

EVALUACIÓN FÍSICA DE LA CALIDAD EXTERNA E INTERNA DEL HUEVO DE PAVAS NATIVAS (*Melleagris gallipavo g.*)

Physical Evaluation of External and Internal Egg's Quality of Native Turkey Hens (*Melleagris gallipavo g.*)

Aureliano Juárez-Caratachea^{1*}, Ernestina Gutiérrez-Vázquez¹, Rosa Elena Pérez-Sánchez², Rafael María Román-Bravo³ y Ruy Ortiz-Rodríguez⁴

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF)-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ²Facultad de Agrobiología-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ³Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. ⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo *Corresponding Author: E-mail: ajuarez1952@hotmail.com IIAF, Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. Tarimbaro, Michoacán, México. CP 5888.

RESUMEN

Se evaluó la calidad física del huevo de pavas nativas (guajolotes), (*Melleagris gallipavo g.*), a través de indicadores externos e internos, asociados con la calidad del huevo. Para ello se recolectaron 8 huevos en cada una de las cinco regiones fisiográficas en que se divide al estado de Michoacán, México (40 en total), durante los meses de abril y mayo 2010. Todos los huevos fueron procesados al tercer día post-recolección. Las mediciones para determinar indicadores externos fueron: peso del huevo, diámetro polar y transversal, peso, espesor y porcentaje de cáscara e índice de forma del huevo; para determinar indicadores internos se midió: peso de clara y yema, diámetro de clara y yema, altura de clara y yema, pigmentación de yema, pH de clara y yema, índice de clara y yema, porcentaje de clara y yema y unidades Haugh. Los resultados mostraron que la mayoría de los indicadores de calidad del huevo no presentan diferencias significativas ($P>0,05$), excepto que los huevos de mayor tamaño se observaron en las regiones de Eje Neovolcánico y Bajío, para los cuales las medias y desviaciones típicas fueron $82,5 \pm 5,8$ y $81,7 \pm 6,1$ g, respectivamente, en tanto que los de menor peso corresponden a la región de la Costa ($76,0 \pm 4,9$ g). Los coeficientes de correlación con significancia estadística (peso del huevo y diámetro longitudinal, con $r = 0,63$ y peso del huevo con índice de forma, con $r = 0,83$) sugieren la posibilidad de caracterizar los componentes de varianza con la finalidad de implementar programas de selección para mejorar estos mismos indicadores.

Palabras clave: Recurso zoogenético mexicano, pavo (guajolote) doméstico, calidad del huevo, unidades Haugh.

ABSTRACT

Physical quality of mexican native wild turkeys (guajolotes), (*Melleagris gallipavo g.*) eggs were evaluated through external and internal indicators, associated with the quality of the egg. For this purpose, 8 eggs were collected in the year 2010, during the months of April and May, from each one of the five regions in which the Michoacán state is divided, Mexico (40 in total). All the eggs were processed the third day post harvesting. Measurements used as external indicators were: eggs' weight, polar and cross-sectional diameters; eggshell weight, thickness and percentage, egg's index of form. Internal quality indicators measured were: albumen and yolk weights, albumen and yolk diameters, albumen and yolk heights, yolk's pigmentation, albumen and yolk pH, albumen and yolk index, albumen and yolk percentages and Haugh units. Results showed that most quality indicators did not show statistical differences ($P>0.05$), with the exception that larger eggs were found in the Neovolcanico axis and Bajío, for which means and standard deviations were 82.5 ± 5.8 y 81.7 ± 6.1 g, respectively, on the other hand, smaller weights were found in the Coastal region (76.0 ± 4.9 g). Correlation coefficients with statistical differences (weight of the egg and longitudinal diameter, with $r=0.63$ and eggs weights with index form with $r=0.83$) suggest the possibility of characterizing the variance components for those indicators, in order to implement selection programs to improve these indicators.

Key words: Mexican genetic resource, domestic turkeys (guajolotes), egg's quality, Haugh units.

INTRODUCCIÓN

El pavo (*Meleagris gallipavo g.*), (conocido en México como guajolote), es originario de América, siendo referenciado

por los colonizadores quienes lo encontraron, tanto en estado salvaje como domesticado en México [4]. Sin embargo, este recurso zoogenético, tradicionalmente está orientado principalmente a la obtención de carne [2]. La principal característica de la crianza de pavos es que ésta se realiza en sistemas de traspatio, pues representa una actividad típica de los poblados pequeños y medianos de México y constituye un importante apoyo económico-alimentario para las poblaciones rurales y suburbanas, así como un importante recurso genético pecuario del país [18].

Actualmente se mantiene el interés económico de la explotación del pavo por su rendimiento cárnico [3], aunque el huevo de pava también ha llegado a formar parte de la tradición culinaria y cerca del 20% de éste se destina al consumo [2]. Al respecto, la Norma NMX-FF-079-SCFI-2004 (productos avícolas –huevo fresco de gallina– especificaciones y métodos de prueba) [20] define al huevo de gallina como el producto ovoide, proveniente de la oviposición de la gallina (*Gallus gallus*), constituido por cascarón, membranas, cámara de aire, clara, chalazas, yema y germen. Especifica además que: “el huevo proveniente de otras aves será designado con el nombre de las aves correspondientes, como huevo de pata o pava”.

En cuanto a la calidad del huevo, ésta se puede definir como el conjunto de características que influyen en la aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor [28]. No obstante, la calidad del huevo es un término general que se refiere a varios estándares que son impuestos al huevo, los cuales hacen referencia a la calidad interna y calidad externa, en general estos estándares están enfocados a la limpieza del cascarón, textura del cascarón, forma del huevo, viscosidad de la albúmina, forma y firmeza de la yema, entre otros [23]. Así, los controles de calidad de este producto pueden realizarse en varios niveles: a) calidad externa del huevo, para detectar productos no íntegros -huevos rotos- o sucios; b) calidad interna del huevo, donde se determina los niveles aceptables de frescura, color de la yema, calidad de la cáscara y c) análisis físico-químico y microbiológicos, que verifican el valor nutricional del huevo o ausencia de *salmonella* [15]. Los parámetros empleados para valorar la calidad de huevo son los siguientes: variación del peso del huevo, variación de cámara de aire, calidad del albumen, calidad de la yema y calidad de la cáscara.

Juárez y Fraga [8] informan en relación con el peso del huevo de pavas nativas, 78,4 g. Por su parte, Juárez y Gutiérrez [10] reportan $79,3 \pm 4,8$ g para el mismo parámetro en la misma especie y añaden que, al estudiar el comportamiento productivo de pavas criollas en condiciones de confinamiento total con concentrado *ad libitum*, encontraron los siguientes parámetros: diámetros polar y ecuatorial del huevo, 6,4 y 4,7 cm, respectivamente; peso, porcentaje y espesor del cascarón 8,5 g, 10% y 0,47 mm, respectivamente. Para la misma fuente [10], las unidades Haugh y el índice de forma son: 80,9 y 73,4%, en su orden.

La cámara de aire se forma en las horas posteriores a la puesta, cuando comienza a disminuir la temperatura del huevo.

Al enfriarse se produce una contracción de los líquidos internos y como resultado de esta contracción la membrana interna de la cáscara se separa de la membrana externa y se forma la cámara. El incremento posterior del tamaño de la cámara es el resultado de la evaporación de agua del huevo. El incremento de esta estructura varía entre 0,2 y 0,25 mm, cada día [16].

La calidad de la yema se puede valorar desde tres puntos de vista: primero, a través de la escala Roche como lo recomiendan Raigón y col. [23], considerando que un valor normal se encuentra entre los números 11 y 12. Se ha de tomar en cuenta que, el color está muy influenciado por la alimentación de las gallinas; segundo, mediante el porcentaje de yema, en relación con el peso del huevo completo. El porcentaje de esta estructura guarda una correlación positiva con el peso del huevo y con la edad de la ponedora y tercero, mediante el pH de la yema, éste inicialmente tras la puesta se encuentra comprendido entre 5,2 y 5,4 pero se incrementa en las siguientes tres semanas para estabilizarse con el tiempo en un valor próximo a 6,2. Por lo tanto, el valor en el pH sirve en la práctica para saber si el huevo tiene más o menos de 4 semanas [11].

Por los antecedentes ya señalados, en los que se destaca la importancia del pavo nativo (*Meleagris gallipavo g.*), como recurso zoogenético mexicano y la escasa información acerca de sus productos, el objetivo del presente estudio consistió en evaluar físicamente la calidad externa e interna del huevo de estas aves, en distintas regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con 40 huevos recolectados de igual número de pavas nativas, procedentes de las cinco regiones fisiográficas en que se divide al estado de Michoacán, México [17]: Región I, Bajío o Lerma (parte sur de la planicie mexicana), su clima es templado con lluvias en verano, temperatura media anual va de 13 a 17°C; Región II, Eje Neovolcánico (atravesa el centro de México), con clima templado subhúmedo, lluvias en verano y una temperatura media anual de 15 a 20°C; Región III, Depresión del Balsas o Tierra Caliente (parte más baja del área continental), su clima es seco y cálido con lluvias en verano, su temperatura media anual varía entre 25 y 30°C; Región IV, Sierra Madre del Sur (próxima a las costas del Océano Pacífico), el clima es templado en las zonas altas, semifrío y cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual de 22 a 27°C; Región V: Costa (planicie costera del Pacífico), su clima es tropical húmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual oscila entre 25 y 32°C.

En cada región se adquirieron 8 huevos, uno por localidad de diferente Municipio, los huevos recolectados fueron transportados en carteras porta-huevo, a las instalaciones del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ubicado en capital del estado de Michoacán, México, para las medicio-

nes correspondientes. La colecta de huevos se realizó en fines de semana, se almacenaron por un día a temperatura ambiente, para realizar las mediciones al tercer día pos-oviposición en todos los huevos. Las mediciones externas fueron: peso (g) de huevo y del cascarón, para ello se utilizó una balanza digital con precisión de 0,1 g (marca Escali, modelo L600, China); espesor del cascarón (mm), éste se midió con un micrómetro de mano (Mitutoyo No.7301, Japón); diámetro polar o longitudinal y ecuatorial o corto (largo y ancho del huevo) se midieron con la ayuda de un Vernier (marca Scala, México); porcentaje de cascarón, el cual se estimó a través de la siguiente ecuación: $\%C = \text{peso del cascarón} / \text{peso del huevo completo} \times 100$; índice de forma, éste se obtuvo mediante la fórmula $IF = \text{diámetro ecuatorial o menor} / \text{diámetro polar o mayor} \times 100$.

Las mediciones internas comprendieron: pigmentación de yema, se determinó con el abanico Roche (Ovocolor BASF D-6700, Alemania); diámetro de clara y yema, para ello se midió en cuatro puntos en cruz con papel milimétrico bajo cristal transparente plano; altura de clara y yema, éstas se midieron con la barra de profundidad del Vernier; índice de yema, el cual se determinó con la siguiente ecuación: $IY = \text{altura de la yema} / \text{el diámetro medio de la yema} \times 100$; índice de clara, éste se obtuvo con la siguiente fórmula: $IC = \text{altura de la clara} / \text{diámetro medio de la clara} \times 100$; peso de clara y yema, para ello se utilizó una balanza digital con precisión de 0,1 g; pH de clara y yema, los valores se obtuvieron con un peachímetro (compact pH METER B-213, EUA); unidades Haugh, éstas se determinaron a través de la ecuación $UH = 100 \log (H + 7,75 - 1,5 W 0,37)$ donde H representa la altura de la clara en mm y W representa el peso del huevo [6].

Los datos de la investigación fueron procesados mediante estadística descriptiva para calcular promedios y medidas de dispersión. Así mismo, se realizaron análisis de correlación lineal simple con los datos generados, sin considerar la región fisiográfica de procedencia del huevo, así como con análisis de varianza para un modelo matemático correspondiente a un criterio de clasificación, con regiones como un efecto fijo, usando el procedimiento lineal general del paquete estadístico SAS [25]. Para los análisis posteriores, en los indicadores donde el efecto de región fisiográfica resultó significativo, se utilizó la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo referente al peso del huevo, este fue de $79,7 \pm 5,31$ g (TABLA I), peso que concuerda con Rose [24] quien reporta un peso promedio de 80 g. No obstante, el peso del huevo de pava depende de la edad en que comienza la puesta y ésta inicia por lo general a las 32 semanas de vida. En lo que respecta a la proporción de cáscara en el huevo se encontró un valor de $9,9 \pm 0,57\%$. Al respecto se ha establecido que, esta proporción desciende lentamente durante el periodo de puesta. Lo mismo sucede con la resistencia de la cáscara, ésta se mantiene alta o se deteriora tan solo lentamente durante una buena parte del periodo de puesta, posteriormente se altera rápidamente [24].

De acuerdo con los resultados condensados en la TABLA I puede observarse que, las variables de la calidad externa del huevo de pava mostraron coeficientes de variabilidad bajos, posiblemente esto se debió a las similitudes genéticas entre las parvada de pavas en el medio rural, así como al manejo en general y a la dieta. López y col. [13] encontraron que, los pavos nativos han logrado adecuarse a los diversos ambientes que presenta el estado de Michoacán, México. Si bien el *Melleagris gallipavo* ha logrado rusticidad y resistencia a diversos ambientes, también ante la ausencia de métodos de selección tendientes al mejoramiento genético ha tenido como resultado la formación de poblaciones cuyos rasgos fenotípicos (color de plumaje, largo del cuerpo, envergadura) así como reproductivos y productivos son muy heterogéneos [9, 12].

En lo referente a los indicadores de calidad interna del huevo de pava, como: índice de clara, altura de la clara y pigmentación de yema, éstos presentaron coeficientes de variabilidad elevados: 25,8; 25,0 y 15,1%, respectivamente (TABLA II), en comparación con los coeficientes de variabilidad de las variables de la calidad externa del huevo (TABLA I).

Respecto a la variabilidad interna del huevo de pava, hay autores [9,12] que mencionan que, la composición de los huevos solamente experimenta cambios ligeros durante el periodo de puesta; la proporción de yema es baja en los primeros huevos producidos, aunque aumenta rápidamente y posteriormente se mantiene constante. La variabilidad encontrada puede ser el

TABLA I
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS VARIABLES DE CALIDAD EXTERNA DEL HUEVO DE PAVA NATIVA

Variable Externa	Promedio	D.E	C.V	Mínimo	Máximo
Peso del huevo, g.	79,7	5,31	6,7	68,0	91,0
Diámetro polar, cm.	6,5	0,26	4,0	6,0	6,9
Diámetro transversal, cm.	4,5	0,32	6,8	3,7	4,9
Peso del cascarón, g.	8,1	0,50	6,2	7,0	8,8
Espesor del cascarón, mm.	42,0	3,4	8,2	36,0	55,0
Porcentaje de cascarón, %	9,9	0,57	5,6	8,8	11,5
Índice de forma, u.	71,1	3,01	4,3	64,0	79,3

TABLA II
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS VARIABLES DE CALIDAD INTERNA DEL HUEVO DE PAVA NATIVA

Variable Interna	Promedio	D.E	C.V	Mínimo	Máximo
Peso de clara, g.	39,1	4,1	10,4	30,6	49,6
Peso de yema, g.	22,7	1,7	7,5	19,2	26,6
Diámetro de clara, cm.	8,4	0,69	8,2	7,1	10,1
Diámetro de yema, cm.	4,6	0,19	4,1	4,2	5,2
Altura de clara, cm.	0,68	0,17	25,0	0,40	1,0
Altura de yema, cm.	1,7	0,1	5,9	1,5	1,9
Pigmentación yema, u.	8,6	1,3	15,1	7,0	11,0
pH de clara, u.	8,52	0,39	4,6	7,2	8,9
pH de yema, u.	5,87	0,23	3,9	5,4	6,2
Índice de clara,	7,9	2,04	25,8	4,5	11,7
Índice de yema,	36,5	2,3	6,3	32,6	40,9
Porcentaje de clara, %	52,5	6,6	12,6	36,1	65,1
Porcentaje de yema, %	28,6	2,2	7,7	25,2	36,3
Unidades Haugh, u.	74,8	5,5	7,35	62,0	87,0

resultado de la heterogeneidad genética de las poblaciones de pavos en los sistemas de traspatio, puesto que estas poblaciones no han sido sometidas a mejoramiento genético y en donde solamente ha imperado la selección natural [29].

Por otra parte, la mayoría de las características de calidad del huevo de pava no mostraron diferencias significativas entre regiones de procedencia ($P > 0,05$), excepto peso del huevo, diámetro longitudinal, altura de clara y yema, porcentaje de clara e índice de yema (TABLAS III y IV), las cuales mostraron variación significativa entre regiones ($P < 0,05$) y por lo tanto se analizan a continuación.

Peso del huevo. El promedio más elevado de peso del huevo se observó en la región Eje Neovolcánico y el más ligero en la Planicie Costera: $82,5 \pm 5,8$ g y $76,0 \pm 4,9$ g, respectivamente (TABLA III). Estos valores ($P < 0,05$) coinciden con lo encontrado por Juárez y Fraga [8] en similar grupo de pavas jóvenes en confinamiento (78,4 g). La desviación estándar de los indicadores de ambas regiones (5,8 y 4,9 g para el Eje Neovolcánico y la Planicie Costera, respectivamente) sugieren que la mayoría de los huevos procedían de pavas, tanto jóvenes como viejas, aspecto que no se pudo precisar durante el muestreo, además de las condiciones ambientales de las regiones con diferencias climáticas. Además, López-Zavala y col. [12], al caracterizar el sistema de producción de pavos de traspatio en las distintas regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México, observaron que los guajolotes más pesados correspondían a la región Eje Neovolcánico, región en la que se encontró el huevo más pesado en el presente trabajo. Al respecto, James [7] propone que, la variación en el tamaño de las aves y sus parámetros está relacionada con los efectos combinados de la humedad, la temperatura y la altitud.

En relación con el bajo peso del huevo en la región Costera, Oluyemi y Adebajo [21] señalan que, en condiciones tropi-

cales, la temperatura de 30°C representa el límite en el que el organismo de las aves pasa del estado de homeostasis al de estrés calórico. En el apartado de la metodología se indicó que, la temperatura anual en esta zona oscila entre 25 y 32°C, por lo que es factible que la temperatura ambiente resulte crítica para la hembra del pavo y con ello resulten huevos de menor volumen, como lo observado en este trabajo.

Diámetro polar. El diámetro polar promedio de mayor dimensión se observó en la región Eje Neovolcánico, en tanto que el más corto corresponde a la Planicie Costera: $6,6 \pm 0,2$ cm y $6,2 \pm 0,3$ cm, respectivamente (TABLA III), este mayor grado de variación en el diámetro longitudinal en comparación con el transversal, sugiere que el peso del huevo puede estar más influenciado por la longitud del huevo que por el ancho del mismo [19]. En relación con el diámetro del huevo, la Norma Oficial Mexicana (NMX-FF-079-SCFI-2004, Productos Avícolas-Huevo Fresco de Gallina) [20] señala que el diámetro polar es 25% mayor que el ecuatorial como máximo, lo que coincide con lo observado en el presente estudio.

Para Raigón y col. [22] en las gallinas, los huevos con mayor diámetro longitudinal presentan mayor tendencia a sufrir roturas ya que se adaptan menos al manejo y no se deslizan tan suavemente como los redondos, lo que produce fisuras que desmerecen la calidad final del huevo. Es probable que el huevo de pava, con cascarón más grueso que el de gallina, se fracture con menor frecuencia. En relación con los promedios de los diámetros observados en la región Eje Neovolcánico (el más grande) y región Costa (el más chico), López-Zavala y col. [12], observaron que en los climas templados y fríos se encontraron los parámetros mayores, en tanto que en las regiones cálidas y secas se presentaron los valores más bajos, lo que coincide con los resultados de este trabajo.

TABLA III
PROMEDIOS DE INDICADORES EXTERNOS DE CALIDAD DEL HUEVO DE PAVA, RECOLECTADOS EN DIFERENTES REGIONES FISIAGRÁFICAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

Indicadores	Regiones				
	Bajío	Eje Neov.	Tierra C	Sierra MS	Planicie C
Peso del huevo, g	81,7 ± 6,1 ^a	82,5 ± 5,8 ^a	77,9 ± 3,9 ^{ab}	79,4 ± 4,6 ^{ab}	76,0 ± 4,9 ^b
Diámetro ¹	6,5 ± 0,3 ^a	6,6 ± 0,2 ^a	6,5 ± 0,3 ^a	6,4 ± 0,2 ^{ab}	6,2 ± 0,3 ^b
Diámetro ²	4,6 ± 0,1 ^a	4,7 ± 0,1 ^a	4,4 ± 0,4 ^a	4,5 ± 0,4 ^a	4,3 ± 0,3 ^a
Peso cascarrón, g	8,2 ± 0,5 ^a	8,0 ± 0,6 ^a	8,1 ± 0,4 ^a	7,9 ± 0,5 ^a	8,1 ± 0,5 ^a
Espesor cascarrón, mm	43,1 ± 1,9 ^a	41,7 ± 4,6 ^a	41,1 ± 1,9 ^a	44,0 ± 5,0 ^a	40,1 ± 1,1 ^a
Por ciento cascarrón	10,1 ± 0,1 ^a	9,7 ± 0,6 ^a	10,0 ± 0,5 ^a	10,1 ± 0,8 ^a	9,8 ± 0,3 ^a
Índice de forma, u	71,9 ± 2,5 ^a	71,3 ± 1,0 ^a	69,1 ± 2,9 ^a	72,5 ± 4,0 ^a	70,3 ± 3,2 ^a

¹ = polar, cm ² = transversal, cm ^{a,b}= diferencias estadísticas (P<0,05) dentro de fila.

TABLA IV
PROMEDIOS DE INDICADORES INTERNOS DE CALIDAD DEL HUEVO DE PAVA, RECOLECTADOS EN DIFERENTES REGIONES FISIAGRÁFICAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

Indicador Interno	Regiones				
	Bajío	Eje Neov.	Tierra C.	Sierra MS	Planicie C.
Peso de clara, g	35,0 ± 2,4 ^c	42,0 ± 3,6 ^a	38,6 ± 3,1 ^b	42,1 ± 1,7 ^a	40,1 ± 2,8 ^{ab}
Peso de yema, g	22,8 ± 0,8 ^{ab}	23,7 ± 1,5 ^a	22,9 ± 2,2 ^{ab}	21,9 ± 1,6 ^b	22,1 ± 1,8 ^{ab}
Diámetro de clara, cm	8,5 ± 0,8 ^a	8,4 ± 0,5 ^a	8,3 ± 0,8 ^a	8,4 ± 0,6 ^a	8,3 ± 0,9 ^a
Diámetro de yema, cm	4,6 ± 0,1 ^a	4,6 ± 0,1 ^a	4,7 ± 0,3 ^a	4,5 ± 0,2 ^a	4,4 ± 0,1 ^a
Altura de clara, cm	0,6 ± 0,2 ^b	0,7 ± 0,1 ^b	0,6 ± 0,1 ^b	0,9 ± 0,1 ^a	0,7 ± 0,1 ^b
Altura de yema, cm	1,6 ± 0,09 ^{ab}	1,67 ± 0,1 ^{ab}	1,63 ± 0,1 ^{ab}	1,73 ± 0,1 ^a	1,6 ± 0,1 ^b
Pigmentación yema, u	9,9 ± 1,3 ^a	10,2 ± 1,4 ^a	9,8 ± 1,5 ^a	10,4 ± 1,4 ^a	10,4 ± 1,2 ^a
pH de clara, u	8,6 ± 0,2 ^a	8,6 ± 0,2 ^a	8,6 ± 0,3 ^a	8,5 ± 0,4 ^a	8,5 ± 0,5 ^a
pH de yema, u	5,8 ± 0,3 ^a	5,8 ± 0,3 ^a	5,9 ± 0,1 ^a	5,7 ± 0,2 ^a	5,8 ± 0,2 ^a
Índice de clara, u	7,0 ± 2,4 ^b	7,5 ± 1,8 ^b	7,31 ± 1,5 ^b	9,9 ± 1,9 ^a	7,5 ± 1,5 ^b
Índice de yema, u	36,0 ± 2,5 ^b	36,2 ± 1,9 ^b	35,0 ± 1,3 ^b	38,9 ± 1,5 ^a	36,2 ± 2,3 ^b
Porcentaje de clara, %	48,2 ± 4,3 ^b	53,4 ± 2,8 ^a	48,1 ± 6,1 ^b	57,9 ± 3,6 ^a	54,8 ± 4,1 ^a
Porcentaje de yema, %	28,1 ± 1,4 ^a	29,5 ± 3,2 ^a	28,9 ± 2,4 ^a	27,7 ± 1,9 ^a	28,6 ± 1,6 ^a
Unidades Haugh, u	76,1 ± 5,7 ^a	78,4 ± 6,2 ^a	75,4 ± 5,3 ^a	74,1 ± 5,3 ^a	74,9 ± 3,0 ^a

^{a,b,c}= diferencias estadísticas (P < 0,05) dentro de fila.

Peso de clara. El promedio más elevado de peso de clara (P<0,05) se encontró en la región Sierra Madre del Sur, en tanto que el menos elevado se presentó en el Bajío: 42,1 ± 1,7 g y 35,0 ± 2,4 g, respectivamente (TABLA IV). De acuerdo con Safaa y col. [26], el peso medio del huevo de gallina al final del ciclo de puesta oscila entre 60 y 70 g, y la clara de éstos variará de 35,1 a 40,9 g, lo que significa que la clara del huevo de pava pesa más de un g que la de gallina. Según Leeson y Summers [11], el peso de la clara de huevo de gallina representa entre 55 y 60 % del peso total del huevo, porcentaje que también representa la clara del huevo de pava, como se puede observar en estos resultados.

Peso de yema. Para la yema, el mayor peso se presentó en la región Eje Neovolcánico (23,7 ± 1,5 g) y el menor en la

Sierra Madre del Sur (21,9 ± 1,6 g), (TABLA IV). Leeson y Summers [11] señalan que, la yema del huevo de gallina representa el 30% del peso del huevo completo, dato que coincide con lo encontrado en el presente estudio: 29% para el peso de yema en región Eje Neovolcánico y 28% para yema de región Sierra Madre del Sur, respectivamente. En las gallinas el peso medio de un huevo completo de 65 g, su yema pesa 21 g [23], es decir, 1 a 2 g menor que el de pava.

Altura de clara. La media de la altura de clara o albúmen más elevada fue de 0,9 ± 0,1 cm y se observó en la región Sierra Madre del Sur (P<0,05); la más baja fue de 0,6 ± 0,2 cm, misma que se encontró en la región del Bajío (TABLA IV). La altura de la clara es una de las variables más usadas para determinar la calidad interna del huevo, expresada

como unidades Haugh [23]. La misma fuente menciona que, la frescura del huevo se mide a través de la altura de la clara, es decir, las claras con mayor altura sugieren huevos más frescos, como las procedentes de la región Sierra Madre del Sur. Al momento del muestreo se solicitaban huevos frescos, sin embargo, es probable que algunos hayan sido almacenados, lo que se evidencia con la altura de la clara.

En términos generales, las mediciones internas indican cuál es la frescura del huevo, a través de la altura de la clara; esta calidad interna se pierde en 3 a 5 días pos-oviposición, con descenso de las unidades Haugh de 90 a 70, si no se almacenan adecuadamente en un cuarto frío, con humedad controlada [22], requisito difícil de cubrir en condiciones del medio rural.

Altura de yema. Las yemas de mayor altura ($1,73 \pm 0,1$ cm) se observaron en la región Sierra Madre del Sur ($P < 0,5$) y la más baja ($1,62 \pm 0,1$ cm) en la región Costa (TABLA IV). Al respecto, Rosales y col. [23] determinaron que, la yema de un huevo recién puesto es redonda, firme y elevada, conforme el huevo envejece ésta absorbe agua de la clara, por lo que se ensancha y aplanada, lo que quizá corresponda al periodo de almacenamiento de los huevos examinados. Para Lotte [15], la calidad interna empieza a disminuir tan pronto es puesto el huevo y va a ser mayor conforme el tiempo de almacenamiento se incrementa.

Índice de clara e índice de yema. El mayor promedio para el índice de clara ($9,95 \pm 1,9$) e índice de yema ($38,90 \pm 1,5$) se presentó en la región Sierra Madre del Sur; en el resto de las regiones no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$) para estas variables. Sarda [27] plantea que, el índice de clara es considerado como uno de los indicadores más importantes relacionados con la calidad del huevo, ya que afecta rápidamente el índice de yema, criterio corroborado por López y col. [14]. Con base en lo anterior se puede concluir que el huevo de mejor calidad corresponde a la región Sierra Madre del Sur.

Porcentaje de clara. Los mayores promedios para el porcentaje de clara se presentaron en las regiones Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Planicie Costera ($53,48 \pm 2,8$, $57,95 \pm 3,6$ y $54,81 \pm 4,1$, respectivamente), en tanto que los más bajos corresponden al Bajío y Tierra Caliente ($48,28 \pm 4,3$ y $48,12 \pm 6,1$, respectivamente). De acuerdo con Raigón y col. [22], el porcentaje de clara densa estima la degradación de la clara, relacionando la calidad de clara densa y fluida que contiene cada huevo. Según la misma fuente, un alto porcentaje de clara densa, indica una mayor frescura del huevo, dado que hay una menor fluidificación de la clara y el huevo está menos degradado. Con base en estos argumentos, los huevos procedentes de las regiones Bajío y Tierra Caliente presentan menor calidad, dado que son éstas las que presentan menor porcentaje de clara densa ($P < 0,05$).

Correlaciones entre indicadores de calidad. Los resultados determinaron coeficientes de correlación significativos entre características físicas de calidad del huevo de pava nativa

(*Melleagris gallipavo g.*), (TABLA V), por ejemplo, entre peso del huevo y diámetro largo del mismo la correlación fue alta ($r = 0,63$; $P < 0,05$); el peso del huevo e índice de clara también presentaron correlación positiva ($r = 0,69$; $P < 0,05$), lo que significa que el índice de la clara depende del peso del huevo. El peso del huevo y el índice de forma mostraron una correlación alta y positiva ($r = 0,80$; $P < 0,001$), lo que indica que el tamaño del huevo determina la longitud del mismo, lo que a su vez determina la resistencia a la rotura, está demostrado que los huevos muy largos o muy redondos no son tan resistentes como los de buen índice de forma [1].

De acuerdo con Dewil y col. [5], la forma del huevo tiene efecto sobre la *incubabilidad* del mismo. Según este autor, cerca de 20% de diferencia entre los tipos de huevos que resultan ser los mejores y los peores se encuentran los de mejor índice de forma. La mayor *incubabilidad* se obtiene con la forma normal, con valores entre 80 ± 8 del índice de forma, es decir, 9% superior al índice encontrado en este estudio, cuyo promedio fue de 71%. Sin embargo, por su forma, de acuerdo con el presente estudio, aproximadamente el 40% del huevo de pavas nativas es apto para incubar (región Bajío y Sierra Madre del Sur).

El diámetro largo del huevo y el índice de clara también presentaron correlación significativa ($r = 0,64$; $P < 0,05$), lo que significa que el largo del huevo determina el índice de clara; el diámetro largo del huevo y el índice de forma están asociados positivamente ($r = 0,65$; $P < 0,05$), lo que indica que la resistencia a la ruptura (esto es lo que establece el índice de forma, según Buxadé [1] está determinado en un 65% por la longitud del huevo; el diámetro de clara y el índice de yema mostraron una correlación negativa y altamente significativa ($r = -0,91$; $P < 0,001$), esto indica que, a medida que el diámetro de la clara aumenta, la altura de la yema disminuye. Esto posiblemente como efecto de la edad del huevo.

Para altura de clara y porcentaje de clara se obtuvo una correlación alta ($r = 0,87$; $P < 0,001$). Correlación similar se observó entre índice de yema y porcentaje de yema ($r = 0,60$; $P < 0,05$). Finalmente, el índice de clara y el índice de forma mostraron una correlación alta y positiva ($r = 0,79$; $P < 0,001$), lo que significa que aquellos huevos con mayor índice de forma tienen mayor índice de clara.

CONCLUSIONES

Los indicadores de calidad interna del huevo de pava nativa (*Melleagris gallipavo g.*) mostraron mayor variabilidad que los indicadores de calidad externa.

Los mejores parámetros de calidad del huevo de pava nativa se observaron en las regiones Eje Neovolcánico y Bajío, en tanto que los más bajos correspondieron a las regiones Costa y Tierra Caliente.

Las correlaciones estadísticas entre indicadores de calidad del huevo sugieren la posibilidad de implementar progra-

TABLA V
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE INDICADORES FÍSICOS DEL HUEVO DE PAVAS NATIVAS
DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

Indicador de calidad	Pe	DI	Dt	Dy	Dc	Ay	Ac	ly	lc	Py	Pc	Yp	Cp	pHy	pHc	Pi	Pca	Esp	Ppca	lfo	uH
Peso de huevo	1	0.63**	-0.06	0.43	0.10	-0.07	-0.03	-0.10	0.69**	0.04	-0.20	-0.34	0.28	0.55	0.57	0.43	0.16	-0.09	-0.10	0.80*	-0.24
Diámetro longitudinal	1	0.19	0.06	-0.19	0.10	0.12	-0.23	0.64**	0.06	-0.13	-0.39	0.44	0.05	0.08	0.30	-0.18	0.35	0.22	0.65**	-0.20	
Diámetro transversal	1	0.10	-0.30	0.07	0.07	0.07	-0.17	0.12	0.01	0.27	-0.03	0.12	-0.16	-0.15	0.07	0.12	0.14	0.04	0.04	-0.01	0.25
Diámetro de yema	1	0.10	-0.04	-0.06	-0.28	-0.22	0.10	-0.20	0.45	-0.27	-0.21	-0.01	0.17	0.12	-0.10	0.00	0.00	-0.24	0.19	-0.24	
Diámetro de clara	1	0.29	0.54	0.91*	-0.25	-0.26	0.13	0.61	0.32	-0.33	0.04	-0.54	0.12	0.13	0.26	-0.04	0.34				
Altura de yema	1	0.12	0.23	0.28	0.28	-0.03	-0.26	0.63	0.24	-0.24	-0.06	0.05	-0.34	-0.45	-0.04	0.43	0.42				
Altura de clara	1	0.60	-0.20	-0.43	-0.00	0.32	0.87*	-0.24	-0.13	-0.47	0.28	-0.08	0.58	-0.01	0.31						
Índice de yema	1	-0.31	-0.31	0.20	0.60**	0.32	-0.38	-0.00	-0.63	0.14	0.13	0.35	-0.13	0.45							
Índice de clara	1	0.37	-0.34	-0.25	0.18	0.01	0.41	0.72	0.08	-0.06	-0.06	-0.06	0.79*	-0.25							
Peso de yema	1	-0.35	0.08	-0.26	0.05	0.05	0.05	-0.20	0.16	0.48	0.03	-0.16	-0.14								
Peso de clara	1	-0.18	-0.20	-0.15	-0.08	-0.36	-0.01	-0.03	-0.21	-0.22	0.24										
Porcentaje de yema	1	-0.26	0.05	0.05	0.05	0.58	0.16	0.48	0.03	-0.16	-0.14										
Porcentaje de clara	1	-0.15	-0.08	-0.36	-0.01	-0.03	-0.21	-0.22	0.24												
pH de yema	1	-0.07	0.02	-0.58	-0.05	0.02	0.01	-0.34													
pH de clara	1	0.29	0.20	0.48	-0.24	0.48	-0.01														
Pigmentación de yema	1	0.15	-0.02	-0.38	0.46	-0.38															
Peso de cáscara	1	0.34	0.15	-0.03	-0.13																
Espesor de cáscara	1	0.26	-0.39	-0.05																	
Porcentaje de cáscara	1	-0.23	-0.02																		
Índice de forma	1	-0.13																			
Unidades Haugh	1																				

* (P<0.0001), ** (P<0.05)

mas de selección, para mejorar genéticamente algunos indicadores de calidad del huevo, tales como peso del huevo, longitud del mismo e índice de forma.

AGRADECIMIENTO

A la Coordinación de Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo económico otorgado al proyecto "La dieta de los pavos nativos en condiciones de traspatio, durante las épocas húmeda y seca, en el estado de Michoacán, México" en 2009.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BUXADÉ, C. Sistemas de explotación y técnicas de producción. **La gallina ponedora**. 2ª Ed. Editorial Mundi Prensa, Barcelona, España. 639 pp. 2000.
- [2] CAMACHO-ESCOBAR, M. A.; RAMÍREZ-CANCINO, L.; HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, V.; ARROYO-LEDEZMA, J.; SÁNCHEZ-BERNAL, E. I.; MAGAÑA-SEVILLA, H. F. Guajolotes de traspatio en el trópico de México: 3. Características fenotípicas, parámetros productivos, destino y costo de producción. **II Congreso Nacional Modelos y Métodos en Ciencias Agropecuarias Aplicadas**, San Francisco de Campeche, 21 a 23 de mayo, Campeche. Pp 1-4. 2009.
- [3] CASTELLANOS, E. I. Punto de acuerdo en relación a la importancia de carne de pavo a México. 2004. Gaceta del Senado de la República. No. 85, México D.F. En línea: <http://www.senado.gob.mx/sen60/SgSp/gaseta/?session=2004/12/14/1&documento=110>. 3/OCT/2010.
- [4] CRAWFORD, R. D. Introduction to Europe and difusión of domesticated turkeys from the America. **Arch. Zoot.** 41 (Extra):307-314. 1992.
- [5] DEWIL, E.; BUYS, N.; ALBERS, G. A.; DECUIPERE, E. Different characteristics in chick embryos of two broiler lies differing in susceptibility to ascites. **Br. Poult. Sci.** 37:1003-1013. 1996.
- [6] ESTRADA, M. M.; GALEANO, F. L.; HERRERA, R. M.; RESTEPO, F. L. Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial. **Rev. Colomb. Cien. Pec.** 23:183-190. 2010.
- [7] JAMES, F. C. Geográfic size variation in birds and relationship to climate. **Ecol. J.** 51 (3):365-390. 1970.
- [8] JUÁREZ, C. A.; FRAGA, L. M. A preliminary note on the productive indicators of Mexican turkeys under confinement conditions. **Cub. J. of Agr. Sci.** 36 (1):63-65. 2002.
- [9] JUÁREZ-CARATACHEA, A.; ORTIZ-RODRÍGUEZ, R.; PÉREZ-SÁNCHEZ, R. E.; GUTIÉRREZ-VÁZQUEZ, E.; VAL-ARREOLA, D. Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. **Liv. Res. Rural. Dev.** 20(2):1-14. 2008.
- [10] JUÁREZ, A.; GUTIÉRREZ, E. Control de cloquez y comportamiento productivo de guajolotas criollas. **Avan. en Investig. Agropec.** (AIA). 13(1):59-70. 2009.
- [11] LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Nutrition and feed programs. **Comercial poultry nutrition**. 3rd Ed., Ontario, Canada. Pp 67-86. 2005.
- [12] LÓPEZ-ZAVALA, R.; MONTERRUBIO-RICO, C. T.; CANO-CAMACHO, H.; CHASSIN-NORIA, O.; AGUILERA-REYES, U.; ZAVALA-PÁRAMO, M. G. Caracterización de sistemas de producción del guajolote (*Melleagris gallipavo gallipavo*) de traspatio en las regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México. **Téc. Pec.** 46(3): 303-316. 2008.
- [13] LÓPEZ, Z. R.; ZAVALA, P. M. G.; CANO, C. H. Caracterización genética y productiva del guajolote domestico (*Melleagris galliavo var galliavo*) en el estado de Michoacán, México. **VI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zootécnicos** CYTED-Chiapas, 8, 9 y 10 de noviembre, México. Pp 109-112. 2005.
- [14] LÓPEZ, A.; PINILLOS, M.; PÉREZ, E. Calidad del huevo. **Manual de teoría, cría y explotación de las aves**. Tomo 2. Universidad Agraria de la Habana. 58 pp. 1997.
- [15] LOTTE, VAN DE VEN. **Storage of hatching eggs in the production process**. Magazine International Hatchery Practice. 18(8): 7-9. 2005.
- [16] MACARI, M.; GONZALES, E. Características gerais da estrutura e compoição do ovo. **Manejo da incubação**. 2ª Ed. FACTA, SP, Brasil. Pp 36-50. 2003.
- [17] MADRIGAL, S. X. Ubicación fisiográfica de la vegetación en Michoacán, México. **Cien. Nicolaita** 15:65-75. 1997.
- [18] MEDRANO, J. A. Recursos animales locales del centro de México. **Arch. Zoot.** 49:385-390. 2000.
- [19] MOLINA, A. S.; OCHOA, S.M. P.; JUÁREZ, C. A. Análisis de la calidad externa del huevo de gallinas criollas. **XV Encuentro de Investigación Veterinaria y Producción Animal**, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1 a 3 de diciembre, Morelia, Michoacán, México. Pp 146-152. 2004.
- [20] SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Norma Oficial Mexicana (NMX-FF-079-SCFI-2004). Productos avícolas – Huevos frescos de gallina – Especificaciones y métodos de prueba). Normas Mexicanas. 27 pp. 2004.
- [21] OLUYEMI, J. A.; ADEBANJO, D. Measures applied to combat thermal stress in poultry under practical tropical environment. **Poult. Sci.** 58:767-774. 1979.
- [22] RAIGÓN, M. D.; GARCÍA, M. M.D.; ESTEVE, P. Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e inten-

- siva. 2004. Universidad Politécnica de Valencia, España. En línea. <http://www.google.com.mx/#hl=es&source=hp&biw=1280&bih=659&q=raigon+m+d+valoración&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs-rfai=fp=b8e440c03216bcf6>. 17/OCT/2010.
- [23] ROSALES, E.; FERNÁNDEZ, S.; RUIZ, P. Calidad de huevo en reproductoras y su impacto en los nacimientos. 2010 En línea: Ergomix.com. <http://www.ergomix.com/MA-avicultura/genetica7foros7articulo-calidad-huevo-reproductoras-tl9568/103-p0.htm> 28/OCT/2010.
- [24] ROSE, S. P. Factores que interrumpen la puesta del huevo. **Principio de ciencia avícola**. Ed. Acribia S. A., Zaragoza, España. Pp 65-70. 1997.
- [25] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). SAS user's guide: statistics version 9.1.3. Cary and NC. 2007.
- [26] SAFAA, H. M.; ARBE, X.; SERRANO, M. P.; VALENCIAL, D. G.; MATEOS, G. G. Efecto del nivel de metionina, ácido linoleico y grasa añadida a la dieta. 2011. Universidad Politécnica de Madrid, España. En línea: <http://www.albeitar.portalveterinaria.com>. 01/FEB/2011.
- [27] SARDA, R. Resultados incubatorios de huevos conservados en un régimen óptimo de humedad relativa. **Rev. Cub. Cien. Avíc.** 19(1):68-73. 1999.
- [28] STADELMANN, W. J.; COTTERILL, O. J. Egg quality. **Egg science and technology**, 4th Ed., Haworth Press Inc. Pp 45-69. 1995.
- [29] ZHOR, X. The pattern of spreading poultry in backwater area. **Proceedings of The XIX World's Poultry Congress**. Amsterdam, September 20-24. The Netherlands. Pp 699-705. 1992.