ENRIQUECIMIENTO DE LA CARNE DE POLLO CON ÁCIDOS GRASOS N-3: UTILIZACIÓN DE ACEITES DE PESCADO Y LINAZA.

S. López-Ferrer, M. D. Baucells, A. C. Barroeta, R. Sala y J. Gasa
U.D. Nutrició Animal, Facultat de Veterinària, Univ. Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra, España.

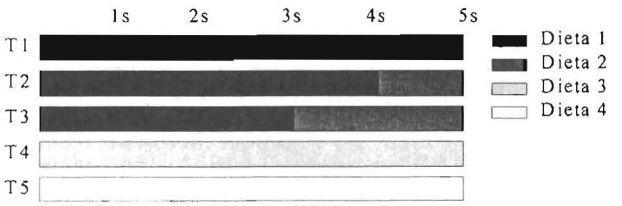
INTRODUCCIÓN

Actualmente se están realizando numerosas investigaciones en el campo de la nutrición de aves a fin de obtener un producto enriquecido con ácidos grasos (AG) poliinsaturados (POLI) n-3, principalmente EPA, DPA y DHA, dados los efectos beneficiosos que éstos han demostrado sobre la salud humana (Knapp, 1991). Entre los principales ingredientes utilizados para enriquecer con estos AG destacan los productos derivados del pescado, aunque estos han demostrado afectar negativamente la calidad sensorial del producto final (Hargis y Van Elswyck, 1993). Por otro lado, la utilización alternativa de fuentes terrestres ricas en ácido linolénico (LNA, $C_{18:3\ n-3}$) tales como el aceite de linaza (AL), no parecen garantizar una síntesis adecuada de sus derivados n-3 de cadena larga aunque la calidad organoléptica del producto final se ve asegurada (López-Ferrer *et al.*, en prensa).
El presente trabajo propone diferentes pautas de alimentación en base a aceites de pescado y linaza en las dietas de pollos broiler a fin de incrementar la calidad nutricional de la carne de pollo a la vez que preservar la calidad sensorial de la misma.

MATERIAL Y MÉTODOS

250 pollos de la estirpe Cobb fueron alojados en 25 réplicas (10 animales por réplica) y distribuídos en 5 tratamientos experimentales diferentes (5 réplicas por tratamiento) en una nave de ambiente controlado. Los animales tuvieron acceso *ad libitum* al agua y a las dietas diseñadas para cubrir todos los requerimientos nutricionales de broilers en crecimiento (N. R. C., 1994), consistentes en soja extrusionada (36%), trigo (31%), almidón (10%) y avena (5%) (PB: 25%; EM: 3200 kcal/ kg). Las dietas experimentales fueron formuladas mediante la adición de 8% de grasa a la mencionada dieta base. El diseño experimental se presenta en la Figura 1. El T1 se basó en el uso de una dieta con 4% aceite de pescado (AP) y 4% sebo (S) (Dieta 1), administrada durante la totalidad del período experimental. Ésta fue sustituída por otra dieta, con 3% de aceite de linaza (AL), 1% AP y 4% S (Dieta 2), durante dos períodos diferentes: una semana previa al sacrificio (T2) y las dos últimas semanas previas al mismo (T3). Además, se prepararon dos dietas experimentales, con 4% AL y 4% S (Dieta 3) y con 8% S (Dieta 4, control), que resultaron en los tratamientos experimentales T4 y T5, respectivamente.
El perfil lipídico de las dietas se muestra en la Tabla 1. A la edad de 38 d, los animales fueron pesados e identificados previo sacrificio. Los pesos de canales preparadas para consumo se registraron inmediatamente tras el sacrificio y tras 24 h en una cámara refrigerada a 2ºC, tras lo cual se procedió al despiece de las partes nobles en cortes comerciales como espalda, muslos, alas y pechuga (Orr *et al.*, 1984). Muslos y pechugas fueron congelados a -20ºC hasta la realización de su valoración sensorial, llevada a cabo por seis panelistas entrenados según los procedimientos de the World's Poultry Science Association (1987).

Figura 1. Diseño Experimental



Los lípidos totales de dieta y carne (5 muslos/ tratamiento) fueron extraídos según el método de Folch *et al.* (1957) y metilados con 5% trifluoruro de borometanol. El perfil lipídico fue determinado por cromatografía de gases. Los parámetros zootécnicos y

analíticos fueron analizados mediante ANOVA según los procedimientos (General Linear Model) descritos por the SAS Institute (1996). La valoración sensorial de las muestras de muslo se realizó según la metodología descrita por Seemann (1981)

Tabla 1. Perfil lipídico de las dietas experimentales

Ácido Graso	D 1	D 2	D 3	D 4
C16:0	30.26	21.97	23.42	47.02
C18:0	17.15	12.93	17.00	36.69
C18:1n9	12.26	14.74	13.87	4.76
C18:2n6	9.81	16.32	15.84	7.76
C18:3n3	1.37	23.83	28.08	0.99
C20:1n9	3.56	1.20	0.24	0.11
C20:4n6	0.35	0.10	0.00	0.00
C20:5n3	3.35	0.94	0.00	0.00
C22:1n9	6.07	1.93	0.00	0.02
C22:5n3	0.64	0.24	0.00	0.04
C22:6n3	5.49	1.44	0.00	0.02
SAT	51.03	36.93	41.16	85.19
MONO	24.13	19.03	14.14	5.06
POLI	22.21	43.30	44.37	8.87
n6	10.33	16.62	16.07	7.82
n3	11.87	26.68	28.30	1.05
n6/n3	0.87	0.62	0.57	7.48

SAT: Saturados;
MONO: Monoinsaturados;
POLI: Poliinsaturados;
Dieta 1: 4% AP + 4% S;
Dieta 2: 1% AP + 3% AL+4% S;
Dieta 3: 4% AL + 4% S; Dieta 4: 8% S

Tabla 2. Parámetros zootécnicos y rendimientos de canal y partes nobles

Variable	T1	T2	T3	T4	T5	P. SEM	Sign.
GMD	50.7 ^{ab}	49.0 ^{bc}	51.1 ^{ab}	52.8 ^{a}	48.2 ^{c}	2.97	**
CMD	88.1	83.3	86.8	86.1	82.1	20.12	N.S.
IC	1.74	1.70	1.70	1.63	1.71	0.01	N.S.
Peso final, kg/ an	1.94 ^{abc}	1.88 ^{bc}	1.95 ^{ab}	2.02 ^{a}	1.85 ^{c}	0.01	*
r. canal matadero[3]	65.4	65.0	65.1	64.6	65.6	2.06	N.S.
r. canal frío[3]	63.4	63.3	63.4	62.9	63.9	2.21	N.S.
% grasa abd.[4]	1.30	1.10	1.25	1.34	1.17	0.34	N.S.
% muslo[4]	33.6	33.6	33.1	32.7	32.9	1.21	N.S.
% pechuga[4]	25.1 ^{abc}	24.8 ^{bc}	24.4 ^{bc}	25.6 ^{ab}	26.5 ^{a}	2.51	*
% alas[4]	12.2 ^{ab}	12.3 ^{a}	12.3 ^{a}	11.8 ^{b}	11.8 ^{b}	0.29	*

[1]Los valores son medias de 5 (parám. Zoot.) ó 15 (r. canal) obs. por tratamiento y su SEM conjunto

[2]T1: 4% AP+4% S; T2: 4% AP+4% S - 4s/ 1% AP+3% AL+4% S - 1s
T3: 4% AP+4% S - 3s/ 1% AP+3% AL+4% S - 2s; T4: 4% AL+4% S; T5; 8% S
GMD - ganancia Media Diaria de peso (g/ an/ d)
CMD - consumo medio diario de peso (g/ an/ d)

[3]Rendimiento canal, sin cabeza, cuello ni patas

[4]% como porcentaje de la canal (grasa abd. considerada como la grasa entre ischium, rodeando la cloaca y adyacente al músculo abdominal)

[a,b] Valores en la misma línea y variable con superíndices distintos son significativamente diferentes. P < 0.05 (*), 0.01 (**), o 0.001(***)

Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se presentan los parámetros zootécnicos y rendimientos de canal y partes nobles de los animales. Es de destacar la práctica ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, pese a observarse un superior (P<.01) incremento de peso en aquellos animales que consumieron las dietas más poliinsaturadas (T3 y T4, ricas en AL) frente a la dieta más saturada (T5), que presentó peores resultados productivos. Esta superior ganancia de peso comportó un peso final más elevado (P<.05), aunque éste no se vio acompañado de un mejor índice de transformación, a diferencia de lo observado por Zollitsch *et al.* (1997). En ningún momento el uso de AP resultó en peores consumos de pienso, pesos finales o índices de transformación del alimento, tal y como ya demostraron anteriormente Phetteplace y Watkins (1990) y Nash *et al.* (1995).

Pese a las diferencias observadas en los rendimientos de partes nobles, en que los mejores valores de pechuga fueron hallados en T5, en ningún caso se superaron diferencias porcentuales de 1.5 puntos.

El perfil lipídico de las muestras de muslo (Tabla 3) reflejó las variaciones establecidas por los distintos tratamientos dietéticos. El superior (P<.001) contenido en SAT y MONO fue hallado en las muestras de animales alimentados con la dieta T5, rica en S. Por otro lado, el valor más elevado de POLI (P<.001) lo presentaron los animales que consumieron las dietas ricas en AL durante más tiempo (T3) o en una proporción más elevada (T4), presentándose principalmente en forma de LNA. Asimismo, estos animales (T4) presentaron valores de AG n-3 de cadena muy larga por encima de la dieta control (T5), como ya demostraron previamente Caston y Lesson (1990) y Cherian y Sim (1991) cuando utilizaron dietas ricas en AL y semillas de linaza. Sin embargo, fueron las dietas que incorporaron superiores niveles de AP (T1 y T2) las que registraron los contenidos

Tabla 3. Perfil lipídico de las muestras de muslo[1].

Ácido Graso	T1[2]	T2	T3	T4	T5	P. SEM	Sign.
16:0	28.99 ^{b}	24.98 ^{c}	20.78 ^{d}	29.58 ^{b}	33.82 ^{a}	1.972	***
18:0	8.54 ^{a}	7.46 ^{b}	6.21 ^{c}	6.41 ^{c}	8.54 ^{a}	0.551	***
18:1 n 9	29.26 ^{bc}	28.12 ^{c}	29.52 ^{b}	25.95 ^{d}	34.66 ^{a}	0.739	***
18:2 n 6	12.87 ^{d}	14.31 ^{c}	17.77 ^{a}	16.58 ^{b}	11.66 ^{e}	0.304	***
18:3 n 3	2.98 ^{d}	7.28 ^{c}	10.28 ^{b}	13.93 ^{a}	1.63 ^{e}	0.107	***
20:1 n 9	1.44 ^{a}	0.93 ^{b}	0.73 ^{c}	0.00 ^{e}	0.34 ^{d}	0.005	***
20:4 n 6	0.57 ^{b}	0.62 ^{ab}	0.65 ^{a}	0.28 ^{c}	0.63 ^{ab}	0.003	***
20:5 n 3	1.33 ^{c}	1.88 ^{a}	1.52 ^{b}	0.39 ^{d}	0.20 ^{e}	0.005	***
22:5 n 3	0.93 ^{a}	0.79 ^{b}	0.79 ^{b}	0.24 ^{c}	0.12 ^{d}	0.002	***
22:6 n 3	2.42 ^{a}	1.72 ^{b}	1.42 ^{c}	0.25 ^{d}	0.10 ^{e}	0.005	***
SAT	39.84 ^{b}	35.05 ^{d}	29.14 ^{e}	37.53 ^{c}	43.77 ^{a}	2.587	***
MONO	37.60 ^{b}	36.26 ^{b}	36.54 ^{b}	30.18 ^{c}	41.26 ^{a}	1.851	***
POLI	22.18 ^{d}	28.04 ^{c}	33.74 ^{a}	32.12 ^{b}	14.86 ^{e}	0.710	***
n 6	14.04 ^{d}	15.88 ^{c}	19.26 ^{a}	17.10 ^{b}	12.77 ^{e}	0.349	***
n 3	8,14 ^{c}	12.17 ^{b}	14.48 ^{a}	15.02 ^{a}	2.09 ^{d}	0.205	***
n 6 / n 3	1.73 ^{b}	1.30 ^{cd}	1.33 ^{c}	1.14 ^{d}	6.11 ^{a}	0.021	***

[1]Los valores son medias de 5 obs. por tratamiento y su SEM conjunto
SAT: saturados; MONO: monoinsaturados; POLI: poliinsaturados
[2]T1: 4% AP+4% S; T2: 4% AP+4% S - 4s/ 1% AP+3% AL+4% S - 1s
T3: 4% AP+4% S - 3s/ 1% AP+3% AL+4% S - 2s; T4: 4% AL+4% S
T5; 8% S
^{a,b} Valores en la misma fila con superíndices distintos son significativamente diferentes. P<0.001(***)

más elevados en AG n-3 de cadena muy larga (DPA y DHA), tal y como ya demostraron Scaife *et al.* (1994) entre otros. La sustitución de AP por AL durante 1s (T2) conllevó una importante pérdida (P<.001) en DPA y DHA, que se acentuó tras la sustitución durante 2s (T3). Estos valores fueron, no obstante, superiores a los registrados en las muestras de animales que consumieron T4 (AL) o T5 (S). Por otro lado, en la valoración organoléptica de las muestras T2 y T3, cuando éstas fueron comparadas con T5 como control de sabor positivo, no pudieron ser identificadas como diferentes y fueron puntuadas favorablemente (datos no presentados).

A efectos prácticos, para enriquecer la carne de pollo en EPA y DHA, el uso de una fuente grasa terrestre (AL), rica en precursores (LNA), no permite alcanzar los niveles obtenidos con una fuente marina (AP). Cabe resaltar, además, cómo el perfil lipídico de la canal del pollo se ve notablemente modificado con tan sólo una semana de sustitución de la fuente lipídica.

Referencias Bibliográficas

Caston, L. y S. Lesson, 1990. *Poultry Sci.* 69: 1617-1620

Cherian, G. y J.S. Sim, 1991. *Poultry Sci.* 70: 917-922

Folch, J., M. Lees y G.H. Sloane Stanley, 1957. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509

Hargis, P.S. y M.E. Van Elswyck, 1993. *World's Poultry Sci.* 49: 251-264

Knapp, H. R., 1991. *en* Health Effects of Dietary Fatty Acids. Gary J. Nelson, ed. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, IL: 94-106

López-Ferrer, S., M. D. Baucells, A. C. Barroeta y M. A. Grashorn, 1999 *Poultry Sci.* 78 (3): 356-365

Nash, D. M., R.M.G. Hamilton y H. W. Hulan, 1995. *Can. J. Anim. Sci.* 75: 247-253

N.R.C., 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. National Academy Press. Washington, DC

Orr, H.L., C. Hunt y C. J. Randall. 1984. *Poultry Sci.* 63: 2197-2200

Phetteplace, H. W. y B. A. Watkins, 1990. *J. Agric. Food Chem.* 38: 1848-1853

SAS Institute, 1996. SAS® User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA

Scaife, J.R., J. Moyo, H. Galbraith, W. Michie y V. Campbell, 1994. *Br. Poult. Sci.* 35: 107-118

Seemann, G., 1981. *Arch. Geflügelkd.* 45: 248-251

World's Poultry Science Association, 1987. Working G. N. 5. *World's Poultry Sci. J.* 43: 64-68

Zollitsch, W., W. Knaus, F. Aichinger y F. Lettner. 1997. *An. Feed Sci. Tech.* 66: 63-73