticiones por tratamiento. Se aplicó la dócima de Duncan (1955) para P < 0.05.

Results and Discussion

The microbial preparation showed 3.8 of pH, after 96 h of fermentation. The lactic acid content was of 0.122 mg.mL⁻¹, 0.00367 mg.mL⁻¹ of propionic acid and 0.00037 mg.mL⁻¹ of butyric acid. The titratable acidity as lactic acid was of 3.26 %. The dry matter value was of 21.23%; total nitrogen, 1.383% and that of protein, 0.953%. The ammoniacal nitrogen content corresponded to 0.184 % and that of CP to 8.62 %.

There was total absence of totals salmonellas and coliforms. The molds and yeasts content was in 384 x 10³ UFCmL⁻¹, 8.9 Brix degrees, and acid lactic bacteria 43.12 x10³ UFC.mL⁻¹.

When comparing the microbial preparation with Vitafert (Elias and Herrera 2008) some similarities in their microbiological and chemical composition were found. In this last, yeasts content oscillated between 10⁷-10⁸ UFC; that of lactobacillus, 10⁹-10¹⁰ UFC; that of lactic acid, 40.5- and 54.04 mg.mL⁻¹, and that of acetic between 13.51-25.82 mg.mL⁻¹.

Comparison of the chemical composition of the experimental diets. Means of the treatments of nutrients content of experimental diets for growing stages are showed in table 4. The higher dry matter content took place in the concentrate, and the lower value was obtained for the concentrate plus microbial preparation.

Regarding ash content, the higher value was founded for the concentrate plus microbial preparation and the lower, for the concentrate plus the commercial antibiotic.

For protein, the higher value corresponded to the concentrate plus microbial preparation with 4.25 and 3.13 percentiles of difference regarding the concentrate plus the antibiotic, respectively. In table 4 it is show that for fat content the numeric difference is lower between the treatments means. The highest value was founded for the concentrate. Regarding fiber content, for the concentrate was higher and lower for the concentrate plus the microbial preparation.

The higher NFE content corresponded to the concentrate and the lower value, to the concentrate plus

Resultados y Discusión

El preparado microbiano presentó pH de 3.8, luego de 96 h de fermentación. El contenido de ácido láctico fue de 0.122 mg.mL⁻¹, 0.00367 mg. mL⁻¹ de ácido propiónico y 0.00037 de ácido butírico mg.mL⁻¹. La acidez titulable como ácido láctico fue 3.26 %. El valor de materia seca fue de 21.23 %; el de nitrógeno total, 1.383 % y el del proteico, 0.953 %. El contenido de nitrógeno amoniacal correspondió a 0.184 % y el de la PB a 4.05 %.

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

Al comparar el preparado microbiano con el Vitafert, (Eliás y Herrera 2008) se encontraron algunas similitudes en su composición microbiológica y química. En este último, el contenido de levaduras osciló entre 10⁷-10⁸ UFC; el de lactobacilos, 10⁹-10¹⁰ UFC; el de ácido láctico, 40.5- y 54.04 mg.mL⁻¹, y el acético entre 13.51-25.82 mg.mL⁻¹.

Comparación de la composición química de las dietas experimentales. En la tabla 4 se muestran las medias de los tratamientos del contenido de nutrientes de las dietas experimentales para las etapas de crecimiento. El mayor contenido de materia seca se produjo en el concentrado solo, y el menor valor se obtuvo para el concentrado más el preparado microbiano.

Con respecto al contenido de cenizas, se encontró el mayor valor para el concentrado más el preparado microbiano y el menor, para el concentrado más el antibiótico comercial.

Para la proteína, el mayor valor correspondió al concentrado más preparado microbiano con diferencia de 4.25 y 3.13 percentiles con respecto al concentrado solo y al concentrado más el antibiótico, respectivamente. En la tabla 4 se evidencia que para el contenido de grasa la diferencia numérica es mínima entre las medias de los tratamientos. El valor más alto se encontró para el concentrado solo. Con respecto al contenido de fibra, fue mayor para el concentrado solo y menor para el concentrado más el preparado microbiano.

Table 4. Comparison of nutrients content of the experimental diets in growing

Indicators	Treatments		
	Control	Commercial antibiotic	Microbial preparation
Dry matter, %	89.06	88.24	73.98
Ashes, %	10.49	10.34	11.27
Protein, %	18.44	19.56	22.69
Fat, %	8.76	8.13	8.12
Fiber, %	12.19	10.34	9.05
NFE %	51.87	52.47	49.31
True protein, %	18.01	17.74	21.21
CP digestibility, %	69.50	75.73	81.09

microbial preparation.

As to true protein, the highest value was in the concentrate plus microbial preparation, with 3.47 and 3.2 percentiles of difference in comparison with the concentrate plus antibiotic and with concentrate, respectively. As to CP digestibility, the best one was that of the concentrate plus microbial preparation. It was followed by the concentrate plus antibiotic, with 11.59 and 5.36 percentiles of difference, regarding the concentrate and the antibiotic, respectively.

In table 5 it is show that the higher dry matter content was for the concentrate and the lower for the concentrate plus the microbial preparation. The concentrate had the higher ash percent and the lower, the concentrate plus the microbial preparation.

El mayor contenido de ELN correspondió al concentrado solo y el menor valor, al concentrado más preparado microbiano.

En cuanto a la proteína verdadera, el valor más alto estuvo en el concentrado más el preparado microbiano, con diferencia de 3.47 y 3.20 percentiles en comparación con el concentrado más antibiótico y con el concentrado solo, respectivamente. En cuanto a la digestibilidad de la PB, la mejor fue la del concentrado más preparado microbiano. Le siguió el concentrado más antibiótico, con diferencia de 11.59 y 5.36 percentiles, con respecto al concentrado solo y al antibiótico, respectivamente.

En la tabla 5 se muestra que el mayor contenido de materia seca fue para el concentrado solo y el menor para el concentrado más el preparado microbiano. El mayor

Table 5. Comparison of nutrients content of the experimental diets on fattening stage

Indicators	Treatments		
	Control	Commercial antibiotic	Microbial preparation
Dry matter, %	88.48	88.41	69.03
Ashes, %	9.28	9.01	8.39
Protein, %	15.45	17.03	21.46
Fat, %	7.17	6.95	8.36
Fiber, %	11.96	10.59	10.69
FNE, %	56.14	55.66	51.10
True protein, %	15.04	16.34	20.67
CP digetibility, %	70.15	74.95	80.40

For CP, the highest percentage corresponded to the microbial preparation, with difference above 6.01 and 4.43 percentiles relate to the concentrate and the concentrate plus antibiotic. In table 5 it is show that the higher fat content was in the concentrate plus microbial preparation and the lower, in the concentrate plus antibiotic. It is considered that the difference in the fat content between the concentrates is insignificant. According to NRC (1988), there were not found differences in post-weaning pigs performance, fed with concentrates that contained between 2 and 32 % of fat.

According to crude fiber content, the difference was lower between the treatment means, with higher fiber content in the concentrate. The lower value was founded in the concentrate plus antibiotic. For NFE, the concentrate obtained the higher percentage and the lower, the concentrate plus microbial preparation.

regarding to true protein, the highest concentration corresponded to the concentrate plus microbial preparation, higher in 5.63 and 4.33 percentiles regarding the concentrate, and to the concentrate plus antibiotic, respectively. As to CP digestibility, it was higher for the microbial preparation, and lower for the

por ciento de cenizas lo contenía el concentrado solo y el menor, el concentrado más el preparado microbiano.

Para la PB, el porcentaje más alto correspondió al preparado microbiano, con diferencia por encima de 6.01 y 4.43 percentiles con relación al concentrado solo y al concentrado más antibiótico. En la tabla 5 se muestra que el mayor contenido de grasa estuvo en el concentrado más preparado microbiano y el menor, en el concentrado más antibiótico. Se considera que la diferencia en el contenido de grasa entre los concentrados es insignificante. Según el NRC (1988), no se encontraron diferencias en el comportamiento de cerdos en posdestete, alimentados con concentrados que contenían entre 2 y 32 % de grasa.

En cuanto al contenido de fibra bruta, la diferencia fue mínima entre las medias de los tratamientos, con mayor contenido de fibra en el concentrado solo. El menor valor se encontró en el concentrado más antibiótico. Para ELN, el mayor porcentaje lo obtuvo el concentrado y el menor, el concentrado más preparado microbiano.

En cuanto a la proteína verdadera, la concentración más alta correspondió al concentrado más preparado microbiano, superior en 5.63 y 4.33 percentiles con respecto al concentrado solo, y al concentrado más antibiótico, respectivamente. En cuanto a la

concentrate.

The lower content in DM was obtained with the microbial preparation addition in growing and fattening concentrates, regarding the other treatments. This was due to, possibly, to that the DM content of this latter was lower (21.23 %), and only contained 8.9 Brix degrees, mainly joined to the hydrolytic activity of acid lactic bacteria and yeasts, with CO₂ and H₂O production, as many authors have been informed in other foods (Aksu *et al.* 2004, Nkosi 2009 and Weinberg *et al.* 2009).

In growing and fattening concentrates, the crude fiber content was considered lower: 9.05-12.19 and 10.69-11.96 %, respectively. This did not affect the intake either animals performance. In both cases, fiber values were lower to 15 % of the diet, according the NRC (1998). That is why, the NFE decrease could be due to the bacteria and yeasts quicker grow, added with the microbial preparation, that could be developed during the SSF process. A similar effect verified Elías *et al.* (1990) by means of the sugar cane SSF in the obtaining a food for animals, named Saccharina. Elías and Herrera (2008) also founded this kind of effect on other foods.

The reduction in NFE was directly related with the dispersion effect, due to the increase in CP (table 4 and 5). Likewise, it was founded higher content in true protein, that reached its higher value with the microbial preparation, where join to the mentioned hydrolytic effect, was possibly produce the 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 process contents in the NFE was of 0.6 units.

In the growth stage, the digestibility of the concentrate plus the microbial preparation increase in 5.36 percentiles, regarding the concentrate plus antibiotic. It was also increased in 11.59 percentiles with the concentrate. For fattening period, the digestibility of the concentrate plus the microbial preparation increased in 5.45 percentiles in relation to the concentrate plus antibiotic, and in 10.25 regarding the concentrate.

According to Díaz *et al.* (2013), this microbial preparation have great proteolytic enzymatic activity, that even with the higher number of acid lactic bacteria founded, it justifies the increase in the obtained CP digestibility.

The Virginiamicina can reduce the concentration of Gram positive bacteria in pigs gastrointestinal tract and, in turn, can decrease the acid lactic production, ammonia and certain amines in the gastrointestinal tract (Vervaeke *et al.* 1979, Ravindran *et al.* 1984 and Cromwell 2001). A reduction in the intestinal concentration of ammonia and amines could reduce the digesta bypass rate, that can increase nutrients digestibility in pigs (Kass *et al.* 1980 and Kim *et al.* 2007).

digestibilidad de la PB, fue más alta para el preparado microbiano, y menor para el concentrado solo.

El menor contenido en MS se obtuvo con la adición del preparado microbiano en los concentrados de crecimiento y engorde, con respecto a los otros tratamientos. Esto se debió, posiblemente, a que el contenido de MS de este último fue bastante bajo (21.23 %), y solo contenía 8.9 grados Brix, unido fundamentalmente a la actividad hidrolítica de las bacterias ácido lácticas y levaduras presentes, con producción de CO₂ y H₂O, como lo han informado diversos autores en otros alimentos (Aksu *et al.* 2004, Nkosi 2009 y Weinberg *et al.* 2009).

En los concentrados en crecimiento y engorde, el contenido en fibra bruta se consideró bajo: 9.05-12.19 y 10.69-11.96 %, respectivamente. Esto no afectó el consumo ni probablemente el comportamiento de los animales. En los dos casos, los valores de fibra fueron inferiores al 15 % de la dieta, según el NRC (1998). Por supuesto, la disminución en ELN se pudo deber al crecimiento acelerado de las bacterias y levaduras, adicionadas con el preparado microbiano, que se pudieron desarrollar durante el proceso de la FES. Un efecto similar constataron Elías *et al.* (1990) mediante la FES de la caña de azúcar en la obtención de un alimento destinado a animales, denominado Saccharina. Elías y Herrera (2008) también hallaron este tipo de efecto en otros alimentos.

La reducción en ELN estuvo directamente relacionada con el efecto de dispersión, debido al aumento en PB (tablas 4 y 5). Asimismo, se encontró mayor contenido en la proteína verdadera, que alcanzó su valor más alto con el preparado microbiano, donde unido al efecto hidrolítico citado, se produjo posiblemente la síntesis de proteína, debido al crecimiento microbiano. Al respecto, Elías *et al.* (1990) demostraron que la eficiencia para la síntesis de proteína verdadera en el proceso de conversión de carbohidratos solubles contenidos en el ELN fue de 0.6 unidades.

En la etapa de crecimiento, la digestibilidad del concentrado más el preparado microbiano aumentó en 5.36 percentiles, con respecto al concentrado más el antibiótico. También se incrementó en 11.59 percentiles con el concentrado solo. Para la etapa de engorde, la digestibilidad del concentrado más el preparado microbiano aumentó en 5.45 percentiles con relación al concentrado más antibiótico, y en 10.25 con respecto al concentrado solo.

Según Díaz *et al.* (2013), este preparado microbiano posee gran actividad enzimática proteolítica, que inclusive con el alto tenor de bacterias ácido lácticas encontrado, justifica el aumento en la digestibilidad de la PB obtenida.

La Virginiamicina puede reducir la concentración de bacterias Gram positivas en el tracto gastrointestinal de cerdos y, a su vez, puede disminuir la producción de ácido láctico, amoníaco y ciertas aminas en el tracto gastrointestinal (Vervaeke *et al.* 1979, Ravindran *et al.* 1984 y Cromwell 2001). Una reducción en la

Productive performance. The results obtained during the experiment regarding the final weight are showed in table 6. There were significant differences ($P < 0.05$) between treatments: the higher final weight was achieved with the microbial preparation, with difference of 8.13 and 13.43 kg de LW regarding to the commercial antibiotic and to the control. For total weight gain, there were significant differences ($P < 0.05$) between treatments. The higher value was founded for the microbial preparation, with difference of 8.27 and 13.48 kg, regarding to the commercial antibiotic and to the control. In daily weight gain there were significant differences ($P < 0.05$) between treatments. The highest daily weight gain was determined for the microbial preparation, with difference of 0.11 and 0.17 kg regarding to the commercial antibiotic and to the control, respectively.

For the variables dry matter intake per day, protein intake per day and energy intake per day, it was not carried out statistical analysis because there was not intra-treatments variability. Only the each treatment means were informed. The higher dry matter intake was for the microbial preparation, because when incorporating the product to the concentrate it is added dry matter of this last. The protein intake per day was higher for the microbial preparation, since the concentrate plus the product had CP higher percentage, and the dry matter intake is higher. The energy intake per day was highest in the microbial preparation, since there was higher dry matter ingestion.

According to the dry matter and protein conversion,

concentración intestinal de amoniaco y aminas puede reducir la tasa de paso de la digesta, que puede aumentar la digestibilidad de los nutrientes en cerdos (Kass *et al.* 1980 y Kim *et al.* 2007).

Comportamiento reproductivo. En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos durante el experimento. Con respecto al peso final se hallaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos: el mayor peso final se logró con el preparado microbiano, con diferencia de 8.13 y 13.43 kg de PV con respecto al antibiótico comercial y al control, respectivamente. Para la ganancia de peso total, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. El mayor valor se encontró para el preparado microbiano, con diferencia de 8.27 y 13.48 kg, con respecto al antibiótico comercial y al control. En la ganancia de peso diaria hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. La mayor ganancia de peso diaria se determinó para el preparado microbiano, con diferencia de 0.11 y 0.17 kg con respecto al antibiótico comercial y al control, respectivamente.

Para las variables consumo de materia seca por día, consumo de proteína por día, consumo de energía por día, no se realizó análisis estadístico porque no hubo variabilidad intratratamientos. Solo se informaron las medias de cada tratamiento. El mayor consumo de materia seca fue para el preparado microbiano, porque al incorporar el producto al concentrado se adiciona materia seca de este último. El consumo de proteína por día fue mayor para el preparado microbiano, ya que el concentrado más el producto tuvo porcentaje mayor de PB, y es mayor el consumo de materia seca. El consumo

Table 6. Productive performance of Landrace x Large White pigs with sires at Blanco Belga x Pietrain on fattening stage

Indicators	Treatments			SE (\pm) and Signif.
	Control	Commercial antibiotic	Microbial preparation	
Initial weight, kg	28.62	28.71	28.58	0.17 $P = 0.8715$
Final weight, kg	84.98 ^a	90.28 ^b	98.41 ^c	0.54 $P < 0.0001$
Total weight gain, kg	56.36 ^a	61.57 ^b	69.84 ^c	0.51 $P < 0.0001$
Daily weight gain, g	575.10 ^a	631.61 ^b	712.6 ^c	6.48 $P < 0.0001$
Dry matter intake, kg.d ⁻¹	2.13	2.12	2.28	
Protein intake, g/d	360.39	387.96	500.28	
Energy intake kcal/d	28.48	30.50	35.18	
DM conversion, kg.kg PV ⁻¹	3.76 ^c	3.43 ^b	3.24 ^a	0.03 $P < 0.0001$
CP conversion, g.kg LW ⁻¹	626.40 ^c	574.95 ^b	540.97 ^a	4.46 $P < 0.0001$
Energy conversion kcal.kg LW ⁻¹	49.69 ^c	45.26 ^b	42.75 ^a	0.48 $P < 0.0001$

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

there were significant differences ($P < 0.05$) between the treatments (table 6). The most efficient values were reached with the microbial preparation (0.52 and 0.19 kg of difference), while the dry matter intake per day regarding to the control and the antibiotic was 85.43 and 33.98 g.kg LW⁻¹, respectively. For the energy conversion, there were significant differences ($P < 0.05$).

Reid *et al.* (2003) stated that the probiotics are refers to a group of non pathogenic organisms that, when are ingested in enough quantity, they produce beneficial effects on the host health. Probiotics are microorganisms live cultures that can benefit the host animal when improving the microbial balance in the intestine. The obtained results in the 99 d of experimental research agree with researches carried out by other authors. Beruvides (2009) studied the effect of different Vitafer levels inclusion on the productive performance and of health in pig fattening. Rondón *et al.* (2013) informed the *Lactobacillus salivarius* C 65 probiotic effect on the productive and health indicators of suckling pigs. Thacker (2013) researched alternatives to antibiotics as growth promoters for its use in pig production. Wang *et al.* (2011) used the dietetics supplementation with the *Lactobacillus fermentum* 15007 probiotic and the Aureomycin antibiotic and they differentially affected the small intestine proteomics in growing pigs.

In table 7 is clearly showed that in the diarrheas incidence per animal had significant differences between the treatments with the lower number of diarrheas for the microbial preparation.

According to Corcionivoschi *et al.* (2010), the action

de energía por día fue más alto en el preparado microbiano, ya que hubo mayor ingestión de materia seca.

En cuanto a la conversión de materia seca y proteína, hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos (tabla 6). Los valores más eficientes se alcanzaron con el preparado microbiano (0.52 y 0.19 kg de diferencia), mientras que el consumo de materia seca por día con respecto al control y al antibiótico fue 85.43 y 33.98 g.kg PV⁻¹, respectivamente. Para la conversión de energía, hubo diferencias significativas ($P < 0.05$).

Reid *et al.* (2003) plantearon que los probióticos se refieren a un grupo de organismos no patógenos que, cuando se ingieren en cantidad suficiente, producen efectos beneficiosos en la salud del huésped. Los probióticos son cultivos vivos de microorganismos que pueden beneficiar al animal huésped al mejorar el equilibrio microbiano en el intestino. Los resultados obtenidos en los 99 d de trabajo experimental concuerdan con investigaciones realizadas por otros autores. Beruvides (2009) estudió el efecto de la inclusión de diferentes niveles de Vitafer en el comportamiento productivo y de salud en ceba porcina. Rondón *et al.* (2013) informaron el efecto probiótico de *Lactobacillus salivarius* C 65 en indicadores productivos y de salud de cerdos lactantes. Thacker (2013) investigó alternativas a los antibióticos como promotores del crecimiento para su utilización en la producción de cerdos. Wang *et al.* (2011) utilizaron la suplementación dietética con el probiótico *Lactobacillus fermentum* 15007 y el antibiótico Aureomycin y afectaron diferencialmente los proteomas del intestino delgado en cerdos en crecimiento.

En la tabla 7 se muestra claramente que en la incidencia de diarreas por animal por día hubo diferencias significativas entre los tratamientos con el menor número de diarreas para el preparado microbiano.

Table 7. Diarrheas performance per treatment

Indicators	Treatments			SE (±) and Signif.
	Control	Commercial antibiotic	Microbial preparation	
Number of diarrheas	41.50 ^c	13.50 ^b	9.25 ^a	1.2332 P < 0.0001

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

mechanisms of the probiotic bacteria and its effect on the fight against digestive disorders in animals have been demonstrated and supported in many scientific researches. The probiotic bacteria are used in a wide range of nutrition techniques to support the host organism during the physiological tension, to reduce stress due to the technology and to face diarrheal syndromes.

Table 8 shows the results obtained from relative weight of pancreas, liver and spleen at 99 days of experimentation. There were no differences among treatments for relative weight. For relative weight of liver, there were differences ($P 0.0351$) between the

Según Corcionivoschi *et al.* (2010), los mecanismos de acción de las bacterias probióticas y su efecto en la lucha contra los trastornos digestivos en los animales se han demostrado y apoyado en numerosos estudios científicos. Las bacterias probióticas se usan en una amplia gama de técnicas de nutrición para apoyar al organismo huésped durante la tensión fisiológica, reducir el estrés debido a la tecnología y combatir los síndromes diarreicos.

Los resultados obtenidos del peso relativo del páncreas, hígado y bazo a los 99 días de experimentación se muestran en la tabla 8. No hubo diferencias entre los tratamientos para el peso relativo. Para el peso relativo del hígado, no hubo diferencias ($P < 0.0351$)

microbial preparation and the two remaining treatments. For relative weight of spleen, there were differences ($P < 0.0007$) between the microbial preparation and the two remaining treatment, and the highest value was obtained with the inclusion of the studied product.

The values obtained in this study agree with other researchers. Pino and Dihigo (2006) observed a significant increase ($P < 0.05$) of liver weight (30%) regarding the control in pre-fattening pigs treated with a probiotic additive. This could be caused by the increase of their activity because this organ performs numerous functions for animal welfare. Ayala et al. (2010), evaluated a commercial probiotic, the used dose was 5kg/t, and they found increase in the liver relative weight of 25kg LW piglets in relation to the control.

Ayala et al. (2008) found higher weight of the spleen in animals treated with a commercial probiotic (a microbiological combination of two pure strains *L. acidophilus* CN CM27/6R and *L. rhamnosus* CN CM MA 27/6B) and Martínez (2011) explained that the presence of dead and live strains in the composition of grains dehydrated with soluble favors the increase of the spleen relative weight, which could be due to the probiotic effect.

It is concluded that the microbial preparation, when having organic acid of short chain, lactic acid bacteria and yeasts, have low pH, that is why have probiotics properties. This improve the nutritional quality of diets, since the CP digestibility is better, and they are also higher the productive parameters, and lower the number of diarrheas in fattening pigs.

From these results, future researches are recommended with this microbial preparation to determine their action in the cecum fermentation.

entre el preparado microbiano en relación con los dos tratamientos restantes. Para el peso relativo del bazo, hubo diferencias ($P < 0.0007$) entre el preparado microbiano con relación a los dos tratamientos restantes y se obtuvo el valor más alto con la inclusión del producto en estudio.

Los valores obtenidos en el presente estudio concuerdan con los valores de otros investigadores. Pino y Dihigo (2006) observaron incremento significativo ($P < 0.05$) del peso del hígado (30%) con respecto al control, en cerdos de pre ceba tratados con un aditivo probiótico. Esto pudo atribuirse al aumento de su actividad, ya que este órgano desempeña innumerables funciones para el bienestar de los animales. Ayala et al. (2010) evaluaron un probiótico comercial, la dosis utilizada fue 5kg/t y encontraron incremento en el peso relativo del hígado de cerditos de 25 kg de PV en relación al control.

Ayala et al. (2008) encontraron peso superiores del bazo en animales tratados con un probiótico comercial (una combinación microbiológica de dos cepas puras *L. acidophilus* CN CM27/6R and *L. rhamnosus* CN CM MA 27/6B) y Martínez (2011) planteó que la presencia de levaduras muertas y vivas en la composición de los granos deshidratados con solubles favorece el incremento del peso relativo del bazo, lo que se pudiera deber al efecto probiótico.

Se concluye que el preparado microbiano, al tener ácidos orgánicos de cadena corta, bacterias ácido lácticas y levaduras, posee pH bajo, por lo que presenta propiedades probióticas. Esto mejora la calidad nutricional de las dietas, ya que la digestibilidad de la PB es mejor, y son también superiores los indicadores productivos, y menor la cantidad de diarreas en cerdos en ceba.

A partir de estos resultados, se recomiendan investigaciones futuras con este preparado microbiano para determinar su acción en la fermentación del ciego.

Table 8. Effect of the use of the microbial preparation on relative weight of pancreas, liver and spleen in fattening pigs

Indicators	Treatments			SE (\pm) and Signif.
	Commercial antibiotic	Commercial Probiotic preparation	Microbial preparation	
Pancreas weight (g) gKgLW-1	1.10	1.13	1.11	0.05 P= 0.5390
Liver relative weight (g) gKgLW-1	18.9 ^a	17.84 ^a	19.84 ^b	0.03 P=0.0351
Spleen relative weight (g) gKgLW-1	1.43 ^a	1.42 ^a	1.77 ^b	0.047 P= 0.0007

References

- 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
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis 18 th Ed. Ed. Assoc. Off. Agric. Anal. Chem. Inc. Gaithersburg, MD. USA.
- Ayala, L., Bocourt, R., Castro, M., Martínez, M., Dihigo, L., Hernández, L. & García, E. 2010. El rol de los probióticos en indicadores morfométricos de órganos internos en cerdos en crecimiento. *Rev. Computadorizada de Producción Porcina.* 17:32

- Ayala, L., Bocourt, R., Martínez, M., Castro, M., & Hernández, L. 2008. Productive, hematological and morphometric response of a commercial probiotic in young pigs. *Cuban J. Agric. Sci.* 42:177
- Bernstein, J. 1983. Análisis de alimento. Eds. Wintra, A.L. & Wintra, K.B. Tomo 1. Pueblo y Educación. 84 p.
- Beruvides, A. 2009. Efecto de la inclusión de diferentes niveles de Vitafer en el comportamiento productivo y de salud en ceba porcina. Master Thesis. Instituto de Ciencia Animal.
- Corcionivoschi, N., Drincianu, D., Mircea I., Deirdre Stack, D., Ștef, L., Julean, C. & Bourke, B. 2010. The Effect of Probiotics on Animal Health. *Animal Sci. Biotechnol.* 43:35
- Cromwell, G.L. 2001. Antimicrobial and promicrobial agents. In: *Swine Nutrition*. 2nd. Ed. A.J. Lewis, L.L. Shoulthorn. CRC Press. Boca Raton, FL. p. 421
- Díaz, B. 2011. Aprovechamiento biotecnológico de residuos agroindustriales para alimentación de animales zootécnicos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 4:145
- Díaz, B., Elías, A. & Valiño, E.C. 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 ranges 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]
- Elías, A. & Herrera, F. 2008. Producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de microorganismos Beneficiosos activados (MEBA). Vitafer. Primera versión. Mayo 2008. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Elías, 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
- Giang, H., Viet, T., Ogle, B. & Lindberg, J. 2011. Growth performance, digestibility, gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with a complex of lactic acid bacteria alone or in combination with *Bacillus subtilis* and *Saccharomyces boulardii*. *Livestock Sci.* 143:132
- Gutiérrez, L., Montoya, O. & Vélez, J. 2013. Probiotics: an alternative for cleaner production and a possible replacement of the antibiotics as growth promoters in animal feeding. *Producción + Limpia* 8:135
- 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.
- Kass, L., van Soest, P., Pond, W., Lewis, B. & McDowell, R. 1980. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. *J. Anim. Sci.* 50:175
- Kim, B., Lindemann, M., Cromwell, G., Balfagon, A. & Agudelo, J. 2007. The correlation between passage rate of digesta and dry matter digestibility in various stages of swine. *Livest. Sci.* 109:81
- Levene, H. 1960. Robust tests for the equality of variance. *Contributions to Probability and Statistics*. Stanford University Press. p 278
- Martínez, M. 2011. Evaluación de un subproducto de destilería con solubles (DDGS) en la alimentación de cerdos. PhD Thesis, Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- 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. Technol.* 154:193
- NRC. 1998. Nutrient Requirement of Domestic Animal. Nutrient Requirement of swine. Nat. Acad. Sci. Washington. D.C. p.85
- Pino, A. & Dihigo, L. 2007. Estudio de los indicadores morfométricos del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento de preceba alimentados con un producto de actividad probiótica. Segundo Congreso de Producción animal Tropical, La Habana, p. 176
- Ravindran, V., Kornegay, E. & Webb, K. 1984. Effects of fiber and virginiamycin on nutrient absorption, nutrient retention and rate of passage in growing swine. *J. Anim. Sci.* 59:400
- Reid, G., Jass, J., Sebulsy, M. T. & McCormick, J. K. 2003. Potential uses of probiotics in clinical practice. *Clin. Microbiol. Rev.* 16:658
- Rondón, A., Ojito, Y., Arteaga, F., Laurencio, M., Milián, G. & Pérez, Y. 2013. Probiotic effect of *Lactobacillus salivarius* C 65 on productive and health indicators of lactating piglets. *Cuban J. Agric. Sci.* 47:403
- 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. www.statsoft.com
- Thacker, P. 2013. Alternatives to antibiotics as growth promoters for use in swine. *Journal of Animal Science and Biotechnol.* 4:6
- Vervaeke, I., Decuyper, J., Dierick, N. & Henderichx, H. 1979. Quantitative *in vitro* evaluation of the energy metabolism influenced by virginiamycin and spiramycin used as growth promoters in pig nutrition. *J. Anim. Sci.* 49:846
- Vondruskova, H., Slamova, R., Trckova, M., Zraly, Z., Pavli, I. 2010. Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhea in weaned piglets. *Veterinary Medicine* 55:200

- Wang, X., Yang, F., Liu, C., Zhou, H., Wu, G., Qiao, S., Li, D. & Wang, J. 2011. Dietary Supplementation with the Probiotic *Lactobacillus* fermented I5007 and the Antibiotic Aureomycin Differentially Affects the Small Intestinal Proteomes of Weanling Piglets 1– 3. *The J. Nut.* 111: 9
- 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: December 12, 2014