

EFFECTO 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

Effect of Separation by Sex on Growth Performance and the Carcass Composition of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) under Intensive Fattening Slaughtered at Different Ages

Carlos Bell Castro Tamayo, Jesús José Portillo Loera y Francisco Gerardo Ríos Rincón*

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa.

Blvd. San Ángel s/n. Culiacán, Sinaloa, 80236 México. Teléf: +52 (667) 753-0458. *fgrios@gmail.com

RESUMEN

Para determinar el 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 los 32; 36 y 40 días (d) de edad. Para la respuesta productiva se utilizaron 300 codornices sexadas a los 14 d de edad, con base en un diseño de mediciones repetidas con un solo factor; para la composición de las canales se sacrificaron 36 codornices y los valores fueron analizados mediante análisis de covarianza con un diseño completamente al azar donde la covariable fue el peso al sacrificio. El consumo de alimento (474,6 g/ave), ganancia de peso (134,7 g/ave) y conversión alimenticia (3,53 g/g) fueron similares ($P>0,05$) entre sexos. El peso de la canal caliente fue superior en hembras a los 36 d de edad (143,6 vs. 127,3 g), sin embargo, los machos tuvieron 2,58; 0,9 y 3,4% más ($P<0,05$) rendimiento en canal a los 32; 36 y 40 d. El peso de la pechuga en hembras fue mayor 6,8 y 4,2 g a los 36 y 40 d de edad ($P<0,05$). En todas las edades de sacrificio, las hembras mostraron mayor peso de la pierna ($P<0,05$). En función de la respuesta productiva, no existe diferencia en el peso corporal y conversión alimenticia de las codornices en el engorde en sexos separados de los 14 a 36 d de edad. Aunque los machos tienen mayor rendimiento en canal, las hembras tienen más tejido muscular en pechuga y pierna.

Palabras clave: *Coturnix coturnix japonica*, respuesta productiva, composición de canal.

ABSTRACT

In order to determine the effect of separation by sex on growth performance and carcass composition of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) under intensive fattening slaughtered after 32, 36 or 40 days (d). For growth performance 300 were used and sexed (age 14 d), agree with a repeated measurements design model. For carcass composition 36 quails were slaughtered; values were analyzed using covariance analysis with a completely randomized design using slaughter weight as covariate. Feed intake (474.6 g/quail), weight gain (134.7 g/quail), and feed conversion rates (3.53 g/g) were similar ($P>0.05$) between male and female group. Hot carcass weight was higher in females at 36 d of age (143.6 vs. 127.3 g), however, hot carcass yield was greater in males 2.58, 0.9, and 3.4% ($P<0.05$) after 32, 36 and 40 d of age. Female breast's weight was heavier at 36 and 40 d of age (6.8 and 4.2; $P<0.05$). In all age groups, female quails had heavier leg weight ($P<0.05$). There were no differences in live body weight and feed conversion rate in fattening quails from 14 to 36 d of age in modality of sex-separated plots. Although, males had a higher hot carcass yield, the females have more muscle tissue in breast and leg.

Key words: *Coturnix coturnix japonica*, growth performance, carcass composition.

INTRODUCCIÓN

En México, durante los últimos años, la coturnicultura se ha ubicado en el campo de la ganadería diversificada junto

con la crianza de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y las especies aviares faisán común (*Phasianus colchicus*) y avestruz (*Struthio camelus*) [13]. En tal sentido, la crianza de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*) ha proliferado por ser una especie precoz, rústica, de alta postura, fácil de manejar, de intervalos entre generación cortos, permite una alta densidad de animales durante la crianza y en la producción de carne [1].

Diversos factores pueden afectar el desempeño productivo y las características de la canal de codorniz japonesa, entre ellos el género y la edad [14, 23]. Los resultados reportados en la literatura varían dependiendo de si se crían en grupos mixtos o separados, entre otros factores. Así, se ha observado que, al criar codornices en sexos mezclados, los machos tuvieron mayor peso a las seis semanas de edad [28], mientras que a las cinco semanas se determinó que el peso al sacrificio, peso y rendimiento de canal caliente en esta edad, no fue diferente entre sexos [22]. Por otra parte se menciona que, la conversión alimenticia fue de 3,51g/g en hembras, 3,88 g/g en machos y 3,72 g/g en grupos mixtos, donde los machos ganaron mayor peso corporal y las hembras tuvieron más peso de canal [2]. Otros resultados muestran que a 36 d de edad el peso corporal de hembras y machos fue similar (318,2 g), el mismo desempeño fue observado en el peso de la canal (242,4 g); en este estudio, el rendimiento de la canal no mostró diferencias en entre sexos (74,6 %) [20]; sin embargo, a los 42 d de edad el peso de la canal fue mayor en las hembras que en los machos (138,19 vs. 125,25 g), condición que se reflejó en un mayor rendimiento de la canal en las hembras (78,03 vs. 72,66%) [4]. Al evaluar los parámetros genéticos para características corporales y de la canal en dos estirpes de codorniz japonesa a 35; 42; 49 y 63 d de edad, el peso corporal fue mayor en las hembras en magnitud de 5,2; 9,6; 19,4 y 35,4 g, respectivamente [32].

De 14 a 42 días de engorde no se observó diferencia en la respuesta productiva de codornices criadas, tanto en grupos de sexos separados como en grupos mixtos, donde el consumo de alimento fue de 568,26 g y de 537,68 g, respectivamente; la conversión alimenticia en los grupos separados (4,65 g/g), y en los grupos mixtos (4,51 g/g) fue similar. El promedio de ganancia de peso de las hembras fue superior a los machos, tanto en grupos separados como en mixtos (132,18 g vs. 109,5 g), pero no hubo diferencia cuando se comparó el peso de las hembras en los dos sistemas. Los machos fueron más pesados cuando se criaron por separado que cuando se criaron en grupos mixtos (114,49 vs. 104,53 g). La ganancia de peso en codornices en grupos mixtos fue menor al de las hembras criadas en grupos separados (119,28 vs. 130,34 g) pero igual al de los machos del grupo separado. El promedio de la ganancia de peso de las hembras y machos de grupos mixtos y de grupos separados fue igual (121,6 g) [17].

Al sacrificar codornices japonesas a 50 días de edad, se observó que en machos el peso corporal (216,66 vs. 251,08 g), y el peso de la canal (149,47 vs. 140,0 g) fue superior en

hembras, pero el rendimiento fue mayor en machos (64,61 vs. 59,53%) [3]. Al comparar líneas genéticas de codornices japonesas seleccionadas para peso corporal y sacrificadas a 35 d de edad, no se observaron diferencias entre sexos, pero en el promedio general, las hembras fueron más pesadas que los machos (198,06 vs. 163,28 g) y tuvieron mayor peso de canal (125,14 vs. 116,01 g), pero el rendimiento (63,1 vs. 71,2%) fue superior en machos [1]. En un experimento donde se utilizaron manano oligosacárido y propionato de calcio en la alimentación de codornices japonesas sacrificadas a 42 d de edad, se observó que el peso de la pechuga (27,21 vs. 25,39 g) y el de las piernas (17,55 vs. 15,92 g) fue superior en los machos [4]. Al comparar entre sexos de codornices japonesas variedad faraónica (*Coturnix coturnix coturnix*) sacrificada a 35 d de edad, Genchev y col. [12], no observaron efecto entre sexos en el peso corporal (59,5%), pechuga con hueso (25,38%), alas (16,30%), carne de la pierna (12,17%) y carne de la pechuga (20,41%), como porcentaje del cuerpo vacío. Al estimar los parámetros genéticos para peso semanal y a la madurez sexual de codorniz japonesa, el sexo fue significativo [27].

La disección de la pechuga de codorniz japonesa provee información detallada acerca de su composición, porque es donde se concentra la mayor cantidad de tejido músculo esquelético de la canal [20]. Al respecto, cuando se sacrificaron codornices japonesas a los 45 d de edad, se observó que las hembras mostraron menor rendimiento de la canal con piel (65,9 vs. 71,7%), sin embargo, el peso del músculo *Pectoralis major* (37,2 vs. 34,4 g) y del músculo *Pectoralis minor* (12,1 vs. 11,2 g), fue mayor en hembras [5]; en contraparte, el peso corporal de machos y hembras fue similar (170 g) a los 34 d de edad, pero no se observaron diferencias en el peso del músculo *Pectoralis major* (12,7 g) ni para músculo *Pectoralis minor* (3,7 g); el peso total de la pechuga y de las piernas fue de 16,5 g y 13,2 g, respectivamente [31].

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la separación por sexo en la respuesta productiva y composición de las canales de codorniz japonesa en engorde intensivo sacrificadas a diferentes edades.

MATERIALES Y MÉTODOS

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 semiseco, muy cálido, con lluvias en verano según la clasificación de Köppen y modificada por García [10]; con una temperatura promedio anual de 25,9°C con máxima de 30,4°C en junio y julio, y mínima de 20,6°C en enero; la humedad relativa promedio es de 68%, con máxima de 81% en septiembre y mínima de 51% en abril; la precipitación anual promedio es de 688,5 mm [6].

Animales y manejo

Se utilizaron 300 codornices japonesas de 14 d de edad, distribuidas al azar en 12 corraletas con base al sexo según el color de las plumas del cuello, donde el color marrón rojizo es característico del macho y el color gris beige con puntos negros de la hembra [19]; se integraron 6 grupos de 25 machos y 6 grupos de 25 hembras. Las aves se alojaron en corraletas metálicas de 90 × 90 × 60 cm (32,4 cm² × ave), dentro de una caseta convencional. Se utilizó cama de heno de Sudán (*Sorghum vulgare* var. *sudanensis*), sobre la que se colocó un comedero tipo tolva de piso semiautomático de 25 × 17,5 × 25 cm (Implementos Huacuja SA de CV, Tonalá, Jalisco, México) y un abastecedor automático de agua de 20 × 12 cm (Modelo AA, Sistemas Agropecuarios JAT SA de CV, Zapopan, Jalisco, México). La composición de la dieta fue formulada de acuerdo con los requerimientos para codorniz japonesa en engorde [21]. El alimento se elaboró en presentación de harina con maíz molido (*Zea mays*), harina de soja (*Glycine max* L.; 44% PC), aceite de soja, piedra caliza, fosfato monodivale, metionina y lisina sintéticas, vitaminas y minerales; el alimento contenía 21,7% de PC, 2986 kcal de EM/kg, 0,50% de metionina y 1,30% de lisina, 0,80% de Ca, 0,30% de P, 5,52% de extracto etéreo total, 3,14% de ácido linoleico, 3,89% de fibra cruda, y 89,50% de materia seca.

El alimento se sirvió *ad libitum* y se registró la cantidad proporcionada por comedero; al finalizar cada semana se calculó el consumo de alimento por ave (alimento servido menos alimento no consumido entre el número de animales). Durante el transcurso del experimento se realizaron pesajes semanales en grupo por jaula a los 14; 21; 28 y 35 d de edad para calcular la ganancia de peso por ave (peso inicial menos peso final) y la conversión alimenticia (razón de la ganancia de peso y el consumo de alimento).

A los 32; 36 y 40 d de edad, se seleccionó al azar una codorniz de cada jaula (n=12; 6 hembras y 6 machos), a las que antes del sacrificio se les restringió el alimento por tres horas. El procesamiento de las aves se realizó con base en la Norma Oficial Mexicana "Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres" (NOM-033-ZOO-1995) [26], previo registro del peso vivo. El faenado inició con el corte de las articulaciones radiocarpiana y tibiotarsiana, separación de la piel y plumas por tracción mecánica, extracción de vísceras, ex-

cepto corazón, pulmones y riñones; posteriormente la canal se pesó. La sanitización de las canales en agua con hipoclorito (50 ppm, 6°C) y 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 horas) en un equipo comercial (Enfriador vertical Modelo REB-160 Nieto Refrigeración SA de CV Celaya, Guanajuato, México). De cada canal fueron separadas y pesadas las piernas y la pechuga; luego de ésta, se diseccionaron y pesaron los músculos *Pectoralis major* y *Pectoralis minor*, de acuerdo al protocolo de Genchev y Mihaylov [11].

Análisis estadístico

Previo al análisis, los valores se probaron para normalidad y homogeneidad de las varianzas, con los métodos de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett [29, 30]. Para las variables de respuesta productiva se realizó análisis de varianza para diseño de mediciones repetidas con un solo factor [8]; en las variables de la canal y sus componentes se hizo análisis de covarianza con diseño completamente al azar y la covariable fue el peso al sacrificio. La comparación de promedios se hizo con la prueba de Tukey [29, 30]. En todos los análisis se consideró el nivel de alfa para aceptar diferencia estadística, igual o menor que 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta productiva

En el engorde de codorniz japonesa separada por sexo de 14 a 35 d de edad (TABLA I), la respuesta productiva es igual entre hembras y machos ($P>0,05$), y aunque los valores cambian con la edad de las aves ($P<0,05$), la respuesta mantiene su tendencia conforme avanza la edad ($P>0,05$) ya que no hubo interacción entre el sexo y la edad de las aves.

En la TABLA II se muestran los resultados de la respuesta productiva de codorniz japonesa en engorde intensivo separada por sexo de 14 a 35 d de edad. Con respecto al consumo de alimento acumulado en promedio para los sexos (474,6 g), coincide con lo observado por Kul y col. [17] en el periodo de engorde de 14 a 42 d de edad, donde no observa-

TABLA I
VALORES DE PROBABILIDADES PARA LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE CODORNIZ JAPONESA EN ENGORDE INTENSIVO SEPARADA POR SEXO DE 14 A 35 DÍAS DE EDAD

Variable	Efectos, P		
	Sexo	Semana	Sexo*Semana
Alimento consumido	0,70	<0,01	0,70
Peso corporal	0,40	<0,01	0,98
Ganancia de peso	0,44	<0,01	0,33
Conversión alimenticia	0,74	<0,01	0,90

TABLA II
RESPUESTA PRODUCTIVA DE CODORNIZ JAPONESA EN ENGORDE INTENSIVO SEPARADA POR SEXO DE 14 A 35 DÍAS DE EDAD

Variable	Edad, días (período)				Promedio
	Sexo	15-21	22-28	29-35	
Alimento consumido, g/ave	Hembras	125,5 ± 2,9	165,1 ± 6,0	185,9 ± 16,1	476,6 ± 21,0
	Machos	121,5 ± 3,8	165,9 ± 7,0	185,2 ± 5,5	472,6 ± 11,9
	Promedio	123,5 ^a ± 3,8	165,5 ^b ± 6,2	185,6 ^c ± 11,5	
Peso corporal, g/ave	Hembras	135,0 ± 3,6	186,8 ± 9,0	223,1 ± 12,8	
	Machos	131,3 ± 2,7	184,3 ± 4,8	219,7 ± 8,7	
	Promedio	133,2 ^a ± 3,6	185,5 ^b ± 7,0	221,4 ^c ± 10,5	
Ganancia de peso, g/ave	Hembras	56,7 ± 1,6	51,9 ± 4,3	27,8 ± 4,4	136,4 ± 7,8
	Machos	53,7 ± 1,4	52,4 ± 2,1	27,0 ± 4,2	133,1 ± 6,1
	Promedio	55,2 ^a ± 2,1	52,2 ^b ± 3,2	27,4 ^c ± 4,1	
Conversión alimenticia, g/g	Hembras	2,22 ± 0,07	3,20 ± 0,20	7,10 ± 1,11	3,50 ± 0,14
	Machos	2,27 ± 0,10	3,17 ± 0,10	7,30 ± 0,98	3,56 ± 0,13
	Promedio	2,24 ^a ± 0,08	3,18 ^b ± 0,16	7,20 ^c ± 1,00	

^{a,b,c} Literales diferentes en el renglón, indican diferencia estadística (P<0,05).

ron diferencia en el consumo de alimento en las codornices de grupos separados por sexo (568,26 g), ni en grupos mixtos (537,68 g).

En relación al peso corporal de hembras y machos (221,4 g), se coincide con los resultados de Minvielle y col. [20], a los 36 d de edad (318,2 g), en una población de codornices de línea pesada. Estos resultados no concuerdan con los descritos por otros autores quienes refieren que el efecto del sexo fue significativo para el peso corporal a diferentes edades en codorniz japonesa, donde las hembras son más pesadas aún tratándose de líneas ligeras [3, 27, 32]. Esto posiblemente se debe a que en la población de codornices objeto del presente estudio, la selección se realiza para mayor peso corporal a las 4-5 semanas de edad; la relación macho:hembras en las población es de 1:2,5 a 4, lo que ocasiona que el efecto natural del mayor peso de la hembra aún en poblaciones no seleccionadas disminuya el peso promedio por efecto de mayor cantidad de animales seleccionados, mientras que en los machos el peso promedio aumenta al seleccionar menor cantidad de machos; dado que la heredabilidad del rasgo es de mediana magnitud, el peso corporal de la descendencia mantiene el nivel de respuesta [15, 33].

Como reflejo del peso corporal, las estimaciones de la ganancia de peso no mostraron diferencia entre sexos (134,7 g/ave), aunque en el periodo de los 29 a los 35 d, el promedio de esta variable disminuyó sensiblemente. Estos resultados no concuerdan con los observados por Shrivastava y col. [28], quienes mencionan que la ganancia de peso en poblaciones no seleccionadas y criadas en grupos separados por sexo, fue mayor a las cinco semanas de edad comparadas con las aves que se criaron en grupos mixtos; en el grupo mixto, a las seis

semanas de edad, las aves con mayor peso corporal fueron los machos. Kul y col. [17] observaron en poblaciones no seleccionadas que el promedio de la ganancia de peso de las hembras en los grupos separados por sexo fue igual al registrado en los grupos mixtos (120,8 g); y al comparar la ganancia de peso entre el promedio de los grupos mixtos con el promedio de machos separados por sexo fue similar (119,28 vs. 114,49 g); sin embargo, fue inferior al de las hembras (130,34 g). Cuando se compararon por sexo las hembras, tanto de los grupos mixtos como separados por sexo son iguales entre si (132,18 g); pero en los machos fue menor, tanto en los grupos mixtos como separados (104,53 vs. 114,49 g). Por su parte, Cori y col. [7] afirman que, la tasa de crecimiento de la codorniz es mayor hasta aproximadamente la quinta semana de vida, momento a partir del cual tiende a disminuir el incremento de peso, lo que coincide con lo observado en el presente trabajo.

Al no observar diferencia en el consumo de alimento y la ganancia de peso, la conversión alimenticia fue similar entre sexos (3,53 g/g). Este resultado coincide con lo observado en otra investigación en la que refieren que el indicador muestra igual comportamiento entre los 14 y 42 d [17]. Contrario a lo anterior, Ayasan y col. [2] determinaron que, la conversión alimenticia fue de 3,51 g/g en hembras, 3,88 g/g en machos y 3,72 g/g en grupos mixtos, donde los machos ganaron mayor peso corporal y las hembras tuvieron más peso de canal.

Composición de la canal

Los resultados de composición de la canal (TABLA III) muestran que en el peso vivo al sacrificio a los 36 d de edad, las hembras pesaron 30,5 g más que los machos (P<0,05), sin

TABLA III
COMPOSICIÓN DE LA CANAL DE CODORNIZ JAPONESA EN ENGORDE INTENSIVO SEPARADA POR SEXO

Variable	Edad al sacrificio, d					
	32		36		40	
Sexo ¹	H	M	H	M	H	M
PVS, g	206,8 ± 13,8	196,0 ± 19,7	234,3 ^a ± 25,5	203,8 ^b ± 13,4	252,3 ± 23,6	225,7 ± 17,9
PCC, g	123,0 ± 7,3	121,6 ± 11,7	143,6 ^a ± 7,8	127,3 ^b ± 6,9	143,3 ± 16,2	135,9 ± 9,0
RCC, %	59,5 ^b ± 1,0	62,1 ^a ± 1,3	61,6 ^b ± 3,4	62,5 ^a ± 1,8	56,9 ^b ± 4,6	60,3 ^a ± 2,6
PPE, g	52,0 ± 2,9	52,2 ± 4,8	61,0 ^a ± 3,9	54,2 ^b ± 2,8	61,7 ^a ± 8,4	57,5 ^b ± 4,4
MPMa, g	30,4 ± 2,2	30,5 ± 3,3	36,2 ^a ± 1,3	32,3 ^b ± 1,8	36,5 ^a ± 5,7	33,6 ^b ± 3,0
MPMi, g	8,7 ± 0,5	8,5 ± 0,8	10,6 ^a ± 0,4	9,4 ^b ± 0,6	10,3 ^a ± 1,7	9,6 ^b ± 0,6
PPI, g	34,1 ^a ± 2,6	31,8 ^b ± 2,6	37,9 ^a ± 3,4	33,0 ^b ± 2,4	38,4 ^a ± 3,8	36,0 ^b ± 2,9

¹En cada edad de sacrificio, son seis hembras y seis machos. PVS: peso vivo al sacrificio; PCC: peso de la canal caliente; RCC: rendimiento de la canal caliente; PPE: peso de la pechuga; PPI: peso de la pierna; MPMa: peso del músculo *Pectoralis major*; MPMi: peso del músculo *Pectoralis minor*.

^{a, b} Literales diferentes entre filas indican diferencia estadística (P<0,05).

embargo, no hubo diferencias para el resto de las edades entre sexos. Este comportamiento coincide con lo observado por Kirmizibayrak y Altinel [16]. La explicación a este resultado quizás esté en el hecho de que las hembras alcanzan la madurez sexual a los 42 d de edad, por lo que el desarrollo del aparato reproductivo comienza tempranamente y este hecho puede influir en el aumento del indicador [2,18]. Al evaluar los parámetros genéticos para características corporales y de la canal en dos estirpes de codorniz japonesa a 35; 42; 49 y 63 d de edad, el peso corporal fue mayor en las hembras en magnitud de 5,2; 9,6; 19,4 y 35,4 g, respectivamente [32].

El peso de la canal caliente de las hembras fue superior en 16,27 g a los 36 d (P<0,05) y no difirió entre sexos para el resto de las edades. Sin embargo, el rendimiento en canal fue mayor en los machos en 2,58; 0,9 y 3,4% a los 32; 36 y 40 d de edad, respectivamente (P<0,05). Kul y col. [17] encontraron que este indicador difiere entre sexos cuando las codornices crecen en grupos mixtos. Otros autores afirman que los machos tienen menor peso de la canal (125,14 vs. 116,01 g) pero mayor rendimiento (71,2 vs. 63,1%) [1]. Contrario a este resultado se determinó que el rendimiento de la canal no mostró diferencia entre sexos (74,6%) [20].

De manera natural, las hembras tienen mayor peso corporal, el peso de su canal es igual al de los machos, pero su rendimiento es menor, lo cual se aprecia al observar, la diferencia en el peso de la pechuga (6,8 y 4,2 g) que favoreció a las hembras a los 36 y 40 d de edad. Al diseccionar la pechuga, el peso del músculo *Pectoralis major* fue superior (P<0,05) en 3,9 y 2,9 g en las hembras a los 36 y 40 d de edad, la misma respuesta se observó en el *Pectoralis minor* con diferencias de 1,2 y 0,7 g (P<0,05). Para el peso de la pechuga, este valor no concuerda con el observado en codornices provenientes de una población que, de acuerdo a los valores de peso

corporal sugieren que no ha sido seleccionada; así a los 42 d de edad, el peso de la pechuga fue superior en machos (27,21 vs. 25,39 g) [4]. En concordancia con los resultados del presente trabajo, Caron y col. [5] observaron a 45 d de edad, que el peso de los músculos *Pectoralis major* (37,2 vs. 34,4 g) y *Pectoralis minor* (12,1 vs. 11,2 g) fue superior en las hembras. Sin embargo, Toelle y col. [31] no refieren diferencias en los pesos de los músculos pectorales entre sexos a 34 d de edad. Algunas líneas de codorniz japonesa han mostrado incremento en el tamaño del músculo pectoral debido a hipertrofia o hiperplasia de la fibra muscular, esto puede estar asociado al incremento en el peso corporal del ave [9]. Al nacer, la codorniz japonesa de línea pesada presenta un patrón de crecimiento muscular que se caracteriza por la proliferación de células precursoras de músculo, mioblastos, diferenciación y adhesión de mioblastos para formar miotubos multinucleados y futura diferenciación para formar fibras musculares, el cual comenzó en su estado embrionario [34] sin embargo, el crecimiento muscular posnatal es debido a la incorporación de núcleos de células satélite que resulta en un incremento del ADN y de la transcripción y translación y el subsecuente incremento en la síntesis de proteína [25].

El peso de la pierna fue mayor (P<0,05) en las hembras a los 32; 36 y 40 d de edad en 2,3; 4,9 y 2,4 g, respectivamente. Esta respuesta era de esperarse ya que las codornices hembras son normalmente más pesadas que los machos [1]. Contrario a este resultado se observó que, a 42 d de edad el peso de la pierna fue superior en machos (17,55 vs. 15,92 g) [4]; sin embargo, los resultados del presente estudio no concuerdan con los de investigaciones previas, quienes refieren 12,17 g [12] y 13,2 g [31], en aves sin selección y de 32,0 g [24] en aves seleccionadas para peso corporal. En las codornices en engorde, la madurez sexual femenina se alcanza con mayor rapidez debido a la movilización hormonal que ocurre

en esta etapa. Este aspecto conlleva al aumento del peso vivo en comparación con los machos y por lo tanto, al sacrificio es mayor el peso de las canales [16].

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Se concluye que la respuesta productiva de codornices japonesas no difiere al engordarlas en grupos separados por sexo de los 14 a 36 d de edad, sin embargo, en las condiciones que se llevó a cabo el experimento, el rendimiento en canal favoreció a los machos a partir de los 32 a 40 d de edad, no obstante, el peso de la pechuga y de los músculos *Pectoralis* es mayor en las hembras a partir del día 36 de edad, y las piernas fueron más pesadas de 32 a 40 d de edad.

En la producción avícola para carne, la separación por sexos durante el engorde favorece la formulación de raciones para cada sexo, porque los requerimientos nutricionales de hembras y machos son diferentes en función de la curva de crecimiento, ya que un ave a mayor edad consume más alimento pero disminuye la eficiencia alimenticia, por ello, de acuerdo con las exigencias del mercado de la carne aviar y de manejo en las plantas de beneficio, ingresan primero al sacrificio los machos que las hembras, de ahí la ventaja de engordar en grupos separados por sexo que favorece las operaciones de manejo en la granja al momento de elegir las parvadas para el faenado, caso contrario ocurre cuando se engordan grupos mixtos. En el proceso comercial de carne de codorniz japonesa, la venta se realiza en canal, entonces el peso y el tamaño de la canal son importantes para el consumidor que busca canales mejor conformadas y de mayor rendimiento cárnico, y las canales provenientes de hembras son las que presentan ambas características.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] 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.
- [2] AYASAN, T.; BAYLAN, M.; ULUOCAK, A.N.; KARASU, O. Effects of sex and different stocking densities on the fattening characteristics of Japanese quails. **J. Poult. Res.** 2:47-50. 2000.
- [3] 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.
- [4] BONOS, E.M.; CHRISTAKI, E.V.; FLOROU-PANERI, P.C. Performance and carcass characteristics of Japanese quail as affected by sex or mannan oligosaccharides and calcium propionate. **South African J. Anim. Sci.** 40:173-184. 2010.
- [5] 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.
- [6] CIAPAN. Guía para la asistencia técnica del Valle de Culiacán. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias. Culiacán, Sinaloa, México. 92 pp. 2002.
- [7] 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.
- [8] DANIEL, W.W. Análisis de la Variancia. **Bioestadística Base para el análisis de ciencias de la salud**. 4^{ta}. Ed. Editorial Limusa Wiley. México. Pp. 334-340. 2009.
- [9] DONLEY, S.R. Characterization of increased muscle growth in a heavy weight line of Japanese quail. The Ohio State University. Tesis de Grado. 37 pp. 2011.
- [10] 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.
- [11] GENCHEV, A.; MIHAYLOV, R. Slaughter analysis protocol in experiments using Japanese quail (*Coturnix japonica*). **Trakia J. Sci.** 6:66-71. 2008.
- [12] GENCHEV, A.; MIHAYLOVA, G.; RIBARSKI, S.; PAVLOV, A.; KABAKCHIEV, M. Meat quality and composition in Japanese quail. **Trakia J. Sci.** 6:72-82. 2008.
- [13] GONZÁLEZ, B.M.J. La sustentabilidad y su inserción al comercio. 2008. Revista Digital Universitaria. 9 (3). Universidad Nacional Autónoma de México. En línea: <http://www.revista.unam.mx/vol9/num3/art16/int16.htm>. 25/07/ 2011.
- [14] HYÁNKOVÁ, L.; KNÍZETOVA, H. Divergent selection for shape of growth curve in Japanese quail. 5. Growth pattern and low protein level in starter diet. **British Poult. Sci.** 50:451-458. 2009.
- [15] 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. **Poult. Sci.** 89:1834-1841. 2010.
- [16] 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.

- [17] KUL, S.; SEKER, I.; YILDIRIM, O. Effect of separate and mixed rearing according to sex on fattening performance and carcass characteristics in Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*). Firat University, Turquía. **Arch. Tierz. Dummerstorf**. 49:607-614. 2006.
- [18] LA MADRID, D.; FIGUEROA, E.T. Estudio anátomo-histológico del aparato reproductor de la codorniz hembra, variedad japonesa (*Coturnix coturnix v. japonica*). **Rev. Inv. Vet. Perú**. 13:77-79. 2002.
- [19] LUCOTTE, G. Consideraciones Zoológicas. **La codorniz: cría y explotación**. 1ª. Ed. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España. Pp 11-16. 1990.
- [20] MINVIELLE, F.; GANDEMER, G.; MAEDA, Y; LEBORGNE, C.; HIRIGOYEN, E.; BOULAY, M. Carcass characteristics of a heavy Japanese quail line under introgression with the roux gene. **Brit. Poult. Sci**. 41:41-45. 2000.
- [21] 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.
- [22] OZCELIK, M.; POYRAZ, O.; AKINCI, Z. The effect of sex on slaughter and carcass characteristics in quails. Firat University **J. Inst. Health Sci**. 12:133-139. 1998.
- [23] OZCELIK, M.; OZBEY, O. The effect of the high environmental temperature on some blood parameters and the laying performance of Japanese quails with different body weights. **Arch. Tierz. Dummerstorf**. 47:93-98. 2004.
- [24] PORTILLO, L.J.J.; BOJÓRQUEZ, Z.S.; CASTRO, T.C.B.; RIOS, F.G.; ZAZUETA, T.B.A. Composición corporal de hembras y machos de codorniz japonesa sacrificada a diferentes edades. **III Congreso Internacional de Producción Animal Tropical**. La Habana, 11/15-19, Cuba. Pp 1741-1746. 2010.
- [25] SCHEUERMANN, G.N.; BILGILI, S.F.; TUZUN, S. MULVANEY, D.R. Comparison of chicken genotypes: myofiber number in Pectoralis muscle and Myostatin ontogeny. **Poult. Sci**. 42:283-290. 2004.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] SHRIVASTAVA, S.K.; AHUJA, S.D.; BANDYOPADHYAY, U.K.; SINGH, R.P. Influence of rearing mixed and separate sexes on growth performance and carcass yield of Japanese quail. **Indian J. Poult. Sci**. 30:158-160. 1995.
- [29] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's Guide Statistics. USA. 646 pp. Version 8,1. 2001.
- [30] 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.
- [31] TOELLE, V.D.; HAVENSTEIN, G.B.; NESTOR, K.E.; HARVEY, W.R. Genetic and phenotypic relationship in Japanese quail: I. Body weight, carcass, and organ measurements. **Poult. Sci**. 70:1679-1688. 1991.
- [32] 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.
- [33] VALI, N. The Japanese quail: A review. **Int. J. Poult. Sci**. 7:925-931.2008.
- [34] VELLEMAN, S.G. Muscle development in the Embryo and Hatchling. **Poult. Sci**. 86:1050-1054. 2007.