

El efecto del *Bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda

edigraphic.com

Arturo Cortés Cuevas *
Ernesto Ávila González *
Ma. Teresa Casaubon Huguenin **
Silvia Carrillo Domínguez ***

Abstract

In order to evaluate the effect of a probiotic (*Bacillus toyoi* 10¹⁰ spores/g) on performance of broiler chicks, two experiments were carried out. In the first experiment, 640 non sexed one day old Arbor Acres broiler chicks were used. A factorial design 2 \times 2 was employed; the first factor was the level of the probiotic (0 and 50 ppm), and the second factor was the feeding system with both restricted and non-restricted access time to feed from 8 to 42 days of age. Results obtained at 49 days of age were different for weight gain ($P < 0.05$). The addition of the probiotic showed a positive effect (2 409 vs 2 344 g). There were differences in weight gain on the feeding systems in chicks fed *ad libitum*, and presented better weight gain than with the restricted feeding one (2 418 vs 2 336 g). There was also a difference in feed consumption ($P < 0.05$) for the feeding systems with a higher feed consumption in the chicks fed *ad libitum* (4 974 vs 4 733 g). There were no differences found in feed conversion ($P < 0.05$) for both *ad libitum* (2.08) and restricted systems (2.06), neither for the probiotic addition (2.06, 2.06). Total mortality and ascites syndrome mortality (AS) was higher ($P < 0.05$) in the birds under the *ad libitum feeding* system than those under the feed restriction (9.55, 2.45, 4.52 and 1.45%, respectively). There was an effect ($P < 0.05$) with the probiotic addition in AS (0.90 vs 5.07%) with less mortality. For the second experiment, 360 one old day Arbor Acres male broilers were divided into four treatments with three repetitions of 30 chickens each. A totally randomized design was employed by using several levels of the probiotic (0, 50, 100 and 150 ppm). Results for weight gain at 49 days showed a linear effect ($P < 0.05$) with the probiotic addition (2 258, 2 321, 2 376 and 2 433 g). For feed consumption (4 648, 4 802, 4 782 and 4 843 g), feed conversion (2.06, 2.07, 2.01 and 1.99), total mortality (10.4, 7.5, 9.6 and 5.4%) and AS mortality (6.43, 3.20, 6.43 and 3.20%) no statistical differences ($P > 0.05$) were found among treatments. Results in this research showed a growth effect and a reduction of AS mortality due to the probiotic addition.

Key words: BROILER, PROBIOTIC, *BACILLUS TOYOI*.

Resumen

Con la finalidad de evaluar el efecto del probiótico (*Bacillus toyoi* 10¹⁰ esporas/g) sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda se realizaron dos experimentos. En el experimento 1 se utilizaron 640 pollos mixtos Arbor Acres de un día de edad. Se empleó un diseño con arreglo factorial 2 \times 2, un factor fue el nivel de probiótico (0 y 50 ppm) y el otro el sistema de alimentación (con y sin restricción en el tiempo de acceso al alimento) de los ocho a los 42 días de edad. Los resultados en 49 días para ganancia de peso fueron diferentes ($P < 0.05$); se encontró efecto a la adición del probiótico (2 409 vs 2 344 g). Los aumentos de peso fueron mayores en el sistema de alimentación *ad libitum* que en los restringidos ($P < 0.05$) (2 418 vs

Recibido el 4 de marzo de 2000 y aceptado el 7 de septiembre de 2000.

* Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

** Departamento de Producción Animal: Aves, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

*** Departamento de Nutrición Animal, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga 15, C.P. 14000, México, D.F.

2 336 g). En consumo sólo existió diferencia ($P < 0.05$) en cuanto al sistema de alimentación, con mayor consumo en los pollos alimentados *ad libitum* (4 974 vs 4 733 g). En conversión alimentaria no existió diferencia ($P > 0.05$) entre los sistemas de alimentación (2.08 *ad libitum* y 2.06 restringido), ni para la adición del probiótico (2.06, 2.06). La mortalidad general y por síndrome ascítico (SA) fue mayor ($P < 0.05$) en los animales que comieron *ad libitum* en comparación con los que tuvieron restricción alimentaria (9.55%, 2.45%, 4.52% y 1.45%, respectivamente). Hubo efecto ($P < 0.05$) a la adición del probiótico en SA (0.90% vs 5.07%), con menor mortalidad. Para el experimento 2, se emplearon 360 pollos machos Arbor Acres de un día de edad en cuatro tratamientos con tres repeticiones de 30 pollos cada uno. Se utilizó un diseño con diferentes niveles del probiótico (0, 50, 100 y 150 ppm). Los resultados en 49 días para ganancia de peso mostraron un efecto lineal ($P < 0.05$) a la adición del probiótico (2 258, 2 321, 2 376 y 2 433 g). Para consumo (4 648, 4 802, 4 782 y 4 843 g), conversión (2.06, 2.07, 2.01 y 1.99), mortalidad general (10.4%, 7.5%, 9.6% y 5.4%) y mortalidad por SA (6.43%, 3.20%, 6.43% y 3.20%), no existió diferencia entre los tratamientos ($P > 0.05$). Los resultados de este trabajo indicaron que el probiótico adicionado a la dieta para pollos de engorda mostró tener un efecto promotor del crecimiento y disminuyó la mortalidad por SA.

Palabras clave: POLLOS DE ENGORDA, PROBIÓTICO, *BACILLUS TOYI*.

Introducción

Desde hace algunos años se ha estado restringiendo el uso de algunos antibióticos en la alimentación animal en todo el mundo, debido al incremento en la resistencia bacteriana a los antibióticos y a su efecto residual en los productos de origen animal que pueden ser perjudiciales al humano. Sin embargo, no existen estudios científicos que corroboren la resistencia cruzada de los antibióticos como promotores del crecimiento, utilizados en la nutrición de las aves con los antibióticos comúnmente utilizados en la terapéutica humana. En las últimas dos décadas, los probióticos han sido investigados como alternativa para sustituir a los antibióticos en la alimentación animal.¹⁻⁴

Algunas investigaciones indican que en el tracto gastrointestinal hay más de 50 tipos de bacterias, su presencia y densidad de población pueden ser modificadas por el tipo de bacterias y cambios en el ambiente.⁵ La composición de las poblaciones bacterianas presentes varía con el pH, presencia de oxígeno y la proporción de líquidos en la ingesta en el buche, proventrículo, molleja, intestino delgado, ciegos y colon. La *E. Coli* forma parte de la microflora normal de las aves y mamíferos; sin embargo, bajo ciertas circunstancias puede ser patógena para el pollo de engorda.⁶

Los probióticos son microorganismos vivos, que cuando son adicionados en el alimento para los animales producen efectos benéficos en el huésped, mejorando las condiciones de la microflora nativa.^{7,8} Los más utilizados son bacterias productoras de ácido láctico, tal es el caso de las esporas del *Bacillus toyoi* que resisten la acidez al paso por el proventrículo y molleja; al llegar al intestino delgado, revierten hacia su fase vegetativa donde ejercen su acción produciendo cambios benéfi-

cos en la flora intestinal, reduciendo la población de *E. Coli* y de otras bacterias patógenas.⁹⁻¹²

Estos productos ejercen su efecto benéfico por exclusión competitiva; es decir, la competencia por los sitios de adhesión en la superficie intestinal, por inmunoestimulación (incrementando la producción de linfocitos T y B) y por una mayor producción de ácido láctico, como se indicó, dando como consecuencia una disminución en la producción de toxinas a partir de bacterias patógenas, así como un aumento de la disponibilidad de aminoácidos, vitaminas y enzimas en el tracto digestivo para el animal.^{5,13-16}

Existen estudios donde se ha encontrado que la adición de *Lactobacillus acidophilus* en la ración, mejora la ganancia de peso y la conversión alimentaria. Sin embargo, otros autores no han encontrado efecto a la adición de probióticos en ganancia de peso y conversión alimentaria.¹⁷⁻¹⁹ Bajo condiciones comerciales, los pollos han mostrado un mejoramiento en la ganancia de peso y eficiencia alimentaria, y en algunas ocasiones no se ha encontrado efecto alguno.²⁰

El mejoramiento de los parámetros anteriormente mencionados en pollos de engorda, con la inclusión de diferentes probióticos en la dieta (*Bacteroides bifidum*, *L. acidophilus*, *Pedicoccus acidilacticy* y *Enterobacterium faecium*), ha sido estadísticamente significativo ($P < 0.05$). En el caso de esporas de *Bacillus subtilis* y esporas de *Clostridium butyricum*, se ha encontrado mejoría en la ganancia de peso, pero no la eficiencia alimentaria.^{21,22}

Kozasa⁹ sugiere que el *Bacillus toyoi* fue más efectivo como aditivo antibacteriano, que como promotor del crecimiento, al ser incluido en la dieta para gallinas y pollos de engorda.

La combinación de probiótico (*Bacillus toyoi* 100 ppm) y antibiótico (nitrovin 12 ppm) en dietas para pollos de

engorda mejoraron significativamente ($P < 0.05$) la ganancia de peso (1 923 g vs testigo 1 827 g) y la conversión alimentaria (2.08 vs 2.19), respectivamente.²³ Sin embargo, este efecto no se presentó cuando se combinaron (*L. sporogenes* 50 ppm y aureomicina 50 ppm) al no encontrar diferencias estadísticas ($P > 0.05$) para ganancia de peso (1 327 g vs testigo 1 261 g) y conversión alimentaria (1.87 vs 2.03).²⁴

Con estos antecedentes, se planteó el presente estudio en pollos de engorda, con el fin de investigar el efecto del *Bacillus toyoi* como promotor del crecimiento, puesto que los resultados notificados en el mundo no son concisos. Por otro lado, no se ha estudiado su posible efecto de los probióticos adicionados en la dieta para pollos de engorda en la disminución de la mortalidad por síndrome ascítico, esto último fue otro de los objetivos del presente trabajo.

Material y métodos

Para la realización de este trabajo se desarrollaron dos experimentos con una duración de 49 días. Se utilizó una caseta convencional con pisos de cemento y cortinas laterales, en donde se les proporcionó a las aves agua y alimento a libre acceso, excepto en el experimento 1, que contó además con tratamientos que siguieron un programa de restricción alimentaria. La inclusión del *Bacillus toyoi* hizo en los alimentos terminados de acuerdo con lo especificado en cada experimento.

Las dietas basales empleadas en los experimentos estuvieron constituidas principalmente por sorgo + soya, como se muestra en el Cuadro 1; a estas dietas terminadas se les adicionaron los diferentes niveles del probiótico.

En los experimentos se vacunó a las aves contra las enfermedades de Newcastle e infección de la bolsa de Fabricio en distintas fechas. Se registraron ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimentaria, porcentaje de mortalidad general y porcentaje de mortalidad por SA, la cual es parte de la mortalidad general. Otras variables estudiadas se detallan en forma específica en los experimentos.

Experimento 1

Se utilizaron 640 pollos mixtos de un día de edad, estirpe Arbor Acres, bajo un diseño completamente aleatorizado, con un arreglo factorial 2²; en el cual un factor, fueron dos niveles de *Bacillus toyoi* (0 y 50 ppm 1010 esporas/g) y el otro factor, fueron dos sistemas de alimentación (*ad libitum* y restricción alimentaria). El programa de restricción en el tiempo de acceso al alimento se llevó a cabo de la siguiente manera: Primera semana, *ad libitum*; segunda semana, 8 h de acceso al

Cuadro 1
COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES
BASALES EMPLEADAS EN POLLOS DE ENGORDA
EN LOS DOS EXPERIMENTOS

Ingredientes	Iniciación Kg/ton	Finalización Kg/ton
Sorgo	514.10	565.11
Pasta de soya	397.75	342.04
Carbonato de calcio	17.22	15.73
Fosfato de calcio	17.14	15.16
Aceite vegetal	41.71	46.80
Premezcla de minerales*	1.00	1.00
Premezcla de vitaminas*	3.50	3.50
Dl-metionina	2.23	1.76
L-lisina hcl	0.45	0.00
Cloruro de colina, 60%	0.80	0.80
Sal	3.50	3.50
Antioxidante	0.50	0.50
Anticoccidiano	0.60	0.60
Mold x	0.50	0.50
Pigmento **	0.00	4.00
Análisis calculado		
Proteína (%)	22	20
Lisina (%)	1.20	1.02
Metionina (%)	0.55	0.48
Met+cist (%)	0.90	0.80
Calcio (%)	1.00	0.90
Fósforo disponible (%)	0.50	0.45
E. M. Kcal/ Kg	2 950	3 050

Vitamina A (12,000,000 UI), Vitamina D₃ (2,500.000 UIP), Vitamina E (15,000 UI), Vitamina K (2.0 g) Vitamina B1 (2.25 g), Vitamina B₂ (7.5 g), Vitamina B₆ (3.5 g) Vitamina B₁₂ (20 mg), Ácido fólico (1.5 g), Biotina (125 mg), Ácido pantoténico (12.5 g), Niacina (45 g), Hierro (50 g), Zinc (50 g), Manganese (110 g), Cobre (12 g), Yodo (0.30 g), Selenio (200 mg), Cobalto (0.20 g). Cantidad adicional por tonelada de alimento.³⁵

alimento; tercera semana, 8 h de acceso al alimento; cuarta semana, 9 h de acceso al alimento; quinta semana, 9 h de acceso al alimento; sexta semana, 10 h de acceso al alimento; séptima semana, *ad libitum*.

El acceso al alimento se reguló subiendo y bajando comederos, según el número de horas que indicó el programa de restricción alimentaria.

Cada uno de los cuatro tratamientos contó con cuatro repeticiones de 40 pollos mixtos cada una. A los 49 días de edad, fecha en que finalizó el estudio, fueron sacrificados, por dislocación cervical, cuatro pollos (dos hembras y dos machos) en cada repetición. La coloración se midió en la piel de la pechuga con un colorímetro de reflectancia,*

* Minolta CR-300

** Mitsui de México, S.A. de C.V.

mediante el sistema internacional de iluminación (CIELab) en el que se obtienen valores de L (luminosidad): a (enrojecimiento) y b (amarillamiento).^{25,26}

Experimento 2

Se utilizaron 360 pollos machos Arbor Acres de un día de edad. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado, que constó de cuatro tratamientos (0, 50, 100 y 150 ppm de *Bacillus toyoi* 10¹⁰ esporas/g), adicionado al alimento con tres repeticiones de 30 pollos machos cada una. A los 49 días de edad fueron sacrificadas cuatro aves por tratamiento. Para histología se tomaron muestras de 1 cm de largo a partir de duodeno, yeyuno e íleon y tonsillas cecales, que fueron fijadas en formalina amortiguada al 10% durante 24 horas para su posterior procesamiento de inclusión en parafina, para la obtención de 5 micrómetros de espesor de cada muestra y teñidas con hematoxilina-eosina.²⁷

Los datos de las variables en estudio se analizaron conforme al diseño empleado en cada experimento.²⁸ En el experimento 2, las variables no paramétricas evaluadas en el microscopio en duodeno, yeyuno e íleon y tonsillas cecales, se sometieron a un análisis estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis.²⁹

Resultados

Experimento 1

Los resultados obtenidos en 49 días de experimentación de los efectos principales, junto con los datos de sus análisis de varianza, se encuentran resumidos en el Cuadro 2. Se observa que en ganancia de peso no existió interacción probiótico × sistemas de alimentación. En cuanto a los efectos principales (niveles de probiótico y sistemas de alimentación), se aprecia que existió diferencia ($P < 0.05$) en los aumentos de peso con la adición del probiótico, los pollos que consumieron el probiótico pesaron 64 g más, lo que representó 2.7% más de crecimiento, con la adición de 50 ppm de probiótico. El peso de los pollos alimentados al libre acceso fue 5.4% mayor ($P < 0.05$) al de los que se les restringió el acceso al alimento. En el consumo de alimento no hubo efecto a la interacción, ni al empleo del probiótico; sólo existió efecto ($P < 0.05$) al sistema de alimentación, con un mayor consumo en las aves que recibieron la alimentación *ad libitum*, respecto de las que fueron restringidas en el tiempo de acceso. En conversión alimentaria no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) por la adición del probiótico, al igual que entre los sistemas de alimentación, ni tampoco existió efecto de interacción.

En el Cuadro 3 se encuentran los datos promedio y los resultados del análisis de varianza para porcentaje de mortalidad general y por SA. Se puede observar que

no hubo efecto ($P > 0.05$) en la mortalidad general, con la adición de probiótico; sin embargo, se encontró diferencia ($P < 0.05$) entre los sistemas de alimentación; se observó 75% menor mortalidad general en las aves que fueron restringidas. La inclusión del probiótico, al igual

Cuadro 2

RESULTADOS DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN 49 DÍAS DE EDAD EN POLLOS ALIMENTADOS BAJO DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN, CON Y SIN TOYOCERINA (Exp. 1)

Tratamiento	Ganancia de peso	Consumo de alimento	Conversión alimentaria
Adición toyocerina	(g)	(g)	(kg*kg)
50 ppm	2 409c	4 856C	2.06c
0 ppm	2 345d	4 816C	2.06c
Eem*	53.53	67.35	0.048
Sistema de alimentación			
<i>Ad libitum</i>	2 418a	4 974a	2.08c
Restricción	2 294b	4 699b	2.07c
Eem	53.25	54.5	0.048
Fuente de variación		Probabilidad	
Adición toyocerina	0.029	0.002	0.618
Sistema de alimentación	0.008	0.577	0.311
Interacción	0.795	0.150	0.250

*EEM: Error estándar de la media.

Cuadro 3

PORCENTAJES DE MORTALIDAD A LOS 49 DÍAS DE EDAD BAJO DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN, CON Y SIN TOYOCERINA (Exp. 1)

Tratamiento	Mortalidad general %	Mortalidad por sa %
Adición toyocerina		
50 ppm	4.80c	0.90d
0 ppm	7.15c	5.07c
Eem	1.99	1.68
Sistema de alimentación		
<i>Ad libitum</i>	9.55 ^a	4.52a
Restricción	2.45b	1.45b
Eem	1.51	1.17
Fuente de variación		Probabilidad
Adición toyocerina	0.344	0.017
Sistema de alimentación	0.011	0.061
Interacción	0.939	0.291

EEM: Error estándar de la media.

que la restricción de alimento, disminuyó significativamente 83% y 68%, respectivamente ($P < 0.05$), la mortalidad por SA.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de los análisis de varianza y los datos obtenidos para la coloración (luminosidad, amarillamiento y enrojecimiento) en la piel de la pechuga. Se puede observar que no existió diferencia estadística ($P > 0.05$) en cuanto a luminosidad obtenida con y sin la adición de probiótico, al igual que entre los sistemas de alimentación empleados. En el amarillamiento de la piel hubo tendencia ($P < 0.071$) a un

Cuadro 4
RESULTADOS DE LA COLORACIÓN DE LA PIEL DE LA PECHUGA A LOS 49 DÍAS DE EDAD EN POLLOS BAJO DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN, CON Y SIN TOYOCERINA (Exp. 1)

Tratamiento Adición toyocerina	Luminosidad L	Amarillos A	Rojos B
50 ppm	71.4	54.60b	1.88b
0 ppm	70.73	51.70c	0.69c
Eem	0.40	1.06	0.45
Sistemas de alimentación			
<i>Ad libitum</i>	71.20	53.67a	1.27a
Restricción	70.90	52.63a	1.29a
Eem	0.62	1.13	0.47
Fuente de variación		Probabilidad	
Adición toyocerina	0.281	0.071	0.081
Sistemas de alimentación	0.636	0.519	0.968
Interacción	0.785	0.655	0.979

EEM. Error estándar de la media.

mayor color con la adición del probiótico, pero entre los sistemas de alimentación no existió diferencia estadística. Para el enrojecimiento de la piel también existió tendencia ($P < 0.081$) a ser mejor con la adición del probiótico, pero entre sistemas de alimentación no existió diferencia en la coloración.

Experimento 2

Los resultados promedio obtenidos en los 49 días de duración del experimento, así como los análisis estadísticos se muestran en el Cuadro 5. Para ganancia de peso se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre tratamientos, con un efecto lineal ($Y = 2260 + 1.16X$); a medida que aumentó el nivel de probiótico, mejoró positivamente la ganancia de peso. En consumo de alimento, conversión alimentaria, mortalidad general y la mortalidad por SA no existió diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Los resultados de histología, en cada uno de los tratamientos a los 49 días de edad, se observan en el Cuadro 6. Las lesiones encontradas fueron: atrofia de vellosoidades, hiperplasia linfoide, infiltración linfocitaria, infiltración de heterófilos y fusión de vellosoidades en intestino delgado y tonsilas cecales, sin diferencia estadística entre tratamientos ($P > 0.05$). Los datos muestran el porcentaje de animales que presentaron las lesiones antes señaladas.

Discusión

En el experimento 1 los resultados referentes a la ganancia de peso de pollos mixtos mostraron un efecto significativo a la adición del probiótico. En el experimento 2 hubo efecto lineal ($P < 0.05$) a la adición de probiótico (0, 50, 100, 150 ppm) sobre la ganancia de

Cuadro 5
PARÁMETROS PRODUCTIVOS OBTENIDOS EN POLLOS A LOS 49 DÍAS DE EDAD ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE TOYOCERINA EN LA DIETA (Exp. 2)

Tratamiento Toyocerina (ppm)	Ganancia de peso G	Consumo de alimento G	Conversión alimentaria Kg*kg	Mortalidad general %	Mortalidad por sa %
0	2 258b	4 648	2.06	10.40	6.43
50	2 321ab	4 802	2.07	7.50	3.20
100	2 376ab	4 782	2.01	9.60	6.43
150	2 433a	4 843	1.99	5.36	3.20
Eem	29.04	58.32	0.022	2.23	0.94
Fuente de variación			Probabilidad		
Nivel de toyocerina	0.015	0.339	0.121	0.501	0.195

EEM: Error estándar de la media.

Cuadro 6

CAMBIOS HISTOLÓGICOS EN INTESTINO DELGADO Y TONSILAS CECALES EN POLLOS DE 49 DÍAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE TOYOCERINA

Toyocerina Variables (%)	0 ppm		50 ppm		100 ppm		150 ppm	
	Id	Tc	Id	Tc	ID	TC	ID	TC
Atrofia de vellosidades	0	0	30	0	24	11	5	0
Hiperplasia linfoide	30	64	0	0	9	44	25	85
Infiltración linfoide	57	45	66	0	83	22	93	65
Infiltración heterófilos	35	45	26	36	33	33	48	69
Fusión de vellosidades	58	9	40	0	23	0	30	0

ID= Intestino delgado

TC= Tonsilas cecales

peso de pollos machos. Un trabajo realizado por Wolke *et al.*³⁰ al administrar 0, 50, 75 y 100 $\times 10^9$ esporas/ton de *Bacillus natto*, no encontraron efecto lineal a la adición del probiótico. En otro estudio realizado con dosis elevadas de lactobacilos (0, 500, 1 000 y 1 500 ppm con 1 $\times 10^9$ células/gramo), se obtuvo efecto de un mayor crecimiento hasta el nivel de 1 000 ppm.¹

En los estudios realizados se han utilizado diferentes probióticos, cabe señalar que los resultados entre experimentos son inconsistentes sobre el uso de probióticos en la producción animal, ya que los datos han sido contrastantes en cuanto a su uso como promotores del crecimiento. Lo anterior se debió a variaciones en la eficacia de los diferentes probióticos, por las diferencias de las especies de microorganismos utilizados, o bien a los métodos de preparación, estabilidad y a características del propio microorganismo (resistencia al pH del proventrículo, adherencia física, multiplicación en la superficie intestinal y secreción de sustancias como ácido láctico y antibióticos propios del microorganismo), que permiten su supervivencia en el tracto gastrointestinal, así como a factores de estrés, como el clima y el manejo.¹

Los resultados para la variable consumo de alimento en los dos experimentos concuerdan con los resultados de varios investigadores en los cuales no hubo diferencias ($P > 0.05$) en esta variable.³¹⁻³³

Cabe señalar que en el experimento 1 se observó diferencia ($P < 0.05$) entre sistemas de alimentación, con un menor consumo de alimento en las aves que llevaron alimentación restringida, este sistema de restricción es empleado en el altiplano mexicano para reducir el crecimiento de los pollos de engorda, como una estrategia para disminuir la mortalidad por el SA.^{33,34}

Los resultados para conversión alimentaria fueron similares entre tratamientos en los dos experimentos.

Estos datos son similares a los mencionados por varios investigadores, quienes señalan que no existió diferencia en conversión alimentaria al adicionar probióticos en la dieta.^{23,30,32}

Cabe mencionar que algunas investigaciones informan que la conversión alimentaria se mejoró cuando los probióticos se adicionaron junto con antibióticos (nitrovin + *Bacillus toyoi* y *L. acidophilus*, *L. casei* + Flavofosfolipol).^{23,30}

El porcentaje de mortalidad general en los dos experimentos no se disminuyó con la adición del probiótico; estos resultados son similares a los obtenidos por otros autores al emplear probióticos en dietas para pollos de engorda.^{1,19}

En el experimento 1 existió menor mortalidad en los pollos que recibieron una alimentación restringida, como se esperaba. Esta reducción en la mortalidad se debió al menor crecimiento de los pollos, ya que con una restricción de tiempo al acceso al alimento, el ave se somete a una menor actividad metabólica oxidativa.^{33,34} En México el uso de programas de restricción de tiempo de acceso al alimento en granjas comerciales, son llevados a cabo como paliativos para el control de mortalidad por SA. La disminución en la mortalidad por este síndrome se presenta en la medida que se tiene menor número de horas de acceso al alimento, y se inicia a una edad temprana.^{32,34}

La menor mortalidad por SA obtenida en el experimento 1 con la adición de *Bacillus toyoi* no ha sido descrita por los investigadores, no así cuando se ha evaluado a dicha variable en programas de restricción.³³⁻³⁵

En los pollos alimentados con *Bacillus toyoi* en los dos experimentos, se notaron menores signos respiratorios a la respuesta posvacunal, en virtud de que los probióticos ejercen su acción produciendo cambios benéficos en la flora intestinal, y disminuyendo la población de *E. Coli*,

que a su vez, se reduce la producción de toxinas de esta bacteria, microorganismo implicado en enfermedades respiratorias, las cuales predisponen a la incidencia del síndrome ascítico.^{6,12} Es probable que por esta razón la mortalidad por SA haya sido menor. Por otro lado, los probióticos producen sustancias llamadas "bacteriocinas" que actúan como antibióticos como subtilin, nisin, lactocidin, acidolin y peróxido de hidrógeno, que actúan contra bacterias grampositivas y negativas, alterando la permeabilidad de la membrana celular al inhibir el paso del potasio y el transporte de ATP, quizás por estas razones se pudo haber disminuido en parte la mortalidad por SA.³⁵

Los datos del amarillamiento y el enrojecimiento de la piel, tendieron a ser mejores con la adición del probiótico. No así entre los sistemas de alimentación. Dichas variables no han sido evaluadas por otros autores en investigaciones realizadas en pollos con el uso de probióticos en la dieta, posiblemente debido a la poca importancia que tiene en algunos países, la pigmentación en piel de los pollos; sin embargo, este efecto puede deberse a que el ave, al consumir probiótico en su dieta, mejora el estado de salud del intestino, lo que permite una mayor absorción de pigmentos.³⁶

Los estudios de histología en intestino delgado y tonsillas cecales no mostraron cambios con y sin la inclusión de *Bacillus toyoi* en la dieta. Cabe señalar que no hay publicaciones que informen datos que indiquen cambios citológicos en dichos órganos, causados por los probióticos y que expliquen el efecto promotor del crecimiento. Pero sí se pudo corroborar la integridad de la mucosa intestinal, lo que no fue totalmente el objetivo de este estudio.

Referencias

1. Jin ZL, Ho WY, Abdullah N, Jalludin S. Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broilers fed diets containing *Lactobacillus* cultures. *Poultry Sci* 1998;77:1 259-1 265.
2. Jernigan MA, Miles RD, Arafa AS. Probiotics in poultry nutrition. A review. *Wld Poultry Sci* 1988;41:99-107.
3. Mulder RWW. Probiotics as a tool against *Salmonella* spp contamination. *Misset Wld Poultry Sci* 1991;7:36-37.
4. Ojeniyi AA. Public health aspects of bacterial drug resistance in modern battery and town village poultry in the tropics. *Acta Vet Scand* 1989;30:127-132.
5. Fuller R. The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balance in the crop. *Br Poultry Sci* 1977;18:85-94.
6. Calnek BW. Enfermedades de las aves. México (DF): Manual Moderno, 1995.
7. Havenaar R, Huis JHJ. Probiotics: a general view. In the lactic acid bacteria. *Elsevier Appl Sci* 1992;1:151-170.
8. Havenaar R, Brink BT, Huis JHJ. Selection of strain for probiotic use. In: Fuller R, editor. *Probiotics. The scientific basis*. London (UK): Chapman and Hall, 1992:209-224.
9. Kozasa M. Toyocerin (*Bacillus toyoi*) as growth promotor for animal feeding. *Microbiol Alim Nutr* 1986;4:121-135.
10. Trejo A. Estudio comparativo de la acción de *Lactobacillus* spp y acidificantes vegetales frente al *Escherichia coli* enterotoxigénico (tesis de licenciatura). Cuautitlán (Edo. de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM, 1990.
11. García ID. Evaluación de un probiótico para la prevención de la infectividad y mortalidad por *Salmonella gallinarum* en pollos de engorda de un día de edad. (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1995.
12. Leeson S, Summers JD. *Commercial poultry nutrition*. 2nd ed. Guelph, Ontario: University Books, 1997.
13. Fuller R. Basis and efficacy for probiotics. *Wld Poultry Sci J* 1988;44:1-69.
14. Ozawa W. Antagonistic effects of *Bacillus natto* and *Streptococcus faecalis* on growth of *Candida albicans*. *Microbiol Immunol* 1978;23:1147-1156.
15. Watkins BA, Miller BP, Neeil DH. *In vivo inhibitory effects of Lactobacillus acidophilus* against pathogenic *Escherichia coli* in gnotobiotic chicks. *Poultry Sci* 1982;61:1 298-1 308.
16. Inooka S, Uehara S, Kimura M. The effect of *Bacillus natto* on the T and B lymphocytes from spleens of feeding chickens. *Poultry Sci* 1986;65:1217-1219.
17. Tortuero F. Influence of the implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora. *Poultry Sci* 1973;52:197-203.
18. Couch JR. Poultry research outline benefits of bacteria, fungistatic compounds, other fecal additives. *Feedstuffs* 1978;39:6-7.
19. Wanbeke FV, Peeters J. The effect of Paciflor® on the performances, carcass composition and caecal bacterial numbers of broilers. *Arch Geflügelkd* 1995;59:125-129.
20. Arends LG. Influence of *Lactobacillus acidophilus* administered via drinking water on broilers performance. 88th Annual Meeting; 1981 August 16-19; Atlanta (Ge). Atlanta (Ge): Poultry Science Association, Inc., 1981:1617.
21. Han IK, Lee SC, Lee JH, Kim JD, Jung PK, Lee JC. Studies on the growth promoting effects of probiotics II. The effects of *Clostridium butyricum* on the performance and the changes in the microbial flora of the feces and intestinal contents of the broilers chicks. *Korean J Anim Sci* 1984;26:158-165.
22. Guillot JF, Jule S, Yvore P. Effect of a strain of *Bacillus* used as a probiotic against *Salmonella* carriage and experimental coccidiosis in chickens. *Microecol Ther* 1990;20:19-22.
23. Morales BE, Ávila GE, Sanchez CF. Evaluación del *Bacillus toyoi* nitrovin en dietas para pollos de engorda. *Memorias de la XX Convención Anual ANECA*; 1995 mayo 3-7; Acapulco (Guerrero) México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, A.C., 1995:214-219.
24. Baidya N, Mandal L, Sarkar SK, Banerjee GC. Combined feeding of antibiotic and probiotic on the performance of broiler. *Indian Poultry Sci* 1994;29:228-231.
25. Cuca GM, Ávila GE, Pró. MA. *Alimentación de las aves*. 8^a ed. Chapingo, Edo. de México: Universidad Autónoma de Chapingo, 1996.
26. Hamilton PB. The use of high-performance liquid chromatography for studying pigmentation. *Poultry Sci* 1992;71:718-724.
27. Estrada FE, Peralta ZI, Rivas MP. *Manual de técnicas histológicas*. México (DF): AGT Editores S.A., 1982.
28. Gill JL. *Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences*. Vol 1. Ames (Io): The Iowa State University Press, 1978.

29. Zar JB. Biostatistical analysis. 2nd ed. Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall Inc., 1984.
30. Wolke LF, Fleming JS, Mira RT. Utilicão do probiótico *Bacillus natto* como promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte. Agr Curitiva 1996;15:103-107.
31. Baidya N, Mandal L, Sarkar SK, Banerjee GC. Combined feeding of antibiotic and probiotic on the performance of broiler. Indian Poultry Sci 1994;29:228-231.
32. Arce MJ, López CC. Programas de alimentación para el control del síndrome ascítico. Memorias de la XV Convención Nacional ANECA; 1990 mayo 2-5; Cancún (Quintana Roo) México, México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, A.C., 1990:169-177.
33. López CC. Susceptibilidad al síndrome ascítico de diferentes estirpes genéticas de pollos de engorda (tesis de doctorado). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1998.
34. Arrieta AJM. Efecto de la adición de vitaminas E+C y selenio en la dieta sobre el estatus oxidativo hepático, comportamiento productivo y presentación del síndrome ascítico en pollos de engorda (tesis de maestría). México (D.F.) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1998.
35. Dicks LMT. Lactic acid bacteria: understanding the microorganism. The keys to successful use in maximizing anti-coliform and anti-*Salmonella* activity. Proceedings Alltech's Ninth Annual Symposium; 1993 September 5-9. Nicholasville (Ke). Nicholasville (Ke): Alltech, 1993:151-168.
36. Jones FT. Use of direct-fed microbials not new, way the work still not clean. Feedstuffs 1991;63:17-19.