

Veterinaria México

Volumen
Volume 33

Número
Number 3

Julio-Septiembre
July-September 2002

Artículo:

Valor nutrimental de cuatro pastas de
soya procesadas en diferentes estados
de la Republica mexicana

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

**Otras secciones de
este sitio:**

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

***Others sections in
this web site:***

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)



www.medigraphic.com

Valor nutrimental de cuatro pastas de soya procesadas en diferentes estados de la República mexicana

Nutritional quality of four soybean meals processed in different states of Mexico

Arturo Cortés Cuevas*
Alberto Celis Gutiérrez**
Ernesto Ávila González*
Eduardo Morales Barrera***

Abstract

In order to evaluate the nutritional quality of four Mexican soybean meals from the states of Guanajuato, Veracruz, Hidalgo and Nuevo Leon in Mexico, two experiments were conducted. Previously to the experiments, meals were analyzed, resulting to be within standards for crude protein, amino acid profile, urease activity and protein solubility. Data obtained in experiment one, in which soybean meals were used as a protein source in sorghum + soybean meal diets for broilers during 42 days, indicated that for weight gain (2 057, 2 004, 2 078 and 1 978 g), feed consumption (3 860, 3 763, 3 666 and 3 498 g) and feed conversion (1.87, 1.88, 1.76 and 1.77) there were no differences ($P < 0.05$) among the four meals. In experiment two, True Metabolizable Energy (TME) was determined in Leghorn roosters by using a precise feeding method with the four soybean meals. Results were 2 450, 2 384, 2 430 and 2 290 kcal/kg with a mean of 2 388 kcal/kg, without differences ($P < 0.05$) among meals, and showed no statistical difference of the nutritional value among the four sources of soybean meal used regarding broiler performance and determination of the TME.

Key words: SOYBEAN MEAL, BROILERS, TRUE METABOLIZABLE ENERGY, UREASE ACTIVITY, PROTEIN SOLUBILITY.

Resumen

Con el propósito de investigar el valor nutritivo de cuatro pastas de soya mexicanas (Guanajuato, Veracruz, Hidalgo y Nuevo León), se realizaron dos experimentos. Las pastas de soya, analizadas previamente a los experimentos, resultaron dentro de los parámetros esperados para proteína cruda, perfil de aminoácidos, actividad urásica y solubilidad de la proteína. En el experimento 1 se utilizaron las pastas de soya como fuentes suplementarias de proteína en dietas sorgo + soya para pollos durante 42 días; los resultados indicaron que para ganancia de peso (2 057, 2 004, 2 078 y 1 978 g), consumo de alimento (3 860, 3 763, 3 666 y 3 498 g) y conversión alimentaria (1.87, 1.88, 1.76 y 1.77) no se detectaron diferencias ($P < 0.05$) entre las cuatro pastas de soya. En el experimento 2 se determinó la energía metabolizable verdadera (EMV) con gallos Leghorn con el método de alimentación precisa en las cuatro pastas de soya, los resultados (2 450, 2 384, 2 430 y 2 290 Kcal/

Recibido el 3 de octubre de 2001 y aceptado el 6 de marzo de 2002.

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

** National Renderers Association, INC, Jaime Balmes 8-201, Col. Polanco, 11510, México, D. F.

*** CENID, Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental "Valle de México".

kg) fueron, en promedio, 2 388 kcal/kg, sin diferencia ($P < 0.05$) entre las pastas. De acuerdo con los resultados obtenidos del presente trabajo, se puede concluir que no existió diferencia en la calidad nutrimental entre las pastas de soya evaluadas con base en la prueba de comportamiento productivo en pollos de engorda y la determinación de EMV.

Palabras clave: PASTA DE SOYA, POLLOS DE ENGORDA, ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA, ACTIVIDAD URÁSICA, SOLUBILIDAD DE LA PROTEÍNA.

Introduction

Soybean meal is a by-product obtained from the extraction of oil from the soybean and is the main source of protein used in the elaboration of balanced feed for poultry.¹⁻³ Variability in the quality of the soybean protein is due to inadequate processing, whether from insufficient or excessive heat.^{1,3-6} Soybeans contain substances that inhibit the proteolytic activity of trypsin. They also contain other antinutritional factors (lectins) which decrease growth rate in poultry and induce pancreatic hypertrophy.² These antinutritional factors are inactivated by heat treatment, which must be controlled given that any excess will deteriorate the quality of the protein. In crude soybeans, the urease enzyme is denatured at the same rate as the antitrypsin factor. Given that the laboratory determination of urease activity is much simpler than that of antitrypsin factor, the feed industry uses this test to control meal quality.^{2,3,7}

The recommended maximum level of urease activity is somewhat controversial, some authors indicate a level of a 0.2 unit increase in pH,⁸ whereas others have not found satisfactory results until the 0.5 unit increase in pH has been reached.⁹

The protein solubility test in 0.2% KOH can indicate whether the processed soybean has been overheated or is still raw.¹⁰⁻¹² However, certain researchers point out that this test is not precise enough in determining whether the meal is still raw.¹³

Some researchers indicate that the addition of soybean meal processed at 121°C for 20 and 40 minutes, in diets meant for broiler chickens, affects the productive parameters.^{10,12} This is due to the fact that the excess heat diminishes the bioavailability of the protein.²⁻⁴ Contrary to this, when the soybean meal is processed with insufficient heat it contains a considerable quantity of antinutritional factors that affect the digestibility of carbohydrates, proteins and amino acids.^{2,3,7}

The present study was carried out in order to evaluate the nutritional quality of soybean meal processed in different states of Mexico (Guanajuato, Veracruz, Hidalgo and Nuevo Leon), as determined by chemical analyses and biological tests in broilers and roosters.

Introducción

La harina o pasta de soya es un subproducto de la extracción de aceite del frijol soya y es la principal fuente de proteína en la elaboración de alimentos balanceados para aves.¹⁻³ La variación en la calidad de la proteína de soya se debe a un inadecuado procesamiento, ya sea por un insuficiente o excesivo calor.^{1,3-6} La soya contiene compuestos que inhiben la actividad proteolítica de la tripsina. También contiene otros factores antinutrimientales (lectinas), que producen disminución en el crecimiento de pollos e inducen a una hipertrofia del páncreas.² Estos factores antinutrimientales son inactivados por el tratamiento con calor. El tratamiento térmico debe ser controlado, ya que el exceso deteriora la calidad de la proteína. En la soya cruda la enzima ureasa se desnaturaliza a la misma velocidad que el inhibidor de la tripsina y, en virtud de que es más sencillo determinar en el laboratorio la actividad ureásica que los inhibidores de tripsina, en la industria alimentaria se emplea esta prueba para el control de calidad en las pastas.^{2,3,7}

Las recomendaciones de un máximo nivel de actividad ureásica son controversiales, ya que algunos autores indican un nivel de 0.2 unidades de incremento de pH.⁸ Sin embargo, algunos otros han encontrado resultados satisfactorios hasta con 0.5 unidades de incremento de pH.⁹

La prueba de solubilidad de la proteína en 0.2% de KOH puede indicar si una pasta de soya procesada se encuentra cruda o sobrecalentada.¹⁰⁻¹² Sin embargo, otros investigadores señalan que esta prueba no es exacta para determinar si una pasta está cruda.¹³

Algunos investigadores indican que la inclusión de pasta de soya procesada a 121°C durante 20 y 40 minutos en dietas para pollos de engorda, afectan los parámetros productivos.^{10,12} Esto último se debe a que el exceso de calor disminuye la biodisponibilidad de la proteína.²⁻⁴ Por el contrario, cuando la pasta de soya es procesada con insuficiente calor, presenta cantidades considerables de factores antinutrimientales que afectan la digestibilidad de los carbohidratos, proteína y aminoácidos.^{2,3,7}

El presente estudio se realizó con el objeto de evaluar el valor nutricional de las pastas de soya procesadas en diferentes estados del país (Guanajuato, Veracruz, Hidalgo y Nuevo León), mediante análisis químicos y pruebas biológicas en pollos y gallos.

Material and methods

In order to carry out this study two experiments were developed. Before starting, proximate analysis, as well as urease activity and protein solubility tests were carried out using the methodology indicated by Tejada.¹⁴ Furthermore, amino acid analysis* was also carried out using oxidation and acidic hydrolysis to determine the levels of S-containing amino acids, alkaline hydrolysis for tryptophan and acidic hydrolysis for the remaining amino acids.

Experiment 1

A total of 144 mixed, day-old, Arbor Acres chicks were separated into four treatments, each containing four repetitions of 12 chicks. Petersime battery brooders were used both for chicks during the initiation (0-21 days) and grower (22-42 days) phases.

One of the four soybean meals was included, as a supplemental source of protein, in the diet of each one of the four treatments. The soybean meals were obtained from the four leading processing plants of soybean meal in Mexico. A random design was used to assign the four treatments as follows: a) Diet containing soybean meal from Guanajuato; b) diet containing soybean meal from Veracruz; c) diet containing soybean meal from Hidalgo; and d) diet containing soybean meal from Nuevo Leon.

The experimental diets used were elaborated based upon a sorghum + soybean meal mixture for the starter and finisher phases, following the poultry ration recommendations made by Cuca *et al.*¹ (Table 1).

Throughout the experiment, weight gain, feed consumption and feed conversion were registered. The data obtained were analyzed based upon a random experimental design.¹⁵

Experiment 2

Roosters were used to determine the true metabolizable energy (TME) for each of the four soybean meals used in experiment 1. The precise feeding method recommended by Sibbald was used to determine TME.¹⁶ 20 adult Leghorn roosters were used, 16 as experimental subjects and four as control subjects. The roosters were randomly housed in individual cages which had been previously identified. An empty tray covered in plastic (which had been weighed previously) was placed under each cage to catch the bird's feces. The roosters were fasted for 24 hours before beginning the experiment. Next, each group of four roosters was individually force-fed 30 grams of each one of the four soybean meals being evaluated; meanwhile the four control roosters remained

Material y métodos

Para la realización de este estudio se desarrollaron dos experimentos. Previamente se hicieron análisis químico proximal, pruebas de actividad urásica y solubilidad de las proteínas en las cuatro pastas de soya, siguiendo la metodología señalada por Tejada de Hernández.¹⁴ Por otro lado, también se realizaron análisis de aminoácidos* mediante el método de oxidación e hidrólisis ácida, para determinar aminoácidos azufrados, hidrólisis alcalina para triptofano e hidrólisis ácida para el resto de los aminoácidos.

Experimento 1

Se emplearon 144 pollitos mixtos, de un día de edad, de la estirpe Arbor Acres, que fueron distribuidos en cuatro tratamientos con tres repeticiones de 12 pollos cada una. Se llevó a cabo el estudio en criadoras en batería Petersime para aves en iniciación (0-21 días) y crecimiento (22-42 días).

En cada uno de los tratamientos se incluyó una de las cuatro pastas de soya en la dieta de los pollos como fuente suplementaria de proteína. Las pastas de soya se obtuvieron de las cuatro principales procesadoras de frijol soya de la República mexicana. Los tratamientos fueron asignados con base en un diseño completamente al azar como sigue: a) Dieta con pasta de soya de Guanajuato; b) dieta con pasta de soya de Veracruz; c) dieta con pasta de soya de Hidalgo; y d) dieta con pasta de soya de Nuevo León.

Las dietas experimentales empleadas fueron elaboradas a base de sorgo + soya para las fases de iniciación y finalización, siguiendo las recomendaciones para pollos que señalan Cuca *et al.*¹ (Cuadro 1).

Durante el experimento se tomaron registros de aumentos de peso, consumo de alimento y conversión alimentaria. Los datos obtenidos se analizaron conforme al diseño experimental completamente al azar.¹⁵

Experimento 2

Se emplearon gallos para la determinación de energía metabolizable verdadera (EMV) en las cuatro pastas de soya empleadas en el experimento 1. Para la determinación de EMV se utilizó el método de alimentación precisa de Sibbald.¹⁶ Se utilizaron 20 gallos Leghorn adultos, de los cuales 16 fueron experimentales y cuatro testigos. Los gallos se alojaron aleatoriamente en jaulas individuales previamente identificadas. Debajo de cada jaula se colocó una charola vacía forrada con plástico, pesada previamente para recoger las excretas. Los gallos estuvieron en ayuno de alimento por 24 horas antes de empezar el experimento, después, en cada cuatro gallos, se administró individualmente por consumo forzado 30 gramos de

* Degussa México, S.A.

Cuadro 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES BASALES EMPLEADAS EN POLLOS DE ENGORDA
FEED COMPOSITION OF THE EXPERIMENTAL DIETS USED IN BROILERS

<i>Ingredients</i>	<i>Starter</i>	<i>Finisher</i>
	kg/ton	kg/ton
Sorghum*	513.10	564.11
Soybean meal*	397.75	342.04
Calcium carbonate	17.22	15.73
Calcium phosphate	17.14	15.16
Vegetable oil	41.71	46.80
Mineral premix**	1.00	1.00
Vitamin premix**	3.50	3.50
DL-Methionine	2.23	1.76
L-Lysine HCL	0.45	0.00
Choline chloride, 60%	0.80	0.80
SALT	3.50	3.50
Antioxidant	0.50	0.50
Coccidiostat	0.60	0.60
Fungicide	0.50	0.50
Pigment***	0.00	4.00
Calculated Analysis		
	Starter	Finisher
Protein, %	22	20
Lysine, %	1.20	1.02
Methionine, %	0.55	0.48
Meth+cyst. %	0.90	0.80
Calcium, %	1.00	0.90
Phosphorus, available %	0.50	0.45
M. E. Kcal/ kg	2950	3050

* Variable amounts according to the quantity of protein in the soybean meal.

** Vitamin A (12 000 000 IU), Vitamin D₃ (2 500 000 IPU), 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), Folic acid (1.5 g), Biotin (125 mg), Pantothenic acid (12.5 g), Niacin (45 g), Zinc (50 g), Manganese (110 g), Copper (12 g), Iodine (0.30 g), Selenium (200mg), Cobalt (0.20 g). Quantities added per ton of feed.

*** Avelut yellow (15 g/kg), xanthophylls from the cempasuchil flower.

on the fast. All the animals had *ad libitum* access to water. After 48 hours, the trays with the feces were removed and were set to dry for five days at laboratory room temperature (21°C). After this, the feces were weighed and the weight of the plastic was subtracted to obtain the real weight. Finally, both the feces and the soybean meals were ground-up and placed in individual, labeled plastic bags to determi-

cada una de las cuatro pastas de soya evaluadas, y los cuatro gallos testigos se mantuvieron en ayuno de alimento; a todos los animales se les administró agua *ad libitum*. Después de 48 horas, se retiraron las charolas que contenían las excretas y se pusieron a secar a temperatura ambiente de laboratorio (21°C) durante cinco días. Posteriormente, se pesaron las excretas y se les restó el peso del plástico para obtener el peso real. Por último se molieron y se colocaron individualmente

ne the gross energy using a Parr calorimetric pump. The TME for each soybean meal was determined using the formula described by Sibbald.¹⁶ The statistical analysis of the results was carried out in the same way as in experiment 1.

Results

The proximate analysis showed that the results for each of the different soybean meals were similar, each having around 93% of dry matter and 7% humidity. As far as crude protein was concerned, the soybean meal from Guanajuato had, on average, 2% less protein when compared with the others; the ether extract varied between 0.42% and 0.98%. The quantities of ash, crude fiber and nitrogen-free-extract were similar in all four soybean meals, with a minimum difference among them (Table 2).

In the results obtained for urease activity and protein solubility the soybean meals from Guanajuato and Veracruz were greatest, having double the urease activity of the soybean meals from Hidalgo and Nuevo Leon. However, the data for protein solubility was not significantly different among the meals (Table 3). As far as the data concerning the essential amino acid content, the results indicated minimal numerical differences between soybean meals, as well as in overall amino acid and protein content (Table 4).

Experiment 1

According to the average results obtained on day 42 of age, in the chicks fed on different soybean meals for the variables that were being studied (weight gain, feed consumption and feed conversion), no statistical-

en bolsas de plástico identificadas y también a las pastas de soya para determinarles la energía bruta por medio de una bomba calorimétrica de Parr. Para realizar el cálculo de la EMV de las pastas de soya, se utilizó la fórmula descrita por Sibbald.¹⁶ El análisis estadístico de los resultados obtenidos se hizo como se señala en el experimento 1.

Resultados

Según el análisis químico proximal, los resultados entre las diferentes pastas fueron similares con alrededor de 93% de materia seca y 7% de humedad. En cuanto al contenido de proteína cruda, la pasta de soya de Guanajuato tuvo, en promedio, 2% menos de proteína en comparación con las demás pastas; el contenido de extracto etéreo varió de 0.42% a 0.98%. Las cantidades de cenizas, contenido de fibra cruda y extracto libre de nitrógeno fueron semejantes entre las cuatro pastas de soya, con un mínimo de diferencia entre ellas (Cuadro 2).

En los resultados obtenidos para las pruebas de actividad urásica y solubilidad de la proteína de las pastas de soya se observó que las pastas de soya de Guanajuato y del Golfo fueron mayores, con el doble de actividad urásica que las pastas de soya de Hidalgo y Nuevo León. Sin embargo, los datos para solubilidad de la proteína no indicaron diferencias relevantes entre las pastas de soya (Cuadro 3). En cuanto a los datos del contenido de aminoácidos esenciales, los resultados indicaron diferencias numéricas mínimas entre pastas de soya, en sus contenidos de aminoácidos y proteína (Cuadro 4).

Experimento 1

Según los resultados promedio obtenidos a los 42 días de edad, en los pollos alimentados con diferentes pastas de soya para las variables: Ganancia de peso, consumo de

Cuadro 2

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE CUATRO PASTAS DE SOYA MEXICANAS EN BASE ORIGINAL *
PROXIMATE ANALYSIS OF THE FOUR MEXICAN SOYBEAN MEALS IN ORIGINAL BASE *

<i>Components (%)</i>	<i>Guanajuato soybean meal</i>	<i>Veracruz soybean meal</i>	<i>Hidalgo soybean meal</i>	<i>Nuevo Leon soybean meal</i>
Dry matter	92.94	92.66	93.66	93.64
Humidity	7.06	7.34	6.34	6.36
Crude protein	45.55	47.66	47.35	47.21
Ether extract	0.95	0.42	0.98	0.53
Ash	6.82	6.38	7.17	7.41
Crude fiber	3.40	2.76	4.29	3.76
Nitrogen-free extract	36.23	35.44	33.87	34.72

* Using the AOAC base.²⁰

Cuadro 3

ACTIVIDAD URÁSICA Y SOLUBILIDAD DE LA PROTEÍNA EN CUATRO PASTAS DE SOYA
UREASE ACTIVITY AND PROTEIN SOLUBILITY IN FOUR SOYBEAN MEALS

<i>Soybean meal</i>	<i>Urease activity^a</i>	<i>Protein solubility (%)</i>
Guanajuato	0.22	89.9
Veracruz	0.17	86.8
Hidalgo	0.11	88.1
Nuevo León	0.11	87.2

^a Increase in pH units.

Cuadro 4

CONTENIDO DE PROTEÍNA Y AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN CUATRO PASTAS DE SOYA MEXICANAS (88% DE MATERIA SECA)
PROTEIN AND ESSENTIAL AMINO ACID CONTENT IN FOUR MEXICAN SOYBEAN MEALS (88% DRY MATTER)

<i>Nutrient, %</i>	<i>Guanajuato</i>	<i>Veracruz</i>	<i>Hidalgo</i>	<i>Nuevo Leon</i>
Protein	46.14	47.96	49.51	48.96
Methionine	0.61	0.72	0.60	0.66
Cystine	0.79	0.84	0.75	0.76
Meth+cyst.	1.40	1.57	1.35	1.40
Lysine	2.70	2.70	2.87	2.75
Threonine	1.89	1.96	1.93	1.84
Tryptophan	0.51	0.57	0.59	0.61
Arginine	3.28	3.53	3.46	3.21
Leucine	3.56	3.46	3.73	3.49
Isoleucine	2.01	2.08	2.19	2.01
Valine	2.23	2.47	2.37	2.26
Phenylalanine	2.32	2.31	2.46	2.27

ly significant differences ($P > 0.05$) between treatments were observed. However, weight gain in chicks fed on soybean meal from Nuevo Leon were numerically lower than those fed on soybean meal from Guanajuato, Veracruz and Hidalgo. Feed consumption was lower in the Nuevo Leon treatment thus causing a smaller feed conversion, but neither resulted in significant differences between treatments (Table 5).

The data obtained in Experiment 2, concerning the TME obtained in the four soybean meals when measured in roosters and based upon 90% dry matter content, showed no significant differences ($P > 0.05$) amongst the treatments. However, numerically the energy content was lower in the soybean meal from Nuevo Leon, followed by that from Veracruz. Nevertheless, the highest quantity of metabolizable energy

alimento y conversión alimentaria, se pudo observar que no se detectaron diferencias ($P > 0.05$) significativas entre tratamientos para las variables antes mencionadas; sin embargo, la ganancia de peso en los pollos alimentados con la pasta de soya de Nuevo León fue numéricamente menor que cuando se alimentaron con la soya de Guanajuato, Veracruz e Hidalgo. El consumo de alimento fue menor en el tratamiento con pasta de soya de Nuevo León, por lo que se obtuvo una conversión alimentaria menor, pero sin derivar en diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 5).

Los datos obtenidos en el experimento 2, respecto al contenido de EMV obtenido en las cuatro pastas de soya a partir de gallos Leghorn, con base en 90% de materia seca no indicaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ellas; sin embargo, numéricamente el contenido de

Cuadro 5

RESULTADOS DE LA PRUEBA CON POLLOS ALIMENTADOS CON CUATRO PASTAS DE SOYA MEXICANAS A LOS 42 DÍAS (EXP. 1)
STUDY RESULTS FOR BROILERS FED WITH FOUR MEXICAN SOYBEAN MEALS AFTER 42 DAYS (EXP. 1)

<i>Soybean meal</i>	<i>Weight gain (g)</i>	<i>Feed consumption (g)</i>	<i>Feed conversion</i>
Guanajuato	2 057	3 860	1.87
Veracruz	2 004	3 763	1.88
Hidalgo	2 078	3 666	1.76
Nuevo Leon	1 978	3 498	1.77

was obtained from the soybean meals from Guanajuato and Hidalgo, with a similar amount in both (Table 6).

Discussion

The proximate analysis carried out on the four soybean meals generally showed similarities amongst them, with the possible exception of the soybean meal from Guanajuato which showed 2% less protein than the others. However, despite these differences, the results of the analysis in general, coincide with that reported by Cuca *et al.*¹ and the NRC,² which point out that the range of protein in soybean meal oscillates between 44% and 48%, and depends on the amount of hull that is added to the meal. As far as the content of ether extract and crude fiber is concerned, the four soybean meals analyzed coincide with levels published by the NRC,² being 1.0% and 3.9%, respectively.

The variability in amino acid and protein content in the different soybean meals coincides with that reported by the NRC² for soybean meal with differing protein content. The data provided by the laboratory for urease activity in the four soybean meals indicated

energía fue menor en la pasta de soya de Nuevo León, seguida por la pasta de Veracruz. No obstante, las pastas de Guanajuato e Hidalgo fueron las que tuvieron mayor cantidad de energía metabolizable, con contenido similar entre ambas (Cuadro 6).

Discusión

El análisis químico proximal realizado en las cuatro pastas de soya, en general fue similar entre ellas, con excepción de la pasta de soya de Guanajuato que registró 2% menos de proteína que las demás. Sin embargo, a pesar de estas diferencias, en los resultados del análisis en general, coinciden con lo informado por Cuca *et al.*¹ y el NRC,² quienes señalan que el rango de proteína de las pastas de soya oscilan entre 44% y 48%, y depende del contenido de cascarilla que se le adicione a la pasta. En cuanto al contenido de extracto etéreo y fibra cruda, las cuatro pastas de soya analizadas coinciden con lo publicado por el NRC,² para extracto etéreo y fibra cruda (1.0% y 3.9%).

La variación en el contenido de aminoácidos y proteína en las diferentes pastas de soya coinciden con lo informado por el NRC² para pastas de soya con diferente contenido de proteína. Los datos arrojados del laboratorio

Cuadro 6

ENERGÍA METABOLIZABLE VERDADERA OBTENIDA EN GALLOS LEGHORN DE CUATRO PASTAS DE SOYA MEXICANAS EN BASE A 90% DE MATERIA SECA (EXP. 2)
TRUE METABOLIZABLE ENERGY OBTAINED IN LEGHORN ROOSTERS FED ON FOUR MEXICAN SOYBEAN MEALS, BASED ON 90% DRY MATTER (EXP. 2)

<i>Soybean meal</i>	<i>TME kcal/kg</i>
Guanajuato	2 450
Veracruz	2 384
Hidalgo	2 430
Nuevo Leon	2 290
Average	2 388

that the Guanajuato soybean meal has the highest value (0.22), a level that is higher than that considered adequate (0.50 to 0.20).¹⁴ The soybean meal from both Hidalgo and Nuevo Leon had similar values of urease activity (0.11) and that of Veracruz was reported as 0.17, a greater value but still within the adequate range,^{2,5,7} thus indicating that more adequate processing was carried out in these than on the Guanajuato meal. However, some studies indicate that soybean meal values of up to 0.5 are acceptable for poultry feed.^{2,17} The protein solubility data for the soybean meals evaluated in this study oscillated between 86% and 89%, results that approximate those found in the literature as being considered the products of adequate processing.⁷

Experiment 1 did not detect significant differences in broilers fed on the four different soybean meal feeds, when evaluating weight gain, feed consumption and feed conversion, thus indicating that the quality of the four Mexican soybean meals was similar regarding productive behavior in broilers. In general, the data for urease activity and protein solubility suggests that the heat treatment received by the soybean meals, in this study, was adequate in destroying antinutritional factors and thus the productive yield in broilers was not affected.^{3,7,10,18,19}

The data obtained concerning TME content in the four soybean meals in experiment 2, based on 90% dry matter, does not show any differences. The TME content of the soybean meals evaluated is similar to the value reported by the NRC for soybean meal with 47% protein.² Some researchers mention that the TME value can vary not only because of the type and quality of processing, but also because of the quantity of non-digestible oligosaccharides (raffinose, stachyose and galactitol) that it contains. Nowadays there are different genetic lines of soybean that contribute a greater amount of TME given that they contain lower quantities of non-digestible oligosaccharides.⁷

In accordance with the results obtained and under the experimental conditions of the present study, one can conclude that the nutritional quality of the four soybean meals used (Guanajuato, Veracruz, Hidalgo and Nuevo Leon), were similar given the proximate analysis, crude protein and amino acid content, urease activity and protein solubility, as well as on the feed evaluation carried out on broilers during 42 days and the calculated TME.

Acknowledgements

We thank Dr. Manuel Alvarez Solis, of Degussa Mexico, S.A., for the analyses of amino acid content carried out of the four soybean meals used in this study.

para actividad urásica en las cuatro pastas de soya indicaron que la pasta de soya de Guanajuato tuvo el valor más alto (0.22), dato que está por encima de lo que se considera adecuado (0.50 a 0.20).¹⁴ Las pastas de soya de Hidalgo y Nuevo León tuvieron valores similares de actividad ureásica (0.11) y la de Veracruz (0.17) un valor mayor pero dentro del rango considerado adecuado,^{2,5,7} lo que indica que tuvieron un procesamiento más adecuado que la pasta de Guanajuato. Sin embargo, algunos estudios indican que las pastas de soya con valores hasta de 0.5 son aceptables en alimentos para aves.^{2,17} Los datos para solubilidad de la proteína de las pastas de soya evaluadas en este experimento oscilaron entre 86% y 89%, resultados que se aproximan a lo que la literatura informa como un procesamiento adecuado.⁷

En el experimento 1 no se detectaron diferencias significativas en los pollos alimentados con las cuatro diferentes pastas de soya evaluadas en ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimentaria, lo que indica que la calidad de las cuatro pastas de soya mexicanas fue semejante en lo que a comportamiento productivo de los pollos se refiere. En general, por los datos de actividad ureásica y solubilidad de la proteína, se sugiere que el tratamiento térmico que recibieron las pastas de soya en este experimento fue adecuado para destruir los factores antinutritivos, por lo que no se vio afectado el rendimiento productivo de los pollos.^{3,7,10,18,19}

En el experimento 2, los datos obtenidos del contenido de EMV en las cuatro pastas de soya con base 90% de materia seca no indicaron diferencias. El contenido de EMV en las pastas de soya evaluadas es similar al valor indicado por el NRC para pasta de soya con 47% de proteína.² Algunos investigadores mencionan que el contenido de EMV puede variar no sólo por el tipo y la calidad del procesamiento que reciba la pasta de soya, sino también por la cantidad de oligosacáridos no digestibles (rafinosa, estachiosa y galactinol) que ésta contenga, ya que actualmente existen líneas genéticas de frijol soya que aportan mayor cantidad de EMV porque en su contenido existe menor cantidad de oligosacáridos no digestibles.⁷

De acuerdo con los resultados obtenidos y bajo las condiciones experimentales del presente trabajo, se puede concluir que el valor nutricional de las cuatro pastas de soya empleadas (Guanajuato, Veracruz, Hidalgo y Nuevo León) fue similar de acuerdo con el análisis químico proximal, en contenido de proteína cruda y aminoácidos, actividad urásica, solubilidad de la proteína, así como en la evaluación en dietas para pollos de engorda durante 42 días y la determinación de la EMV.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Manuel Álvarez Solís, de Degussa México, S.A., los análisis de aminoácidos de las cuatro pastas de soya utilizadas en este estudio.

Referencias

1. Cuca GM, Ávila GE, Pró MA. Alimentación de las aves. 8a ed. Chapingo, Edo. de México: Universidad Autónoma Chapingo, 1996.
2. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. Washington (DC): National Academy Press, 1994.
3. Fernandez SR, Parsons CM. Bioavailability of digestible lysine in heat-damaged soybean meal for chick growth. Poultry Sci 1996;75:224-231.
4. Fernandez SR, Zhang Y, Parsons CM. Determination of protein solubility in oilseed meals using coomassie blue dye binding. Poultry Sci 1993;72:1925-1930.
5. Balloun SL. Soybean meal in poultry nutrition. St Louis (Mo): American Soybean Association, 1980.
6. Bustillo PR. Determinación de la calidad nutritiva de pastas de soya y soya integral mediante pruebas de laboratorio y biológicas en pollos de engorda y gallos Leghorn (tesis de maestría). Chapingo, Edo. de México, México: Colegio de Postgraduados, 1989.
7. Batal AB, Douglas MW, Engram AE, Parsons CM. Protein dispersibility index as an indicator of adequately processed soybean meal. Poultry Sci 2000;79:1592-1596.
8. McNaughton JM, Reece FN, Deaton JW. Relationships between color, trypsin inhibitor contents, urease index of soybean meal and effects on broiler performance. Poultry Sci 1981;60:393-400.
9. Waldroup PW, Ramsey BE, Helwig HM, Smith NK. Optimum processing for soybean meal used in broiler diets. Poultry Sci 1985;64:2314-2320.
10. Araba M, Dale NM. Evaluation of KOH solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. Poultry Sci 1990;69:76-83.
11. Araba M, Dale NM. Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing of soybean meal. Poultry Sci 1990;69:1749-1752.
12. Parsons CM, Hashimoto K, Wedekind KJ, Baker DH. Soybean protein solubility and potassium hydroxide: an *in vitro* test of *in vivo* protein quality. J Anim Sci 1991;69:2918-2924.
13. Anderson-Hafermann JC, Zhang Y, Parsons CM, Hymowitz T. Effect of heating on nutritional quality of conventional and Kunitz trypsin inhibitor-free soybeans. Poultry Sci 1992;71:1700-1709.
14. Tejada de Hernández I. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. 2a ed. México (DF): Sistema de Educación Continua en Producción Animal A.C., 1992.
15. Gill JL. Design and analysis of experiments in the animal and sciences. Vol. 1 Ames (Io): The Iowa State University Press, 1978.
16. Sibbald IR. Bioavailable amino acids and true metabolizable energy of cereal grains. Poultry Sci 1979;58:934-939.
17. Fasina Y, Classen HL, Garlich JD. Effect of autoclave heat treatment on soybean lectin concentration, urease activity and trypsin inhibitor activity. 88th Annual Meeting; 1999 August 8-11; Springdale (Ar). Springdale (Ar): Poultry Science Association, Inc., 1999:12.
18. Cheftel JC, Cuq JL, Lorient D. Proteínas alimentarias: bioquímica. Propiedades funcionales. Valor nutritivo. Modificaciones químicas. Zaragoza, España: Acribia, 1989.
19. Gatel F. Protein quality of legume seeds for non-ruminant animals: a literature review. Anim Feed Sci Technol 1994;45:317-348.
20. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington (DC): Association of Official Analytical Chemists, 1990.