

Rendimiento neto, humedad, cenizas y minerales en hígado y músculos de pollos sometidos a estrés en temporadas estival e invernal*¹

Alvarez, M.I.¹; Sandoval, G.L.²; Terraes, J.C.³; Revidatti, F.A.³;
Fernández, R.J.³; Maruñak, S.L.²; Ortiz, M.L.⁴; Cowper Coles, P.²

Cátedras de Tecnología de la Carne y Derivados¹, Bioquímica², Granja³ y Laboratorio de Análisis Físicoquímicos⁴,
Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE, Sargento Cabral 2139, Corrientes (3400), Argentina.
Tel/Fax: 03783-425753, interno 145. E-mail: teccar@vet.unne.edu.ar

Resumen

Alvarez, M.I.; Sandoval, G.L.; Terraes, J.C.; Revidatti, F.A.; Fernández, R.J.; Maruñak, S.L.; Ortiz, M.L.; Cowper Coles, P.: Rendimiento neto, humedad, cenizas y minerales en hígado y músculos de pollos sometidos a estrés en temporadas estival e invernal. *Rev. vet. 17: 1, 36-41, 2006.* Para evaluar los efectos del estrés sobre la calidad de la canal de pollos criados en jaulas, se compararon lotes control (C) y experimental (E) durante las temporadas estival e invernal. Las aves eran machos provenientes del cruzamiento Rhode Island x Plymouth Rock Barrada. El lote E (n = 4) fue sometido 2 veces por semana a maniobras inductoras de estrés, consistentes en sujeción, hacinamiento e inversión corporal durante todo el ciclo de crianza, mientras que el lote C (n = 4) continuó su desarrollo en condiciones normales. Las aves fueron sacrificadas a los 55 días. Se evaluaron los pesos corporales, así como el peso de canal, hígado y músculos de pata y pechuga. Se determinó el rendimiento, humedad, cenizas, macrominerales (Ca, Mg, K) y microminerales (Cu, Fe, Zn) en hígado y músculos. El análisis de la variancia no reveló diferencias significativas atribuibles al estrés, pero en la mayoría de las variables productivas estudiadas (peso final, rendimiento de pata, porcentaje de humedad en pechuga y proporciones de hígado y desperdicios con respecto al peso corporal), se registraron diferencias significativas entre temporadas ($p < 0,05$). Cenizas y minerales también fueron significativamente distintos entre temporadas. En período estival se hallaron valores más altos de cenizas en hígado y pata, Ca en hígado, Mg en pechuga y pata, Zn en hígado y pechuga y K en hígado, pechuga y pata. Se concluye que las condiciones ambientales fueron capaces de provocar mayores modificaciones que las atribuidas al estrés.

Palabras clave: pollo, estrés, temporada de crianza, rendimiento, calidad de la canal.

Abstract

Alvarez, M.I.; Sandoval, G.L.; Terraes, J.C.; Revidatti, F.A.; Fernández, R.J.; Maruñak, S.L.; Ortiz, M.L.; Cowper Coles, P.: Yield, moisture, ashes and minerals in liver and muscles of broilers submitted to stress in summer and winter. *Rev. vet. 17: 1, 36-41, 2006.* To study stress influence, two groups of male chickens with (E) and without (C) stress, placed in cages, were compared in summer and winter. Animals were a crossbred Rhode Island x Plymouth Rock Barred. The E group (n = 4) was crowded inside a box and put up side down twice a week as a stress inductor all over the growth period, while the other group (n = 4) remained as control. Chicken were slaughtered after 55 days. The studied variables were body weight; carcass weight, liver and muscles from breast and leg. Yield, moisture, ashes, macrominerals (Ca, Mg, K) and microminerals (Cu, Fe, Zn) were found in liver and muscles. Variance analysis showed no significative differences because of stress, but most of the studied variables (body weight, leg yield, moisture percentage in breast muscles, liver weight respect body weight and waste –considering head and claws as waste– percentage relative to body weight), showed significative differences ($p < 0.05$) between both seasons. Considering ashes and minerals contents, there were statistical differences between seasons with high values in summer in ashes in liver and leg, calcium in liver, magnesium in breast and leg, zinc in liver and breast and potassium in liver, breast and leg. These data indicate that different growth seasons cause more significant changes than stress for the analysed variables.

Key words: chicken, stress, grown up season, yield, carcass quality.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la carne de aves puede ser afectada por muchos factores asociados con la producción, el proceso de faena y el posterior procesamiento. El estrés es de gran importancia por su marcada influencia sobre toda la cadena de producción, abarcando desde la granja, el transporte y hasta el sacrificio¹⁵.

Los factores de estrés pueden clasificarse en psicológicos (modificaciones bruscas en el estilo de vida, miedo, ayuno previo al sacrificio), físicos (son los que causan daños corporales, como los que se producen durante la captura en los galpones, el transporte, la llegada al frigorífico) y mixtos⁶.

Si el miedo no es evaluado adecuadamente, puede conducir a importantes pérdidas económicas en la producción de aves domésticas. Tanto en forma aguda como crónica, el miedo puede afectar el bienestar y el rendimiento; en avicultura es considerado uno de los mayores estresores. Como potenciales consecuencias de respuestas al miedo podemos mencionar: pérdida de energía, menor tasa de crecimiento, menor eficiencia de conversión alimenticia e inferior calidad de carcasa⁷.

El estrés *ante mortem* puede afectar la calidad de la carne, principalmente en las especies de carnes rojas. Ello asume gran importancia durante el traslado, porque éste puede provocar agotamiento metabólico y deshidratación. En las aves, estos cambios se producen debido a la agitación de las alas en el momento de la captura y a la contracción muscular causada por las vibraciones del transporte. El estrés previo al sacrificio resulta en menor cantidad de glucógeno muscular, lo que produce alteraciones en las características de la canal y de la carne. En animales descansados hay suficiente glucógeno para provocar una adecuada glucólisis *post mortem* con descenso del pH después del sacrificio; la glucólisis aumenta la acidez muscular produciendo una carne con pH bajo. En animales estresados el glucógeno puede desaparecer y la carne tiende a descomponerse. En el momento de la faena se produce un estrés agudo con incremento de catecolaminas y corticosteroides, lo que conduce a glucogenólisis, lipólisis, proteólisis y lisis de ácidos nucleicos en los músculos, con reducción

en el nivel de glucógeno, cambios que provocan palidez en la carne de las aves⁸.

En el procesamiento de la carne de animales sometidos a la administración de ACTH, hormona que aumenta su liberación en el estrés, es esperable una disminución en el rendimiento, comparable con la pérdida del peso corporal¹⁴.

El objetivo del presente trabajo fue comparar rendimiento y contenido de humedad, cenizas y minerales en hígado y músculos en dos lotes (control y estresado) de pollos doble propósito en condiciones de crianza en jaula, en dos temporadas (estival e invernal).

MATERIAL Y MÉTODOS

En cada ciclo se utilizó un total de 64 pollos machos cruza Rhode Island x Plymouth Rock Barrada, mantenidos durante la cría en jaulas de 2622 cm² (16 pollos/jaula). Al iniciar el período de recría y terminación, 40 de ellos se distribuyeron en 8 jaulas de 3733,5 cm², a razón de 5 aves/jaula. El resto fue mantenido para eventuales reposiciones en caso de bajas, conservándose estable la densidad. Las aves fueron alimentadas *ad libitum* con balanceados comerciales acordes a las diferentes etapas del ciclo (Tabla 1). Los balanceados de iniciación, crecimiento y terminación fueron suministrados entre los días 1 a 14, 15 a 28 y 29 a 54 respectivamente.

Se conformaron dos lotes de pollos (testigos y con estrés inducido) en dos temporadas (estival e invernal). Las aves fueron distribuidas en 12 jaulas, 8 de las cuales actuaron como unidades experimentales. Durante cada ciclo, las aves de 4 jaulas se sometieron 2 veces por semana a una maniobra consistente en sujeción, hacinamiento e inversión corporal, descrita por otros autores como inductora de estrés⁹. Las aves restantes actuaron como controles.

A los 55 días se realizó la faena, tras un ayuno de 12 horas. El sacrificio fue realizado por yugulación. Se registraron los pesos corporal, de la canal y del hígado; se disecaron los músculos de la mitad izquierda de la pechuga (pectorales) y de una pata (gastrocnemio, flexores, peroneo) de un pollo de cada jaula. Se pesaron los músculos de pata y pechuga y los desperdicios (cabeza y garras), calculándose el rendimiento en cada caso.

Las muestras de músculos e hígado fueron empaquetadas individualmente en bolsas plásticas, identificadas y congeladas hasta el momento de su procesamiento en el laboratorio. Para determinar humedad se retiraron los tejidos conectivo y adiposo externo de los músculos, los que fueron cortados en trozos y homogeneizados. Se pesaron aproximadamente 5 g de cada muestra de músculos, secándose por el método de la estufa¹. El hígado fue secado entero. Los análisis se realizaron por triplicado.

A partir de la materia seca obtenida se efectuó determinación de cenizas utilizando un horno mufla¹. El análisis de macro (Ca, Mg, K) y microminerales (Cu, Fe, Zn) se realizó por espectrofotometría de absorción atómica en equipo GBC 932-AB, luego de someter las cenizas a digestión nitrosulfúrica¹³, por duplicado.

Tabla 1. Tipo y composición media del alimento balanceado.

componentes	iniciador	crecimiento	terminador
proteínas (%)	21,98	20,98	18,51
energía metabolizable (Kcal)	2.951	2.953	2.999
TND (%)	72,78	71,38	69,82
grasa (%)	5,36	4,52	4,31
fibra (%)	3,15	3,16	3,45
calcio (%)	1,00	1,00	0,95
fósforo total (%)	0,75	0,69	0,71
fósforo disponible (%)	0,50	0,45	0,45

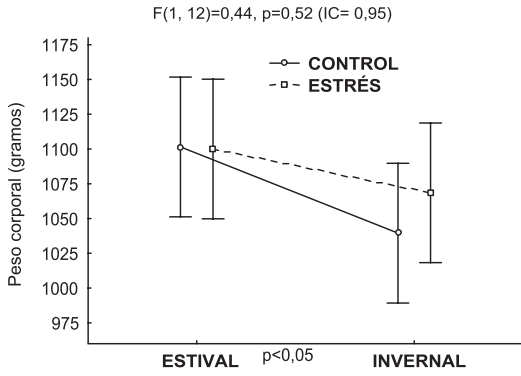


Figura 1. Peso corporal (PC) según tratamientos y temporadas.

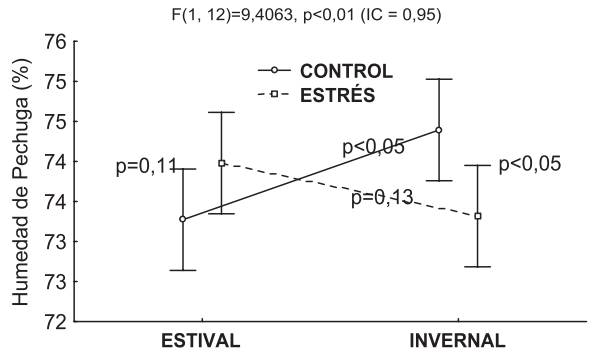


Figura 5. Contenido de humedad en músculos de pechuga, según temporadas y tratamientos.

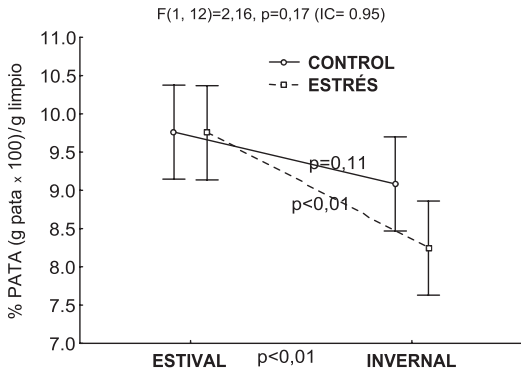


Figura 2. Proporción del músculo de patas vs peso limpio, según temporadas y tratamientos.

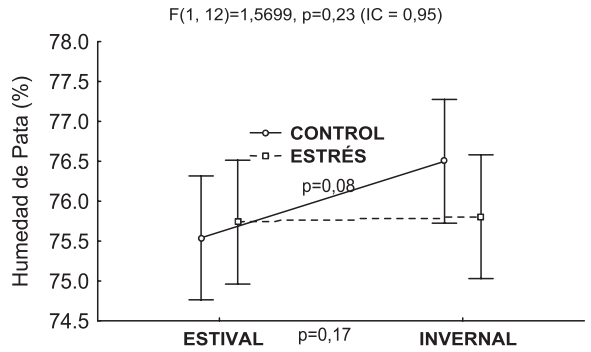


Figura 6. Contenido de humedad en músculos de pata, según temporadas y tratamientos.

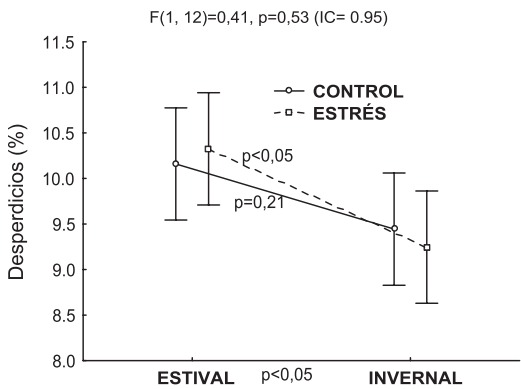


Figura 3. Proporción de desperdicios (cabeza y garras) vs peso corporal según tratamientos y temporadas.

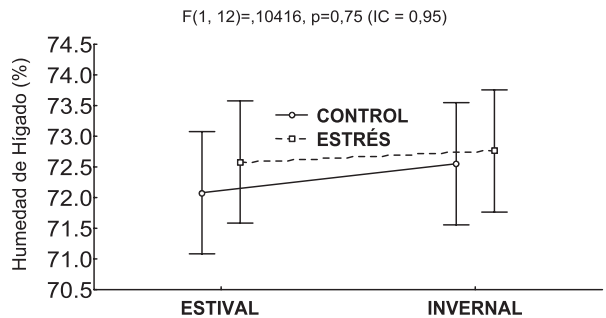


Figura 7. Contenido de humedad en hígado, según temporadas y tratamientos.

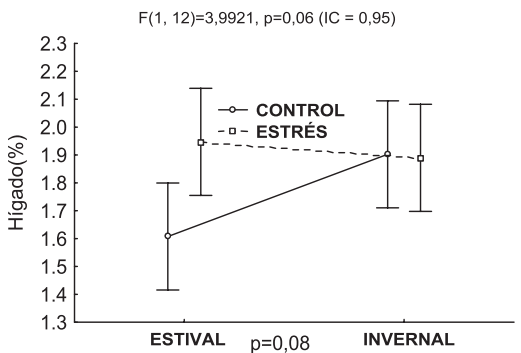


Figura 4. Peso relativo del hígado vs peso corporal, según temporadas y tratamientos.

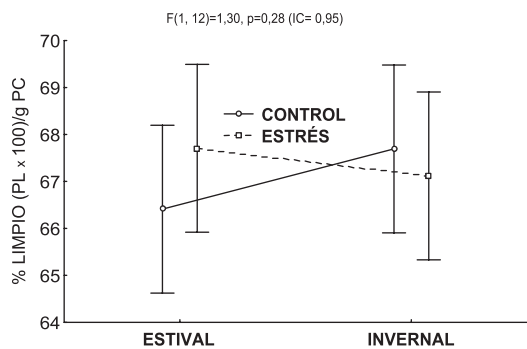


Figura 8. Proporción de peso limpio (PL), según temporadas y tratamientos.

Los datos obtenidos fueron procesados con la ayuda del programa Statistica, considerando un riesgo alfa de $p < 0,05$. El modelo estadístico utilizado consistió en un diseño en bloques al azar. Para la determinación de las diferencias se consideraron temporada y estrés como factores, incluyendo en el modelo la interacción entre ambos. A posteriori del análisis de la variancia (ANOVA), la comparación de medias se realizó por contrastes ortogonales y test de Tuckey.

RESULTADOS

En las Figuras 1 a 8 se aprecian los comportamientos de las variables analizadas a la faena, las tendencias y las diferencias existentes entre lotes y temporadas.

Entre las variables estudiadas, peso final, rendimiento de pata, porcentaje de desperdicios (cabeza y garras) y peso del hígado con respecto al peso corporal, mostraron diferencias significativas entre temporadas estival e invernal. En las figuras se puede apreciar que peso vivo, rendimiento de pata y porcentaje de cabeza y garras fueron superiores en temporada estival, con significativas diferencias en aves estresadas. El peso relativo del hígado, para ambos tratamientos, fue mayor en el invierno ($p < 0,0001$).

Los porcentajes de humedad en pechuga y pata de los testigos resultaron superiores en invierno. La tasa de humedad en pechuga mostró una interacción en el análisis estadístico, ya que los testigos de invierno registraron contenidos más elevados.

Para el rendimiento de carcasa y humedad de hígado y de pata, sólo se registró una tendencia incrementativa en los testigos de invierno, no encontrándose diferencias significativas entre temporadas de crianza.

En la Tabla 2 se exponen los porcentajes medios de cenizas contenidas en hígado y músculos de pechuga y pata. En la Tabla 3 se pueden apreciar las concentraciones medias de los minerales analizados en esos tejidos.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre temporadas. Los valores más altos para cenizas en pata e hígado, Ca en hígado, Mg en pechuga y en pata, Zn en hígado y en pechuga y K en hígado, pechuga y pata, se registraron en el período estival. En cambio, para Fe en hígado, los valores significativamente más elevados fueron hallados en el período invernal.

Tabla 2. Porcentajes (\bar{x}) de las cenizas contenidas en tejidos, expresadas sobre base de materia seca (% de MS).

tejido	tratamiento	cenizas (% de MS)	
		estival	invernal
hígado	control	5,04a	4,64b
	estrés	5,01a	4,78b
pechuga	control	4,39	4,37
	estrés	4,37	4,68
pata	control	4,59a	4,29b
	estrés	4,52a	4,04b

En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para peso corporal y peso de carcasa en el presente trabajo, resultaron inferiores a los registrados en otra investigación efectuada con pollos comerciales Lohman criados bajo temperatura constante de 21°C con un alimento administrado *ad libitum*, conteniendo energía a razón de 13,0 MJ/kg y faenados a los 54 días con peso corporal de 2.635 g, peso de carcasa de 1.843 g y rendimiento neto de 69,94%; la carne disecada de la pechuga totalizó 346,48 g y la de la pata 328,05 g¹⁶. En rendimiento neto nuestros valores promediaron 67,34% (67,06% en verano y 67,57% en invierno), debiendo destacarse que las aves aquí empleadas fueron de doble propósito, tipo rústicos.

Pollos machos criados en jaulas individuales desde las 4 hasta las 7 semanas de edad a temperatura constante de 32°C y alimentados *ad libitum* registraron 11,9% de pechuga con respecto al peso corporal; los mismos animales sometidos a temperatura constante de 22°C, también alimentados *ad libitum*, rindieron 13,4% de pechuga y tuvieron menos grasa⁴. Los rendimientos de los músculos de la mitad izquierda de la pechuga obtenidos en la presente investigación, expresados sobre la base de peso limpio, promediaron 14,17% en verano y 14,27% en invierno, mientras que calculados sobre la base del peso corporal serían de alrededor del 10%, porcentaje inferior al logrado en la investigación precedentemente citada.

Tabla 3. Concentraciones (\bar{x}) de minerales contenidos en tejidos (mg/100g de MS).

lote		estival						invernal					
		Ca	Mg	K	Cu	Fe	Zn	Ca	Mg	K	Cu	Fe	Zn
hígado	control	59,5a	78,1	1168a	4,9	27a	17a	47,2b	87,5	975b	5,7	42b	13b
	estrés	59,2a	78,8	1197a	5,3	38a	18a	49,7b	82,4	977b	5,8	52b	11b
pechuga	control	56,7	115a	1464a	2,1	3,2	7,0a	48,7	98b	972b	2,0	4,5	5,0b
	estrés	54,5	109a	1522a	2,0	2,9	8,0a	57,8	93b	964b	2,1	3,0	5,0b
pata	control	68,1	111a	1603a	2,1	3,8	14,7	46,5	90b	977b	2,5	6,9	10,3
	estrés	59,3	106a	1574a	2,2	4,4	15,1	50,4	95b	976b	2,3	3,3	5,6

Distintas letras en cada mineral y fila indican diferencias significativas entre temporadas ($p < 0,05$).

Hembras Ross 308 alimentadas *ad libitum* pesaron 2.372 g a los 49 días, con 44,23 g de hígado, lo que representó 1,86% del peso corporal. Los pesos vivos y el peso medio del hígado fueron mayores que los encontrados en la presente experiencia, circunstancia que podría atribuirse a la diferencia entre las líneas genéticas consideradas⁵. Sin embargo, el peso relativo del hígado, que constituye el valor más comparable, se correspondió con los valores hallados por nosotros.

Pollos que recibieron ACTH a razón de 8 UI/kg peso vivo/día durante 7 días mostraron detención del aumento de peso corporal, mientras que el peso del hígado se incrementó debido, aparentemente, al acúmulo concomitante de lípidos dependiente del aumento de corticosterona endógena¹². El mismo tratamiento con ACTH en pollos parrilleros provocó aumento del peso del hígado a las 18 horas, en forma simultánea a la disminución de la humedad y al incremento de los lípidos hepáticos¹⁷.

En otra experiencia se inyectó corticosterona a una concentración de 300–600 µg/ave/día durante 9 días, lográndose una disminución significativa ($p < 0,01$) de la ganancia de peso y un incremento del peso relativo del hígado y del contenido de grasa en este órgano³. Según otros hallazgos, el contenido de humedad de los hígados de pollos tratados con 1 UI/kg/día de ACTH no fue diferente entre las 24 y las 48 horas¹⁰.

Otros investigadores encontraron que el contenido de agua, expresado en g/100 g de carne cruda libre de piel y de grasa visible de muslos y pechugas, fue de $74,9 \pm 0,30$ ², en tanto que la humedad de la pechuga hallada en el presente ensayo fue de 73,73% y las cenizas registraron valores de $0,97 \pm 0,027$ g/100 g de carne cruda libre de piel y de grasa visible de muslos y pechugas². Los valores reportados en este trabajo están expresados sobre la base de materia seca, lo que explica los mayores porcentajes obtenidos. En cambio, en los músculos frescos de pechuga y pata de los pollos bajo ensayo hubo 1,17 y 1,04% de cenizas respectivamente. En el hígado el promedio de cenizas representó el 1,35% del tejido fresco.

El contenido muscular de los macrominerales calcio, magnesio y potasio sobre carne cruda libre de piel y de grasa visible de muslos y pechugas reportado por otros autores fue de $4,12 \pm 0,41$, $19,19 \pm 0,57$ y $189,0 \pm 14,30$ mg/100 g respectivamente. Para los microminerales hierro, zinc y cobre los valores informados fueron de $0,69 \pm 0,09$, $0,92 \pm 0,07$ y $0,15 \pm 0,02$ mg/100 g en cada caso². El contenido de zinc en filetes de pollo fue de 0,7 mg/100 g¹¹. En nuestro estudio se encontraron valores mucho mayores de estos nutrientes, tanto en pechuga como en pata, siendo importante resaltar que nuestras determinaciones se hicieron sobre materia seca y luego se calculó, en base al contenido de humedad, su concentración en tejido húmedo. Los valores medios calculados, expresados en mg/100 g, fueron: Ca 14,20 en pechuga y 13,67 en pata, Mg 27,40 en pechuga y 24,46 en pata, K 324,01 en pechuga y 310,04 en pata,

Fe 0,94 en pechuga y 1,04 en pata, Zn 1,63 en pechuga y 2,77 en pata y Cu 0,55 en pechuga y 0,54 en pata.

En conclusión, surge que la maniobra utilizada para provocar estrés no produjo cambios significativos en las variables analizadas, mientras que las temporadas ejercieron efectos sobre peso corporal, rendimiento de pata, porcentaje de desperdicios y concentraciones de cenizas en pata e hígado, calcio en hígado, magnesio en pechuga y pata, zinc en hígado y pechuga y potasio en hígado, pechuga y pata. Todas estas variables fueron mayores en temporada estival, en tanto que el contenido de hierro hepático resultó mayor en el período invernal. Debido principalmente a la falta de información referente a la genética bajo estudio y a la composición química de los tejidos analizados, serían convenientes mayores estudios en este tema.

REFERENCIAS

1. **Association of Official Analytical Chemists International.** 1995. *Official methods of analysis of AOACI*, 16th Edition, AOAC, Arlington, USA.
2. **Arenas de Moreno L, Vidal A, Huerta-Sánchez D, Navas Y, Uzcátegui-Bracho S, Huerta-Leidenz N.** 2000. Análisis comparativo proximal y de minerales entre carnes de iguana, pollo y res. *Arch Latinoam Nutr* 50: 4, 409–415.
3. **Bartov I, Jensen LS, Veltmann JR.** 1980. Effect of corticosterone and prolactin on fattening in broiler chicks. *Poultry Sci* 59: 1328–1334.
4. **Baziz HA, Geraert PA, Padilha JCF, Guillaumin S.** 1996. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. *Poultry Sci* 75: 505–513.
5. **Cristofori C, Meluzzi A, Giordani G, Sirri F.** 1997. Early and late quantitative feed restriction of broilers: effects on productive traits and carcass fatness. *Arch Geflügelk* 61: 162–166.
6. **Elrom K.** 2000. Handling and transportation of broilers; welfare, stress, fear and meat quality. Part II: Stress. *Israel J Vet Med* 55:2, http://www.isrvma.org/article/55_2_1.htm.
7. **Elrom K.** 2000. Handling and transportation of broilers; welfare, stress, fear and meat quality. Part III: Fear; definitions, its relation to stress, causes of fear, responses of fear and measurement of fear. *Israel J Vet Med* 55: 3, http://www.isrvma.org/article/55_3_1.htm.
8. **Elrom K.** 2001. Handling and transportation of broilers; welfare, stress, fear and meat quality. Part VI: The consequences of handling and transportation of chickens (*Gallus gallus domesticus*). *Israel J Vet Med* 56: 2, http://www.isrvma.org/article/56_2_1.htm.
9. **Kannan G, Heath JL, Wabeck CJ, Mench JA.** 1997. Shackling of broilers: effects on stress responses and breast meat quality. *British Poultry Sci* 38: 323–332.
10. **King YT, Chen TC.** 1998. Chemical and physical characteristics of chicken livers following adrenocorticotrophic hormone-induced stress. *J Food Sci* 63: 589–591.

11. **La carne de pollo.** *Online:* www.consumer.es/web/es/nutricion/aprender_a_comer_bien/guia_alimentos/carnes_huevos_y_derivados/2001/10/15/35415.php.
12. **Leveille GA.** 1969. *In vitro* hepatic lipogenesis in hen and chick. *Comp Biochem Physiol* 28: 431–435.
13. **Osborne DR, Voogt P.** 1986. *Análisis de los nutrientes de los alimentos*, Acribia, Zaragoza, p. 173–178.
14. **Puvadolpirod S, Thaxton JP.** 2000. Model of physiological stress in chickens. 5. Quantitative evaluation. *Poultry Sci* 79: 391–395.
15. **Severiny M, Trevisani M, Loschi AR.** 1995. Effects of stress on poultry meat quality. *Folia Vet*, vol 39: 1–2, http://www.uvm.sk/dept/journals/fofia/1995/1995_0104.html.
16. **Sonaiya EB, Ristic M, Klein FW.** 1990. Effect of environmental temperature, dietary energy, age and sex on broiler carcass portions and palatability. *British Poultry Sci* 31: 121–128.
17. **Thaxton J P, Puvadolpirod S.** 2000. Model of physiological stress in chickens: 5. Quantitative evaluation. *Poultry Sci* 79: 391–395.