

Efecto de la edad de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) y del aturdimiento eléctrico al momento del beneficio sobre la composición química, color y propiedades funcionales de la carne

Marta Cori^{1*}, Vasco De Basilio², Coromoto Michelangeli³, Rosana Figueroa⁴ y Rafael Galíndez²

¹Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua. Venezuela

²Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101. Venezuela

³Centro de Bioquímica Nutricional. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101. Venezuela

⁴Instituto de Ingeniería Agrícola. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101. Venezuela

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el efecto de la edad de la codorniz y del aturdimiento eléctrico al momento del beneficio sobre algunas características de la carne, se beneficiaron codornices macho de tres rangos de edades: 28-31, 42-45 y 56-59 días, con y sin la aplicación de aturdimiento eléctrico. Se encontró que la edad aumentó la materia seca, proteína cruda, cenizas, grasa cruda, capacidad de retención de agua, capacidad emulsificante y disminuyó la luminosidad (L*) de la carne, no existiendo diferencias significativas entre los valores a la edad de 42-45 y los 56-59 días, a excepción de L* a las 24 h postmortem y la grasa cruda. El aturdimiento eléctrico aumentó la capacidad emulsificante de 538,1 a 591,9 g aceite/g proteína, pero no afectó el pH de la carne durante las primeras 24 h postmortem. Los resultados indican que el beneficio de los animales entre 42-45 días permitiría garantizar ganancias al productor, así como la satisfacción de las expectativas del consumidor por las características de la carne. Con el uso del aturdimiento eléctrico se asegura el bienestar animal sin desmejorar las características de su carne.

Palabras clave: codorniz, retención de agua, edad, color, carne.

Effect of the slaughter age of quail (*Coturnix coturnix japonica*) and the electrical stunning on composition, color, and some functional properties of the meat

ABSTRACT

To evaluate the effect of the slaughter age of quail and the electrical stunning on some characteristics of the meat, male quails of three ranges of ages: 28-31, 42-45, and 56-59 days, were slaughtered with and without the application of electrical stunning. It was found that age increased dry matter, crude protein, ash, crude fat, water holding capacity, emulsification capacity, and decreased lightness (L*) of the meat, but at the ages of 42-45 and 56-59 days, there were no significant differences between the values, with the exception of L* 24 h postmortem and crude fat values. Electrical stunning increased the emulsification capacity from 538 to 591 g oil/g protein, but it did not have any effect on postmortem pH during the first 24 h. Results indicated slaughter of male quails is appropriate at 42-45 days, since it enables the producer to obtain profits while satisfying consumer's expectations due to the meat characteristics. With the application of the electrical stunning the animal welfare is guaranteed without being detrimental to the characteristics of its meat.

Key words: quail, water holding capacity, age, color, meat.

*Autor de correspondencia: Marta Cori

E-mail: martacori@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los venezolanos han incrementado el consumo de productos avícolas; para el período 1995-1997, la carne de aves de corral representaba el 23,9% de la proteína de origen animal en la dieta del venezolano, y para el período 2005-2007 fue 28,6% (FAO, 2010). La gran aceptación en Venezuela de los productos avícolas pudiera permitir la cría comercial de otras especies como la codorniz para la obtención de carne y huevos (De Basilio *et al.*, 2005). Para el año 2005, la Fundación Nacional de Avicultura (Fenavi) reconoció cifras de la población nacional de codornices que corresponden a 46.800 aves para ese año, cifra que aparentemente subestima el número real existente en Venezuela (De Basilio *et al.*, 2005).

El huevo es el principal producto de los sistemas de codornices en Venezuela, y dado que a partir de los 21 días es que se evidencia la diferencia entre sexos (Lucotte, 1990), el productor debe alimentar a todos los animales al menos durante este período, procediendo luego al beneficio de los machos, cuya carne es considerada un subproducto del sistema (Martínez, 1990).

Con respecto a la edad de beneficio, en España las codornices entre los 30 y los 55 días pueden ser sacrificadas (Pérez y Pérez, 1974); sin embargo, Panda *et al.* (1987) en la India afirman que cinco semanas es la edad ideal desde el punto de vista económico y de la palatabilidad de la carne. Cori *et al.* (2009) trabajando en Venezuela con codornices machos de 28-31 días, 42-45 días y 56-59 días determinaron que la edad del beneficio de la codorniz macho afecta el peso vivo, peso de la canal, peso de la carne y el rendimiento de la canal fría incrementándolas hasta los 42-45 días, no teniendo efecto en la proporción de carne en la canal. Estudios de Yalcin *et al.* (1995) en Turquía con aves entre 35 y 56 días y Oliveira *et al.* (2006) en Brasil con codornices entre 35 y 49 días, encontraron las mismas tendencias en cuanto al incremento en las proporciones de materia seca, proteína cruda y grasa con el incremento de la edad.

El sacrificio de las codornices en Venezuela es por degüello directo o por decapitación sin insensibilización, métodos descritos por Pérez y Pérez (1974). La Gaceta Oficial de Venezuela (1997, 2000) señala que durante la faena de las aves (pollo, gallinas, gallos y pavos) se debe incluir un aturdimiento eléctrico previo al desangrado, para minimizar la posibilidad del ave de sentir dolor, inmovilizarla para garantizar que el corte de cuello se efectúa fácil y apropiadamente, para prevenir las convulsiones y facilitar el desangrado (Gregory, 1989; Turcsán *et al.*, 2001; Gracey, 1989). Se han investigado

los efectos de diferentes sistemas de aturdimiento en las características de la carne de pollo y pavo, pero en el caso de la codorniz hay escasos estudios, siendo Tserveni-Gousi *et al.* (1999) de los pocos que ha abordado este tema, con la aplicación de un aturdimiento eléctrico o de atmósferas modificadas sobre la proporción de huesos rotos y de hemorragias durante la faena.

La capacidad emulsificante y la de retención de agua son propiedades funcionales importantes especialmente para el procesador de los alimentos, con el fin de garantizar al consumidor la textura adecuada y buenos rendimientos para el procesador (Barbut, 1993). Las carnes de codorniz y pollo tienen mejor capacidad emulsificante que las de perdiz y pavo, y la carne de codorniz presenta la mayor capacidad de retención de agua *postrigor* al compararse con la de pollo, perdiz y con la de pavo (Karakaya *et al.*, 2004). La consistencia y la jugosidad de la carne de ave dependen fundamentalmente de la especie y la edad, pero también del manejo de los animales y de sus canales (Froning *et al.*, 1978; Grossklaus, 1979, y Tankson *et al.*, 2001).

Sobre la base de estos planteamientos el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la edad de la codorniz macho y del aturdimiento eléctrico al momento del beneficio sobre la composición química, el color y algunas propiedades funcionales de su carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experimentación con los animales se realizó en la Sección-Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, ubicada a 480 msnm, ubicada a 10° 17' 14" N, 67° 36' 2" O, con valores promedios anuales de humedad relativa, precipitación y temperatura de 67,5%, 1.100 mm y 24,7°C, respectivamente (Ceniap-INIA 2007, comunicación personal). Para la experimentación, se acondicionaron dos galpones, uno para ser utilizado como sala de beneficio y el otro para la cría de las codornices.

Evaluación del efecto de la edad y del aturdimiento eléctrico

A partir de un lote de 200 codornices machos de 23-26 días de edad provenientes de una granja comercial, de la línea de ponedoras se seleccionaron 168 aves y se alojaron en 24 jaulas con siete animales cada una, con una densidad de 247 cm²/animal, excluyendo las superficies de comedero y bebedero. El peso promedio de los animales en cada una de las jaulas fue similar (108 ± 10 g). Durante el período experimental, se empleó un alimento comercial

que contenía en porcentaje de base seca 24,41 de proteína cruda, 9,23 de cenizas, 5,06 de fibra cruda, 11,72 de extracto etéreo y 49,58 de extracto libre de nitrógeno. Tanto el agua como el alimento fueron suministrados *ad libitum*.

Se evaluaron seis tratamientos con cuatro repeticiones cada uno siguiendo un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2 x 3, siendo los factores evaluados método de sacrificio y edad. El sacrificio se realizó mediante degüello con y sin la aplicación del aturdimiento previo (117 V AC; 17 mA; 60 Hz; 4 s) realizando una incisión de carótida y yugular a nivel de la base del cuello (Pérez y Pérez, 1974). Los tres rangos de edades fueron 28-31, 42-45 y 56-59 días. Se manejaron intervalos de edades y no valores puntuales, debido a la poca precisión que se tenía en la fecha exacta de nacimiento, dado que el período de eclosión de los huevos en las máquinas nacedoras puede durar de dos a tres días.

Los animales fueron sometidos a 12 h de ayuno y consumo de agua *ad libitum* antes del sacrificio (Gaceta Oficial Venezolana, 1997; Tserveni-Gousi *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2005; Mori *et al.*, 2005). Para el beneficio de las aves se utilizaron los equipos y técnicas empleados por Cori *et al.* (2009).

Para la evaluación de la composición química y propiedades funcionales de la carne de codorniz, la unidad experimental correspondió a la carne (pechuga y pierna) de cuatro animales por repetición (jaula), mientras que para la evaluación del pH y color (L^* , a^* y b^*) de la carne a las 0,2, 6 y 24 h luego del beneficio, se tomó la porción izquierda o derecha de la canal de dos aves por repetición. La carne de la pechuga correspondió al músculo pectoral torácico y al músculo supracoracoideo (Shively, 1987), y la carne de la pierna estuvo conformada por los músculos que recubren el fémur y la tibia (Schwarze y Schroder, 1970).

Composición química

Para caracterizar la carne en cuanto a su composición química se evaluaron por duplicado las siguientes variables: proteína cruda (Covenin, 1980), humedad, cenizas y grasa cruda (AOAC, 1997) bajo los números 950.46, 920.153 y 991.36, respectivamente.

Propiedades funcionales

1) La capacidad emulsificante (CE) a las 24 h *postmortem*, se midió según el método de Swift *et al.* (1961): se mezcló a alta velocidad, durante 1 min, la muestra de carne molida con una solución fría de NaCl 1 M, en proporción de 1:7,5. Se transfirió una alícuota de 8 g de la mezcla resultante a una licuadora marca Osterizer

(Modelo 438, Oster de Venezuela) contentiva de 45 mL de una solución fría de NaCl 1 M, y se agitó a baja velocidad durante 10 seg. Posteriormente se ubicaron dos electrodos dentro del recipiente y se adicionó aceite de maíz (1 mL/s) hasta evidenciarse un cambio de fase, a través de un incremento brusco en la resistencia eléctrica de la mezcla medida con un multímetro Goldstar Precision Co., DM-9187 (Webb *et al.*, 1970).

2) La capacidad de retención de agua (CRA) a las 24 h *postmortem*, se midió según el método señalado por Wardlaw *et al.* (1973): se mezcló una muestra de carne molida durante 1 min con una solución 0,6 M de NaCl en proporción 1:1,6. Después de agitar durante 1 min, se incubó durante 15 min a una temperatura de 4°C, se agitó nuevamente durante 1 min y se centrifugó bajo refrigeración a 4.300 g x 15 min, utilizando una centrífuga Hermle Z252 MK Labnet. Una vez descartado el sobrenadante por decantación, se reportaron los resultados como la proporción de fluido retenido por la muestra (mL solución 0,6 M de NaCl/100 g carne).

pH y color

El pH *postmortem* se midió al terminar el eviscerado (12 min o 0,2 h), a las 6 y 24 h siguientes (Remignon *et al.*, 1998), con la canal mantenida en refrigeración (0-4°C). Para ello se tomó una muestra de la carne previamente molida por 1 min con una licuadora manual (marca Braun, MR 5550 CA de 400 W) y se le midió el pH directamente con un analizador marca Extech Modelo 631 (Barbut, 1993; McCurdy *et al.*, 1996). Se emplearon tres aves/jaula, utilizándose mezclas homogéneas de la porción derecha o izquierda de la canal (pechuga y piernas) en cada uno de los tres tiempos *postmortem* evaluados. Para ello se dividió cada una de las tres canales en las porciones derecha e izquierda obteniendo seis porciones en total (A1 y A2; B1 y B2; C1 y C2), las cuales fueron combinadas al azar para generar tres porciones compuestas por mitades de diferentes animales, con la finalidad de que la medición del pH en cada uno de los tres tiempos señalados no correspondiese a una misma ave (Ejemplo: 12 min con A1 y B2, 6 h con B1 y C2 y 24 h con A2 y C1).

Se evaluó la luminosidad de la carne (L^*), grado de rojo o verde de la carne (a^*) y grado de amarillo o azul de la carne (b^*), a las 6 y a las 24 h *postmortem*, empleando para ello un colorímetro Master color data (Cielab) asistido por computadora a través de Hunterlab Universal Software. Para ello se utilizaron las mismas muestras empleadas para la evaluación del pH (Barbut, 1993).

Análisis estadístico

Para todas las variables, a excepción del pH, los datos fueron analizados considerando un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos. Se procedió a efectuar el Anavar para cada una de las variables evaluadas y en aquellos casos donde se encontraron diferencias significativas se efectuó la Prueba de Medias de Tukey, empleando un nivel de significación del 5%.

El pH fue analizado considerando un diseño completamente al azar, evaluándole para cada edad de beneficio tanto la influencia del aturdimiento a cada tiempo *postmortem* a través de la prueba de Wilcoxon, como la influencia del tiempo *postmortem* para los animales aturridos y para los no aturridos a través de la prueba de Kruskal-Wallis y las comparaciones múltiples no paramétricas. Los datos fueron analizados con el programa SAS (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de presentar los resultados obtenidos, se puede señalar que el peso vivo promedio de las aves evaluadas en el momento del beneficio fue de 109,8; 127,8 y 128 g en los tres rangos de edades 28-31, 42-45 y 56-59 días, respectivamente, mientras que el peso de la canal fría tuvo un valor promedio de 80,4; 96,7 y 98,1 g, respectivamente, no observándose diferencias significativas entre los valores de las dos últimas edades para ambas variables (Cori *et al.*, 2009).

pH

El Cuadro 1 indica, en primer lugar, que no hay diferencias estadísticamente significativas en los diferentes momentos *postmortem* entre los animales aturridos y sin aturdir, a ninguna de las edades evaluadas, y por otro lado, solo se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tiempos de medida a los 28-31 días con aturdimiento.

El comportamiento del pH *postmortem* coincide con las tendencias señaladas, durante las primeras horas por Remignon *et al.* (1998) para las pechugas de codornices machos decapitadas, de una línea de animales sensibles al estrés y sometidas a este antes del sacrificio, donde a pesar de que no se evalúan estadísticamente los datos, se aprecia una tendencia a la disminución del pH desde 6,55 al inicio, 5,95 a las 4 h y 5,86 a las 24 h. Por otro lado, dichos autores no encontraron diferencias entre los valores al inicio y a las 4 h entre los animales sometidos al estrés y los animales control, pero sí a las 24 h, siendo inferior el pH del control (5,63). Estos autores explican que el estrés *premortem* pudo haber disminuido las reservas de

glucógeno muscular, provocándose una menor producción de iones hidrógeno durante la glucólisis *postmortem*, resultando así mayor el pH a las 24 h. No se encontró relación entre el pH y la CRA, que sí se ha encontrado en otras especies.

Por su parte, Gordon (2009) al evaluar 24 h *postmortem*, la mezcla de carne de pechuga y pierna de codornices encontró un valor de pH de 6,17 para los animales que habían sido sometidos a un alimento especial para su especie, valores que son muy cercanos a los señalados en el presente trabajo. Se aprecia una tendencia a un incremento en el valor del pH después de las 6 h, lo cual según Aberle *et al.* (1989) y Lawrie (1998) es una característica propia de la maduración de la carne y fue estadísticamente significativo solo en el tratamiento con aturdimiento entre 28 y 31 d.

Lambooj *et al.* (1999) beneficiaron pollos después de 10 h de ayuno y con aturdimiento bajo dos sistemas de restricción de movimiento: gancho y cono, observando que a los 20 min y 24 h *postmortem* no hubo diferencias estadísticas en el pH de la pechuga de los animales, pero a los 60 y 140 min *postmortem*, el pH fue menor en 0,07 unidades en el músculo de la pechuga de los animales sujetos con gancho; mientras que en el muslo, el pH de los pollos colocados en gancho resultó mayor a los 60 min que el de los animales en el cono. Estos autores explican que el menor pH en un determinado músculo estuvo asociado con el sistema de sujeción que permitió mayor movimiento *premortem*, siendo muy evidente durante las primeras 2 h después del sacrificio. Este resultado podría explicarse por inicio más temprano de la glucólisis y con ella, la acumulación de ácido láctico.

En el presente trabajo, es conveniente considerar que los valores de pH corresponden a una mezcla de la carne de pechuga y músculos de la pierna, por lo que de por sí esta situación explicaría las diferencias con algunas investigaciones citadas, especialmente en codornices. Si una buena parte del glucógeno muscular se consume antes de la muerte del animal, éste no dispondrá de suficientes reservas para exhibir un pH bajo, a las 24 h *postmortem*, lo cual podría deducirse a partir del trabajo de Fletcher y Buhr (2005), quienes observaron que si se permitía aletear a los pollos durante 2 min antes de la muerte, después de 24 h el pH del músculo *pectoralis major* no era diferente al del animal que no aleteó, pero el pH del *pectoralis minor* era mayor en los animales que aletearon, siendo entonces éste músculo más afectado por el consumo de glucógeno con la actividad física.

Dado que la disminución en el pH muscular es debido a una acumulación de ácido láctico como consecuencia de la glucólisis (Lawrie, 1998), es posible que todo el proceso previo al beneficio en el presente estudio (colocación en

Cuadro 1. Comportamiento del pH de la carne de codornices a tres edades, con y sin la aplicación del aturdimiento eléctrico a 0,2, 6 y 24 h *postmortem*. Los resultados corresponden a media \pm desviación estándar.

Edad (días)	Tiempo <i>postmortem</i> (h)	Sin aturdimiento	Con aturdimiento	P
28-31	0,2	6,13 \pm 0,35†	6,10 \pm 0,21ab	0,8857
28-31	6	6,11 \pm 0,07	6,01 \pm 0,12b	0,3429
28-31	24	6,34 \pm 0,11	6,46 \pm 0,11a	0,3143
P		0,2078	0,0141	
42-45	0,2	6,02 \pm 0,07	6,06 \pm 0,16	0,6857
42-45	6	6,06 \pm 0,12	6,05 \pm 0,15	1,0000
42-45	24	6,24 \pm 0,13	6,21 \pm 0,02	1,0000
P		0,0740	0,1154	
56-59	0,2	6,23 \pm 0,05	6,16 \pm 0,11	0,4571
56-59	6	6,23 \pm 0,14	6,20 \pm 0,07	0,3010
56-59	24	6,30 \pm 0,08	6,34 \pm 0,12	0,9714
P		0,3249	0,1571	

†Para cada edad y columna, valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$).

las cajas, pesaje y transporte en las mismas) provocara una reducción importante de las reservas de glucógeno muscular, teniéndose así, menor sustrato para la glucólisis y por tanto un pH relativamente alto durante el tiempo de medición, coincidiendo con los hallazgos de Remignon *et al.* (1998). En este sentido, Lawrie (1998) comenta que no solo la fatiga puede disminuir los niveles de glucógeno muscular, sino hay que considerar el temperamento de los animales y dado que las codornices se conocen por ser muy sensibles al estrés o de temperamento fácilmente excitable, es lógico esperar este comportamiento del pH.

Otra posible explicación a la falta de diferencias entre el pH de la carne de los animales aturridos y no aturridos, así como del alto valor del pH mantenido prácticamente constante durante las primeras 24 h *postmortem*, se basa en considerar que en este estudio se utilizó para la medición del pH una mezcla homogénea de la carne de la pechuga y del muslo. Según Kiessling (1977), las fibras musculares rojas constituyen la mayor parte del tejido muscular de la codorniz, presentándose en la pechuga de dichas aves en una mayor proporción que en el muslo. Dado que la fibra roja se caracteriza por presentar un metabolismo principalmente oxidativo (Kiessling, 1977) la falta de aporte de oxígeno como consecuencia de la muerte del animal originó obviamente una disminución en el pH de la carne, pero no de gran magnitud, tendiendo luego a un incremento como consecuencia del proceso de maduración, aunque el mismo fue poco significativo en términos generales.

En pollos de engorde se ha observado una mayor dureza en las pechugas como consecuencia del libre movimiento de las aves en los instantes antes de la muerte

y la rápida disminución del pH en ese momento (Khan y Nakamura, 1970); pero, también es cierto, que el consumo del glucógeno mucho antes de la muerte de las codornices genera carne con un pH final alto (Remignon *et al.*, 1998), lo cual fue posiblemente lo que prevaleció en el presente estudio, indicando así, que utilizando los equipos y técnicas empleados en esta investigación no se genera un metabolismo *postmortem* diferente al de las aves beneficiadas sin aturdimiento. Sin embargo, dado que el pH alto durante todo el período de tiempo objeto de estudio es un aspecto que contribuye a la rápida alteración de la carne (Allen *et al.*, 1997; Lawrie, 1998), ésta tendría que someterse a uno o más métodos de conservación que garanticen su palatabilidad e inocuidad, a fin de poder ser empleada con fines de alimentación humana o animal.

Composición química y propiedades funcionales

Los resultados en base húmeda de la composición química de la carne de codorniz macho indican que el contenido de proteína cruda, ceniza y grasa tiende a incrementarse con la edad del animal, mientras que el contenido de humedad disminuye. De estas variables solo el contenido mineral es afectado por la aplicación de un aturdimiento eléctrico previo a la muerte, resultando la carne del animal no aturrido con una mayor proporción de cenizas, no presentándose interacción entre los factores evaluados (Cuadro 2).

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con lo reportado por Yalcin *et al.* (1995) al evaluar la composición química de la carne de codornices machos a los 35 y 56 d de edad, ya que obtuvieron para el caso de la pechuga un aumento de la materia seca de 27,1 a 32,1%, de la proteína cruda de 18,2 a 19,6%,

Cuadro 2. Efecto de la edad de la codorniz macho y del aturdimiento eléctrico en la composición química y algunas propiedades funcionales de la carne de codorniz macho. Los resultados están expresados en media \pm desviación estándar. Los valores de proteína cruda, ceniza, grasa y materia seca corresponden a porcentajes en base húmeda.

Edad (días)	Materia seca (%)	Proteína cruda (%)	Ceniza (%)	Grasa (%)	CRA†	CE§
28-31	23,74 \pm 0,99b ¶	20,90 \pm 0,56b	1,13 \pm 0,11b	0,56 \pm 0,01c	79,2 \pm 12,4b	500,8 \pm 42,3b
42-45	25,01 \pm 0,59a	21,66 \pm 0,66a	1,23 \pm 0,08a	0,98 \pm 0,01b	124,6 \pm 16,4a	585,3 \pm 44,0a
56-59	25,37 \pm 1,05a	22,2 \pm 0,55a	1,29 \pm 0,05a	1,33 \pm 0,01a	141,8 \pm 21,1a	607,4 \pm 31,6a
<i>P</i>	0,0054	0,002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001
Aturdimiento						
Sin	24,58 \pm 0,96	21,56 \pm 0,80	1,27 \pm 0,07a	0,96 \pm 0,33	115,2 \pm 18,3	538,1 \pm 59,6b
Con	24,83 \pm 1,29	21,62 \pm 0,80	1,16 \pm 0,11b	0,96 \pm 0,33	114,3 \pm 16,2	590,9 \pm 50,4a
<i>P</i>	0,5279	0,8365	0,0002	0,7796	0,9439	0,0003
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	3,11	2,85	4,98	1,08	19,97	5,07

† CRA= Capacidad de retención de agua (mL solución 0,6 M NaCl/100 g carne)

§ CE= Capacidad emulsificante (g aceite/g proteína)

¶ Para cada columna valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$). ns= Diferencia no significativa ($P > 0,05$)

de las cenizas de 3,1 a 3,4% y de la grasa de 4 a 8,2%. Oliveira *et al.* (2006) encontraron esta misma tendencia para la carne de pechuga de codornices machos con proporciones de materia seca de 23,7 y 24%, de grasa de 0,56 y 0,92% y de proteína cruda de 20,2 y 20,6% para animales de 35 y 49 días, respectivamente. Por su parte, Hamm y Ang (1982) compararon la carne de toda la canal de la codorniz japonesa (tres meses de edad) con la codorniz Bob White (cuatro meses de edad), encontrando entre otras cosas una diferencia importante en la fracción grasa (7,88 y 2,26%), atribuyéndose este fenómeno a las distintas edades fisiológicas y/o factores ambientales como la alimentación y el ejercicio de los animales. Gordon (2009), trabajando en Venezuela con codornices machos sometidas a un alimento terminador especialmente formulado para codornices, beneficiadas a edades entre 45 y 56 d, encontró valores muy similares para materia seca (25,8%), proteína (21,3%), cenizas (1,2%) y grasa (2,08%), al evaluar una mezcla de la carne de pechuga y de la pierna del ave.

Los resultados del presente estudio son similares a los señalados en los trabajos citados, a pesar de que hay que considerar que en esta investigación se evaluó la composición química de una mezcla de la carne de pechuga y de la pierna de las aves; no obstante, además de este factor, las diferencias en alimentación, genética y actividad física de los animales, pudieran explicar algunas de las discrepancias entre este trabajo y los precedentes. Los valores del Cuadro 2 indican que la CRA y la CE

de la carne de codorniz tienden a incrementarse entre los 28-31 d y las otras edades evaluadas, no teniendo ningún efecto la aplicación del aturdimiento eléctrico en la CRA, pero sí observándose un incremento significativo en la CE de la carne con la incorporación del aturdimiento, al pasar de 538,1 a 590,9 g aceite/g proteína.

Karakaya *et al.* (2004) encontraron que la CE de la carne de codorniz y la del pollo son mayores que la de la carne de perdiz y de pavo, señalándose además que la carne de codorniz presentó la más alta CRA en el estado *postrigor*. Sin embargo, Remignon *et al.* (1998), al someter codornices japonesas a una muerte rápida por decapitación y otras a ciertas condiciones de estrés previas a la decapitación, indican diferencias altamente significativas de la pérdida por goteo de la línea de animales muy sensibles al estrés, no observándose este comportamiento en aquella línea no sensible. Lambooi *et al.* (1999), trabajando con pollos hembras entre cinco y seis semanas de edad, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en las pérdidas por cocción de la carne, ni por efecto del método de aturdimiento ni por el sistema de restricción de movimiento empleado. Owens y Sams (2000) no encontraron diferencias entre las pérdidas por goteo y las pérdidas por cocción de la carne de pavos sometidos a un transporte de 3 h previo al beneficio en relación a los beneficiados sin el transporte.

A pesar de que trabajos como los de Froning *et al.* (1978) y Guarnieri *et al.* (2004) señalan mejoras en algunas propiedades funcionales de la carne de aves de

corral al disminuirse los niveles de estrés previo al sacrificio de los animales, otras investigaciones no indican diferencias en ciertas características al ser implementado uno u otro tipo de sacrificio. Esto también fue evidente en este trabajo para la CRA, aspecto que puede ser debido a que el grado de estrés generado en los animales haya sido similar, o que los animales no hayan sido del tipo sensible al estrés, o bien a que las diferencias pudieron haber existido en un cierto período después de la muerte pero no en el momento de la medición, o inclusive al hecho de que algunas propiedades funcionales son más afectadas que otras. Este aspecto fue demostrado por Rathgeber *et al.* (1999) al trabajar con carne de pavo y encontrar que la resistencia de los geles de carne de las canales de glucólisis normal era superior a las de glucólisis rápida, pero la CRA entre ambas canales no presentaba diferencias estadísticamente significativas, a pesar de que tanto las proteínas sarcoplasmáticas como las miofibrilares fueron extraídas en una mayor proporción en las canales de glucólisis normal.

En relación a las propiedades funcionales evaluadas en el presente trabajo, Wardlaw *et al.* (1973) encontraron una CRA de 25,3 mL NaOH 0,6 M/100 g músculo para pechugas de pollo 24 h *postmortem*, valor marcadamente inferior a los obtenidos en este trabajo, y que pudiera tener como origen diferencias no solo en las propiedades de las proteínas de ambas carnes, sino en las características del proceso de centrifugación llevado a cabo. Por otro lado, Qiao *et al.* (2001) señalan 81,09 mL de aceite añadido para pechugas de pollo de color normal, valor cercano, aunque inferior al de la carne de codornices aturdidas eléctricamente (133,8 mL), lo cual concuerda con lo señalado anteriormente por Karakaya *et al.* (2004) y evidencia el potencial de esta carne para la elaboración de ciertos productos cárnicos.

Sobre la base de los resultados del Cuadro 2, se deduce que el aturdimiento eléctrico aplicado no afecta ciertas características de la carne y mejora la CE una de sus propiedades funcionales, siendo entonces positiva su aplicación para los atributos de la misma y que a los 42-45 d de edad, la carne de la codorniz macho presenta características adecuadas, la mayoría de las cuales no cambian con respecto a los 56-59 d. Sobre la base de estos planteamientos y considerando que, según Cori *et al.* (2009), la edad del beneficio de la codorniz macho afecta el peso vivo, peso de la canal, peso de la carne y el rendimiento de la canal fría incrementándolas hasta los 42-45 d y que de las tres edades evaluadas el productor obtiene ganancias hasta dicha edad, pareciera recomendable considerar que la edad de 42-45 d es la más apropiada para el beneficio de las codornices machos. Dichos autores señalan además, que el beneficio a los 28 d

se podría justificar solo si se garantiza la venta de la canal a un consumidor que tenga posiblemente un menor grado de exigencia, debido a que las canales son de menor peso y con una menor cantidad de carne, a lo cual se puede sumar el menor contenido proteico encontrado en este estudio.

Color

El análisis del color permite concluir que la carne tanto a las 6 como a las 24 h *postmortem*, tiende a ser más oscura en los animales de mayor edad (Cuadro 3). A las 6 h *postmortem* el tono amarillo de la carne es menor mientras mayor sea la edad del ave, no observándose efecto a las 24 h. Los valores de L^* y de b^* no se vieron afectados por el aturdimiento, al igual que el valor de a^* (color rojo de la carne), variable que tampoco cambió con la edad del animal, no presentándose interacción para los factores evaluados (Cuadro 3).

En relación al efecto del aturdimiento sobre el color de la carne, el comportamiento observado en el Cuadro 3 es similar al obtenido por Remignon *et al.* (1998) con codornices macho de una línea genética muy sensible al estrés, al ser sometidos a dos tipos de sacrificio: solo decapitación (control) y decapitación antecedida de una cierta condición de estrés, ya que no encontraron diferencias estadísticamente significativas para la luminosidad (L^*) entre el control y el estrés (44,08 y 45,01), ni para el valor de a^* (6,74 y 6,64) ni para el valor de b^* (11,62 y 12,79).

Es necesario resaltar que los valores obtenidos en el presente estudio son muy similares a los de Remignon *et al.* (1998), a excepción de b^* ; sin embargo, es importante considerar que los valores del Cuadro 3 se refieren a carne molida de pechuga y pierna, mientras que los obtenidos por Remignon *et al.* (1998) son de la superficie de la pechuga, una vez que la misma había sido refrigerada en bolsas de polietileno y almacenada durante 24 h, además de que pudieran estar influyendo otros factores como la genética (Berri *et al.*, 2001) y la nutrición (Smith *et al.*, 2002). Por su parte, Gordon (2009) al evaluar la mezcla de carne de pechuga y pierna de codornices machos, encontró valores de L^* (42,79) y de a^* (6,72) para las aves que habían sido sometidas a un alimento especial para su especie (diferente al comúnmente usado en las granjas), valores que son muy similares a los logrados en el presente trabajo. Lambooi *et al.* (1999) al evaluar pechugas de pollos entre cinco y seis semanas de edad no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de L^* , a^* y b^* para los dos sistemas de restricción utilizados (gancho y cono), ni para los dos tipos de aturdimiento implementados, eléctrico y percutor, a excepción del valor de a^* que resultó menor en los animales

Cuadro 3. Efecto de la edad de la codorniz macho y del aturdimiento eléctrico en los valores† del color 6 y 24 h *post-mortem*. Los resultados están expresados en media ± desviación estándar.

Edad (días)	6 h			24 h		
	L*†	a*	b*	L*	a*	b*
28-31	47,31±3,21a‡	6,56±0,94	8,44±0,74a	-	-	-
42-45	42,23±3,68b	6,28±0,43	7,42±0,72b	42,60±2,32a	6,27±0,27	7,16±0,84
56-59	39,38±2,24b	6,75±0,47	6,25±0,86c	39,57±2,20b	6,72±0,75	6,35±1,07
P	0,0001	0,4191	0,0001	0,0197	0,1212	0,1222
Aturdimiento						
Sin	42,89±4,15	6,51±0,53	7,33±1,39	41,25±3,27	6,30±0,20	6,82±1,03
Con	40,06±2,06	6,55±0,79	7,41±0,98	40,92±2,16	6,69±0,79	6,69±1,08
P	0,8719	0,9013	0,8158	0,7723	0,183	0,786
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	19,78	10,69	10,66	5,49	8,47	14,53

† L*: Luminosidad de la carne, a*: grado de rojo o verde de la carne, b*: grado de amarillo o azul de la carne.

‡ Para cada columna, valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$). ns = Diferencia no significativa.

aturdidos eléctricamente. En dicho estudio, la pechuga de los animales que fueron aturdidos eléctricamente obtuvo un valor de 58,84 para L*, 6,63 para a* y 19,10 para b*. Por su parte, McNeal y Fletcher (2003) no encontraron diferencias estadísticas en el color de la carne de pollo, L*, a* y b*, al comparar animales decapitados y animales con corte de yugular y carótida, siendo previamente aturdidos eléctricamente en ambos casos, mientras que McNeal *et al.* (2003) en un ensayo con pollos bajo estos mismos tratamientos, reportan diferencias solo en a*, siendo menor el valor de los pollos aturdidos con el corte de yugular y carótida, y encontrándose que los valores de L*, a* y b* para los animales con dicho corte fueron 49,8, 2,4 y 6,3, respectivamente.

En los tres trabajos mencionados se determinó el color de la pechuga de los animales a las 24 h o más *postmortem*, mientras que Alvarado y Sams (2000) evaluaron en siete momentos diferentes, durante las primeras 24 h *postmortem*, la pechuga de pollos sacrificados mediante el corte unilateral del cuello y aplicándose un aturdimiento eléctrico a algunos de ellos, observándose que antes de las 2 h la pechuga de animales no aturdidos podía ser más clara que la de los aturdidos, pero después de ese tiempo no se presentaron diferencias estadísticas entre la luminosidad de la pechuga de pollos aturdidos y no aturdidos, permaneciendo además los valores de L* constantes para ambos casos entre las 2 y las 24 h *postmortem*. En contraste con todos estos trabajos, Craig *et al.* (1999) indicaron a las 24 h *postmortem*, un mayor valor de L* para la pechuga de pollos sin aturdir eléctricamente, en comparación con la de los pollos aturdidos, tanto a bajo como a alto voltaje; en este caso no se observaron

diferencias entre los valores de b*, mientras que los valores de a* correspondientes a los pollos no aturdidos fueron significativamente menores.

Tal y como se puede apreciar, algunas de las tendencias que se observan en la literatura consultada no son consistentes entre sí, aunque se trate de la misma especie e inclusive se aplique el mismo tratamiento, lo cual pudiera estar indicando que existen una serie de factores que influyen en el color de la carne y que no se están considerando o controlando. Sin embargo, el trabajo de Alvarado y Sams (2000) pudiera estar indicando que algunas de las diferencias de color que se esperarían como consecuencia del estrés generado o no en los animales, asociado a las condiciones en el momento del sacrificio, dependerían del tiempo *postmortem* en el cual se efectúe esta evaluación.

En relación al valor de L* que caracteriza a la carne de codorniz 24 h *postmortem* en este estudio (Cuadro 3), se puede apreciar que es más oscura que la carne de otras aves consumidas tradicionalmente en el país, así como en muchos otros, tal y como lo demuestran los valores de L* de Lambooij *et al.* (1999) y de McNeal *et al.* (2003) señalados anteriormente, a los que se pueden sumar otros como el de Bianchi *et al.* (2006) de 52,63 para la pechuga de pollo entre 3 y 6 h *postmortem* y el de Qiao *et al.* (2002) de 57,83 para pechugas oscuras evaluadas el mismo día del beneficio del pollo. Si además de este aspecto se considera el grado de color rojo (a*) de la carne de codorniz (Cuadro 3), es evidente que es más roja que la carne de otros trabajos como la de Bianchi *et al.* (2006) con un valor de a* de 3,19, McNeal *et al.* (2003) con 2,4, Qiao *et al.* (2002) con 5,01 y Sante *et al.* (2000) de 5,4, referidos

todos a pechuga de pollo. El color característico de la carne de codorniz pudiera conducir a su consideración como un ingrediente adicional en la elaboración de productos cárnicos basados principalmente en la carne de pollo o pavo, como una forma de darles un color más oscuro y rojo de una manera más natural, y destinados a un consumidor donde el color claro de los productos característicos del pollo pudiera ser una desventaja.

Con respecto al efecto de la edad sobre el color de la carne de codorniz, la disminución de la L^* observada en el Cuadro 3 pudiera explicarse en principio debido a una mayor concentración de mioglobina en la carne de las aves de mayor edad (Mugler *et al.*, 1970; Fletcher, 2002); sin embargo, debería esperarse entonces que la carne se tornara más roja con la edad, lo cual no se evidenció en los períodos de tiempo evaluados, al menos no desde el punto de vista estadístico. Bianchi *et al.* (2006) observaron esta misma tendencia de carne más oscura, pero iguales valores de a^* en pollos de engorde beneficiados a diferentes edades, argumentando que la disminución de L^* podía deberse a diferencias en el metabolismo *postmortem* de las aves de distintas edades, haciendo especial énfasis en el proceso de acidificación. En este sentido, si se consideran los valores del pH correspondientes a las edades donde se pudo evaluar el color de la carne, (42-45 d y a los 56-59 d), se aprecia que según los datos del Cuadro 1, el pH muestra una ligera tendencia a incrementarse con la edad tanto a las 6 como a las 24 h *postmortem*, y según Aberle *et al.* (1989) este fenómeno puede originar una carne oscura, debido a que se mantiene una gran proporción de agua intracelular, minimizándose las reflexiones de luz blanca, a lo cual se suma el hecho de que debido a su alto pH, esta carne también dispondría de enzimas que utilizan el oxígeno rápidamente, lo que reduce la proporción de oximioglobina.

Sin embargo, es conveniente señalar que Smith *et al.* (2002) concluyeron que la edad no afecta el color de la carne de pollos de engorde, cuando evaluaron animales de ocho edades comprendidas entre los 42 y los 52 d. En vista de que tanto en el reciente análisis del presente trabajo, como en los estudios de Bianchi *et al.* (2006) y de Smith *et al.* (2002) se evaluaron aves de 42 d o más, se pudiera pensar que posiblemente el aumento en el color rojo de la carne, pudiera observarse al efectuar la evaluación comenzando con aves más jóvenes y durante un período de tiempo mayor.

CONCLUSIONES

1. Con el incremento de la edad de beneficio de la codorniz, la carne se torna más oscura, aumentando también los valores de materia seca, proteína cruda, ceniza, capacidad de retención de agua y capacidad

emulsificante hasta los 42-45 d de edad, a la cual se pueden percibir ganancias y satisfacer las expectativas de un consumidor exigente.

2. El aturdimiento eléctrico solo mejoró la capacidad emulsificante de la carne de codorniz, no afectando en forma general la composición química de la misma, ni la capacidad de retención de agua, ni su color.
3. La tendencia general del pH fue a permanecer igual y con valores más altos (a los obtenidos normalmente) durante las primeras 24 h, tanto en los animales aturdidos como en los no aturdidos, resaltando además la ausencia de diferencias en el pH de la carne entre los animales aturdidos y los no aturdidos.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer al CDCH de la UCV por el financiamiento de este trabajo a través de los proyectos PG 01-00-6536-2006 y 01-36-5271-2003.

REFERENCIAS

- Aberle, E.; J. Forrest; D. Gerard; E. Mills. 1989. Principles of Meat Science. 4ed. Kendall/Hunt Publishing Company. EUA.
- Allen, C.; S. Russell; D. Fletcher. 1997. The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development. *Poult. Sci.* 76: 1042-1046.
- Alvarado, C.; A. Sams. 2000. Rigor mortis development in turkey breast muscle and the effect of electrical stunning. *Poult. Sci.* 79: 1694-1698.
- AOAC (Association of Analytical Communities). 1997. Official Methods of Analysis. Method 920.153. 16^{ta} ed. 3^{ra} rev. AOAC International, Gaithersburg, EUA.
- AOAC (Association of Analytical Communities). 1997. Official Methods of Analysis. Method 950.46. 16^{ta} ed. 3^{ra} rev. AOAC International, Gaithersburg, EUA.
- AOAC (Association of Analytical Communities). 1997. Official Methods of Analysis. Method 991.36. 16^{ta} ed. 3^{ra} rev. AOAC International, Gaithersburg, EUA.
- Barbut, S. 1993. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Res. Intern.* 26: 39-43.
- Berri, C.; N. Wacrenier; N. Millet; E. Le Bihan-Duval. 2001. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. *Poult. Sci.* 80: 833-838.

- Bianchi, M.; M. Petracci; C. Cavani. 2006. The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. *Poult. Sci.* 85: 123-128.
- Covenin (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1980. Norma 1218. Carne y productos cárnicos. Determinación de nitrógeno. Ministerio de Fomento. Fondonorma. Caracas, Venezuela. 12 p.
- Cori, M.; V. De Basilio; R. Figueroa Ruiz; C. Michelangeli; R. Galíndez; J. García. 2009. Efecto de la edad de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) y del aturdimiento eléctrico al momento del beneficio sobre las características fisicoquímicas de la canal. *Zootecnia Trop.* 27: 175-185.
- Craig, E.; D. Fletcher; P. Papinaho. 1999. The effects of antemortem electrical stunning and postmortem electrical stimulation on biochemical and tectural properties of broiler breast meat. *Poult. Sci.* 78: 490-494.
- De Basilio V.; M. Romero; R. Galíndez. 2005. Manejo teórico-práctico sobre producción de codorniz a nivel de granjas integrales. Material de apoyo del curso. Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía, Univ. Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 31 p.
- Fletcher, D. 2002. Poultry meat quality. *World's Poult. Sci. J.* 58: 131-145.
- Fletcher, D.; R. Buhr. 2005. Effects of antemortem wing flapping on the quality of broiler pectoralis major (fillet) and pectoralis minor (tender) muscles. *Poult. Sci. Assoc. Meeting Abstr.* 84 (Suppl, 1): 58.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2010. Food consumption pattern of main food items. Dietary protein. FAO, Roma, Italia. En línea: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/fs-data/ess-fadata/en/> [Consultado 17/03/2012].
- Froning, G.; A. Babji; F. Mather. 1978. The effect of pre-slaughter temperature, stress struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. *Poult. Sci.* 57: 630-633.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. 1997. Gaceta N° 36.291. Resolución. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Caracas, Venezuela.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. 2000. Gaceta N° 37.035. Resolución. Ministerios de Producción y Comercio y de Salud y Desarrollo Social. Caracas, Venezuela.
- Gordon, V. 2009. Efecto del tipo de alimento terminador sobre las características fisicoquímicas de la carne de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 31 p.
- Gracey, J. 1989. Higiene de la Carne. 8 ed. Interamericana Mc Graw Hill. Madrid, España. 522 p.
- Gregory, N. 1989. Stunning and Slaughter. *En* Mead, G. (Ed.) *Processing of Poultry*. Chapman & Hall. Londres, Inglaterra. pp 31-63.
- Grossklaus, D. 1979. Inspección Sanitaria de la Carne de Ave. Editorial Acribia. Madrid, España. 354 p.
- Guarnieri, P.; R. Olivo; A. Soares; E. Ida; J. Lara; M. Shimokomaki. 2004. Bem estar animal e qualidade da carne. Uma exigencia des consumidores. *Rev. Nac. Carne* 301: 36-44.
- Hamm, D.; C. Ang. 1982. Nutrient composition of quail meat from three sources. *J. Food Sci.* 1613-1617.
- Karakaya, M.; C. Saricoban; M. Yilmaz. 2004. The effect of various types of poultry pre- and post-rigor meats on emulsification capacity, water-holding capacity and cooking loss. *Eur. Food Res. Tech.* 220: 283-286.
- Khan A.; R. Nakamura. 1970. Effects of pre- and postmortem glycolysis on poultry tenderness. *J. Food Sci.* 35: 266-267.
- Kiessling, K. 1977. Muscle structure and function in the goose, quail, pheasant, guinea hen and chicken. *Comp. Biochem. Physiol.* 57B: 287-292.
- Lambooj, E.; C. Pieterse; S. Hillebrand; G. Dijksterrhuis. 1999. The effects of captive bolt and electrical stunning and restraining methods on broiler meat quality. *Poult. Sci.* 78: 600-607.
- Lawrie, R. 1998. Ciencia de la Carne. 3ra ed. Editorial Acribia. Madrid, España. 136 p.
- Lucotte, G. 1990. La codorniz, Cría y Explotación. 2da ed. Ediciones MundiPrensa. Madrid, España. 57 p.
- Martínez, C. 1990. Evaluación del potencial productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix*) existente en granjas comerciales del estado Aragua. Tesis de Pregrado, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 118 p.
- McCurdy, R.; S. Barbut; M. Quinton. 1996. Seasonal effect on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. *Food Res. Intern.* 29: 363-366.

- McNeal, W.; D. Fletcher. 2003. Effects of high frequency electrical stunning and decapitation on early rigor development and meat quality of broiler breast meat. *Poult. Sci.* 82: 1352-1355.
- McNeal, W.; D. Fletcher; R. Buhr. 2003. Effects of stunning and decapitation on broiler activity during bleeding, blood loss, carcass and breast meat quality. *Poult. Sci.* 82: 163-168.
- Mori, C.; E. García; A. Pavan; A. Piccinin; C. Hachón. 2005. Desempenho e rendimento de carcasa de quatro grupos genéticos de codornas para producao de carne. *Rev. Bras. Zootec.* 34: 870-876.
- Mugler, D.; J. Mitchell; A. Adams. 1970. Factors affecting turkey meat color. *Poult. Sci.* 49: 1510-1513.
- Oliveira, N.; J. Fonseca; R. Soares; K. Ferreira. 2006. Triglicerídeos sanguíneos e composição química da carne de codornas alimentadas com bixina e niacina suplementar. *Pesq. Agropec. Bras.* 41: 1227-1233.
- Owens, C.; A. Sams. 2000. The influence of transportation on turkey meat quality. *Poult. Sci.* 79: 1204-1207.
- Panda, B.; S. Ahuja; A. Shrivastav; R. Singh; S. Agarwal; P. Thomas. 1987. Meat and meat products. *En Quail Production Technology*. Central Avian Research Institute, Izatnagar, India, 31 p.
- Pérez y Pérez, F. 1974. *Coturnicultura*. Editorial Científico-Médica. Barcelona, España. 335 p.
- Qiao, M.; D. Fletcher; D. Smith; J. Northcutt. 2001. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. *Poult. Sci.* 80: 676-680.
- Qiao, M.; D. Fletcher; J. Northcutt; D. Smith. 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poult. Sci.* 81: 424-427.
- Rathgeber, B.; J. Boles; P. Shand. 1999. Rapid postmortem pH decline and delayed chilling reduce quality of turkey breast meat. *Poult. Sci.* 78: 477-484.
- Remignon, H.; A. Mills; D. Guemene; V. Desrosiers; M. Garreau-Mills; M. Marche; G. Marche. 1998. Meat quality traits and muscle characteristics in high or low fear lines of Japanese quails (*Coturnix japonica*) subjected to acute stress. *Br. Poult. Sci.* 39: 372-378.
- Sante, V.; G. Le Portier; T. Astruc; M. Mouchoniere; X. Fernández. 2000. Effect of stunning current frequency on carcass downgrading and meta quality of turkey. *Poult. Sci.* 79: 1208-1214.
- SAS. 1989. *SAS/STAT User's Guide*. Versión 6, 4^{ta} ed. SAS Institute Inc. Cary, EUA. 846p.
- Schwarze, E.; L. Schroder. 1970. *Compendio de Anatomía Veterinaria*. Editorial Acribia. Madrid, España. 212 p.
- Shively, M. 1987. *Anatomía Veterinaria Básica, Comparativa y Clínica*. Editorial El Manual Moderno. Ciudad de México, México. 322 p.
- Smith, D.; C. Lyon; B. Lyon. 2002. The effect of age, dietary carbohydrate source, and feed withdrawal on broiler breast fillet color. *Poult. Sci.* 81: 1584-1588.
- Swift, C.; C. Lockett; A. Fryar. 1961. Comminuted meat emulsions-the capacity of meats for emulsifying fat. *Food Tech.* 15: 468-473.
- Tankson, J.; Y. Vizzier-Thaxton; J. Thaxton; J. May; J. Cameron. 2001. Stress and nutritional quality of broilers. *Poult. Sci.* 80: 1384-1389.
- Tserveni-Gousi, A.; A. Raj; M. O'Callaghan. 1999. Evaluation of stunning/killing methods for quail (*Coturnix japonica*): bird welfare and carcass quality. *Br. Poult. Sci.* 40:35-39.
- Turcsán, Z.; J. Szigeti; L. Varga; L. Farkas; E. Birlas; J. Turcsán. 2001. The effects of electrical and controlled atmosphere stunning methods on meat and liver quality of geese. *Poult. Sci.* 80: 1647-1651.
- Wardlaw, F.; L. McCaskill; L. Acton. 1973. Effects of postmortem muscle changes on poultry meat loaf properties. *J. Food Sci.* 38: 421-423.
- Yalcin, S.; I. Oguz; S. Otles. 1995. Carcase characteristics of quail (*Coturnix coturnix japonica*) slaughtered at different ages. *Br. Poult. Sci.* 36: 393-399.