

COMPOSICIÓN EN ÁCIDO GRASO ALFA LINOLÉNICO (ω_3)

EN HUEVO Y CARNE DE AVES EMPLEANDO CHIA

(*Salvia hispánica* L.) EN EL ALIMENTO

Mayday I. Salazar-Vega, J. Gabriel Rosado-Rubio, Luis A. Chel-Guerrero, David A. Betancur-Ancona y Arturo F. Castellanos-Ruelas

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento productivo y la composición de lípidos de la yema del huevo y de tejidos corporales en aves alimentadas con dietas conteniendo harina integral de Chía (*Salvia hispánica* L.; HICH). Se llevaron a cabo dos experimentos. En el primero se emplearon 36 gallinas Babcock de postura asignadas a tres tratamientos: 0 (testigo); 7,5 y 15% de HICH en el alimento durante 16 semanas. En el segundo experimento se emplearon pollos Cobb de engorda con 0; 5 y 10% de HICH durante 6 semanas. A los datos de productividad de las aves, así como de la composición lipídica de la yema y de los tejidos corporales, se les aplicó un análisis de varianza para un diseño totalmente al azar. Las gallinas con HICH tuvieron menor

porcentaje de postura ($p < 0,05$) en comparación con el grupo testigo, sin embargo, tuvieron mayor peso del huevo ($p < 0,01$). Se encontró mayor contenido de ácido linolénico en la yema de los tratamientos que incluyeron HICH en la dieta, así como una reducción en el contenido de ácido palmítico ($p < 0,05$). En el segundo experimento, el crecimiento de las aves no fue afectado por los tratamientos y la composición lipídica de los tejidos corporales de los pollos siguió la misma tendencia que la observada con la yema de huevo. Se concluye que es factible modificar la composición en ácidos grasos de los productos avícolas mediante el aporte de ácidos grasos insaturados provenientes de la HICH.

Introducción

La Chía (*Salvia hispánica* L) es originaria de México y su uso ha sido documentado desde tiempos prehispánicos (Beltrán y Romero, 2007). Esta semilla es rica en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI; Craig, 1997), en particular el ácido alfa linolénico (ω_3 ; Álvarez *et al.*, 2008). La presencia de estos ácidos grasos en la dieta de los individuos propicia una disminución en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, beneficio reconocido en la dieta mediterránea, en la cual tanto el pescado como las plantas marinas se consideran como los mediadores más importantes de la disminución de enfer-

medades cardiovasculares en experimentos controlados (De Logeril y Salen, 2007; Leaf, 2007). Sin embargo, otros autores asocian los beneficios del consumo del pescado no solo a su riqueza en AGPI, sino también al consumo de una dieta más saludable (Cundiff *et al.*, 2007). El empleo de Chía como insumo de la elaboración de alimentos balanceados para aves podría incrementar el contenido de AGPI en los productos avícolas y por consecuencia su consumo por la población podría aportar beneficios. Ello es debido a que las aves pueden incorporar los lípidos dietéticos directamente en el huevo (Marshall *et al.*, 1994) o en sus propias reservas grasas

sin modificar la estructura química (Yau *et al.*, 1991). Con base en lo anterior, se planteó el presente trabajo con el objetivo de incorporar Chía en el alimentos para aves con la finalidad de propiciar el depósito de AGPI en la yema de huevo y en los tejidos del pollo de engorda.

Materiales y Métodos

Se llevaron a cabo dos experimentos empleando harina integral de Chía (*Salvia hispánica* L.; HICH). La Chía se obtuvo de semillas comerciales y en menor proporción de semillas provenientes de áreas de cultivo ubicadas en Ucú, Yucatán, México. En total, 50kg de semillas fueron

secadas en un horno de convección mecánica Lab-line a 60°C durante 24h, y trituradas en un molino de cuchillas Wiley, modelo Thomas Scientific, y finalmente deshidratadas. En el primer experimento, 36 gallinas ligeras de la raza Babcock de 40 semanas de edad, con peso de 1.3 \pm 0,05kg, vacunadas contra Newcastle, viruela y coriza, fueron asignadas al azar a tres tratamientos con seis jaulas cada uno y dos gallinas por jaula. Las aves fueron alimentadas con dietas prácticas siendo los tratamientos: 0% (testigo); 7,5 y 15% de incorporación de HICH en sustitución (p/p) del alimento balanceado comercial (ver composición en pie de Tabla I). La fase ex-

PALABRAS CLAVE / Ácidos Grasos Insaturados / Composición Lipídica / Productos Avícolas /

04/03/2008. Modificado: 02/03/2009. Aceptado: 03/03/2009.

Mayday I. Salazar-Vega. Ingeniera Químico Industrial, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), México. Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, UADY, México. Inspector de procesos, Bebidas Purificadas del Sureste, Mérida, Yucatán, México.

J. Gabriel Rosado-Rubio. Químico Farmacobiólogo, UADY, México.

Estudiante de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid, España. Profesor, UADY, México. rrubio@uady.mx

Luis A. Chel-Guerrero. Ingeniero Químico Industrial, UADY, México. Doctor en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional (IPN), México. Profesor-Investigador, UADY, México. e-mail: cguerrer@uady.mx

David A. Betancur-Ancona. Ingeniero Bioquímico, Instituto Tecnológico de Mérida, México. Doctor en Ciencias, IPN, México. Profesor-Investigador, UADY, México. e-mail: bancona@uady.mx

Arturo F. Castellanos-Ruelas. Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional Autónoma de México. Doctor

Ingeniero, Institut National Agronomique, París, Francia. Profesor-Investigador, UADY, México. Dirección: Facultad de Ingeniería Química. Periférico Nte. km 33.5. Tablaje Catastral 13615. Col. Chuburná de Hidalgo Inn. C.P. 97203. Mérida, Yucatán, México. e-mail: cruelas@uady.mx

COMPOSITION IN ALPHA LINOLENIC ACID (ω_3) OF EGG AND BROILER MEAT USING CHIA (*Salvia hispanica* L.) IN POULTRY FEEDSTUFF

Mayday I. Salazar-Vega, J. Gabriel Rosado-Rubio, Luis A. Chel-Guerrero, David A. Betancur-Ancona and Arturo F. Castellanos-Ruelas

SUMMARY

Productive performance and lipid composition of the egg yolk and body tissues was evaluated in commercial strains of poultry fed with whole Chia (*Salvia hispanica* L; HICH). Two experiments were carried out. In the first one 36 Babcock laying hens were assigned to three treatments: 0 (control), 7.5 and 15.0% HICH in the diet for 16 weeks. In the second experiment Cobb broilers were fed with diets including 0, 5 and 10% HICH during 6 weeks. Bird performance data and lipid composition of the egg yolk and body tissues were analyzed by means of variance analysis using a totally randomized design. Laying hens

fed HICH showed less egg production ($p<0.05$) compared with the control group; nevertheless, egg weight increased ($p<0.01$). Linolenic acid increased in egg yolk lipids in treatments that included HICH in the diet, and palmitic acid was reduced ($p<0.05$). In the second experiment, growth rate of broilers was not affected by the treatments and lipid composition of tissues showed the same trend as the one observed with laying hens. It is concluded that modification of fatty acid composition of poultry products is feasible by means of the inclusion of HICH in the feed of both laying hens and broilers.

COMPOSIÇÃO EM ÁCIDO GRAXO ALFA LINOLÊNICO (ω_3) EM OVO E CARNE DE AVES EMPREGANDO CHIA (*Salvia hispanica* L.) NO ALIMENTO

Mayday I. Salazar-Vega, J. Gabriel Rosado-Rubio, Luis A. Chel-Guerrero, David A. Betancur-Ancona e Arturo F. Castellanos-Ruelas

RESUMO

Avaliou-se o comportamento produtivo e a composição de lipídeos da gema do ovo e de tecidos corporais em aves alimentadas com dietas contendo farinha integral de Chía (*Salvia hispanica* L; HICH). Realizaram-se dois experimentos. No primeiro se empregaram 36 galinhas Babcock de postura assignadas a tres tratamentos: 0 (testemunho); 7,5 e 15% de HICH no alimento durante 16 semanas. No segundo experimento se empregaram frangos Cobb de engorda com 0; 5 e 10% de HICH durante 6 semanas. Aos dados de produtividade das aves, assim como da composição lipídica da gema e dos tecidos corporais, se aplicou uma análise de variância para um desenho totalmente aleatório. As galinhas com HICH tiveram menor porcentagem de postura

($p<0,05$) em comparação com o grupo testemunho, entretanto, tiveram maior peso do ovo ($p<0,01$). Encontrou-se maior conteúdo de ácido linolênico na gema dos tratamentos que incluíram HICH na dieta, assim como uma redução no conteúdo de ácido palmítico ($p<0,05$). No segundo experimento, o crescimento das aves não foi afetado pelos tratamentos e a composição lipídica dos tecidos corporais dos frangos seguiu a mesma tendência que a observada com a gema de ovo. Conclui-se que é factível modificar a composição em ácidos graxos dos produtos avícolas mediante a adição de ácidos graxos insaturados provenientes da HICH.

TABLA I
COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE INCORPORACIÓN DE HARINA INTEGRAL DE CHIA (*Salvia hispanica* L)

Nutriente	Dieta para gallinas de postura		Dieta iniciadora para pollo de engorda		Dieta finalizadora para pollo de engorda	
	Porcentaje de incorporación de Chia					
	7,5	15	5	10	5	10
Proteína cruda (PC)	16,5	17,0	21,1	21,2	19,2	19,4
Extracto etéreo (EE)	3,7	5,5	3,4	4,5	3,6	4,8
Fibra cruda (FC)	9,5	11,9	6,7	8,5	6,7	8,5
Materia mineral (MM)	11,5	10,9	7,8	7,7	7,8	7,7
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	58,8	54,7	61,0	58,2	62,6	59,7

Composición de etiqueta de los alimentos balanceados comerciales empleados para gallinas de postura: 16% PC; 2% EE; 7% FC; 12% MM; y 63% ELN. Para pollos de engorda (alimento iniciador y finalizador, respectivamente): 21 y 19% PC; 2,2 y 2,5% EE; 5 y 5% FC; 8 y 8% MM; y 63,8 y 65,5% ELN.

perimental tuvo una duración de 122 días. En el segundo experimento, 36 pollitos de la línea Cobb con siete días de

vida, fueron alimentados con alimento balanceado comercial durante el período de engorda de seis semanas. Se asignaron

al azar a tres tratamientos con cuatro jaulas cada uno, conteniendo en cada jaula tres pollitos. Se estudiaron tres

niveles de incorporación de HICH: 0, 5 y 10% (p/p) en sustitución del alimento balanceado comercial, en dietas de tipo práctico.

La HICH fue analizada con los métodos descritos en AOAC (1997) para determinar su composición proximal.

Se estimó la ganancia de peso de las aves en ambos experimentos. En el caso de las gallinas, también se estimó el porcentaje de postura y el peso del huevo; además, se muestrearon las yemas de huevos durante seis periodos semanales comprendidos entre las semanas 4 y 16 del experimento, para cada tratamiento. La tolerancia de los pollos a las dietas se determinó sacrificando y practicando

necropsia a un individuo de ocho semanas de cada tratamiento, llevando a cabo el estudio histopatológico de riñón, páncreas e hígado.

Se realizaron análisis de la composición de lípidos en la yema huevo y en los tejidos de pollo de engorda (piel, pechuga, muslo, molleja e hígado) para determinar el efecto de la incorporación de HICH. La yema y los tejidos fueron secados en una liofilizadora Labconco durante cuatro días a -42°C y pulverizados en un molino Molinex. Los lípidos fueron extraídos según el método modificado de Blight y Dyer (1959) y derivatizados (Knapp, 1979) utilizando 14% BF_3/MeOH (Sigma). El análisis de lípidos se hizo en un cromatógrafo de gases Agilent equipado con un detector de masas (MSD), con columna capilar de sílice fundida (Supelco Cat. 24056) de $100\text{m} \times 25\mu\text{m}$ de diámetro interno y $0,20\mu\text{m}$ de espesor. Las condiciones de operación fueron: temperatura del inyector 250°C , velocidad de flujo $1\text{ml}/\text{min}$, con rampa de temperatura en el horno de $120-250^{\circ}\text{C} \times 4-20^{\circ}\text{C}/10\text{min}$, empleando He como gas acarreador. La identificación de los lípidos se realizó comparando los tiempos de retención de estándares analizados bajo las mismas condiciones, empleándose los ácidos grasos palmítico (c16:0), esteárico (c18:0), palmitoléico (c16:1), oléico (c18:1), linoléico (c18:2), y linolénico (C18:3). Los resultados se expresan en forma porcentual.

Se determinó el colesterol en la yema de huevo empleando el mismo cromatógrafo pero utilizando una columna capilar de metil fenil siloxano al 5% (HP 19091s-433) de $30\text{m} \times 25\mu\text{m}$ de diámetro interno y $0,25\mu\text{m}$ de espesor. Las condiciones de operación fueron: temperatura del inyector 300°C , He como gas acarreador, división split 50:1, flujo constante de $0,8\text{ml}/\text{min}$, temperatura del horno 270°C , y tiempo de análisis de 16,5min. La identificación del pico de colesterol se lle-

TABLA II
PESO DE LAS GALLINAS DE POSTURA, PORCENTAJE DE POSTURA Y PESO DEL HUEVO EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DE INCLUSIÓN DE HARINA INTEGRAL DE CHÍA*

Nivel de incorporación de Chía	Etapa experimental		Productividad	
	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Porcentaje de postura	Peso del huevo (g)
Testigo (0%)	1,35 \pm 0,04 a	1,39 \pm 0,09 a	84,3 \pm 0,21 a	61,9 \pm 0,69 a
7,5%	1,33 \pm 0,02 a	1,29 \pm 0,10 a	81,7 \pm 0,37 b	63,0 \pm 0,98 a
15%	1,33 \pm 0,03 a	1,21 \pm 0,11 c	80,7 \pm 0,54 b	65,3 \pm 1,10 c

* Media \pm desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (a-b= $p<0,05$; a-c= $p<0,01$).

vó a cabo con el tiempo de retención del estándar correspondiente analizado bajo las mismas condiciones. Los resultados se interpretaron calculando las áreas correspondientes a los picos observados.

Se calculó la media y su desviación estándar para las variables peso de las aves,

contenido de EE así como en la FC. En la Tabla I se muestra la composición proximal de las dietas experimentales.

Experimento 1

El resultado de la evolución del peso de las gallinas y de su productividad

mento, mientras que el resultado fue inverso para el C18:3, ya que se incrementó al pasar de ser indetectable hasta representar un 4,4%.

La reducción en el porcentaje de ácido palmítico en la yema del huevo y el enriquecimiento en ácido ω -3 representa una ventaja para

TABLA III
PORCENTAJE DE ÁCIDOS GRASOS EN LA YEMA DEL HUEVO DE GALLINAS DE POSTURA ALIMENTADAS CON HARINA INTEGRAL DE CHÍA*

Nivel de incorporación de Chía	Porcentaje de ácidos grasos					
	C16:0	C18:0	C16:1	C18:1	C18:2	C18:3
Testigo (0%)	40,8 ^a \pm 2,9	9,6 ^a \pm 3,6	3,3 ^a \pm 1,0	30,8 ^a \pm 3,0	15,2 ^a \pm 3,7	0
7,5%	38,1 ^{ab} \pm 2,3	10,6 ^a \pm 1,9	3,2 ^a \pm 1,1	30,7 ^a \pm 2,9	15,4 ^a \pm 1,7	1,9 ^a \pm 1,1
15%	35,9 ^b \pm 2,0	9,9 ^a \pm 2,7	3,6 ^a \pm 1,0	29,3 ^a \pm 2,7	16,9 ^a \pm 1,6	4,4 ^a \pm 1,8

* Media \pm desviación estándar. Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ($p<0,05$).

porcentaje de postura y peso del huevo, contenido en ácidos grasos en la yema y en los tejidos muestreados. También se analizaron mediante un análisis de varianza para un diseño totalmente al azar y las medias se compararon mediante el método de Duncan (Montgomery, 1993).

Resultados y Discusión

La composición proximal de la HICH fue de 22,6% proteína cruda (PC); 25,2% extracto etéreo (EE); 39,8% fibra cruda (FC); 4,9% materia mineral (MM); y 7,5% extracto libre de nitrógeno (ELN). El contenido en EE es similar al observado en las semillas oleaginosas (Álvarez *et al.*, 2008). En todos los casos, como era de esperarse, al incluir la inclusión de HICH en los alimentos balanceados propició un incremento en el

se muestra en la Tabla II. Las gallinas alimentadas con 15% HICH perdieron peso al final del período experimental ($p<0,05$). El porcentaje de postura disminuyó en relación al grupo testigo por efecto de la adición de HICH en la dieta ($p<0,05$). Otros autores han encontrado que el porcentaje de postura no se modificó por la inclusión de la Chía entera hasta un 28% (Ayerza y Coates, 2002). Aunque hubo disminución en la postura, el peso del huevo se incrementó ($p<0,01$) en los grupos con HICH, resultando en una productividad similar entre los tres lotes experimentales ($p>0,05$).

Los resultados de la composición lipídica (%) de la yema del huevo se presentan en la Tabla III. El contenido de C16:0 disminuyó ($p<0,05$) conforme se incrementó el porcentaje de Chía en el ali-

la salud de los consumidores, ya que el consumo de este tipo de alimentos reduce el riesgo asociado con enfermedades cardiocoronarias (AHA, 1999). Resultados similares fueron reportados previamente (Ayerza y Coates, 1999, 2000) al incorporar 30% de Chía entera en el alimentos de aves de postura. El contenido de colesterol en la yema del huevo fue similar en todos los tratamientos.

Experimento 2

Los resultados de la productividad de los pollos de engorda se presentan en la Tabla IV. No se encontró efecto atribuible a la incorporación de HICH sobre el peso final de las aves, en cambio la conversión alimenticia de los pollos alimentados con HICH fue mejor que la observada en el grupo testigo. Los

TABLE IV
PESO FINAL Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA
DE POLLOS DE ENGORDA ALIMENTADOS
CON HARINA INTEGRAL DE CHÍA*

	Porcentaje de incorporación de Chía		
	Testigo (%)	5,0%	10,0%
Peso final (Kg)	1,909 ^a ± 0,31	2,204 ^a ± 0,21	2,10 ^a ± 0,38
Conversión alimenticia	1,94 ^a ± 0,28	1,64 ^b ± 0,23	1,72 ^b ± 0,31

* Media ± desviación estándar. Letras diferentes en filas indican diferencias significativas (p<0,05).

resultados de peso final y de conversión alimenticia, fueron similares a los normalmente esperados para este tipo de aves.

En la Tabla V se encuentran los resultados del contenido porcentual de ácidos grasos en los tejidos de las aves. El contenido de ácido palmítico (C16:0) se redujo en todos los tejidos analizados (p<0,05) a medida que se incrementó el porcentaje de HICH en el alimento y en cambio el ácido esteárico no se vio afectado. La misma reducción en ácido palmítico en los tejidos de las aves utilizadas en este experimento, fue reportada anteriormente (Ayerza *et al.*, 2002) en la carne blanca de pollos de engorda alimentados con un

10% de Chía en el alimento. El ácido palmítico es considerado como uno de los más hipercolesterolémicos (Bonanome y Grundy, 1988). Otros autores, empleando un 10% de semilla de lino como fuente de AGPI para la alimentación de pollos de engorda, también observaron una reducción en el contenido de ácidos saturados en la grasa de las aves (Crespo y García, 2002).

No se encontraron diferencias en el porcentaje de ácido palmítico (C16:1). En cuanto al ácido oléico (C18:1), la respuesta observada fue muy variable, ya que se incrementó en el muslo, pero disminuyó en las vísceras (molleja e hígado); el ácido linoléico (C18:2) solo

mostró incremento en el hígado. En cambio el ácido linoléico (C18:3) se incrementó en todos los tejidos, sobre todo cuando se incorporó un 10% de HICH en la dieta (p<0,05). Este incremento en el ácido linoléico también ha sido observado por otros autores (Ayerza *et al.*, 2002).

La composición en ácidos grasos de los productos avícolas es un reflejo de numerosos mecanismos fisiológicos. Uno de los más importantes es la composición de la grasa alimentaria, la cual se va a depositar con pocos cambios en los tejidos de las aves. Una vía que afecta la composición de la grasa es la de los antioxidantes, ya que cuando se administran en dietas para pollos abundantes en aceites vegetales, propician una disminución en el depósito de ácidos grasos saturados en los tejidos (Ajuyah *et al.*, 1993). La Chía contiene quercitina y kaempferol (Reyez-Caudillo *et al.*, 2008), además de ácido clorogénico, ácido caféico y flavonoles (Taga *et al.*, 1984), que son

antioxidantes naturales que cumplen con la función descrita. Por lo tanto, esta es una segunda posible vía como la HICH pudiera participar en la reducción de los ácidos grasos saturados en los productos de las aves.

En la necropsia de las aves del grupo testigo se observó en el hígado cierta fragilidad a la compresión y ligera hepatomegalia por congestión de grasa, lo cual es ocasionado por efectos nutricionales (Baez, 1994). En cambio, el hígado de las aves experimentales no mostró alteraciones. En los estudios histopatológicos del páncreas y riñón de todas las aves, éstos se encontraron histológicamente normales. En cambio, en el hígado de las aves del grupo testigo presentaron congestión en los hepatocitos con vacuolas en el citoplasma, habiéndose diagnosticado infiltración hidrópica y grasa difusa. Un ave del grupo con 5% de HICH también mostró los mismos resultados histopatológicos.

Cabe recalcar que en ambos experimentos se observó una mejoría en la utilización del alimento por parte de las aves que recibieron la HICH, lo cual representa un beneficio adicional por el empleo de esta semilla. Así mismo, de igual importancia es el hecho que el nivel de colesterol del huevo no se vio afectado por el empleo de HICH.

Conclusiones

La incorporación de HICH en el alimento de aves de postura (15%) y en pollos de engorda (10%) propició el enriquecimiento de la yema del huevo y de los tejidos de los pollos en ácido alfa-linoléico, así como una disminución en el porcentaje de ácido palmítico. La productividad de las aves no se vio comprometida por los niveles de incorporación estudiados, ni tampoco la salud de los animales. Estos productos enriquecidos son considerados de mejor calidad nutricional para los individuos que los consumen.

TABLE V
PORCENTAJE RELATIVO DE ÁCIDOS GRASOS EN TEJIDOS DE POLLOS DE ENGORDA
ALIMENTADOS CON HARINA INTEGRAL DE CHÍA*

Tejido y nivel de chía	Porcentaje de ácidos grasos					
	C16:0	C18:0	C16:1	C18:1	C18:2	C18:3
Piel						
Testigo 0%	34,2 ± 3,5 a	9,3 ± 2,0 a	3,5 ± 1,8	32,8 ± 3,6 a	19,4 ± 4,1 a	1,2 ± 1,0 a
5%	33,7 ± 4,6 ab	7,6 ± 3,1 a	6,2 ± 1,9	27,9 ± 3,6 a	22,5 ± 2,8 a	2,7 ± 1,9 b
10%	27,5 ± 2,3 b	9,8 ± 1,6 a	5,2 ± 1,3	29,1 ± 4,1 a	23,4 ± 2,9 a	4,9 ± 0,6 c
Pechuga						
Testigo 0%	28,4 ± 4,6 a	15,3 ± 4,0 a	5,3 ± 1,4	36,1 ± 4,9 a	14,0 ± 2,6 a	2,0 ± 1,3 a
5%	25,4 ± 3,3 ab	14,9 ± 4,1 a	5,5 ± 1,6	35,9 ± 4,3 a	15,1 ± 3,2 a	4,6 ± 2,5 ab
10%	19,1 ± 4,1 b	13,1 ± 3,9 a	5,2 ± 2,4	34,3 ± 3,9 a	19,1 ± 3,5 a	8,5 ± 2,2 b
Muslo						
Testigo 0%	36,2 ± 2,9 a	9,2 ± 3,9 a	3,8 ± 1,9	27,3 ± 2,5 a	20,6 ± 4,4 a	3,4 ± 0,5 a
5%	27,3 ± 3,9 a	9,1 ± 2,9 a	5,6 ± 1,0	33,1 ± 2,7 a	21,3 ± 2,2 a	4,5 ± 1,1 ab
10%	24,2 ± 3,3 b	10,6 ± 4,21 a	4,9 ± 1,0	29,9 ± 3,1 ab	22,2 ± 4,4 a	7,9 ± 2,3 b
Molleja						
Testigo 0%	33,0 ± 3,5 a	9,4 ± 2,6 a	3,9 ± 0,8	30,9 ± 4,3 ab	19,2 ± 2,7 a	3,9 ± 0,7 a
5%	30,1 ± 3,4 ab	7,8 ± 3,9 a	4,6 ± 2,1	35,1 ± 3,5 a	19,5 ± 2,7 a	4,2 ± 0,8 ab
10%	25,7 ± 2,8 b	10,9 ± 2,7 a	5,6 ± 2,9	28,4 ± 3,3 b	22,7 ± 3,5 a	6,2 ± 1,2 b
Hígado						
Testigo 0%	37,1 ± 3,5 a	14,1 ± 3,7 a	3,2 ± 1,5	28,4 ± 3,6 ab	16,1 ± 2,6 a	1,5 ± 0,6 a
5%	28,8 ± 2,3 b	16,8 ± 0,6 a	4,2 ± 0,6	30,5 ± 2,6 a	18,4 ± 1,8 ab	1,6 ± 0,2 a
10%	26,9 ± 2,7 b	16,7 ± 3,9 a	3,3 ± 1,3	24,6 ± 3,0 b	22,2 ± 2,2 b	5,9 ± 1,1 b

*Media ± desviación estándar. Letras iguales en columnas por cada tejido revelan respuesta estadísticamente igual (P>0,05).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la asesoría y participación de Carlos Zumárraga B. en el análisis de la grasa de las muestras.

REFERENCIAS

- Álvarez CL, Valdivia LM, Aburto JM, Tecante A (2008). Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican Chia seeds (*Salvia hispanica* L.). *J. Food Prop.* 11: 687-697.
- Ajuyah A, Hardin R, Sim J (1993). Effect of dietary full fat flaxseed with and without antioxidant on the fatty acid composition of mayor lipid classes of chicken meats. *Poult. Sci.* 72:125-136.
- AOAC (1997) *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, EEUU. 1110-1117 pp.
- Ayerza R, Coates W (1999) An ω -3 fatty acid enriched Chia diet: its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content. *Can. J. Anim. Sci.* 79: 53-58.
- Ayerza R, Coates W (2000) Dietary levels of Chia: influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition, for two strains of hens. *Poult. Sci.* 79:724-739.
- Ayerza R, Coates W (2002) Dietary levels of Chia: influence on hen weight, egg production, and egg sensory quality. *Brit. Poult. Sci.* 43:283-290.
- Ayerza R, Coates W, Lauria M (2002) Chia seed (*Salvia hispanica* L) as an omega-3 fatty acid source for broilers; influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meat, growth performance and sensory characteristics. *Poult. Sci.* 81: 826-837.
- AHA (1999) Homocysteine, folic acid and cardiovascular disease. American Heart Association. www.americanheart.org/Heart_and_Stroke_A_ZGuide/homocys.html (Cons. 21/05/2007)
- Baez J (1994) *Patología de Aves*. 1^a ed. Trillas. México. pp. 181-190.
- Beltrán OM, Romero M (2003) La chía alimento milenario. Ind alimentaria 2003. www/alfa-editores.com/historico/alimentaria/sept20oct%20
- 203%IA%20la%20chia%20alimento%20milenario.pdf (Cons. 18/07/2007).
- Blight EG, Dyer WJ (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 36: 911-912.
- Bonanome A, Grundy SM (1988) Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *N. Eng. J. of Med.* 318: 1244-1248.
- Craig R (1997) Application for Approval of Whole Chia (*Salvia hispanica* L), Seed and Ground Whole, Chia as Novel Food Ingredients. www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/chiaapplication.pdf (Cons 03/09/2007)
- Crespo N, García E (2002) Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different fatty acid profiles. *Poult. Sci.* 81: 1533-1542.
- Cundiff DK, Lanou AJ, Nigg CR (2007) Relation of omega-3 fatty acid intake to other dietary factors known to reduce coronary heart disease risk. *Am. J. Cardiol.* 99: 1230-1233.
- De Logeril M, Salen P (2007) Mediterranean diet and n-3 fatty acids in the prevention and treatment of cardiovascular disease. *J. Cardiovasc. Med.* 8: S38-S41.
- Knapp D (1979) *Handbook of Analytical Derivatization Reactions*. John Willey and Son, Inc. Nueva York, EEUU. pp. 485-486.
- Leaf A (2007) Prevention on sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. *J. Cardiovasc. Med.* 8: S27-S29.
- Marshall AC, Kubena KS, Hinton KR, Hargis PS, Van Elswyk ME. (1994). N-3 fatty acid enriched table eggs: a survey of consumer acceptability. *Poultry Sci.* 73: 1334-1340.
- Montgomery D (1993) *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Administración*. 2^a ed. CECSA. México. pp. 45-79.
- Reyes-Caudillo E, Tecante A, Valdivia-López MA (2008) Dietary fiber content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican Chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chem.* 107: 656-663.
- Taga MS, Miller EE, Pratt DE (1984) Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61: 928-931.
- Yau JC, Denton JH, Bailey CA, Sams AR (1991). Costumizing the fatty acid content of broiler tissues. *Poult. Sci.* 70: 167-172.