

Efecto del fenotipo (color de plumaje) sobre el peso del huevo y peso vivo de la gallina de traspatio

Effect of phenotype (plumage colour) on egg weight and live weight of backyard hen

A Juárez-Caratachea^{a*}, JN Barocio-Urue^a, A García-Valladares^b, E Gutiérrez-Vázquez^a, R Ortiz-Rodríguez^b

^aInstituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

^bFacultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

SUMMARY

The objective of the study was to determine the effect of phenotype on body weight (BW) and egg weight (EW) from the backyard hen (BH) (*Gallus gallus domesticus*) in the Bajío region of Michoacan, Mexico. 101 BH (one/town = six/municipality) randomly selected were used, and one egg/BH analyzed. Plumage colour (PCo), BW and EW was recorded. The compositional analysis of crop content/BH provided information on the feed/BH. Statistical analysis was performed by categorical models and generalised linear models. The PCo of the BH ranged from the uniformity (red, brown, black, white, yellow and gray), to mixtures of these. PCo ratios were affected by the municipality ($P < 0.001$). The municipality of Jose Sixto Verduzco presented the total observed range of PCo. The predominated PCo was red (29.2 %) ($P < 0.05$), followed by brown (20.4 %); the black PCo came in 4th place (16.1 %). The average BW was 1.567 ± 0.316 kg. Average affected by the municipality ($P < 0.001$). The BH with the red PCo were the lightest: 1.484 kg ($P < 0.05$). The EW was 51 ± 4 g and was affected by the municipality ($P < 0.001$). The BH with the black PCo had lower egg weight: 49 g ($P < 0.05$). The current phenotypes (PCo) of BH are highly variable and this affects its BW and EW. The introduction of genotypes that are different from the autochthonous does not necessarily improve the BW and EW indicators.

Key words: poultry production systems, native hens, egg production.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del fenotipo sobre el peso vivo (PV) y peso del huevo (Ph) de la gallina (*Gallus gallus domesticus*) de traspatio (GT) en la región Bajío del estado de Michoacán, México. Se utilizaron 101 GT (una/localidad = seis/municipio) y un huevo/GT analizada. Se registró color de plumaje (CoP), PV y Ph. El análisis bromatológico del contenido del buche/GT brindó la información acerca de la alimentación/GT. El análisis estadístico se realizó por modelos categóricos y modelos lineales generalizados. Los CoP de las GT transitan de la uniformidad (rojo, café, negro, blanco, amarillo y gris) a mezclas de estos. Las proporciones de CoP fueron afectadas por el municipio ($P < 0,001$). El municipio de José Sixto Verduzco presentó el total de la gama de CoP observados. En CoP que predominó fue el rojo (29,2%) ($P < 0,05$), seguido del café (20,4%); el negro ocupó el cuarto lugar (16,1%). El PV promedio fue de $1,567 \pm 0,316$ kg. Promedio afectado por el municipio ($P < 0,001$). Las GT con CoP rojo fueron las más ligeras: 1,484 kg ($P < 0,05$). El Ph fue de 51 ± 4 g y fue afectado por el municipio ($P < 0,001$). Las GT de CoP negro presentaron menor peso de huevo: 49 g ($P < 0,05$). Los fenotipos (CoP) actuales de las GT son muy variables y esto mismo afecta su PV y el Ph. La introducción de genotipos diferentes al autóctono no necesariamente mejora los indicadores de PV y Ph.

Palabras clave: sistemas de producción avícola, gallinas criollas, producción de huevo.

INTRODUCCIÓN

En las zonas rurales, las gallinas (*Gallus gallus domesticus*) de traspatio que predominaban eran las denominadas criollas, caracterizadas por su pequeño tamaño y bajo ritmo de postura (Mammo, 2012). Sin embargo, con el tiempo la mujer campesina ha introducido al núcleo de gallinas individuos de raza europea o de líneas comerciales con la intención, de acuerdo con la FAO¹ (2000), de incrementar la

producción. No obstante, esta introducción de germoplasma de gallinas no perteneciente al denominado criollo está determinado por varios motivos que no necesariamente corresponden al incremento de la producción (Juárez y col 2008). Sin embargo, ello provocó la aparición de gran variedad de biotipos de diferentes colores de plumaje y rasgos morfológicos que se encuentran ampliamente distribuidos en el territorio nacional (Juárez y col 2000, FAO² 2009).

Aceptado: 16.09.2015.

* km 9,5 carretera Morelia Zinapécuaro, Municipio de Tarímbaro, Michoacán, México; aurelianojuarez@hotmail.com

¹ FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2000. Los países de bajos ingresos con déficit de alimentos (en línea). Consultado 7 septiembre 2014. Disponible en <http://www.fao.org/spfs/default-s.htm>.

² FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2009. Poultry genetic resources and small poultry production systems in Uganda. Prepared by Busuulwa, S. Henry. *AHBL - Promoting strategies for prevention and control of HPAI*. Rome, pp.5-6 (en línea). Consultado 17 octubre 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/al689e/al689e00.pdf>

Con la introducción de distintos genotipos al núcleo de gallinas de traspatio es posible que se haya ganado en eficiencia productiva (Ssewanyana y col 2003^a, Sebina 2003), pero se ha perdido rusticidad de estas, pues se incrementaron las enfermedades. Además, la dieta tradicional de las aves de este sistema de producción no fue modificada. Por consiguiente, es probable que esta no cumpla con los requerimientos para expresar el potencial genético de las gallinas mejoradas (Tovar y col 2014, Mammo y Wude 2011). El hecho de la inexistencia de cambios en la alimentación de este tipo de aves se debe a que la producción avícola familiar es un sistema que vive en simbiosis con el hombre, pues este tiene vida propia y solo es regulada por el ambiente: clima, enfermedades y depredadores, y estas mismas características dificultan los cambios sustanciales en el propio sistema (Juárez y col 2008).

Con la introducción de aves de razas europeas o de líneas mejoradas, Ssewanyana y col (2003^b) y Jerez y col (2009) establecen que los genotipos diferentes a los autóctonos favorecieron la variabilidad en los núcleos de gallinas de traspatio, tanto en el fenotipo como en lo productivo. En relación con las diferencias entre color de plumaje de las gallinas criollas, Juárez y col (2000) reportan que 75% de las gallinas criollas presentaban plumaje de color oscuro, y 7,2% de las gallinas presentaron colores de plumaje propio de estirpes comerciales (blanco, rojo y barrado), lo que sugiere el grado de penetración de aves exóticas a la población de gallinas criollas. Por su parte, Valdés y col (2010) observan diferentes proporciones en la coloración del plumaje de las gallinas: 24,2% muestran plumaje negro, 22,4% barrado, 19% amarillo y 1,7% poseen un plumaje gris. Por otro lado, Mammo (2012) obtuvo las siguientes proporciones: 36,5, 22,7 y 10,7%, de plumaje negro, blanco y mezcla de estos colores.

En relación con la variabilidad productiva de las aves de traspatio, Rodríguez y col (2007) establecen que las gallinas mejoradas genéticamente son 83% superiores ($P < 0,05$) en peso corporal al inicio de la postura y el huevo es 14% más pesado que en la criollas. Además se encontró que el ritmo de postura es mayor en 12% que el de las gallinas de traspatio ($P < 0,05$). Jerez y col (2009) determinan que en la producción de huevo de este tipo de gallinas las diferencias se centran en el número de huevos/gallina/semana y huevos/gallina/año. Galíndez y col (2012) observan que los huevos de mayor peso pertenecen a gallinas de color rojo y negro ($P < 0,05$) en comparación con el peso de los huevos provenientes de gallinas de plumaje de color gris o con plumaje color blanco. Tovar y col (2014), establecen diferencias en peso vivo de acuerdo al color del plumaje: 2.000 kg para gallinas con plumaje de color barrado, valor mayor al de gallinas con plumaje marrón (1,860 kg).

Ante las evidencias de la penetración de genes europeos o de líneas mejoradas de *Gallus gallus domesticus* a los núcleos de la avicultura de traspatio, el conocimiento de la posible variabilidad del comportamiento productivo

de estas aves, podría conducir a la caracterización y al establecimiento de un plan de mejora genética para los núcleos de gallinas de traspatio. Por ello, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto del fenotipo (color de plumaje) sobre el peso del huevo y peso vivo de la gallina de traspatio en la región Bajío del estado de Michoacán, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona fisiográfica donde se realizó el estudio se denomina Región Bajío del estado de Michoacán, México, ubicada entre las coordenadas 20° 9' de latitud norte y 101° 43' de longitud oeste, con altura de 1.690 msnm, con una temperatura entre 16 y 22 °C, una precipitación pluvial entre 700 y 1.000 mm, y cuya población dedica el 25% de la superficie a la agricultura de riego, el 30% a la siembra de temporal y el 12% corresponde a pastizales (INEGI 2014). En dicha región se seleccionaron 101 núcleos de producción avícola familiar (específicamente gallinas *Gallus gallus domesticus*). La ubicación donde se seleccionaron los núcleos se determinó en función de: I) el inventario de la población de gallinas de traspatio (GT) y II) cantidad de núcleos por localidad y municipio. Los municipios analizados fueron Angamacutiro, Coeneo, Churintzio, Ecuandureo, Huaniqueo, Villa Jiménez, José Sixto Verduzco, Villa Morelos, Numarán, Penjamillo, La Piedad, Panindícuaro, Puruándiro, Zináparo, Zacapu, Santa Ana Maya y Cuitzeo. En cada municipio se eligieron seis localidades, en ellas se seleccionaron los núcleos de producción avícola de traspatio en función de: 1) número promedio de gallinas en libertad (entre 17 a 25 aves/núcleo), 2) disponibilidad del ama de casa para proporcionar información y 3) se le pidió al ama de casa seleccionar un huevo del que pudiera identificar a la gallina que lo puso, para posteriormente capturarla.

ANIMALES EXPERIMENTALES

Con la información proporcionada por el ama de casa, se capturaron 101 GT (una por localidad = seis por municipio) y se recolectaron 101 huevos (uno por localidad = seis por municipio) durante la época de lluvias (junio a octubre). Se obtuvieron 12 GT semana⁻¹ durante 8,5 semanas, entre las 12:00 y 17:00 horas, para garantizar que el buche de GT tuviera el mayor contenido de alimento. Al momento de su captura se registró el color de la gallina, el PV y el Ph; debido a que las visitas se realizaron semanalmente, la edad de los huevos no fue mayor a 7 días de puesto. El peso vivo (PV) y el peso del huevo (Ph) de GT se determinó con una báscula digital (Sartorius modelo BL 1500, con precisión de ± 1 g). Las gallinas seleccionadas fueron pesadas e inmediatamente después fueron sacrificadas, conforme a la Norma Oficial Mexicana (NOM-033-ZOO-1995) para

el sacrificio humanitario de los animales **domésticos**⁴, para recuperar los buches de estas.

MUESTRAS

La información respecto de la alimentación de las GT analizadas se obtuvo por medio del análisis bromatológico del contenido del buche ($n = 101$), para ello se extrajeron, postsacrificio, los buches de las 101 GT. Extraído el buche, se pesó e inmediatamente se colocó en una bolsa de plástico y se identificó. Posteriormente cada bolsa, con el buche en su interior, fue colocada en una hielera para su conservación y traslado al Laboratorio de Análisis de Alimentos y Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (FMVZ-UMSNH). En dicho laboratorio se procedió a separar, identificar y clasificar los componentes de la dieta encontrados en el buche de cada ave, estos componentes se clasificaron en 5 grupos: alimento comercial (AC), granos (GS), desperdicios de cocina (DESP), forrajes (FORRA) e insectos (INSEC). Una vez clasificados e identificados por buche, se procedió a deshidratarlos en una estufa de disección (Horno Felisa 292-D) a 65 °C durante 24 h, con el objetivo de obtener el peso/contenido en base seca.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

La determinación fisicoquímica del contenido alimenticio promedio buche⁻¹ municipio⁻¹ se realizó como sigue: se utilizó 10% de cada componente encontrado, posteriormente se mezclaron los componentes y se molieron en un mortero de porcelana, con la finalidad de obtener una mezcla homogénea. De cada mezcla municipio⁻¹ se obtuvieron 10 g, mismos que se utilizaron para realizar el análisis bromatológico, de acuerdo con la técnica descrita por AOAC (2005) y determinar materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), cenizas (C) y extracto libre de nitrógeno (ELN).

TIPIFICACIÓN DEL COLOR

Para la tipificación de GT mediante el color del plumaje (CoP) se utilizó la metodología sugerida por la caracterización del recurso avícola nativo (FAO 1981): colores uniformes (CU), se asignó cuando un color se presentó en mayor proporción en el plumaje de la gallina y, colores mezclados (CuM), cuando las proporciones de CoP no permite catalogarlo como CU.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Con la información recabada se realizó una base de datos para el análisis estadístico mediante la metodología de los modelos categóricos y modelos lineales generalizados (SAS 2000). Las diferencias entre municipios se

obtuvieron mediante el método de medias de mínimos cuadrados (LSMeans, siglas en inglés) o de X^2 , dependiendo del modelo utilizado (SAS 2000).

RESULTADOS

Dentro de la región de análisis se observó variabilidad de CoP en la población de GT; transitando de CU a CuM. En referencia a CuM, se pudo observar mayor proporción ($P < 0,05$) de roja-café, negra-amarilla y café-negra, principalmente. Además, se observó efecto del municipio ($P < 0,001$) sobre CoP de GT. Sin embargo, únicamente el municipio de José Sixto Verduzco presentó la gama total de CoP observados en las gallinas analizadas (cuadro 1). Mientras que, en la mayoría de los municipios muestreados, el CoP de las gallinas que predominó fue el color rojo ($P < 0,05$) ya sea de forma uniforme o mezclado (29,2%). El segundo color más frecuente en la población de estudio fue el café (20,4%); observándose en catorce de los diecisiete municipios analizados. El amarillo y el gris fueron los colores menos frecuentes (8,9% y 6,5%). El CoP blanco se observó en 18,9%, y su presencia podría responder a la introducción de gallinas de la raza White Leghorn o a líneas pesadas de color blanco. En referencia a GT con CoP negro, la frecuencia de estas (16,1%) sugiere que ya no son las predominantes en los núcleos de GT (cuadro 1).

Respecto de los indicadores de PV de la GT y Ph, se encontró que el PV promedio, independientemente del CoP, fue de $1,567 \pm 0,316$ kg; promedio afectado por el municipio ($P < 0,001$). Al analizar los pesos de las GT se observó una diferencia de 0,764 kg entre las GT más pesadas (1,931 kg) y las más ligeras (1,167 kg) (cuadro 2). Pero cuando se analizó el PV de acuerdo al CoP de las GT se encontró que las de CoP rojo (CU y CuM) fueron las más ligeras: 1,484 kg ($P < 0,05$), en comparación con el resto de los CoP analizados. Sin embargo, GT de CoP negro y blanco presentaron tendencia hacia un mayor PV: 1,646 kg y 1,638 kg (cuadro 4).

En lo referente al Ph de las GT analizadas se encontró un promedio general de 51 ± 4 g promedio. Al analizar los resultados acerca de este indicador (cuadro 2), se observó que los pesos promedio de los huevos/municipio mostraron una diferencia ($P < 0,05$) de 12 g entre el promedio del Ph menos pesado (45 g) y el promedio del Ph más pesado (57 g). Sin embargo, las gallinas con CoP negro presentaron mayor ($P < 0,05$) PV y menor ($P < 0,05$) Ph en comparación con GT de CoP rojo, mismas que presentaron menor PV y mayor Ph.

Además, los resultados de las correlaciones entre los componentes de dieta, obtenidos de los buches analizados (cuadro 3), sugieren que el consumo de alimento comercial (AC), así como el consumo de insectos, están asociados con el PV de la GT ($P < 0,001$): $r = 0,26$ y $0,25$. Pero al analizar estos mismos componentes y su relación con el Ph, las correlaciones entre estas fueron negativas

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados para la clasificación y proporción de colores de las gallinas de traspatio (n = 101).
Least squares means for sorting and color ratio backyard chickens (n = 101).

Municipio	Amarilla*	Café*	Gris*	Negra*	Roja*	Blanca*
Santa Ana Maya	--	23,7 ^{a1}	--	47,4 ^{a2}	10,5 ^{a3}	18,4 ^{a1,3}
Cuitzeo	--	--	--	44,2 ^{a1}	23,3 ^{b2}	32,6 ^{b1,2}
Coeneo	--	23,1 ^{a1}	15,4 ^{a2}	15,4 ^{b2}	15,4 ^{b2}	30,8 ^{b1}
Puruandiro	25,0 ^{a1}	25,0 ^{a1}	--	15,6 ^{b2}	--	34,4 ^{ab1}
Huaniqueo	36,8 ^{b1}	10,5 ^{b2}	--	--	31,6 ^{b1}	21,1 ^{a1}
Villa Morelos	--	52,6 ^{c1}	--	--	10,5 ^{a2}	36,8 ^{b3}
Zacapu	37,0 ^{b1}	14,8 ^{b2}	14,8 ^{a2}	14,8 ^{b2}	18,5 ^{ab2}	--
Ecuandureo	--	25,0 ^{a1}	--	35,7 ^{a2}	3,6 ^{c3}	35,7 ^{b2}
José Sixto Verduzco	17,4 ^{a1}	17,4 ^{b1}	13,0 ^{a1,2}	17,4 ^{b1}	13,0 ^{a1,2}	21,7 ^{a1,3}
Panindícuaro	19,1 ^{a1}	--	--	--	57,4 ^{d2}	23,4 ^{a1}
Penjamillo	--	30,0 ^{a1}	--	16,7 ^{b2}	53,3 ^{d3}	--
La Piedad	--	--	21,9 ^{b1}	9,4 ^{c2}	53,1 ^{d3}	15,6 ^{a1}
Churintzio	--	24,3 ^{a1}	18,9 ^{b2}	18,9 ^{a2}	37,8 ^{b3}	--
Zinaparo	9,1 ^{c1}	42,4 ^{c2}	--	--	39,4 ^{b2}	9,1 ^{c1}
Angamacutiro	--	14,8 ^{b1}	--	22,2 ^{b2}	63,0 ^{cb3}	--
Villa Jiménez	6,7 ^{c1}	13,3 ^{b2}	26,7 ^{b3}	16,7 ^{b2}	36,7 ^{b3}	--
Numarán	--	29,4 ^{a1}	--	--	29,4 ^{b1}	41,2 ^{b2}
Promedio	8,9 ¹	20,4 ²	6,5 ¹	16,1 ¹	29,2 ²	18,9 ²

*= Color base con combinaciones de los colores base.
a, b, c, d = Literales diferentes indican diferencias dentro de fila.
1, 2, 3 = Numerales diferentes indican diferencias (P < 0,005) dentro de columna.

Cuadro 2. Medias de mínimos cuadrados para la determinación del peso corporal y peso del huevo de las gallinas de traspatio (n = 101).

Least squares means for the determination of body weight and egg weight of backyard hens (n = 101).

Municipio	Peso gallina (kg)		Peso huevo (kg)	
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.
Santa Ana Maya	1,931 ^a	0,051	0,0450 ^a	0,0001
Cuitzeo	1,681 ^b	0,048	0,0450 ^a	0,0001
Coeneo	1,360 ^{cd}	0,062	0,0454 ^a	0,0002
Puruándiro	1,839 ^{ab}	0,056	0,0500 ^b	0,0001
Huaniqueo	1,706 ^{ab}	0,072	0,0500 ^b	0,0002
Villa Morelos	1,332 ^d	0,072	0,0500 ^b	0,0002
Zacapu	1,217 ^d	0,061	0,0500 ^b	0,0001
Ecuandureo	1,525 ^b	0,060	0,0500 ^b	0,0001
José Sixto Verduzco	1,633 ^b	0,066	0,0500 ^b	0,0002
Panindícuaro	1,666 ^b	0,046	0,0502 ^b	0,0001
Penjamillo	1,177 ^d	0,058	0,0550 ^{bc}	0,0001
La Piedad	1,521 ^{bc}	0,056	0,0550 ^{bc}	0,0001
Churintzio	1,541 ^{bc}	0,052	0,0550 ^{bc}	0,0001
Zinápapo	1,721 ^{ab}	0,055	0,0550 ^{bc}	0,0001
Angamacutiro	1,364 ^{cd}	0,061	0,0550 ^{bc}	0,0001
Villa Jiménez	1,380 ^{cd}	0,058	0,0550 ^{bc}	0,0001
Numarán	1,709 ^{ab}	0,054	0,0572 ^{bc}	0,0001
Promedio	1,567	0,052	0,051	0,0001

a, b, c, d = Literales diferentes indican diferencias (P < 0,05) dentro de columna.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Pearson entre municipio, indicadores productivos, componentes y composición de alimento.
Pearson correlation coefficients between the municipality, production indicators, components and composition of food.

	MPIO	PV	Ph	PC	AC	GS	DESP	FORRA
MPIO	--							
PV	-0,17**	--						
Ph	0,92**	-0,18**	--					
PC	0,12*	0,11*	0,10*	--				
AC	-0,43**	0,26**	-0,36**	0,09**	--			
GS	0,28**	-0,24**	0,33**	-0,57**	-0,52**	--		
DESP	0,10*	0,031 ^{NS}	0,002 ^{NS}	0,37**	-0,38**	-0,52**	--	
FORRA	-0,19**	-0,048 ^{NS}	-0,34**	0,37**	0,07 ^{NS}	-0,49**	0,22**	--
INSEC	-0,22**	0,25**	-0,21**	0,20**	0,82**	-0,36**	-0,39**	-0,11**

MPIO = Municipio; PV = Peso de la gallina; Ph=Peso del huevo; PC= Proteína cruda; AC= Alimento comercial; GS= Granos; DESP= Desperdicios; FORRA= Forrajes; INSEC= Insectos.

*= Significativo ($P < 0,05$).

**= Altamente significativo ($P < 0,001$).

NS= No significativo ($P > 0,05$).

Cuadro 4. Medias de mínimos cuadrados de peso de huevo (g) de acuerdo con el peso de la gallina.
Least squares means of egg weight (g) according to the weight of the chicken.

Color	Peso gallina (kg)		Peso huevo (kg)	
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.
Amarillo	1,552 ^a	0,056	0,051 ^a	0,0006
Café	1,552 ^a	0,037	0,052 ^b	0,0004
Gris	1,622 ^a	0,064	0,053 ^b	0,0007
Negro	1,646 ^a	0,039	0,049 ^a	0,0004
Rojo	1,484 ^b	0,029	0,053 ^b	0,0003
Blanco	1,638 ^a	0,037	0,050 ^a	0,0004

^{a, b} = Literales diferentes indican diferencias ($P < 0,05$) dentro de columna.

($P < 0,001$): $r = -0,36$ y $-0,21$. No obstante, se encontró correlación positiva entre granos y Ph ($r = 0,33$; $P < 0,001$).

Finalmente, las correlaciones entre proteína cruda (PC)-PV y PC-Ph fueron bajas ($P < 0,05$): $r = 0,11$ y $0,10$ (cuadro 3). Pero cuando se analizan las correlaciones de PC y los componentes de la dieta estas son positivas ($P < 0,001$) con los desperdicios de cocina, forrajes e insectos, pero negativa con los granos, principalmente maíz y sorgo, ($r = -0,36$; $P < 0,001$). No obstante, las correlaciones entre AC-PC y AC-PV fueron bajas: $r = 0,09$ ($P < 0,05$) y $0,11$ ($P < 0,05$).

DISCUSIÓN

En referencia a los resultados de la variabilidad del CoP de las GT, estos coinciden con Trigo y col (2013) y Sánchez y Torres (2014), quienes indican que existe una variabilidad fenotípica en los núcleos de aves de traspatio, donde predominan las aves de color rojo. Juárez y col

(2000), Valdés y col (2010) y Apuno y col (2011) encontraron GT con CoP rojo en las siguientes proporciones: 24,9, 25 y 23,8%. En cuanto a las proporciones de CoP blanco, amarillo y gris encontrados en este trabajo, estas son similares a lo reportado por Juárez y col (2000), Valdés y col (2010), Trigo y col (2013), Zaragoza y col (2013). Sin embargo, en relación con la frecuencia de GT de color negro este resultado no concuerda con Badubi y col (2006) y Egahi y col (2010), quienes determinaron que en la población de gallinas criollas predominan los CoP oscuros, principalmente el negro, debido a que las hacen menos visibles para sus depredadores naturales.

Los cambios en las proporciones de los CoP de las GT y el hecho de que el CoP negro ya no sea el color predominante y que las proporciones de rojo y blanco se hayan incrementado, sugiere que, en los municipios analizados, existe mayor penetración de estirpes comerciales hacia los núcleos de GT; aspecto que también observó Ssewanyana y col (2008). Por lo que la gama de CoP observada en GT (cuadro 1) sugieren alto grado de hibridación en la

Cuadro 5. Medias de mínimos cuadrados de peso de huevo (g) de acuerdo con el color de la gallina (municipio).
Least squares means for egg weight (g) according to the color of the hen (municipality).

Municipio	Amarillo	Café	Gris	Negro	Rojo	Blanco
Santa Ana Maya	--	45,8	--	45,1	44,8	45,2
Cuitzeo	--	--	--	45,0	45,1	45,0
Coeneo	--	45,0	44,9	45,0	45,0	46,1
Puruándiro	50,1	50,1	--	50,0	--	50,2
Huaniqueo	50,0	50,0	--	--	50,1	50,0
Villa Morelos	--	49,9	--	--	50,0	49,9
Zacapu	49,8	50,0	49,9	50,0	49,9	--
Ecuandureo	--	49,9	--	50,0	49,7	50,0
José Sixto Verduzco	50,1	49,9	50,1	50,1	50,1	49,9
Panindícuaro	50,1	--	--	--	50,0	50,9
Penjamillo	--	54,8	--	55,2	54,8	--
La Piedad	--	--	55,0	55,1	55,0	54,9
Churintzio	--	55,0	55,3	5,8	54,9	--
Zináparo	55,1	55,0	--	--	55,1	55,1
Angamacutiro	--	54,9	--	55,0	54,9	--
Villa Jiménez	54,9	55,0	54,9	55,0	54,9	--
Numarán	--	57,0	--	--	58,0	56,9
Promedio	51,4 ^a	51,6 ^a	51,7 ^a	50,9 ^b	51,4 ^a	50,3 ^b

^{a, b} = Literales diferentes indican diferencias ($P < 0,05$) dentro de columna.

producción avícola de traspatio y, ante ello, las frecuencias génicas (que determinan la coloración del plumaje) cambiaron, otorgando mayor variabilidad en los fenotipos y, posiblemente también, en los indicadores productivos.

Respecto de los indicadores productivos, tales como PV de la GT y Ph, Badubi y col (2006), encontraron PV promedio de 1,546 kg; Juárez y Pérez (2003) reportaron 1,750 kg de PV de GT. En la presente investigación se encontró un PV promedio de $1,567 \pm 0,316$ kg, peso inferior al reportado por Juárez y Pérez (2003). Sin embargo, es posible que las diferencias en PV de GT estén determinadas por la cantidad y calidad de alimento que se les ofrece y, la calidad del alimento que recolecta la propia gallina en el traspatio (cuadro 3). Esto sugiere, en una primera instancia, que la variabilidad en torno a PV de la GT/municipio (cuadro 2) está en función del tipo de dieta que recibe. Sin embargo no se puede descartar la influencia del genotipo sobre el PV.

Los trabajos con alimentación controlada en GT refieren PV mayores a los encontrados en la presente investigación. Así, Kondombo y col (2003) establecieron que cuando la dieta de las GT es complementada, el PV promedio de la gallina se incrementa entre 1,168 y 1,279 kg. Andrés y col (2010) mostraron que cuando las GT recibieron una dieta con 16% de PC el peso se incrementó, en comparación con GT que recibieron una dieta al 14 % de PC. Estos aspectos sugieren que el potencial genético de GT, en cuanto a PV se refiere, es mayor a los resultados encontrados. No obstante, las correlaciones entre los

componentes de dieta y PV establecieron que el consumo de AC, así como el consumo de insectos, están asociados con el PV de la GT (cuadro 3), pues ambos compuestos son fuente de proteína. Pero al analizar la PC (otorgada por el total de los componentes de la dieta) y su relación con PV, esta fue baja ($P < 0,05$): $r = 0,11$ (cuadro 3), lo que podría indicar que el suministro de AC y el consumo de insectos no es frecuente o las cantidades ingeridas no logran cumplir con las necesidades requeridas para incrementar el peso de las GT.

Galíndez y col (2012) indican que el peso de la gallina es afectado por aspectos genéticos, climáticos y zootécnicos. Por lo que la variabilidad del PV de GT analizadas está afectada por el genotipo, puesto que el fenotipo es igual al genotipo más el ambiente ($F = G+A$) (Falconer y Mackay 2001); al respecto, los resultados de PV de GT de acuerdo con el CoP, mostraron que las aves de color rojo fueron de menor peso (1,484 kg) que el resto de las GT con CoP diferentes ($P < 0,05$); además, las gallinas con CoP negro y blanco presentaron tendencia a mayor PV: 1,646 y 1,638 kg (cuadro 4).

En relación con los resultados de Ph de GT, este fue de 51 ± 4 g; peso similar al encontrado por Martínez y col (2012): 51 g; aunque, este peso promedio se obtuvo con GT sometidas a una dieta de harina de semilla de calabaza. Jerez (2009) estableció un Ph promedio de 53,3 g en gallinas alimentadas con maíz. Mientras que Juárez y Pérez (2003) encontraron Ph promedio de 55 ± 7 g; peso superior al promedio encontrado en los municipios analizados de la

región Bajío del estado de Michoacán. No obstante, los pesos promedio de los huevos analizados/municipio presentaron una diferencia de 12 g entre el ligero y el pesado, aspecto que coincide con Juárez y col (2010). Al respecto, los investigadores anteriormente citados sugieren que el Ph depende del tipo de alimento que se les proporcione, genotipo, edad y semana de postura en la que se encuentren las gallinas (Fuente y col 2012, Pérez 2013).

Leeson y Summers (2005) y Rodríguez y col (2011) encontraron que conforme se incrementa el PV de GT, se incrementa el Ph. Aspecto que no concuerda con los resultados encontrados en esta investigación: aves ligeras producen huevos más pesados, mientras que las aves pesadas ponen huevos con menor peso (cuadro 4). Martínez y col (2012) establecieron que a mayor peso del oviducto mayor Ph. Rose (1997) encontró que las gallinas con menor ritmo de postura producen mayor Ph. Mientras que para Segura y col (2007) el promedio de Ph de gallinas criollas aumenta con la edad. La diferencia entre los Ph provenientes de GT y el de las gallinas comerciales se debe a que estas no han sido sometidas a procesos de selección para mayor Ph. No obstante, Herrera y col (2003) muestran que la correlación genética entre número de huevos-Ph se encuentra en un rango de -0,25 a -0,50, lo que establece que a mayor producción de huevos/gallina el Ph disminuye.

Herrera y col (2003) determinaron que el índice de herencia del Ph es de 0,40 a 0,50; mientras que el PV es de 0,40 a 0,60. Como se puede observar ambas características son altamente heredables, sin embargo, las correlaciones entre dos características métricas se debe a efectos genéticos y ambientales, por lo que la correlación genética es explicada principalmente por la acción pleiotrópica de genes. Así, los genes que producen aumento en el PV de la gallina ponedora produce simultáneamente aumento en el Ph. Pero para lograr este tipo de efectos se debe considerar la selección de individuos con la combinación de genes superiores y eliminar los inferiores (Pierce 2009).

Juárez y col (2008) observaron que la familia rural toma la decisión de vender, sacrificar o incorporar el producto final: pollos y pollas al núcleo de GT. No obstante, los individuos incorporados al núcleo de gallinas han transitado por una intensa selección natural y una mínima o nula selección artificial. Lo que podría explicar los resultados encontrados en esta investigación, en tornos a CoP-PV, PV-Ph y CoP-Ph.

La variabilidad en el Ph y PV de GT está determinada por múltiples factores e incluso se pudo observar que a mayor PV de GT menor Ph, lo que sugiere efectos genéticos, lo que podría ser el resultado de la incorporación de nuevos individuos (gallinas, gallos, pollos) al núcleo de GT, sin ningún criterio de selección genética. Además, debido a que en este sistema de producción no se dispone de registros de control de producción, es factible que entre las gallinas analizadas participaran gallinas de diferentes edades, lo que tal vez afectó la variabilidad observada tanto en PV como en Ph.

Basado en estos resultados se concluye que las proporciones actuales de los fenotipos de las gallinas de traspatio (color de plumaje) cambian de acuerdo al municipio. No obstante, en la mayoría de los municipios que comprenden la región Bajío del estado de Michoacán, México, el color del plumaje de las gallinas que predominó fue el rojo, ya sea en color uniforme o mezclado con otros colores. El color negro de este tipo de gallinas ya no es el prototipo en los sistemas familiares de producción avícola, ya que el valor proporcional de este color de plumaje en gallinas, de la región estudiada, la ubican en cuarto lugar. Del mismo modo, el color blanco y el café, en los núcleos de gallinas de traspatio, muestran un repunte. Lo que sugiere una mayor penetración a estos núcleos de individuos pertenecientes a razas europeas o líneas mejoradas.

El peso vivo de las gallinas de traspatio es variable y está correlacionado con el peso del huevo de manera negativa, por esto gallinas con menor peso producen huevos de mayor peso o viceversa. Esta característica podría ser el resultado de la incorporación de individuos sin un plan estratégico de mejora genética. De aquí que los efectos ambientales en las variables productivas de este tipo de aves juegan un papel central en el mérito o desmérito de las misma y la introducción de genotipos diferentes al autóctono no necesariamente mejora los indicadores de peso vivo y peso del huevo de las gallinas de traspatio.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Coordinación de la Investigación Científica (CIC-UMSNH) por el financiamiento otorgado para la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Andrés CA, SW Narváez, LEA Díaz. 2010. Rendimiento de gallinas Leghorn en ambiente tropical y niveles crecientes de proteína cruda en la dieta. *Vet Zootec* 4, 28-35.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Gaithersburg, Maryland, USA.
- Apuno AA, ST Mbap, T Ibrahim. 2011. Characterization of local chickens (*Gallus gallus domesticus*) in Shelleng and Song Local Government Areas of Adamawa State, Nigeria. *Agric Biol JN Am* 2, 6-14.
- Badubi SS, M Rakereng, M Marumo. 2006. Morphological characteristics and feed resources available for indigenous chickens in Botswana. *VARD* 18, 1.
- Egahi JO, NI Dim, OM Momoh, DS Gwaza. 2010. Variations in qualitative traits in the Nigerian local chicken. *I J Poult Sci* 9, 978-979.
- Falconer DS, TFC Mackay. 2001. *Introducción a la genética cuantitativa*. 1^a ed. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- FAO, Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1981. Descriptores de especies avícolas. En: *Banco de datos de recursos genéticos animales*. Roma, Italia, Pp 13-15.
- Fuente MB, MGD Mendoza, MJ Arce, CC López, GE Ávila. 2012. Respuesta productiva de gallinas a dietas con diferentes niveles de proteína. *Arch Med Vet* 44, 67-74.
- Galíndez R, I Peña, A Albarran, J Prospert. 2012. Producción de huevos y fertilidad en cuatro líneas de gallinas reproductoras venezolanas. *Rev Fac Agron* 38, 123-131.
- Herrera HJG, FC Lemus, AS Barreras. 2003. Correlaciones genéticas y fenotípicas. En: Herrera HJG, Lemus FC, Barreras AS (eds.).

- Mejoramiento genético animal: un enfoque aplicado*. Colegio de postgraduados, Montecillo, Texcoco, México, Pp 82-86.
- Jerez SMP. 2009. Producción de huevo de gallinas Rhode Island Rojas bajo un sistema alternativo de traspatio. *Rev Bras Agroec* 4, 2.
- Jerez SMP, SM Reyes, RJC Carrillo, A Villegas, CJ Segura. 2009. Indicadores productivos de gallinas criollas en un sistema de producción avícola alternativo en Oaxaca, México. *Libro de Memoria VIII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica*, 16-20 de septiembre, Murcia, España, Pp 1-9.
- Juárez CA, AJA Manríquez, CJ Segura. 2000. Rasgos de apariencia fenotípica en la avicultura rural de los municipios de la Ribera del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *VARD* 12, 1.
- Juárez CA, TJ Pérez. 2003. Comportamiento de la parvada de gallinas criollas en condiciones naturales del medio rural. *Ciencia Nicolaita* 35, 73-80.
- Juárez CA, RR Ortiz, SER Pérez, VE Gutiérrez, DA Val. 2008. Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. *VARD* 20, 2.
- Juárez CA, VE Gutiérrez, CJ Segura, RR Santos. 2010. Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacán, México. *Trop and Sub Agro* 12, 109-115.
- Kondombo SR, RP Kwakkel, M Slingerland, AJ Nianogo, MWA Verstegen. 2003. Effects of local feedstuff supplementation on performance and nutritional status of village chickens during the end of the rainy season in Burkina Faso. *Revue Elev. Méd Vet Pays Trop* 56, 199-204.
- Leeson S, JD Summers. 2005. *Comercial Poultry Nutrition*. 3rd ed. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Mammo M, T Wude. 2011. Phenotypic and genotypic characteristics of indigenous chickens in Ethiopia: A review. *Afr J Agric Res* 6, 5398-5404.
- Mammo M. 2012. Indigenous chicken production and the innate characteristics. *Asian J Poul Sci* 6, 6-54.
- Martínez AY, LJ Córdoba, PAA Santana, YO Martínez, NMI Valdivié, HCA Betancur. 2012. Productividad y calidad del huevo de gallinas con niveles crecientes de harina de semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*) *Rev Mex de Cien Pecu* 3, 65-75.
- Pérez BA. 2013. Influencia de factores nutricionales y de manejo sobre la productividad y la calidad del huevo en gallinas ponedoras rubias. *50 Congreso Científico de Avicultura*. Simposio WPSA-AECA, Lleida, Pp 163-170.
- Pierce BA. 2009. *Genética: Un enfoque conceptual*. 3^{ra} ed. Editorial Médica Panamericana, México DF.
- Rodríguez G, L Zaragoza, R Perezgrovas, G Sánchez, K De Jesús. 2007. Producción agropecuaria indígena rural y urbana en los Altos de Chiapas. En: Miranda R, Espinosa LM (eds). *CHIAPAS: La paz en la guerra*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Rodríguez R, LM Cisneros, NM Valdivié, MR González, YA Martínez. 2011. Efectos de dietas con harina de caña proteica sobre la calidad de los huevos de gallinas ponedoras White Leghorn L33. *Rev Prod Anim* 23, 34-38.
- Rose SP. 1997. *Principios de la ciencia avícola*. 1^a ed. Editorial Acribia, Madrid, España.
- SAS, Statistical Analysis System. 2000. SASTM Software (Version 6.0). SAS Institute. Inc., Cary NC, EE.UU.
- Segura CJ, SMP Jerez, L Sarmiento, R Santos. 2007. Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. *Arch Zootec* 56, 309-317.
- Sánchez SM, RJA Torres. 2014. Diagnóstico y tipificación de unidades familiares con y sin gallinas de traspatio en una comunidad de Huatusco, Veracruz (México) *Rev Inves Dif Cien Agrop* 18, 63-75.
- Ssebina BS. 2003. Integrated programmed hatching of day old chicks on one particular day per week (A basis for improving the social economic status of rural communities.) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Ssewanyana E, AO Onyait, J Ogwal, B Mukasa, P Nsamba, J Masaba. 2003^a. Characteristics of rural chicken in apac and kumi districts of Uganda. *Uganda J Agric Sci* 8, 159-164.
- Ssewanyana E, J Oluka, J Masaba. 2003^b. Performance evaluation of crossbred chickens at serere. *Uganda J Agric Sci* 8, 151-158.
- Ssewanyana E, A Ssali, T Kasadha, M Dhikusooka, P Kasoma, J Kalema, BA Kwatoty, L Aziku. 2008. On-farm characterization of indigenous chickens in Uganda. *J Animal & Plant Sci* 1, 33 - 37.
- Tovar JL, W Narváez, SE Takahashi. 2014. Bases para la conservación del *Gallus gallus domesticus* (Phasianidae) colombiano en el departamento de Caldas. *Bol Cient Mus Hist Nat* 18, 112-122.
- Trigo AJ, VE Gutiérrez, PR Garcidueñas, RG Salas, CA Juárez. 2013. Frecuencia de rasgos fenotipos en la avicultura rural del municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero. *Memoria de la III Reunión Mexicana sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos*, 3 y 4 de octubre del 2013, Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, México, Pp 51-57.
- Valdés RJ, O Pimentel, K Martínez, EM Ferro. 2010. Caracterización fenotípica del genofondo avícola criollo de San Andrés, Pinar del Río, Cuba. *Arch Zootec* 59, 597-600.
- Zaragoza ML, HJV Rodríguez, ZJS Hernández, GR Perezgrovas, CB Martínez, EJA Méndez. 2013. Characterization of hens *Batsi alak* in the Highlands of Southeast Mexico. *Arch Zootec* 62, 239.