

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



INDICADORES FÍSICOS DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE GUAJOLOTAS NATIVAS (*Melleagris gallopavo g.*), PROCEDENTE DE DIFERENTES REGIONES FISIOGRAFICAS DEL ESTADO DE MICHOCÁN, MÉXICO

TESIS QUE PRESENTA

MOISÉS ESTRADA LOZANO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

Dr. AURELIANO JUÁREZ CARATACHEA

MORELIA, MICHOACÁN, AGOSTO DE 2011.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



INDICADORES FÍSICOS DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE GUAJOLOTAS NATIVAS (*Melleagris gallopavo g.*), PROCEDENTE DE DIFERENTES REGIONES FISIGRÁFICAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

TESIS QUE PRESENTA

MOISÉS ESTRADA LOZANO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

MORELIA, MICHOACÁN, AGOSTO DE 2011.

DEDICATORIA

A MI PADRE

MOISES ESTRADA SOSA, no alcanzan las palabras para agradecer todo esto que me has dado, comenzando por darme la vida y sacrificar muchas cosas para que yo saliera adelante y cumpliera mis sueños, por darme y llenarme de amor y comprensión en los momentos difíciles, por tantos consejos valiosos que me has heredado, por todo ese apoyo incondicional que me brindaste y que hasta la fecha me has brindado, por recorrer ese camino tan pesado y largo junto de mí y aun un más por ser esa guía inquebrantable, en ser ese maravilloso hombre que da todo de sí, mi héroe de la niñez y aun creciendo siempre has sido y serás esa figura que me alentara a seguir adelante y no detenerme hasta conseguir mi meta, simplemente un gran ser humano, Te Amo y es la más grande dicha ser tu hijo.

A MI MADRE

AURELIA LOZANO MARQUEZ, nuevamente me quedan cortas las palabras para agradecerte todo lo que me has dado, me concediste la dicha de nacer y ser tu hijo, tu gran mujer, gran esposa, gran pilar familiar y sobre todo gran madre, gracias por todas esas preocupaciones, esos desvelos, por todas esas luchas interminables que libraste porque yo consiguiera mi meta y todos esos sueños, por todos esos regaños, por todos esos consejos, por apoyarme en los momentos en los que me sentía caído y aún más por acompañarme y no dejarme recorrer este camino yo solo gracias maravillosa mujer, Te Amo mi maravillosa madre.

A MIS HERMANO

CINTHYA Y ELOY ESTRADA LOZANO, a ustedes mis grandes compañeros, mis grandes amigos, mis cómplices de travesuras, les agradezco todo ese amor que me han dado ese apoyo para no ceder y seguir adelante, por todos esos momentos de felicidad donde pintaron una gran sonrisa en mí, en todos aquellos en los que llore con ustedes, pero aún más les agradezco por darme la confianza y la fuerza para seguir adelante con pasos firmes y no ceder, Los Amo mis adorados hermanos.

A MI PRIMO

LUIS RAFAEL LOZANO GALAVIZ, que puedo decir te ti primo, amigo del alma, pero sobre todo mi hermano, gracias por todo ese gran apoyo que me has brindado que aunque estés lejos de mí se y confió en que puedo contar contigo para lo que sea, gracias por esa confianza que has plantado en mi a ojos cerrados y aún más gracias por no dejarme caer, por levantarme con tantos halagos y dándome fuerzas para no abandonar mi camino, Te Quiero Mucho mi hermano del alma.

A MI AMIGOS

GUILLERMO RAYA MARTINES, FEDERICO MONTEZ VACA, primero que nada agradezco a dios por a ver conocido a personas tan puras como ustedes, simplemente son únicos, gracias por todos esos momentos de alegría que hemos compartido, y también por todos esos momentos dolorosos que hemos vivido, pero que hemos salido adelante juntos uno en hombros del otro no dejándonos caer, es por esa razón que con orgullo los llamo mis hermanos, porque al igual que Cinthya, Eloy y Rafael me han llenado de fuerza para seguir adelante, me han dado ese apoyo incondicional pero sobre todo ese amor de hermanos que hace única y maravillosa nuestra amistad, Los Quiero Mucho mis hermanos del alma.

A LA MUSICA

A LA BANDA DE VIENTO, a ti te agradezco por encontrar esa paz y tranquilidad que pocas personas me pudieron dar como son las antes mencionadas, en ti encontré un refugio, un desahogo, un mundo de ensueño que me hizo creer que todo es posible y que no tiene fin siempre y cuando pongas el corazón en lo que deseas, agradezco también a todos mis grandes maestros que me transmitieron el conocimiento que hizo que poco a poco creciera más en este ámbito tan maravilloso como es la música, sin más un profundo agradecimiento desde lo más profundo de mi corazón, gracias por todos esos maravillosos recuerdos y aún más por todas esas oportunidades para crecer.

A MIS AMIGOS

Que puedo decir de todos ellos simplemente muchas gracias a todos mis grandes y valiosos amigos por todos esos momentos de diversión, de borracheras porque no, de tristezas, de felicidad, pero sobre todo gracias por creer en mí en darme ese apoyo incondicional, en creer en mí y un muy especial agradecimiento porque no podría faltar ese grupo de amigos que gustosa mente le apodamos “Los Bolsas (Carlos, Omar, Enrique, Saúl, Antonio, Salvador, Marco Antonio, José)” gracias por todas esas sin fin de aventuras que vivimos pero aún más gracias por ensayarme el valor de una amistad.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Nicolás de Hidalgo, por su apoyo para la realización de este trabajo de investigación pero sobre todo agradezco de corazón el apoyo otorgado para mi formación como Médico Veterinario.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (U.M.S.N.H.), por la formación que me brindo, por poner a mi disposición a todos esos catedráticos que me transmitieron todos los conocimientos, experiencias y habilidades que ahora tengo, y aún más por permitir mi desarrollo personal, integral y profesional cumpliendo mi sueño de ser un Médico Veterinario.

Agradezco también a todos esos profesores que aparte de transmitirme sus conocimientos me brindaran una gran amistad, gracias por la formación que me brindaron esa que ejerceré con orgullo y dedicación.

Un agradecimiento muy especial para el Dr. Aureliano Juárez Caratachea por todo el apoyo que me brindo para llevar a cabo este trabajo, por la paciencia que me tuvo y esa dedicación que lo distingue.

ÍNDICE

	Página
Resumen.....	iv
I. Introducción.....	1
II. Hipótesis.....	6
III. Objetivo.....	6
IV. Materiales y Métodos.....	7
IV.1.Zona de muestreo.....	7
IV.2.Procedimiento de muestreo.....	7
IV.3.Mediciones.....	8
IV.4.Tratamiento estadístico.....	9
V. Resultados y Discusión.....	10
V.1.Peso del huevo.....	12
V.2.Diámetro polar.....	13
V.3.Peso de la clara.....	14
V.4.Peso de yema.....	14
V.5.Altura de clara.....	15
V.6.Altura de yema.....	17
V.7.Índice de clara e índice de yema.....	17
V.8.% de clara.....	17
V.9.Correlaciones entre indicadores de calidad.....	18
VI. Conclusiones.....	21
VII. Bibliografía.....	22

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Estadística descriptiva para las variables de calidad externa del huevo de guajolota nativa.....	10
Cuadro 2. Estadística descriptiva para las variables de calidad interna del huevo de guajolota nativa.....	11
Cuadro 3. Promedios de indicadores externos de calidad del huevo de guajolota, recolectados en diferentes regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México.....	13
Cuadro 4. Promedios de indicadores internos de calidad del huevo de guajolota, recolectados en diferentes regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México.....	16
Cuadro 5. Coeficientes de correlación entre indicadores físicos de calidad del huevo de guajolotas nativas del estado de Michoacán, México.....	19

INDICADORES FÍSICOS DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE GUAJOLOTAS NATIVAS (*Melleagris gallopavo g.*), PROCEDENTE DE DIFERENTES REGIONES FISIOGRÁFICAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

Moisés Estrada Lozano y Aureliano Juárez Caratachea
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San
Nicolás de Hidalgo, km 9.5 carretera Morelia Zinapécuaro, municipio de Tarímbaro,
Mich., ajuarez1952@hotmail.com

Resumen

Se evaluó la calidad física del huevo de guajolotas nativas (*Meleagris gallopavo 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, uno por localidad), durante los meses de abril y mayo, 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 % 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, % de clara y yema y unidades Haugh. Los resultados muestran que la mayoría de los indicadores externos de calidad del huevo presentan poca variabilidad; los huevos con mejores indicadores internos se observaron en las regiones de Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, los más bajos en las regiones Depresión de Balsas y Planicie Costera. Los coeficientes de correlación con significancia estadística sugieren la posibilidad de implementar programas de selección para mejorar indicadores de calidad del huevo, tales como peso del huevo, largo del mismo e índice de forma.

Palabras clave: germoplasma avícola mexicano, recurso zoogenético mexicano, guajolote doméstico, unidades Haugh.

INDICADORES FÍSICOS DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE GUAJOLOTAS NATIVAS (*Melleagris gallopavo g.*), PROCEDENTE DE DIFERENTES REGIONES FISIOGRAFICAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

I. INTRODUCCIÓN

Los primeros relatos escritos donde se señala la presencia de los guajolotes como animales domésticos y recurso alimenticio para los indígenas, de lo que en la actualidad es México, son los realizados por los españoles. Por lo tanto, el guajolote (*Meleagris gallopavo* Linneaus) es una de las especies más importantes y trascendentes que México ha aportado al mundo (Crawford, 1992).

En los estados mexicanos que históricamente tenían poblaciones de guajolote silvestre, algunos de sus habitantes, practican la crianza del guajolote doméstico en la actualidad, lo que sugiere una estrecha relación entre el hombre y esas aves (Camacho *et al.*, 2006). Esto puede sugerir que, en algunos estados como Oaxaca y Quintana Roo, son los grupos étnicos indígenas los que tienen mayor cantidad de guajolotes debido a que su crianza está fuertemente unida a su identidad cultural (Mallia, 1998).

En la costa oaxaqueña los guajolotes aparecen como las segundas aves más numerosas tras las gallinas, que son las más abundantes, seguidas por el pollo de engorda, los patos y los gallos de pelea (Camacho *et al.*, 2006).

En México es común el consumo del guajolote en platos típicos como mole poblano, o en otras formas como barbacoa, relleno en Navidad y fin de año, donde además, se aprovechan todas sus partes (Hernández *et al.*, 2006). Otras festividades celebradas con platillos elaborados a partir del guajolote son: mayordomías, bodas y bautizos (Losada *et al.*, 2006) y también al terminar cursos académicos.

La ganadería de traspatio es una actividad desarrollada por la unidad doméstica familiar, que consiste en la crianza de diversas especies de animales en los patios de las viviendas de las comunidades rurales, en las que se utilizan pocos insumos y la mano de obra para el manejo de los animales es aportada por los miembros de la familia (Rejón *et al.*, 1996). En el sistema tradicional o de pastoreo se utilizan la maleza y los desechos de las casas rurales y del medio suburbano, como alimento para las aves (Rodríguez *et al.*, 1996).

Según Villamar y Guzmán (2007) existen tres sistemas de producción de guajolote en México: tecnificado, semitecnificado y rural o de traspatio. De ellos, el nivel de tecnificación de la avicultura de traspatio es nulo o escaso. El sistema de alimentación que se practica es el de pastoreo y las razas que se utilizan son criollas, dadas su rusticidad y resistencia a las enfermedades e inclemencias del tiempo, lo que ocasiona parámetros productivos bajos. Aunque su propósito principal es el autoconsumo, hasta un 40 % de la producción nacional de carne de guajolote se da bajo este sistema, lo que indica el valor que tiene este tipo de sistema de producción en algunas especies en particular.

En México, la ganadería rural o de traspatio donde se produce carne y sus derivados, de la cría de gallinas, guajolotes, patos y otros animales domésticos como los cerdos, es baja y tiende a desaparecer, por lo que su destino principal es el autoconsumo (Aquino *et al.*, 2003). A pesar de ello, el ahorro es uno de sus objetivos (Gutiérrez-Triay *et al.*, 2007), así como el reciclaje de desperdicios de alimentos, residuos de cosechas y el control biológico de algunos invertebrados (Ruiz- Silvera *et al.*, 2008).

La producción nacional de carne de guajolote en canal ha sufrido, desde el año 2003 hasta el año 2007, un descenso de cinco toneladas, con una cifra para ese año de 21,276 toneladas, lo que representa un descenso de casi 17 % en cinco años (INEGI, 2008). Se observa, además, que en Estados Unidos de

Norteamérica también las poblaciones de pavos tradicionales son muy reducidas (Sponenberg *et al.*, 2005). Tradicionalmente el hombre ha incluido en su dieta el huevo de gallina y en menor proporción el huevo de otras especies como el de codorniz y guajolota. Camacho-Escobar *et al.* (2009), indican que la producción de guajolotes de traspatio está orientada principalmente a la obtención de carne, la misma fuente menciona que cerca del 20 % del huevo de esta especie se destina al consumo.

De acuerdo con Medrano (2000), la crianza de guajolotes (*Melleagris gallopavo g.*) en traspatio 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 de México. Actualmente el mayor interés económico de la explotación del guajolote estriba en su rendimiento cárnico (Castellanos, 2004), aunque el huevo también ha llegado a formar parte de la cultura culinaria.

La Norma NMX-FF-079-SCFI-2004 (productos avícolas- huevo fresco de gallina – especificaciones y métodos de prueba), define el huevo de gallina como el producto ovoide, proveniente de la oviposición de la gallina (*Gallus galli*), constituido por cascarón, membranas, cámara de aire, clara, chalazas, yema y germen. Dice además: “el huevo proveniente de otras aves será designado con el nombre de las aves correspondientes, como huevo de pata o guajolota”.

Independientemente de la tradición del hombre por consumir el huevo de gallina, de que se comience a consumir el huevo de guajolota, de que éste último se use preferentemente para perpetuar la especie, de que lo contemple en su definición la Norma Oficial Mexicana, el guajolote es originario de América, así fue referenciado por los colonizadores quienes lo encontraron tanto en estado salvaje como domesticado en México, Crawford (1992) dice que el guajolote es como un regalo de México para el mundo: Sin embargo, de este recurso zoogenético

mexicano o germoplasma nativo (*Meleagris gallipavo g.*) no se conocen suficientes rasgos que ayuden a su caracterización, por ejemplo, aquellos asociados a la calidad del huevo.

Según Stadelman (1995), la calidad del huevo se puede definir como el conjunto de características que influyen en la aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor, este concepto adaptado al huevo de reproductoras comprendería aquellas características del huevo que van a influir en la aceptación o rechazo de los mismos para ser incubados.

Para Rosales y Fernández (2010), 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.

Los controles de calidad del huevo que realizan las empresas avícolas se hacen en varios niveles: a) calidad externa del huevo, para detectar productos no íntegros o sucios, como huevos rotos o sucios; b) calidad interna del huevo, que permite asegurar que se mantienen unos 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 se emplea para asegurar la ausencia de salmonella (Lotte, 2005). 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.

Acerca del peso del huevo de guajolotas nativas, Juárez y Fraga (2002) observaron 78.4 g, Juárez y Gutiérrez (2009), reportan 79.3 ± 4.8 g para el mismo parámetro en la misma especie. Según Juárez y Gutiérrez (2009), al estudiar el comportamiento productivo de guajolotas criollas en condiciones de confinamiento

total con concentrado comercial *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 %, 0.47 mm respectivamente. Para la misma fuente 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 (Macari y González, 2003).

La calidad de la yema se puede valorar desde tres puntos de vista: primero, a través del abanico o escala Roche, 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, para esto se relaciona el peso de la yema 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, valor que puede alcanzar desde los 4 días. Por lo tanto, el valor en el pH sirve en la práctica para saber si el huevo tiene más o menos de 4 días (Leeson, 2005).

II. HIPÓTESIS

Por los antecedentes ya señalados, en los que se destaca la importancia del guajolote nativo (*Meleagris gallopavo g.*), como recurso zoogenético mexicano, es factible que la escasa información de esta especie y sus productos, se puedan generar a través de estudios sistemáticos.

III. OBJETIVO

Determinar los indicadores físicos de la calidad externa e interna del huevo de guajolotas nativas, procedentes de las distintas regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México.

IV. MATERIALES Y METODOS

IV.1 Zona de muestreo

El trabajo se realizó con 40 huevos recolectados de igual número de guajolotas nativas, procedentes de las siguientes cinco regiones fisiográficas en que se divide al estado de Michoacán, México (Madrigal, 1997):

- 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 (atraviesa 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.

IV.2 Procedimiento de muestreo

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 mediciones correspondientes. La colecta de huevos se realizó en fines de semana, se almacenaron por dos días a

temperatura ambiente, para realizar las mediciones al tercer día pos-oviposición en todos los huevos.

IV.3 Mediciones

Las mediciones para determinar los indicadores externos fueron: peso de huevo y del cascarón expresados en g con una balanza digital con precisión de 0.1 g, el espesor del cascarón se midió con un micrómetro de mano y se expresó en mm, el diámetro polar o longitudinal y ecuatorial o corto (largo y ancho del huevo) se midieron con la ayuda de un Vernier o pie de rey, el porcentaje de cascarón se estimó a través de la siguiente ecuación: $\%C = \text{peso del cascarón} / \text{peso del huevo completo} \times 100$ y el índice de forma 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 determinada con el abanico Roche, el diámetro de clara y yema se midió en cuatro puntos en cruz con papel milimétrico bajo cristal transparente plano, altura de clara y yema se midió con la barra de profundidad del Vernier, el índice de yema se determinó con la siguiente ecuación: $IY = \text{altura de la yema} / \text{el diámetro medio de la yema} \times 100$, el índice de clara se obtuvo con la siguiente fórmula: $IC = \text{altura de la clara} / \text{diámetro medio de la clara} \times 100$, el peso de clara y yema se realizó con una balanza digital con precisión de 0.1 g, pH de clara y yema se midió con la ayuda de un peachímetro (compact pH METER B-213) y las unidades Haugh 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.

IV.4 Tratamiento estadístico

Los datos del estudio fueron procesados mediante estadística descriptiva para calcular promedios y medidas de dispersión; así como con análisis de varianza a través del paquete estadístico SAS (SAS, 2007). Para determinar el efecto de región fisiográfica se utilizó la prueba de Tukey. También se realizó una correlación lineal simple con los datos generados, sin considerar la región fisiográfica de procedencia del huevo.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Los indicadores de la calidad externa del huevo de guajolota nativa (*Melleagris gallopavo* g.) muestran coeficientes de variabilidad relativamente bajos (Cuadro 1), quizá por que en el medio rural la parvada de guajolotas comparten similar estructura genética, así como el manejo en general y la dieta, así lo refieren Juárez *et al.* (2008), al caracterizar y modelar el sistema de producción avícola familiar del estado de Michoacán, México.

Cuadro 1. Estadística descriptiva para las variables de calidad externa del huevo de guajolota nativa.

Variable Externa	Promedio	D. E.	Rango		
			C. V.	Mínimo	Máximo
Peso del huevo (g)	79.7	5.31	6.7	68	91
Diámetro polar (cm)	6.5	0.26	4	6	6.9
Diámetro transversal (cm)	4.5	0.32	6.8	3.7	4.9
Peso del cascaron (g)	8.1	0.5	6.2	7	8.8
Espesor del cascaron (mm)	42	3.4	8.2	36	55
% de cascaron (%)	9.96	0.57	5.62	8.8	11.5
Índice de forma (u)	71.1	3.01	4.3	64	79.3

En el Cuadro 2, se aprecia que los indicadores de calidad interna, como: índice de clara, altura de la clara y pigmentación de yema presentan coeficientes de variabilidad elevados: 25.8, 25.0 y 15.1 % respectivamente. Al respecto menciona Zhor (1992), que este tipo de aves (criollas o nativas) han recibido poca atención, por lo que es escasa la información, especialmente en el aspecto genético por lo que las características productivas presentan gran variabilidad.

Cuadro 2. Estadística descriptiva para las variables de calidad interna del huevo de guajolota nativa.

Variable Interna	Promedio	D. E.	Rango		
			C. V.	Mínimo	Máximo
Peso del 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	0.4	1
Altura de yema (cm)	1.7	0.1	5.9	1.5	1.9
Pigmentación yema (u)	8.6	1.3	15.1	7	11
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
% de clara (%)	52.5	6.6	12.6	36.1	65.1
% de yema (%)	28.6	2.2	7.7	25.2	36.3
Unidades Haugh (u)	74.8	5.5	7.35	62	87

La mayoría de las características de calidad del huevo de guajolota no mostraron diferencias significativas entre regiones de procedencia ($P>0.05$), excepto peso del huevo, diámetro longitudinal, altura de clara y yema, % de clara e índice de yema (Cuadros 3 y 4) que mostraron variación significativa entre regiones ($p<0.05$). A continuación se analizan solo aquellas características de calidad del huevo con significancia estadística.

Debe señalarse que, aunque la literatura refiere que la cámara de aire del huevo se utiliza para estimar la frescura del huevo (Raigón *et al.*, 2003), al colocar el huevo en el ovoscopio para observar al trasluz, no fue posible observar esta característica en todos los huevos, principalmente en aquellos con cascarón grueso y/o más pigmentados. La cámara de aire de los que se pudieron medir varió de 1.89 a 2.78 mm, lo equivalente a 4 o 6 días de edad, como lo refieren Macari y González (2003).

V.1 Peso del huevo

El promedio más elevado de peso del huevo se observó en la región Eje Neovolcánico (82.5 ± 5.8 g) y el más ligero en la Planicie Costera (76.0 ± 4.9 g), (Cuadro 3), estos valores ($P < 0.05$) coinciden con lo encontrado por Juárez y Fraga (2002) en similar grupo de guajolotas jóvenes en confinamiento (78.4 g), además, la desviación estándar de los indicadores de ambas regiones (5.8 y 4.9 g para alto y bajo peso de huevo, respectivamente) sugieren que la mayoría de los huevos producidos por las guajolotas nativas en las regiones de muestreo, pesan entre 71.1 y 88.3 g, este rango superior a los 17 g sugiere que se trata de un indicador productivo variable, quizá porque el huevo procedía de guajolotas tanto jóvenes como viejas, aspecto que no se pudo precisar durante el muestreo, además de las condiciones ambientales y de regiones con diferencias climáticas.

López-Zavala *et al.* (2008), al caracterizar el sistema de producción de guajolotes 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 (1970) 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 al bajo peso del huevo en la región Costa, Oluyemi y Adebanjo (1979) señalan que en condiciones tropicales, 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 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 guajolote y con ello resulten huevos de menor volumen, como lo observado en este trabajo.

Cuadro 3. Promedios de indicadores externos de calidad del huevo de guajolota, recolectados en diferentes regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México.

Variable Externa	REGIÓN				
	Bajío	Eje Neov	Tierra Cal	Sierra M. S.	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 polar (cm)	6.52 ± 0.3 ^a	6.56 ± 0.2 ^a	6.51 ± 0.3 ^a	6.41 ± 0.2 ^{ab}	6.17 ± 0.3 ^b
Diámetro transversal (cm)	4.68 ± 0.1 ^a	4.71 ± 0.1 ^a	4.4 ± 0.4 ^a	4.51 ± 0.4 ^a	4.3 ± 0.3 ^a
Peso del cascarron (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 del cascarron (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
% de cascarron (%)	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

V.2 Diámetro polar

El diámetro polar promedio de mayor dimensión se observó en la región Eje Neovolcánico (6.56 ± 0.2 cm) en tanto que el más corto corresponde a la Planicie Costera (6.17 ± 0.3 cm), (Cuadro 3), este mayor grado de variación en el diámetro longitudinal en comparación con transversal, sugiere que el peso del huevo puede estar más influenciado por la longitud del huevo que por el ancho del mismo (Molina *et al.*, 2004). En relación con el diámetro del huevo, la Norma Oficial Mexicana (NMX-FF-079-SCFI-2004, Productos Avícolas-Huevo Fresco de Gallina) señala que el diámetro polar es 25 % mayor que el ecuatorial como máximo, lo que coincide con lo observado en el presente estudio.

Según Raigón *et al.* (2003), en las gallinas los huevos con mayor diámetro longitudinal, es decir, los más largos, 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 guajolota, con cascarrón 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 *et al.* (2008) 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.

V.3 Peso de clara

El promedio más elevado de peso de clara se encontró en la región Sierra Madre del Sur (42.1 ± 1.7 g), en tanto que el menos elevado se presentó en el Bajío (34.0 ± 2.4 g), ($P < 0.05$), (Cuadro 4). De acuerdo con Safaa *et al.* (2011), 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 guajolota pesa más de un g que la de gallina. Según Leeson, (2005), 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 guajolota, como se puede observar en estos resultados.

V.4 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), (Cuadro 4). Leeson, (2005) señala 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 (Rosales *et al.*, 2010), es decir, 1 a 2 g menor que el guajolota.

V.6 Altura de clara

La media de clara o albúmen más elevada (0.9 ± 0.1 cm) se observó en la región Sierra Madre del Sur y la más baja (0.6 ± 0.2 cm) en la región del Bajío ($P < 0.05$), (Cuadro 4). La altura de la clara es una de las variables más usadas para determinar la calidad interna del huevo, expresada como unidades Haugh (Rosales *et al.*, 2010). 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 evidencía 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 (Raigón *et al.*, 2003), requisito difícil de cubrir en condicione del medio rural.

Cuadro 4. Promedios de indicadores internos de calidad del huevo de guajolota, recolectados en diferentes regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México.

Variable Externa	REGIÓN				
	Bajío	Eje Neov	Tierra Cal	Sierra M. S.	Planicie C.
Peso del 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)	1.66 ± 0.09 ^{ab}	1.67 ± 0.1 ^{ab}	1.63 ± 0.1 ^{ab}	1.73 ± 0.1 ^a	1.62 ± 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)	8.68 ± 0.2 ^a	8.67 ± 0.2 ^a	8.65 ± 0.3 ^a	8.50 ± 0.4 ^a	8.58 ± 0.5 ^a
pH de yema (u)	5.88 ± 0.3 ^a	5.87 ± 0.3 ^a	5.96 ± 0.1 ^a	5.77 ± 0.2 ^a	5.88 ± 0.2 ^a
Índice de clara	7.03 ± 2.4 ^b	7.57 ± 1.8 ^b	7.31 ± 1.5 ^b	9.95 ± 1.9 ^a	7.58 ± 1.5 ^b
Índice de yema	36.03 ± 2.5 ^b	36.26 ± 1.9 ^b	35.02 ± 1.3 ^b	38.9 ± 1.5 ^a	36.25 ± 2.3 ^b
% de clara (%)	48.28 ± 4.3 ^b	53.48 ± 2.8 ^a	48.12 ± 6.1 ^b	57.95 ± 3.6 ^a	54.8 ± 4.1 ^a
% de yema (%)	28.17 ± 1.4 ^a	29.50 ± 3.2 ^a	28.97 ± 2.4 ^a	27.78 ± 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 ^a

V.7 Altura de yema

Las yemas de mayor altura (1.73 ± 0.1 cm) se observaron en la región Sierra Madre del Sur y la más baja (1.62 ± 0.1 cm) en la región Costa ($P < 0.5$), (Cuadro 4). Según Rosales *et al.* (2010), 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. De acuerdo con Lotte (2005), la calidad interna empieza a disminuir tan pronto es puesto el huevo y va a ser mayor conforme el tiempo de almacenamiento se incrementa.

V.8 Índice de clara e índice de yema

El mayor promedio de índice de clara (9.95 ± 1.9), se presentó en la región Sierra Madre del Sur, igualmente el mayor índice de yema (38.90 ± 1.5) se presentó en la misma región; el resto de los valores en el resto de las regiones no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$). Sarda (1999) 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 *et al.* (1997). Con base en lo anterior se puede concluir que el huevo de mejor calidad corresponde a la región Sierra Madre del Sur.

V.9 % de clara

Los mayores promedios de % de clara se presentaron en las regiones Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Planicie Costera (53.48 ± 2.8 , 57.95 ± 3.6 y 54.81 ± 4.1 respectivamente), en tanto que los más bajos corresponden al Bajío y Tierra Caliente (48.28 ± 4.3 y 48.12 ± 6.1 respectivamente). De acuerdo con Raigón *et al.* (2003) 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 denso, indica una mayor

frescura del huevo, dado que hay una menos 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 estas las que presentan menor porcentaje de clara denso ($P < 0.05$).

V.10 Correlaciones entre indicadores de calidad

En el Cuadro 5 se muestran los coeficientes de correlación entre características físicas de calidad del huevo de guajolota nativa (*Melleagris gallopavo g.*), por ejemplo, entre peso del huevo y diámetro largo del mismo la $r = 0.63$ ($P < 0.05$), con $R^2 = 0.39$, indicando esto que la longitud del huevo determina el peso de este en 39 %. Peso del huevo e índice de clara también presentan correlación positiva, $r = 0.69$ ($P < 0.05$) y $R^2 = 0.47$, lo que significa que índice de clara depende en 47 % del peso del huevo. El peso del huevo y el índice de forma muestran una correlación altamente positiva ($P < 0.0001$) con $r = 0.80$ y $R^2 = 0.64$, lo que indica que el tamaño del huevo, a su vez determinado por la longitud del mismo, determina la resistencia a la rotura, los huevos muy largos o muy redondos no son tan resistentes como los de buen índice de forma (Buxadé, 2000).

De acuerdo con Dewil *et al.* (1996), 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 guajolotas nativas es apto para incubar (región Bajío y Sierra Mare del Sur).

El diámetro largo del huevo y el índice de clara también presentan correlación significativa con $r = 0.64$ ($P < 0.05$) y $R^2 = 0.41$, lo que significa que el largo del huevo determina el índice de clara en 41 %. El diámetro largo del huevo y el índice

de forma están asociados positivamente en forma significativa ($P < 0.05$) con $r = 0.65$ y $R^2 = 0.42$, lo que indica que la resistencia a la ruptura (esto es lo que establece el índice de forma, según Buxadé, 2000), está determinado en 42 % por la longitud del huevo.

El diámetro de clara y el índice de yema muestran una correlacionados negativa pero altamente significativa ($P < 0.0001$) con $r = -0.91$ y $R^2 = 0.82$, esto indica que a medida que el diámetro de la clara aumenta la altura de la yema disminuye y que el diámetro determina la altura en 82 %, esto como efecto de la edad del huevo.

Para altura de clara y % de clara la $r = 0.87$ ($P < 0.0001$) con $R^2 = 0.75$, indicando que el % de clara depende de la altura de la misma en 75 %. Correlación similar se observó entre índice de yema y % de yema, cuya $r = 0.60$ ($P < 0.05$) y $R^2 = 0.36$, es decir, que el % de yema depende en 36 del índice de este componente del huevo. Finalmente, el índice de clara con el índice de forma muestran una correlación altamente positiva ($P < 0.0001$) con $r = 0.79$ y $R^2 = 0.62$, lo que significa que aquellos huevos con mayor índice de forma tienen mayor índice de clara y que el índice de clara depende en 62 % del índice de forma del huevo, respectivamente.

Cuadro 5. Coeficientes de correlación entre indicadores físicos de calidad del huevo de guajolotas 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	-0.17	0.12	0.01	0.27	-0.03	0.12	-0.16	-0.15	0.07	0.12	0.14	0.04	-0.01	0.25
Diámetro de yema				1	-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	-0.24	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	-0.03	-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	0.79*	-0.25
Peso de yema										1	-0.35	0.08	-0.26	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	0.58	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)

VI. CONCLUSIONES

- 1.- Los indicadores de calidad interna mostraron mayor variabilidad que los indicadores de calidad externa.
- 2.- Los mejores parámetros de calidad del huevo de guajolota nativa se observaron en las regiones Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, en tanto que los más bajos correspondieron a las regiones Costa y Tierra Caliente.
- 3.- Las correlaciones estadísticas sugieren la posibilidad de implementar programas de selección para mejorar genéticamente algunos indicadores de calidad del huevo, tales como peso del huevo, longitud del mismo e índice de forma.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aquino, R. E., L. A. Arrollo, H. G. Torres, D. D. Riestra, L. F. Gallardo y Y. B. A. López. 2003. El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del estado de Veracruz. *Técnica Pecuaria en México* 41 (2):165-173.
- Buxadé, C. 2000. La gallina ponedora, sistemas de explotación y técnicas de producción. 2ª edición, Editorial Mundi prensa, Barcelona, España. 639 pp.
- Camacho-Escobar, M. A., Ramírez-Cancino, L., Hernández-Sánchez, V., Arroyo-Ledezma, J., Sánchez-Bernal E. I. y Magaña-Sevilla, H. F. 2009. 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, Campeche, del 21 al 23 de mayo de 2009.
- Castellanos, E. I. 2004. Punto de acuerdo en relación a la importancia de carne de pavo a México. Gaceta del Senado de la República. No. 85, México D.F. (En línea). <http://www.senado.gob.mx/sen60/SgSp/gaseta/?sesion=2004/12/14/1&documento=110>. (consulta 3/OCT/2010).
- Crawford, R. D. 1992. Introduction to Europe and difusión of domesticated turkeys from the America. Arch. de Zoot. 41 (extra):307-314.
- Dewil, E., Buys, N., Albers, G. A. and Decuipere, E. 1996. Different characteristics in chick embryos of two broiler lies differing in susceptibility to ascites. British Poultry Sci, 37:1003-1013.
- Estrada, M. M., Galeano, F. L., Herrera, R. M., Restepo, F. L. 2010. Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 23:183-190.
- Gutiérrez-Triay, M., J. C. Segura-Correa, L. López-Burgos, J. Santos-Flores, R. H. Santos-Ricalde, L. Sarmiento-Franco, M. Carvajal-Hernández y G. Molina-Canul. 2007. Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetiz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 7: 217 – 224.
- Hernández, S., J. Romero, R. Reséndiz, L. Carrión, J. Rodríguez y F. Utrera. 2006. Rendimientos al despiece de guajolotes criollos. Memorias del VII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Cochabamba, Bolivia. p. 154.

- INEGI. 2008. Producción pecuaria según producto y especie. <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=agr08&s=est&c=6657> (Consultada en agosto de 2008).
- James, F. C. 1970. Geográfic size variation in birds and relationship to climate. *Ecology*, J. 51 (3):365-390.
- Juárez, C. A. and Fraga, L. M. 2002. A preliminary note on the productive indicators of Mexican turkeys under confinement conditions. *Cuban J. of Agricultural Sci* 36 (01):63-65.
- Juárez-Caratachea, A., Ortiz-Rodríguez, R., Pérez-Sánchez, R. E., Gutiérrez-Vázquez, E y Val-Arreola, D. 2008. Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. *Livestock Research for Rural Development*, 20(2):1-14.
- Juárez, A. y Gutiérrez, E. 2009. Control de cloquez y comportamiento productivo de guajolotas criollas. *Avances en Investigación Agropecuaria (AIA)* 13(1):59-70.
- Leeson, S. and Summers, J. D. 2005. *Comercial poultry nutrition*. 3rd edition, Ontario, Canada.
- López-Zavala, R., Monterrubio-Rico, C. T., Cano-Camacho, H., Chassin-Noria, O., Aguilera-Reyes, U., Zavala-Páramo, M. G. 2008. Caracterización de sistemas de producción del guajolote (*Meleagris gallopavo gallopavo*) de traspatio en las regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México. *Técnica Pecuaria México*, 46(3):303-316.
- López, A., Pinillos, M. y Pérez Edmundo. 1997. *Manual de teoría, cría y explotación de las aves*, Tomo 2, Universidad Agraria de la Habana, 58 pp.
- Losada, H., J. Rivera, J. Cortés, A. Castillo, R. O. González y J. Herrera. 2006. Un análisis de sistemas de producción de guajolotes (*Meleagris gallopavo*) en el espacio suburbano de la delegación de Xochimilco al sur de la Ciudad de México. *Livestock Research for Rural Development* 18 (4).
- Lotte, van de Ven. 2005. Storage of hatching eggs in the production process. *International Hatchery Practice – Volume 18, Number 8*.
- Macari, M. e Gonzales, E. 2003. Manejo da incubação. FACTA-Fundação Aprinco de Ciência e Tecnologia Avícolas Campinas – SP, Brasil.
- Madrigal, S. X. 1997. Ubicación fisiográfica de la vegetación en Michoacán, México. *Ciencia Nicolaita* 15:65-75.

- Mallia, J. G. 1998. Indigenous domestic turkeys of Oaxaca and Quintana Roo, Mexico. *Animal Genetic Resources Information* 23: 69-78.
- Medrano, J. A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. *Archivos de Zootecnia*, 49:385-390.
- Norma Oficial Mexicana (NMX-FF-079-SCFI-2004). Productos avícolas – Huevos frescos de gallina – Especificaciones y métodos de prueba). Normas Mexicanas, Dirección General de Normas.
- Oluyemi, J. A. & Adebenjo, D. 1979. Measures applied to combat thermal stress in poultry under practical tropical environment. *Poultry Sci.* 58:767-774.
- Raigón, M. D., García, M. M.D., Esteve, P. 2003. Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva. (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> (consulta 17/OCT/2010).
- Rejón, M.J., A.F. Dájer y N. Honhold. 1996. Diagnóstico comparativo de la ganadería de traspato en las comunidades Texán y Tzacalá de la zona henequera del estado de Yucatán. *Veterinaria México* 27 (1): 49-55.
- Rodríguez, B., J. C. Allaway, C. E. Wassink, G. J. Segura, y T. Rivera. 1996. Estudio de la avicultura de traspato en el municipio de Dzununcaán, Yucatán. *Veterinaria México* 27 (2): 215-219.
- Rosales, E., Fernández, S. y Ruiz, P. 2010. Calidad de huevo en reproductoras y su impacto en los nacimientos. (en línea) Ergomix.com. <http://www.ergomix.com/MA-avicultura/genetica7foros7articulo-calidad-huevo-reproductoras-tl9568/103-p0.htm> (consulta 28/OCT/2010).
- Ruiz-Silvera, C., J. Salaverría, C. Valles, Y. Yépez y S. Herrera. 2008. Comportamiento de gallinas criollas (gen Na) en un sistema semi-libre y alimentadas con recursos alternativos en Yaracuy, Venezuela. *Livestock Research for Rural Development* 20 (5).
- SAS 2007. SAS user's guide: statistics version. Ed. SAS Institute, Inc Car and NC,
- Safaa, H. M., Arbe, X., Serrano, M. P., Valencial, D. G. y Mateos, G. G. 2011. Efecto del nivel de metionina, ácido linoleico y grasa añadida a la dieta. *PV Albeitar*, 01:1-9.

- Sponenberg, D. P., M. Bender, P. Johnson, E. Smith, R. Gogal, F. W. Pierson y M. A. Gómez-Jaramillo. 2005. La conservación del pavo en los Estados Unidos. *Archivos de Zootecnia* 54: 177-183.
- Stadelman, W. J. and Cotterill, O. J. 1995. Egg science and technology, 4th edition, Haworth Press Inc.
- Villamar, L. y H. Guzmán. 2007. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México 2006. *Claridades Agropecuarias* 161: 3-37.
- Zhor, X. 1992. The pattern of spreading poultry in backwater area. Proceedings of The XIX World's Poultry Congress; September 20-24, Amsterdam, The Netherlands. p. 699-705.