

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN GRUPOS MIXTOS DE CODORNIZ JAPONESA (*Coturnix coturnix japonica*) EN ENGORDE BENEFICIADOS A DIFERENTES EDADES

Carcass Characteristics in Mixed Groups of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) in Fattening Slaughtered at Different Ages

Jesús José Portillo-Loera, Francisco Gerardo Ríos-Rincón, Carlos Bell Castro-Tamayo, Claudio Angulo-Montoya y Germán Contreras-Pérez*

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa.
Blvd. San Ángel s/n. Culiacán, Sinaloa, 80236 México. Fax: +52 (667) 718-1650, * gcp@uas.edu.mx

RESUMEN

En la producción de carne de ave se busca incrementar el rendimiento de la porción comestible de las canales, a menor edad de beneficio. Para determinar las características de la canal de codorniz japonesa seleccionada para alto peso corporal en engorde en grupos mixtos, de una parvada de 300 codornices se eligieron 24 hembras y 24 machos a los 21 días (d) de edad. A los 28; 32; 36 y 40 d de edad, se beneficiaron 6 hembras y 6 machos. Fue registrado el peso vivo al sacrificio (PVS), peso de la canal caliente (PCC), peso de la pechuga (PP) y de músculos pectorales. Se realizó análisis de varianza y se utilizaron polinomios ortogonales para valorar el cambio en las variables; los promedios se compararon con la prueba de Tukey. El PVS en las hembras fue superior al de los machos ($P<0,01$) 6,1% a los 36 d (216,3 vs. 203 g) y 27,9% a los 40 d (251,35 vs. 203,85 g). El PCC fue mayor ($P<0,01$) en hembras a los 36 d (132,9 vs. 126,4 g) y a los 40 d (145,2 vs. 126,3 g). Las hembras tuvieron mayor PP ($P<0,05$) a los 32 (56,4 vs. 53,1 g), 36 (58,7 vs. 53,6 g) y 40 d (62,8 vs. 54,8 g). El pectoral superficial fue mayor en hembras ($P<0,05$) a los 32 d (33 vs. 30,9 g; 6,36%), 36 d (33,3 vs. 29,1 g; 12,6%) y 40 d (36,7 vs. 31,6 g; 13,9%). Se concluye que en las características de la canal de codorniz japonesa seleccionada para alto peso corporal en engorde en grupos mixtos, las hembras tienen mejores características de canal a partir de los 36 d de edad.

Palabras clave: *Coturnix coturnix japonica*, rendimiento de canal, pectoral, edad, sexo.

ABSTRACT

The goal of the poultry meat production is increase performance of edible portion carcass a lower age at slaughter. The aim of the present study was to determinate the carcass characteristics of Japanese quail selected to high body weight in fattening mixed groups, from a flock 300 quails were chosen 24 females and 24 males to 21 days (d) of age. At 28, 32, 36 and 40 d of age, 6 females and 6 males were slaughtered. Live weight at slaughter (LWS), hot carcass weight (HCW), breast weight (BW), and pectoral muscles were registered. Analysis of variance was performed, orthogonal polynomials were used to assess the change invariables and means were compared with Tukey's test. LWS was higher in females than males ($P<0.01$) 6.1% at 36 d (216.3 vs. 203 g), and 27.9% at 40 d (251.35 vs. 203.85 g). HCW was higher ($P<0.01$) in females at 36 d of age (132.9 vs. 126.4 g), and at 40 d (145.2 vs. 126.3 g). The female was higher major PP ($P<0.05$) a los 32 (56.4 vs. 53.1 g), 36 (58.7 vs. 53.6 g) y 40 d (62.8 vs. 54.8 g). Pectoral superficialis muscle was higher in females ($P<0.05$) at 32 d (33 vs. 30.9 g; 6.36%), 36 d (33.3 vs. 29.1 g; 12.6%), and 40 d (36.7 vs. 31.6 g; 13.9%). It's concluded that the carcass characteristics of Japanese quail selected for high body weight, of fattening in mixed groups, females have better carcass characteristics from 36 d of age.

Key words: *Coturnix coturnix japonica*, carcass yield, pectoral, age, sex.

INTRODUCCIÓN

Debido a su bajo costo de mantenimiento y a su corto periodo intergeneracional, la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), además de una excelente fuente de proteína,

particularmente en los países en desarrollo [1], constituye una alternativa para la investigación avícola [5], es un ave que combina la producción de huevo con la producción de carne; para tal propósito, se ha aprovechado la ventaja de ser la especie doméstica aviar más pequeña, fácil de manejar y que permite una alta densidad de animales durante la crianza [2]. La producción de carne de codorniz japonesa ha incrementado durante los últimos años debido a la selección genética [20], para lograr mayor peso corporal a una edad específica [22], particularmente se ha reflejado en el aumento del porcentaje de carne comestible de la canal [4], propiciado por los cambios en el peso corporal (PC) que ocurren durante el crecimiento de las codornices con relación a la edad. La rentabilidad de la producción de carne de ave ésta determinada por el incremento en la proporción de tejido comestible, en especial del músculo de la pechuga y en la reducción de la grasa corporal [31]; por ello, al engordar la codorniz japonesa para la producción de carne es esencial conocer las características de la canal en una población específica para establecer la relación con el patrón de crecimiento corporal a través del tiempo [14, 15]. Se afirma que la tasa de crecimiento de la codorniz japonesa es mayor hasta aproximadamente la quinta semana de vida, momento a partir de la cual tiende a disminuir la magnitud de la ganancia de peso, decrece la eficiencia productiva e incrementa la deposición de grasa y el peso de gónadas [9, 11]. El rendimiento en canal (RC) se define como la relación entre el PCC y el PC, y en el pueden influir además de las condiciones ambientales, la estirpe, el sexo y edad de las codornices [13], en tanto que el rendimiento de los componentes corporales, es el peso individual de un órgano, de un tejido o de una parte comestible y no comestible de la canal y es afectado por el PC [36] y por la edad de las codornices [39]. Al estimar los parámetros genéticos para características corporales y de la canal en dos estirpes de codorniz japonesa (*Coturnix japonica* y *Coturnix ypsilophorus*) a 35; 42; 49 y 63 d de edad, el peso corporal de las hembras fue mayor en magnitud de 5,2; 9,6; 19,4 y 35,4 g, respectivamente [40]. Un estudio previo demostró que el PCC fue superior en hembras a los 36 d de edad (143,6 vs. 127,3 g), sin embargo, el rendimiento en canal de los machos fue 2,58; 0,9 y 3,4% mayor a los 32; 36 y 40 d [9]. Dada la implicación de estos factores en las características de la canal y la forma de comercialización de la codorniz japonesa, es importante conocer las características de la canal de acuerdo con el sexo y la edad de las codornices. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar las características de la canal de codorniz japonesa seleccionada para alto peso corporal en engorde en grupos mixtos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El experimento se realizó en la Unidad Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en Culiacán, Sinaloa, México (24° 46'

13" LN y 107° 21' 14" LO). La región se caracteriza por tener un clima BS₁ (h') w (w)(e), el cual se define como clima semi-seco, muy cálido, con lluvias en verano según la clasificación de Köppen y modificada por García [17].

Manejo y alimentación de las aves

De una parvada de 300 codornices japonesas seleccionadas para alto peso corporal, se eligieron aleatoriamente 24 machos y 24 hembras de 21 d de edad, de acuerdo al procedimiento descrito por Lucotte [27], que consiste en sexar a las aves según el color de las plumas del cuello, donde predomina el color marrón rojizo en los machos y gris beige en las hembras; las aves se seleccionaron a esta edad, debido a que el dimorfismo sexual está bien definido. Las aves fueron distribuidas en cuatro grupos de 12 codornices (seis hembras y seis machos), alojadas en cuatro jaulas metálicas de 90 x 90 x 60 cm, colocadas sobre piso de cemento con cama de heno de Sudán (*Sorghum vulgare* var. *Sudanensi*). Cada corraleta tenía disponible un comedero tipo tolva semiautomático de piso de 25 x 17,5 x 25 cm (Implementos Huacuja SA de CV, Tonalá, Jalisco, México) y un abastecedor automático de agua de 20 x 12 cm (Modelo AA, Sistemas Agropecuarios JAT SA de CV; Zapopan, Jalisco, México). Las jaulas se colocaron dentro de una caseta avícola tipo convencional (9 x 9 m); el microclima al interior de la caseta fue 25,6 a 32,3°C y 51 a 77% de HR. La superficie efectiva en la jaula fue de 67,5 cm²/animal, incluyendo el área de comedero y bebedero. El periodo de iluminación durante el tiempo de engorde intensivo fue de 24 h. La dieta se formuló de acuerdo con los requerimientos de la codorniz japonesa en engorde [32]), conteniendo en base seca 21,35% de proteína cruda, 2906 kcal de EM/kg de MS, 0,50% de metionina, 1,41% de lisina, 1,03% de calcio y 0,48% de fósforo (TABLA I). El agua y el alimento se proporcionaron *ad libitum*.

Método de sacrificio y disección

Para elegir a las aves a beneficiar de los grupos alojados en las jaulas metálicas, las codornices fueron sorteadas al cumplir 28; 32; 36 y 40 d de edad. Antes del beneficio, los animales fueron sometidos a un periodo de ayuno de tres horas y consumo de agua *ad libitum*. Al finalizar el ayuno, las aves fueron pesadas individualmente en una báscula digital OHAUS^{MR} (Modelo Scout Pro ST 401, Ohaus Corporation, Pine Brook, NJ, EUA; capacidad 400 g, precisión de 0,1 g), y beneficiadas por decapitación de acuerdo a lo establecido por la norma oficial mexicana NOM-033-ZOO-1995 "Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres" [34]. Para determinar las características de la canal, las codornices fueron nuevamente pesadas después del desangrado, para obtener por diferencia el peso de la sangre; luego las alas fueron desprendidas de la articulación radiocarpiana y las patas de la tibiotarsiana; enseguida, fueron separadas la piel y las plumas por tracción mecánica; posteriormente se realizó la extracción manual de las vísceras, a excepción del corazón, pulmones y riñones. Se registró el peso de la canal y del paquete de vis-

TABLA I
COMPOSICIÓN Y APORTE NUTRIMENTAL DE LAS DIETAS PARA CODORNIZ JAPONESA
EN ENGORDE INTENSIVO (BASE SECA)

Ingrediente	Cantidad (%)	Aporte nutrimental	Cantidad
Maíz (8,03% PC)	33,90	Humedad	9,97
Harina de soja (44% PC)	26,90	Proteína cruda	21,35
Garbanzo de descarte (20% PC)	29,00	Energía metabolizable (kcal/kg)	2,906
Aceite de soja	4,00	Fibra cruda	3,89
Sal común (NaCl)	0,400	Extracto etéreo	5,52
DL-metionina (98,5%)	0,200	Metionina	0,50
L-lisina (99%)	0,200	Lisina	1,41
Piedra caliza	1,600	Calcio	1,03
Ortofostato	1,580	Fósforo	0,48
Pre-mezcla de vitaminas y minerales ^a	0,250	Ácido linoleico	3,14

^aPre-mezcla de vitaminas y minerales proporciona por kg de dieta: 3,75 mg retinol; 112 µg colecalciferol; 30 mg acetato de tocoferol; 3 mg bisulfuro sódico menadiona; 1,5 mg tiamina; 6 mg riboflavina; 3 mg piridoxina; 15 µg cianocobalamina; 1,5 mg ácido fólico; 55 mg niacina; 15 mg Ca pantotenato; 180 µg biotina; 600 mg colina; 75 mg Mn; 75 mg Zn; 75 mg Fe; 900 µg Mo; 750 µg Co; 105 µg Se; 120 mg Banox (BHA + BHT).

ceras digestivas y reproductivas en conjunto; posteriormente, fue calculado el rendimiento en porcentaje. Después de lavar y sanitizar la canal en agua fría (50 ppm de hipoclorito; 6°C), el pre-enfriamiento se llevó a cabo en recipientes de plástico provistos de agua potable enfriada con hielo triturado (3°C; 30 minutos). Las canales se colocaron en bolsa de cierre hermético (Ziploc^{MR}) para enfriarlas (2°C; 24 h) en un equipo comercial (Enfriador vertical Modelo REB-160 Nieto Refrigeración S.A. de C.V. Celaya, Guanajuato, México). Transcurrido este tiempo, las canales nuevamente se pesaron y se calculó su rendimiento. De cada canal fueron diseccionados y pesados los músculos *Pectoralis major* y *Pectoralis minor*, de acuerdo al protocolo propuesto por Genchev y Mihaylov [18].

Análisis estadístico

Para probar su ajuste a la distribución normal a los resultados de las características de la canal se les aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la prueba de Bartlett para probar la homogeneidad de las varianzas [37]. Luego se utilizó el análisis de la varianza para peso vivo al sacrificio (PVS), donde cada canal fue una observación. Para valorar el cambio en las variables a las edades al sacrificio se utilizaron polinomios ortogonales, y los promedios se compararon con la prueba de Tukey [38]. Para el resto de las variables se aplicó un análisis de covarianza, utilizando el PVS como covariable bajo un diseño completamente al azar, y el promedio se comparó por medio de la prueba de Tukey-Kramer. En todos los análisis se consideró un nivel de alfa de 0,05 para aceptar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso vivo al sacrificio y características de canal

El PVS de los machos no se modificó desde el día 36 (TABLA II), pero en las hembras incrementó conforme a la

edad, en 6,2% ($P < 0,05$) a los 36 d (216,3 vs. 203 g) y 18,9% a los 40 de edad (251,35 vs. 203,85 g). En estudios previos se ha descrito que, el sexo de las aves influye en la expresión del PC de la codorniz japonesa a diferentes edades; en tal sentido, el PC de las hembras es mayor que en los machos [4,35]. La diferencia en el PC a favor de las hembras se puede atribuir al continuo aumento de peso de los órganos reproductivos, además de hígado e intestinos, por lo que las hembras alcanzan su punto máximo de crecimiento 4,7 d más tarde que los machos, en consecuencia la hembra alcanza la madurez sexual más tarde [16]. Lamosova y col. [25] afirman que, la secreción de leptina influye en la tasa de crecimiento y en el inicio de la madurez sexual de la codorniz japonesa; en los machos inicia la secreción de la hormona luteinizante (LH) a 3-4 semanas de edad, la cual es crucial para la secreción de testosterona que estimula el rápido crecimiento testicular y en consecuencia la madurez sexual. La diferencia significativa en la tasa de crecimiento entre el macho y la hembra de codorniz japonesa a partir del d 36 de edad, se debe a la combinación de factores asociados con la actividad anabólica de la testosterona en machos y de los ovarios de la hembra [16], que conlleva al incremento en el PC [24]. Vatsalya y Arora [42], demostraron la relación entre la proteína plasmática, hematocrito y concentración de glucosa sanguínea con el crecimiento corporal de codornices; el incremento en el hematocrito, seguido de la mejora en la eritropoyesis favorece la tasa de crecimiento muscular, la actividad metabólica y la producción de gonadotropinas, hormonas metabólicas y sexuales, mientras que la declinación en la concentración de glucosa podría ser asociado al metabolismo de los carbohidratos inducidas por hormonas metabólicas estrechamente implicadas en la producción, metabolismo y almacenamiento de glucosa.

El PCC no fue diferente ($P > 0,05$) entre hembras y machos a los 28 y 32 d de edad; sin embargo, al d 36 (132,9 vs. 126,4 g) y al d 40 (145,2 vs. 126,3 g) el PCC fue superior

TABLA II
PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL DE CODORNIZ JAPONESA EN ENGORDE INTENSIVO

Variable	Edad al sacrificio, días							
	28		32		36		40	
	H	M	H	M	H	M	H	M
PVS, g	183,5	178,6	201,7	197,4	216,3	203,0	251,4 ^a	203,9 ^b
PCC, g	114,7	111,8	125,1	118,1	132,9 ^a	126,4 ^b	145,2 ^a	126,3 ^b
RCC, %	62,5	62,5	61,9	59,9	61,7	62,3	57,8 ^a	62,0 ^b
PNC, g	75,9	73,8	83,8	86,3	90,4 ^a	83,4 ^b	113,6 ^a	84,7 ^b
PNC, %	41,4	41,4	41,7	43,6	41,6	41,1	45,1 ^a	41,5 ^b
PCF, g	120,7	117,3	134,6	132,1	144,2 ^a	137,4 ^b	153,6 ^a	136,8 ^b
RCF, %	65,7	65,6	66,6	66,9	67,9	67,7	61,2 ^a	67,2 ^b

PVS: peso vivo al sacrificio; PCC: peso canal caliente; RCC: rendimiento canal caliente; PNC: peso de porción no comestible; PCF: peso canal fría; RCF: rendimiento de canal fría.

^{a, b}. Valores dentro de fila en de cada edad al sacrificio indican diferencia estadística ($P < 0,05$).

($P < 0,01$) en hembras en 4,9 y 13%, respectivamente. En tal sentido, se refiere a que líneas de codorniz japonesa provenientes de programas de selección producen canales más pesadas, con más rendimiento cárnico pero con mayor deposición de grasa abdominal; en tal caso, las hembras producen canales más pesadas que los machos (161,7 vs. 150,9 g); por lo que la selección genética, así como la edad, tienen un efecto significativo en el peso de las canales [28, 41]. De esta manera, otros autores mencionan que el PCC en el rango de 28 a 31 d de edad en machos de codorniz japonesa fue de 75,5 g, y en el rango de 42 a 45 d, el PCC fue de 90,8 g [10]. De acuerdo con ello, en codorniz japonesa seleccionada para crecimiento corporal, el PCC fue superior en hembras a los 36 d de edad (143,6 vs. 127,3 g) [9]. Aunque los valores presentados por estos autores son diferentes numéricamente entre sí, se advierte que la disimilitud en la expresión de estas variables se asocia con el rango de edad y el sexo de las aves. Sin embargo, a los 24 d de edad el PCC de hembras y machos fue similar (97,74 g) [20], en razón de que el sistema reproductivo de las hembras aún no se ha desarrollado plenamente para la producción de huevo [1], porque no han alcanzado su madurez sexual [6].

En el presente estudio, en el RC no se observaron diferencias ($P > 0,05$) entre sexos a los 28 (62,5%) ni a los 32 d de edad (60,9%); pero a partir del d 36, fue mayor en los machos (62,3 vs. 61,7%; $P < 0,05$), situación que se observó también al d 40 (62 vs. 57,9%). En un estudio anterior el RC fue mayor en los machos (60,91 vs. 59,66%), a los 28 d de edad [10], circunstancia previamente referida con 70,5% para machos y 64,2% para hembras [40]; otros autores registraron 70,9 y 71,7%, respectivamente [7, 23]. La diferencia porcentual en RC entre los resultados anteriores y los observados en el presente estudio, se deben a que en aquellas canales no se retiró la piel; además en algunos de estos trabajos, no se describe detalladamente el proceso de beneficio de las aves, por lo cual no se puede asegurar que los valores de rendimiento ya referi-

dos dependan del proceso de sacrificio. Es posible enunciar que el menor RC de las hembras a partir del d 36 de edad se debe al crecimiento acelerado del aparato reproductor, que luego se manifiesta en un mayor peso de las vísceras. Se afirma que al iniciar la pubertad, 40 d de edad [21], el ovario se posiciona por la parte posterior de la región suprarrenal respectiva y el ligamento se distiende al mismo tiempo que adquiere particular robustez [33].

El peso de la porción no comestible fue similar ($P > 0,05$) entre hembras y machos a los 28 (74,8 g) y a los 32 d de edad (84,9 g). Sin embargo, se observó que la porción no comestible en las hembras fue superior ($P < 0,05$) en 7,7% a los 36 d (90,4 vs. 83,4 g) y en 25,4% a los 40 d (113,6 vs. 84,7 g). De manera global, estos valores indican que del 41 al 45% del PV total de las codornices, corresponde al peso de cabeza, sangre, patas, alas, vísceras y piel más plumas; el incremento en el peso de los órganos está estrechamente relacionado con el aumento del PC de las codornices hembras, el cual a su vez se relaciona con la edad al sacrificio [39]. En la TABLA III, se muestran los valores detallados para cada uno de estos componentes, en la que cabe destacar las diferencias observadas para el peso de la piel más plumas (39,5 vs. 34,3 g) y de las patas (4,2 vs. 3,9 g), que fueron superiores ($P < 0,05$) en las hembras.

En la FIG. 1 se muestran los resultados del peso del paquete conjunto de vísceras digestivas y reproductivas de codorniz japonesa por sexo y edad al sacrificio. No se observó diferencia ($P > 0,05$) en esta variable a los 28 (22,8 g) ni a los 32 d de edad (30 g). En cambio, a los 36 d, fue superior ($P < 0,05$) en 18,3% en hembras (32,3 vs. 26,4 g); sin embargo, a los 40 d, se incrementó en 42,9 % (48,7 vs. 27,8 g). Esto se asocia a un mayor PC de las hembras, en las que se aprecia un pronunciado crecimiento del aparato reproductor en preparación para iniciar la producción de huevo [1], por lo que el mayor incremento del peso de las vísceras ocurrió a los 40 d de edad en las hembras de codorniz japonesa.

TABLA III
PESO Y RENDIMIENTO DE LOS COMPONENTES CORPORALES DE CODORNIZ JAPONESA

Variable	Edad al sacrificio, días							
	28		32		36		40	
	H	M	H	M	H	M	H	M
PVS, g	183,5	178,6	201,7	197,4	216,3	203,0	251,4 ^a	203,9 ^b
Cabeza, g ^{1,3}	8,55	8,55	8,7 ^a	9,4 ^b	9,1 ^a	10,0 ^b	9,9	10,2
Cabeza, % ^{1,3}	4,7	4,8	4,3 ^a	4,8 ^b	4,2 ^a	4,9 ^b	4,0 ^a	5,0 ^b
Sangre, g	4,3	4,1	4,9	3,7	4,9 ^a	6,6 ^b	8,1 ^a	5,3 ^b
Sangre, %	2,3	2,3	2,4	1,9	2,2 ^a	3,3 ^b	3,2 ^a	2,6 ^b
Alas, g ^{1,3}	3,3	3,1	3,3	3,1	3,1	2,9	3,2	2,9
Alas, % ^{1,3}	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4
Patatas, g ²	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	4,2 ^a	3,9 ^b
Patatas, % ²	2,1	2,2	1,9	2,0	1,8	1,9	1,7	2,1
Piel + Plumaz, g	32,9	31,7	35,3	34,1	36,5	33,7	39,5 ^a	34,3 ^b
Piel + Plumaz, %	18,0	17,8	17,6	17,3	17,0	16,6	15,8	16,8

^{a, b}, Valores dentro de fila en de cada edad al sacrificio indican diferencia estadística ($P < 0,05$).

¹Tendencia lineal en los valores de ambos sexos; ² Tendencia lineal en los valores para hembras; ³Tendencia lineal en los valores de machos ($P < 0,05$).

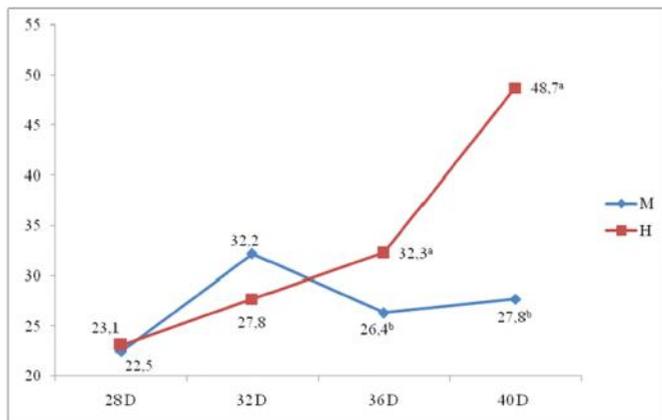


FIGURA 1. PESO DE VÍSCERAS DIGESTIVAS Y REPRODUCTIVAS DE CODORNICES MACHOS Y HEMBRAS SACRIFICADAS A DIFERENTES EDADES.

En la TABLA IV se muestran los resultados del peso de las piezas primarias de la canal de codorniz japonesa en engorde intensivo beneficiada a diferentes edades. El peso de piernas, dorso y músculo supracaracoides no mostraron diferencia ($P > 0,05$) entre sexos y edad al sacrificio. En cambio, el peso de las alas en ambos sexos, tuvo un incremento lineal durante las diferentes edades al sacrificio. En codorniz japonesa a 42 d de edad, previamente se observó efecto de edad y sexo en el peso de piernas [26] y en el peso del dorso [39].

En la FIG. 2 se muestran los resultados de PP con hueso a diferentes días de edad. A los 28 d de edad no se observó diferencia ($P > 0,05$) entre machos y hembras (48,2 g); sin embargo, a los 32 (56,4 vs. 53,1 g), 36 (58,7 vs. 53,6 g) y 42 (62,8 vs. 54,8 g) d de edad, las hembras mostraron mayor PP ($P < 0,05$), cuyos incrementos fueron de 5,8; 8,7 y 12,7%, res-

pectivamente. El rendimiento de la pechuga en relación con el PV a los 28 d de edad fue similar entre sexos (26,5%), pero superior ($P < 0,05$) en las hembras a los 32 (27,9 vs. 26,9%) y 36 d de edad (27,3 vs. 26,4%), e inferior a los 40 d de edad (25,0 vs. 26,9%).

El peso y porcentaje de la pechuga obtenidos en el presente trabajo son cercanos a resultados previamente referidos en codornices europeas a los 42 d de edad, donde el peso de pechuga fue de 67 g (27,99%) [12], pero mayores a los 56,4 g (24,1%) registrados por Lofti y col. [26]. En otro estudio se menciona que a los 35 d de edad el rendimiento promedio fue de 20,05% en carne de pechuga, sin observar efecto de sexo [19]; en codorniz japonesa engordada a 31 d, el PP fue de 18,9 g (16,1%); en el rango de 42 a 45 d, las pechugas pesaron 23,5 g, y en el rango de 56 a 59 d, pesaron 23,6 g [11]. Con relación a estos valores, diversos autores observaron que la carne de la pechuga de las codornices representó 21,3% del PV [7] y 20,2% [3] a los 45 y 42 d de edad, respectivamente; sin embargo, estos rendimientos son inferiores a los aquí registrados a los 40 d de edad.

Estos resultados indican que el incremento gradual en el PP influye en el PCC de codorniz japonesa sacrificada a diferentes edades. Es evidente que los valores de RC y de la pechuga con respecto a los previamente observados por otros autores, indican una respuesta favorable a la selección para crecimiento y la relación positiva de este con las características de la canal [40], así como la mejora en las prácticas de alimentación, las condiciones de producción en la granja y en el manejo sanitario preventivo de las parvadas [8].

El PP entre machos y hembras no se modificó ($P > 0,05$) a los 28 d de edad (48,2 g); sin embargo, a los 32 (56,4 vs.

TABLA IV
PESO DE PIEZAS PRIMARIAS DE LA CANAL Y DE MÚSCULOS Y GRASA PECTORAL DE CODORNIZ JAPONESA

Variable	Edad al sacrificio, días							
	28		32		36		40	
	H	M	H	M	H	M	H	M
Alas, g ^{1,3}	8,9	8,8	9,9	9,8	9,8	9,5	10,8	9,6
Piernas, g	25,7	27,5	31,2	31,3	32,9	31,1	35,2	32,0
Dorso, g	32,8	32,9	36,1	36,9	42,2	42,4	42,2	42,4
Pechuga, g	48,9	47,5	56,4 ^a	53,1 ^b	58,7 ^a	53,6 ^b	62,8 ^a	54,8 ^b
Pectoral superficial, g	27,3	26,1	33,0 ^a	30,9 ^b	33,3 ^a	29,1 ^b	36,7 ^a	31,6 ^b
Supracaracoideo, g	7,9	8,2	9,2	8,8	9,6	9,2	10,1	8,9
Grasa, % ¹	0,79	0,91	1,86	1,96	3,88	5,90	4,4	3,4

^{a, b}, Valores dentro de fila en de cada edad al sacrificio indican diferencia estadística (P<0,05).

¹ Tendencia lineal en los valores de ambos sexos; ³ Tendencia lineal en los valores de machos (P<0,05).

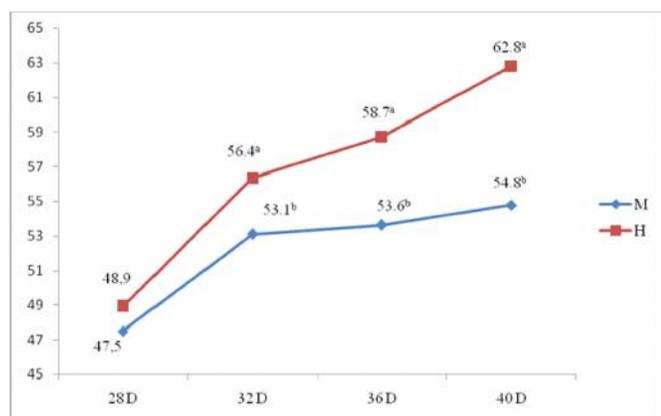


FIGURA 2. PESO DE PECHUGA CON HUESO DE CODORNICES MACHOS Y HEMBRAS SACRIFICADAS A DIFERENTES EDADES.

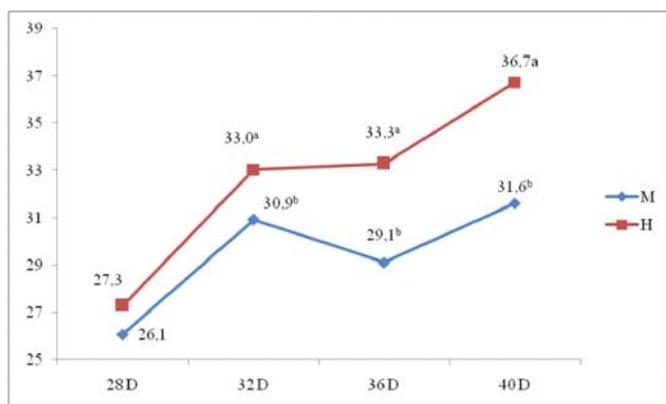


FIGURA 3. PESO DE PECTORAL SUPERFICIAL DE CODORNICES MACHOS Y HEMBRAS SACRIFICADAS A DIFERENTES EDADES.

53,1 g), 36 (58,7 vs. 53,6 g) y 40 (62,8 vs. 54,8 g) d de edad, las hembras mostraron mayor PP (P<0,05), cuyos incrementos fueron de 5,8; 8,7 y 12,7%, respectivamente. Diferencias en el PP fueron observados conforme incrementa la edad [39] y por

efecto de sexo a partir de 36 d [11] y a los 42 d de edad [26]; aunque también se ha observado que el incremento en el PC no afecta a esta característica [29]. La pechuga con hueso constituye el principal corte primario que se obtiene de la canal de la codorniz japonesa ya que representa del 35 al 38% [2, 30] y es el corte de mayor valor económico [39]. Con base en lo anterior, el rendimiento de la carne de pechuga se define comúnmente como la proporción de carne relativa al peso de la canal o el PP con relación al PC [39], y en ello influye el peso de los músculos *Pectoralis major* y *Pectoralis minor*.

El peso del músculo *Pectoralis major* varía conforme a la edad y al sexo de la codorniz japonesa (FIG. 3), excepto a los 28 d, donde fue similar (P<0,05) entre machos y hembras (26,7 g); en las hembras a partir de los 32 d, el peso del *Pectoralis major* fue superior (P<0,05) en 6,36% (33,0 vs. 30,9 g); a los 36 d en 12,6% (33,3 vs. 29,1 g), y a los 40 d de edad fue 13,9% (36,7 vs. 31,6 g). A partir del d 32 de edad, el incremento del peso del músculo *Pectoralis major*, se corresponde con el aumento de peso de la canal de las hembras a través de la edad (TABLA II). Estos resultados coinciden con las aportaciones de diversos autores, quienes señalan que el peso de la canal de las hembras, incrementa con la edad de las aves y que a su vez influye en el PP [39] y del músculo *Pectoralis major* [7, 9], en cantidades que oscilan entre los 2,8 a los 3,9 g a partir de los 36 a 45 d de edad.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Se concluye que en las características de la canal de codorniz japonesa seleccionada para alto peso corporal en engorde en grupos mixtos, las hembras tienen mejores características de canal a partir de los 36 días de edad.

Los resultados del presente estudio implican que en el engorde de codorniz japonesa en grupos mixtos se traduce en una mayor disponibilidad de tejido comestible que le da mayor plusvalía a las canales desde el punto de vista económico

para el productor y resulta atractiva la oferta para el consumidor, al pagar por una canal con mayor rendimiento cárnico. Este doble beneficio, es un estímulo para la promoción de la coturnicultura como alternativa viable que contribuya a la mejora de los esquemas de selección y para incrementar la producción de proteína de origen animal destinada al consumo humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AKINOLA, L.A.; SEJE, B.T. Performance and body composition of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) fed different dietary nutrients in Nigerian humid tropical environment. **J. Anim. Sci. Adv.** 2:902-923. 2012.
- [2] ALKAN, S.; KARABAG, K.; GALIC, A.; KARSLI, T.; BALCIOGLU, M.S. Determination of body weight and some carcass traits in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) of different lines. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.** 16: 277-280. 2010.
- [3] AMIZANDALE, B.; KARAMI, B.; LOFTI, E. Growth performance and carcass characteristics of Japanese quail to *Mentha piperita* supplementation. **Anim. Biol. & Anim. Husb.** 4:24-27. 2012.
- [4] BANERJE, S. Carcass studies of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in hot and humidity climate of Eastern India. **World Appl. Sci. J.** 8:174-176. 2010.
- [5] BEIKI, H.; PAKDEL, A.; MORADI-SHAHRBABA, M.; MEHRBAN, H. Evaluation of growth functions on Japanese quail lines. **J. Poult. Sci.** 50:20-27. 2013.
- [6] BOON, P.; VISSER, H.; DAAN, S. Effect of photoperiod on body weight gain, and daily energy intake and energy expenditure in Japanese quail (*Coturnix c. japonica*). **Phys. and Behav.** 70:249-260. 2000.
- [7] CARON, N.; MINVIELLE, F.; DESMARAIS, M.; POSTE, L.M. Mass selection for 45-day body weight in Japanese quail: selection response, carcass composition, cooking properties and sensory characteristics. **Poult. Sci.** 69:1037-1045. 1990.
- [8] CASTAÑEDA, S.M.P. Importancia del bienestar de las aves en la producción avícola y factores que intervienen en la planeación de una granja. En: Hernández, V.X., Quintana, L.J.A., López, C.C. (Eds) **Zootecnia Avícola**, 1ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Pp 137-145. 2009.
- [9] CASTRO, T.C.B.; PORTILLO, L.J.J.; RIOS, R.F.G. Efecto de la separación por sexo en la respuesta productiva y composición de las canales de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) en engorde intensivo sacrificadas a diferentes edades. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XXII (3):252-258. 2012.
- [10] CONTRERAS, P.G.; TORRES, E.; GUARDADO, C.; BARAJAS, R. Rendimiento en canal de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) criada en primavera en Culiacán, Sinaloa. **Reunión Nacional de Investigación Pecuaria.** Chihuahua, 11/3-6. México. (Resúmenes). 102 pp.1992.
- [11] CORI, M.E.; DE BASILIO, V.; FIGUEROA, R.; COROMOTO, R.; GARCÍA, J. Efecto de la edad de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) y del aturdimiento eléctrico al momento del beneficio sobre las características de la canal. **Zoot. Trop.** 27:175-185. 2009.
- [12] CORREA, G.; SILVA, M.; FONTES, D.; CORREA, A.; EULER, A.; FRIDRICH, A.; FERREIRA, I.; VENTURA, R.; RUFINO, J.; VALENTE, Y.B. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaca de codornas europeiza. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 57:266-271. 2005.
- [13] DAIKWOW, S. I.; MOMOH, O. M.; DIM, N. I. Heritability estimates of genetic and phenotypic correlations among some selected carcass traits of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) raised in a sub-humid climate. **J. Biol. Agric. Health.** 3:60-65. 2013.
- [14] DARMANI-KUHI, H.; KEBREAB, E.; LOPEZ, S.; FRANCE, J. An evaluation of different growth functions for describing the profile at live weight time (age) in meat and egg strain of chicken. **Poult. Sci.** 82:1536-1543. 2003.
- [15] DOGAN, N.; EMRE, K.; MEHMET, Z.F.; TULIN, A. Comparison of non-linear growth functions to describe the growth in Japanese quails. **J. Anim. Vet. Adv.** 9:1961-1966. 2010.
- [16] DU PREEZ, J.J.; SALES, J. Growth rate of different sexes of the European quail (*Coturnix coturnix*). **Br. Poult. Sci.** 38:314-315. 1997.
- [17] GARCIA, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones climáticas de la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 144 pp. 1988.
- [18] GENCHEV, A.; MIHAYLOV, R. Slaughter analysis protocol in experiments using Japanese quail (*Coturnix japonica*). **Trakia J. Sci.** 6:66-71. 2008.
- [19] GENCHEV, A.; MIHAYLOVA, G.; RIBARSKI, S.; PAVLOV, A.; KABAKCHIEV, M. Meat quality and composition in Japanese quail. **Trakia J. Sci.** 6:72-82. 2008.
- [20] HAJKHODADADI, M.S.; MORAVVEJ, H.; ZARE-SHAHNEH, A. Effect of dietary lysine on performance and immunity parameters of male and female of Japanese quails. **Afr. J. Agric. Res.** 8:113-118. 2013.

- [21] HAMED, S.; SHOMALI, T.; AKBARZADEH, A. Prepubertal and pubertal caecal wall histology in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Bulg. J. Vet. Med.** 16:96-101. 2013.
- [22] KHALDARI, M.; PAKDEL, A.; MEHRABANI-YEGANE, H.; NEJATI-JAVAREMI, A.; BERG, P. Response to selection and genetic parameters of body and carcass weights in Japanese quail selected for 4-week body weight. **Poult. Sci.** 89:1834-1841. 2010.
- [23] KIRKPINAR, F.; OGUZ, I. Influence of various dietary proteins level on carcass composition in the male of Japanese quail. **Br. Poult. Sci.** 36:605-610. 1995.
- [24] KIRMIZIBAYRAK, T.; ALTINEL, A. Some parameters about the important yield characters of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **J. Fac. Vet. Med. Univ. Istanbul.** 27:309-328. 2001.
- [25] LAMOSOVA, D.; MACAJOVA, M.; ZEMAN, M.; MOZES, S.; JEZOVA, D. Effect of *in novo* leptin administration on the development of Japanese quail. **Physiol. Res.** (Prague). 52: 201-209. 2003.
- [26] LOFTI, E.; ZEREHDARAN, S.; AHANI, A.M. Genetic evaluation of carcass composition and fat deposition in Japanese quail. **Poult. Sci.** 90:2202-2208. 2011.
- [27] LUCOTTE, G. Consideraciones Zoológicas. **La codorniz: cría y explotación**. 1ª. Ed. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España. Pp 11-16. 1990.
- [28] MARKS, H.L. Carcass composition, feed intake and feed efficiency following long-term selection four week body weight in Japanese quail. **Poult. Sci.** 72:1005-1011. 1993.
- [29] MINVIELLE, F.; GANDEMER, G.; MAEDA, Y.; LEBORYEN, G.; BOULAY, M. Carcass characteristics of a heavy Japanese quail line under introgression with the roux gene. **Br. Poult. Sci.** 41:41-45. 2000.
- [30] MORON-FUEMAYOR, O.E.; DÍAZ, D.; PIETROSEMOLI, S.; BARRERA, S.; GALLARDO, N.; LEAL, M. Efecto de la inclusión de harina de lombriz sobre el rendimiento en canal, en cortes y calidad físico-química de la carne de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). **Rev. Fac. Agron. (LUZ)** 25:674- 685. 2008.
- [31] NARINC, D.; KARAMAN, E.; ASKOV, T. Estimation of genetic parameters for carcass traits in Japanese quail using Bayesian methods. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 40:342-347. 2010.
- [32] NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of Ring-Necked Pheasants, Japanese Quail, and Bobwhite Quail. In: **Nutrient requirements of poultry**: 9th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, D.C. Pp 44-45. 1994.
- [33] PÉREZ, F. Coturnicultura: **Tratado de Cría y Explotación Industrial de Codornices**. Editorial Científico-Médica. Barcelona, España. 500 pp. 1974.
- [34] SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Norma Oficial Mexicana Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. NOM-033-ZOO-1995. México, D.F. 17 pp. 1995.
- [35] SEZER, M. Genetic parameters estimated for sexual maturity and weekly live weights of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 20:19-24. 2007.
- [36] SHASHI, K.M.; SUDHAKAR, R.K.; KONDAL, R.L.; KRISHNAIAH, N. Studies on the effect of age and sex on carcass characteristics of various strains of Japanese quail. **Indian J. Poult. Sci.** 46: 25-30. 2011.
- [37] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's Guide Statistics. USA. 646 pp. Version 8,1. 2001.
- [38] STEEL, R.; TORRIE, J. Comparaciones múltiples. Homogeneidad de la varianza. Estadística no paramétrica. **Bioestadística: Principios y Procedimientos**. 2da. Ed. Editorial McGraw-Hill. México, D.F. Pp 179-180, 460-461 y 522-528. 1988.
- [39] TARHYEL, R.; HENA, S.A.; TANINOMO, B.K. Effect of age on organ weight and carcass characteristics of Japanese quail. **Sci. J. Agri.** 1:21-26. 2012.
- [40] VALI, N.; EDRISS, M.A.; RAHMANI, H.R. Genetic parameters of body and some carcass traits in two quail strains. **Int. J. Poult. Sci.** 4:296-300. 2005.
- [41] VALI, N. The Japanese quail: A Review. **Int. J. Poult. Sci.** 7:925-931. 2008.
- [42] VATSALYA, V.; ARORA, K.L. Association between body weight growth and selected physiological parameters in male Japanese quail (*Coturnix japonica*). **Int. J. Poult. Sci.** 10:680-684. 2011.