

Adición de ácidos grasos omega tres en la carne de pollo con aceite de atún

Silvia Carrillo Domínguez, Limber Domínguez García, Mariano de Jesús González Alcorta, Rosa María Castillo Domínguez, Omar Prado Rebolledo y Jesús Eduardo Morales Barrera¹

Resumen. El estudio se realizó con la finalidad de enriquecer la carne de pollo, pechuga pierna y muslo con ácidos grasos omega 3 (n-3) a partir del aceite de atún (ACA). Doscientos diez pollos de engorda sin sexar de la estirpe Ross x Ross de 0 a 52 días de edad fueron distribuidos en 5 tratamientos con 3 repeticiones (14 pollos cada una); sustituyendo aceite de soya (ACS) por ACA a 0, 0.75, 1.5, 2.25 y 3.0%, en dietas a base de sorgo + pasta de soya. No hubo diferencia ($P>0.05$) en consumo de alimento; la ganancia de peso fue menor ($P<0.05$) con 0.75 y 3% de ACA; la conversión alimenticia fue menor ($P<0.05$) con 1.5% de ACA. Los lípidos en la pechuga fueron similares ($P>0.05$) para los n-6; el linoleico disminuyó ($P<0.05$) y el araquidónico se redujo 2.25% para los n-3, el linolénico disminuyó ($P<0.05$), mientras que el eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) se incrementaron ($P<0.05$) al aumentar el nivel de ACA. Para pierna y muslo, en lípidos totales, no hubo diferencia ($P>0.05$) en los n-6, el linoleico disminuyó ($P<0.05$) similarmente el araquidónico, con 1.5% al aumentar el nivel de ACA, también el EPA y DHA aumentaron ($P<0.05$) al incrementar el ACA. Se concluye que el aceite de atún no afecta el consumo de alimento y disminuye la ganancia de peso; en la carne de pollo se disminuye los

¹ Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, e-mail: jemorab@correo.xoc.uam.mx

n-6, e incrementa los n-3 EPA y DHA que son una fuente alternativa de n-3 como ingrediente para dietas de pollos de engorda.

Palabras Clave: Pollo de engorda, Aceite de atún, Ácidos grasos, Omega tres.

Abstract. *This research was carry out with the purpose to addition at broiler meat, breast and legs-thighs muscles, fatty acids 3 (n-3) with tuna oil (TO). Two hundred ten broiler chickens Ross x Ross from 0 to 52 days old, were carried out in five treatments with three replicates of fourteen broilers without sex; replace soybean oil by TO, 0, 0.75, 1.5, 2.25 and 3.0% levels, in sorghum base diets + soybean meal. There were not difference ($P>0.05$) in feed consumption, body weight gain was less ($P<0.05$) with 0.75 and 3 % of TO, feed conversion was less ($P<0.05$) with 1.5 % of TO. Total lipids (TL) of breast, were similar ($P>0.05$), to n-6, linoleic less ($P<0.05$) and arachidonic less with 2.25 %, to n-3, linolenic less ($P<0.05$) eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic (DHA) increased ($P<0.05$) with TO levels. Legs-thighs muscles TL, were not difference ($P>0.05$), to n-6, linoleic less ($P<0.05$) similar arachidonic with 1.5 % to increase TO level, EPA and DHA increased ($P<0.05$) with TO level. The conclusion that TO did not affect feed consumption, less body weight gain, broiler meat less n-6, increased n-3 EPA and DHA, and it is an alternative source of n-3 as ingredient to broiler diets.*

Keywords: Broiler, Tuna oil, Fatty acids, n-3.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los ácidos grasos n-3 están en constante investigación debido a los beneficios que aportan a la salud, no solamente de sus fuentes naturales, sino también al incluirlos en los alimentos de mayor consumo en la población a nivel mundial. Éstos ayudan en el desarrollo del cerebro y de la retina en los niños; sus propiedades hipocoleste-

rolémicas contribuyen a la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares, inmunológicas, diabetes, enfermedades del sistema nervioso, diferentes tipos de cáncer, además brindan otros beneficios (Castro, 2002; Campos *et al.*, 2002; Holub, 2002, Colomer *et al.*, 2007). Por tal motivo, diversos estudios (González y Leeson, 2001; Bourre, 2005, Cherian, 2007) se han centrado en manipular el contenido de ácidos grasos en los productos avícolas con el fin de dar un valor agregado a estos productos y hacer llegar a la mayor parte de la población los beneficios de los n-3. Aunque, en general, todos los n-3 son importantes, el eicosapentaenóico (EPA) y el docosahexaenoico (DHA) proporcionan los mayores beneficios (Gebauer *et al.*, 2006). Se encuentran, principalmente, en productos de origen marino; la incorporación de aceites de pescado en la dieta de pollos de engorda ha resultado ser una excelente alternativa para enriquecer la carne de pollo con n-3 (Hulan *et al.*, 1988; Leskanich y Noble, 1997; López-Ferrer *et al.*, 1999, 2001; González y Leeson, 2001). Este patrón de consumo puede ayudar a integrar en la dieta nutrientes que ayudan a prevenir riesgos en la salud (Nettleton, 1991, citado en Hargis y Van Elswyk, 1993). La incorporación de aceites de pescado en la dieta de pollos de engorda ha resultado ser una excelente alternativa para enriquecer esta carne con n-3 (Hulan *et al.*, 1988; Leskanich y Noble, 1997; López-Ferrer *et al.*, 1999; González-Esquerria y Leeson, 2001), además hay una competencia entre las enzimas involucradas en la desaturación y elongación del ácido graso omega seis (n-6), linoleico (LA) y del n-3 alfa linoleico (ALA), sugiriendo que los n-3 son preferentemente incorporados en las membranas biológicas a expensas de los n-6 (Wood *et al.*, 2008). Ambas familias de omegas están implicadas en la producción de eicosanoides como las prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos. Sin embargo, los eicosanoides, derivados de la familia n-6, tienen efectos opuestos a los derivados de la familia n-3, por tanto un balance adecuado es importante para mantener la salud. Simopoulos (2000) sugiere una proporción ideal n6:n3 de 2:1. El ACA es un subproducto en la pesca del atún con un elevado contenido de n-3, principalmente EPA y DHA (FIRA, 1998; Castro *et al.*, 2001), por lo

que es una alternativa económica para las dietas de las aves productoras de carne. La presente investigación se realizó para evaluar el efecto de la inclusión del aceite de atún en dietas para pollos de engorda, dentro de los parámetros productivos de las aves, así como la adición de n-3 a la carne de pollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la granja experimental de la Universidad Autónoma Chapingo "El Ranchito", ubicada a una altitud de 2250 msnm (García, 1988). Doscientos diez pollos de engorda de la línea Ross x Ross sin sexar se alojaron en piso de 0 a 52 días, en 5 tratamientos con 3 repeticiones (14 pollos cada una). Se usaron 5 niveles de ACA en sustitución por ACS en dietas de pollos de engorda. Se puede observar en el cuadro 1 cómo fueron elaboradas las dietas experimentales a base de sorgo + pasta de soya en la fase de finalización, según el NRC de 1994 para pollos de engorda.

Cuadro 1. Composición porcentual de las dietas experimentales de finalización

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Sorgo	66.985	66.985	66.985	66.985	66.985
Pasta de Soya	25.077	25.077	25.077	25.077	25.077
Aceite de Soya	3.0	2.250	1.500	0.750	0.0
Aceite de atún	0.0	0.750	1.500	2.250	3.0
Carbonato de calcio	2.083	2.083	2.083	2.083	2.083
Ortofosfato de calcio	1.246	1.246	1.246	1.246	1.246
Sal	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Premezcla Mineral	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Premezcla Vitaminas	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
HCL-Lisina	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235

DL-metionina	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144
Pigmento	0.480	0.480	0.480	0.480	0.480
Total	100	100	100	100	100
Análisis calculado %					
EM MCAL/Kg	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Proteína	18	18	18	18	18
Lisina	1	1	1	1	1
Metionina	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Metionina+Cistina	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
Calcio total	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Fósforo disponible	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

Dentro del manejo que se realizó a las aves, se vacunaron contra la enfermedad de Marek, Newcastle y Bronquitis Infecciosa.

Al final del experimento se sacrificaron 10 pollos de cada tratamiento para tomar muestras de pechuga, pierna y muslo; se congelaron a -20°C para su posterior análisis de n-3, EPA y DHA, así como de n-6, LA y ALA mediante la técnica de Folch (1957), y la determinación de ácidos grasos mediante cromatografía de gases modelo Varían 3400 con detector de ionización de llama (DIF), usando una columna capilar DB23 de 30 m de longitud y 0.25 mm de diámetro interno. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza, y las diferencias entre medias se determinaron mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 0.05 mediante el paquete estadístico SAS versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 52 días los resultados obtenidos para los parámetros productivos fueron los siguientes:

Cuadro 2. Valores promedio de los parámetros productivos de pollos de engorda alimentados con aceite de atún

aca %	Consumo de alimento (kg)	Ganancia de peso (kg)	Conversion alimenticia
	Promedio ± EEM	Promedio ± EEM	Promedio ± EEM
0.0	4.63 0.162	2.39 ^a 0.017	1.94 ^a 0.063
0.75	4.69 0.067	2.26 ^b 0.016	2.07 ^a 0.020
1.50	4.33 0.306	2.31 ^a 0.111	1.87 ^b 0.048
2.25	4.46 0.157	2.35 ^a 0.098	1.90 ^a 0.107
3.0	4.34 0.063	2.26 ^b 0.036	1.92 ^a 0.027

Valores con distinta literal en la misma columna indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

ACA. Nivel de inclusión de aceite de atún.

EEM. Error estándar de la media

En el consumo de alimento no hubo diferencia ($P > 0.05$); la ganancia de peso fue menor ($P < 0.05$) con 0.75 y 3% de ACA, y la conversión alimenticia ($P < 0.05$) con 1.5% de ACA. Lo que indica que el ACA disminuye la ganancia de peso y la conversión con relación a los animales alimentados con ACS. Morales *et al.* (2013), en un estudio similar con pollos alimentados con aceite de atún, encontraron que los parámetros productivos no se afectaban; por otro lado Ayerza *et al.* (2002), en un estudio con pollos, evaluaron la Salvia hispánica como fuente de n-3, encontrando que el peso y la conversión fueron bajos, con 20% de la planta; González y Leeson (2001) indican que al incrementar los n-3 se pueden producir efectos negativos en la producción; Scheideler y Froning (1996) encontraron una disminución en el peso de gallinas ponedoras y en el peso del huevo en aves alimentadas con linaza, y concluyeron que fue debido a las bajas cantidades de lípidos en el suero de las aves alimentadas; Van Elswyk (1997) indica que otra posible causa es que los n-3 afectaron el estradiol sanguíneo de las gallinas o a un efecto negativo de los n-3.

Los resultados obtenidos de los ácidos grasos en la pechuga de pollo se observan en el cuadro 3, para los lípidos totales; los valores obtenidos fueron similares ($P>0.05$) entre tratamientos para los ácidos grasos omega 6; el linoleico disminuyó ($P>0.05$) al incrementar el nivel de ACA; el araquidónico disminuyó ($P<0.05$) a 2.25 %; para los n-3, el linolénico disminuyó ($P<0.05$) debido a que este ácido graso es el precursor de EPA y DHA (Simopoulos, 2000), los cuales se incrementaron ($P<0.05$) significativamente al aumentar el nivel de ACA.

Cuadro 3. Valores promedio obtenidos de ácidos grasos omega 6 y 3 en pechuga

% Aceite de Atún	Lípidos totales g/100g	n-6(18:2) Linoleico mg/g líp.	n-6(29:4) Araquidónico mg/g líp.	n-3(18:3) Linolénico mg/g líp.	n-3(20:5) EPA mg/g líp.	n-3(22:6) DHA mg/g líp.
	Media EEM	Media EEM	Media EEM	Media EEM	Media EEM	Media EEM
0	1.07± 0.11	197.7 ^a ±9.38	16.0 ^a ±1.10	15.3 ^a ±0.90	2.99 ^d ±0.18	18.47 ^c ±0.44
0.75	1.13±0.85	173.6 ^a ±5.10	12.3 ^{a b} ±1.29	13.7 ^a ±0.60	5.92 ^c ±0.34	31.76 ^c ±3.91
1.5	0.87±0.25	171.8 ^a ±13.38	12.8 ^{a b} ±1.32	13.1 ^a ±1.54	10.13 ^b ±0.62	49.75 ^b ±5.19
2.25	1.21±0.18	128.6 ^b ±9.04	9.3 ^b ±2.25	8.4 ^b ±1.10	10.37 ^b ±0.43	47.65 ^b ±2.23
3.0	0.95±0.23	72.0 ^c ±4.79	10.1 ^{ab} ±0.49	3.6 ^c ±0.41	13.40 ^a ±0.35	65.59 ^a ±3.20

^{a, b, c, d} Medias con diferente literal por columna son diferentes ($P<0.05$)

EEM. Error estándar de la media

Por otra parte, los valores en pierna y muslo (cuadro 4), para lípidos totales, no hubo diferencia ($P>0.05$); para los omega 6, los valores disminuyeron ($P<0.05$) para el ácido linoleico, el araquidónico con 1.5 %, el n-3 linolénico disminuyó con la inclusión del ACA; el EPA y DHA se incrementaron ($P<0.05$) similarmente que en la pechuga al incluir el ACA.

Cuadro 4. Valores promedio obtenidos de ácidos grasos omega 6 y 3 en pierna y muslo

% Aceite de Atún	Lípidos g/100g	n-6(18:2) Linoleico mg/g líp.	n-6(29:4) Araquidónico mg/g líp.	n-3(18:3) Linolénico mg/g líp.	n-3(20:5) EPA mg/g líp.	n-3(22:6) DHA mg/g líp.
	Media EEM	Media EEM	Media EEM	Media EEM	Media EEM	Media EEM
0	4.27±0.49	232.63 ^a ±11.50	6.13 ^a ^b ±0.37	19.48 ^a ±0.86	1.5 ^e ±0.90	5.24 ^b ±0.24
0.75	3.85±0.79	154.45 ^b ±11.1	6.50 ^a ±0.56	12.94 ^b ±0.99	2.97 ^d ±0.23	8.84 ^b ±0.81
1.5	3.71±0.66	160.13 ^b ±6.22	4.20 ^b ±0.24	12.65 ^b ± 0.79	5.23 ^c ±0.21	12.21 ^b ±1.18
2.25	2.88±0.12	142.27 ^b ±8.34	5.69 ^{ab} ±0.66	9.78 ^b ±0.30	9.71 ^a ±0.31	23.02 ^a ±2.84
3.0	3.96±0.58	78.43 ^c ±1.78	4.36 ^{ab} ±0.45	4.91 ^c ±0.11	8.33 ^b ±0.30	20.43 ^a ±1.60

^{a, b, c, d, e} Medias con diferente literal por columna son diferentes (P<0.05)

EEM. Error estándar de la media

Estos resultados indican que el ACA es una fuente importante de n-3 y que, al ser incluidos en las dietas de las aves, se incrementan los valores de EPA, DHA, así como disminuyen los valores n-6, como el ácido araquidónico, el cual ocasiona acumular grasa en el organismo de las aves y ser responsable en el mal funcionamiento lipogénico, además de contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas por el incremento de la respuesta inflamatoria (Wood *et al.*, 2003; Jump *et al.*, 2008), la cual está asociada también con el inicio de la reacción de oxígeno en enfermedades crónicas (Wellen y Hotamishligil, 2005). Para prevenir estas respuestas adversas es necesario un balance entre ácidos grasos n-3 y n-6, sin embargo, este balance es difícil por la proporción de n-6 en las dietas de los animales y de los humanos. La adición de EPA y DHA en la dieta de las aves puede reducir el ácido araquidónico de la pechuga y la pierna con muslo de las aves, como lo reportó Shin *et al.* (2012), al incluirlos en dietas para pollos; el EPA y DHA utilizado proviene de aceite de soya, oliva, linaza y pescado, ya que pocas fuentes han sido evaluadas para su contenido de omega

tres. González y Leeson (2001) mencionan trabajos publicados en donde se utilizó aceite de menhaden, donde las concentraciones de fosfolípidos y triglicéridos en la carne difieren significativamente en las diferentes partes de la canal; la pechuga contiene más lípidos como fosfolípidos y los triglicéridos predominan en el muslo, esto puede explicar la deposición preferentemente de n-3 de cadena larga. Sin embargo, se debe considerar que la pechuga tiene más EPA y DHA que la pierna y muslo. Morales *et al.* (2013) encontraron que la adición del aceite de atún en dietas para pollos de engorda incrementa más los n-3 en la pechuga que en la pierna y el muslo, y se obtuvieron resultados similares en gallinas de postura (Morales *et al.*, 2013), con relación al enriquecimiento del huevo con EPA y DHA.

Por otro lado, para los países que basan el consumo de carne de pollo en la pechuga, los valores reportados en este estudio son favorables para darle un valor extra, como el obtenido en pacientes con cáncer, que tienen una dosis de 1.5 g/día de EPA y DHA en los alimentos, y con ello se prolonga su tiempo de vida (Colomer *et al.*, 2007),

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la sustitución de aceite de soya por aceite de atún incrementa los ácidos grasos n-3, EPA y DHA en la pechuga, así como en la pierna y el muslo, y es una fuente alternativa de n-3 como ingrediente para dietas de pollos de engorda.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayerza, R. *et al.*, 2002, "Chia seed (*Salvia Hispanica*) as an ω -3 fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics", en *Poult. Sci.* 81: 826-837.
- Bourre, M., 2005, "Effect of increasing the omega-3 fatty acid in the diets of animals on the animal products consumed by humans", en *MS Medicine Sci.* 21: 773-779.

- Castro, M. *et al.*, 2001, "Ácidos grasos del atún de diferentes zonas pesqueras del pacífico mexicano, en aceite y agua", en *Arch Lat Nutr* 51 (4): 407-413.
- Castro, M., 2002, "Ácidos grasos omega 3: Beneficios y Fuentes", en *Inter-ciencia* 27 (3): 128-136.
- Campos, I. *et al.*, 2002, "Los ácidos grasos n3 y n6 y su relación con la enfermedad cardiovascular", en *Nutrición Clínica* 5: 79-87.
- Colomer R. *et al.*, 2007, "N-3 fatty acids, cancer and cachexia: a systematic review of the literature", en *Br J Nutr*. May: 97(5): 823-831.
- Cherian, G., 2007, "Omega -3 fatty acids. Studies in avians", en F. De Meester y R. R. Watson (eds), *Wild-Type Food in Health Promotion and Disease Prevention*, Human Press Inc. Totowa, N. J., USA.
- Fira, 1998, "Oportunidades de desarrollo en el atún. Una pesquería mexicana altamente competitiva", en *Boletín informativo*, núm. 304. vol. xxxi.
- Folch, M. Less y G. Stanley, 1957, "A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues", en *J. Biol. Chem* 226: 497-509.
- García, E., 1988, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana*, México.
- Gebauer, S. *et al.*, 2006, "n-3 Fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits", en *Am J. Clin Nutr*. 83 (suppl): 1526S-1535S.
- González, R. y S. Leeson, 2001, "Alternatives for enrichment of egg and chicken meat with omega -3 fatty acids", en *Can. J. Anim. Sci.* 81(3): 295-305.
- Holub, J., 2002, "Clinical Nutrition: 4. Omega -3 fatty acids in cardiovascular care", en *JAMC*. 166: 608-615.
- Hulan, W. *et al.*, 1988, "Omega 3 fatty acid levels and performance of broilers chickens fed redfish meal or redfish oil", en *Can.J.Anim. Sci.* 68: 533-547.
- Jump, B. *et al.*, 2008, "Chemistry and physics of lipids", en *Chem. Phys. Lipids*. 153: 3-13.

- Leskanich, O. y R. Noble, 1997, "Manipulation of the n3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat", en *W. Poult. Sci. J.* 53: 155-183.
- Lopez, M. *et al.*, 1999, "n-3 Enrichment of chicken meat using fish oil: Alternative substitution with rapeseed and linseed oils", en *Poult. Sci.* 78: 356-365.
- Lopez, S. *et al.*, 2001, "N-3 Enrichment of chicken meat. 1. Use of very long-chain fatty acids in chicken diets and their influences on meat quality: Fish oil", en *Poult. Sci.* 80: 741-752.
- Morales, J. *et al.*, 2013, "Fatty Acid Deposition on Broiler Meat in Chickens Supplemented with Tuna Oil", en *Food and Nutrition Sciences*, 4: 16-20.
- Morales, J. *et al.*, 2013, "Effect of Time and Fatty Acid composition in Eggs of White Leghorn Hens Supplemented with Tuna Oil", en *Food and Nutrition Sciences* 4: 39-44.
- NRC, Nutrient Requirements of Poultry, 1994, *National Research Council*, 9a. ed. National Academic Press, Washington DC.
- SAS, Statistical Analysis System, 2008, *The SAS System for Windows Release 9.1*, USA.
- Shin, Ch. *et al.*, 2012, "Effects of dietary combination of n-3 and n-9 fatty acids on the deposition of linoleic and arachidonic acid in broiler chicken meats", en *Poult. Sci.* 91: 1009-1017.
- Scheideler, E. y W. Froning, 1996, "The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form, and storage conditions on egg production and composition among vitamin E-supplemented hens", en *Poult. Sci.* 75(10): 1221-1226.
- Simopoulos, P., 2000, "Human requirement for n3 polyunsaturated fatty acids. Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with n3 PUFA", en *Poult. Sci.* 79: 961-970.
- Van Elswyk, E., 1997, "Nutritional and physiological effects of flax seed in diets for laying fowl", en *W. Poult. Sci.* 77 (suppl.1): 42. (abstr.)

- Wellen, E. y G. Hotamisligil, 2005, "Inflammation, stress, and diabetes", en *J. Clin. Invest.* 115: 1111-1119.
- Wood, D. *et al.*, 2003, "Effect of fatty acids on meat quality: a review", en *Meat Sci.* 66: 21-32.
- Wood, D. *et al.*, 2008, "Fatty acids in meat and meat products", en Ching Kuang Chow (ed.), *Fatty Acids in Foods and their Health Implications*, 3a. ed. CRC Press, USA.