

La utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda

The use of enzymes as additives in broiler chicks diets

Arturo Cortés Cuevas*
Rodolfo Águila Salinas**
Ernesto Ávila González*

Abstract

Two experiments were conducted in order to evaluate the use of enzymes (alpha-amylases, xilanases and proteases) as feed additives on the performance of broiler chicken. One thousand Peterson broiler chicks aged 1 day were employed in the first experiment. This study included four treatments: *a*) Corn + soybean meal control diet, *b*) Control diet + enzymes, *c*) Diet 3 % lower in both crude protein (CP) and metabolizable energy (ME), and *d*) Diet 3 + enzymes. Each treatment had five replicates of 50 chicks each. The second experiment was similar to the first one, but this time sorghum + soybean meal diets were employed. Eight hundred and forty Arbor Acres chicken aged one day were used with seven replicates of 30 chicks per treatment. A completely randomized design with a 2 x 2 factorial arrangement of treatments was used in both experiments. Factors included a level of CP-, ME- and enzymes inclusion. Results of the first experiment for the four treatments at 49 days of age were as follows: weight gain (2 372a, 2 425b, 2 154a and 2 369b g) was different among treatments ($P < 0.01$) with enzymes addition; feed conversion (2.33a, 2.12b, 2.49 and 2.24b) improved ($P < 0.01$) with the enzymes addition. In the second experiment, weight gain results (2 393, 2 408, 2 374 and 2 387 g) and breast yield percentage were similar among treatments ($P > 0.05$). However, feed consumption (5 115a, 5 017b, 5 170a and 5 008b) and feed conversion (2.14a, 2.05b, 2.18a and 2.10b) showed significant improvement with the enzymes addition. Data obtained showed that the enzymes inclusion on corn or sorghum + soybean meal diets for broilers improved weight gain, and/or feed conversion in standard diets, and also in those with lower CP and ME content.

Key words: BROILERS, ENZYMES ADDITION, CORN, SORGHUM, SOYBEAN MEAL DIET.

Resumen

Se realizaron dos experimentos con la finalidad de evaluar el uso de enzimas (alfa-amilasas, xilanasas y proteasas) como aditivos en dietas para pollos de engorda sobre el comportamiento productivo. En el primer experimento se emplearon 1 000 pollos mixtos de un día de edad de la estirpe Peterson. El estudio constó de cuatro tratamientos: *a*) Dieta testigo (maíz + soya); *b*) dieta testigo + enzimas; *c*) dieta con menor contenido (3%) de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM); y *d*) dieta con menor contenido (3%) de PC y EM + enzimas. Cada tratamiento contó con cinco repeticiones de 50 pollos cada una. El segundo experimento fue similar al primero, pero las dietas se aplicaron con base en sorgo + soya. Se emplearon 840 pollos de un día de edad de la estirpe Arbor Acres. Cada tratamiento contó con siete repeticiones de 30 pollos cada una. En

Recibido el 12 de junio de 2001 y aceptado 12 de septiembre de 2001.

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

** Iguala Concentrados, S. A. de C. V., Periférico Norte Vía del FFCCs/n, Zona Industrial CIVI, 40030, Iguala, Guerrero, México.

ambos experimentos se utilizó un diseño al azar, con arreglo factorial 2×2 ; un factor fue el contenido de PC y EM de las dietas y el otro factor, la adición o no de enzimas. En el primer experimento, la ganancia de peso a los 49 días de edad (2 372a, 2 425b, 2 154c y 2 369a g) fue diferente entre tratamientos ($P < 0.01$) estando afectada por la adición de enzimas y la reducción de PC y EM. El consumo de alimento (5 507a, 5 137b, 5 364a y 5 297b g) fue menor ($P < 0.01$) con la adición de enzimas; para conversión alimentaria (2.33, 2.12, 2.49 y 2.24) existió efecto ($P > 0.01$) por la adición de enzimas. En el segundo experimento los resultados para ganancia de peso (2 393, 2 408, 2 374 y 2 387 g) y porcentaje de rendimiento de pechuga (21.17, 20.90, 20.98 y 21.03) fueron similares entre tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, para consumo de alimento (5 115a, 5 017b, 5 170a y 5 008b g) y conversión alimentaria (2.14a, 2.05b, 2.18a, y 2.10b), se notó una mejoría significativa ($P < 0.05$) con la adición de enzimas. Los datos obtenidos en este estudio indican que la inclusión de enzimas en dietas a base de maíz o sorgo + pasta de soya para pollos de engorda mejoran la ganancia de peso o la conversión alimentaria en dietas estándares y con menor contenido de PC y EM.

Palabras clave: POLLOS DE ENGORDA, ENZIMAS, ADITIVO, MAÍZ, SORGO, PASTA DE SOYA.

Introduction

The addition of exogenous enzymes (betaglucanase, xilanases) in diets for poultry has been a common practice in the last years as a complement to the ones produced by the gastrointestinal tract. The main limitation, years ago when used in diets for animals, was the cost-benefit. Nevertheless, updated advances regarding biotechnology have reduced the production cost of these enzymes, and now their use has become very common in the balanced feed production industry. The reason behind their utilization is that these improve the efficiency of nutrients and the diet's digestibility. On the other hand, research papers have demonstrated benefits on the productive behavior, as they have an influence on non-starch polysaccharides (NSP) in diets including barley and wheat.¹⁻⁴ Recent studies have been performed with other type of enzymes in sorghum based diets for broiler chicks.^{5,6} It has been demonstrated that enzymes reduce the variation in the nutritional quality of grains, and the response is more evident when the diet contains low quality fat and oil as a supplementary source of energy.⁷⁻⁹

When diets include wheat, barley, oatmeal or triticale, enzymes reduce the incidence of humid litters as a result of the decrease of the production of viscous material caused by the NSP's present in these grains which reduce the nutrients' absorption and are deposited in the droppings.^{3,10}

The use of enzyme preparations is justified because these improve the nutritional value of grains in the diet as they reduce the encapsulating effect of the cellular wall in grains.¹¹

Some research has included studies on the addition of enzymes (arabinoxilanasas and β -glucanasas) in diets with wheat and barley for broiler chicks, and results show that there is a significant better weight

Introducción

La adición de enzimas exógenas (beta glucanasas, xilanasas) en dietas para aves se ha convertido en una práctica común en los últimos años, como complemento a las que el tracto gastrointestinal produce. La principal limitación que existía de su uso en dietas para animales era el costo-beneficio. Sin embargo, los avances que actualmente se tienen en la biotecnología, han reducido el costo de producción de las enzimas y con esto son ahora de uso común en la industria de los alimentos balanceados. La razón de su uso es porque mejora la eficiencia en la utilización de los nutrientes, esto último se debe a que mejoran la digestibilidad de la dieta. Por otra parte, trabajos de investigación han demostrado los beneficios sobre el comportamiento productivo, ya que actúan sobre los polisacáridos no almidonados (PNA) en dietas a base de cebada y trigo.¹⁻⁴ Recientemente se han realizado estudios con otro tipo de enzimas en dietas para pollos de engorda a base de sorgo.^{5,6} Se ha mostrado que las enzimas reducen la variación en la calidad nutritiva de los granos y la respuesta es más evidente cuando la dieta contiene como fuente suplementaria de energía, grasas y aceites de baja calidad.⁷⁻⁹

Cuando las dietas son a base de trigo, cebada, avena o triticale, las enzimas reducen la incidencia de camas húmedas, como resultado de una disminución en la producción de material viscoso proveniente de los polisacáridos no almidonados (PNA) contenidos en estos granos, los cuales reducen la absorción de nutrientes y son depositados en las excretas.^{3,10}

El uso de preparaciones de enzimas se justifica porque mejoran el valor nutritivo de los granos utilizados en la dieta, al reducir el efecto de encapsulamiento de la pared celular contenida en los granos.¹¹

Algunas investigaciones se han llevado a cabo con la adición de enzimas (arabinoxilanasas y β -glucanasas)

gain and feed conversion when obtaining an increase of 3.5% to 6%, respectively on these two variables.¹²⁻¹⁴

It was supposed that corn + sorghum and soybean meal did not cause digestive problems a few years ago, nevertheless, it is known that these produce considerable quantities of viscous material, which affects digestion and absorption. With the use of enzymes in these diets, productivity in poultry is improved.¹⁵

Graham and Inburr¹⁶ mentioned that digestibility of corn improves with the complementation of xilanasas and alpha-amylases because these enzymes hydrolyze cell walls and complement the action of alpha-amylases.

Apart from alpha-amylases and arabinoxilanasas, there are other enzymatic complexes such as proteases that destroy remanent anti-nutritional factors in soybean meal which reduce the protein's digestibility.¹⁷

Zanella *et al.*¹⁷ performed a study in which they included 2,000 units/g of alpha-amylases, 800 μ/g of xilanasas and 6,000 μ/g in corn + soybean diets in broiler chicks. Results indicate that the addition improved the digestibility of amino acids and alimentary conversion with the possibility of reducing the content of protein and energy (3%). Nevertheless, Rebolé *et al.*¹¹ evaluated an enzyme complex that contained beta-glucanases, pectinasas and hemi-celulasas at different levels of inclusion (0, 0.5, 1.0 and 2.0 kg/ton) in diets of broiler chicks including 15% corn + soybean + sesame meal without processing and found no effect ($P < 0.05$) of its addition among treatments.

Due to the abovementioned data, and in order to evaluate if productive behavior in broiler chicks is improved, there is a need to gather more information regarding the addition of enzymatic complexes that include alpha-amylases, xilanasas and proteases in practical diets in the Mexican poultry industry with corn and sorghum + soybean meal and less contents of crude protein (CP) and metabolizable energy (ME).

Material and methods

In order to carry out this study, two experiments were undertaken. In Experiment 1, 1000 mixed Peterson broiler chicks aged one day were included. Experiment 2, included 840 one-day-old Arbor Acres broiler chicks. Treatments in both experiments were a) control diet (standard); b) control diet + enzymes; c) diet with less content (3%) of CP and ME, and d) diet with less content (3%) of CP and ME + enzymes.

Diets in Experiment 1 included corn + soybean meal (Table 1), and each treatment consisted of five repetitions of 50 chicks each. In Experiment 2, diets included sorghum + soybean (Table 2), and each treatment consisted of seven repetitions of 30 chicks each.

en dietas a base de trigo o cebada para pollos de engorda y los resultados han indicado que existe significativamente una mejor ganancia de peso y una conversión alimentaria al obtener un incremento de 3.5% a 6%, respectivamente, en estas variables.¹²⁻¹⁴

Hasta hace algunos años, se suponía que el maíz, el sorgo y la pasta de soya no ocasionaban problemas digestivos; sin embargo, se sabe que producen cantidades considerables de material viscoso que afectan la digestión y la absorción. Con la utilización de enzimas en estas dietas se mejora la productividad en las aves.¹⁵

Graham e Inburr¹⁶ mencionan que la complementación con xilanasas y alfa-amilasas mejora la digestibilidad del maíz, debido a que estas enzimas hidrolizan las paredes celulares y complementan la acción de la alfa-amilasa.

Por otra parte, además de alfa-amilasas y arabinoxilanasas, en los complejos enzimáticos se incluyen proteasas para destruir los factores antinutrientales remanentes en la pasta de soya que reducen la digestibilidad de la proteína.¹⁷

Zanella *et al.*¹⁷ realizaron un estudio en el cual incluyeron 2 000 unidades/g de alfa-amilasas, 800 μ/g de xilanasas y 6 000 μ/g de proteasas en dietas maíz + soya para pollos de engorda. Los resultados indicaron que la adición mejoró la digestibilidad de los aminoácidos y la conversión alimentaria con la posibilidad de reducir el contenido de proteína y energía (3%). Sin embargo, Rebolé *et al.*¹¹ evaluaron un complejo de enzimas que contenía beta-glucanases, pectinasas y hemicelulasas a diferentes niveles de inclusión (0, 0.5, 1.0 y 2.0 kg/ton) en dietas para pollos de engorda a base de maíz + soya y ajonjolí sin procesar, con 15% de inclusión, y no encontraron efecto a la adición ($P < 0.05$) entre tratamientos.

Con base en estos antecedentes, surgió la necesidad de acumular más información respecto de la inclusión de complejos enzimáticos a base de alfa-amilasas, xilanasas y proteasas en dietas prácticas comúnmente utilizadas en la avicultura mexicana a base de maíz o sorgo + pasta de soya, y con menor contenido de PC y EM (3%) y evaluar si mejoran el comportamiento productivo en pollos de engorda.

Material y métodos

Para llevar a cabo este trabajo se realizaron dos experimentos. En el experimento 1 se utilizaron 1 000 pollitos de engorda, mixtos, de un día de edad, de la estirpe Peterson. En el experimento 2 se emplearon 840 pollitos de la estirpe Arbor Acres, de un día de edad. Los tratamientos en ambos experimentos fueron como sigue: a) Dieta testigo (estándar); b) dieta testigo + enzimas; c) dieta con menor contenido (3%) de PC y EM; d) dieta con menor contenido (3%) de PC y EM + enzimas.

Cuadro 1				
COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES A BASE DE MAÍZ + PASTA DE SOYA PARA POLLOS DE ENGORDA (EXPERIMENTO 1)				
COMPOSITION OF CORN + SOYBEAN MEAL BASED DIETS FOR BROILER CHICKS (EXPERIMENT 1)				
	Iniciación (1-21 días)		Finalización (22-49 días)	
	Initiation (1-21 days)		Finalization (22-49 days)	
	Testigo	Menos 3% de PC y EM	Testigo	Menos 3% de PC y EM
	Control	Less than 3% CP & ME	Control	Less than 3% CP & ME
Ingredientes	kg/ton	kg/ton	kg/ton	kg/ton
Ingredients	kg/ton	kg/ton	kg/ton	kg/ton
Maíz	533.478	582.350	591.098	618.100
Pasta de soya, 46% P	379.545	351.282	318.813	299.779
Aceite vegetal	40.00	18.251	43.225	35.000
Ortofosfato	18.520	21.677	16.429	16.489
Carbonato de calcio	16.531	13.548	15.109	15.206
Sal	3.964	3.948	3.963	3.697
Vitaminas*	2.500	2.500	2.500	2.500
Minerales*	1.000	1.000	1.000	1.000
DL-Metionina	2.438	2.666	1.843	2.017
Cloruro de colina, 60%	0.400	0.400	0.400	0.400
Coccidiostato	0.500	0.500	0.500	0.500
Bacitracina	0.500	0.500	0.500	0.500
Antioxidante	0.120	0.120	0.120	0.120
Antifungal	0.500	0.500	0.500	0.500
Pigmento	--	--	4.000	4.000
Total	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Nutrimentos	Análisis calculado			
Nutriments	Calculated Analysis			
Proteína, %	22.00	21.34	20.00	19.40
EMKcal/kg	3000	2910	3100	3076
Lisina, %	1.20	1.20	1.05	1.01
Metionina, %	0.55	0.56	0.49	0.50
Met. + Cist., %	0.90	0.90	0.78	0.78
Calcio, %	1.00	1.00	0.90	0.90
Fósforo disp., %	0.50	0.50	0.45	0.45

*Vitamin A (12 000 000 IU), Vitamin D₃ (2 500 000 IU), Vitamin E (15 000 IU), Vitamin K (2.0 g), Vitamin B₁ (2.25 g), Vitamin B₂ (7.5 g), Vitamin B₆ (3.5 g), Vitamin B₁₂ (20 mg), Pantotenic acid (12.5 g), Folic acid (1.5 g), Biotin (125 mg), Niacin (45 g), Iron (50 g), Zinc (50 g), Manganese (110 g), Copper (12 g), Iodine (0.30 g), Selenium (200 mg), Cobalt (0.20 g). Added quantities /ton of feed.

The content of protein in the ingredients was determined before formulating the diets. In both experiments, the enzyme complex (including 4,000 µ/kg alpha-amylases, 3,000 µ/kg xylanases and 40,000 µ/kg proteases) was added at 1 kg/ton of feed.

Water and feed was provided to chicks *ad libitum*. Diets were prepared in two stages as established by Cuca *et al.*¹⁸ Ingredients used to prepared the rations and calculated analyses are included in Tables 1 and 2.

Cabe señalar que las dietas en el experimento 1 fueron a base de maíz + pasta de soya (Cuadro 1) y cada tratamiento contó con cinco repeticiones de 50 pollos cada una. En el experimento 2, las dietas fueron a base de sorgo + soya (Cuadro 2) y cada tratamiento contó con siete repeticiones de 30 pollos cada una. Previo a la formulación de las dietas se determinó el contenido de proteína de los ingredientes. En los dos experimentos el complejo de enzimas (a base de alfa-amilasas, 4 000

Cuadro 2
COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES A BASE DE SORGO + PASTA DE SOYA PARA POLLOS DE ENGORDA (EXPERIMENTO 2)
COMPOSITION OF EXPERIMENTAL SORGHUM + SOYBEAN MEAL DIETS FOR BROILER CHICKS (EXPERIMENT 2)

Ingredientes Ingredients	Iniciación (1-21 días) Initiation (1-21 days)		Finalización (22-49 días) Finalization (22-49 days)	
	Testigo Control	Menos 3% de PC y EM Less than 3% CP & ME	Testigo Control	Menos 3% de PC y EM Less than 3% CP & ME
	kg/ton	kg/ton	kg/ton	kg/ton
Sorgo	540.84	580.90	585.82	625.67
Pasta de soya, 46%, PC	373.74	351.84	321.69	300.82
Aceite vegetal	39.74	20.62	47.29	27.89
Ortofosfato	19.98	20.01	17.66	17.67
Carbonato de calcio	12.75	12.84	11.65	11.74
Sal	4.48	4.46	4.48	4.47
DL-Metionina	2.32	2.49	1.86	2.00
Premezcla de vitaminas*	2.50	2.50	2.50	2.50
Premezcla de minerales*	1.00	1.00	1.00	1.00
Cloruro de colina, 60%	1.00	1.00	0.40	0.40
Coccidiostato	0.50	0.50	0.50	0.50
Bacitracina	0.50	0.50	0.50	0.50
Antioxidante	0.40	0.40	0.40	0.40
Antifungal	0.25	0.25	0.25	0.25
L-Lisina HCl	--	0.69	--	0.17
Pigmento	--	--	4.00	--
Total	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Nutrientes Nutrients	Análisis calculado Calculated Analysis			
Proteína, %	22.00	21.34	20.00	19.40
EM kcal/kg	2950	2860	3050	2959
Lisina, %	1.20	1.20	1.06	1.02
Metionina, %	0.56	0.56	0.49	0.49
Metionina + Cistina, %	0.90	0.90	0.80	0.80
Calcio total, %	1.00	1.00	0.90	0.90
Fósforo disponible, %	0.50	0.50	0.45	0.45

*See footnote Table 1.

Management in poultry included a simultaneous vaccination (ocular and subcutaneous) vs Newcastle (La Sota strain) when animals were 10 days old.

A completely randomized design was used in both experiments with a 2 × 2 factorial arrangement; one factor was the CP and ME concentration in the diets, and the other factor was the addition or exclusion of enzymes.

Records taken included weight gain, feed consumption and feed conversion. Experiment 2 also evaluated breast

μ/kg; xilanasas, 3 000 μ/kg; y proteasas, 40 000 μ/kg) se adicionó a razón de 1 kg por tonelada de alimento.

A los pollos se les proporcionó agua y alimento a libre acceso, las dietas se elaboraron para dos etapas conforme a lo señalado por Cuca *et al.*¹⁸ Los ingredientes utilizados para elaborar las raciones y los análisis calculados se pueden apreciar en los Cuadros 1 y 2. El manejo de las aves consistió en una vacunación simultánea (ocular y subcutánea) contra

yield (BY) percentage, dividing the weight of breast between the eviscerated carcass weight times 100.

Results obtained on the abovementioned variables in both experiments at 49 days of age were submitted to a variance analysis according to the application of a design.¹⁹

Results

Experiment 1

Results of the principal effects, together with the variance analysis data are summarized in Table 3. It can be observed that birds that were fed with the normal diet gained 111 g more than those which consumed the diet with low CP and ME diet; this represents a 5.8 % lower growth in the latter ones ($P < 0.01$). Furthermore, chicks which received enzymes in their diet gained 134 g more than those without enzymes ($P < 0.05$).

With respect to feed consumption, there was no significant difference ($P > 0.05$) among diets (normal diet and diet with less CP and ME), but there was a difference ($P < 0.01$) favoring chicks which got enzymes, ate 218 g less feed in relation to those which did not. Regarding feed conversion, there was an effect ($P < 0.01$) in diets with less content of CP and ME, with an important higher feed conversion (6.4 % more) than the one found in chicks treated with a normal diet. At the same time, there was a better feed conversion ($P < 0.01$) in chicks which got enzymes than those which did not (9.8 % higher feed/kg gain). It is worth mentioning that there was no interaction effect among the variables included ($P < 0.05$).

Experiment 2

Average results of 49 days of the experiment, as well as its statistical analysis are shown in Table 4. It can be observed that regarding weight gain, there was no statistical difference ($P > 0.05$) among diets nor for the addition of enzymes. There was no difference regarding feed consumption ($P < 0.05$) among diets (normal content and low content of CP and ME), but the addition of enzymes decreased consumption ($P < 0.01$). With respect to feed conversion, there was a significant ($P < 0.05$) improvement when enzymes were added in the treatment with a 0.8 of better conversion. There was no difference in the breast yield percentage variable ($P < 0.05$) among treatments. The interaction effect was not significant ($P < 0.05$) in each of the evaluated variables.

Discussion

The best weight gain found in broiler chicks in Experiment 1 has also been recorded by other researchers. This has been achieved by adding enzymes (alpha-amylases, proteases and arabinoxylanases) in diets

la enfermedad de Newcastle al día diez de edad con la cepa La Sota.

En los dos experimentos se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2×2 ; un factor fue la concentración de PC y EM de las dietas, el otro factor fue la adición o no de enzimas.

Se llevaron registros de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimentaria. En el segundo experimento se evaluó, además, el porcentaje de rendimiento de pechuga (RP) dividiendo el peso de la pechuga entre el peso de la canal eviscerada por 100.

Los resultados obtenidos de las variables antes mencionadas en ambos experimentos a los 49 días de edad, se sometieron a un análisis de varianza conforme al diseño empleado.¹⁹

Resultados

Experimento 1

Los resultados de los efectos principales, junto con los datos del análisis de varianza, se encuentran resumidos en el Cuadro 3. Se observa que las aves que consumieron la dieta normal ganaron 111 g más que las aves que consumieron la dieta baja en PC y EM, lo que representa un crecimiento 5.8% menor en estas últimas ($P < 0.01$). Asimismo, las aves que recibieron enzimas en la dieta ganaron 134 g más que las que no recibieron enzimas ($P < 0.05$).

En cuanto al consumo de alimento no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) entre dietas (dieta normal y dieta con menos PC y EM), pero con la adición de enzimas se observó diferencia ($P < 0.01$) en favor de las aves que recibieron enzimas, las cuales consumieron 218 g menos de alimento en relación con las aves que no recibieron enzimas en la dieta. Para conversión alimentaria existió efecto ($P < 0.01$) de las dietas con menor contenido de PC y EM, notándose claramente una mayor conversión alimentaria (6.4% más) que en los pollos tratados con una dieta normal. Asimismo, se encontró una mejor conversión alimentaria ($P < 0.01$) en las aves que recibieron enzimas que en aquellas que no las recibieron (9.8% más de alimento consumido por kg ganado). Cabe mencionar que no existió efecto de interacción entre las variables mencionadas ($P < 0.05$).

Experimento 2

Los resultados promedio en 49 días de experimento, así como el análisis estadístico se muestra en el Cuadro 4. Se puede observar que para ganancia de peso no hubo diferencia estadística ($P > 0.05$) entre dietas ni a la adición de enzimas. Entre dietas (contenido normal y bajo de PC y EM) no hubo diferencia para consumo de alimento ($P < 0.05$), pero la adición de enzimas disminuyó el consumo ($P < 0.01$). En conversión alimentaria

Cuadro 3			
RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDA ALIMENTADOS CON DIETA A BASE DE MAÍZ + PASTA DE SOYA (EXPERIMENTO 1)			
RESULTS OBTAINED OF PRODUCTIVE PARAMETERS IN BROILER CHICKEN FED WITH MAIZE + SOYBEAN MEAL BASED DIETS (EXPERIMENT 1)			
Tratamiento	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimentaria
Treatment	Weight Gain (g)	Feed consumption (g)	Feed conversion
Dieta normal	2399 ^a	5322 ^a	2.227 ^a
Dieta con (-3%) de PC Y EM	2261 ^b	5330 ^a	2.369 ^b
Eem*	67.52	35.03	0.088
Con adición de enzimas	2397 ^b	5217 ^b	2.180 ^b
Sin adición de enzimas	2226 ^a	5435 ^a	2.416 ^a
Eem	34.48	75.25	0.077
Fuente de variación	Probabilidad		
Variation source	Probability		
Dietas	0.009	0.910	0.031
Adición de enzimas	0.010	0.009	0.002
Interacción	0.093	0.052	0.722
Mse = Media standard error.			
^{a, b} Values with different literals are statistically different.			

with corn and soybean, as they improve the protein's digestibility by destroying anti-nutritional factors found in soybean meal, and exploiting carbohydrates when hydrolyzing the grain's wall cell.¹⁷ Nevertheless, when enzymes were included in diets with sorghum + soybean, weight gain was not statistically improved in Experiment 2. This effect can be attributed to the use of soybean meal of a different source in both experiments. Some authors suggest that the soybean meal processing variation may alter amino acids and carbohydrates' digestibility.^{17,20} Nonetheless, the ureic activity (0.11 and 0.11) in both soybean meals was within the registered values as adequate in the soybean meal processing.²⁰

The obtained feed conversion in both experiments was better when enzymes were added in both diets. This effect has been found in research studies with broiler chicks fed with diets including corn + soybean,^{17,21} sorghum and soybean.^{21,22} In these studies, higher digestibility and availability of energy and amino acids

Cuadro 4				
RESULTADOS OBTENIDOS A LOS 49 DÍAS DE EDAD EN POLLOS DE ENGORDA ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE SORGO + PASTA DE SOYA (EXPERIMENTO 2)				
RESULTS OBTAINED IN BROILER CHICKEN AGED 49 DAYS FED WITH SORGHUM + SOYBEAN MEAL BASED DIETS (EXPERIMENT 2)				
Tratamientos	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimentaria	Rendimiento pechuga (%)
Treatments	Weight gain (g)	Feed consumption (g)	Feed conversion	Breast yield (%)
Dieta normal	2401 ^a	5065 ^a	2.09 ^a	21.04 ^a
Dieta con (-3%) de PC y EM	2381 ^a	5089 ^a	2.14 ^a	21.01 ^a
Eem*	53.29	61.97	0.122	0.083
Con enzimas	2384 ^a	5012 ^a	2.07 ^a	21.08 ^a
Sin enzimas	2398 ^a	5142 ^b	2.15 ^b	20.97 ^a
Eem	36.66	345.02	0.223	0.290
Fuente de variación	Probabilidad			
Variation	Probability			
Dietas	0.638	0.628	0.165	0.950
Adición de enzimas	0.744	0.010	0.015	0.826
Interacción	0.959	0.502	0.942	0.754
* Mse = Media standard error				
^{a, b} Values with different literals are statistically different				

existió una mejoría significativa ($P < 0.05$), con la inclusión de enzimas en los tratamientos, con 0.8 mejor de conversión. Para la variable porcentaje de rendimiento de la pechuga no hubo diferencia ($P < 0.05$) entre tratamientos. El efecto de interacción no fue significativo ($P < 0.05$) en cada una de las variables evaluadas.

Discusión

La mejor ganancia de peso obtenida en los pollos de engorda en el experimento 1, también ha sido registrada por otros investigadores, al incluir enzimas (alfaamilasas, proteasas y arabinosilanasas) en dietas a base de maíz + soya, puesto que estas enzimas mejoran la digestibilidad de la proteína al destruir los factores anti-nutrientales encontrados en la pasta de soya, y el aprovechamiento de los carbohidratos al hidrolizar la pared celular en el grano.¹⁷ Sin embargo, cuando las mismas enzimas se incluyeron en dietas a base de sorgo

in grains in the diet was reported. Birds satisfy energy and protein requirements with a lower feed consumption, and therefore, feed conversion is directly improved.^{3,5,6,23} The addition of enzymes in the diet increases 90-120 kcal/kg ME and 0.60%-0.66 CP.^{17,23}

The evaluation of the BY percentage was not affected when CP and ME were decreased in 3% of the treatments with or without enzymes in Experiment 2. The variable could be affected by a lower deposition of lysine in the breast muscles, as this amino acid represents approximately 30% of the breast's total proteins. These results coincide partly with Baker *et al.*²⁴ who pointed out that formulated diets for broiler chicks with a similar more limiting amino acid profile (methionine, lysine and threonine), independently of the protein level, produce a similar BY.

It can be assumed, with the results obtained from this study, that the addition of enzyme complex (alpha-amylases, xylanases and proteases) in standard practical diet with less content (3%) of crude protein and metabolizable energy using corn and sorghum + soybean meal in broiler chicks, improves weight gain and feed conversion.

+ soya, la ganancia de peso no mejoró estadísticamente en el experimento 2, ese efecto puede atribuirse a la utilización de pastas de soya de diferente procedencia en ambos experimentos. Algunos autores sugieren que la variación en el proceso de la pasta de soya puede alterar la digestibilidad de los aminoácidos y carbohidratos.^{17,20} Sin embargo, la actividad ureásica (0.11 y 0.11) en ambas pastas estuvo dentro del valor informado como adecuado en el procesado de la pasta de soya.²⁰

La conversión alimentaria obtenida en ambos experimentos fue mejor con la aplicación de enzimas en ambas dietas, este efecto se ha encontrado en trabajos de investigación realizados en pollos de engorda con dietas a base de maíz + soya,^{17,21} sorgo + soya,^{21,22} que informan una mayor digestibilidad de los PNA y proteína, lo que explica el menor consumo de alimento en los tratamientos con enzimas. Asimismo, cuando hay una mayor digestibilidad y disponibilidad de la energía y aminoácidos por parte de los granos de la dieta, el ave satisface sus requerimientos de energía y proteína con un menor consumo de alimento, con lo cual se mejora directamente la conversión de alimento.^{3,5,6,23} La adición de enzimas en la dieta incrementa de 90 a 120 kcal/kg de EM y de 0.60% a 0.66% de PC de la dieta.^{17,23}

La evaluación del porcentaje de RP no se afectó al disminuir 3% de PC y EM en los tratamientos con y sin enzimas del experimento 2, variable que pudo ser afectada por una menor deposición de lisina en los músculos de la pechuga, ya que este aminoácido representa cerca de 30% del total de proteína de la pechuga. Estos resultados concuerdan, en parte, con lo publicado por Baker *et al.*,²⁴ quienes señalan que las dietas para pollos de engorda formuladas con un mismo perfil de los aminoácidos más limitantes (metionina, lisina y treonina), sin importar el nivel de proteína, producen un rendimiento similar al de la pechuga.

Con los resultados obtenidos de este estudio, se puede inferir que la adición del complejo de enzimas (alfaamilasas, xilanasas y proteasas) en dietas prácticas estándares y en dietas con menor contenido (3%) de proteína cruda y energía metabolizable a base de maíz y sorgo + pasta de soya, para pollos de engorda, mejoran la ganancia de peso y la conversión alimentaria.

Referencias References

1. Brenes A, Guenter W, Marquardt RR, Rotter BA. Effect of β glucanase/pentosanase enzyme supplementation on the performance of chickens and laying hens fed wheat, barley, naked oats and rye diets. *Can J Anim Sci* 1993;73:941-951.
2. Marquardt RR, Boros D, Guenter W, Crow G. The nutritive value of barley, rye, wheat and corn for young chicks as affected by use of a *Trichoderma reesei* enzyme preparation. *Anim Feed Sci Technol* 1994;45:363-378.
3. Bedford MR, Morgan AJ. The use of enzymes in poultry diets. *Wld Poultry Sci J* 1996;52:61-68.
4. Hughes RJ, Zviedrans P. Influence of dietary inclusion rate of wheat on AME, digesta viscosity and enzyme response. *Proc Austr Poultry Sci Symp* 1999;11:101-104.
5. Wyatt LC, Graham H. Enzymes to the rescue. *Feed Mgmt* 1996;47:18-22.
6. Bedford MR, Morgan AJ. The use of enzymes in poultry diets. *Wld Poultry Sci J* 1996;52:61-68.
7. Steinfeldt S, Mullertz A, Jensen JF. Enzyme supplementation of wheat-based diets for broilers. Effect on growth performance and intestinal viscosity. *Anim Feed Sci Technol* 1998;75:27-43.

8. Scott TA, Classen HL, Swift M, Bedford MR. Variability in AME (Kcal/kg diet) of wheat-based diets fed to broilers. *Poultry Sci* 1998;77:449-455.
9. Bedford RM. Exogenous enzymes in monogastric nutrition- their current value and future benefits. *Anim Feed Sci Technol* 2000;86:1-13.
10. Fuente JM, Perez de Ayala P, Flores A, Villamide MJ. Effect of storage time and dietary enzyme on the metabolizable energy and digesta viscosity of barley-based diets for poultry. *Poultry Sci* 1998;77:90-97.
11. Rebole A, Rodriguez ML, Alzueta C, Ortiz LT, Treviño J. A short note on effect enzyme supplement on the nutritive value of broiler chick diets containing maize, soybean meal and full-fat sunflower seed. *Anim Feed Sci Technol* 1999;78:153-158.
12. Esteve GE, Brufau J, Perez VA, Miquel A, Duven K. Bioefficacy of enzyme preparations contain β -glucanase and xylanase activities in broiler diets based on barley or wheat, in combination with flavomycin. *Poultry Sci* 1997;76:1728-1737.
13. Svihus B, Newman RK, Newman CW. Effect of soaking, germination and enzyme treatment of whole barley on nutritional value and digestive tract parameters of broiler chickens. *Br Poultry Sci* 1997;38:390-396.
14. Allen CM, McCracken KJ, Bedford MR. Effect of fat type, rate of wheat inclusion and enzyme supplementation on diet metabolizability and broiler performance. *Br Poultry Sci* 1997;38(Suppl 25):21.
15. Pack M, Bedford MR. Best-cost approach optimizes enzyme addition. *Feed Technol* 1998;2:29-31.
16. Graham H, Inburr J. Stability of enzymes during processing. *Feed Mix* 1997;3:18-19.
17. Zanella I, Sakomura NK, Silversides FG, Figueirido A, Pack M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poultry Sci* 1999;78:561-568.
18. Cuca GM, Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. 8ª ed. Chapingo, Edo. de México: Universidad Autónoma de Chapingo, 1996.
19. Gill JL. Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences. Vol 1. Ames (Io): The Iowa State University Press, 1978.
20. Marsman GJP, Gruppen H, Vander Poel AFB, Kwakkel RP, Verstegen MWA, Voragen AGJ. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. *Poultry Sci* 1997;76:864-872.
21. Pack M, Bedford M, Wyatt C. Feed enzymes may improve corn, sorghum diets. *Feedstuffs* 1998;70:18-19.
22. Cervantes EJ. Efecto de la adición de una preparación enzimática sobre el crecimiento de pollos de engorda alimentados con dietas a base de sorgo-soya (tesis de licenciatura). Chapingo, Edo. de México: Universidad Autónoma Chapingo, 1993.
23. Pack M, Bedford MR, Coon C, Rostagno HS. Effects of feed enzymes on ileal digestibility of energy and protein in corn-soybean diets to broilers. Proceedings of the 11th European Symposium on Poultry Nutrition; 1997 August 24-28; Faaborg, Denmark. Faaborg, Denmark: The World's Poultry Science Association, 1997:502-504.
24. Baker DH, Parsons CM, Fernandez S, Aoyagui S, Han Y. Digestible amino acid requirements of broiler chickens based upon ideal protein considerations. *Zootec Int* 1996;19:60-65.