

Repercussion of microbial additive on the productive, Zoometric and diarrheal incidences of piglets

Repercusión de aditivos microbianos en el comportamiento productivo, zoométrico e incidencia diarrea de lechones

José E Miranda-Yuquilema^{1*} M.Sc, Alfredo Marin-Cárdenas¹ Ph.D,
Yaneisy García-Hernández² Ph.D.

¹Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Grupo Producción Animal. km 5½ Carretera Camajuaní, Santa Clara, 54830. Cuba. ²Instituto Ciencia Animal, Carretera Central km 47½, Apartado No. 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.*Correspondence: efra_miranda@outlook.com

Received: October 2017; Accepted: December 2017.

ABSTRACT

Objective. To evaluate the impact of two microbial additives on the productive behavior, zoometric, incidence of diarrhea and mortality of post-weaning piglets. **Materials and methods.** A total of 120 piglets (Duroc / Yorkshire / Landrace) were used, divided into three groups of 40 animals each, control (T1); microbial preparation A (T2) and microbial preparation B (T3). The T2 contained *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. The T3 was composed of microorganisms of T2 plus *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces fragilis* (L-4 UCLV). We used a completely randomized design where we evaluated, live weight, daily mean gain, height: raised at the cross, raised to the rump, body length, for both sexes and diarrheal incidence and mortality. **Results.** Live weight in the offspring (males and females) consuming microbial additives were higher and of these were higher in T3. Regarding the average daily gain, the largest increases were found in T3 group. Elevated to the cross, raised to the rump and length of body was greater ($p<0.05$) in T2 and T3 at birth; while at the end of the study in T3 it was superior. The incidence of diarrhea was higher ($p<0.05$) in the control group. The animals of the groups that consumed microbial preparation had no deaths during the study. **Conclusions.** The use of the microbial additives evaluated had a positive effect on the productive and zoometric behavior of the piglets. In addition, the reduction of the incidence of diarrhea and mortality of the animals was achieved.

Keywords: Prebiotic; Probiotic; agroindustrial wastes; morphometry; swine production (Source: *Tesaurus de biología animal IEDCYT*).

RESUMEN

Objetivo. Evaluar la repercusión de dos aditivos microbianos en el comportamiento productivo, zoométricos, incidencia de diarreas y mortalidad de lechones post-destete. **Materiales y métodos.** Se emplearon 120 lechones (Duroc/Yorkshire/Landrace), distribuidos en tres grupos de 40 animales cada uno, control (T1); preparado microbiano A (T2) y preparado microbiano B (T3). El T2 contenía *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. El T3 estuvo compuesto por microorganismos del T2 más *Saccharomyces cerevisiae* y *Kluyveromyces fragilis* (L-4 UCLV). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado donde se evaluó, peso vivo, ganancia media diaria,

talla: alzada a la cruz, alzada a la grupa, largo de cuerpo, para ambos sexos e incidencia diarreaica y mortalidad. **Resultados.** Peso vivo en las crías (machos y hembras) que consumieron aditivos microbianos fueron superiores y de estos fueron mayores en el T3. En cuanto a la ganancia media diaria, los mayores incrementos se encontraron en el grupo T3. Alzada a la cruz, alzada a la grupa y largo de cuerpo fue mayor ($p < 0.05$) en el T2 y T3 en el nacimiento; mientras que al final del estudio en el T3 fue superior. La incidencia de diarrea fue mayor ($p < 0.05$) en el grupo control. Los animales de los grupos que consumieron preparado microbiano no presentaron muertes durante el estudio. **Conclusiones.** El uso de los aditivos microbianos evaluados produjo un efecto positivo en el comportamiento productivo y zoométrico de los lechones. Así mismo, se logró la reducción de la incidencia de diarreas y mortalidad de los animales.

Palabras clave: Prebiótico; probiótico; residuos agroindustriales; morfometría; producción porcina (*Fuente: Tesoro de biología animal IEDCYT*).

INTRODUCTION

Pork is considered to be one of the most complete foods to meet the protein needs of the population, as it is a stable source and has positive effects on human health, thus contributing to food security (1). In pig production, the incidence of environmental and management factors leads to constant situations of physiological disorder, unleashing an imbalance in its intestinal microbiota, which has a negative impact on health and productivity (2). An alternative to increase the productive yield in animals is the use of microbial additives such as probiotics (3); because they have the capacity to: a) improve health, as well as the digestive and absorbent processes in the gastrointestinal tract, b) increase resistance of the mucus layer to infections, c) modulate the immune system, d) resist adverse conditions and adapt to sudden changes in the intestinal environment (4). However, the availability and cost of these products in developing countries can limit their use and minimize profit for small and medium producers.

However, the use of microbial preparations in the daily intake could be an alternative to increase production yield in piglets (5). a) It participates in vitamin synthesis, mainly B complex (7), b) improves intestinal immunity by avoiding the action of certain pathogens, such as Rotavirus, *Escherichia coli*, *Salmonella* and others (8), c) reduces the plasma concentration of certain harmful metabolites such as ammonia and endotoxins (9). Considering all of the above, this study aimed to evaluate the impact of two microbial additives on production and zoometric behavior, incidence of diarrhea and post-weaning piglet mortality.

INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo se considera uno de los alimentos más completos para satisfacer las necesidades de proteína de la población, por ser una fuente estable y con efectos positivos en la salud humana, contribuyendo de esta forma a la seguridad alimentaria (1). En la producción porcina, la incidencia de factores ambientales y de manejo conduce a constantes situaciones de desorden fisiológico, desencadenando el desequilibrio en la microbiota intestinal, lo que repercute de manera negativa en la salud y productividad (2). Una alternativa para aumentar el rendimiento productivo en los animales es el uso de aditivos microbianos tales como probióticos (3); debido a que tienen la capacidad de: a) mejorar la salud, también de los procesos digestivos y absorbentes en el tracto gastrointestinal, b) mejora la resistencia de la mucosa a las infecciones, c) modulan del sistema inmune y d) resisten a las condiciones adversas y su adaptación a los cambios repentinos del ambiente intestinal (4). Sin embargo, la disponibilidad y costo de estos productos en países en vía de desarrollo puede limitar su uso y minimizar las utilidades para el pequeño y mediano productor.

No obstante, a lo anterior, el uso de los preparados microbianos en la ingesta diaria pudiera resultar una alternativa para aumentar el rendimiento productivo en los cerditos (5). a) Participa en la síntesis de vitaminas, principalmente del complejo B (7), b) mejora la inmunidad intestinal evitando la acción de ciertos agentes patógenos, tales como Rotavirus, *Escherichia coli*, *Salmonella* y otros (8), c) reduce la concentración en plasma de ciertos metabolitos perjudiciales tales como amoníaco y endotoxinas (9). Teniendo en cuenta todo lo anterior el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la repercusión de dos aditivos microbianos en el comportamiento productivo, zoométricos, incidencia de diarreas y mortalidad de lechones post-destete.

MATERIALS AND METHODS

Area of study. The experimental work was carried out at the pork production unit, Gahujón Alto, Cantón Colta, Ecuador. The unit is located at 1° 53' 12.248 "LS longitude 78° 43' 22.454 "LW, 3 510 masl (meters above sea level), with annual rainfall between 500-1 000 mm, minimum temperature 3°C, maximum 14°C, average 10°C, annual relative humidity 80% and annual evapotranspiration 69.03.

Experimental Design and treatment.

A completely randomized design with four repetitions per treatment was used, where each experimental unit was composed of 40 piglets. The treatments evaluated were: control (T1); microbial preparation A (T2) and microbial preparation B (T3).

Animals and basal diet. 120 Duroc x Landrace/Yorshire cross piglets were used, descendants of 12 sows (Landrace/Yorkshire) with 135.6±2 kg live weight (LW) and 235±3 d of age. Four primiparous sows were used per treatment and, after childbirth, the piglets were randomly distributed to form the experimental groups of 40 animals per treatment (20 females and 20 males). The mother pigs were housed in collective pens of 6 x 6.5 m and cement floor, with a density of 1.8 m² per animal from 15 days before reproduction to 110 days of gestation. From there, until weaning, they were placed in the maternity ward. From weaning onwards, the piglets were regrouped (without altering the groups of origin) into groups of 20 piglets in collective pens of 4 x 4.50 m, cement floor. The feed used for all the animals was Bioalimentar® (Ambato, Ecuador), which meets the nutritional requirements for pigs according to the animal category recommended by NRC, (10). It was offered to the mothers twice a day, at 7:00 am and 4:00 pm. and *ad libitum* to the piglets from 7 days of age until weaning and from then up to 42 days of age, they were fed at the same time as their mothers. Water was also supplied *ad libitum* in nipple-type drinkers.

Animal management system. Maternity was kept at 28°C for the first two weeks after delivery, then reduced by 1.5°C each week until weaning. The photoperiod was controlled with 12 hours of light and 12 hours of darkness. The litters in each treatment were placed distant from each other (with an intermediate quarter on both sides of the aisle) to avoid self-inoculation. The piglets were weaned at 33 days of age. Piglets from each study group received the appropriate veterinary care according to the Manual for the Management of Females and Newborns (11).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El trabajo experimental se realizó en la unidad de producción porcina, Gahujón Alto, Cantón Colta, Ecuador. La unidad se localiza a 1° 53' 12.248"LS longitud 78° 43' 22.454"LW, 3 510 msnm (metros sobre nivel del mar), con una precipitación anual entre 500-1 000 mm, temperatura Mínima 3°C, Máxima 14°C, Media de 10°C, humedad relativa anual 80% y evapotranspiración anual 69.03.

Diseño y tratamientos experimentales.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones por tratamiento, donde cada unidad experimental estuvo compuesta por 40 lechones. Los tratamientos evaluados fueron: control (T1); preparado microbiano A (T2) y preparado microbiano B (T3).

Animales y dieta basal. Se emplearon 120 cerditos, cruce Duroc x Landrace/Yorshire, descendientes de 12 cerdas (Landrace/Yorkshire) con 135.6±2 kg de peso vivo (PV) y 235±3 d de edad. Se emplearon cuatro primíparas por tratamiento y tras el parto, los cerditos se distribuyeron al azar para conformar los grupos experimentales con 40 animales por tratamiento (20 hembras y 20 machos). Las marranas madres se alojaron en corrales colectivos de 6 x 6.5 m y piso de cemento, con una densidad de 1.8 m² por animal desde 15 días antes de servicio de monta hasta 110 días de gestación. De ahí hasta el destete se ubicaron en la maternidad. A partir del destete se reagruparon los cerditos descendientes de las madres reproductoras de cada grupo (sin alterar los grupos de procedencia) en 20 cerditos en corrales colectivos de 4 x 4.50 m, piso de cemento. El alimento empleado para todos los animales fue Bioalimentar® (Ambato, Ecuador), que cumple con los requerimientos nutricionales para cerdos según la categoría animal recomendado por NRC, (10). Este se ofreció a las reproductoras dos veces por día, a las 7:00 am y 4:00 pm. y *ad libitum* a los cerditos a partir de los 7 días de edad hasta el destete y de ahí hasta 42 días de edad se alimentaron en el mismo horario que a sus madres. El agua, también, se suministró *ad libitum* en bebederos tipo tetinas.

Sistema de manejo de los animales. La maternidad se mantuvo a 28°C de temperatura durante las dos primeras semanas después de parto, posteriormente se redujo en 1.5°C cada semana hasta el destete. El fotoperíodo fue controlado con 12 h de luz y 12 h de oscuridad. Las camadas de cada tratamiento se ubicaron distantes unas de otras (con un cuarto intermedio a ambos lados del pasillo) para evitar la auto inoculación. Los lechones se destetaron

Microbial preparations. The strains used in the preparations were: *Kluyveromyces fragilis* (L-4 UCLV) from the Microorganism Bank of the Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas and four ATCC microorganisms (American Type Cultures Collection, USA): *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* and *Saccharomyces cerevisiae*. These were activated in skim milk at 37°C for 24 hours. To obtain the microbial preparations, a mixture of sugar cane molasses and orange vinasse was used as a substrate and fermented at 37°C for 24 hours, according to the technique described by Miranda et al (3). In preparation A, the bacteria *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* and *S. thermophilus* were used, and in preparation B, the above bacteria plus yeasts *S. cerevisiae* and *K. fragilis* (L-4 UCLV) were used. The chemical composition and microbial concentration of each microbial preparation are shown in Table 1.

Table 1. Composition of microbial preparations for piglet consumption

Indicators	Microbial preparations	
	Preparation A (T2)	Preparation B (T3)
Dry matter, %	17.5	18.5
Crude protein, %	17.2	17.7
True protein, %	12.3	12.5
Ethereal extract, %	2.83	2.43
Ash, %	2.12	2.26
pH	3.86	3.85
Lactic acid, mmol/L	0.72	0.74
Microbial concentration, UFC/mL	9.4 × 10 ⁸	9.5 × 10 ⁹

Supply of microbial additives to animals. The microbial preparations were supplied at 7:00 am every three days to the sows in groups T2 and T3. 15 mL of biopreparation was provided by mixing in 0.3 kg of dietary mixture plus 500 mL of water to the breeding sows from one day after gestation confirmation until weaning, according to the treatment assigned for each group and their offspring continued to receive the same additive. The first dose supplied to the piglets was 1 mL in single doses before taking colostrum. Dosage in oral form varied according to age: 1 mL in the first week; 1.5 mL in weeks two and three; 2 mL in weeks four and five and 2.5 mL in the following weeks until 42 days of age. The control group received initially physiological serum in the same quantity as the treated groups. Piglets over 7 days of age received the additive inoculated in 25 g of diet mixture.

a los 33 d de edad. Los cerditos provenientes de cada grupo en estudio recibieron las atenciones veterinarias pertinentes según el Manual de Manejo de Hembras y Primerizas (11).

Preparados microbianos. Las cepas utilizadas en los preparados fueron: *Kluyveromyces fragilis* (L-4 UCLV) proveniente del Banco de Microorganismos de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas y cuatro microorganismos ATCC (American Type Cultures Collection, EEUU): *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*. Estas se activaron en leche descremada a 37°C por 24 h. Para la obtención de los preparados microbianos se utilizaron como sustrato la mezcla de melaza de caña de azúcar y vinaza de naranja, que se fermentó a 37°C por 24 h, según la técnica descrita por Miranda et al (3). En el preparado A se emplearon las bacterias *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* y en el preparado B las bacterias anteriores más las levaduras *S. cerevisiae* y *K. fragilis* (L-4 UCLV). La composición química y la concentración microbiana de cada preparado microbiano se presentan en la tabla 1.

Suministro de los aditivos microbianos a los animales. Los preparados microbianos se aplicaron a las 7:00 am cada tres días a las cerdas madres de los grupos T2 y T3. 15 mL de biopreparado se suministró al mezclar en 0.3 kg de balanceado dietético más 500 mL agua a las cerdas reproductoras a partir de un día posterior de la confirmación de la gestación hasta el destete, según el tratamiento asignado para cada grupo y su descendencia continuó recibiendo el mismo aditivo. La primera dosis aplicada a los cerditos fue 1 mL en monodosis antes de tomar el calostro. La dosificación en forma oral, varió de acuerdo con la edad: 1 mL en la primera semana; 1.5 mL en las semanas dos y tres; 2 mL en las semanas cuatro y cinco y 2.5 mL en las siguientes semanas hasta los 42 días de edad. El grupo control al inicio recibió suero fisiológico en la misma cantidad que los grupos tratados. Los lechones a partir de 7 días de edad recibieron el aditivo inoculado en 25 g de balanceado dietético.

Variabes de respuesta. Para evaluar la influencia de los aditivos microbianos en los lechones se determinaron como variables respuesta los indicadores productivos (peso vivo y ganancia media diaria) y talla de los animales a los 0, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad. También se determinó la incidencia de diarreas y porcentajes de mortalidad a partir del destete hasta los 42 d. el procedimiento experimental para la determinación de los indicadores se presenta a continuación.

Response variables. In order to evaluate the influence of microbial additives on piglets, the response variables determined were the productive indicators (live weight and average daily gain) and size of the animals at 0, 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days of age. The incidence of diarrhea and mortality rates were also determined from weaning to 42 d. The experimental procedure for determining the indicators is presented below.

Production indicators. For the weighing of the piglets, a 20 kg capacity Roman manual scale (URKO M95460, Switzerland) was used, previously calibrated with a margin of error ± 0.25 g. With this information, live weight (LW) and average daily gain (GMD) by age and sex (male and female) were calculated.

Size measurement (cm). Using a measuring tape (SUNBOO, China), the zoometric parameters were determined: height at withers (AZ), height at croup (AP) and body length (DL), according to the methodology described by Castro et al (12). With this information, the size of the animals at different ages was evaluated.

Diarrhea and mortality control. All the animals under study underwent rigorous clinical monitoring to detect behavioral changes, diarrheal disorders and deaths, and each animal was tested independently because they had been individually identified. With this information, the daily incidence and percentage of mortality were determined.

Statistical analysis. The experimental data were processed with the statistical package Statgraphic plus 15.1 for Windows. Analysis of variance by completely randomized design was performed and where necessary, Duncan's docile comparison (13) was applied to discriminate between mean differences at $p < 0.05$.

RESULTS

Production indicators of piglets at different ages. Table 2 shows the behavior of live weight and average daily gain in the different stages of the animal's life. The indicator values, for all ages, were higher in the groups treated compared to the control group. The offspring (males and females) from the mothers who consumed the microbial additives were born with a higher weight and were larger at T3. In this same treatment, the highest PV values of the animals were found at 14, 35 and 42 d of age. This was also observed for males at 7, 21 and 28 days, while for females no differences between T2 and T3 were detected.

Indicadores productivos. Para el pesaje a los cerditos se utilizó una báscula manual romana (URKO M95460, Switzerland) de 20 kg de capacidad, previamente calibrada con un margen de error ± 0.25 g. Con esta información se calculó el peso vivo (PV) y ganancia media diaria (GMD) por edad y sexo (macho y hembra).

Medición de talla (cm). Con una cinta métrica (SUNBOO, China), se determinaron los parámetros zoométricos: alzada a la cruz (AZ), alzada a la grupa (AP) y largo del cuerpo (DL), según la metodología descrita por Castro et al (12). Con esta información se evaluó la talla de los animales en las diferentes edades.

Control de diarreas y mortalidad. Todos los animales en estudio se sometieron a un riguroso control clínico para detectar cambios de conducta, trastornos diarreicos y muertes, lográndose analizar a cada animal independientemente, debido a que estaban identificados. Con esta información se determinó la incidencia de diarreas y porcentaje de mortalidad.

Análisis estadístico. Los datos experimentales se procesaron con el paquete estadístico Statgraphic plus 15.1 para Windows. Se realizó análisis de varianza según diseño completamente aleatorizado y en los casos necesarios, se aplicó la dócima de comparación de Duncan (13) para discriminar diferencias entre medias a $p < 0.05$.

RESULTADOS

Indicadores productivos de los lechones en las diferentes edades. En la tabla 2 se observa comportamiento de peso vivo y ganancia media diaria en los diferentes estadios de la vida del animal. Los valores de los indicadores, para todas las edades, fueron superiores en los grupos tratados con respecto al control. Las crías (machos y hembras) provenientes de las madres que consumieron los aditivos microbianos nacieron con un peso superior y éstos fueron mayores en el T3. En este mismo tratamiento, se encontraron los mayores valores de PV de los animales a los 14, 35 y 42 d de edad. Efecto que también se observó para los machos a los 7, 21 y 28 días, mientras que para las hembras no se detectaron diferencias entre T2 y T3.

En cuanto a la GMD, los mayores incrementos se encontraron a los 7, 14 y 35 d de edad de los cerditos (ambos sexos) del grupo T3. A los 21, 28 y 42 días, no se detectaron diferencias entre T2 y T3 para las hembras.

Table 2. Behaviour of live weight and average daily gain in the different production stages of the piglets when supplemented with two microbial preparations.

Age (d)	Indicators	Sex	Treatment			SEM	P
			T1	T2	T3		
0	LW, kg	Male	0.98 ^c	1.20 ^b	1.35 ^a	0.12	0.0101
		Female	0.95 ^c	1.10 ^b	1.22 ^a	0.01	0.0125
7	LW, kg	Male	1.79 ^c	2.77 ^b	3.01 ^a	1.21	<.0001
		Female	1.54 ^c	2.52 ^a	2.94 ^a	0.12	0.0242
	ADG, g	Male	256 ^c	396 ^b	430 ^a	1.10	0.0122
		Female	220 ^c	332 ^b	420 ^a	0.02	0.0012
14	LW, kg	Male	2.70 ^c	3.84 ^b	4.71 ^a	1.12	<.0001
		Female	2.43 ^c	3.26 ^b	4.35 ^a	0.02	0.0125
	ADG, g	Male	195 ^c	275 ^b	336 ^a	0.01	<.0001
		Female	174 ^c	233 ^b	311 ^a	0.21	0.0012
21	LW, kg	Male	4.55 ^c	5.75 ^b	6.04 ^a	0.06	0.0011
		Female	4.38 ^b	5.43 ^a	5.94 ^a	0.01	<.0001
	ADG, g	Male	217 ^b	274 ^a	288 ^a	0.02	0.0010
		Female	209 ^b	259 ^a	283 ^a	0.01	0.0211
28	LW, kg	Male	6.75 ^b	8.29 ^a	8.28 ^a	0.12	0.0023
		Female	6.32 ^b	7.98 ^a	8.01 ^a	1.12	0.0012
	ADG, g	Male	241 ^b	296 ^a	296 ^a	0.11	<.0001
		Female	226 ^b	285 ^a	286 ^a	0.11	0.0242
35	LW, kg	Male	8.35 ^c	9.98 ^b	11.54 ^a	1.25	0.0122
		Female	7.52 ^c	9.75 ^b	11.21 ^a	1.22	<.0001
	ADG, g	Male	239 ^c	285 ^b	330 ^a	1.11	0.0242
		Female	215 ^c	279 ^b	320 ^a	0.01	<.0001
42	LW, kg	Male	9.82 ^c	12.12 ^b	13.22 ^a	0.10	0.0312
		Female	9.05 ^c	11.95 ^b	12.82 ^a	0.12	0.0125
	ADG, g	Male	234 ^c	289 ^b	315 ^a	1.11	0.0011
		Female	216 ^b	285 ^a	305 ^a	0.15	0.0310

^{a,b,c} different letters in the same row differ $p < 0.05$ (Duncan, 1955). LW, live weight. ADG Average daily gain. d, days. **T1**, Basal diet without additive. **T2**, *L. acidophilus* + *L. bulgaricus* + *S. thermophilus*. **T3**, *L. acidophilus* + *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *S. cerevisiae* + *K. fragilis* (L-4 UCLV)

For ADG, the largest increases were found at 7, 14 and 35 d of age in the piglets (both sexes) in the T3 group. At 21, 28 and 42 days, no differences between T2 and T3 were detected for females.

Zoometric values of piglets at different ages.

Tables 3 and 4 show the behavior of the size of male and female piglets from birth to 42 days of age in the different stages of the animal's life. The offspring (males and females) of the mothers who consumed the T2 and T3 microbial additives were born with higher zoometric indicators, except for DL, females were larger in T3.

The values for the AZ indicator, for all ages 7 and 14, were higher in the treated groups compared to the control groups. In the measurement

Valores zoométricos de los lechones en las diferentes edades.

En las tablas 3 y 4 se aprecia el comportamiento de la talla de los lechones machos y hembras desde el nacimiento hasta 42 días de edad en los diferentes estadios de la vida del animal. Las crías (machos y hembras) descendientes de las madres que consumieron los aditivos microbianos T2 y T3 nacieron con indicadores zoométricos superiores, excepto para el DL, las hembras fueron mayores en el T3.

Los valores para el indicador AZ, para todas las edades 7 y 14, fueron superiores en los grupos tratados con respecto al control. En la medición realizada a los 21 y 42 d de edad, mostro variación entre grupos, siendo mayor ($p < 0.05$) en el T3 frente a los demás; fue mayor ($p < 0.05$) en el T3 frente a T1 y T2, a los 28 y

Table 3. Sizes of male piglets supplemented with preparation A and B, in different stages.

Age (d)	Indicators	Treatments			SEM	P
		T1	T2	T3		
0	AZ	7.68 ^b	8.28 ^a	8.32 ^a	0.03	0.0121
	AP	9.68 ^b	10.18 ^a	10.31 ^a	0.10	<.0001
	DL	10.68 ^b	11.08 ^a	11.32 ^a	0.32	0.0185
7	AZ	9.86 ^b	10.35 ^a	10.23 ^a	0.12	0.0023
	AP	11.21 ^b	12.54 ^a	12.31 ^a	0.02	0.0152
	DL	13.23 ^b	14.85 ^a	14.93 ^a	0.01	0.0342
14	AZ	12.81 ^b	13.67 ^a	13.92 ^a	1.12	<.0001
	AP	15.31 ^c	16.37 ^b	16.84 ^a	0.02	0.0110
	DL	18.51 ^c	19.67 ^b	20.03 ^a	0.12	0.0125
21	AZ	14.25 ^c	14.98 ^b	15.21 ^a	0.11	0.0321
	AP	17.23 ^b	18.45 ^a	18.97 ^a	0.05	0.0111
	DL	20.23 ^c	21.23 ^b	22.34 ^a	0.03	0.0254
28	AZ	16.85 ^b	17.45 ^b	18.13 ^a	1.32	<.0001
	AP	19.34 ^c	20.32 ^b	21.15 ^a	1.23	0.0012
	DL	22.43 ^b	23.56 ^a	23.98 ^a	0.01	0.0245
35	AZ	19.35 ^c	20.84 ^b	21.25 ^a	1.11	0.0125
	AP	21.33 ^c	22.45 ^b	23.15 ^a	0.10	<.0001
	DL	25.62 ^c	26.24 ^b	27.14 ^a	1.02	<.0001
42	AZ	21.62 ^c	23.84 ^b	25.25 ^a	1.32	<.0001
	AP	25.88 ^b	26.85 ^a	27.35 ^a	0.01	0.0132
	DL	26.53 ^c	30.64 ^b	31.34 ^a	0.02	0.0126

^{a, b, c} different letters in the same row differ $p < 0.05$ (Duncan, 1955). d, days, AZ, height at withers. AP, croup height. DL, body length. **T1**, Basal diet without additive. **T2**, *L. acidophilus* + *L. bulgaricus* + *S. thermophilus*. **T3**, *L. acidophilus* + *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *S. cerevisiae* + *K. fragilis* (L-4 UCLV).

Table 4. Size of the female offspring supplemented with the preparation A and B, at different stages.

Age (d)	Indicators	Treatments			SEM	P
		T1	T2	T3		
0	AZ	7.76 ^b	8.15 ^a	8.26 ^a	0.03	0.0121
	AP	9.32 ^b	10.12 ^a	10.01 ^a	0.10	<.0001
	DL	10.48 ^c	10.88 ^b	11.02 ^a	0.32	0.0185
7	AZ	9.32 ^b	10.74 ^a	10.88 ^a	1.10	0.0125
	AP	11.23 ^b	12.33 ^a	12.86 ^a	0.02	0.0011
	DL	14.21 ^c	15.34 ^b	16.12 ^a	1.12	0.0321
14	AZ	12.21 ^b	13.11 ^a	13.52 ^a	1.02	<.0001
	AP	14.81 ^b	15.47 ^a	15.84 ^a	0.02	0.0025
	DL	17.81 ^c	18.72 ^b	19.23 ^a	0.02	<.0001
21	AZ	14.85 ^c	16.21 ^b	17.12 ^a	1.32	<.0001
	AP	16.81 ^b	17.21 ^a	17.34 ^a	0.06	0.0211
	DL	19.22 ^c	20.32 ^b	21.88 ^a	0.01	0.0012
28	AZ	17.52 ^b	18.37 ^a	18.97 ^a	0.11	<.0001
	AP	18.23 ^b	19.34 ^a	19.85 ^a	1.12	0.0125
	DL	21.23 ^c	22.87 ^b	23.46 ^a	0.02	0.0312
35	AZ	19.12 ^c	21.24 ^a	22.85 ^a	2.11	0.0321
	AP	20.82 ^b	22.75 ^a	22.89 ^a	0.05	0.0111
	DL	24.87 ^c	25.24 ^b	26.84 ^a	0.02	0.0054
42	AZ	21.92 ^c	24.14 ^b	24.95 ^a	0.22	0.0132
	AP	24.18 ^b	25.05 ^a	25.98 ^a	0.03	0.0254
	DL	25.84 ^c	29.84 ^b	30.74 ^a	1.32	<.0001

^{a, b, c} different letters in the same row differ $p < 0.05$ (Duncan, 1955). d, days. AZ, height at the withers. AP, croup height. DL, body length. **T1**, Basal diet without additive. **T2**, *L. acidophilus* + *L. bulgaricus* + *S. thermophilus*. **T3**, *L. acidophilus* + *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *S. cerevisiae* + *K. fragilis* (L-4 UCLV).

made at 21 and 42 d of age, a variation between groups was evident, being greater ($p < 0.05$) in T3 compared to the others; it was greater ($p < 0.05$) in T3 compared to T1 and T2, at 28 and 35 d of age in male piglets, while in females it was less ($p < 0.05$) in T1 compared to T2 and T3, with no difference between the latter.

Concerning the AP values, at 7 d of age it was lower ($p < 0.05$) in T1 compared to T2 and T3, with no differences between the latter. The female offspring treated with the microbial preparations were found to have greater values at 14, 28 and 35 d of age. This effect was also observed for males at 21 and 42 days, with no difference between T2 and T3.

For DL, the highest values were found at 14, 21, 35 and 42 d of age for the piglets (both sexes) in the T3 group. At 7 and 28 days after birth, there was no difference between T2 and T3 for males (Table 3 and 4).

Diarrhea rates and percentage of post-weaning piglet mortality. Table 5 shows the incidence of diarrhea and the percentage of mortality from weaning (33 days) to 42 days of

35 d de edad en los lechones machos, mientras que, en las hembras fue menor ($p < 0.05$) en el T1 con respecto a T2 y T3, sin diferencia entre estos últimos.

En relación a los valores de AP, a los 7 d de edad fue menor ($p < 0.05$) en el T1 frente a T2 y T3, sin diferencias entre estos últimos. Las crías hembras tratadas con los preparados microbianos, se encontraron con valores mayores a los 14, 28 y 35 d de edad. Efecto que también se observó para los machos a los 21 y 42 días, sin diferencias entre T2 y T3.

En cuanto a DL, los valores mayores se encontraron a los 14, 21, 35 y 42 d de edad de los cerditos (ambos sexos) en el grupo T3. A los 7 y 28 días después de nacimiento, no mostró diferencia entre T2 y T3 para los machos (Tabla 3 y 4).

Índices de diarrea y porcentaje de mortalidad de lechones post-destete. En la Tabla 5 se representa la incidencia de diarrea y porcentaje de mortalidad a partir del destete (33 días) hasta los 42 días de edad. Al inicio la incidencia de diarrea fue menor ($p < 0.05$) en el T3 (0.11) con

Table 5. Incidence of diarrhea and mortality in piglets from weaning to 42 days of age, when supplemented with microbial preparations.

Age (d)	Indicators	Treatments			SEM	P
		T1	T2	T3		
Start, 33	Incidence of diarrhea	12.21 ^a	0.81 ^b	0.11 ^c	0.12	0.0125
	Mortality, %	0.00	0.00	0.00	0.13	0.9251
34	Incidence of diarrhea	15.33 ^a	4.12 ^b	1.24 ^c	1.23	<.0001
	Mortality, %	2.51 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	1.21	0.0012
35	Incidence of diarrhea	24.22 ^a	5.22 ^b	3.42 ^c	0.31	<.0001
	Mortality, %	7.51 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.34	0.0251
36	Incidence of diarrhea	22.43 ^a	7.12 ^b	3.34 ^c	0.23	0.0021
	Mortality, %	5.01 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.12	0.0123
37	Incidence of diarrhea	21.52 ^a	7.34 ^b	3.42 ^c	1.20	<.0001
	Mortality, %	2.54 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.12	0.0125
38	Incidence of diarrhea	11.12 ^a	6.52 ^b	2.12 ^c	1.12	0.0051
	Mortality, %	0.00	0.00	0.00	0.01	0.8112
39	Incidence of diarrhea	9.24 ^a	5.21 ^b	1.02 ^c	0.13	<.0001
	Mortality, %	0.00	0.00	0.00	1.23	0.5475
40	Incidence of diarrhea	4.12 ^a	1.80 ^b	0.51 ^c	0.11	0.0273
	Mortality, %	0.00	0.00	0.00	0.11	1.0123
41	Incidence of diarrhea	0.00	0.00	0.00	0.13	0.7122
	Mortality, %	0.00	0.00	0.00	0.01	2.7512
42	Incidence of diarrhea	0.00	0.00	0.00	0.03	0.8121
	Mortality, %	0.00	0.00	0.00	0.04	1.7224

^{a, b, c} different letters in the same row differ $p < 0.05$ (Duncan, 1955). d, days. T1, Basal diet without additive. T2, *L. acidophilus* + *L. bulgaricus* + *S. thermophilus*. T3, *L. acidophilus* + *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *S. cerevisiae* + *K. fragilis* (L-4 UCLV).

age. At baseline, the incidence of diarrhea was lower ($p < 0.05$) in T3 (0.11) than in T2 and T3, while the mortality rate did not vary between treatments. From day 34 to 40, the incidence of diarrhea was higher ($p < 0.05$) in the control group compared to treated animals (T2 and T3). When comparing the piglets that consumed the microbial additives, it was lower ($p < 0.05$) in Q3 than in Q2. With respect to the percentage of mortality, on days 34 to 37, it was higher ($p < 0.05$) in T1 with respect to T2 and T3, without differing between those treated with microbial preparations. On days 41 and 42, there were no diarrheal disorders or deaths from diarrhea in any of the treatments studied.

DISCUSSION

The results in terms of production parameters (Table 2) were given possibly due to the use of microbial strains, simultaneously, this could be related to orange vinasse and sugar cane molasses (2). Increased birth weight and weight gain at different stages may be due to improved digestion and nutrient absorption, which may have manifested in productive behavior (14). Rondón et al (15) supplemented *Lactobacillus salivarius* C-65 in lactating pigs with increased weaning weight, which corroborates the hypothesis that the use of mixed cultures (lactic bacteria and yeasts) positively influences live weight and average daily gain. Similar results were also reported by Zhao et al (5) when supplementing microbial preparations to young pigs. Patil et al (6) observed improved expression of growth potential and reduced pathogen burden in the gastrointestinal tract by supplementing probiotics in the diet of newborn piglets. This could corroborate that microbial preparations are directly related to the factors that influence weight gain and average daily gain in the first few days of life (8).

The values of the zoometric parameters obtained in piglets could be related to the microbial preparations used in the different production stages of the piglets (Table 4 and 5). The contribution of probiotics to animal health and productivity is attributed to the micro-organisms used, and they may manifest themselves in the expression of morphometric characteristics in young pigs (16). On the other hand, Castro et al (12) preliminarily deduce that piglets with a larger withers height, croup height and body length have large, muscular hams when comparing commercial hybrid pigs with Ibero-American pigs. In this same sense, Sun et al (1) observed the changes in zoometric characteristics in relation to breed, handling and feeding, which leads

respecto a T2 y T3, mientras que el porciento de mortalidad no varió entre tratamientos. A partir del día 34 hasta 40, la incidencia de diarrea, fue mayor ($p < 0.05$) en el control en comparación con los animales tratados (T2 y T3). Al comprar entre los cerditos que consumieron los aditivos microbianos, fue menor ($p < 0.05$) en el T3 frente al T2. Con respecto al porcentaje de la mortalidad en los días 34 a 37 fue mayor ($p < 0.05$) en el T1 con respecto al T2 y T3, sin diferir entre los tratados con los preparados microbianos. En los días 41 y 42, no hubo presencia de trastornos diarreicos ni muertes por esta causa en todos tratamientos en estudio.

DISCUSIÓN

Los resultados en cuanto a los parámetros productivos (Tabla 2) se dieron debido posiblemente al uso de las cepas microbianas, al mismo tiempo esto podría estar relacionado con la vinaza de naranja y melaza de caña de azúcar (2). El mayor peso al nacimiento y aumento de peso en las diferentes etapas productivas podría ser debido a una mejora en el proceso de digestión y absorción de los nutrientes, lo que podría haberse manifestado en el comportamiento productivo (14). Rondón et al (15) al suplementar *Lactobacillus salivarius* C-65 en cerdos lactantes obtuvieron mayor peso al destete, lo que corrobora la hipótesis de que el uso de cultivos mixtos (bacterias lácticas y levaduras) influye positivamente sobre el peso vivo y ganancia media diaria. Similares resultados, también reportaron Zhao et al (5) al suplementar preparados microbianos a cerdos jóvenes. Patil et al (6) observaron mejora en la expresión del potencial de crecimiento y reducción la carga de los agentes patógenos en el tracto gastrointestinal al suplementar probióticos en la dieta de los cerditos neonatos. Lo que pudiera corroborar que los preparados microbianos están relacionados directamente con los factores que inciden sobre la ganancia de peso y ganancia media diaria en los primeros días de edad (8).

Los valores de los parámetros zoométricos obtenidos en lechones podrían estar relacionado con los preparados microbianos empleados a los lechones en las diferentes etapas productivas (Tabla 4 y 5). La contribución de los probióticos en la salud y productividad de los animales están atribuidos a los microorganismos empleados, y estos podrían manifestarse en la expresión de los caracteres morfométricas en los cerdos jóvenes (16). Por su parte, Castro et al (12) deducen preliminarmente que los lechones con talla mayor en la alzada a la cruz, alzada a la grupa y largo de cuerpo tienen

us to believe that microbial preparations could have a positive effect on the values obtained. Ihara et al (7) reported the effect of probiotics in pigs independently of geographical area and variability within livestock production systems.

The decrease in diarrheal disorders and mortality in the piglets that consumed the microbial preparations (Table 5) were probably directly related to the microorganisms used, due to their capacity to adhere to the intestinal epithelium, colonize the lumen and exercise their function in the duodenum, was able to contribute to the reduction of diarrheal disorders caused by the stress of changing the diet. Simultaneously, the micro-organisms used helped regenerate atrophied microvilli and, as a consequence improved the health of the piglets at the critical stage of the animal (4, 8). In addition, Pajarrilla et al (9) reported beneficial effects of probiotic microorganisms, which include the ability to colonize the gastrointestinal tract, production of short-chain organic acids, production of secondary metabolites such as bacteriocins and thus preserve protective functions and inhibit cellular functions of *E. coli* and *Salmonella* spp., agents that promote diarrhea in young animals. In addition to this, Begum et al (17) also observed a reduction in digestive problems and mortality, improved digestion and nutrient absorption, as well as a notable improvement in the productive response, similar to the results obtained in this study (5,9).

In conclusion, the use of the microbial additives evaluated had a positive effect on the productive and zoometric behavior of the piglets. In addition, the incidence of diarrhea and animal mortality was reduced. Preparation B (a mixture of lactic bacteria and yeast) had a greater beneficial effect on piglets.

Acknowledgement

The main author thanks the Instituto de Fomento a Talento Humano (IFTH), Secretaria Nacional de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación (SENESCYT) for the doctoral training grant (Ph.D.). Also, to the Faculty of Sciences, Superior Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, (Ecuador) for enabling the use of the equipment and laboratories.

jamones grandes y musculosos al comparar cerdos híbridos comerciales con los Iberoamericanos. En este mismo sentido, Sun et al (1) observaron los cambios en los caracteres zoométricos relacionado con la raza, manejo y la alimentación, lo que nos conlleva a pensar que los preparados microbianos pudieron afectar positivamente en los valores obtenidos. Ihara et al (7), reportaron el efecto de los probióticos en cerdos independientemente a la zona geográfica y la variabilidad con los sistemas de producción pecuaria.

La disminución de los trastornos diarreicos y mortalidad en los lechones que consumieron los preparados microbianos (Tabla 5), probablemente fueron relacionado directamente con los microorganismos empleados, por su capacidad de adherirse al epitelio intestinal, colonizarlo en el lumen y ejercer su función en el duodeno, pudo contribuir a la reducción de trastornos diarreicos causados por el estrés del cambio de la dieta, al mismo tiempo, los microorganismos empleados ayudaron a regenerar las microvellosidades atrofiadas y como consecuencia mejoró la salud de los lechones en la etapa crítica del animal (4, 8). Unido a esto, Pajarrilla et al (9) reportaron efectos benéficos de los microorganismos probióticos quienes destacan la capacidad de colonizar en el tracto gastrointestinal, producción ácidos orgánicos de cadena corta, producción de metabolitos secundarios como las bacteriocinas y con ello preserva función protectora e inhibiendo las funciones celulares de *E. coli* y *Salmonella* spp., agentes promotores de la diarreas en los animales jóvenes. Unido a esto, Begum et al (17) observaron, además, de la reducción de los problemas digestivos y mortalidad, mejorar la digestión y absorción de los nutrientes, así como, una notable mejoría en la respuesta productiva, similares a los resultados a obtenidos en el presente estudio (5,9).

En conclusión, el uso de los aditivos microbianos evaluados produjo un efecto positivo en el comportamiento productivo y zoométrico de los lechones. Así mismo, se logró la reducción de la incidencia de diarreas y mortalidad de los animales. El preparado B (mezcla de bacterias lácticas y levaduras) ejerció un mayor efecto benéfico en los lechones.

Agradecimiento

El autor principal agradece a Instituto de Fomento a Talento Humano (IFTH), Secretaria Nacional de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación (SENESCYT) por la beca de formación doctoral (Ph.D.). Así mismo, a la Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, (Ecuador) por facilitar el uso de los equipos y laboratorios.

REFERENCES

1. Sun Y, Park I, Guo J, Weaver A, Woo S. Impacts of low level aflatoxin in feed and the use of modified yeast cell wall extract on growth and health of nursery pigs. *J Anim Nutr.* 2015; 1(3):177-183.
2. Datt C, Malik S., Datta M. Effect of probiotics supplementation on feed consumption, nutrient digestibility and growth performance in crossbred pigs under Tripura climate. *Indian J Anim Nutr.* 2011; 28(3):331-335.
3. Miranda JE, Marin A, Sánchez D, García Y. Obtención, caracterización y evaluación de dos preparados candidatos a probióticos desarrollados con residuos agroindustriales. *Rev MVZ Córdoba.* 2018; 23(1):6487-6499.
4. Haffner F, Diab R, Pasc A. Encapsulation of probiotics: insights into academic and industrial approaches. *AIMS Materials Science.* 2016; 3(1):114-136.
5. Zhao PY, Jung JH, Kim IH. Effect of mannan oligosaccharides and fructan on growth performance, nutrient digestibility, blood profile, and diarrhea score in weanling pigs. *J Anim Sci.* 2015; 90(3):833-839.
6. Patil AK, Kumar S, Verma AK, Baghel PS. Probiotics as feed additives in weaned pigs. *LRI* 2015; 3(2):31-39.
7. Ihara Y, Hyodo H, Sukegawa S, Murakami H, Morimatsu F. Isolation, characterization, and effect of administration in vivo, a novel probiotic strain from pig feces. *Anim Sci J.* 2013; 84(5):434-441.
8. Li J, Kim IH. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall extract and poplar propolis ethanol extract supplementation on growth performance, digestibility, blood profile, fecal microbiota and fecal noxious gas emissions in growing pigs. *Anim Sci J.* 2014; 85(6):698-705.
9. Pajarillo E, Chae J, Balolong M, Kim H, Kang D. Assessment of fecal bacterial diversity among healthy piglets during the weaning transition. *J Gen Appl Microbiol.* 2014; 60(4):140-146.
10. National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition.* Washington, DC: The National Academies. 2012
11. Coates J, Corns PJ, Juarez A, MacDonald R, McCulley N, Melody B, Minton A, Molinari R, Montes De Oca H, Mosqueira P, Neill C, Pinilla JC, Piva J, Teuber R. *Manual PIC de Manejo de Hembras y Primerizas.* 100 Bluegrass Commons Blvd: Suite 2200: Hendersonville, EEUU; 2013.
12. Castro G, Montenegro M, Barlocco N, Vadell A, Gagliardi R, Llambí S. Caracterización zoométrica en el cerdo pampa rocha de Uruguay (descriptiva primaria). *AICA.* 2012; 2:83-86.
13. Duncan DB. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 1955;11:1.
14. Ayala L, Bocourt R, Castro M, Milian G, Oliva D, Herrera M. Suministro de un cultivo de *Bacillus subtilis* a cerdas gestantes. Respuesta productiva en su descendencia. *Rev Comput Prod Porc.* 2012; 19(4):260-263.
15. Rondón A, Ojito Y, Arteaga F, Laurencio M, Milián G, Pérez Y. Efecto probiótico de *Lactobacillus salivarius* C 65 en indicadores productivos y de salud de cerdos lactantes. *Rev Cub Cien Agr.* 2013; 74(4):401-407.
16. Lähteinen T, Rinttilä T, Koort MK, Kant R, Levonen K, Jakava-Viljanen M, Björkroth J, Palva A. Effect of a multi species *lactobacillus* formulation as a feeding supplement on the performance and immune function of piglets. *Livest Sci.* 2015; 180:164-171.
17. Begum M, Li HL, Hossain MM, Kim IH. Dietary bromelain-C.3.4.22.32 supplementation improves performance and gut health in sows and piglets. *Livest Sci.* 2015; 180:177-182.