

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL POROTO SOYA PROCESADO A LA DIETA DE GALLINAS DE POSTURA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD DEL HUEVO

EFFECT OF INCLUSION OF PROCESSED SOYBEAN IN LAYING HEN DIET ON EGG PRODUCTION AND QUALITY

JOSÉ POKNIAK R.¹ MV. MS.; SERGIO CORNEJO V.¹ MV. MS., RODRIGO MEDEL Q.¹ MV.; KATHERINE TAPIA C.¹ MV., EDITH CONTRERAS T.¹ MV.

ABSTRACT

The objective of this work was to produce local information with regard to the inclusion of full fat toasted soybean (FFTSB) or extruded (FFESB) in the diet of laying hens, evaluating their effects on: egg production (EP), feed intake (FI), body weight (BW), egg weight (EW), egg mass (EM), efficiency of feed utilization (EFU), mortality (M), and the external and internal egg quality parameters. In addition, gross margin (GM) and alimentary cost of the kg of egg produced (ACek) were determined. The experiment was carried out for 16 weeks with 216 white Leghorn Lohman hens 26 weeks old at the beginning of the trial, randomly distributed in 3 treatments of 72 birds each one. The treatment 1, control, was fed a diet without FFTSB or FFESB; the treatments 2 and 3, included 20% of FFTSB or FFESB, respectively, all diets were formulated isoproteinic and isoenergetic. The data were subjected to the analysis of variance according to a model of fixed effects type 1 and Tukey test was used to compare differences among individual means. The results pointed out that the FFESB treatment was superior for EP, EM and shell strength to fracture, but on the other hand it obtained the less EFUs of the study, associated to a greater FI. The FFTSB treatment showed no differences with the Control Soybean Meal treatment for: BW, EP, EW, EM, FI, EFU (kg feed/doz. eggs), and cracked, broken and shell less eggs, specific gravity, shell deformation capacity, shell thickness, albumen: yolk ratio (weight and volume), Haugh units and yolk color, but was less efficient for EFU (kg food/kg of eggs) than this treatment. Regarding the economic results, the FFESB treatment generated the biggest GM followed by the FFTSB treatment that in addition obtained the smallest ACek. Finally, the data pointed out that the use of FFESB or FFTSB in practical diets for laying hens may allow producers and feed mills to formulate diets with these alternative plant protein sources when their availability and prices be competitive.

KEY WORDS: Treated soybean, laying hens, productive performance, eggs quality.

PALABRAS CLAVE: Poroto soya tratado, gallinas de postura, producción y calidad de huevos.

INTRODUCCIÓN

Los productos obtenidos durante el procesamiento del poroto soya (POSO), afrecho y aceite se caracterizan por ofrecer buenos aportes en proteína y energía, respectivamente. El afrecho de soya se re-

conoce como la fuente vegetal de mejor equilibrio en aminoácidos esenciales. El aceite de soya es un excelente recurso energético, especialmente valioso por su contenido de ácido linoleico y lecitina (Rojas y Gómez, 1988; Buitrago, 1990; Paniagua, 1999). De ahí la gran atención que ha recibido el POSO, ya que reúne en un solo producto, los beneficios que ofrecen en forma separada, el afrecho y el aceite de soya, además de permitir disminuir la inclusión de ciertos insumos de mayor valor económico en la dieta de gallinas ponedoras. El POSO

¹ Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. Casilla 2. Correo 15, La Granja, Santiago, Chile.

posee una alta concentración de proteína 30-40% con una calidad aceptable y susceptible de ser mejorada al suplementarla con metionina (Rojas y Gómez, 1988) y de energía metabolizable 3,4-4,2 Mcal EM/kg (Buitrago, 1990), características que hacen posible su incorporación en porcentajes significativos a las dietas para aves durante sus diferentes etapas de producción. Con el propósito de obtener el máximo aprovechamiento de los aportes nutritivos del POSO, es necesario someterlo a un proceso térmico como: tostado seco, tostado infrarrojo, micronización, hidrotérmico, microondas, expansión, extrusión seca -o- extrusión húmeda, que inhiben la actividad de los factores antinutricionales como antitripsina y quimiotripsina, lipoxigenasa, hemaglutininas, saponinas, ureasa; propias del grano crudo y que limitan drásticamente su utilización en dietas para aves, junto con provocar una disminución de sus rendimientos productivos (Buitrago, 1990; Leeson *et al.*, 2000; Liener, 2000). En general, se recomienda recurrir a un proceso de tostado o extrusión, cuando el POSO representa más del 5% de la dieta (Buitrago, 1992). Entre las ventajas que tendría la incorporación de POSO procesado a la dieta de gallinas ponedoras estarían: una mejor conversión alimenticia en comparación con el uso de afrecho de soya (Waldroup, 1982); incremento en el tamaño y peso de los huevos, con disminución del número de huevos pequeños asociado al aporte de ácidos grasos esenciales (especialmente linoleico) (Waldroup, 1982; Buitrago, 1992); mayor porcentaje de postura y mantenimiento de niveles altos de postura (Buitrago, 1992). El POSO extruido y el tostado pueden ser utilizados como fuente total o parcial de proteína en dietas para ponedoras en reemplazo del afrecho de soya (Latshaw, 1974; Waldroup y Hazen, 1978; Smith, 1983; Buitrago, 1992; Faria y col., 1995; Sakomura y col. (1998). Sin embargo, la información es limitada respecto a los efectos del uso de POSO integral sobre los indicadores de calidad externa e interna de los huevos. Summers y col. (1966) comentan que la incorporación de POSO no afectó el espesor de la cáscara, como tampoco la calidad interna del huevo, evaluado por unidades Haugh (Arends y col., 1971; Waldroup y Hazen, 1978). Habría una disminución en el porcentaje de huevos rotos y mejor pigmentación de la yema (Buitrago, 1992) y podría esperarse una modificación en la relación de los ácidos grasos saturados y no saturados de la yema que daría como resultado huevos más saludables (Klasing, 1998). Por lo expuesto, se determinó evaluar la incorpo-

ración de POSO extruido y tostado, disponibles en el país, en reemplazo de afrecho de soya y proteínas de origen animal en la dieta de gallinas ponedoras y su efecto sobre la respuesta productiva y calidad del huevo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en la unidad experimental de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, que está equipada con control automático de iluminación, líneas de agua con un bebedero por jaula y comederos tipo canoa frontales por línea de jaulas; así las gallinas disponían de agua y alimento a voluntad y fueron mantenidas con un régimen de 16 horas de luz/día. Se emplearon 216 gallinas de postura Leghorn-Lohman, de 25 semanas de edad, distribuidas en forma aleatoria en 72 jaulas, alojando cada una a 3 gallinas. La experiencia se extendió por 16 semanas, con 4 ciclos de 28 días cada uno. Se formuló una dieta de ponedora, a mínimo costo, de modo de satisfacer los requerimientos nutritivos señalados por la línea genética utilizada (Tabla 1). Las dietas fueron sometidas a análisis químico proximal de acuerdo a protocolos analíticos estandarizados (AOAC, 1995). Las gallinas fueron asignadas aleatoriamente a los siguientes tratamientos: I. Control. II: Experimental, poroto soya tostado. III: Experimental, poroto soya extruido. Cada tratamiento consideró 6 repeticiones, cada una incluyó 4 jaulas con 3 gallinas por jaula, con un total de 12 gallinas por repetición y un total de 72 ponedoras por tratamiento. Durante el periodo experimental se evaluaron las siguientes variables productivas: porcentaje de postura por gallina alojada, peso de los huevos (g), consumo de alimento (g/gallina/día), peso de las gallinas (g), masa de huevos, eficiencia de conversión alimenticia (ECA); expresada como docena de huevos producidos/kg de alimento; ECA: expresada como kg de alimento/kg de huevos producidos y registro diario de mortalidad (porcentaje y causalidad según necropsia). Además, se tomaron 2 huevos al azar de cada repetición, analizándose 36 huevos en cada muestreo (4 en total, cada 30 días experimentales) para evaluar las siguientes características del huevo y la cáscara: gravedad específica (Hempe y col., 1998), espesor de la cáscara (mm), resistencia de la cáscara a la fractura (kg/cm²) y deformación de la cáscara (mm) ambas empleando el durómetro TSS (*Technical Systems and Supplies*), razón yema/clara (peso y volumen),

TABLA 1
COMPOSICIÓN Y APORTE NUTRITIVO DE LAS DIETAS EMPLEADAS EN EL ENSAYO

Ingrediente (%)	Tratamientos		
	Control afrecho soya	Poroto soya tostado	Poroto soya extruido
Maíz	55,78	48,25	51,32
POSO tostado	0,00	20,00	0,00
POSO extruido	0,00	0,00	20,00
Soya, afrecho de 44%	25,68	15,54	15,71
Trigo, afrechillo de	0,00	3,26	0,00
Salmón, harina de	3,82	0,00	0,00
Sal	0,27	0,34	0,33
Aceite	3,92	1,56	1,56
Metionina	0,12	0,12	0,13
Antioxidante	0,01	0,01	0,01
Vitamina ¹	0,10	0,10	0,10
Minerales ²	0,05	0,05	0,05
Conchuela	8,80	8,97	8,98
Fosbic ³	1,45	1,80	1,81
TOTAL	100,00	100,00	100,00
Costo (\$/kg) ⁴	120,61	113,19	116,43
<i>Aporte nutritivo % calculado y determinado</i>			
Proteína cruda	18,00 (17,33)	18,00 (17,22)	18,00 (17,40)
Fibra cruda	2,67 (2,30)	3,17 (3,10)	2,92 (2,81)
Extracto etéreo	6,54 (7,00)	7,45 (7,40)	6,91 (7,20)
Calcio	3,80 (3,79)	3,80 (3,81)	3,85 (3,80)
Fósforo total	0,70 (0,70)	0,70 (0,71)	0,70 (0,72)
Fósforo disponible	0,42	0,42	0,42
Sodio	0,16	0,17	0,16
Cloro	0,22	0,23	0,23
Potasio	0,65	0,64	0,66
Ácido linoleico	2,98	3,84	3,83
Lisina	0,96	0,99	0,96
Metionina	0,41	0,40	0,41
Metionina + Cistina	0,71	0,71	0,71
E. Metabolizable (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800

¹ UI/kilo de dieta: A: 5000; D₃: 2200; E: 3,5; **mg/kg dieta:** B₁: 0,5; B₂: 3; Ac. Pantoténico: 4; Niacina: 7; B₆: 1,2; Colina: 50; Ac. Fólico: 0,4; Biotina: 0,04; B₁₂: 0,004 ²**mg/kg de dieta:** Manganeso: 88; Hierro: 110; Zinc: 88; Cobre: 17,6; Yodo: 0,2; Selenio: 0,2. ³**Fosbic**[®]: fosfato dicálcico dihidratado. ⁴**Precio:** al momento de ejecución del ensayo.

unidades Haugh (Eisen y *col.*, 1962), color de la yema, usando un sensor fotolorimétrico (*Chroma Meter TSS*) calibrado según la escala Roche y porcentaje de defectos externos evidentes de la cáscara (trizaduras, quebraduras o ausencia de cáscara), para este propósito, se llevó un registro diario de todos los huevos y luego se expresó como porcentaje semanal por cada tratamiento. Las variables se evaluaron en el Centro de Referencia para la Evaluación y Certificación de la Calidad de Productos de Origen Animal (CERPRAN) de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile.

Los resultados fueron analizados por Análisis de Varianza (ANDEVA), de acuerdo a un diseño completamente al azar de efectos fijos (Modelo I) SAS, 1985. Los indicadores de expresión porcentual se transformaron mediante la ecuación de Bliss previo al ANDEVA, en los casos que fue necesario. Las diferencias estadísticas entre promedios específicos, se establecieron mediante la prueba de Tukey (Sokal y Rohlf, 1981). El peso vivo de las gallinas de los diferentes tratamientos se evaluó por Análisis de Regresión, las diferencias entre sus pendientes se determinaron por ANDEVA. Para estimar el resultado económico del estudio, y como una informa-

TABLA 2
PESO VIVO, PORCENTAJE DE POSTURA (HUEVOS/GALLINA/ALOJADA), PESO DE HUEVO, MASA DE HUEVOS, CONSUMO DE ALIMENTO DURANTE EL ENSAYO, EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA¹⁻², MARGEN BRUTO Y COSTO ALIMENTARIO POR KILO DE HUEVOS. PROMEDIOS ± DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Variables	Tratamientos		
	Control afrecho soya	Poroto soya tostado	Poroto soya extruido
Peso vivo (g)	1607 ± 72,5	1581 ± 84,9	1610 ± 78,4
Postura (%)	93,7 ± 7,1 ^b	94,8 ± 4,3 ^b	96,2 ± 3,4 ^a
Peso huevo (g)	63,8 ± 2,8	63,2 ± 2,9	64,1 ± 2,6
Masa de huevos	60,4 ± 4,9 ^b	59,9 ± 4,6 ^b	61,7 ± 3,6 ^a
Consumo alimento diario (g)	108,2 ± 6,8 ^b	109,3 ± 7,9 ^b	112,9 ± 6,8 ^a
Conversión kg alimento/docena huevos ¹	1,38 ± 0,07 ^b	1,38 ± 0,08 ^b	1,41 ± 0,07 ^a
Conversión kg alimento/kg huevos ²	1,80 ± 0,10 ^b	1,82 ± 0,08 ^a	1,83 ± 0,06 ^a
Margen bruto (\$)	137.233	142.532	143.521
Costo alimentario por kg de huevos (\$)	215,89	206,01	213,07

^{a-b} Promedios con letras diferentes en la misma fila son estadísticamente distintos $p < 0,05$.

TABLA 3
INDICADORES DE LA CALIDAD EXTERNA E INTERNA DE LOS HUEVOS. GRAVEDAD ESPECÍFICA, GROSOR CÁSCARA: EN ECUADOR, EXTREMO ROMO, EXTREMO AGUDO, PORCENTAJE DE HUEVOS: ROTOS, TRIZADOS, SIN CÁSCARA, RESISTENCIA DE LA CÁSCARA A LA FRACTURA, DEFORMACIÓN DE LA CÁSCARA. RAZÓN YEMA/ALBÚMINA¹⁻², UNIDADES HAUGH, COLOR YEMA. PROMEDIOS ± DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Indicadores	Tratamientos		
	Control afrecho soya	Poroto soya tostado	Poroto soya extruido
Gravedad específica	1,090 ± 0,005	1,091 ± 0,006	1,090 ± 0,005
Grosor cáscara (mm) en ecuador	0,340 ± 0,033	0,353 ± 0,044	0,342 ± 0,025
Grosor cáscara (mm) en extremo romo	0,340 ± 0,045	0,374 ± 0,037	0,335 ± 0,034
Grosor cáscara (mm) en extremo agudo	0,347 ± 0,043	0,340 ± 0,038	0,343 ± 0,029
Porcentaje de huevos rotos	0,185 ± 0,047 ^b	0,634 ± 0,117 ^a	0,714 ± 0,134 ^a
Porcentaje de huevos trizados	0,148 ± 0,042	0,157 ± 0,052	0,269 ± 0,071
Porcentaje de huevos sin cáscara	0,027 ± 0,002	0,029 ± 0,002	0,103 ± 0,039
Resistencia de la cáscara a la fractura (kg/cm ²)	2,613 ± 414 ^b	2,756 ± 502 ^{a-b}	2,828 ± 403 ^a
Deformación de la cáscara	0,370 ± 0,095	0,364 ± 0,048	0,373 ± 0,045
Razón yema/albúmina (g) ¹	0,428 ± 0,046	0,438 ± 0,104	0,412 ± 0,043
Razón yema/albúmina (ml) ²	0,418 ± 0,048	0,409 ± 0,044	0,406 ± 0,050
Unidades Haugh	98,081 ± 4,286	96,917 ± 4,845	98,413 ± 4,145
Color yema	7,362 ^a ± 0,568	7,021 ^b ± 0,144	6,979 ^b ± 0,610

^{a-b} Promedios con letras diferentes en la misma fila son estadísticamente distintos $p < 0,05$.

ción complementaria del objetivo central, se calculó el Margen Bruto Económico (MB) para cada tratamiento de la siguiente forma: $MB_i = [Y_i - CA_i]$ Donde: Y_i = Ingreso (\$), CA_i = Costo Alimento (\$ kg de dieta), i = Tratamientos 1-3. El MB indica la diferencia entre las ventas (ingresos) y los costos. El ingreso se calculó considerando la producción de huevos/tratamiento; tomando como base el peso (g)

de los huevos obtenido en el muestreo semanal correspondiente, para clasificarlos comercialmente en súper extra, extra, primera, segunda y tercera, así se ponderó cada una de las categorías comerciales por su correspondiente precio. El costo del alimento fue obtenido a través del programa de formulación respectivo (Tabla 1). Además se calculó el costo alimentario del kg de huevos producidos,

multiplicando la ECA (kg de alimento/kg de huevo) por el precio del kg de alimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, hubo gran concordancia entre los indicadores de composición calculados y los determinados por los análisis efectuados a las dietas (Tabla 1). Los resultados son promedios totales de las diferentes variables evaluadas durante el experimento, aquellos productivos se exponen en la Tabla 2 y los de calidad del huevo y cáscara en la Tabla 3.

INDICADORES PRODUCTIVOS

Los pesos vivo (PV) registrados estuvieron por bajo el rango de peso sugerido por la línea genética de las aves; sin embargo, esta discrepancia no provocó una respuesta menor en los porcentajes de postura y peso del huevo de las gallinas. Los promedios de PV del estudio indican que el tratamiento POSO extruido presentó el PV más alto, mientras que el más bajo correspondió al tratamiento POSO tostado; aunque las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$) entre ellos ni con el control. Esto discrepa con Latshaw (1974), quien sí informa diferencias significativas entre la dieta con afrecho de soya y la con POSO tostado. Lo concordante con dicho estudio es que las gallinas alimentadas con la dieta que incluía POSO tostado son las con los pesos más bajos. Latshaw (1974) menciona que la menor utilización del POSO tostado se pudo asociar a la temperatura del proceso o a la finura de la molienda. Los porcentajes de postura (PP) de los tres tratamientos fueron superiores al 90% durante todo el ensayo, superando al PP sugerido por la línea genética empleada en el ensayo. El PP más alto ($p < 0,05$) lo alcanzó el tratamiento POSO.

Extruido que superó el 96% de postura, mientras que los PP de los otros tratamientos fueron similares. Los PP registrados concuerdan con lo informado por Latshaw (1974) y Lüdke y col. (1993) en gallinas alimentadas con POSO tostado que lograron PP similares a las alimentadas con afrecho de soya. También los resultados de PP coinciden con los de Waldroup y Hazen (1978), donde gallinas alimentadas con POSO extruido presentaron PP superiores a las alimentadas con afrecho de soya, mientras las que recibieron POSO tostado no

mostraron diferencias con ninguno de los tratamientos anteriores. Por otra parte, Waldroup y col. (1969), Smith (1983) y Sakomura y col. (1998) señalan que las gallinas tratadas con POSO tostado o extruido presentaron PP similares a las alimentadas con afrecho de soya. Los mejores PP del tratamiento con POSO extruido podrían ser efecto de una mayor digestibilidad del extracto etéreo de este alimento, como resultado del proceso de extrusión, lo que origina una mayor disponibilidad de energía para procesos metabólicos (Gill, 1988; Buitrago, 1992).

El peso promedio del huevo (PH) aumentó paulatinamente durante el ensayo (aves desde las 25 semanas de edad a la 41), esta respuesta era esperable y se ajustó a lo indicado por la línea genética cuya pauta fue superada durante el experimento por las aves de los tres tratamientos. Los promedios totales de PH del estudio fueron semejantes entre tratamientos ($p > 0,05$). Esto no concuerda con Waldroup y Hazen (1978), que al alimentar gallinas con POSO tostado en su dieta presentaron un incremento significativo en el peso del huevo, pero coincide con Waldroup y col. (1969), Smith (1983) y Faria y col. (1995) que informan que el PH de gallinas alimentadas con una dieta que contenía afrecho de soya no presentaron diferencias significativas con las alimentadas con la dieta que incluía POSO extruido, mientras que las alimentadas con POSO tostado obtuvieron la respuesta más baja. Por otra parte, Latshaw (1974) observó que las gallinas alimentadas con POSO tostado obtuvieron resultados similares en PH a las alimentadas con afrecho de soya. Waldroup (1982) y Buitrago (1992) concluyen que la incorporación de POSO procesado en la dieta de gallinas ponedoras originaría un incremento en el tamaño y peso de los huevos, lo que no fue logrado en este ensayo.

Los resultados de masa de huevos (MH) calculados con los valores de PP y PH siguieron las tendencias de los factores que los originaron, superando también lo propuesto por la línea genética de las aves. El tratamiento POSO extruido tuvo la mayor MH ($p < 0,05$) respecto de los restantes tratamientos, que no se diferenciaron entre sí, lo último coincide con Lüdke y col. (1993), quienes tampoco encontraron diferencias entre la MH de gallinas alimentadas con POSO adecuadamente tostado o levemente sobretostado y aquélla de gallinas alimentadas con la dieta que contenía afrecho de soya.

El consumo de alimento (CA) de las gallinas aumentó entre el primer y segundo periodo del ensa-

yo para luego estabilizarse. El CA del tratamiento POSO extruido fue más alto ($p < 0,05$) respecto de los otros tratamientos, que presentaron un CA semejante, coincidente esta última comparación con la de Latshaw (1974) entre tratamientos similares al de este ensayo. Por el contrario, Waldroup y Hazen (1978) y Sakomura y col. (1998) mencionan que el CA fue menor en gallinas alimentadas con las dietas con POSO tostado o extruido, respecto de las alimentadas con afrecho de soya. Por su parte, Smith (1983) no observó diferencias en el consumo entre gallinas alimentadas con dietas con afrecho de soya o con POSO extruido. De las comparaciones comentadas, no surge una tendencia definitiva respecto al CA de las gallinas que dé cuenta del comportamiento observado en este trabajo para esta variable, dado que el contenido energético de las dietas se estableció como equivalente y los análisis de las dietas son coincidentes entre sí (Tabla 1). Sin embargo, podría plantearse que las aves del tratamiento POSO extruido con un mayor CA promedio diario de 4,15 g, habrían ingerido, de acuerdo al análisis de las dietas (Tabla 1), 11,62 kcal de EM y 0,72 g de proteína más que los otros tratamientos; lo que daría cuenta, en alguna medida, del mejor PH, PP y MH registrados en este trabajo para el tratamiento POSO extruido.

La eficiencia de conversión alimenticia (ECA) expresada como la razón entre consumo de alimento sobre docenas de huevos mostró una tendencia de menor eficiencia hasta el tercer período para los tres tratamientos, situación que se mantuvo en el tratamiento POSO extruido, lo que originó un valor de ECA total mayor ($p < 0,05$) en comparación a los otros tratamientos. Entre éstos no se observó diferencia significativa ($p > 0,05$). La ECA expresada como kg alimento/kg huevo, que evalúa en forma más directa el rendimiento de las gallinas ya que relaciona el CA con kg de huevos producidos, puso en evidencia un comportamiento más eficiente ($p < 0,05$) del grupo control durante el experimento y en el total respecto de los otros, siendo esta variable semejante entre los que incluían POSO tratado. Estos resultados discrepan de los informados por Waldroup y col. (1969), Smith (1983) y Faria y col. (1995), donde las gallinas que consumían dietas con POSO extruido presentaron resultados similares a las alimentadas con dietas que incluían afrecho de soya. Tampoco concuerda con Waldroup y Hazen (1978) y Waldroup (1982), ya que las gallinas alimentadas con dietas con POSO extruido o tostado presentaron una mejor eficiencia de con-

versión alimenticia que las gallinas alimentadas con dietas que incluían afrecho de soya. Las ECAs (kg consumo/kg huevos) menos eficientes de los tratamientos que incluían tanto POSO tostado como extruido no pudieron superar sus mayores consumos de alimento con sus mejores porcentajes de postura respecto del tratamiento control con afrecho de soya.

La mortalidad total del experimento fue de un 0,46% por eliminación de una gallina por prolapso de cloaca del tratamiento control afrecho soya. En este porcentaje están incluidas todas las aves alojadas en la unidad. Esto concuerda con Waldroup y col. (1969) y Latshaw (1974), quienes reportan ausencia de diferencias en mortalidad para gallinas alimentadas con afrecho de soya, POSO tostado o POSO extruido.

El margen bruto (MB), vale decir la diferencia entre los ingresos por venta de huevos y los costos, en este caso, por concepto del alimento consumido, fue mayor en el tratamiento POSO extruido, seguido por el tratamiento POSO tostado y finalmente el grupo control afrecho de soya. Es importante destacar que los tres tratamientos presentaron una tendencia a disminuir sus MB, lo que estuvo asociado a la declinación del precio de los huevos en los meses en que se realizó este trabajo. Sin embargo, el MB es un indicador esencialmente coyuntural, puesto que está ligado tanto al precio de los huevos como al de la dieta que lo originan.

Respecto de los costos alimentarios para producir 1 kg de huevos, éstos favorecieron al tratamiento POSO tostado, seguido por el tratamiento POSO extruido y luego el control afrecho de soya. POSO tostado generó los menores costos alimentarios tanto dentro de cada período como a nivel de los promedios del estudio.

Los resultados económicos observados se debieron principalmente a que el tratamiento POSO extruido presentó la mayor producción de huevos (kg), permitiéndole obtener el MB más alto a pesar de mostrar un costo alimentario bastante cercano al tratamiento control afrecho soya que presentó el costo más alto. Mientras que el tratamiento POSO tostado logró el segundo MB más alto a pesar de su costo alimentario más bajo, debido a los menores PH presentados en dos periodos del ensayo, lo que determinó una menor producción de huevos (kg). De acuerdo a las respuestas productivas, es posible afirmar que la inclusión de POSO extruido sólo modificó favorablemente el PP y originó una mayor MH.

Esta respuesta a los niveles de incorporación del POSO, tanto tostado como extruido, que superaron al 10% que habitualmente se empleaba en el medio nacional al momento de la realización del ensayo, se puede asociar a condiciones de sub o sobrecalentamiento presentados por las diferentes partidas de POSO empleado en la elaboración de las dietas, como lo sugieren Latshaw (1974), Sakomura y col. (1998) y Leeson y col. (2000). Por último, cabe mencionar que a pesar de haber obtenido las ECA menos eficientes, los tratamientos POSO tostado y POSO extruido lograron los mejores resultados económicos, asociado al menor precio de sus dietas (Tabla 1) y para el tratamiento POSO extruido además a sus mayores PP, que determinaron que alcanzara ingresos más altos.

INDICADORES DE CALIDAD EXTERNA E INTERNA DEL HUEVO

La gravedad específica disminuyó levemente a lo largo del ensayo, lo que está dentro de la tendencia fisiológica productiva esperada, ya que los huevos en función del tiempo aumentaron de peso, resultando de ello una cáscara proporcionalmente más delgada, pero similar entre los tratamientos ($p > 0,05$), lo que fue ratificado por los valores de espesor directo registrados en los distintos puntos de la superficie del huevo (ecuador, extremos romo y agudo), demostrando que el espesor de la cáscara no fue modificada por los tratamientos ensayados. No se dispuso de valores bibliográficos que confirmaran o contradijeran los resultados expuestos.

Entre los denominados defectos visibles de la cáscara se evaluaron los porcentajes de huevos: rotos, trizados y sin cáscara, observados día a día, durante el ensayo. Sólo el promedio total para el porcentaje de huevos rotos mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) con porcentajes mayores en POSO tostado y POSO extruido. El porcentaje total de defectos visibles fue de 0,360 para el control; 0,860 POSO tostado, y 1,1 POSO extruido. Estas diferencias no es posible asociarlas al efecto tratamiento, puesto que otros indicadores que estarían asociados a ellos como peso huevo, gravedad específica y grosor de la cáscara tuvieron un comportamiento similar entre los tratamientos. Todos los porcentajes de defectos, en particular y como total, son muy bajos y mucho menores, como indicadores productivos comerciales, que los que normalmente se registran en los

planteles de postura comerciales que alcanzan entre el 2 y 7% (Hidalgo, 2005)¹.

La resistencia de la cáscara a la fractura y deformación de ésta fueron disminuyendo a lo largo del ensayo, situación previsible por tratarse de gallinas en su primera etapa de producción, que fueron paulatinamente colocando huevos más grandes, lo que conllevó una disminución de ambos indicadores, aunque los huevos del tratamiento POSO extruido mostraron una mejor resistencia a la fractura ($p < 0,05$) en relación al control. Ambos indicadores están más asociados a la edad de las aves que a los tratamientos ensayados. La cáscara de los huevos puestos por gallinas más viejas presentan menor resistencia a la fractura y menos flexibilidad a la deformación, en comparación a los de gallinas más jóvenes. Esta tendencia es del todo normal y se asocia a la situación fisiológica productiva antes comentada a huevos más pesados, cáscara con menos resistencia a ser fracturada y deformada.

Las razones yema/albúmina tanto en peso como volumen fueron aumentando a medida que transcurría el ensayo, sin ser modificadas por efecto de los tratamientos y sus registros promedios fueron semejantes entre sí ($p > 0,05$); tampoco estos indicadores son informados en otros trabajos en los cuales se evaluó el efecto del procesamiento del POSO.

Las Unidades Haugh (UH) son un reflejo de la frescura de los huevos y fue determinada para todos los tratamientos a las 24 horas de colectados los huevos. Las UH medidas durante este ensayo se comportaron según lo esperado fisiológicamente al ser los huevos más grandes, y su cáscara más delgada aumenta el intercambio de gases con lo cual las UH disminuyeron a lo largo del estudio, desde 104 a 94; sin embargo, como promedios totales, no fueron afectados por los tratamientos ($p > 0,05$), lo que coincide con lo informado por Waldroup y Hazen (1978) en gallinas de postura con tratamientos semejantes al de este ensayo.

El color promedio general de la yema fue modificado por los tratamientos ($p < 0,05$), correspondiendo la mejor expresión al tratamiento control, los restantes que incorporaban POSO fueron semejantes entre sí. Esta diferencia podría ser atribuida al mayor porcentaje de maíz que recibió el grupo con-

¹ Hidalgo, H. Comunicación personal. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. U. de Chile.

trol en su dieta (Tabla 1), puesto que la suplementación con metionina mencionada por Buitrago (1992) como beneficiosa para la pigmentación de la yema, cuando se emplea POSO tostado o extruido, no se observó en este ensayo, puesto que, por la forma en que se formularon las dietas, todas fueron suplementadas con metionina en porcentajes iguales.

La información reunida corrobora, en gran medida, los resultados de otros trabajos que han evaluado la inclusión del poroto soya integral procesado en la dieta de gallinas ponedoras y, por lo tanto, permite señalar que ambos productos, adecuadamente tratados, pueden ser considerados como insumos alternativos al ya tradicional afrecho de soya en la formulación de dietas para gallinas de postura, lo que dependerá, en última instancia, de la disponibilidad de los recursos y el precio que ellos tengan al momento de la formulación de las dietas.

RESUMEN

Se realizó un estudio durante 16 semanas con 216 gallinas blancas Leghorn-Lohman de 26 semanas de edad, para evaluar los efectos de la inclusión del poroto soya (POSO) procesado: tostado y extruido, a dietas de gallinas de postura sobre su respuesta productiva y la calidad de los huevos. Las aves se asignaron a tres tratamientos: control sin POSO en su dieta y los restantes (2 y 3) con 20% de POSO tostado o extruido. Las dietas fueron formuladas a mínimo costo con igual contenido de proteína y energía metabolizable.

La información reunida señaló que el tratamiento POSO extruido fue superior ($p \leq 0,05$) a los otros tratamientos en consumo de alimento, porcentaje de postura, masa de huevos, conversión alimenticia (kg alimento/docena de huevos) y resistencia de la cáscara a la fractura; lo último sólo con el control. El tratamiento POSO tostado fue muy coincidente con el control en las diferentes variables evaluadas. Por su parte, el tratamiento control mostró mejor ($p \leq 0,05$) conversión (kg alimento/kg de huevo) y color de la yema que los otros tratamientos.

Se concluye que el poroto soya tostado o extruido son recursos proteínicos alternativos a otras fuentes de proteína en la alimentación de gallinas de postura y su incorporación dependerá de su disponibilidad y precio al momento de la formulación de las dietas.

REFERENCIAS

- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist. 1995. Official methods of analysis. 16th Ed. Editada por Patricia Cunniff. Washington D.C., EE.UU.
- ARENDIS L.G., C.E. BREWER, M.H. GEHLE. 1971. Evaluation of heat processed soybean for caged layers. *Poultry Sci.* 50: 1546.
- BUITRAGO J. 1990. Soya Integral en la Alimentación Animal. Asociación Americana de Soya. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia. 31 pp.
- BUITRAGO J. 1992. Soya Integral en Alimentación de Aves. Asociación Americana de Soya. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia. 27 pp.
- EISEN E.J., B. BOHEREN, H.E. MCKEAN. 1962. The Haugh unit as measure of egg albumen quality. *Poult. Sci.* 41: 1461-1468.
- FARIA D.E., O.M. JUNQUEIRA, N.K. SAKOMURA, E.B. MALHEIROS. 1995. Utilização da soya integral tostada e extrusada em rações pra poedeiras comerciais. *Rev. Bras. Zootec.* 24: 747-758.
- GILL, C. 1988. Commitment to full fat soya? *Feed Int.* 10: 12-14, 16.
- HEMPE J.M., LAXEN R.C., SAVAGE J.E. 1998. Rapid determination of egg weight and specific gravity using a computerized data collection system. *Poult. Sci.* 77: 902-907.
- KLASING K.C. 1998. Comparative avian nutrition. *Cab international*. 1st ed. chapter 7. pp 171-200, 350 pp.
- LATSHAW J.D. 1974. Soybean processing and its effect on the laying hen. *Poultry Sci.* 53: 1342-1347.
- LEESON S., J.D. SUMMERS, G.J. DÍAZ. 2000. Nutrición Aviar Comercial. s.e. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia. pp. 47-51.
- LIENER I.E. 2000. Non-Nutritive Factors and Bioactive Compounds in Soy. In: Drackley, J.K. (Ed.). *Soy in Animal Nutrition*. Federation of Animal Science Societies. Savoy, Illinois, USA. pp. 13-45.
- LÜDKE, J.V., C.A.Q. BORGES, M.C.L. LEMOS, E.J.R. CATTELAN, A.M. KESSLER. 1993. Efeito da substituição do farelo de soja por soja integral tostada na cação de poedeiras leves. *In: Reuniao da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Rio de Janeiro, Brazil. 356 pp.
- PANIAGUA R.M. 1999. Evaluación de un proceso de expansión de alimentos en dietas comerciales para pollos broiler. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 50 pp.
- ROJAS S.W., J.A. GÓMEZ. 1988. Empleo de soya integral cruda en dietas de gallinas ponedoras. *Informaciones Avícolas*. 116: 17-18.
- SAKOMURA N.K., R. DA SILVA, R. BASAGLIA, E.B. MALHEIROS, O.M. JUNQUEIRA. 1998. Sojas integrais tostada pelo vapor e extrusada em rações de poedeiras. *Rev. Bras. Zootec.* 27: 754-765.
- SMITH K.J. 1983. Grano de soya un ingrediente alimenticio. *Informaciones avícolas*. 63: 27-28.
- SOKAL R., F.J. ROHLF. 1981. *Biometry*. 2nd ed. Freeman and Company. New York, USA. 859 pp.
- SUMMERS J.D., J.D. MCCONACHIE, S.J. SLINGER, W.F. PEPPER. 1966. The value of raw unextracted soybeans for laying hens. *Poultry Sci.* 45: 165-168.
- WALDROUP P. W., D.R. SLOAN, R.F. DAVENPORT. 1969. The use of raw and extruded soybean in layer diets. *Poult. Sci.* 48: 1481-1486.
- WALDROUP P.W., K.R. HAZEN. 1978. An evaluation of roasted, extruded and raw unextracted soybeans in the diet of laying hens. *Nutr. Rep. Int.* 18: 99-103.
- WALDROUP P.W. 1982. Whole Soybean for Poultry Feeds. *World's Poult. Sci. J.* 38: 28-39.