

Artículo científico

Efecto de aditivos zootécnicos sobre indicadores productivos y de salud en pollos

Effect of zootechnical additives on productive and health indicators in broilers

Grethel Milián-Flrido¹, Ana Julia Rondón-Castillo¹, Manuel Pérez-Quintana², Fátima Graciela Arteaga-Chávez³, Ramón Boucourt-Salabarría⁴, Yadileiny Portilla-Tundidor⁵, Marlen Rodríguez-Oliva¹, Yoenier Pérez-Fernández¹ y Marta Elena Laurencio-Silva¹

¹ Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior Autopista a Varadero km 3½, Matanzas, Cuba

² Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador

⁴ Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba

⁵ Universidad Autónoma de España, Madrid, España

Correo electrónico: grethel.milian@umcc.cu

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de tres aditivos zootécnicos de *Bacillus subtilis* sobre indicadores productivos y de salud en pollos, se llevó a cabo una investigación en la unidad avícola del Instituto de Ciencia Animal –Mayabeque, Cuba–. Para ello se utilizaron 200 pollos del híbrido reproductor cubano EB₃₄, en un diseño completamente aleatorizado. Se estudiaron cuatro tratamientos: T1: grupo control (GC), T2: C-31, T3: C-34 y T4: E-44, a una dosis de 10⁹ endosporas por gramo de concentrado. El experimento duró 42 días, y se evaluaron indicadores hematológicos, inmunológicos, productivos y de salud. El empleo de estos aditivos zootécnicos no produjo ningún efecto a los 21 días en ninguno de los indicadores; sin embargo, a los 35 y 42 días incrementó ($p < 0,001$) el peso de la bolsa de Fabricio, el bazo y los títulos de hemaglutinación ante la vacuna de Newcastle. Hubo mejoras ($p < 0,001$) en los indicadores hematológicos hemoglobina, hematocrito, globulinas, albúminas y proteínas totales a los 35 y a los 42 días de edad; así como un incremento del peso vivo a los 35 ($p < 0,01$) y 42 días ($p < 0,001$), un menor consumo a los 42 días ($p < 0,05$), mejor conversión a los 35 ($p < 0,001$) y 42 días ($p < 0,05$), y una mayor eficiencia alimenticia a los 35 y 42 ($p < 0,001$) días. Los indicadores mortalidad y viabilidad no mostraron diferencias entre los tratamientos. Se concluye que la adición de estos aditivos zootécnicos mejoró las respuestas productivas y de salud en los pollos.

Palabras clave: *Bacillus subtilis*, consumo, mortalidad, probióticos.

Abstract

In order to evaluate the effect of three zootechnical additives of *Bacillus subtilis* on productive and health indicators in broilers, a study was conducted in the poultry farm of the Institute of Animal Science –Mayabeque, Cuba–. For such purpose 200 broilers of the Cuban breeding hybrid EB₃₄ were used, in a completely randomized design. Four treatments were studied: T1: control group (CG), T2: C-31, T3: C-34 and T4: E-44, at a dose of 10⁹ endospores per gram of concentrate feed. The trial lasted 42 days, and hematological, immunological, productive and health indicators were evaluated. The use of these zootechnical additives did not cause any effect at 21 days on any of the indicators; however, at 35 and 42 days the weight of the bursa of Fabricius, the spleen and the hemagglutination titers to Newcastle vaccine increased ($p < 0,001$). There were improvements ($p < 0,001$) in the hematological indicators hemoglobin, hematocrit, globulins, albumins and total proteins at 35 and 42 days of age; as well as an increase of live weight at 35 ($p < 0,01$) and 42 days ($p < 0,001$), lower intake at 42 days ($p < 0,05$), better conversion at 35 ($p < 0,001$) and 42 days ($p < 0,05$), and higher feed efficiency at 35 and 42 days ($p < 0,001$). The indicators mortality and viability did not show differences among the treatments. It is concluded that the addition of these zootechnical additives improved the productive and health responses in broilers.

Keywords: *Bacillus subtilis*, intake, mortality, probiotics.

Introducción

La adición de antibióticos al concentrado durante períodos prolongados es una práctica habitual en la industria avícola en los últimos años. Sin embargo, existe preocupación entre los avicultores, los

fabricantes de pienso, los consumidores y las agencias reguladoras estatales acerca de los sistemas actuales de producción de huevos y carne, con el uso de promotores de crecimiento de origen antibiótico en los concentrados (Linares, 2015; Sarangi *et al.*, 2016).

Por tanto, se necesitan alternativas a los promotores de crecimiento compatibles con la seguridad alimentaria y con el consumidor (Pérez *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2016; Liu *et al.*, 2016). Numerosos productos naturales, en los que se incluyen los aditivos zootécnicos basados en cultivos de *Bacillus* spp. esporulados, son propuestos por diversas empresas del sector avícola para ser usados como alternativas viables (Nguyen *et al.*, 2015; Hou *et al.*, 2015).

A partir de tales elementos, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres aditivos zootécnicos sobre indicadores productivos y de salud en pollos.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la unidad avícola del Instituto de Ciencia Animal –Mayabeque, Cuba–. Se emplearon 200 pollos de la línea hembra del reproductor cubano EB₃₄, con 1-42 días de edad, distribuidos en un diseño completamente aleatorizado en el que se incluyeron cuatro tratamientos (aditivos): T1: grupo control (GC), T2: C-31, T3: C-34 y T4: E-44.

La dosis de los aditivos zootécnicos a partir de cultivos de las cepas C-31, C-34 y E-44 de *Bacillus*

subtilis subespecie *subtilis* (Milián *et al.*, 2014), suministrada a los animales, fue de 10⁹ endosporas por gramo de concentrado; esta se ajustó según lo propuesto por Milián (2009).

Se suministró alimento y agua *ad libitum*. La dieta varió en su composición para las etapas de inicio, crecimiento y acabado, según NRC (1994), como se muestra en la tabla 1.

Para determinar *in vivo* el efecto probiótico de los tres aditivos zootécnicos se seleccionaron y sacrificaron (mediante yugulación) diez animales por tratamiento en cada muestreo, que se efectuaron a los 21, 35 y 42 días. La selección se realizó teniendo en cuenta las aves que tenían un peso vivo en el rango de $\pm 10\%$ del peso promedio real de cada grupo de animales. El procedimiento para evaluar esta actividad biológica en cada uno de los muestreos se describe a continuación:

Indicadores inmunológicos. Se pesaron los órganos bazo y bolsa de Fabricio en una balanza digital Sartorius BL 1500, para determinar el peso relativo (*PR*). El *PR* se calculó en cada muestra como: $PR = (PM/PV) \times 100\%$; donde *PM* es el peso de la muestra (órgano) y *PV* es el peso vivo del animal.

Tabla 1. Composición de las dietas de inicio, crecimiento y acabado, suministradas a los animales

Materias primas (%)	Inicio (0-14 días)	Crecimiento (15-28 días)	Acabado (29-42 días)
Harina de maíz	42,43	54,32	60,27
Harina de soya	43,88	33,68	28,58
Aceite de girasol	8,80	7,28	6,52
Fosfato dicálcico	2,57	2,45	2,39
Carbonato de calcio	0,74	0,72	0,71
Sal común	0,25	0,25	0,25
DL-metionina	0,33	0,30	0,29
Premezcla vitaminas-minerales*	1,00	1,00	1,00
Indicador			
Energía metabolizable (MJ/kg)	13,38	13,38	13,38
Proteína cruda (%)	23,00	20,00	18,80
Calcio (%)	0,95	0,95	0,95
Fósforo asimilable (%)	0,42	0,42	0,42
Metionina + cistina (%)	0,92	0,87	0,82

*Un kilogramo de alimento contiene: suplemento vitamínico: vitamina A (10 000 UI), vitamina D₃ (2 000 UI), vitamina E (10 mg), vitamina K₃ (2 mg), tiamina (1 mg)-B₁, riboflavina (5 mg)-B₂, piridoxina (2 mg)-B₆, vitamina B₁₂ (15,4 mg), ácido nicotínico (125 mg), pantotenato de calcio (10 mg), ácido fólico (0,25 mg) y biotina (0,02 mg), y suplemento mineral: selenio (0,1 mg), hierro (40 mg), cobre (12 mg), zinc (120 mg), magnesio (100 mg), yodo (2,5 mg) y cobalto (0,75 mg).

En el caso de la bolsa de Fabricio se aplicó el criterio de Giambrone (1996), que clasifica las aves según los rangos siguientes:

- A valores de $CG = [2, 4]$, las aves son normales.
- A valores de $CG \leq 1$, las aves son inmunodeprimidas.

Los títulos para la vacuna de Newcastle (HI) se determinaron por el método beta para microtitulación con el antígeno comercial La Sota (Sánchez, 1990).

Indicadores hematológicos. Para tomar las muestras de sangre se empleó el método de colección por desangrado de la vena yugular, descrito por Sánchez (1990). Se tomaron 10 muestras por tratamiento para las determinaciones de hemoglobina (Hg), hematocrito (Hto), globulinas, albúminas y proteínas totales, según la metodología descrita por Lynch *et al.* (1969).

Además de estos indicadores de salud, se evaluó la viabilidad y la mortalidad de acuerdo a lo descrito en el Instructivo técnico para el pollo de ceba (UCAN, 1998).

Indicadores productivos. Los indicadores peso vivo, peso relativo de la canal, consumo de alimento, conversión y eficiencia se evaluaron según el Instructivo técnico para el pollo de ceba (UCAN, 1998).

Procesamiento estadístico de la evaluación *in vivo*. Para el análisis estadístico de los resultados se aplicó un análisis de varianza, con el empleo del software estadístico INFOSTAT versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012). La diferencia entre las medias se determinó a través de la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan (1955). Los valores de mortalidad y de viabilidad fueron transformados a .

$$\text{arsen}\sqrt{\% + 0,375}$$

Resultados

En la tabla 2 se presenta el comportamiento de la respuesta inmune, medida a través de los indicadores inmunológicos a los 21, 35 y 42 días, en pollos tratados con tres cultivos de *B. subtilis*.

A los 21 días no se encontraron diferencias significativas en los indicadores inmunológicos y hematológicos entre las aves tratadas con los cultivos de *B. subtilis*, ni entre estos y los controles; por lo que se puede inferir que dichos cultivos y sus endosporas no influyeron en el sistema inmune a esta edad.

A los 35 y 42 días se observó que la bolsa de Fabricio, el bazo y los títulos de hemoaglutinación para la respuesta vacunal, medida a través de la vacuna de Newcastle, fueron superiores ($p < 0,001$) en los tratamientos con *B. subtilis*.

En la tabla 3 se muestran los niveles de Hg y Hto a los 21, 35 y 42 días; y los de globulinas, albúminas y proteínas totales a los 35 y 42 días. A los 21 días, para los indicadores Hg y Hto no se observó diferencia entre los grupos en estudio, por lo que se puede plantear que todavía a este nivel no existían valores significativos de los eritrocitos para mostrar un efecto positivo en los animales. Sin embargo, se apreció que a los 35 y 42 días todos los indicadores evaluados fueron superiores en los tratamientos donde se emplearon los aditivos ($p < 0,001$).

En la tabla 4 se presenta el comportamiento de los indicadores productivos. Se observó una respuesta en las aves a partir de los 35 y 42 días, con excepción de la canal que solo se evaluó a los 42 días, sin diferencias entre los grupos tratados.

Los resultados de la mortalidad y la viabilidad durante el ciclo de crianza de los pollos se muestran

Tabla 2. Respuesta inmune a los 21, 35 y 42 días, en pollos tratados con tres cultivos de *B. subtilis*.

Indicador	Tiempo (días)	Tratamiento				EE ±	Sign.
		T1: GC	T2: C-31	T3: C-34	T4: E-44		
Peso relativo bolsa de Fabricio	21	2,46	2,59	2,63	2,73	0,20	NS
	35	1,61 ^a	2,51 ^b	2,51 ^b	2,51 ^b	0,1	***
	42	1,56 ^a	2,71 ^b	2,72 ^b	2,53 ^b	0,20	***
Peso relativo del bazo	21	0,12	0,13	0,13	0,14	0,01	NS
	35	0,11 ^a	0,18 ^b	0,17 ^b	0,15 ^b	0,01	***
	42	0,09 ^b	0,24 ^b	0,23 ^b	0,23 ^b	0,01	***
Títulos de hemoaglutinación Vacuna Newcastle	21	20,6	22,6	22,7	21,8	0,55	NS
	35	16,8 ^a	22,6 ^b	22,8 ^b	21,8 ^b	0,74	NS
	42	15,4 ^a	38,6 ^b	40,0 ^b	39,8 ^b	0,58	****

a, b: letras diferentes en una misma fila difieren significativamente para $p < 0,05$ (Duncan 1955). *** $p < 0,001$.

Tabla 3. Indicadores hematológicos a los 21, 35 y 42 días, en pollos tratados con tres cultivos de *B. subtilis*.

Indicador	Tiempo (días)	Tratamiento				EE ±	Sign.
		T1: GC	T2: C-31	T3: C-34	T4: E-44		
Hemoglobina (g.dL ⁻¹)	21	7,38	8,10	7,81	8,21	0,2600	NS
	35	7,71 ^a	9,03 ^b	9,00 ^b	8,94 ^b	0,1329	***
	42	7,65 ^a	9,20 ^b	9,13 ^b	9,51 ^b	0,1688	***
Hematocrito (%)	21	0,25	0,27	0,26	0,28	0,0084	NS
	35	0,26 ^a	0,30 ^b	0,30 ^b	0,30 ^b	0,0045	***
	42	0,26 ^a	0,31 ^b	0,30 ^b	0,32 ^b	0,0055	***
Globulina (g.dL ⁻¹)	35	1,70 ^a	2,58 ^b	2,52 ^b	2,42 ^b	0,0935	***
	42	2,15 ^a	3,39 ^c	3,22 ^{cb}	3,13 ^b	0,0815	***
Albúmina (g.dL ⁻¹)	35	1,56 ^a	2,89 ^b	2,24 ^b	2,40 ^b	0,0867	***
	42	2,32 ^a	2,39 ^b	2,80 ^b	2,71 ^b	0,0815	***
Proteínas totales (g.dL ⁻¹)	35	4,71 ^a	5,10 ^b	5,16 ^b	5,12 ^b	0,0893	***
	42	4,74 ^a	5,56 ^b	5,52 ^b	5,45 ^b	0,0871	***

^{a,b}: letras diferentes en una misma fila difieren significativamente para $p < 0,05$ (Duncan 1955). *** $p < 0,001$.

Tabla 4. Indicadores productivos en pollos alimentados *ad libitum* con tres aditivos zootécnicos de *B. subtilis*.

Indicador	Período (días)	Tratamiento				EE±	Sign.
		T1:GC	T2:C-31	T3:C-34	T4:E-44		
Peso vivo (g)	21	521,9	540,5	548,9	544,1	21,4	NS
	35	1 122,6 ^a	1 193,3 ^b	1 247,4 ^b	1 236,5 ^b	22,3	**
	42	1 451,9 ^a	1 685,9 ^b	1 640,1 ^b	1 678,5 ^b	21,5	***
Consumo (g)	21	921,7	954,68	955,9	956,2	12,3	NS
	35	2 370,1	2210,8	2 264,95	2 241,0	47,7	NS
	42	3 433,6 ^b	3 340,0 ^a	3 316,9 ^a	3 372,4 ^{ab}	22,2	*
Conversión	21	1,77	1,77	1,76	1,76	0,05	NS
	35	2,11 ^b	1,85 ^a	1,82 ^a	1,81 ^a	0,03	***
	42	2,37 ^b	1,98 ^a	2,03 ^a	2,01 ^a	0,03	*
Incremento de peso (g)	21	483,9	502,5	510,9	506,1	21,4	NS
	35	1 084,6 ^a	1 155,3 ^b	1 209,4 ^b	1 198,5 ^b	22,3	**
	42	1 413,91 ^a	1 647,85 ^b	1 602,15 ^b	1 640,51 ^b	21,5	*
Eficiencia (%)	21	56,7	56,6	57,3	56,9	1,7	NS
	35	47,4 ^a	54,0 ^b	55,07 ^b	55,2 ^b	0,7	***
	42	42,3 ^a	50,5 ^b	49,5 ^b	49,8 ^b	0,7	***
Rendimiento de la canal (%)	42	60,48	58,67	56,18	58,18	1,49	

^{a,b} Letras diferentes entre tratamientos difieren para $p < 0,05$ (Duncan 1955). ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$ * $p < 0,05$.

en la tabla 5; no se encontraron diferencias entre los tratamientos.

Discusión

Los tres aditivos zootécnicos mostraron un efecto probiótico marcado en las aves en estudio.

La respuesta sobre el sistema inmunológico y la hematológica coinciden con lo reportado por Ayala *et al.* (2015), al evaluar diferentes cepas microbianas con efecto probiótico; estas pueden actuar como antígenos y desencadenar cierta reacción inmunitaria, que se traduce en una mayor respuesta de los

Tabla 5. Indicadores de salud durante el ciclo de crianza (%).

Indicador	Tratamiento				EE ±
	T1: GC	T2: C-31	T3: C-34	T4: E-44	
Viabilidad	71,1 (88)	78,5 (95)	73,9 (91)	77,9 (95)	0,10
Mortalidad	18,33 (12,0)	10,31 (4,0)	16,04 (8,75)	10,87 (4,75)	0,08

Los valores entre paréntesis corresponden a las medias originales.

indicadores inmunológicos en diferentes categorías de animales.

Otros estudios realizados por Milián *et al.* (2013) y García *et al.* (2014) demostraron que los probióticos pueden actuar como adyuvantes orales, producir una mayor resistencia a infecciones entéricas, proporcionar una respuesta inmune aumentada y sostenida frente a organismos infecciosos, acelerar el desarrollo y la maduración del sistema inmune, incrementar la diversificación de linfocitos, y disminuir las consecuencias catabólicas de las infecciones que causan inmunosupresión (Ayala *et al.*, 2014). Tales resultados coinciden con los obtenidos en este estudio, ya que al evaluar el efecto de los tres aditivos zootécnicos a base de *B. subtilis* y sus endosporas sobre la activación de algunos de los mecanismos antes mencionados, hubo una mejora del indicador inmunológico en las aves en estudio.

Para el indicador bolsa de Fabricio, los resultados están dentro de los índices normales establecidos por Giambone (1996). Según este criterio, los pollos en estudio no se encontraban deprimidos; por el contrario, se favoreció el aumento de la función del sistema inmune de las aves y hubo una mejor respuesta inmunoestimulante. Sin embargo, en estudios similares realizados por García *et al.* (2014) en pollos de ceba, con una cepa de *Wickerhamomyces anomalus* LV-6, no se encontró diferencia entre el tratamiento y el grupo control para el indicador bolsa de Fabricio, no así para el bazo.

Los títulos de HI alcanzados evidenciaron el efecto inmunoestimulante de estos aditivos zootécnicos. La hemoaglutinina es parte de la glicoproteína viral involucrada en la absorción del virus de Newcastle en las células dianas, por lo que los anticuerpos inhibidores de la hemoaglutinación limitan la infección por este virus. Se comprobó que en los pollos existió una alta relación entre el título de estos anticuerpos y la protección del sistema inmune, por lo que se considera como un indicador

viable que relaciona la eficacia de la vacuna con la inmunidad general. Resultados análogos fueron encontrados por Molnár *et al.* (2011), al evaluar este indicador en 255 pollos alimentados con un cultivo de *B. subtilis*.

Por su parte, García *et al.* (2014) evaluaron el efecto probiótico de una cepa de *W. anomalus* en algunos indicadores fisiológicos y productivos en pollos de ceba. Con la inclusión de este cultivo en la dieta, constataron un buen estado de salud de los animales y mejora en la respuesta vacunal ($p < 0,05$).

Los niveles de Hg y Hto están dados por la acción de los cultivos de *B. subtilis*, así como por los niveles de ácido fólico, hierro y otros nutrientes aportados por estos aditivos. Ocampo *et al.* (2012) plantearon que los niveles altos de hematocrito están relacionados directamente con una mejora en la calidad nutricional de la dieta.

Los valores de hemoglobina coincidieron con los informados para las aves, que se sitúan entre 8 y 12 g.dL⁻¹, según señalan Edbahuer *et al.* (1990) y Gómez (1992). Estos autores hallaron cantidades inferiores de hemoglobina y hematocrito en los animales del grupo tratado con levadura como probiótico; sin embargo, ambos estuvieron en los rangos normales (7,0-18,6 g.dL⁻¹ de Hg y 23-55 % de Hto) para pollos de ceba, según Jiménez *et al.* (1998). Los títulos HI para la vacuna de Newcastle aumentaron cuando se adicionó la cepa LV-6, con respecto al grupo control. Tales resultados indican una mejora de la respuesta vacunal de los animales y, por ende, una estimulación de la respuesta inmune; lo que coincide con lo planteado por Pedrosa *et al.* (2012) con respecto a la acción inmunorreguladora que pueden ejercer los probióticos.

Las globulinas se sintetizan en el sistema retículo-endotelial, lo que permite inferir que los resultados están estrechamente vinculados con la respuesta inmunespecífica a partir de la acción de las albúminas y las globulinas como parte de las proteínas totales. Se reporta que para las aves (machos) los

valores de albúminas varían entre 1,6 y 2,0 g dL⁻¹ y los de globulinas de 1,8 a 3,0 g dL⁻¹ (Salgado-Trán-sito *et al.*, 2011). En este trabajo ambos indicadores se encontraron en los niveles antes mencionados. Los valores de las proteínas totales se relacionan con los indicadores de la proteinemia normal (3,0-6,0 g dL⁻¹) de las aves (Díaz *et al.*, 2014).

Los resultados hallados a partir de la inclusión de los tres aditivos zootécnicos en los indicadores peso vivo, consumo, conversión, incremento de peso y eficiencia mostraron una respuesta probiótica de tipo multifactorial; y se observó en las aves una expresión del estado fisiológico favorable que propició una mayor digestibilidad, absorción de nutrientes y biodisponibilidad de compuestos nutricionales en sangre. Ello desencadenó un proceso favorable relacionado con una mejora de los indicadores productivos y de salud.

La respuesta en el indicador peso vivo se relacionó directamente con la inclusión de los tres aditivos zootécnicos, lo que permitió que las aves tratadas hicieran un uso más eficiente de los nutrientes aportados en el alimento consumido, al obtenerse mayor peso vivo con un consumo similar de alimento. Estudios realizados por Milián *et al.* (2013), Ayala *et al.* (2012) y Iser del Toro (2016) demostraron que cuando se usan aditivos zootécnicos (probióticos, prebióticos, nutraceuticos, ácidos orgánicos, enzimas y otros) hay una relación positiva entre la incorporación de pequeñas dosis en las dietas y el incremento del peso vivo.

Hou *et al.* (2015) utilizaron un probiótico a base de *Lactobacillus reuteri* en cerdos y hallaron respuestas positivas en el peso vivo, así como en los indicadores de salud, por la disminución en la incidencia de diarreas. Sin embargo, no en todos los casos los resultados del estudio evidenciaban la autenticidad del uso de los probióticos, de ahí que no eran vistos en ocasiones como alternativas viables en la producción pecuaria.

El incremento del peso vivo a los 21 días respondió a la inestabilidad de la microbiota intestinal en la fase inicial, la cual está sujeta a grandes alteraciones durante las primeras semanas de vida de las aves. Este resultado coincide con lo reportado por Salvador (2012), al evaluar el efecto de un probiótico a base de *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus acidilacticii* y *Saccharomyces cerevisiae* inactivado en pollos de engorde, que tuvieron una mayor ganancia de peso corporal (1 982,5 g vs. 1 806 g) cuando se compararon con los grupos controles a los 35 días del experimento.

Similar resultado obtuvo Aguavil (2012) cuando evaluó el efecto de un probiótico nativo basado en *L. acidophilus* y *B. subtilis*, que influyó positivamente en la ganancia de peso (2 710 g vs. 2 586,7 g) y la conversión alimenticia (1,78 vs. 1,92), y disminuyó la tasa de mortalidad (2,69 vs. 5,5 %) con respecto al control. Como resultado colateral se reportó la ausencia de parásitos gastrointestinales, lo que contribuyó a mejorar el estado sanitario, ya que los pollos estaban libres de *Escherichia coli*, *Eimeria* spp. y *Salmonella* spp.

Ortiz (2013), al adicionar el probiótico ECO-BIOL (*Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940) en 480 pollos de engorde (Arbor Acres Plus), obtuvo un mejor rendimiento, ya que el peso final (2 575 g) se logró en 2,5 días menos que en el grupo control; este autor planteó que los probióticos pueden mejorar la conversión (1,98 vs. 2,06) y el índice de eficiencia (259 vs. 242), así como disminuir la mortalidad (6,28 vs. 6,77 %).

En el presente trabajo no hubo diferencias en la mortalidad entre los tratamientos y el grupo control, resultado que se asocia a las condiciones en que se desarrolló el experimento. Se trabajó con pollos sanos, lo cual contribuyó a que no se presentara ningún brote infeccioso en las naves de experimentación durante toda la etapa. Además, se siguieron las medidas de bioseguridad y de confort establecidas, según el «Instructivo técnico» (UCAN, 1998); asimismo, se aplicó correctamente el sistema de vacunación, el manejo correcto de las aves y la calidad de los concentrados.

Vélez-Zea (2013), en un estudio con pollitas de remplazo en los primeros 42 días de edad, comprobó que en el grupo en que se administró probiótico a base de *Lactobacillus* spp. se produjo una reducción de la mortalidad en un 2,1 %, en comparación con el testigo.

Por su parte, Lei (2015) evaluó el efecto de la suplementación dietética de *Bacillus amyloliquefaciens* basada en alimentación microbiana directa, en 281 pollos machos de engorde (Arbor Acres), durante 42 días. Se hallaron resultados superiores en los indicadores productivos: ganancia de peso (2 079 vs. 1 985 g), consumo de alimento (3 771 vs. 3 692 g) y conversión alimenticia (1,81 vs. 1,86) respecto al control, lo que se tradujo en una disminución de la mortalidad. Resultados similares fueron obtenidos por Boaro (2015), cuando evaluó probióticos en 720 pollos machos de la raza Cobb.

De manera similar, al evaluar la adición de un cultivo microbiano casero en la dieta alimenticia

de pollos parrilleros, Gamboa (2014) y González (2016) hallaron una mejor ganancia de peso (2 902,1 vs. 2 564 g), mayor conversión alimenticia (1,86 vs. 2,13) y disminución de la mortalidad (3,3 vs. 8,3 %).

Se concluye que los aditivos zootécnicos C-31, C-34 y E-44 de *B. subtilis* y sus endosporas presentan posibilidades reales para su uso en la producción animal en Cuba, pues constituyen nuevos aditivos zootécnicos con actividad probiótica, que mejoran las respuestas inmunológicas, fisiológicas, productivas y de salud de los pollos.

Referencias bibliográficas

- Aguavil, J. *Evaluación del efecto de un probiótico nativo elaborado en base a Lactobacillus acidophilus y Bacillus subtilis sobre el sistema gastrointestinal en pollos broiler Ross-308 en Santo Domingo de los Tsáchilas*. Tesis Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, 2012.
- Ayala, Lázara *Respuesta biológica de cerdas y su descendencia al consumo del aditivo SUBTIL-PROBIO*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2015.
- Ayala, Lázara; Bocourt, R.; Castro, M.; Dihigo, L. E.; Milián, Grethel; Herrera, Magalys *et al.* Desarrollo de órganos digestivos en cerditos descendientes de madres que consumieron un probiótico, antes del parto y durante la lactancia. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 48 (2):133-136, 2014.
- Ayala, Lázara; Nicola, Silvana; Zocarrato, I.; Carro, Y. & Gómez, Sarai. *Salvia* spp. como aditivo promotor del crecimiento en dietas de conejos destetados. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 30:61-64, 2012.
- Boaro, B. *Análisis histomorfométricos y ultraestructurales de la mucosa intestinal del pollo de engorde presentada al tratamiento por probiótico diferentes rutas y desafío con Salmonella enteritidis*. Tesis. Sao Paulo, Brasil: Universidad Estadual Paulista, 2015.
- Díaz, E. A.; Uribe, L. F. & Narváez, W. Bioquímica sanguínea y concentración plasmática de corticosterona en pollo de engorde bajo estrés calórico. *Rev. Med. Vet.* 28:31-42. <https://doi.org/10.19052/mv.3179>. [20/06/2016], 2014.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M. & Robledo, C. W. *InfoStat versión 2012*. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>. [20/06/2016], 2012.
- Duncan, D. B. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*. 11 (1):1-55, 1955.
- Edbahuer, C.; Weinberg, R.; Taylor, Jill; Rey-Senelonge, Ariell; Bouquet, J. F.; Desmetre, P. *et al.* Protection of chickens with a recombinant fowlpox virus expressing the newcastle disease virus hemagglutinin-neuraminidase gene. *Virology*. 179 (2):901-904, 1990.
- Gamboa, Diana G. *Adición de un cultivo microbiano casero en la dieta alimenticia de pollos parrilleros*. Tesis. Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- García, Yaneisy; Pérez, Mayriulis; García, Yaneisy; Rodríguez, Bárbara; Boucourt, R.; Torres, Verena *et al.* Efecto probiótico de una cepa de *Wickerhamomyces anomalus* en pollos de ceba. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 48 (2):125-128, 2014.
- Giambrone, J. Inmunosupresión en las aves. Causas y prevención. *Avicultura Profesional*. 14 (5):42-45, 1996.
- Gómez-Piquer, J. *Manual práctico de análisis clínicos en veterinaria*. Zaragoza, España: Mira Editores, 1992.
- González-Puetate, I. R. *Evaluación de probióticos sobre los índices productivos y la morfometría de las vellosidades intestinales en pollos de engorde*. Tesis Medicina Veterinaria. Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- Hou, C.; Zeng, X.; Yang, F.; Liu, H. & Qiao, S. Study and use of the probiotic *Lactobacillus reuteri* in pigs: a review. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 6 (1):2-8, 2015.
- Iser del Toro, Maydelis. *Caracterización físico-química de la harina de tallos de Agave fourcroydes y su adición nutracéutica en las dietas para conejos de ceba*. Tesis presentada en opción al título de doctor en Ciencias Veterinarias. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2016.
- Jiménez, E.; Lozano, C.; Hernández, A.; Florez, H. & Pulido M. Presión parcial de oxígeno, pH, hematocrito, hemoglobina e índice cardíaco en pollos de engorde a 2.600 metros sobre el nivel del mar. *Arch. Med. Vet.* 30 (1):67-74. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X1998000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es. [20/06/2016], 1998.
- Lei, X.; Piao, X.; Ru, Y.; Zhang, J.; Péron, A. & Zhang, H. Effect of *Bacillus amyloliquefaciens*-based direct-fed microbial on performance, nutrient utilization, intestinal morphology and cecal microflora in Broiler chickens *Asian-Australas. J. Anim. Sc.* 28 (2):239-246. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0330>. [20/06/2016], 2015.
- Linares, L. Los desafíos nutricionales frente a las restricciones de uso de aditivos: eliminación de uso de antibiótico. *XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura*. Guayaquil, Ecuador: Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/los-desafios-nutricionales-frente-t32625.htm>. [20/06/2016], 2015.

- Liu, G.; Aguilar, Y.; Ren, W.; Chen, S.; Guam, G.; Xiong, X. *et al.* Dietary supplementation with sanguinarine enhances serum metabolites and antibodies in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 94:75-78, 2016.
- Lynch, M. J.; Raphael, S. S.; Mellar, L. D.; Spare, P. D. & Inwood, M. *Medical laboratory and clinical pathology*. La Habana: Instituto Cubano del Libro, 1969.
- Milián, Grethel. *Obtención de cultivos de Bacillus spp. y sus endosporas. Evaluación de su actividad probiótica en pollos (Gallus gallus domesticus)*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2009.
- Milián, Grethel; Rondón, A. J.; Pérez, M.; Bocourt, R.; Rodríguez, Z.; Ranilla, M. J. *et al.* Evaluation of *Bacillus subtilis* biopreparations as growth promoters in chickens. *Cuban J. Agric. Sci.* 47 (1):61-67, 2013.
- Milián, Grethel; Rondón, A. J.; Pérez, M.; Samaniego, L. M.; Riaño, J.; Bocourt, R. *et al.* Isolation and identification of strains of *Bacillus* spp. in different ecosystems, with probiotic purposes, and their use in animals. *Cuban J. Agric. Sci.* 48 (4):347-351, 2014.
- Molnár, Kőrösi A.; Podmaniczky, B.; Kürti, P.; Glávits, R.; Virág, G.; Szabó, Z. *et al.* Effect of different concentrations of *Bacillus subtilis* on immune response of broiler chickens. *Probiotics Antimicrob. Proteins.* 3 (1):8-14, 2011.
- Nguyen, A. T.; Nguyen, D. V.; Tran, M. T.; Nguyen, L. T.; Nguyen, A. H. & Phan, T. N. Isolation and characterization of *Bacillus subtilis* CH16 strain from chicken gastrointestinal tracts for use as a feed supplement to promote weight gain in broilers. *Lett. Appl. Microbiol.* 60 (6):580-588, 2015.
- NRC. *Nutrient requirements of poultry*. Washington, DC: National Research Council, 1994.
- Ocampo, J.; Vásquez, María; Cueva, S.; Ayón, M.; Lira, B.; Rodríguez, J. *et al.* Valores eritrocíticos, presión arterial pulmonar y peso del ventrículo derecho en pollos parrilleros de dos líneas comerciales bajo crianza intensiva a nivel del mar. *Rev. Investig. Vet. Perú.* 23 (4):406-413, 2012.
- Ortiz, A.; Yáñez, Patricia; Gracia, Marta I. & Mallo, J. J. Effect of probiotic Ecobiol on broiler performance. *19th European Symposium on Poultry Nutrition*. Postdam, Germany. https://www.researchgate.net/publication/259751576_Effect_of_probiotic_Ecobiol_on_broiler_performance. [20/06/2016], 2013.
- Pedroso, Miriam; Lavielle, J.; Soler, Dulce M. & Sánchez, Lilián. β -1-3 glucano particulado lineal y otras formulaciones basadas en β -glucano, su efecto en bovinos y aves. *Rev. Salud Anim.* 34 (2):70-77, 2012.
- Pérez-Quintana, M.; Milián-Flrido, Grethel; Rondón, Ana J.; Bocourt-Salabarría, R. & Torres, Verena. Efecto de endosporas de *Bacillus subtilis* E-44 con actividad probiótica sobre indicadores fermentativos en órganos digestivos e inmunológicos de pollos de engorde. *Rev. Soc. Ven. Microbiol.* 35 (2):89-94, 2015.
- Salgado-Tránsito, L.; Del Río-García, J. C.; Arjona-Román, J. L.; Moreno-Martínez, E. & Méndez-Albores, A. Effect of citric acid supplemented diets on aflatoxin degradation, growth performance and serum parameters in broiler chickens. *Arch. Med. Vet.* 43 (3):215-222, 2011.
- Salvador-Avalos, J. M.; Contreras-Bunuto, D.; Prado-Rebolledo, O. F.; Contreras, J. L.; Macedo-Barragán, R. J.; García-Márquez, L. J. *et al.* Efecto de un probiótico en pollos de engorda. *Abanico veterinario.* 2 (1):28-31. <http://132.248.9.34/hevila/Abanicoveterinario/2012/vol2/no1/3>. [20/06/2016], 2012.
- Sánchez, A. *Enfermedades de las aves*. La Habana: ENPES, 1990.
- Sarangí, N. R.; Babu, L. K.; Kumar, A.; Pradhan, C. R.; Pati, P. K.; Mishra, J. P. *et al.* Effect of dietary supplementation of prebiotic, probiotic, and symbiotic on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Vet World.* 9 (3):313-319. <http://www.veterinaryworld.org/Vol.9/2016>. [20/06/2016], 2016.
- UCAN. *Producción avícola. Pollos de engorde. Tecnología de crianza y regulaciones sanitarias generales*. Nicaragua: Universidad Cristiana Autónoma de Nicaragua, 1998.
- Vélez-Zea, Juliana M.; Gutiérrez-Ramírez, Luz A. & Montoya, Olga I. Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Rev. P + L.* 8 (1):135-146, 2013.
- Zhang, L.; Zhang, L.; Zhan, X.; Zeng, X.; Zhou, L.; Cao, G. *et al.* Effects of dietary supplementation of probiotic, *Clostridium butyricum*, on growth performance, immune response, intestinal barrier function, and digestive enzyme activity in broiler chickens challenged with *Escherichia coli* K88. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 7 (3). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26819705>. [20/06/2016], 2016.